



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



2018

Abschlussarbeiten  
Travaux de fin d'études  
Graduation Theses

**BSc in Maschinentechnik**

BSc en Mécanique

BSc in Mechanical Engineering

# Editorial Editorial Editorial



**Prof. Dr. Lukas Rohr**  
Departementsleiter  
Directeur du département  
Head of Department

## Liebe Leserinnen, liebe Leser

Innovativ, umweltfreundlich, hilfreich – die Entwicklungen unserer Ingenieurinnen und Ingenieure, Informatikerinnen und Informatiker sind vielfältig. So lassen sich mit dem grössten Elektrofahrzeug der Welt, dem eDumper, laut vorläufigen Berechnungen bis zu 1300 Tonnen CO<sub>2</sub> und 500 000 Liter Diesel in zehn Jahren einsparen. Dank der Heuschnupfen-App «Ally Science» können Frühwarnsysteme und Therapien für Pollenallergikerinnen und Pollenallergiker verbessert werden. Und dank dem neuen, magisch anmutenden System «Through Wall Sensing» kann man durch Wände schauen und bewegliche Objekte aufspüren. Diese und viele weitere Projekte haben in den Medien unlängst Aufsehen erregt und die Leistungen unserer Forschenden in der Öffentlichkeit sichtbar und erkennbar gemacht. Mit ihren Entwicklungen und technischen Lösungen sorgen sie für mehr Lebensqualität, eine bessere Umwelt und zusätzlichen Komfort. Eine solide Ausbildung in Ingenieurwissenschaften und Informatik, gepaart mit Einfallsreichtum, Kreativität und Durchhaltewille, legt den Grundstein für solche Erfolgsgeschichten. Die in der Publikationsreihe «Book» vorgestellten Arbeiten lassen die Faszination eines technischen Studiums erkennen und belegen die Innovationskraft und das Leistungsvermögen unserer Studierenden. Überzeugen Sie sich selbst. Ich bedanke mich bei unseren Projektpartnern, Dozierenden, Expertinnen und Experten für ihren unermüdlichen Einsatz und ihre Unterstützung. Unseren Studierenden wünsche ich einen gelungenen Start in die berufliche Zukunft und Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, spannende Einblicke in die faszinierende Welt der Technik.

Prof. Dr. Lukas Rohr

## Chère lectrice, cher lecteur,

Utiles, innovantes, écologiques: les solutions développées par nos ingénieur-e-s et informaticien-e-s présentent une grande diversité. Ainsi l'eDumper, le plus grand véhicule électrique au monde, pourrait économiser, selon des calculs provisoires, jusqu'à 1300 tonnes de CO<sub>2</sub> et 500 000 litres de diesel en dix ans. «Ally science», l'application pour les personnes sensibles aux pollens, permet d'améliorer les systèmes d'alerte précoce et le traitement des allergies. Quant à «Through wall sensing», il s'agit d'un pouvoir quasi magique: regarder ce qui se passe derrière un mur, notamment y détecter les objets en mouvement. Ces projets, et bien d'autres encore, ont fait parler d'eux récemment dans la presse, attirant l'attention du public sur le travail de nos chercheurs et chercheuses, qui par leurs prouesses techniques contribuent à améliorer la qualité de vie, à préserver l'environnement et à augmenter notre confort. De telles réussites nécessitent bien sûr une solide formation en ingénierie et en informatique, mais aussi de l'inventivité, de la créativité et beaucoup de persévérance. Notre publication périodique «Book», dans laquelle on perçoit la fascination pour les études techniques, manifeste l'esprit d'innovation et les performances de nos étudiant-e-s. Jugez par vous-même! Je remercie nos partenaires de projets, les professeur-e-s et les expert-e-s de leur infatigable engagement et de leur soutien sans faille. A nos étudiant-e-s, je souhaite plein succès dans leur parcours professionnel; et à vous, chère lectrice et cher lecteur, un excellent voyage dans le monde fascinant de la technique.

## Dear Readers

Innovative, environmentally friendly, helpful – our engineers' and computer scientists' developments are wide-ranging. The eDumper, the biggest electric vehicle in the world, can save up to 1,300 tonnes of CO<sub>2</sub> and 500,000 litres of diesel every ten years, according to preliminary calculations. Thanks to the hay fever app 'Ally Science', early warning systems and therapies for pollen allergy sufferers can be improved. And with the new, magical-looking 'Through Wall Sensing' system, you can see through walls and track moving objects. These and many other projects have recently attracted attention in the media and made the achievements of our researchers visible and recognisable to the public. With their developments and technical solutions, our researchers ensure a better quality of life, a better environment and additional comfort. A solid education in engineering and computer science, coupled with ingenuity, creativity and perseverance, lays the foundation for such success stories. The work presented in each year's 'Book' shows how fascinating technical degrees are and proves our students' innovative strength and capability. See for yourself! I would like to thank our project partners, lecturers and experts for their tireless commitment and support. I wish our students a successful start to their careers and you, dear readers, exciting insights into the fascinating world of technology.

# Inhalt

## Table des matières Contents

### Titel

- 3 Technik und Informatik an der BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Infotage
- 8 Die faszinierende Welt der Maschinenteknik
- 10 Interviews mit Studierenden
- 12 Zusammenarbeitsformen
- 14 Industriepartner
- 16 Bachelorarbeiten

### Titre

- 3 Technique et informatique à la BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Journées d'information
- 8 Le monde fascinant de la mécanique
- 12 Formes de collaboration
- 14 Partenaires industriels
- 16 Travaux de bachelor

### Title

- 3 Engineering and Information Technology at BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Info days
- 8 The fascinating world of Mechanical Engineering
- 12 Collaboration
- 14 Industry partners
- 16 Bachelor theses

### Impressum

Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik

### Online

book.bfh.ch

### Inserate

communication.ti@bfh.ch

### Druck

staempfli.com

### Auflage

1000 Ex.

### Impressum

Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique

### Online

book.bfh.ch

### Annonces

communication.ti@bfh.ch

### Impression

staempfli.com

### Tirage

1000 exemplaires

### Imprint

Bern University of Applied Sciences  
Engineering and Information Technology

### Online

book.bfh.ch

### Advertisements

communication.ti@bfh.ch

### Printing

staempfli.com

### Edition

1000 copies

# Technik und Informatik an der BFH

## Technique et informatique à la BFH

### Engineering and Information Technology at BFH

Die Berner Fachhochschule BFH ist eine anwendungsorientierte Hochschule mit einem innovativen und praxisnahen Angebot in Lehre, Forschung und Entwicklung sowie Weiterbildung. Sie bereitet Studierende auf berufliche Tätigkeiten vor, in denen wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden umgesetzt werden. Folgende Leitgedanken prägen die Berner Fachhochschule besonders:

- Die BFH entwickelt innovative Lösungen und geht auf die Bedürfnisse ihres wirtschaftlichen, technischen, kulturellen und sozialen Umfelds ein.
- Die BFH ist durch starke Partnerschaften im In- und Ausland verankert.
- Die BFH pflegt ihre Vielfalt und fördert den Austausch zwischen Fachdisziplinen, Denkkulturen und Handlungsmustern.

ti.bfh.ch

#### Das Bachelorstudium als starke Basis

Die Bachelorstudiengänge der BFH sind praxisorientiert und auf die Bedürfnisse des wirtschaftlichen Umfeldes ausgerichtet. Wer an der BFH studiert, kann dies praxisnah, interdisziplinär und in einem internationalen Kontext tun.

Im Bereich Technik und Informatik bietet die BFH eine vielfältige Auswahl an Bachelorstudiengängen, wobei die beiden Studiengänge Automobiltechnik und Medizininformatik sogar schweizweit einzigartig sind. Die meisten Studiengänge können zudem berufsbegleitend und zweisprachig absolviert werden. Die sieben Bachelorstudiengänge im Bereich Technik und Informatik sind:

- Automobiltechnik
- Elektrotechnik und Informationstechnologie
- Informatik
- Maschinentechnik
- Medizininformatik
- Mikro- und Medizintechnik
- Wirtschaftsingenieurwesen

Im Verlaufe des Bachelorstudiums wählen die Studierenden individuell einen Teil der Module. In späteren Semestern entscheiden sie sich für eine Vertiefungsrichtung und arbeiten an forschungsnahe und praxisrelevanten Projekten mit.

Mehr Informationen unter  
[ti.bfh.ch/bachelor](http://ti.bfh.ch/bachelor)

La Haute école spécialisée bernoise est une haute école orientée vers la pratique. Elle propose une offre de cours, de recherche, de développement et de formation continue à la fois novatrice et proche de la pratique. Elle prépare les étudiant-e-s à des activités professionnelles qui mettent en œuvre des connaissances et méthodes scientifiques. La Haute école spécialisée bernoise se caractérise principalement par les idées directrices suivantes:

- La BFH développe des solutions innovantes et répond aux besoins de son environnement économique, technique, culturel et social.
- La BFH est ancrée en Suisse et à l'étranger grâce à des partenariats forts.
- La BFH entretient la diversité et encourage les échanges entre les disciplines spécialisées, entre les cultures de réflexion et entre les modèles d'action.

ti.bfh.ch

#### Les études de bachelor comme base solide

Les filières d'études de bachelor sont orientées vers la pratique et vers les besoins de l'environnement économique. Etudier à la BFH, c'est étudier dans un contexte pratique, interdisciplinaire et international. Dans le domaine Technique et informatique, la BFH propose un large choix de filières d'études de bachelor, dont deux filières uniques en Suisse: Technique automobile et Informatique médicale. La plupart des filières peuvent également être suivies en cours d'emploi et en deux langues. Le domaine Technique et informatique propose les sept filières d'études de bachelor suivantes:

- Technique automobile
- Génie électrique et technologie de l'information
- Informatique
- Mécanique
- Informatique médicale
- Microtechnique et technique médicale
- Ingénierie de gestion

Pendant leurs études de bachelor, les étudiant-e-s choisissent individuellement une partie des modules. Dans les semestres suivants, ils et elles choisissent une orientation et participent à des projets pratiques proches de la recherche.

Pour en savoir plus  
[ti.bfh.ch/bachelor](http://ti.bfh.ch/bachelor)

Bern University of Applied Sciences (BFH) combines a hands-on approach with innovative and practical teaching, research and development, and continuing education. It prepares students for professional careers in fields involving the application of scientific findings and methods. Bern University of Applied Sciences is shaped by its mission statement:

- BFH develops innovative solutions and addresses the needs of its economic, technical, cultural and social environment.
- BFH cultivates strong partnerships that firmly root it within Switzerland and the wider international community.
- BFH embraces diversity and encourages intellectual exchanges between the various academic disciplines and cultures, taking on board a variety of different approaches.

ti.bfh.ch

#### Bachelor's degree for a solid foundation

BFH Bachelor degree programmes are hands-on and focused on the needs of the economic environment. BFH offers students an interdisciplinary, practice-based approach in an international context. BFH offers a broad selection of Bachelor degree programmes in the field of Engineering and Information Technology, including Automotive Engineering and Medical Informatics programmes that are unique in Switzerland. Many of the degree programmes can also be taught on an extra-occupational basis and in two languages. The following seven Engineering and Information Technology Bachelor degree programmes are offered:

- Automotive Engineering
- Electrical Engineering and Information Technology
- Computer Science
- Mechanical Engineering
- Medical Informatics
- Microtechnology and Medical Technology
- Industrial Engineering and Management Science

Students have a choice of some modules during their Bachelor studies. In later semesters, they choose a specialisation and assist with research-related, practice-based projects.

For additional information please go to  
[ti.bfh.ch/bachelor](http://ti.bfh.ch/bachelor)

## Der Master als Sprungbrett

Ein Masterabschluss unterstreicht die ungebrochene Lernbereitschaft der Studierenden. Er eröffnet ihnen den Zugang zu anspruchsvollen Karrieren in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen sowie herausfordernden Positionen in Produktion, Beratung oder öffentlichen Institutionen. Im Bereich Technik und Informatik bietet die BFH zwei Masterstudiengänge an:

Der Master of Science in Engineering MSE wird in Kooperation mit allen Fachhochschulen der Schweiz angeboten und zeichnet sich durch einen starken Praxisbezug, ein vielfältiges Modulangebot und ein schweizweites Netzwerk von Fachspezialisten und Studierenden aus. Die Berner Fachhochschule bietet die Ausbildung in den Fachgebieten Energy and Environment, Industrial Technologies, Information and Communication Technologies und Business Engineering and Production an.

Der englischsprachige Masterstudiengang für Biomedizinische Technik mit den Vertiefungen Biomechanical Systems, Electronic Implants oder Image-Guided Therapy wird von der Universität Bern in Kooperation mit der BFH angeboten. Die Studierenden erwerben wissenschaftlich fundiertes medizinisches und technisches Fachwissen. Lehre und Projekte sind anwendungsorientiert und interdisziplinär. Es bestehen enge Kooperationen mit Firmen, Forschungseinrichtungen und Spitälern. Der erfolgreiche universitäre Abschluss ermöglicht den Anschluss einer Doktorarbeit.

Mehr Informationen unter [ti.bfh.ch/master](http://ti.bfh.ch/master)

## Le master comme tremplin

Un diplôme de master prouve que la volonté d'apprendre des étudiant-e-s est intacte. Il leur ouvre les portes d'une carrière fructueuse dans les départements de recherche et développement ou à des postes exigeants en production, en conseil ou dans des institutions publiques. La BFH propose deux filières d'études de master dans le domaine Technique et informatique:

Le Master of Science in Engineering (MSE) est proposé en coopération avec toutes les hautes écoles spécialisées suisses et se caractérise par un fort lien avec la pratique, une offre de modules variée et un réseau de spécialistes et d'étudiant-e-s dans toute la Suisse. La Haute école spécialisée bernoise propose la formation dans les domaines spécialisés Energy and Environment, Industrial Technologies, Information and Communication Technologies ainsi que Business Engineering and Production.

La filière d'études de master anglophone de Technique biomédicale avec les orientations Biomechanical Systems, Electronic Implants et Image-Guided Therapy est proposée par l'Université de Berne en coopération avec la BFH. Les étudiant-e-s acquièrent des connaissances spécialisées médicales et techniques fondées sur une base scientifique. L'enseignement et les projets sont interdisciplinaires et axés sur la pratique. Une étroite coopération est en place avec les entreprises, les instituts de recherche et les hôpitaux. L'obtention du diplôme universitaire ouvre la porte vers un doctorat.

Pour en savoir plus [ti.bfh.ch/master](http://ti.bfh.ch/master)

## Master's degree to springboard your career

A Master's degree emphasises the students' unremitting desire to learn. It opens the door to a high-flying career in research and development or a challenging position in production, consultation or the public sector. BFH offers two Master degree programmes in the field of Engineering and Information Technology:

The Master of Science in Engineering MSE is offered in cooperation with all Universities of Applied Sciences within Switzerland and provides a strong practical focus, varied modules and a Switzerland-wide network of specialists and students. Bern University of Applied Sciences offers training in Energy and Environment, Industrial Technologies, Information and Communication Technologies and, Business Engineering and Production.

The English language Master degree programme in Biomedical Engineering with specialisations in the areas of Biomechanical Systems, Electronic Implants or Image-Guided Therapy is offered by the University of Bern in cooperation with the BFH. Students acquire scientifically-based medical and technical knowledge. Teaching and projects are application-oriented and interdisciplinary. The programmes involve close cooperation with companies, research institutions and hospitals. Following successful completion, students may progress to a doctorate.

For additional information please go to [ti.bfh.ch/master](http://ti.bfh.ch/master)

## Die Forschung und Entwicklung als Triebfeder der Innovation

Angewandte Forschung findet an der BFH in Instituten statt, die ein breites Kompetenzspektrum anbieten. Der Brückenschlag zwischen Grundlagenforschung und Produktentwicklung garantiert eine enge Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Neue Technologien und das aus Forschungs- und Industrieprojekten gewonnene Know-how werden in die Wirtschaft transferiert und mit Partnern geteilt, um neue Produkte und Verfahren zu entwickeln.

Im Bereich Technik und Informatik fokussiert die Forschung der BFH thematisch auf die Bereiche Technologien in Sport und Medizin, Energie und Mobilität, Digital Society and Security, Smart Industrial Technologies sowie Engineering and Business Innovation. Sie zeichnet sich durch folgende Faktoren aus:

- Sie ist anwendungs- und marktorientiert.
- Ziele sind die Entwicklung von Prototypen sowie der Technologietransfer.
- Es erfolgt eine enge Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie.
- Die Nutzungsrechte gehen in der Regel an den Wirtschaftspartner.
- Fokussiert wird auf Schlüsseltechnologien der Zukunft.
- Es werden ein weitreichendes Netzwerk sowie multidisziplinäre Kooperationen genutzt.
- Die Forschung ist regional verankert und international relevant.

Mehr Informationen unter  
[ti.bfh.ch/industrie](http://ti.bfh.ch/industrie)  
[ti.bfh.ch/forschung](http://ti.bfh.ch/forschung)

## Die Weiterbildung als Programm

Die Weiterbildungsangebote der Berner Fachhochschule orientieren sich an den aktuellen Bedürfnissen der Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur. Sie tragen dem sich ständig verändernden und globalen Umfeld Rechnung.

Das Weiterbildungsangebot im Bereich Technik und Informatik wendet sich an Ingenieurinnen und Ingenieure sowie an angehende Managerinnen und Manager. Ziel ist, vorhandene Kompetenzen zu erweitern und zu ergänzen. Dazu bietet die BFH eine einmalige, interdisziplinäre Palette von CAS-Modulen, die zu verschiedenen EMBA-, MAS- und DAS-Studiengängen kombiniert werden können. Die Schwerpunkte liegen auf den Themen Informatik, Data Science, IT-Sicherheit, Innovation, Management, International, Technik, Medizininformatik und Medizintechnik.

Mehr Informationen unter  
[ti.bfh.ch/weiterbildung](http://ti.bfh.ch/weiterbildung)

## La recherche et développement comme moteurs de l'innovation

A la BFH, la recherche appliquée a lieu dans des institutions qui offrent un large spectre de compétences. Le pont entre la recherche fondamentale et le développement de produits assure une étroite collaboration avec l'économie. Les nouvelles technologies et les connaissances acquises dans les projets de recherche et d'industrie sont transférées dans l'économie et partagées avec des partenaires en vue de développer de nouveaux produits et processus.

Dans le domaine Technique et informatique, la recherche de la BFH se concentre sur les thèmes Technologies en sport et en médecine, Energie et mobilité, Digital Society and Security, Smart Industrial Technologies et Engineering and Business Innovation. Elle se caractérise par les facteurs suivants:

- Elle est tournée vers la pratique et le marché.
- Elle vise le développement de prototypes et le transfert technologique.
- Elle se fait en étroite collaboration avec l'économie et l'industrie.
- Les droits d'utilisation reviennent généralement au partenaire économique.
- Elle se concentre sur les technologies-clés de l'avenir.
- Elle tire profit d'un réseau étendu et de coopérations pluridisciplinaires.
- La recherche a un ancrage régional et une portée internationale.

Pour en savoir plus  
[ti.bfh.ch/industrie](http://ti.bfh.ch/industrie)  
[ti.bfh.ch/recherche](http://ti.bfh.ch/recherche)

## La formation continue comme programme

Les offres de formation continue de la Haute école spécialisée bernoise se tournent vers les besoins actuels de l'économie, de la société et de la culture. Elles tiennent compte de l'environnement mondialisé, en mutation permanente.

L'offre de formation continue du domaine Technique et informatique s'adresse aux ingénieur-e-s et aux futur-e-s managers en vue d'étendre et de compléter leurs compétences. La BFH propose à cette fin une gamme interdisciplinaire unique de modules CAS combinables entre différentes filières d'études EMBA, MAS et DAS. Les spécialisations portent sur les thématiques suivantes: informatique, Data Science, sécurité IT, innovation, management, international, informatique médicale et technique médicale.

Pour en savoir plus  
[ti.bfh.ch/weiterbildung](http://ti.bfh.ch/weiterbildung)

## Driving innovation with research and development

At BFH, applied research is conducted in institutes offering a wide range of expertise. Bridging the gap between basic research and product development guarantees a close cooperation with the business world. New technologies and the expertise gained from research and industrial projects are transferred to the business world and shared with partners to develop new products and processes.

In the field of Engineering and Information Technology, BFH's research is focused on the areas of Technologies in Sport and Medicine, Energy and Mobility, Digital Society and Security, Smart Industrial Technologies, and Engineering and Business Innovation. It has the following distinguishing features:

- It is application- and market-oriented.
- It aims to develop prototypes and transfer technology.
- It cultivates a close cooperation with business and industry.
- Rights of use are usually transferred to the business partner.
- There is a focus on key technologies of the future.
- It relies on an extensive network and multidisciplinary cooperation.
- The research has a regional base and international relevance.

For additional information please go to  
[ti.bfh.ch/industrie](http://ti.bfh.ch/industrie)  
[ti.bfh.ch/research](http://ti.bfh.ch/research)

## Continuing education programmes

The further education courses offered by Bern University of Applied Sciences are aligned with current economic, social and cultural requirements, keeping pace with the constantly changing global environment.

The further education courses in Engineering and Information Technology address both engineers and future managers. They aim to expand and build on existing competencies. To this end, BFH offers a unique, interdisciplinary range of CAS modules that can be combined within different EMBA, MAS and DAS degree programmes. The programmes focus on the fields of Information Technology, Data Science, IT Security, Innovation, Management, International, Engineering, Medical Informatics and Medical Technology.

For additional information please go to  
[ti.bfh.ch/weiterbildung](http://ti.bfh.ch/weiterbildung)

# Alumni BFH

## Alumni BFH

## Alumni BFH

6 Alumni BFH vereint die ehemaligen Studierenden sowie die Alumni-Organisationen der BFH unter einem Dach. Als Alumni sind Sie Teil eines lebendigen Netzwerkes und profitieren von attraktiven Leistungen.

Sie erhalten regelmässig den Newsletter «Alumni aktuell» und können der Community auf Facebook, XING und LinkedIn beitreten. Übers Projekt Neptun beziehen Sie vergünstigte Laptops und profitieren vom attraktiven FH SCHWEIZ-Leistungsangebot. Auf Sprachkurse bei inlingua, auf Kurse der Volkshochschule Bern und auf das Sortiment von Mister Tie erhalten Sie 10% Rabatt. Zudem erhalten Sie 5% Rabatt auf Tablet-, Smartphone- und Mac-Reparaturen bei MobileRevolution GmbH.

Ausserdem können Sie am Netzwerk-Abend Alumni BFH, an den vielseitigen Events der Alumni-Vereine und am Sportangebot der Universität Bern teilnehmen. Im Online-Karriereportal finden Sie attraktive Stellenangebote, nützliche Checklisten und das Weiterbildungsangebot der BFH.

Mehr Informationen zu Alumni BFH und den Leistungen unter [alumni.bfh.ch](http://alumni.bfh.ch)

Alumni BFH réunit sous un même toit tous les anciens étudiants et les organisations Alumni de la BFH. En tant qu'Alumni, vous faites partie d'un réseau vivant et profitez de prestations attractives.

Vous recevez régulièrement la Newsletter «Alumni actuelle» et avez la possibilité de rejoindre la communauté sur Facebook, XING et LinkedIn. Le projet Neptun vous permet d'acquérir des ordinateurs portables à prix préférentiel et vous profitez également de l'offre de prestations FH SUISSSE. Vous bénéficiez d'un rabais de 10% sur les cours de langues chez inlingua ainsi que sur l'offre de cours de l'Université populaire de Berne. Vous bénéficiez également d'un rabais de 5% sur les réparations de tablettes, smartphones et Mac chez MobileRevolution GmbH.

En plus, vous pouvez participer à la soirée de réseautage Alumni BFH, aux différents événements des sociétés Alumni et à l'offre de sport de l'Université de Berne. Le portail de carrière en ligne vous propose des offres d'emploi attrayantes, des check-lists utiles et l'offre de formation continue de la BFH.

Plus d'informations sur Alumni BFH et les prestations sur [alumni.bfh.ch](http://alumni.bfh.ch)

The Alumni BFH unites former students as well as the Alumni organization of the BFH under one roof. As an alumnus you are part of a lively network and benefit from attractive services.

You regularly receive the informative newsletter «Alumni aktuell» and you may join the community on Facebook, XING and LinkedIn. Via the Neptune Project you purchase laptops at special conditions and you benefit from the attractive FH SWITZERLAND services. For language courses at inlingua, and courses offered by the Volkshochschule Bern, as well as the assortment of Mister Tie, you get a 10% discount. Further, you receive a 5% discount for tablets-, smartphones-, and Mac repairs at MobileRevolution GmbH.

In addition, you can participate in the Alumni BFH network evening, the versatile events of the alumni associations, and make use of the sports facilities of the University of Bern. On the online career portal you will find attractive job opportunities, useful checklists as well as the continuing education offers of BFH.

More information about Alumni BFH and services under [alumni.bfh.ch](http://alumni.bfh.ch)



Die Alumni-Organisationen der BFH verbinden ihre Absolventinnen und Absolventen, ermöglichen das Knüpfen von Kontakten und den systematischen Aufbau eines Beziehungsnetzes.

Les organisations Alumni de la BFH réunissent leurs diplômé-e-s, leur permettent de nouer des contacts et de se créer un réseau de relations.

The BFH alumni organizations connect the graduates, enable socializing as well as creating an essential network.

# Infotage

## Journées d'information

### Info days

Interessiert Sie ein Studium an der Berner Fachhochschule? Wir öffnen unsere Türen: Holen Sie sich alle Informationen zu unseren Bachelor- und Masterstudiengängen, Zulassungsbedingungen, Studienbedingungen und unserer Schule. Führen Sie beim Apéro persönliche Gespräche mit Studierenden und Dozierenden, und besuchen Sie unsere Labors in Biel und Burgdorf.

Mit einer Weiterbildung auf Masterstufe 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 an einem persönlichen Beratungsgespräch.

Mehr Informationen unter [ti.bfh.ch/infotage](http://ti.bfh.ch/infotage)

Vous vous intéressez à suivre des études à la Haute école spécialisée bernoise? Nous ouvrons nos portes: venez recueillir toutes les informations utiles sur nos filières de bachelor et de master, sur les conditions d'admission, les conditions d'études et notre école. Discutez avec des étudiant-e-s et des enseignant-e-s lors de l'apéro et visitez nos laboratoires à Bienne et Burgdorf.

Avec des études de master, vous faites un pas de plus dans votre carrière. Notre gamme étendue et interdisciplinaire de modules vous permet d'étendre vos compétences dans les domaines les plus divers. Informez-vous dans le cadre d'un entretien de conseil personnel.

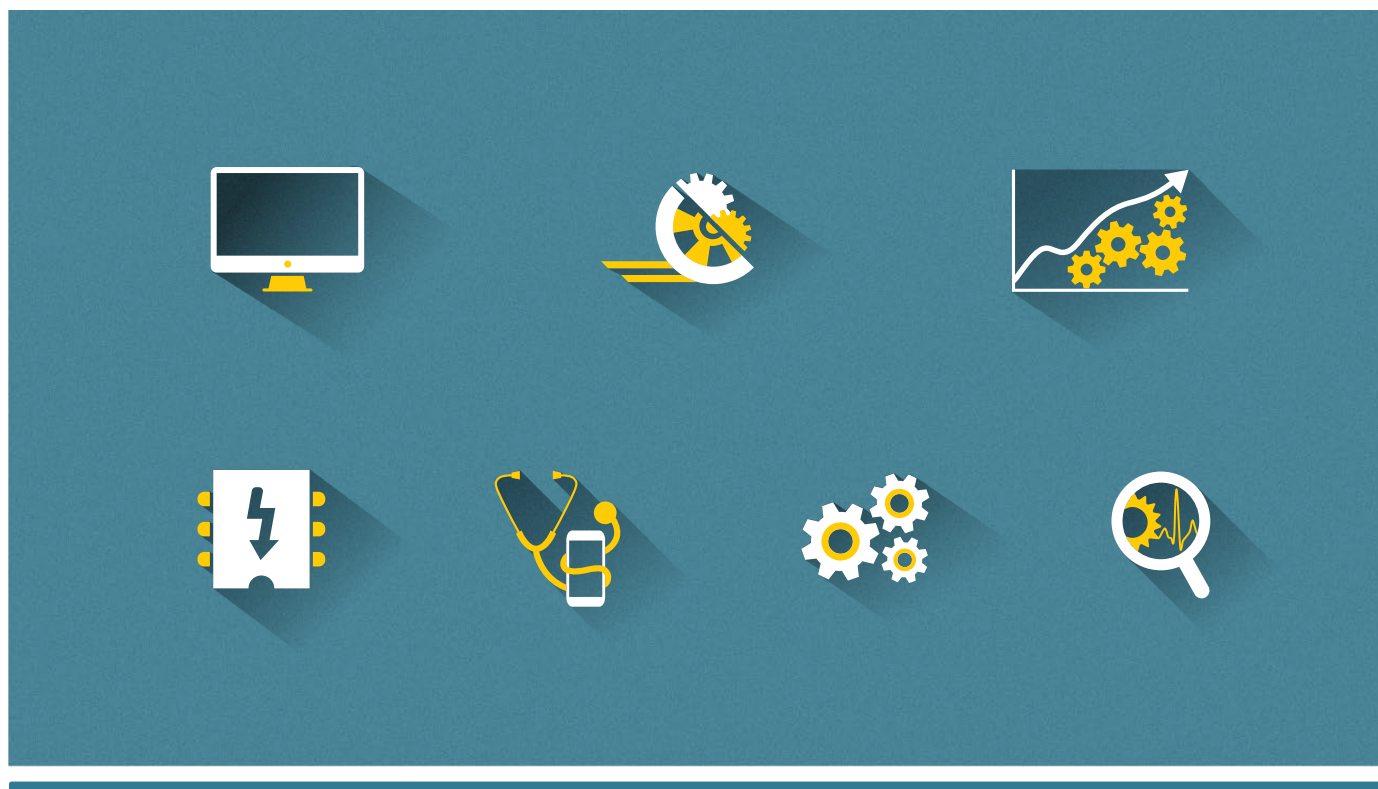
Pour en savoir plus [ti.bfh.ch/journeesdinformation](http://ti.bfh.ch/journeesdinformation)

Are you interested in studying at Bern University of Applied Sciences? If so, we invite you to attend our open house. There you can obtain full information about our Bachelor's and Master's programs and about requirements for admission, study conditions and our university. We welcome you to attend our cocktail reception to talk personally with students and instructors and to visit our laboratories in Biel and Burgdorf.

You take your career a step further by continuing your education at the Master's level. Our comprehensive, interdisciplinary range of modules allows you to expand and supplement your competencies in the widest variety of fields. Arrange a personal consultation for all the details.

For additional information please go to [ti.bfh.ch/infodays](http://ti.bfh.ch/infodays)

7





# Die faszinierende Welt der Maschinentechnik

## Le monde fascinant de la mécanique

### The fascinating world of Mechanical Engineering

8



**Prof. Roland Hungerbühler**  
**Abteilungsleiter Maschinentechnik**  
**Directeur de la division Mécanique**  
**Head of Mechanical Engineering Division**

Die Maschinentechnik ist eine der vielseitigsten technischen Studienrichtungen. Die Studierenden lernen, Bauteile, Maschinen und Apparate zu gestalten und rechnerisch auszulegen sowie Produktionsprozesse zu entwickeln.

Moderne Maschinen funktionieren nur im Zusammenspiel von mechanischen Komponenten, Steuerungen, Regelungen und Informatikapplikationen. Die Studierenden erwerben die theoretischen und methodischen Grundlagen, um diese Komplexität verstehen und in technische Lösungen umsetzen zu können. An ausgewählten Beispielen aus den Bereichen Industrie- und REHA-Robotik oder Werkzeugmaschinen können die Studierenden ihre Lösungskonzepte überprüfen.

Das Thema Prozesstechnik rundet die Studieninhalte ab. Die Studierenden werden befähigt, verfahrenstechnische Anlagen auszulegen und ausgewählte verfahrenstechnische Prozesse hinsichtlich Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit zu analysieren. Praktische Erfahrungen können z.B. im Bereich Selective Laser Melting gesammelt werden.

Wir wünschen unseren Absolventinnen und Absolventen einen guten Start ins Berufsleben sowie viel Erfolg und Freude bei der Bearbeitung ihrer zukünftigen Projekte.

La mécanique est l'un des domaines d'études techniques les plus variés. Les étudiant-e-s apprennent à concevoir et à développer numériquement des pièces, des machines et des appareils ainsi qu'à développer des processus de production.

Pour que les machines modernes fonctionnent, elles doivent être combinées avec des composants, des commandes, des réglages et des applications informatiques. Les étudiant-e-s acquièrent les bases théoriques et méthodologiques pour comprendre cette complexité afin de la mettre en pratique dans des solutions techniques. Ils peuvent également les tester en s'appuyant sur des exemples choisis issus de la robotique industrielle, de la robotique de rééducation ou des machines-outils.

Les études traitent également de la technique des processus. Les étudiant-e-s apprennent à élaborer des installations procédurales et à analyser des processus techniques sous l'angle de l'efficacité énergétique, de la durabilité et de la compatibilité environnementale. Ils réalisent également des expériences pratiques, notamment dans le domaine Selective Laser Melting.

Nous souhaitons à nos diplômé-e-s un bon démarrage dans la vie active, mais aussi beaucoup de succès et de plaisir dans le traitement de leurs futurs projets.

Mechanical Engineering is one of the most diverse technical disciplines. Students learn the design and calculated dimensioning of parts, machinery and instruments in addition to developing production processes.

Modern machines operate only in interaction with mechanical components, controls, regulations and IT applications. Students acquire the theoretical and methodological basics to understand their complexity and to be able to use them for technical solutions. They can test their solution concepts on selected industrial and rehabilitation robotics or machine tools.

Process technology rounds off the core curriculum. Students are given the skills they need to design process technology systems and analyse selected process technology processes in terms of their energy efficiency, sustainability and environmental impact. They can gain practical experience, for example in the area of selective laser melting.

We wish all of our graduates a successful start to their professional careers, with much success and enjoyment as they work on future projects.

Prof. Roland Hungerbühler

## Vertiefungsrichtungen

Die Studierenden wählen nach vier Semestern Grundstudium für das letzte Jahr eine Vertiefungsrichtung. Zur Auswahl stehen drei Vertiefungsrichtungen:

### Produktentwicklung

- Entwicklung innovativer Produkte von der Ideensuche bis zum Recycling
- Einsatz von Berechnungs- und Simulationstools
- Auswahl von Werkstoffen und Fertigungsverfahren

### Mechatronik

- Zusammenspiel von Mechanik, Elektronik und Informatik in komplexen Maschinen und Anlagen
- Behandlung von Beispielen aus den Bereichen Industrie- und REHA-Robotik und Werkzeugmaschinen

### Prozesstechnik

- Auslegung von Anlagen und Prozessen für mechanische und thermische Verfahren
- Analyse von Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit
- Gestaltung von lasergestützten additiven Verfahren

## Vollzeitstudium oder berufsbegleitendes Studium

Der Studiengang «Bachelor of Science in Maschinentechnik» wird an der Berner Fachhochschule in Burgdorf als Vollzeitstudium über sechs oder als berufsbegleitendes Studium über neun Semester angeboten. Die Modulsprache ist Deutsch.

## Kontakt

Wünschen Sie weitere Informationen? Kontaktieren oder besuchen Sie uns und erfahren Sie im persönlichen Gespräch mehr über das Studium in Maschinentechnik.

+41 34 426 43 48 (Sekretariat)  
maschinentech@bfh.ch  
ti.bfh.ch/maschinen

## Orientations

Après quatre semestres d'études de base, les étudiant-e-s choisissent une orientation pour la dernière année. Ils ont trois orientations à choix:

### Développement de produits

- Développement de produits innovants, de la recherche d'idées au recyclage
- Utilisation d'outils de calcul et de simulation
- Choix des matières et processus de production

### Mécatronique

- Interactions entre la mécanique, l'électronique et l'informatique dans des machines et installations complexes
- Traitement d'exemples choisis dans les domaines de la robotique industrielle, de la robotique de rééducation et des machines-outils

### Technique des processus

- Elaboration d'installations et de procédures pour certains processus mécaniques et thermiques
- Analyse de l'efficacité énergétique et de la comptabilité environnementale
- Conception de processus additifs par laser

## Etudes à plein temps ou en cours d'emploi

La Haute école spécialisée bernoise propose la filière d'études «Bachelor of Science en mécanique» à Burgdorf sous forme d'études à plein temps en six semestres ou en cours d'emploi en neuf semestres. Les modules sont dispensés en allemand.

## Contact

Pour plus d'informations, contactez-nous ou venez nous rencontrer et découvrir les études en mécanique dans le cadre d'un entretien personnel.

+41 34 426 43 48 (secrétariat)  
maschinentech@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mecanique

## Specialisations

After four semesters of their basic studies, students choose a specialisation course for the last year of their studies. Three specialisation courses are offered:

### Product Development

- Developing innovative products from the initial idea through to recycling
- Use of calculation and simulation tools
- Selection of basic materials and manufacturing processes

### Mechatronics

- Interaction of mechanics, electronics and information technology in complex machines and systems
- Use of industrial and rehabilitative robotics and machine tools

### Process Technology

- Designing systems and processes for mechanical and thermal techniques
- Analysis of energy efficiency, economic viability and environmental sustainability
- Designing laser-aided additive processes

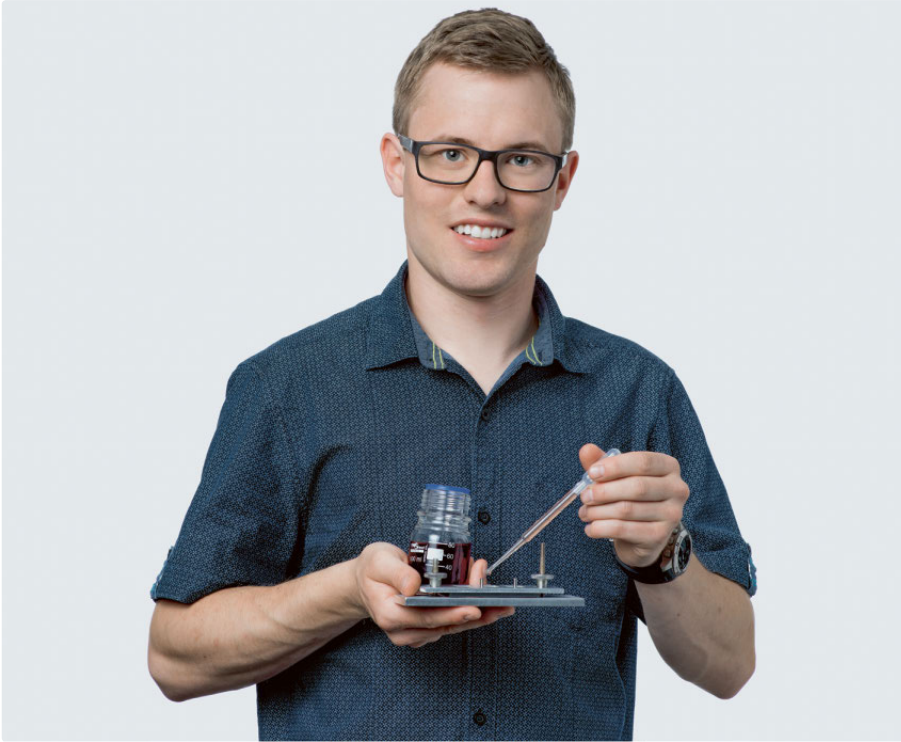
## Full-time or extra-occupational studies

The study programme "Bachelor of Science in Mechanical Engineering" is offered at the Bern University of Applied Sciences in Burgdorf as full-time studies lasting six semesters, or as extra-occupational studies lasting nine semesters. The module language is German.

## Contact

Would you like more information? Visit us and learn more about mechanical engineering studies in a one-to-one meeting.

+41 34 426 43 48 (Secretary's office)  
maschinentech@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mechanical



Simon Hänni

## **Warum haben Sie sich für dieses Studium entschieden?**

Ich habe Polymechnik gelernt und wollte eine Weiterbildung in diese Richtung machen. Nach dem Militärdienst absolvierte ich die Berufsmatura und prüfte danach diverse Weiterbildungen. Ich suchte eine Ausbildung, die mich auch etwas fordern würde. Sie sollte zudem vielseitig sein, da ich Abwechslung liebe. Schliesslich habe ich mich für das Studium Maschinentechnik entschieden, da mich innovative und zukunftsorientierte Entwicklungen sehr interessieren.

## **Wie sieht bzw. sah der Studienalltag aus? Was gefällt bzw. gefiel Ihnen besonders gut an diesem Studium?**

Das Studium ist intensiv. Doch nach der Schule reicht am Abend die Zeit trotzdem, seinem Hobby nachzugehen. Ende Semester, wenn die Prüfungen anstehen, muss viel Zeit investiert werden, und ich musste da und dort Abstriche machen. Besonders spannend waren die Vertiefungen im letzten Semester, wo die verschiedenen Fächer wie ein Puzzle zusammenkamen und interessante Projektarbeiten ergaben. Diese waren praxisnah, und sie erforderten eine gute, selbstständige Planung.

## **Arbeiten bzw. arbeiteten Sie nebenher? (während des Semesters / während der Ferien)**

Ich wollte während des Semesters nicht arbeiten, um neben dem Studium noch genügend Freizeit zu haben, damit ich noch meinen Hobbys nachgehen und auch meine Freunde zwischendurch treffen konnte. Während der Ferien hatte ich die Möglichkeit, bei einer Firma zu arbeiten.

## **Was möchten Sie nach dem Studium machen? Bzw. was machen Sie heute beruflich? Inwiefern können Sie von Ihrem Studium profitieren?**

Nach dem Studium mache ich noch ein Praktikum über die Organisation von IAESTE. Dabei hoffe ich natürlich, wertvolle Erfahrungen in einem anderen Land zu sammeln. Momentan bin ich auf Jobsuche, um nach dem Praktikum ins Berufsleben einzusteigen. Das Studium bietet die Möglichkeit, in ganz verschiedenen Tätigkeitsfeldern interessante Stellen anzunehmen.

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

Man sollte sich gut über das Studium informieren, am besten bei Studierenden und Absolvierenden, um einen möglichst tiefen Einblick zu erhalten und sich bewusst zu werden, welche Herausforderungen die Studierenden erwarten. Das Studium ist oftmals mit harter Arbeit verbunden.



Kiflay Mengestabe

## Warum haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

Schon als Kind wollte ich Pilot oder Ingenieur werden. Als ich 2007 in die Schweiz kam und drei Jahre später meine Lehre als Polymechaniker begann, war es für mich klar, dass ich Maschinenbau-Ingenieur werde. Nach meinem Berufsmaturabschluss entschied ich mich dann für ein Studium der Maschinenteknik an der Berner Fachhochschule, um so meinen Kindheitstraum verwirklichen zu können.

## Wie sieht bzw. sah der Studienalltag aus? Was gefällt bzw. gefiel Ihnen besonders gut an diesem Studium?

Das Studium besteht aus Vorlesungen, Projektarbeiten und Laborpraktika. Die Projektarbeiten und Laborpraktika bringen Abwechslung und bieten die Möglichkeit, die Theorie auf praktische Fragestellungen anzuwenden.

An diesem Studium gefällt mir besonders gut, dass man von Beginn an lernt, wie man eine Aufgabe oder ein Projekt anpackt, damit man erfolgreich zum Ziel gelangt. Während meines Studiums habe ich gelernt, mich jedem Projekt mit Freude zu stellen und vor neuen Herausforderungen keine Angst zu haben.

## Wie vereinen Sie Spitzensport und Studium?

Das A und O, um alles unter einen Hut zu bringen, ist eine genaue Planung, Prioritäten- und die Zielsetzung. Während dieser Zeit habe ich gelernt, jede Woche und jeden Tag zu planen und anschliessend den Tages- oder Wochenablauf auszuwerten, um die Zeitplanung noch weiter verbessern zu können. Während der Projektarbeiten und Prüfungsphasen versuche ich, möglichst wenig Wettkämpfe zu bestreiten und mich auf das Studium und die Trainingseinheiten zu konzentrieren.

Familie, Freunde, Trainer und Studienkollegen haben mir immer geholfen und mich unterstützt, wenn es darum ging, Studium und Spitzensport miteinander zu vereinbaren. Dafür bin ich sehr dankbar.

## Was möchten Sie nach dem Studium machen? Inwiefern können Sie von Ihrem Studium profitieren?

Nach meinem Studium will ich als Ingenieur arbeiten und den Sport als Leidenschaft weiterverfolgen. Ich will berufsbegeleitend Weiterbildungen oder den Master in Biomedical Engineering absolvieren, um meine Kenntnisse zu erweitern und meinem zukünftigen Arbeitgeber mehr Wissen anbieten zu können.

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

Ich empfehle ihm, dass er seine Motivation für dieses Studium überprüft, da Motivation und Leistungsbereitschaft Grundvoraussetzungen für einen erfolgreichen Studienabschluss sind. Durch allfällige Rückschläge – die ebenso zum Studium gehören wie Erfolge – soll man sich nicht entmutigen lassen; sie gehören zum Lernprozess.

# Zusammenarbeitsformen

## Formes de collaboration

### Collaboration

- 12 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. 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 diese Themen gewählt, bearbeiten Studierende diese alleine oder in kleinen Gruppen in dafür vorgesehenen Zeitfenstern selbständig. Dabei werden die Studierenden durch Ihre Fachperson sowie durch eine Dozentin oder einen 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.

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 l'enseignement en est renforcé et l'enseignement profite des nouvelles connaissances. Il en résulte un enseignement de haute qualité et axé sur la pratique.

Pour permettre aux entreprises de faire aujourd'hui déjà la connaissance des spécialistes de demain ou d'aborder un sujet, 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 de manière autonome, seuls ou en petits groupes, dans les créneaux horaires prévus à cet effet. Les étudiant-e-s seront encadré-e-s par votre spécialiste ainsi que par une enseignante ou un enseignant de la Haute école spécialisée bernoise. Une convention régit les droits et les obligations des parties concernées.

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

Gain new insights, create synergies, experience practical relevance: Bern University of Applied Sciences BFH works closely with 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 practical degree programmes.

To enable companies to get to know the specialists of tomorrow today or to explore a topic, they can carry out projects or theses in cooperation with students.

As a business partner, you can suggest topics. If these topics are chosen, students work independently on them, either individually or in small groups, within designated time frames. Students 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 possible cooperation? Contact us and let us convince you of the innovation potential of our students.

### 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:



Semesterarbeit, Bachelor-Thesis, Master-Thesis  
Travaux de semestre, travail de Bachelor, thèse de master  
Semester Projects, Bachelor Thesis, Master Thesis



Wochen bis Monate  
De quelques semaines à plusieurs mois  
Weeks to 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

Die BFH-TI betreibt Auftragsforschung und erbringt vielfältige Dienstleistungen für ihre Kundinnen und Kunden | (inkl. Nutzung der BFH-Infrastruktur sowie des Forschungsnetzwerkes): | La BFH-TI effectue des recherches sous contrat et fournit une vaste palette de prestations de service à ses clientes et clients – y compris l'utilisation de ses infrastructures BFH et de son réseau de recherche: | The BFH-TI faculty carries out mission-oriented research and provides a wide range of services for our clients, such as exclusive use of BFH-Infrastructure and research publications:



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  
Weeks to 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:  
The BFH-TI provides services in Applied Research and Development:



Kooperationen mit Fördermitteln – mittlere und  
grössere Projekte mit:  
Collaborations avec des subventions – projets de moyenne et  
grande envergure avec:  
Public Aid – medium and large-sized projects with:

Innosuisse, SNF / FNS, EU / UE



Monate bis Jahre  
De quelques mois à plusieurs années  
Months to years



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

# Industriepartner

## Partenaires industriels

### Industry partners

14 Eine enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern ist uns äusserst wichtig. Im Bereich Maschinentechnik sind zahlreiche Bachelorarbeiten in Kooperation mit Firmen aus der ganzen Schweiz entstanden. Wir bedanken uns bei diesen Firmen für die fruchtbare Zusammenarbeit!

A nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. Dans le domaine de la mécanique, de nombreuses thèses se font en partenariat avec des entreprises de toute la Suisse. Nous remercions ces entreprises pour ces fructueuses collaborations!

Close cooperation with industry partners is very important to us. In the field of Mechanical Engineering, numerous bachelor theses have been produced in cooperation with companies from all over Switzerland. We thank these companies for the fruitful collaboration.

41medical, Bettlach  
ABB Turbo Systems Ltd., Baden  
Aebi & Co. AG Maschinenfabrik, Burgdorf  
Ammann Group, Langenthal  
BIKELOFT GmbH, Wangen a/A  
Bucher Hydraulics AG, Frutigen  
DT Swiss AG, Biel  
Energie Wasser Bern, Bern  
Fischer AG Präzisionsspindeln, Herzogenbuchsee  
K.R. Pfiffner AG, Utzenstorf  
Küffer Elektro-Technik AG, Kirchberg  
LASEA SA, Biel  
moser-ingold ag, Thörigen  
regenHU, Villaz-Saint-Pierre  
Schwab-Feller AG, Büren an der Aare  
Woodtec Fankhauser GmbH, Pfaffnau  
Zehnder & Sommer AG, Burgdorf





# Bachelorarbeiten

## Travaux de bachelor

## Bachelor theses

16 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Bachelorarbeiten Maschinentechnik des Jahres 2018.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Bei Teams bestimmt die alphabetische Position des ersten Teammitglieds die Einordnung.

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

Ci-après, nous vous présentons les résumés des travaux de bachelor en Mécanique de l'année 2018.

Les diplômées et diplômés sont présentés dans l'ordre alphabétique. Il en va de même lorsqu'il s'agit d'un team où ses membres sont présentés par ordre alphabétique

Les diplômées et diplômés 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 la publication.

Below we have summarised for you the bachelor theses in Mechanical Engineering in 2018.

The authors are listed alphabetically. For teams, the name of the first team member determines the alphabetical listing.

The texts were written by the students themselves, with some support from lecturers. The texts were not systematically edited nor corrected before publication.

Manuel Beck	17	Reto Grunder	32	Jonas Elias Roth	46
Nick Beer	18	Simon Thomas Hänni	34	Lukas Andrea Rytz	47
Beda Xaver Alexander Berner	19	Oliver Herzig	35	Daniel Schneider	48
Jonas Albert Blaser	20	Thomas Hirsiger	36	Damian Schnidrig	26
Jonas David Brühwiler	21	Nicolas Karlen	37	Fabio Sivillica	34
Fabian Raphael Bürgi	22	Adrian Kernen	22	Matthias Steck	27
Simon Joshua Burki	24	Dean Kicev	36	Hannes Stettler	30
Lars Christen	25	Layko Liechti	38	Sebastian Till Tanner	49
Manuel Fahrni	26	Oliver Martin Mani	39	Florian Tönz	50
Marco Fasel	27	Kiflay Mengestabe	40	Branimir Tosic	19
Jonas Stefan Frei	20	Christian Morf	41	Halil Ibrahim Türkkol	31
Benjamin Kurt Gaensli	28	Hanspeter Mundschin	42	Philipp Wälchli	51
Linda Gasser	29	Ilham Perdana	43	Samuel Fritz Wyssen	52
Fabian Oliver Gloor	30	Philippe Pulfer	21	Andreas Zahnd	32
Claudio Gobet	31	Aaron Erich Römer	44		

# Belade- und Entladesystem für CNC-Drehmaschine

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Toni Glaser

Experte: Andreas Thüler

Industriepartner: moser-ingold ag, Thörigen

Die Firma moser-ingold ag ist auf die Herstellung von Drehteilen spezialisiert. Damit die Firma weiterhin wettbewerbsfähig bleibt, werden die Fertigungsprozesse fortlaufend optimiert. Dies geschieht zum einen durch Prozessanpassungen und zum anderen durch Automation der Produktionsanlagen. Dabei sollen Automatisierungseinrichtungen bei geringstem Platzbedarf die Prozesskosten senken und gleichzeitig eine hohe Qualität der Fertigteile gewährleisten.

17

## Ausgangslage

Die Firma bearbeitet unter anderem die Enden von vorgefertigten Gewindespindeln. Dieser Bearbeitungsprozess soll in Zukunft, inklusiv der Zu- und Wegführung der Roh- bzw. Fertigteile, automatisiert ablaufen. Aufgrund der knappen Platzverhältnisse bei der betroffenen CNC-Drehmaschine soll eine möglichst kompakte Automationslösung entwickelt werden.

## Vorgehen

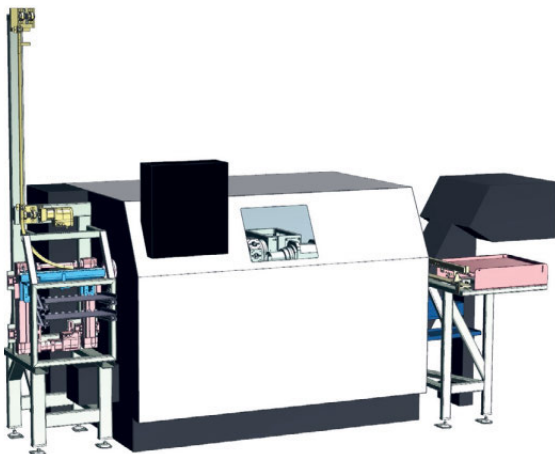
In einem ersten Schritt wurden alle Anforderungen an das Belade- und Entladesystem definiert. Aufgrund dieser Anforderungen entstanden verschiedene Konzepte, welche dem Auftraggeber unterbreitet und von ihm bewertet wurden. Das beste Konzept wurde weiterverfolgt und nach einer erfolgreichen Machbarkeitsprüfung die technischen Details ausgearbeitet. Die Antriebe wurden ausgelegt und die Dimensionierung der einzelnen Komponenten vorgenommen. Aus den entstandenen Entwürfen entstand ein CAD-Modell, woraus die Fertigungszeichnungen abgeleitet werden konnten. Die Steuerungslogik sowie eine Stückliste aller Steuerungskomponenten waren auch Bestandteil dieser Arbeit.

## Ergebnis

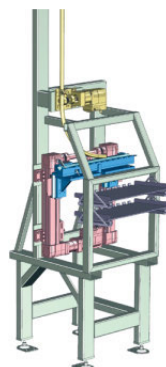
Als Ergebnis entstand ein sehr kompaktes Belade- und Entladesystem. Mit einer Gesamtlänge von rund 600 mm können Rohteile mit einer Länge von maximal 400 mm beladen werden. Diese kompakte Bauform wurde mit Hilfe eines Gelenkstössels erreicht, wodurch der Platzbedarf in der Länge minimiert werden konnte. Ein Prisma ist auf einer vertikal angelegten Zahnriemenachse befestigt. Durch den zusätzlichen horizontalen Hub des Prismas können die Rohteile vereinzelt werden. Die Zahnriemenachse befördert das vereinzelte Rohteil in die Flucht der Hauptspindel. Durch einen kolbenstangenlosen Pneumatikzylinder und dem Gelenkstössel wird das Rohteil durch das Hinterende der Hauptspindel in die Bearbeitungsposition geschoben. Während des Bearbeitungsprogrammes wird das Werkstück von der Hauptspindel auf die Gegenspindel gespannt. Nach der kompletten Bearbeitung werden die Fertigteile durch das Hinterende der Gegenspindel entladen. Dabei werden sie mit Hilfe von Druckluft aus der Gegenspindel auf ein Prisma befördert. Durch das Drehen dieses Prismas um 90° können die Fertigteile neben dem Späneförderer vorbeigeführt werden. Die integrierten Luftdüsen im Prisma befördern das Fertigteil auf ein zweites Prisma. Durch das Kippen des zweiten Prismas rollen die Fertigteile auf eine Rampe, wo sie schlussendlich von einem Bediener entnommen werden können.



Manuel Beck



Belade- und Entladesystem



Beladesystem

# Federgabel-Messsystem

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Christian Koblet, Prof. Daniel Lanz  
Experte: Dr. Armin Heger  
Industriepartner: DT Swiss AG, Biel

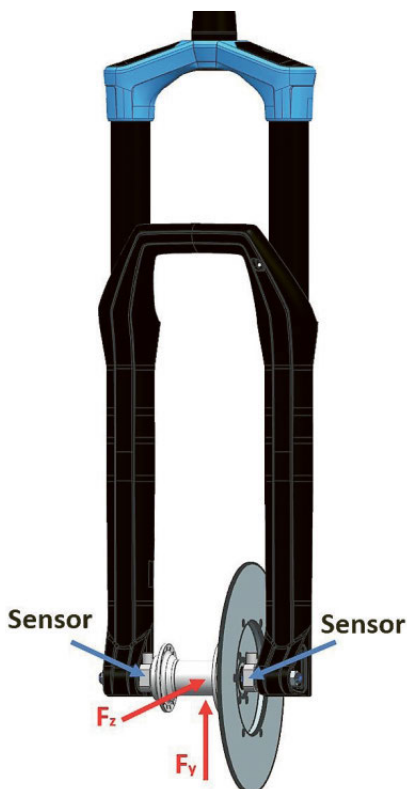
- 18 Eine Mountainbike-Federgabel muss unter den Aspekten der Performance und Sicherheit höchsten Anforderungen gerecht werden. Reale Einsatzbelastungen der Federgabel sind bisher nur durch Idealisierungen rekonstruierbar und somit eine Herausforderung für ein Entwicklungsteam. Um die Anforderungen an das Produkt genauer zu bestimmen, wird ein Messsystem für die DT Swiss AG entwickelt, mit dem das Aufzeichnen und Auswerten von Belastungsdaten im Fahrbetrieb möglich wird.



Nick Beer  
bickneer@gmail.com

## Ausgangslage

Um Belastungen der Federgabelstruktur im Fahrbetrieb zu analysieren, wurden bei der DT Swiss AG bereits Messsysteme entwickelt, mit welchen das Aufzeichnen von Daten im Fahrbetrieb möglich ist. Das neue Messsystem eröffnet weitere Möglichkeiten für die Datenaufzeichnung und -auswertung unter realen Fahrbetriebsbedingungen. Mit den aufgezeichneten Daten können unter anderem Beanspruchung, Verformung und Reibung der Federgabelstruktur ausgewertet und für die Optimierung der Federgabel genutzt werden.



Federgabel mit Messachse, Beispiel für Kräfteinleitung

## Ziel

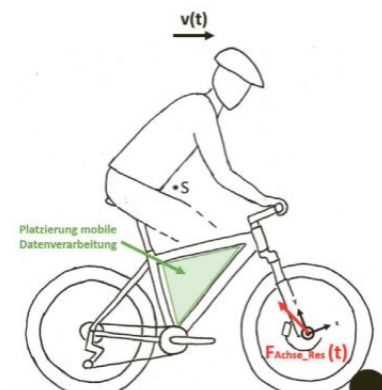
Das mobile Messsystem macht Kräfte quantifizierbar, die im Fahrbetrieb auf die Federgabel einwirken. Die aufgezeichneten Daten geben Rückschlüsse über die Fahrbetriebsbelastungen und ermöglichen das Rekonstruieren der wirkenden Lastfälle.

## Vorgehen

Mit der Finite-Elemente-Methode werden theoretische Lastfälle an der Federgabel simuliert und so die Beanspruchungen quantifiziert, die auf die Struktur wirken. Anhand der mechanischen Beanspruchung wird eine den Anforderungen entsprechende Sensorik konstruktiv verbaut. An der Konstruktion werden weitere Lastfallsimulationen durchgeführt, um die Auswertung der Datenaufzeichnung zu verifizieren. Ausgehend von der Sensorik wird die Messkette für die mobile Datenverarbeitung des Messsystems aufgebaut.

## Ergebnis

Über eine Messachse mit Sensoren (siehe Abbildung) wird der resultierende Verformungsvektor gemessen und mit dem mobilen System der Datenverarbeitung aufgezeichnet. Mit Lastfallsimulationen an der Messachse wurde verifiziert, dass anhand der Verformungsdaten Kräfte ausgewertet und so der wirkende Lastfall rekonstruiert werden kann. Das ausgearbeitete Messsystem konnte auf Grund des zeitlichen Rahmens dieser Arbeit noch nicht hergestellt werden.



Beispiel für Lastfall, Überfahren von einem Hindernis

# Prüfstand zur Lebensdauerprüfung von Zerstäuberspindeln

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Dr. Axel Fuerst, Toni Glaser

Experte: Dr. Armin Heger

Industriepartner: Fischer AG Präzisionsspindeln, Herzogenbuchsee

Die Fischer AG Präzisionsspindeln stellt Zerstäuberspindeln zum Einsatz in Lackierrobotern her. Zur Alterung der Spindeln im Betrieb sind aktuell noch keine Daten verfügbar. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit ein Lebensdauerprüfstand konzipiert, welcher mehrere Spindeln einer beschleunigten Alterung unterziehen kann.

19

## Ausgangslage

Die Fischer AG Präzisionsspindeln ist momentan bemüht, den gesamten Lebenszyklus der Zerstäuberspindeln zu erfassen und ein Modell zur Vorhersage von Ausfällen zu erstellen. Zu diesem Zweck wurde in einer vorhergehenden Arbeit ein Vibrationsprüfstand zum Vermessen der Spindeln im Auslieferungszustand gebaut. Von dieser Grundlage aus möchte die Firma Daten zur Alterung im realen Einsatz sammeln. Diese zu erhalten gestaltet sich jedoch schwierig, da kein direkter Kontakt zum Endkunden besteht. Dazu kommt, dass die Spindeln häufig durch Anwenderfehler beschädigt werden und somit ihre mechanische Lebensdauer gar nicht erst erreicht wird.

## Ziel

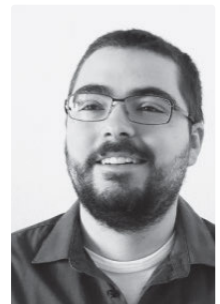
Das Ziel dieser Thesis ist die Entwicklung eines Prüfstandes zur beschleunigten Lebensdauerprüfung von Zerstäuberspindeln. Dieser soll in der Lage sein, die Belastungen der realen Anwendung zu simulieren und die Zerstäuberspindeln dadurch kontrolliert bis zum Versagen zu belasten. Gegenüber der realen Anwendung soll die Alterung auf dem Prüfstand beschleunigt erfolgen. Während des Prüfprozesses sollen dabei verschiedene Messwerte aufgenommen werden.

## Vorgehen

Zur Zielerreichung wurde in einem ersten Schritt analysiert, welche Belastungen im Betrieb auf die Zerstäuberspindeln wirken und welche Funktionen zu erfüllen sind. Dazu wurde mit dem Hersteller der Lackierroboter zusammengearbeitet, um möglichst anwendungsnahe Einsatzdaten zu erhalten. Anschliessend wurde geprüft, ob diese Funktionen direkt simuliert oder allenfalls substituiert werden können. Für die zu simulierenden Funktionen wurden verschiedene Konzepte ausgearbeitet und nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien beurteilt. Nach Auswahl des geeigneten Konzepts wurde dieses im Detail ausgearbeitet und konstruiert. Weiter wurden die benötigten Einkaufsteile ausgelegt und Offerten dazu eingeholt. Zuletzt wurden alle Fertigungs- und Zusammenstellungszeichnungen sowie Stücklisten und Schemas erstellt.

## Ergebnis

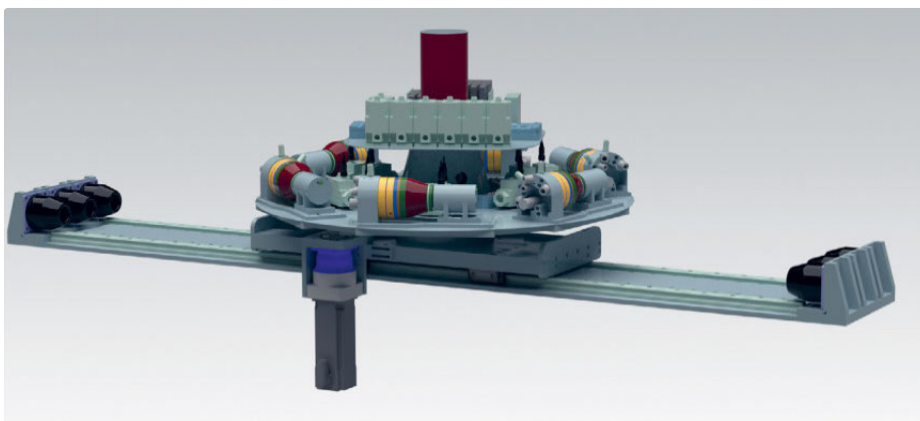
Der entwickelte Lebensdauerprüfstand fasst sechs Zerstäuberspindeln und bietet eine flexible Kinematik durch die Kombination eines Drehtisches und einer Linearachse. Ein Elektromotor dient auf jeder Spindelwelle als Bremse, um die Abtriebsleistung des Lackdurchflusses zu simulieren. Zudem ist der Prüfstand in der Lage, den Druck und Durchfluss der Lager- und Antriebsluft sowie die Temperatur und Drehzahl jeder Spindel zu messen.



Beda Xaver Alexander Berner



Branimir Tosic



Konzept des Lebensdauerprüfstands mit Linear- und Rotativantrieb

# Messkonzept zur Lastkollektiverfassung

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Roland Rombach, Christian Koblet

Experte: Dr. Dietmar Kramer (ProGrit Auslikon)

Industriepartner: Aebi & Co. AG Maschinenfabrik, Burgdorf

- 20 Die Firma Aebi & Co. AG entwickelt landwirtschaftliche und kommunale Hanggeräteträger (Terratrac) und Transporter für den Einsatz in Gebieten mit schwierigen Bodenverhältnissen. Um die Anforderungen unter extremen Bedingungen erfüllen zu können, braucht es Informationen über die Belastungen, die während der Lebensdauer auftreten. Für die Dimensionierung von Bauteilen sind repräsentative Lastkollektive, welche die Betriebsbelastungen darstellen, von zentraler Bedeutung.



Jonas Albert Blaser  
jonas.blaser@hotmail.com

## Ausgangslage

Um die Anforderungen an Lebensdauer und Qualität gewährleisten zu können, wird ein Fahrzeug von jeder neuen Serie einem umfangreichen Belastungstest auf der Rüttelstrecke in Thun unterzogen. Das Ziel der Firma Aebi & Co. AG Maschinenfabrik ist es, Ausfälle von Komponenten während den Testfahrten zu vermeiden, um den Entwicklungsprozess effizienter zu gestalten.

## Ziel

Damit die Anforderungen an die Fahrzeuge für diese Teststrecke bereits in der Entwicklung einbezogen werden können, soll ein Lastkollektiv, welches den Belastungen der Teststrecke entspricht, ermittelt werden. Das ermittelte Lastkollektiv soll in den Konstruktionsprozess zur Dimensionierung von Fahrwerks-, Hubwerks- und Aufbaukomponenten eingebunden werden. Des Weiteren soll mit dem Lastkollektiv die Testfahrt auf der Rüttelstrecke in Thun simuliert werden.

## Vorgehen

Um die auf den Hanggeräteträger wirkenden Belastungen aufzuzeichnen, wird ein Messkonzept erarbeitet. Die Umsetzung des Messkonzepts beinhaltet das Anbringen von Beschleunigungssensoren und Dehnungsmessstreifen am Terratrac. Anschliessend werden die Testfahrten, unter genau definierten Rahmenbedingungen, auf der Rüttelstrecke durchgeführt. Dabei werden veränderliche Grössen wie die Fahrgeschwindigkeiten, Zuladungen und Reifendrucke vorgegeben. Die Messergebnisse werden ausgewertet und die Lastkollektive erstellt. Für die Modellierung der Reifen sowie des Front- und Heckhubwerkes, welches Komponenten des Simulationsmodells sind, werden die benötigten Parameter ermittelt. Die Ergebnisse der Simulation werden mit den Messresultaten der Testfahrten verglichen.

## Ergebnisse

Das erstellte Lastkollektiv, welches den Beanspruchungen der Rüttelstrecke entspricht, kann von der Firma Aebi & Co. AG in den Konstruktionsprozess zur Dimensionierung von Fahrwerks-, Hubwerks- und Aufbaukomponenten eingebunden werden. Des Weiteren liegt ein überarbeitetes und erweitertes Simulationsmodell des Terratracs vor.



Jonas Stefan Frei  
jonasfrei92@gmail.com



Aebi TT281 auf der Rüttelstrecke in Thun

# Dynamisches Verhalten einer Werkzeugmaschine

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Rombach, Prof. Roland Hungerbühler

Experte: Christoph Heiniger

Um den steigenden Anforderungen an Prozesszeiten gerecht zu werden, finden hochdynamische Linearmotoren vermehrt Anwendung bei Werkzeugmaschinen. Da hierbei das mechanische Übertragungselement gänzlich fehlt, gewinnt der Einfluss der Regelung auf das Schwingverhalten zunehmend an Bedeutung. Mit der erstellten Simulation kann der Einfluss der Regelparameter auf die X-Achse der vorliegenden Maschine untersucht werden.

21

## Ausgangslage

Die BFH baute im Verlauf von mehreren Bachelor Arbeiten eine Fräsmaschine mit Linearmotoren als Antrieb. Diese Maschine besitzt eine verhältnismässig geringe Steifigkeit. Dadurch können Schwingungen und Resonanzeffekte besser untersucht werden.

## Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Simulation der X-Achse der Maschine erstellt. Damit können Schwingungen, deren Resonanzen und der Einfluss von Regelparameter dargestellt werden. Ziel ist ein validiertes Simulationsmodell der X-Achse der HSC-Fräse.

## Vorgehen

Erstellt wird eine Co-Simulation zwischen der Regelung in Matlab Simulink und der Maschinenstruktur als FEM Modell in ANSYS. Das Simulink-Modell beinhaltet die Regelung und den Motor. Aus diesem Modell wirkt eine Kraft auf das FEM-Modell. Dort folgt aus der Kraft eine Verschiebung der Struktur und der Tischplatte, die wiederum an das Simulink-Modell zurückgeben werden.

## Resultate

Es bestehen zwei Simulationsmethoden, die die gewünschten Resultate liefern. Mit diesen Simulationen können Schwingungen, unter Einfluss der Regelung, untersucht und ausgewertet werden. Das FEM Modell existiert einmal komplett und einmal als reduzierte Version (Reduced Order Modell). Die beiden Modelle liefern gleichwertige Resultate, wobei das reduzierte erheblich schneller rechnet. Im kompletten Modell werden dafür auch Nichtlinearitäten berücksichtigt. Die simulierte Regelung entspricht der Beckhoff Steuerung, die auf der Maschine verbaut ist. Dadurch können an der Maschine die gleichen Parameter wie in der Simulation verwendet werden.

## Fazit

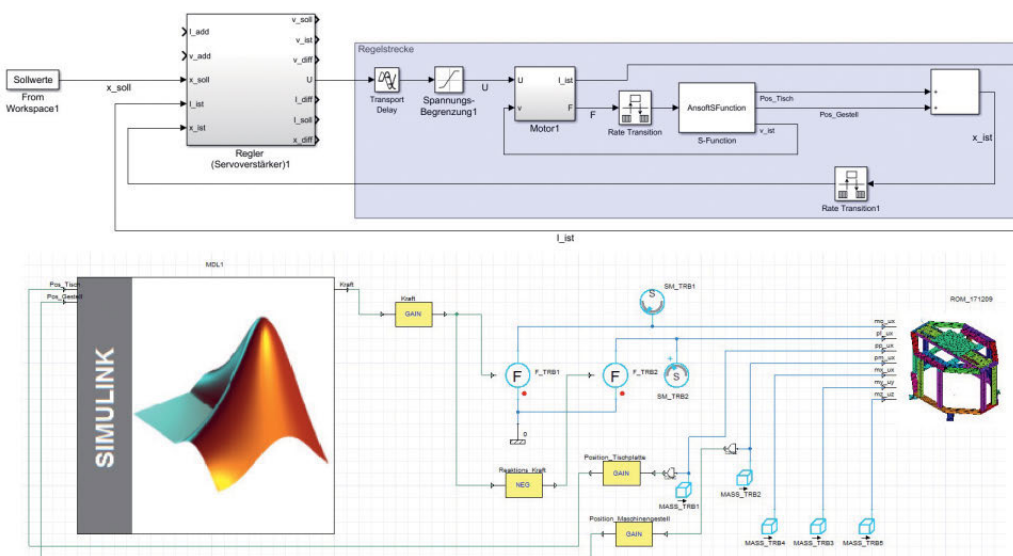
Mit der erstellten Simulation wird die X-Achse der BFH-Fräsmaschine gut abgebildet. Es können Einflüsse, wie die Regelparameter, unabhängig von der Werkzeugmaschine untersucht werden. Der Unterschied zwischen dem Schwingverhalten mit Regelung und demjenigen ohne Regelung zeigt sich im Modell identisch zu den Messungen an der realen Maschine.



Jonas David Brühwiler  
jonas.david@bluewin.ch



Philippe Pulfer  
pulfer.philippe@gmail.com



Co-Simulation mit einer Reglerkaskade in Matlab Simulink und einem Reduced Order Modell im ANSYS Simplorer

# Optimierung der Lüfter-Schaufelgeometrie

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Dr. Kurt M. Graf

Experte: Dr. Peter P. Knobel

22 Für Belüftungszwecke werden vermehrt Radialventilatoren eingesetzt. Diese erzeugen höhere Drücke bei tieferen Drehzahlen als Axialmaschinen und dadurch weniger Strömungsgeräusche.

Für einen typischen Betriebsbereich wurde mittels Strömungssimulation (CFD) die Geometrie von Radialventilatoren ausgelegt und optimiert. Die Validierung der Simulation wurde anhand von Messungen mit 3D-gedruckten Laufrädern an einem Prüfstand durchgeführt.



Fabian Raphael Bürgi  
buergi\_fabian@hotmail.com

## Ausgangslage

Diverse Vorgängerarbeiten im Bereich Maschinentechnik an der Berner Fachhochschule beschäftigten sich bereits mit der Auslegung von Radialventilatoren. Seitens der Optimierung der Geometrie bestand die Hauptaufgabe darin, den Wirkungsgrad im vorgegebenen Betriebsbereich zu erhöhen. Dieser wird durch einen vorgegebenen Druck und Volumenstrom bei einer bestimmten Drehzahl definiert. Durch die Messungen am Prüfstand soll letztendlich eine Aussage darüber gemacht werden können, wie sich die Ventilatoren bei realen Umgebungsbedingungen verhalten. Das zu optimierende Laufrad aus den vorangegangenen Arbeiten setzte strömungstechnisch bereits ein hohes Niveau voraus. Aus diesem Grund wurden grundlegende Abmessungen und Eigenschaften des Ventilators übernommen und darauf aufgebaut.

## Vorgehen

Die Optimierung der Geometrie erfolgte im Wesentlichen anhand der Geschwindigkeitsverteilung im Laufrad. Dadurch wurde eine sehr gezielte Optimierung der Luftströmung ermöglicht. Das Hauptaugenmerk wurde hierbei auf die Unterdrückung von Luftwirbeln und Ablösungen der Strömung gelegt, wodurch der Wirkungsgrad gesteigert werden konnte.

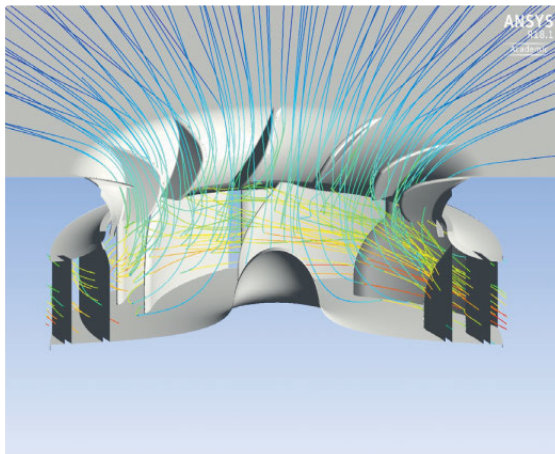
Zielführend waren vor allem kleine Änderungen, welche die Strömungsführung begünstigten. Laufräder mit einer Verbesserung hinsichtlich dieser Kriterien wurden jeweils per 3D-Druckverfahren hergestellt und auf dem dafür vorgesehenen Prüfstand betrieben und ausgemessen. Das Verhalten des Laufrades wurde mittels der Förderkennlinie, welche die Druckerhöhung in Abhängigkeit des Fördervolumens darstellt, aufgezeichnet. Mit dem zugehörigen Wirkungsgrad wird die Effizienz des Ventilators beurteilt.

## Resultat

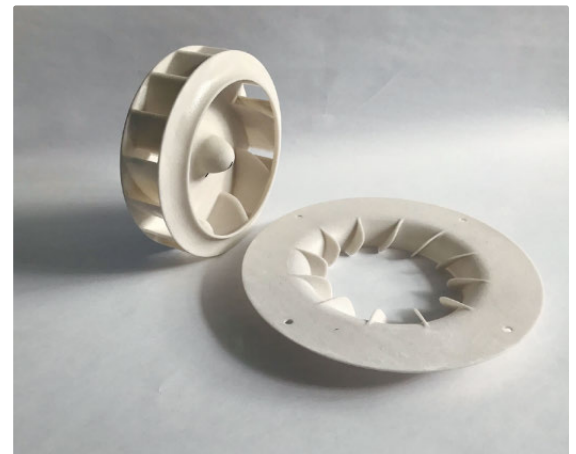
Nach mehr als 25 durchgeführten Simulationen mit unterschiedlichen Laufradgeometrien resultiert ein Ventilator mit einem gesteigerten Wirkungsgrad im geforderten Betriebsbereich. Die Effizienz konnte unter anderem durch Leitschaufeln an der Einlaufdüse verbessert werden. Darüber hinaus wurde der Messablauf genau dokumentiert und eine zugehörige Messanleitung erstellt, um die Resultate auch zu einem späteren Zeitpunkt mit ausreichender Genauigkeit reproduzieren zu können.



Adrian Kernen  
adrian.kernen@bluwin.ch



CFD-Simulation



3D-Druck Laufrad und Einlaufdüse

The logo for Bystronic, featuring the word "Bystronic" in white text on a red background. The letter "y" is stylized with a grid of white dots.

**Bystronic**

# **Best choice.** Karriere bei **Bystronic.**

Cutting | Bending | Automation  
[career.bystronic.ch](https://career.bystronic.ch)



# Dynamisches Knochenfixationskonzept

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Toni Glaser

Experte: Felix Scheuter

Industriepartner: 41medical, Bettlach

- 24 Eine Methode zur Fixierung von Knochenfragmenten ist die Plattenosteosynthese. Bei Brüchen im Bereich des Knochenschafts können Schrauben verwendet werden, welche mithilfe eines Kopfgewindes im Schraubenloch der Knochenplatte verriegelt werden. Je nach Art des Knochenbruchs wird jedoch davon ausgegangen, dass eine zu steife Verbindung zwischen der Platte und den Knochenfragmenten eine verzögerte oder gar nicht auftretende Knochenheilung verursachen kann.



Simon Joshua Burki

## Ausgangslage

Um die Knochenplatten mit dem Knochen zu fixieren, kommen entweder Kompressionsschrauben oder Verriegelungsschrauben zum Einsatz. Bei den Verriegelungsschrauben hat der Schraubenkopf ebenfalls ein Gewinde, durch welches die Schraube mit der Platte verriegelt wird. So wird die Kraft über die Schrauben auf die Platte übertragen und diese übernimmt die Funktion des Knochens, bis dieser wieder stabil ist. Da die Knochenfragmente mit diesen Schrauben aber starr sind und sich nicht bewegen können, kann es je nach Knochenspalt zu einer verzögerten oder gar nicht auftretenden Heilung kommen.

## Ziel

Das Ziel der Thesis ist die Erarbeitung eines dynamischen Knochenfixationskonzepts. Dieses soll gleichzeitig eine starre Verbindung zwischen der Schraube und der Knochenplatte aufweisen und dem Knochen Mikrobewegungen ermöglichen. So können sich die Knochenfragmente einander anpassen, falls diese nicht anatomisch zueinander liegen.

## Vorgehen

Nach der Einarbeitung in die Thematik der Knochenheilung und dem Stand der Technik wurden eine Marktanalyse und eine umfassende Patentrecherche durchgeführt. Mit dem gewonnenen Wissen wurden diverse Konzepte entwickelt. Aus diesen wurden schliesslich fünf Konzepte dem Auftraggeber präsentiert. Der Auftraggeber entschied sich für die Ausarbeitung zweier Konzepte inklusive deren Prüfung in einem Testlabor.

## Resultat

Die beiden ausgearbeiteten Konzepte erfüllen die gewünschte Anforderung einer fixen Verbindung der Knochenschrauben mit der Knochenplatte und ermöglichen dem Knochen Mikrobewegungen. Die Auswertung der Prüfergebnisse zeigt, dass die Grundsteifigkeit der beiden Varianten erhöht werden muss, da sich die Knochenfragmente noch zu leicht bewegen können.



Prototyp der Knochenplatte



Prototyp der dynamischen Schraube

# Konstruktion eines optimierten Walzenvorschubes

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Giuliano Soldati, Christian Koblet

Experte: Andreas Thüler

Industriepartner: Zehnder & Sommer AG, Burgdorf

Die Zehnder & Sommer AG ist ein führendes Unternehmen in der Presse-zuführungstechnik. Seit über fünfzig Jahren entwickeln und produzieren sie Walzen- und Zangenvorschübe von hoher Präzision. Dank innovativer Technik und stetiger Weiterentwicklung der Produkte konnte das Unternehmen sich auf dem europäischen Markt als führender Zulieferer in der Vorschubtechnik etablieren.

25

## Ausgangslage

Bei jeder Hochleistungspressen ist eine Zuführung für die Gewährleistung der Wiederholpräzision unabdingbar. Die breitesten Coils (aufgewickeltes Metallband) die auf dem Markt erhältlich sind, haben eine Breite von zwei Metern. Eine ausführliche Patentrecherche in der vorgängig angefertigten Projektarbeit ergab, dass die Patente für eine Neuentwicklung nicht relevant sind.

## Ziel

Damit ein weiteres Marktsegment abgedeckt werden kann, soll ein Walzenvorschub entwickelt werden, welcher Blech von zwei Meter Breite vorschieben kann. Im Rahmen der Bachelorthesis soll ein neues Konzept eines optimierten Walzenvorschubes ausgearbeitet werden. Das Design des neuen Vorschubes, soll sich von den bestehenden Produkten nicht zu sehr unterscheiden.

## Vorgehen

Nach einer umfassenden Analyse des heutigen Systems werden vier mögliche Varianten eines Walzenvorschubes entwickelt. Die zu entwickelnde Siegervariante geht aus einer subjektiven Bewertungsanalyse hervor und ist in der Abbildung 1 als Handskizze dargestellt.

Die Hauptmerkmale des Konzeptes sind, unten angesteuerte Zwischenlüftung und die Walzenkonstruktion ohne Abstützung sowie eine kompakte Bauweise. Weiter ist die Verbindung der Walzenenden mit einer Schraubverbindung vorgesehen. Nach einer Belastungsanalyse werden die Bauteile dimensioniert und im CAD modelliert. Die Komponenten werden unter der Berücksichtigung der Herstellbarkeit und der Wartungsfreundlichkeit konstruiert.

## Ergebnisse

Mit der Ausarbeitung der Siegervariante ist es nun möglich, Blechbänder von zwei Meter Breite vorzuschleichen. Innerhalb der Bachelorthesis wurden von der Siegervariante das 3D-Modell sowie alle Baugruppenzeichnungen erstellt. Eine Schraubverbindung der Walzenenden stellt sich nach Berechnungen als möglich heraus. Das 3D-Modell des erarbeiteten Walzenvorschubes ist in der Abbildung 2 als Zusammenstellung ersichtlich. Eine Gefahrenanalyse ergab, dass sich das von diesem Gerät ausgehende Risiko über alle Lebensphasen des Gerätes unbedenklich ist.



Lars Christen

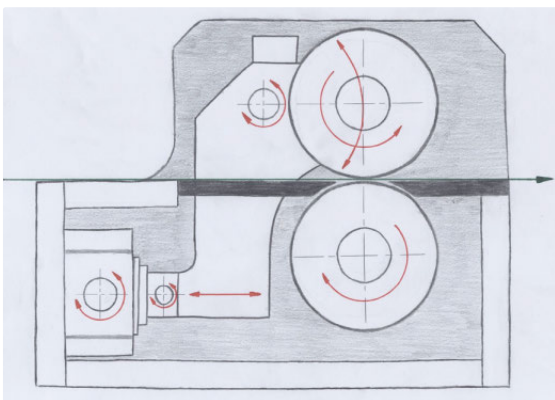


Abbildung 1: Handskizze Seitenansicht



Abbildung 2: 3D-Modell des Walzenvorschubes

# Thermopolymer Druckkopf für 3D Biodrucker

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Karl-Heinz Selbmann

Experte: Felix Scheuter (pensioniert (früher Haenni Jegensdorf))

Industriepartner: regenHU, Villaz-Saint-Pierre

- 26 **Das Gebiet des Bioprinting befasst sich mit der Herstellung von dreidimensionalen Strukturen aus biologisch aktiven Stoffen. Diese Substanzen werden in Flüssigkeiten und Hydrogels eingebettet. Da diese eine geringe mechanische Stabilität aufweisen wird ihnen oft ein Gerüst aus biokompatiblen Kunststoffen hinzugefügt. Die Produktion dieser Gerüste wird mithilfe eines Thermoplast-Druckkopfs realisiert.**



Manuel Fahrni

## Ausgangslage

Die Firma regenHU bietet heute für den Bio-3D-Druck verschiedene Druckköpfe an, unter anderem ein Thermoplast-Druckkopf. Dieser wurde in einem Innovationsprojekt entwickelt und stellte sich bereits als vielversprechende und zukunftssträchtige Ergänzung zum Bioprinting-Prozess heraus. Im nächsten Schritt der Produktentwicklung gilt es nun, aus den bisherigen Erfahrungen Schlüsse zu ziehen und nach weiteren Technologien zu suchen, die Verbesserungen am Druckkopf ermöglichen.

## Ziel

Ziel dieser Arbeit ist es ein Konzept eines Thermoplast-Druckkopfes zu entwickeln, welches die Möglichkeiten und den Einsatzbereich des aktuellen Druckkopfs erweitert. Der Druckkopf muss folglich in der Lage sein, biokompatible Thermoplaste in Granulat und Pulverform präzise zu verarbeiten.

## Vorgehen

Zu Beginn wurde eine ausführliche Markt- und Technologierecherche über verschiedene Möglichkeiten der Thermoplast-Extrusion durchgeführt. Auf dieser Basis wurden anschliessend vier Extruderkonzepte entwickelt und ausgewertet. Das vielversprechendste Konzept wurde schliesslich ausgearbeitet.

## Ergebnis

Das Ergebnis dieser Arbeit beinhaltet ein ausgearbeitetes Druckkopfkonzept, welches verbesserte Möglichkeiten und Eigenschaften bietet. Für dieses Konzept wurde zudem ein mathematisches Modell für die Thermoplast-Flussrate erstellt. Ausserdem wurde ein neues Modell für die Schmelzzonen des Thermoplasts entwickelt.



Damian Schnidrig

# Rapid alloying by LDMD

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Dr. Valerio Romano, Dr. Hossein Najafi

Experte: Andreas Thüler

**Laser based Direct Metal Deposition (LDMD)** ist eine additive Fertigungstechnologie, die auch unter dem Namen Laserauftragsschweißen bekannt ist. Bei diesem Verfahren wird Metallpulver mit hoher Geschwindigkeit durch Düsen in den Fokusbereich eines Laserstrahls geführt. Das Metallpulver schmilzt auf und verfestigt sich schichtweise auf dem Grundmaterial zu einem mehrschichtigen Bauteil.

27

## Ausgangslage

Die LDMD-Anlage wurde in vorgängigen Arbeiten an der BFH in Burgdorf entwickelt und getestet. Mit der Anlage sind bereits erfolgreich Titanlegierungen und Nickelbasis-Superlegierungen gedruckt worden, wobei das verwendete Pulver bereits die gewünschte Legierung vorwies.

Die NiAl- und Ni<sub>3</sub>Al-Legierungen sind hochtemperaturbeständige Werkstoffe. Im Vergleich zur Nickelbasis-Superlegierungen besitzen die Legierungen eine geringere Dichte und könnten diese in Zukunft ersetzen. Besonders in der Raum- und Luftfahrtindustrie ist ein grosses Anwendungsgebiet vorhanden.

## Ziel der Arbeit

Das Hauptziel dieser Thesis ist das Herstellen einer NiAl- sowie Ni<sub>3</sub>Al-Legierung mittels LDMD-Verfahren. Bei diesem Legierungsverfahren werden Nickel und Aluminium als reine Elementpulver in den Prozess eingebracht. Das Verhältnis der einzelnen Elemente lässt sich in Echtzeit regulieren und ist mit Dosier- und Prozessparameter einstellbar.

## Verfahren

Die Pulver liegen in Elementarform in den beiden Behältern vor. Durch die Rotation der Dosierscheibe wird Pulver vom Behälter zur Absaugvorrichtung transportiert. Des Weiteren wird das Pulver mit einem Fördergas in den Prozess geleitet. Die Menge des transportierten Pulvers wird mittels der Dosierparameter gesteuert, wobei die Drehzahl der Dosierscheibe und der Gasstrom variabel sind. Die Pulverlegierung wird in den Fokusbereich gespritzt. An dieser Stelle bringt der Laser seine Wärme ins System, um die Pulverlegierung aufzuschmelzen. Damit der Laserstrahl fokussierbar ist, wird eine Linse zwischen Laserquelle und dem Fokusbereich benötigt. Die in flüssiger Form vorliegende Legierung verfestigt sich auf der Grundplatte.

Damit nicht nur eine punktuelle Auftragung machbar ist, sondern auch Linien und 3D-Formen, wird ein Achsantrieb eingesetzt. Dieser wird mittels einer CNC-Steuerung gesteuert. Die Höhe der jeweiligen Schichten wird mithilfe des Massenstroms und der Vorschubgeschwindigkeit eingestellt. Die Z-Achse wird nach jeder Schicht verfahren, um den Fokus beizubehalten.

## Ergebnis

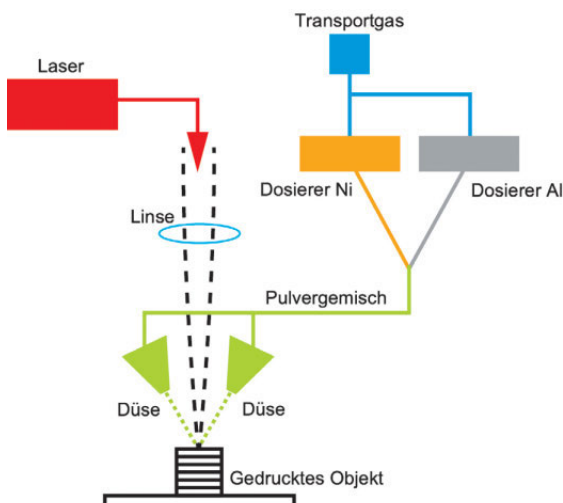
Als Ergebnis liegen die Dosier- und Prozessparameter für die Herstellung einer NiAl- und Ni<sub>3</sub>Al-Legierung vor. Die beiden Legierungen sind somit mittels Rapid Alloying by LDMD herstellbar und sind auf die chemischen und mechanischen Eigenschaften untersucht worden. Die Prozesskenntnisse aus den verschiedenen Versuchen sind analysiert und mithilfe des theoretischen Hintergrundes erklärt und erläutert. Mithilfe einer vorgeheizten Nickelgrundplatte wurde die chemische Zusammensetzung erreicht und Risempfindlichkeit der Legierung auf ein Minimum reduziert.



Marco Fasel



Matthias Steck



LDMD-Verfahren als schematischer Aufbau

# Windgenerator kleiner Leistung mit 3D-Druckteilen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Daniel Lanz

Experte: Dr. Peter Paul Knobel (VBS)

- 28 **Alternative Energien gewinnen immer mehr an Bedeutung. Vielerorts werden grosse Windparks errichtet und somit elektrische Energie gewonnen. Dies funktioniert aber nicht nur im grossen Stil, sondern kann auch im kleinen Rahmen realisiert werden. Energie kleiner Windanlagen kann z. B. auf Hausbooten, bei Inselbetrieb oder in Gärten vielseitig eingesetzt werden. Im Bereich Vertikal-Achsen-Windturbinen besteht noch Forschungspotential. Diese Arbeit soll Erkenntnisse dazu liefern.**



Benjamin Kurt Gaensli

## Ausgangslage

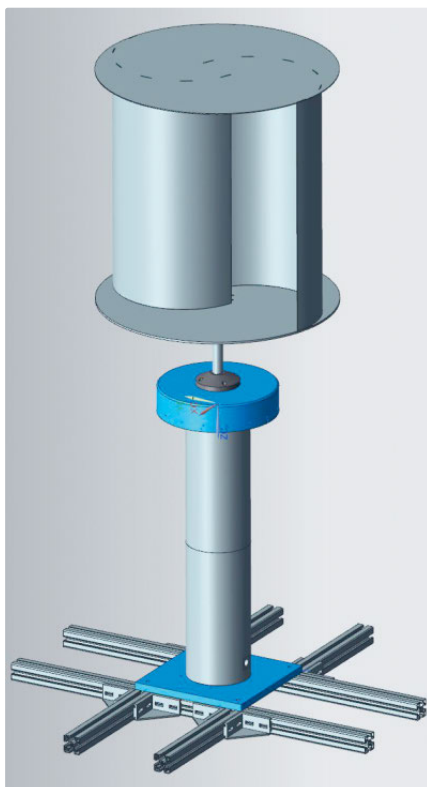
Bereits eine Bachelor-Thesis und eine Projektarbeit haben sich mit dem Thema Axialwindgenerator befasst. Eher wenig geeignete Motoren wurden als Generatoren verwendet. Zu wenige Wicklungen der Spulen lieferten nicht genügend Spannung und Riemen verursachten Reibung. Aufbauend auf den Erkenntnissen der vorangehenden Arbeiten wird ein direkt auf der Welle angetriebener Generator mit den möglichst besten Eigenschaften und geringen Verlusten angestrebt. Die gewonnene Energie soll über einen Laderegler einen Akkumulator aufladen können. Um bisherige Schwierigkeiten bezüglich der Fertigung lösen zu können, wird ein FDM-3D-Drucker miteinbezogen.

## Vorgehen

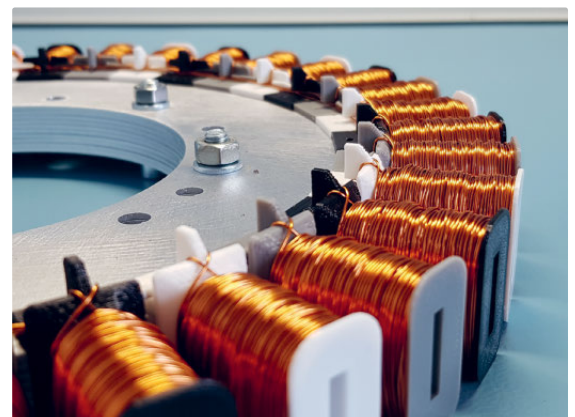
Recherchen bezüglich Axialwindgeneratoren führten zu einem direkt auf der Trommel angetriebenen Waschmaschinenmotor. Dieser wird vermehrt bei Kleinwindanlagen-Projekten als Generator eingesetzt. Nach der Beschaffung eines solchen Waschmaschinenmotors lieferten Spannungsmessungen in Abhängigkeit der Drehzahl vielversprechende Ergebnisse. Das Anlaufdrehmoment des Motors als Generator war aber zu gross. Über einen Versuchsaufbau wurden die optimale Spulenwicklungsanzahl, Magnete und Luftspaltabstand ermittelt. Der FDM-3D-Drucker kam hierbei schon zum Einsatz und erste Erfahrungen bezüglich Spulenkörpern wurden gesammelt. Mithilfe dieser Daten wurde ein für Axialwindanlagen optimierter Generator konstruiert.

## Resultat

Da der Generator ohne Welle, Lagerung und Rotor seiner Bestimmung – Energie produzieren – nicht gerecht werden kann, wurde über eine Konzeptidee ein CAD-Modell mit Fertigungszeichnungen entworfen. Diese Bauteile wurden in der BFH Burgdorf Gsteig-Werkstatt gefertigt. Die Funktionalität des optimierten Generators wird in einer finalen Messung, nach dem Zusammenbau der Anlage, bestätigt.



Windgenerator mit Savonius-Rotor und Grundständer



Stator des Generators - 3D gedruckte Spulenkörper auf Aluminium-Kern

# SPS-Steuerung für eine Warmwasseraufbereitungsanlage

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Hungerbühler, Prof. Beat Engeli

Experte: Benno Bitterli (CSL Behring)

Die Kombination einer Solaranlage mit einer Wärmepumpe ist eine herkömmliche Variante Warmwasser zu erzeugen. Um eine bestmögliche Energieeffizienz des Warmwasserspeichers an der Berner Fachhochschule zu erwirtschaften, ist eine durchdachte Betriebsstrategie erforderlich. Die fortlaufende Datenauswertung optimiert das Anlagenverständnis und die manuell einstellbaren Steuerungsparameter. Graphische Darstellungen helfen den Studierenden den Kreisprozess zu vertiefen.

29

## Ausgangslage

Der Kombispeicher wird durch eine Solaranlage und eine Luft-Wasser-Wärmepumpe bedient. Als Energiesenker sind hauptsächlich der Warmwasserbedarf und die Gebäudeheizung anzusehen. Alle Warmwassererzeuger werden über die Aeroplus-Steuerung der Firma CTA angesteuert. So auch das Elektroregister, welches wöchentlich eine thermische Desinfektion durchführt.

## Ziel

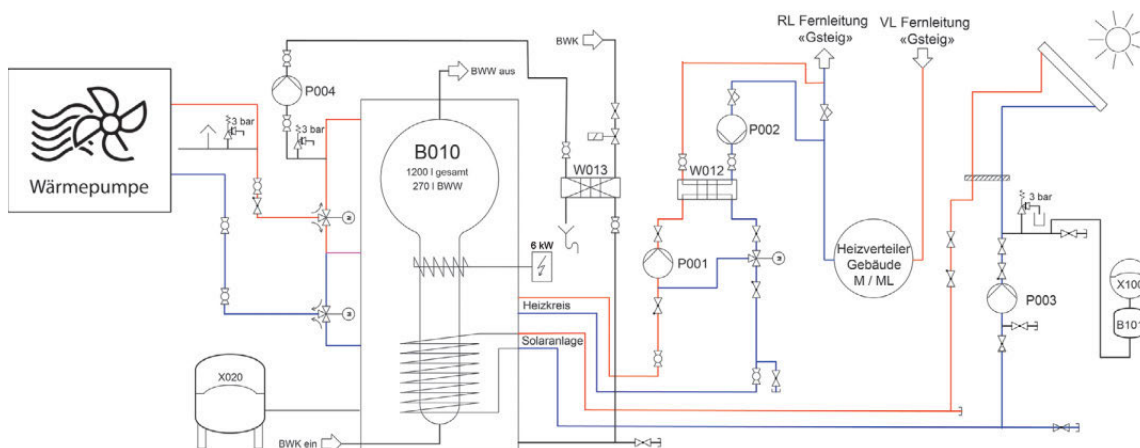
Durch die Langzeitdatenabspeicherung können verschiedene Anlagenzustände angefahren, über längere Zeit analysiert und mittels Energieflussdiagramm ausgewertet werden. In Form dieses dafür erstellten Praktikums werden über kurze Zeitintervalle Sensordaten gesammelt und graphisch dargestellt. Diese sollen den Studenten den thermodynamischen Prozess der Wärmepumpe näher bringen. Der Benutzer hat so die Möglichkeit, mit dem gewonnenen Anlagenverständnis die Steuerungsparameter der resultierenden Steuerung einzustellen und zu optimieren.

## Ergebnis

Die neu entwickelte Beckhoff-Steuerung kann die Anlage im Automations- oder im Praktikumsbetrieb anfahren. Die Einstellungsparameter für die Steuerung können auf einem externen Rechner angepasst und über das Kommunikationsprotokoll ADS an die Steuerung übergeben werden. Auch die Auswertungen für das Wärmepumpe-Praktikum werden auf einem externen Laptop dargestellt, so dass geringere Programmierkenntnisse erforderlich sind, um den thermodynamischen Prozess genauer zu verstehen. Um den Kreisprozess der Wärmepumpe in einem logp,h-Diagramm zu generieren, werden die dazu benötigten Sensordaten in MATLAB ausgewertet und auf der CSharp-Benutzeroberfläche dargestellt. Das TQ-Diagramm, welches den Wärmeaustausch im Verdampfer und Verflüssiger der Wärmepumpe darstellt, wird wiederum mit einem CSharp-Skript berechnet. Die Langzeitdaten werden datumspezifisch abgespeichert und über Ethernet in einer weiteren WPF-Anwendung dargestellt und ausgewertet.



Linda Gasser



Anlagenschema der Warmwasseraufbereitungsanlage

# Automatisches Fahrradparkiersystem

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Christian Koblet, Sebastian Siep

Experte: Christoph Heiniger (SBB)

Industriepartner: BIKELOFT GmbH, Wangen a/A

- 30 Die Firma Bikeloft möchte automatische Fahrradparkieranlagen anbieten, welche an Orten mit viel Fahrradverkehr zum Einsatz kommen sollen. Die Anlage wird eine schnelle, sichere und platzsparende Lösung bieten, da vor allem vertikal gebaut würde. So sollen die überfüllten Fahrradunterstände in den Städten ersetzt werden. Die Nutzer werden sich einfach mit einer App an einer Anlage anmelden und so sicherstellen, dass eine freie Box im System zur Verfügung steht.



Fabian Oliver Gloor

## Ausgangslage

Als Grundlage liegt eine Projektarbeit aus dem Herbstsemester 2017 vor. Bei dieser bestehen noch Verbesserungspotential bezüglich Simulation der Wartezeiten und Betrachtung der Kosten. In Winterthur wurde von Bikeloft eine Testanlage gebaut, die allerdings wegen zu wenig Publikation und wegen höheren Wartezeiten von der Bevölkerung nicht richtig genutzt wurde.

Das Ein- und Auslagern der Fahrräder benötigt momentan noch zu viel Zeit, als dass es von Nutzern genutzt würde. Deshalb muss das System bezüglich der Wartezeiten verbessert werden. Um die Fahrradparkanlagen rentabler zu gestalten, müssen ausserdem die Gesamtkosten gesenkt werden.



Hannes Stettler

## Ziel

Die Bachelorarbeit befasst sich mit der Überprüfung der Konzepte aus der vorangegangenen Projektarbeit. Diese sollen gegebenenfalls überarbeitet, verbessert und untereinander verglichen werden. Um einen Vergleich der Wartezeiten machen zu können, soll eine Simulation erstellt werden. Um Gefahren für den Nutzer zu erkennen muss eine Risikobeurteilung der Anlage durchgeführt werden. Ein definitives Konzept soll erstellt werden, auf dessen Grundlage eine Anlage gebaut werden kann.

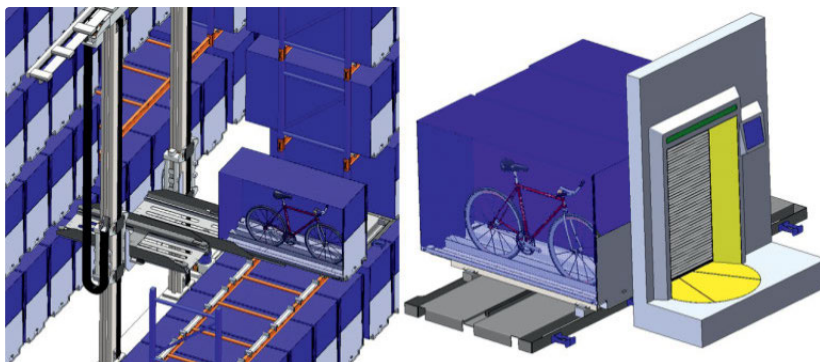
## Resultat

Als Resultat liegt ein Konzept vor, das einen guten Kompromiss zwischen Wartezeiten und Kosten einget. Es besteht aus einem Ladungsroboter welcher zwei Lagerboxen gleichzeitig aufnehmen kann. Somit kann der Roboter für jede volle Box, die er aus einem Eingang nimmt, wieder eine leere in den Eingang stellen. Es bestehen insgesamt 3 Eingänge. Einer dieser Eingänge besitzt einen Schiebetisch mit einem Aufnahmevermögen von 3 Boxen, welche einen schnellen Wechsel der Boxen am Eingang sicherstellen kann. Die beiden anderen Eingänge gestalten sich wie ein Lagerplatz mit einer Öffnung gegen aussen.

Beim Eintreffen von vielen Nutzern entstehen bei den Eingängen Engpässe, die so schnell wie möglich abgearbeitet werden müssen. Durch den Einsatz eines Schiebetisch, bei einem der Eingänge, wird das Linearhandling entlastet und damit können die genannten Benutzerspitzen überbrückt werden. Durch den Einsatz eines Schiebetisches an einem Eingang, können an diesem mehrere Nutzer abgefertigt werden während der Ladungsroboter andere Eingänge bedient.

## Fazit

Mit Hilfe des Konzeptes ist die Firma Bikeloft in der Lage eine weitere Testanlage zu bauen und damit die Funktionalität der Eingänge zu testen. Verlaufen diese Tests erfolgreich, kann Bikeloft solche Anlagen in der ganzen Schweiz errichten.



Ladungsroboter und Schiebetisch

# Reharoboter mit Arm-Bein-Koordination

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth J. Hunt  
Experte: Dr. Dietmar W. Kramer

Am Institut für Rehabilitation und Leistungstechnologie IRPT an der Berner Fachhochschule wird Forschung für die Heilung von Patienten mit Schlaganfällen und Wirbelsäulenverletzungen betrieben. Bei solchen Krankheitsbildern sind die Bewegungsabläufe nur eingeschränkt möglich, daher wird in einem neuen Projekt ein Rehabilitationsroboter entwickelt, welcher die Gangbewegung unterstützt und eine physische Rehabilitation möglich macht.

31

## Ausgangslage

Bei gesunden Menschen werden die Arme und Beine beim Gehen synchron bewegt. Dies bedeutet, dass das Nervensystem die Bewegung der Arme und Beine aufeinander abstimmt. Um die Rehabilitation so realitätsnah und effektiv wie möglich zu gestalten, ist es daher sinnvoll die Bewegung der Arme und Beine zeitgleich zu realisieren. Eine koordinierte Bewegung der Arme und Beine ist mit den heutigen Systemen bisweilen nicht möglich. Das Ziel dieser Thesis ist es, einen Prototyp zu entwickeln, welcher zur Testung der Bewegungsabläufe beiträgt. Dabei liegt der Fokus der Arbeit auf der Armbewegung, sowie einem Grundaufbau welcher die Aufnahme des Patienten ermöglicht.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden die Bewegungsmuster der Gangbewegung analysiert und die verschiedenen Freiheitsgrade der Gelenke definiert. Nach der Definition dieser Anforderungen konnten die Antriebsmotoren mit der benötigten Untersetzung ausgelegt und bestellt werden. Eine Funktionsanalyse mittels einer Blackbox, fundierten Recherchen und eine Risikoanalyse des Systems dienten als Grundlage der Konzeptionierung. Diese erfolgte nach dem Prinzip des morphologischen Kastens. Die Ausarbeitung des

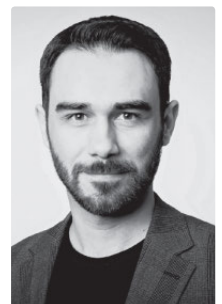
erarbeiteten Konzeptes wurde mittels CAD umgesetzt und die Fertigungszeichnungen zur Herstellung freigegeben. Die Gliedmassen werden durch elektrische Antriebe an den jeweiligen Gelenken bewegt. Diese folgen den Trajektorien, welche bei der Ganganalyse definiert wurden. Dabei ist es wichtig, dass die Antriebseinheiten nicht nur den vorgegebenen Sollwerten folgen, es soll dem Proband durch den Endeffektor eine definierte Abweichung der Sollposition ermöglicht werden. Damit kann der Proband selbstbestimmend die Unterstützung steuern. Die Ansteuerung wird mit einer geeigneten Regelung durch ein Matlab Simulink Modell implementiert.

## Resultat

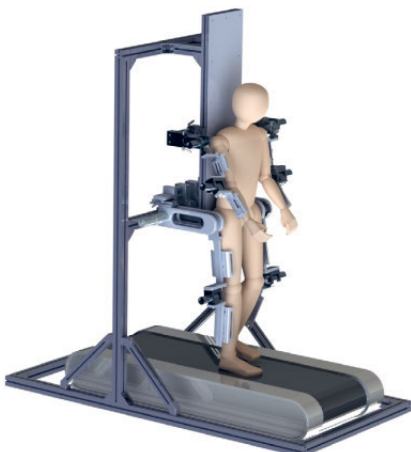
Als Resultat liegt ein gefertigtes Robotersystem vor, welches die Testung der Oberarmbewegung an gesunden Menschen erlaubt. Zusätzlich wurde ein Grundgerüst aufgebaut, welches es möglich macht die Beinbewegung zu einem späteren Zeitpunkt zu integrieren. Anhand des Systems kann die Armbewegung während des Gangs simuliert werden. Die Armgelenke zeichnen sich durch eine hohe Flexibilität aus, welche eine Ausgiebige Testung und Erfassung des Bewegungsmusters erlaubt. Der Prototyp stellt ein solides Fundament für die Folgearbeit dar.



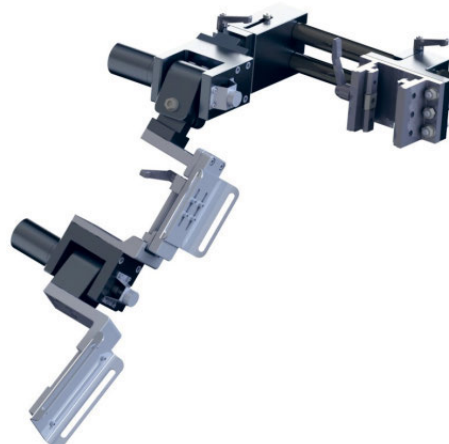
Claudio Gobet  
gobet.claudio@gmail.com



Halil Ibrahim Türkkol  
halilturkkol@gmail.com



Gesamtkonzept des Reharoboters



Ausgearbeitete Armgelenke



# Herzratenregelung Laufband vs. Fahrrad

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth James Hunt  
Experte: Dr. Peter Paul Knobel

- 32 Um die kardiorespiratorisch Fitness erhalten und verbessern zu können, wird Intervalltraining bei mittlerer bis hoher Intensität empfohlen. Im Rahmen dieser Thesis wurde, für ein Fahrradergometer und ein Laufband, ein Herzratenregler erstellt, der ein Einhalten dieser Intensitäten ermöglicht. Der Regler wurde mit Testmessungen ausgewertet und die Ergebnisse der beiden Geräte verglichen.



Reto Grunder  
grunder.reto@bluewin.ch



Andreas Zahnd  
aendu.zahnd@bluewin.ch

## Ausgangslage

Im Institut für Rehabilitation und Leistungstechnologie an der BFH Burgdorf wurden bisher ausführliche und systematische Studien gemacht zur Herzrattendynamik auf dem Laufband. Über das Verhalten der Herzrattendynamik beim Trainieren auf einem Fahrradergometer ist bisher weniger bekannt.

## Ziel

Ziel dieser Bachelorthesis ist das Vergleichen der Herzrattendynamik bei einem Training auf einem Laufband und einem Fahrradergometer. Dafür werden für beide Geräte nominale Modelle der Herzrattendynamik erstellt. Mit den Modellen der Dynamik soll anschließend eine Herzratenregelung ausgelegt werden, welche wiederum auf beiden Geräten verglichen werden soll.



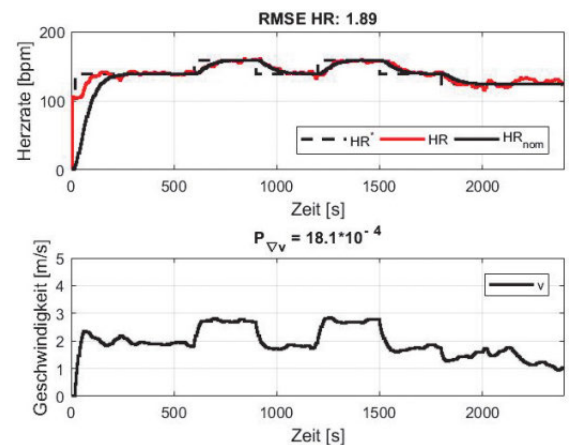
Testlabor mit dem Fahrradergometer und dem Laufband

## Resultate

Es wurden für beide Geräte, mit 25 Probanden, Messungen durchgeführt, die zum Identifizieren der Herzrate dienen. Die Identifikationsmessungen haben gezeigt, dass mit den Mittelwerten des primären Outcomes Tau ( $\tau_{TM} = 62.55s \pm 18.48s$ ;  $\tau_{CE} = 68.71s \pm 21.53s$ ), mit einem p-Wert von 0.2 zum Signifikanzniveau 0.05, keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Geräten besteht. Daher wurden für beide Trainingsgeräte dieselben Regler angewendet, mit angepassten Verstärkungen für die jeweilige Stellgröße ( $k_{TM} = 26.28 \text{ bpm/m/s}$ ;  $k_{CE} = 0.3922 \text{ bpm/W}$ ). Um die beiden Herzratenregler zu vergleichen, wurden erneut Messungen durchgeführt. Hierbei wurde primär der absolute RMSE (Root Mean Square Error) ausgewertet und statistisch verglichen. Der aktuelle Stand der Arbeit zeigt, dass mit einem p-Wert von 0.2, auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Geräten besteht.

## Fazit

Die Resultate dieser Studie haben gezeigt, dass die beiden Trainingsgeräte, bei angepasster Intensität, durchaus vergleichbar sind. Die Regelung mit identischen Reglern wurde umgesetzt und getestet.



Auswertung Führungsverhalten Laufband



Als **MaschineningenieurIn** finden Sie bei uns einen sicheren Einstieg in die Entwicklung und Konstruktion.

ENTDECKEN SIE ENDES ALS ARBEITGEBER:

[karriere.endes.net](http://karriere.endes.net)

#### **EnDes als Arbeitgeber**

Die EnDes ist Engineering-Partner bei technologisch anspruchsvollen innovationsprojekten.

#### **Perspektiven**

Mit individuellen Weiterbildungen fördern wir konsequent die Qualifikation unserer Mitarbeiter.

#### **Interessante Projekte**

Breite Erfahrung durch abwechslungsreiche Projekte in unterschiedlichen Branchen.

#### **Firmenkultur**

Wir prägen eine Philosophie, die auf Fairness und Verantwortungsbewusstsein beruht.

# Laserbehandlung von Oberflächen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Dr. Annette Kipka, Dr. Patrick Schwaller

Experte: Andreas Thüler

- 34 **Wasser ist eine wertvolle Ressource. Mit der Entwicklung von Verfahren und Prozessen, die helfen, den Wasserverbrauch zu verringern, kann ein Beitrag zur Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung geleistet werden. Die Firma Omya International AG möchte ein wasserfreies Reinigungsverfahren, z. B. für die Lebensmittelindustrie, beurteilen, welches die wasserfreie Entfernung hartnäckiger Verschmutzungen von verschiedenen Oberflächen mit Hilfe einer Laserbehandlung gestattet.**



Simon Thomas Hänni  
simon.haenni@gmx.net

## Ausgangslage

Die Omya International AG ist weltweit tätig im Bereich mineralische Partikel und Spezialchemikalien. Sie produziert u.a. Calciumcarbonat-Produkte für die Lebensmittelindustrie. Das Unternehmen investiert auch in zukunftsorientierte Projekte. So soll ein neuartiges Reinigungskonzept, z. B. für die Lebensmittelindustrie, beurteilt werden, welches die wasserfreie Reinigung stark verschmutzter Oberflächen mittels Laserbehandlung ermöglicht. Damit könnte ein Beitrag zur Schonung der wertvollen Ressource Wasser geleistet werden.

## Ziel

Mittels Laserbehandlung sollen Verschmutzungen auf den Oberflächen verschiedener Werkstoffe entfernt werden, ohne dass die Oberflächen durch den Laser in unerwünschter Weise beeinflusst werden. Geeignete Laserparameter für diese Reinigungsprozesse sind zu bestimmen und zu dokumentieren.

## Realisierung / Vorgehen

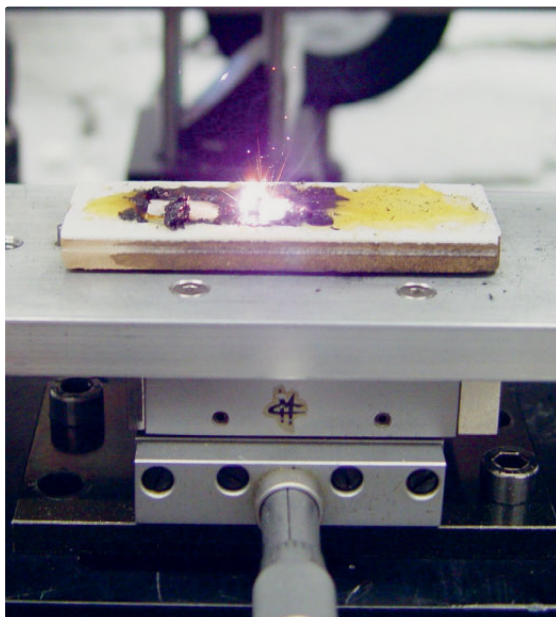
Auf Stahl-, Keramik- und Glassubstrate wurden gezielt verschiedene Verschmutzungen aufgebracht. Das Aufbringen erfolgte in Verbindung mit einer Wärmebehandlung, in der die Verschmutzungen eingedampft oder «eingebraunt» wurden. Die so entstandenen Schichten wurden bezüglich Homogenität, Schichtdicke und Haftung auf der Oberfläche beurteilt. Zucker, Schwarztee und Zwiebelschalen-Sud haben sich als geeignete Verschmutzungen erwiesen. Für die Laserbehandlung kam ein Laser mit einer Leistung von 25 W und einer Wellenlänge von 1064 nm zum Einsatz. Aus einer Vielzahl möglicher Parameterkombinationen mussten Einstellungen ermittelt werden, mit denen sich die Verschmutzungen möglichst vollständig, aber trotzdem schonend abtragen lassen. Durch systematische Parameterauswahl und Durchführung entsprechender Laserbehandlungen erfolgte eine schrittweise Annäherung an das gewünschte Reinigungsergebnis. Abb. 1 zeigt ein Keramiksubstrat mit eingebrauntem Zucker während der Laserbehandlung.

## Ergebnisse und Ausblick

Für die Entfernung der Schwarztee- und Zwiebelschalensud-Schichten konnten Laser-Parameter ermittelt werden, welche eine vollständige und zugleich schonende Abtragung dieser Verschmutzung von den verschiedenen Oberflächen ermöglicht. In weiterführenden Arbeiten könnten die Parametereinstellungen jedoch weiter optimiert werden, um die Laserbehandlung effizienter zu gestalten. Als schwierig hat sich das Abtragen von eingebrauntem Zucker erwiesen. Da diese Schichten nur wenig Laserlicht absorbierten, war ihre Abtragung von den Oberflächen kaum bzw. nicht möglich. Auch hierzu sind weiterführende Untersuchungen notwendig.



Fabio Sivillica  
fabio.sivillica@gmx.ch



Keramiksubstrat mit eingebrauntem Zucker während der Laserbehandlung

# Drahtlose Bedien- und Parametriereinheit für Transportbänder

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Daniel Lanz

Experte: Felix Scheuter (pensioniert (früher Haenni Jeg.dorf))

Industrie 4.0 bekommt auch in KMUs eine immer wichtigere Bedeutung. Mit den daraus entstehenden Alternativen möchte die Montech AG ihre Produkte so anwenderfreundlich wie möglich gestalten. Aus diesem Grund wurde eine Lösung gesucht, Transportbänder über eine Smartphone App zu parametrieren. Aus Marketinggründen soll der Prototyp die Transportbänder parametrieren und auch ansteuern können.

35

## Ausgangslage

Die Montech AG bietet Transportbänder für eine Vielzahl von Applikationen an. Das neueste Transportband vom Typ TB40 besitzt als Herzstück einen BLCD-Motor mit komplett integrierter Betriebs- und Regelelektronik. Über eine RS485 Schnittstelle erfolgt die Parametrierung und die Auswahl der Betriebsmodi. Grundsätzlich ist der Drehzahl-, Drehmoment- oder Positioniermodus einstellbar. Momentan werden die Motoren vor der Auslieferung parametrieren. Wenn im Nachhinein eine Anpassung erfolgen muss, ist diese mit hohem Kosten- und Zeitaufwand verbunden. In dieser Bachelorthesis soll eine einfache Lösung gefunden werden, mit welcher der Kunde die Parametrierung selbst per Smartphone durchführen kann.

## Umsetzung

Mit dem Prototyp soll das Transportband parametrieren und betrieben werden. Für das Serienprodukt ist nur die Parametrierung vorgesehen. Eine Android App ist das User Interface. Die Prototyp Applikation wird in Android Studio entwickelt. In der Anwendung kann das Setup, die Parametrierung und

der Stand-Alone-Betrieb (Betrieb nur über Smartphone) des Transportbandes durchgeführt werden. Eine Einheit mit Arduino Mikrocontroller, Bluetooth Modul und RS485-Schnittstelle wird an das Transportband angeschlossen.

Der Motor und die Bedien- und Parametriereinheit kommunizieren über ein herstellerspezifisches Protokoll.

Um den Preis für das Serienprodukt so tief wie möglich zu halten, wurden vor allem fertige Einkaufsteile evaluiert. Diese sollten die Eigenschaft besitzen, ein Serial Bluetooth Signal in ein RS485 Signal umzuwandeln.

## Resultat

Mit dem Prototyp kann das Transportband TB40 angesteuert, aber nicht parametrieren werden. Zudem wurde eine Android-App erstellt, die als Vorlage für die spätere kommerzielle App dient. Für das Serienprodukt wurde eine Möglichkeit gefunden, die bei neuen Transportbändern eine Kaufoption ist und bei bestehenden Transportbändern einfach nachgerüstet werden kann, ohne das Transportband abzuändern.



Oliver Herzig



Transportband mit drahtloser Bedieneinheit

# Wärmebehandlung von AlSi10Mg-SLM-Bauteilen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik:  
Betreuer: Dr. Annette Kipka, Dr. Simon Kleiner  
Experte: Dr. Rudolf Bauer

36 Das Selektive Laserschmelzen (Selective Laser Melting; Abk. SLM) ist ein additives Fertigungsverfahren unter Verwendung von Metallpulver. Um das grosse Potenzial des Verfahrens ausschöpfen zu können, müssen nachgelagerte Prozesse wie Wärmebehandlung oder Oberflächenveredelung optimiert werden. Im Rahmen dieser Bachelor Thesis wurden systematische Untersuchungen zur Wärmebehandlung von SLM-Bauteilen aus der Aluminiumlegierung AlSi10Mg durchgeführt und ausgewertet.



Thomas Hirsiger  
t.hirsiger@gmx.ch

## Ausgangslage

Mit Hilfe des SLM-Verfahrens können Bauteile durch schichtweises Ablagern von Metallpulver und Aufschmelzen jeder Schicht mit einem Laser generiert werden. SLM bietet eine Vielzahl von Vorteilen, wie z. B. das hohe Mass an Designfreiheit. Untersuchungs- und Verbesserungsbedarf besteht allerdings noch bezüglich nachgelagerter Prozesse, wie z. B. der Wärmebehandlung und deren Einfluss auf Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften. Die Legierung AlSi10Mg, eine klassische Gusslegierung, eignet sich gut für SLM. Bauteile aus dieser Legierung besitzen jedoch nur eine geringe Bruchdehnung von ca. 3%, was dem Einsatz solcher SLM-Bauteile Grenzen setzt. Versuche zur Wärmebehandlung «Ausscheidungshärtung» von SLM-Bauteilen aus AlSi10Mg, bei denen Glühdauer und -temperatur systematisch variiert wurden, sollen einen Beitrag zum besseren Verständnis des Zusammenhangs zwischen Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften leisten. Gleichzeitig soll die Einstellung geeigneter Kombinationen von Zugfestigkeit und Bruchdehnung ermöglicht werden.



Dean Kicev  
deankicev@hotmail.com

## Ziel

Die Versuche sollen aufzeigen, welche Kombinationen von Festigkeit und Bruchdehnung in Abhängigkeit von den Wärmebehandlungsparametern an den SLM-Proben einstellbar sind. Das Gefüge der wärmebehandelten Proben soll untersucht, beschrieben und daraus Aussagen über den Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften der wärmebehandelten SLM-Proben abgeleitet werden.

## Ergebnisse

Durch die Wärmebehandlung «Ausscheidungshärtung» können die Mikrostruktur und damit die mechanischen Eigenschaften von SLM-Proben aus AlSi10Mg beeinflusst werden. Die Abb. 1 und 2 vergleichen die Gefüge und mechanischen Eigenschaften einer SLM-Probe ohne Wärmebehandlung («as built») und einer Probe nach dem Lösungsglühen bei 530 °C über 20 min und anschliessendem Auslagern bei 165 °C über 160 min. Abb. 1 zeigt, dass das Netzwerk aus Silizium (hell) durch die Warmauslagerung «aufgebrochen» und das Silizium eingeformt wird. Dies führt zu einer markanten Erhöhung der Bruchdehnung von 4 auf 11%, bei Abnahme der Zugfestigkeit von 400 auf 325 MPa (s. Spannungs-Dehnungs-Kurven in Abb. 2).

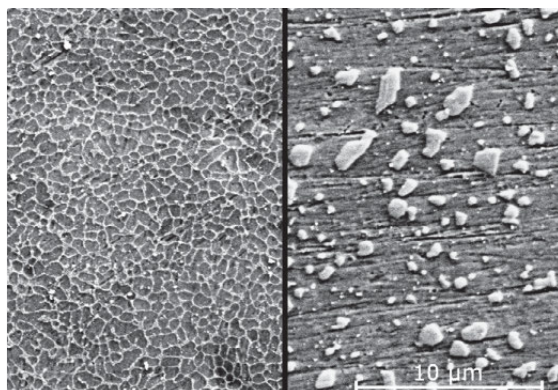


Abb. 1: Mikrostruktur von AlSi10Mg. Links «as built», rechts nach Wärmebehandlung (jeweils 10 000fach).

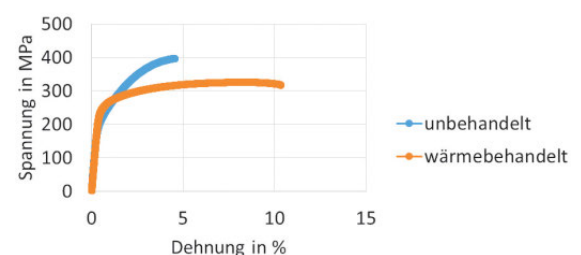


Abb. 2: Spannungs-Dehnungs-Kurven «as built» (blau) und nach Wärmebehandlung (orange).

# Bedien- und Sicherheitskonzept zu Portalfräse

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Hungerbühler

Experte: Dr. Armin Heger (Alstom Switzerland)

Industriepartner: Woodtec Fankhauser GmbH, Pfaffnau

Der Elementbau ist zu einem wichtigen Zweig der Holzbaubranche geworden. Das Fertigen der Elemente ist eine mühsame Arbeit, die in kleinen Betrieben viel noch von Hand gemacht wird. Vollautomatische Bearbeitungsportale kosten jedoch bis zu CHF 500 000. Die Firma woodtec Fankhauser GmbH will deshalb ein Lowcost-Produkt entwickeln. Mit ihrem Portal soll es möglich sein Elementrahmen mit den Deckplatten zu vernageln und Öffnungen für Fenster und Türen zu fräsen.

37

## Ausgangslage

In vorgängigen Arbeiten wurde ein konstruktives Konzept entwickelt. In Bild 1 ist das Portal mit drei Achsen und einer Bearbeitungsfläche von 4 x 20 Meter zu sehen. Konstruktiv wurde das Konzept schon weit ausgearbeitet jedoch hat sich noch nie jemand mit der Bedienung des Portals auseinandergesetzt.

## Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit ist ein Funktion- und Bedienkonzept zu entwickeln. Die einzelnen Funktionen werden analysiert und Lösungsvarianten besprochen. Anhand des Funktionskonzepts ist ein Bedienkonzept mit einem ersten Prototypenprogramm zu erarbeiten. Zudem sollen Sicherheitsfragen die direkt mit der Bedienung zu tun haben analysiert und beurteilt werden.

## Resultat

Eine Teilfunktion ist die Eingabe der Abmessungen (Geometrie und Masse) der Holzelemente. Es wurden verschiedene Lösungen erarbeitet und umgesetzt. Eine Variante sieht vor anhand einer PDF- oder Bild-Datei die Rasterstruktur zu digitalisieren. Die gezeichneten Linien werden vom Programm ausgerichtet und aufgearbeitet damit anschliessen die Masse eingetragen werden können. Die Eingaben werden von der Applikation verarbeitet und ein möglicher Fahrweg wird gerechnet und dargestellt. Für das Bedienkonzept wurde ein Programm in C# geschrieben. Der Firma woodtec soll damit aufgezeigt werden, wie eine benutzerfreundliche Bedienoberfläche für das Nagel- und Fräsportal aussehen könnte. Das manövrieren des Portals wird mit einem Joy-Stick realisiert.



Nicolas Karlen

nicolas.k@gmx.net

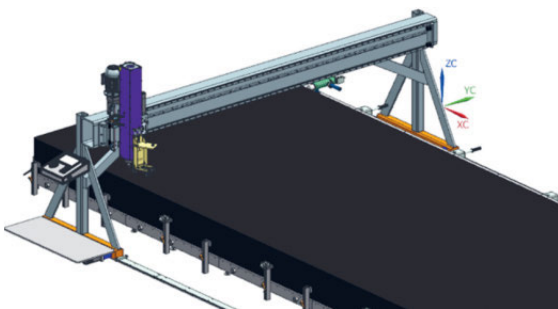


Bild1: Konstruktives Konzept des Nagel- und Fräsportals

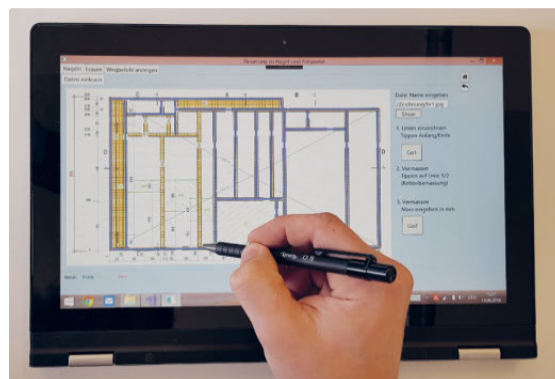


Bild2: Eingabe der Abmessungen über ein Tablet

# Versuchsaufbau und Mischversuche von Asphalt

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Prof. Beat Engeli  
Experte: Dr. Rudolf Bauer  
Industriepartner: Ammann Group, Langenthal

- 38 Die Firma Amman Group in Langenthal beabsichtigt einen Einwellen-Betonmischer für die Herstellung von Asphalt zu verwenden. Frühere Untersuchungen an einem Labormischer haben gezeigt, dass dies möglich sein sollte. Ziel dieser Arbeit ist es an einem Originalbetonmischer zu zeigen, dass damit auch Asphalt in der erforderlichen Qualität produziert werden kann. Ferner sind durch Parameterstudien die erforderlichen Mischzeiten zu ermitteln.



Layko Liechti

## Ausgangslage

Aus einer vorhergegangenen Thesarbeit (FS 2017) konnte entnommen werden, dass die Asphaltherstellung in einem Einwellenmischer für Beton möglich ist. Die am Labormischer gewonnenen Ergebnisse müssen nun mit einem unskalierten Modell bestätigt oder widerlegt werden. Dazu ist es notwendig einen entsprechenden Versuchsaufbau zu erarbeiten, welcher den logistischen Anforderungen, aufgrund von den grösseren Dimensionen, gerecht wird.

Des Weiteren hat sich in der Praxis gezeigt, dass sich die Mischertröge bereits bei unsachgemässen Anheben durch das Eigengewicht verformen. Diese Verformung kann zu Spannungen in der Mischerwelle führen, was natürlich nicht erwünscht ist.

## Ziele der Arbeit

Um am Betonmischer im Massstab 1:1 die eigentlichen Mischversuche durchführen zu können, bedarf es eines Versuchsaufbaus, welcher vor allem mit den grossen Materialmassen zurechtkommt. Mithilfe entsprechender Versuche ist zu zeigen inwiefern sich die Resultate zu denjenigen der letzten Arbeit am Labormischer unterscheiden und ob ähnlich erfreuliche Mischzeiten erreichbar sind, womit Einwellenmischer auch in der Asphaltherstellung einsetzbar wären, ohne

einen Performance-Verlust erdulden zu müssen. Damit die Verformung der Mischertröge verhindert werden kann, sind diese mittels entsprechenden FEM-Rechnungen zu analysieren. Um der Problematik entgegenzuwirken sind konstruktiv möglichst einfache Verbesserungen vorzuschlagen, dass die auftretenden Verformungen im Bereich der zulässigen Toleranz liegen. Diese Verbesserungen sollen im Anschluss mit Hilfe einer erneuten Simulation bestätigt werden.

## Vorgehen

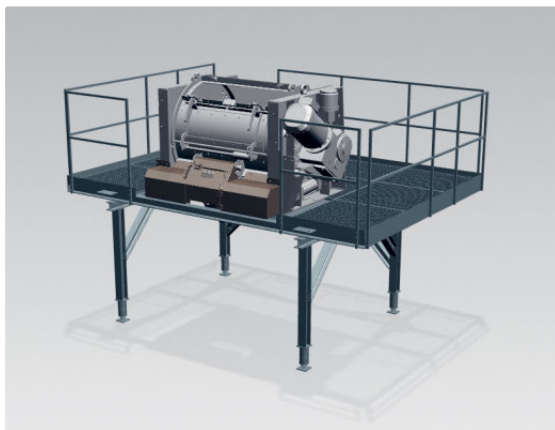
Nachdem eine Auswahl an möglichen Konzepten erstellt und bewertet wurden, war es möglich in Absprache mit der Firma Amman Group eine Entscheidung zu treffen, welche Variante weiterverfolgt werden soll. Anschliessend konnte ein geeigneter Versuchsaufbau erarbeitet werden, der nun für die Fertigung bereitsteht.

Zur Bestimmung der Mischtrögerverformungen wurden computerbasierte Berechnungen durchgeführt. Nach Erkennung der Verformungen konnten machbare Verbesserungen angebracht werden.

## Ergebnisse

Leider war die Zeit bis zum Abschluss der Fertigungsunterlagen der gewählten Variante schon so weit fortgeschritten, dass die Fabrikation des Versuchsstandes nicht mehr möglich ist. Somit steht der Nachweis der Eignung des Original-Betonmischers zur Asphaltherstellung zurzeit noch aus.

Die Simulationen der auftretenden Verformungen, sowie die Erarbeitung von Verbesserungsmassnahmen an den Mischertrögen konnten erfolgreich abgeschlossen werden.



Versuchsaufbau mit Einwellen-Betonmischer

# Elektroden gravieren

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Dr. Axel Fuerst  
Experte: Christoph Heiniger (SBB)

Weltweit suchen Forscher nach verbesserten Prozessen, welche die Herstellungskosten von Lithium-Ionen-Akkumulatoren senken und deren Leistung und Qualität erhöhen. Die Kosten der Zellen sollen in den nächsten Jahren durch optimierte Herstellung auf 100 CHF/kWh reduziert werden können\*. Im Rahmen des Swiss Competence Center for Energy Research forscht die BFH an neuartigen, preiswerten und automatisierten Prozessen um einen Beitrag zur Energiestrategie 2050 zu leisten. 39

## Ausgangslage

Das Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S befasst sich mit dem Aufbau einer Pilotproduktionslinie zur Herstellung von Li-Ionen-Batterien. Ziel der Anlage ist, Prozesse und Produktionsschritte mit Verbesserungspotential kontinuierlich zu optimieren, um die Schweizer Maschinenindustrie im Aufbau von Produktionsanlagen zu unterstützen. Durch die präzise Zellmontage, bei welcher Elektroden und Separatoren zugeschnitten, gestapelt und verschweisst werden, soll eine möglichst hohe Leistungsdichte, Qualität und daraus resultierende lange Standzeit erreicht werden. Herkömmliche Fertigungsverfahren, wie das Ausstanzen von Elektroden wurden bereits durch einen modernen Laserschneideprozess ersetzt. Um das Vereinzeln noch effizienter zu gestalten und fehlerhafte Beschichtungen und auch Ableiterfahnen nachzuarbeiten, kann das Gravieren der Elektroden während des Vereinzlungsprozesses durch den Laser durchgeführt werden. Mit dem berührungslosen und

damit kraftfreien Abtrag der Beschichtung sollen Beschädigungen durch unnötige Arbeitsschritte vermieden und eine gleichbleibend hohe Qualität der einzelnen Elektroden durch eine Kameraüberwachung garantiert werden.

## Ziel

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Steigerung der Prozesseffizienz mittels Laserablation in der Lithium-Ionen-Akkumulatoren-Produktion. Dafür sind Qualitätskriterien der Kontaktfahne zu definieren und geeignete Parameter zum Gravieren der Elektroden verschiedener Grundwerkstoffe und Beschichtungen zu finden. Darauf aufbauend werden mit einer integrierten Kamera der Prozess und das Ergebnis kontrolliert und gegebenenfalls durch das Programm automatisch nachbearbeitet.

## Vorgehen

In verschiedenen Versuchen wurde das Prozessverständnis für das Verhalten der Abtragleite bei variierenden Parametern erarbeitet, indem die Sauberkeit und die Prozessgeschwindigkeit des Flächenabtrags untersucht wurde. Zudem wurden die Erkenntnisse aus den Versuchen zur Programmierung der Kameraüberwachung benötigt, um bei detektierten Fehlern mit den richtigen Parametern eine automatisierte Nachbearbeitung zu starten.

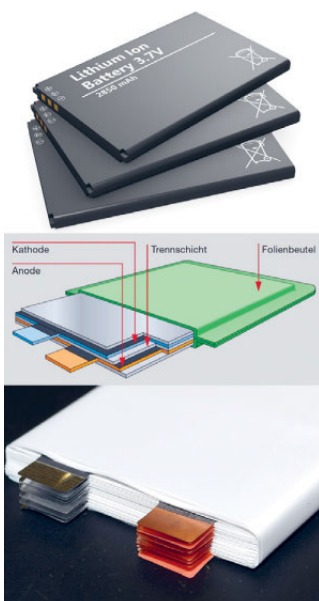
## Ergebnis

Durch die implementierte Kameraüberwachung und den entsprechenden Bearbeitungsparameter ist es möglich, eine vollautomatische Vereinzlung von Kupfer- und Aluminiumelektroden in beliebiger Form bei konstanter Qualität und hoher Bearbeitungsgeschwindigkeit durchzuführen. Dies führt zu mehr Prozesseffizienz einer Steigerung der Leistungsdichte und einer Senkung der Herstellungskosten.

\* **Quellenangabe:** Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI «Gesamt-Roadmap Energiespeicher für die Elektromobilität 2030»  
Bildquellen:  
industrie.de, akku.net, rit.edu



Oliver Martin Mani  
o-mani@gmx.ch



Aufbau eines Akkupacks. Je nach Einsatz variieren Grösse, Form und Menge der gestapelten Elektroden.



# FE-Simulation eines Federhauses einer mechanischen Uhr

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Roland Rombach

Experte: Andreas Thüler

Industriepartner: Schwab-Feller AG, Büren an der Aare

40 Schweizer Uhrenhersteller sind Weltklasse. Dies erfordert stetige Weiterentwicklung, um diesen Platz zu verteidigen. Die Firma Schwab-Feller AG liefert Aufzugsfedern. Diese Federn sind das Herz einer mechanischen Uhr. In dieser Arbeit wird das Federhaus (das Gehäuse der Aufzugsfeder) mit FE-Simulationen analysiert und optimiert.



Kiflay Mengestabe  
kiflaym@gmail.com

## Ausgangslage

Bei der bestehenden Konstruktion des Federhauses werden die Komponenten kraftschlüssig montiert. Die Montage verursacht eine bleibende Deformation. Diese Deformation muss kontrolliert eingestellt werden, um eine optimale Qualität des Federhauses zu gewährleisten.

## Ziel

Das Ziel dieser Thesis ist es den Montageprozess zu untersuchen und optimieren, um höchste Qualität des Federhauses zu garantieren. Zum Schluss soll der Industriepartner die Einflussgrößen kennen, welche bei der Deformation des Federhauses eine wichtige Rolle spielen.

## Methodik

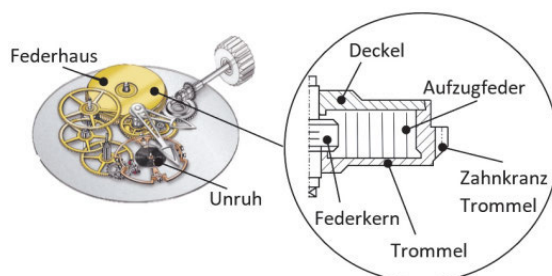
Die Gehäusegeometrie wurde in ANSYS DesignModeler parametrisiert aufgebaut. Mit dieser wurde ein FE-Modell in ANSYS Mechanical aufgebaut, welches den montierten Zustand repräsentiert. Das Modell wurde verifiziert und mit Messungen validiert. Die Messungen wurden mit den bayesschen Statistik ausgewertet.

Anschliessend wurde eine Sensitivitätsanalyse im ANSYS DesignXplorer aufgebaut. Aus den Sensitivitätsanalysen lassen sich Einflussparameter für das Federhaus ableiten.

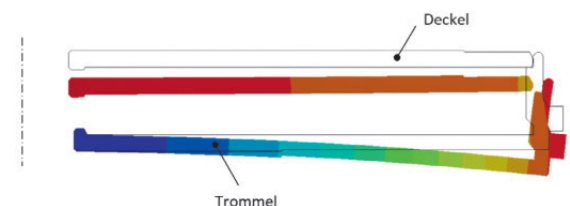
Mit den Erkenntnissen aus Simulation und Messung wurde eine robuste Gehäusekonstruktion erarbeitet.

## Resultate

Die Firma Schwab-Feller AG erhält ein validiertes Modell, das für weitere Simulationen verwendet werden kann und einen detaillierten Bericht. Dieser bringt dem Industriepartner zusätzliches Verständnis über das Verformungsverhalten des Federhauses, welches mit Messungen alleine nicht möglich sind. Aus der aktuellen Konstruktion des Federgehäuses inklusive Toleranzen wurde ein neuer Konstruktionsvorschlag erarbeitet.



Das Federhaus im Uhrwerk



Verformungen in Trommel und Deckel

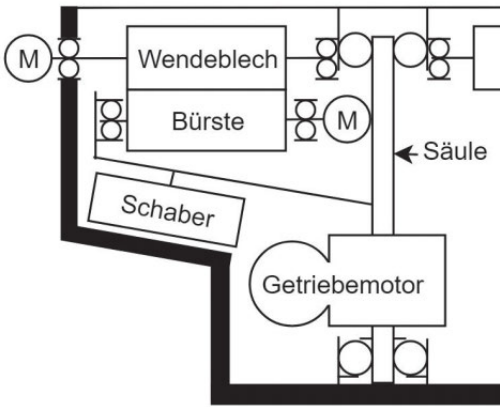
# Predictive Maintenance anhand eines konkreten Beispiels

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
 Betreuer: Prof. Roland Hungerbühler  
 Experte: Benno Bitterli (CSL Behring)  
 Industriepartner: Küffer Elektro-Technik AG, Kirchberg

Für den Trocknungsturm der Firma Naturex AG wurde ein predictive Maintenance System erarbeitet. Damit können Wartungskosten gespart und die Zuverlässigkeit erhöht werden.

## Anlage

Im Trocknungsturm wird Fruchtpüree zu Pulver verarbeitet. Im unteren Teil der Anlage befindet sich ein Getriebemotor, welcher eine Säule mit 0.9 Umdrehungen pro Minute antreibt. An der Säule sind eine angetriebene Bürste sowie ein Schaber befestigt. Die Bürste reinigt die Wendebleche, und der Schaber führt das fertig verarbeitete Pulver ab.



Anlage

## Ziel

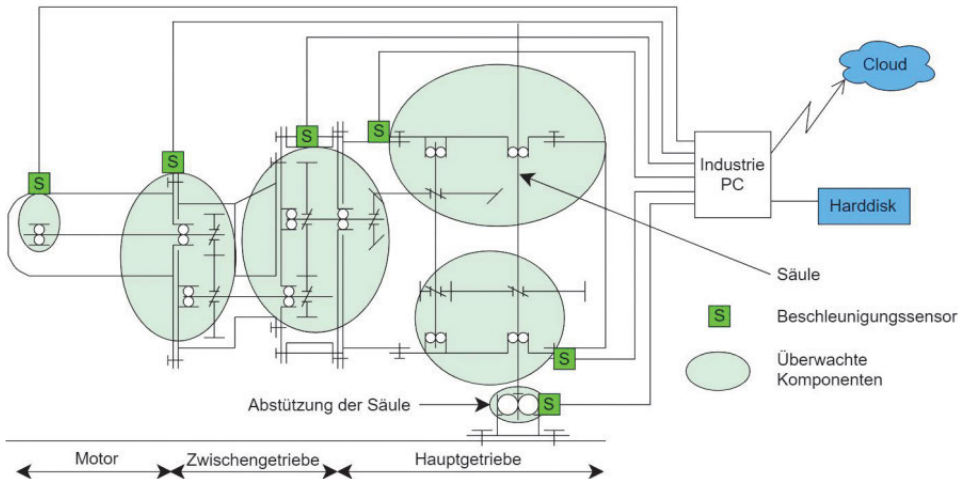
Die Wartungskosten des Trocknungsturms sind zu senken. Dabei ist gleichzeitig die Zuverlässigkeit der Anlage zu erhöhen. Diese Ziele sind mittels predictive Maintenance zu erreichen. Um die Wartung vorausschauend durchführen zu können, sind Bauteilzustände zu überwachen. Die dafür geeigneten Komponenten und die dazugehörigen Messgrößen sind zu bestimmen. Für mindestens ein Bauteil ist diese Überwachung zu realisieren.

## Resultat

Die definierten Ziele wurden mit der Überwachung des Getriebemotors erreicht. Dazu werden bis zu sechs Beschleunigungssensoren verwendet. Mithilfe der auftretenden Vibrationen werden folgende Komponenten überwacht: Die Lagerung des Motors, die Zahnräder sowie die Lager des Zwischen- und Hauptgetriebes. Ein Industrie-PC liest die Sensoren aus, speichert die Messdaten in der Cloud und auf einer Harddisk. Um eine gute Datenqualität zu erhalten, dauert eine Messung 9 Minuten. Dabei wird mit einer Samplingrate von 50kSamples pro Sekunde gemessen. Anhand dieser Daten können anschliessend Bauteilrestlebensdauern abgeschätzt werden.



Christian Morf  
[christian.morf.bern@gmail.com](mailto:christian.morf.bern@gmail.com)  
[christian.morf.bern@gmail.com](http://christian.morf.bern@gmail.com)



Überwachung des Getriebemotors

# Arbeiten an einer Wärmepumpe

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Beat Engeli

Experte: Dr. Rudolf Bauer

- 42 Für die Ausbildung der Studierenden des Fachbereichs Maschinentechnik wurde eine neue Wärmepumpe mit zahlreichen, zusätzlichen Messstellen ausgestattet. Dadurch können die thermodynamischen Vorgänge im Kreisprozess mit Hilfe einer PC-basierten Visualisierung dargestellt und ausgewertet werden.



Hanspeter Mundschein

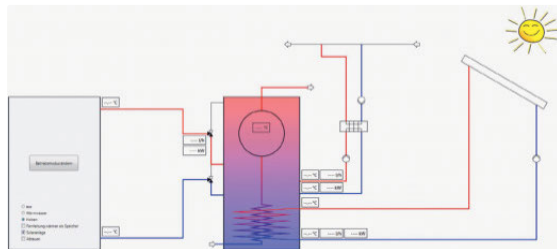
## Ausgangslage

Die neue Wärmepumpe im Maschinenlabor der Berner Fachhochschule in Burgdorf wurde im Rahmen der vorangegangenen Projektarbeit hydraulisch sowie elektrisch abschliessend eingebunden und in Betrieb genommen. Die Wärmepumpe arbeitet auf einen Kommisspeicher, welcher zusätzlich von der bestehenden Solaranlage bewirtschaftet wird. Neben der Brauchwasseraufbereitung für das Maschinenlabor dient dieser Speicher auch der Anhebung des Rücklaufs des Wärmenetzes der BFH Gsteig.

## Ziel

Im Rahmen dieser Thesis ist die konzipierte Steuerung umzusetzen. Dadurch wird ein Laborbetrieb ermöglicht, bei welchem detaillierte Analysen des gesamten Systems durchgeführt werden können. Sämtliche Messdaten können dabei ausgelesen und visualisiert werden.

Um den Studierenden die Themen Wärmepumpentechnik, insbesondere deren Kältekreislauf, aber auch Speicherbewirtschaftung sowie solare Energiegewinnung zu vermitteln, sind entsprechende Praktika zu erarbeiten.



Visualisierung Anlage

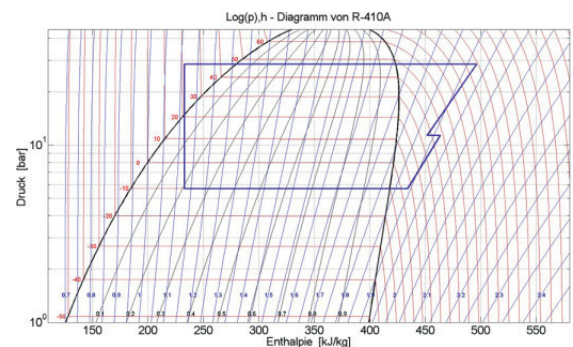
## Vorgehen

Auf dem Steuerungskonzept basierend wurde eine detaillierte Steuerungsbeschreibung erarbeitet. Diese stellt das Grundgerüst der SPS-Steuerung dar. Integraler Bestandteil der Steuerungsbeschreibung ist die Beschreibung der Benutzeroberfläche. Alle Steuerungsparameter sowie die Betriebsmodi werden über die Benutzeroberfläche ausgewählt.

Die Praktika dienen der Auswertung der Messwerte. Dazu wurden die thermodynamischen Zusammenhänge aufgearbeitet und zu passenden Rechenaufgaben aufbereitet.

## Ergebnis

Es wurde eine SPS Steuerung erarbeitet, welche die Anforderungen aus der Steuerungsbeschreibung erfüllt. Die gesamte Anlage ist übersichtlich auf der Benutzeroberfläche dargestellt. Auf Basis der aktuellen Messdaten kann ein  $\log(p)$ ,  $h$  - Diagramm erstellt werden, in welchem der Kreisprozess eingezeichnet ist. Von den Messwerten können Protokolle erzeugt werden. In Rechenaufgaben der Praktikumsunterlagen werden die gemessenen Werte plausibilisiert.



$\log(p)$ ,  $h$  - Diagramm Kreisprozess

# Untersuchungen zur Querstromfiltration

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Prof. Dr. Kurt M. Graf  
Experte: Dr. Dietmar Kramer

Für die Aufbereitung von Abgas- und Gasgemischen werden vermehrt Querstromfilterapparate eingesetzt. Ihre strömungstechnische und energetische Optimierung verlangt eine gute Kenntnis der Strömung in den Zu- und Ablaufkanälen, welche durch poröse Filterplatten voneinander getrennt werden.

43

## Ausgangslage

Vom Autor wurde bereits in einer Projektarbeit zur Untersuchung der Strömungsvorgänge eine Versuchsanlage für Querstromfiltration konzipiert und ausgelegt. Zusätzlich wurden erste Strömungssimulationen mittels CFD durchgeführt.

Für die Verbesserung und Validierung der numerischen Strömungsberechnungsmodelle (CFD) wird jetzt in dieser Thesis die neue Versuchsanlage zusammengebaut und in Betrieb genommen. Dabei muss vor allem eine gute Reproduzierbarkeit der Messungen gewährleistet werden.

## Ziel

Ziel der Thesis ist es, mit der Versuchsanlage neue Simulationsmodelle für die Optimierung der Plattenanordnung zu entwickeln und zu validieren. Mit den Berechnungsmodellen können kompakte Filterapparate mit minimiertem Druckverlust ausgelegt werden.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden einige Designkorrekturen an den Querstromfilterapparaten vorgenommen. Der erste Typ vom Querstromfilterapparat hat vier parallel angeordnete poröse Platten und der zweite Typ ist mit schräg angeordneten porösen Platten ausgerüstet. Um eine aussagekräftige und genaue Messungen am gesamten System machen zu können, wurden zuerst die Strömungs-, Druck-, sowie auch Geschwindigkeitsverhältnisse mittels CFD-Simulationen ermittelt. Die Druckmessstellen zur Ermittlung der Druckverluste befinden sich vor und nach den Filterpaketen. An den Geschwindigkeitsmessstellen wurden die Geschwindigkeitsprofile ermittelt.



Querstromfilterapparat mit Filterplatten - Zulaufkanäle (grün) und Ablaufkanäle (rot)

Mit der Versuchsanlage wurden verschiedene Konfigurationen untersucht. Für die Untersuchungen wurden die Kanalhöhe, die Länge und Neigung der porösen Platten sowie der Volumenstrom verändert.

## Resultat

Die Ergebnisse der Messungen wurden ausgewertet und mit CFD-Simulationen verglichen. Aus den Untersuchungen wurden folgende zwei wichtige Schlussfolgerungen ermittelt:

- Je grösser die Kanalhöhe und geringer der Volumenstrom sind, desto kleiner ist die resultierende Druckdifferenz.
- Je kürzer die Platte und höher der Kanal sind, desto gleichmässiger ist die Durchströmung.

Aus den Untersuchungen kann geschlossen werden, dass mit kurzen Filterplatten und grossen Kanalhöhen der Druckverlust kleiner und die Durchströmung gleichmässiger wird.



Ilham Perdana  
ilham.perdana13@gmail.com

# Auslegen einer Ammoniakkeindüsung in den Rauchgasweg einer KVA-Linie

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Beat Engeli

Experte: Felix Scheuter

Industriepartner: Energie Wasser Bern, Bern

- 44 In der Energiezentrale Forsthaus von Energie Wasser Bern (ewb) wird aus Wärmeenergie der Kehrlichtverbrennung elektrischer Strom gewonnen. Das Rauchgas, welches bei der Verbrennung vom Kehrlicht erzeugt wird, enthält giftige Schadstoffe wie zum Beispiel Stickoxide. Die Stickoxide werden durch das Einmischen von Ammoniak mittels einer Zweistoffdüse mit Druckluft abgebaut. Diese Ammoniakkeindüsung wurde im Rahmen der Bachelor-Thesis optimiert.



Aaron Erich Römer

## Ausgangslage

Das Ammoniak wird beim bestehenden System in Wasser gelöst und durch eine Zweistoffdüse, die mit Druckluft betrieben wird, in den Rauchgaskanal eingedüst. Das Rauchgas ist zu diesem Zeitpunkt etwa 280 °C warm. Durch die Zugabe von Ammoniakwasser und Druckluft kühlt sich das Rauchgas punktuell ab, wodurch sich Salze auskristallisieren, welche zu einer Verstopfung des Katalysators führen. Im Rahmen der vorgängigen Projektarbeit 2 wurden verschiedene Konzepte erarbeitet, um das Ammoniakwasser vor dem Eindüsen auf 280 °C zu erwärmen. Für diese Erwärmung steht ein überhitzter Dampf (40 bar / 400 °C) zur Verfügung. An einer Sitzung mit der ewb wurde entschieden, zwei Varianten weiterzuverfolgen. In erster Linie soll der Einsatz einer mit Dampf betriebenen Zweistoffdüse untersucht werden. Im Weiteren soll überprüft werden, ob ein Injektor für die Vermischung des Dampfes mit dem Ammoniakwasser sinnvoll eingesetzt werden kann.

## Ziel

Im Rahmen der Bachelor-Thesis werden die Komponenten für den Einsatz einer Zweistoffdüse bestimmt, sowie ein R&I-Schema erstellt. Zudem wird untersucht, ob eine Optimierung am statischen Mischer nötig ist. Die Arbeit geht zudem auf die Nutzung des Injektors ein.

## Vorgehen

Um eine geeignete Zweistoffdüse zu bestimmen, werden Angebote von unterschiedlichen Düsenlieferanten eingefordert und verglichen. Um eine möglichst hohe Erwärmung vom Ammoniakwasser zu erzielen, wird eine Zweistoffdüse innerer Mischung verwendet. Über ein R&I-Schema und einer Messstellenliste können die benötigten Komponenten wie Ventile und Sensoren bestimmt werden.

Für die Evaluation eines Injektors wird der Einsatz von Produkten verschiedener Hersteller angestrebt. Bis auf die Düse können dabei die gleichen Komponenten wie bei der Zweistoffdüsen-Lösung verwendet werden.

## Ergebnisse

Die Untersuchungen des Injektors zeigen, dass dieser für diese Anwendung nicht geeignet ist. Problematisch sind vor allem der geringe Ammoniakwasserstrom und die grosse Menge an Dampf, die beim Betrieb eines Injektors anfallen.

Durch den Einsatz einer Zweistoffdüse innerer Mischung kann das Ammoniakwasser erwärmt und durch den überhitzten Dampf in das Rauchgas eingedüst werden. Die Untersuchungen zeigen jedoch, dass eine Temperatur von 280 °C nicht erreicht wird. Die Temperatur vom Ammoniakwasser ist wesentlich höher als heute, wodurch eine kleinere Abkühlung entsteht. Durch das Ersetzen der teuren Druckluft mit überhitztem Dampf wird eine Verbesserung der Energieeffizienz erreicht. Vor der Realisierung der Zweistoffdüse wird empfohlen, eine genauere Untersuchung der statischen Mischer mittels Simulationen durchzuführen.



Düsenlanze und Zweistoffdüse von Spraying Systems Co.



# Technik neu erfinden. Heute die Lösungen für morgen entwickeln. Mit dir.

Wir sind thyssenkrupp Presta. Als Innovations- und Weltmarktführer im Bereich Lenksysteme bringen wir die Zukunft auf die Strasse. Weltweit und immer ganz nah an unseren Kunden, den Automobilherstellern. Autonomes Fahren, Industrie 4.0, E-Mobility – das sind Themen, die dich bei uns erwarten. Klingt spannend? Dann bringe mit uns deine Ideen auf die Strasse. [karriere.thyssenkrupp-presta.com](http://karriere.thyssenkrupp-presta.com)

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

# Elektromechanischer Zugstangenantrieb

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Toni Glaser

Experte: Felix Scheuter

Industriepartner: K.R. Pfiffner AG, Utzenstorf

46 Der Wettstreit der Antriebstechnologien ist nicht neu. Seit einigen Jahren ist die Neigung zum elektromechanischen Antrieb immer stärker geworden, auch wenn die Hydraulik nach wie vor durch ihre Zuverlässigkeit und hohe Leistungsdichte glänzt. Auch die K. R. Pfiffner AG, Schweizer Herstellerin von Rundtaktmaschinen – Präzisionsmaschinen für die Massenproduktion – will das Portfolio für hoch entwickelte Märkte um einen elektromechanischen Werkzeugantrieb erweitern.



Jonas Elias Roth

## Ausgangslage

Aufbauend auf der neu entwickelten elektromechanischen Dreiachseinheit soll nun auch die Werkzeuggachse der Dreheinheit aktualisiert werden. Für die Drehbearbeitungen mit stehendem Werkstück soll ein elektromechanischer Zugstangenantrieb für Planschiebeköpfe entwickelt werden. Bei diesen speziellen Werkzeugen wird ein Schieber eines rotierenden Kopfes im Radius verstellt, bzw. angesteuert. Auf diesem Schieber befindet sich das Drehwerkzeug, welches die Werkstücke bearbeitet.

Durch den Zugstangenantrieb kann das Aussteuerwerkzeug, durch die rotierende Spindel betätigt werden. Dieses wird bisher durch einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder mit Proportionalventiltechnik bewegt. Das bisherige Antriebskonzept zeichnet sich durch hohe Leistungsdichte und die kompakte Bauweise aus. Da aber vor allem auf dem europäischen Markt die Nachfrage nach präziseren und gleichzeitig effizienteren Antrieben stetig wächst, soll der hydraulische Antrieb nun durch einen elektromechanischen Antrieb ersetzt werden.

## Ziel

Es soll ein Konzept für einen elektromechanischen Zugstangenantrieb entworfen und ausgearbeitet werden. Dabei sollen verschiedene Antriebsmöglichkeiten untersucht und miteinander verglichen werden. Zum Schluss soll das beste Konzept ausgearbeitet und realisiert werden. Der elektromechanische Antrieb muss eine vergleichbare Leistung und Bearbeitungspräzi-

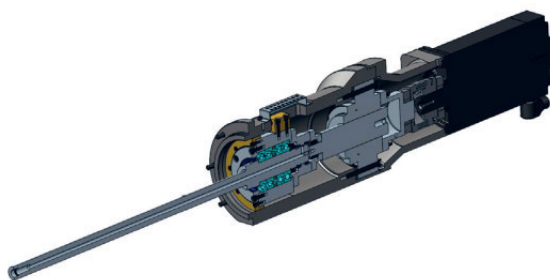
sion wie der bestehende Hydraulikantrieb liefern. Für zusätzliche Präzision soll ausserdem die Machbarkeit eines direkten Messsystems im Werkzeug untersucht werden.

## Vorgehen

Gemeinsam mit dem Auftraggeber wurde zuerst ein verbindliches Lastenheft erstellt. Danach wurden in einem Versuch die benötigten Kräfte ermittelt und beschrieben. Die Erkenntnisse aus Versuch und Recherche wurden dann im Pflichtenheft festgehalten. Anschliessend wurden in der Konzeptphase verschiedene Antriebsmöglichkeiten ausgearbeitet. Diese wurden nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien bewertet und miteinander verglichen. Das beste Konzept wurde im CAD ausgearbeitet und auf dem bestehenden Modell der Dreiachseinheit zur Kollisionsvermeidung integriert. Zuletzt wurde ein Kostenvergleich zwischen hydraulischer und elektromechanischer Antriebslösung durchgeführt.

## Ergebnis

Zum Schluss dieser Arbeit liegt ein ausgearbeitetes Gesamtkonzept vor. Die einzelnen Komponenten und Einkaufsteile sind definiert. Die wichtigsten Fertigungsteile sind bereits ausdetailliert. Technisch aber auch wirtschaftlich ist der in Reihe angeordnete Aufbau des Antriebs hervorzuheben. Dabei kann ganz auf eine Kraftumlenkung, zum Beispiel durch einen Riementrieb, verzichtet werden. In einem nächsten Schritt werden die restlichen Fertigungsteile ausdetailliert und der Versuchsaufbau kann in Angriff genommen werden.



Antriebsstrang des elektromechanischen Zugstangenantriebs als Schnittdarstellung.

# Charakterisierung von Laserschneiden

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Dr. Axel Fuerst  
Experte: Andreas Thüler

Die Nachfrage nach Akkumulatoren hat weltweit stark zugenommen. Neue Verfahren und Materialien werden mit dem Ziel geprüft, die Produktionskapazität zu erhöhen und die Kosten zu senken. Das Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S der Berner Fachhochschule entwickelt zurzeit eine Pilotanlage, in der die Elektroden mit einem gepulsten Faserlaser im Sublimationsschneidverfahren geschnitten werden. Dieser Prozess soll charakterisiert und optimiert werden.

47

## Ausgangslage

Laserschneiden bietet im Gegensatz zum mechanischen Abtrennen Flexibilität bezüglich der Geometrie der Elektroden und ist zudem verschleissfrei. Die grösste Herausforderung bei diesem Verfahren stellt die Qualität der Schnittkante dar, welche hauptsächlich durch den Schmelzgrat und durch Spritzer beeinträchtigt wird. Beim Sublimationsschneiden wird das Material direkt verdampft und durch den hohen Dampfdruck ausgeworfen. Dadurch werden qualitativ bessere Kanten erzielt als bei anderen Laserschneidverfahren.

## Ziel

Ziel dieser Thesis ist es, den Sublimationsschneidprozess zu charakterisieren. Dafür sollen die Zusammenhänge zwischen den Prozessparametern und den Kantenmerkmalen erforscht werden. Ebenfalls soll ein Gütekriterium für Schnittkanten definiert und die optimalen Prozessparameter für die Werkstoffe Stahl, Aluminium und Kupfer ermittelt werden.

## Vorgehen

Das Verfahren wurde anhand von sechs Prozessparametern beschrieben. Die Schnittkante wurde mit bis zu 14 Kantenmerkmalen charakterisiert. Die Aufgabe ist demnach eine «Multi-Response-Optimierung», bei der die Schnittparameter auf mehrere Ziele gleichzeitig optimiert werden.

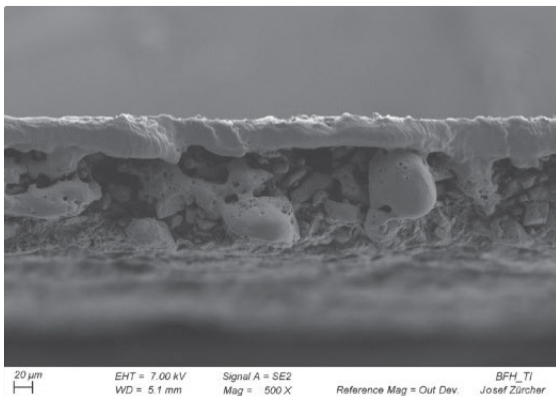


Abbildung 1: Schnittkante einer beschichteten Stahlfolie unter dem Raster-Elektronen Mikroskop.

Für die Kantenmerkmale wurden Soll- und Grenzwerte festgelegt. Anhand dieser Werte lässt sich eine «Desirability-Funktion» für jedes Merkmal definieren. Das geometrische Mittel dieser «Desirability-Values» bildet das Gütekriterium der Schnittkante, d.h. ein einzelner numerischer Wert, der die Qualität der Kante beschreibt. Ausgewertet wurden die Kanten anhand von Mikroskop-Bildern. Die besten Kanten wurden zusätzlich mit einem Raster-Elektronen-Mikroskop untersucht (siehe Abbildung 1).

Gestützt auf Recherche und Experimente konnte die Mehrheit der Prozessparameter festgelegt werden. Anschliessend wurden systematische Experimente durchgeführt, um die restlichen Prozessparameter zu bestimmen. Die Experimente wurden mithilfe der «Response-Surface-Methodology» ausgewertet (siehe Abbildung 2).

## Resultat

Für die Schnittkanten wurde ein Gütekriterium definiert, welches die zentralen Kantenmerkmale umfasst. Die Zusammenhänge zwischen den Prozessparametern und den Kantenmerkmalen wurden erforscht und dokumentiert. Es konnte gezeigt werden, dass die Tropfenbildung minimiert werden kann, indem die Schnittgeschwindigkeit erhöht wird. Die gefundenen Parametersätze führen zu Schnittkanten, die den Qualitätsanforderungen genügen.

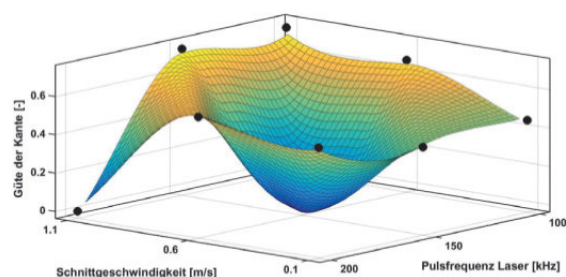


Abbildung 2: Response-Surface von unbeschichteter Stahlfolie. Gütekriterium auf der Z-Achse (1 = optimal).



Lukas Andrea Rytz  
lukas.a.rytz@gmail.com



# Emissionsmessung von Stickoxiden

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Beat Engeli

Experte: Christoph Heiniger

Industriepartner: ABB Turbo Systems Ltd., Baden

- 48 **Im Auftrag von ABB Turbo Systems soll ein Konzept für eine Emissionsmessung von Stickoxiden für Turboladerprüfstände erarbeitet werden. Idealerweise sollen die Messungen aufgrund der tiefen Kosten und dem kleinen Wartungsaufwand mit Stickoxidsensoren aus der Automobilindustrie, sogenannten KFZ-Sensoren, durchgeführt werden.**



Daniel Schneider

+41 79 545 41 49

danielschneider85@hotmail.com

## Ausgangslage

ABB Turbo Systems produziert Turbolader für Diesel- und Gasmotoren. Zur Prüfung und Weiterentwicklung von Turboladern verfügt ABB Turbo Systems über ein Testlabor mit Prüfständen. Der für die Tests erforderliche Heissgasstrom wird mittels Heizöl betriebenen Brennkammern erzeugt. Beim Betrieb der Brennkammern entstehen Stickoxide. Diese Stickoxidemissionen müssen den Behörden jährlich gemeldet werden. Aktuell werden die Stickoxidemissionen mittels eines analytischen Modells abgeschätzt. ABB möchte nun wissen, wie aufwändig es ist, die Stickoxidemissionen auf Basis von Messwerten zu bestimmen.

## Ziel

Ziel der Thesis ist die Ausarbeitung eines Umsetzungskonzepts für die Emissionsmessung der ausgestossenen Stickoxidemengen. Basis für das Umsetzungskonzept ist die vorgelagerte Projektarbeit 2. Die Projektarbeit 2 zeigt, dass die Menge des ausgestossenen Stickoxids am besten rechnerisch über die Messung der Stickoxid- und Sauerstoffkonzentration, sowie die bereits gemessene Brennstoffmenge bestimmt wird. Für die Messungen kommen entweder Sensoren aus dem KFZ-Bereich oder kommerzielle Analysegeräte in Frage. Aufgrund der tiefen Kosten und dem kleinen Wartungsaufwand würde ABB es bevorzugen, wenn die Messungen mit einem KFZ-Sensor gemacht werden könnten. Da eine solche Anwendung von den Herstellern nicht vorgesehen ist, gibt es viele Unklarheiten, die nicht den Datenspezifikationen entnommen werden können. Deshalb müssen eigene Messungen bezüglich Messgenauigkeit der Sensoren vorgenommen werden. Falls die Messungen befriedigende Resultate liefern, wird ein Umsetzungskonzept für die KFZ-Sensoren ausgearbeitet. Ist dies nicht der Fall oder können die Sonden nicht ausgelesen werden, wird ein Lösungskonzept für ein kommerzielles Analysegerät erarbeitet. Im Umsetzungskonzept soll insbesondere die erforderliche Hard- und Software inklusive deren Kosten ausgewiesen werden sowie der Einbau der Sonde und die Übertragung der Daten ins Leitsystem beschrieben sein.

## Vorgehen

Um zu bestimmen, ob sich die KFZ-Sensoren eignen, müssen die Tests Auskunft zu typischen Messgenauigkeiten bei tiefen Stickoxidkonzentrationen (0 bis 80 ppm) und Sauerstoffkonzentrationen zwischen 15 bis 21% geben. Für die Tests wird ein Stickoxidkalibriergas (90 ppm) mit elementarem Stickstoff oder Luft zu den verschiedenen Sauerstoff- und Stickstoffkonzentrationen vermischt. Als Referenzmessung dient ein Analysegerät. Für die Messungen stehen zwei KFZ-Sensoren zur Verfügung, eine neuwertige Sonde sowie eine Sonde der BFH, welche bereits seit 2011 für Studentenprojekte eingesetzt wird. Eine Messung unter realen Bedingungen, d. h. im Abgaskanal eines Prüfstands, kann aus betrieblichen Gründen vor Abschluss der Arbeit nicht gemacht werden. Das Umsetzungskonzept für die Emissionsmessung wird in Zusammenarbeit mit verschiedenen Experten von ABB erarbeitet.

## Ergebnis

Die Datenübertragung von CAN-Bus auf eine USB-Schnittstelle kann eingerichtet werden. Die Ergebnisse des neuwertigen Sensors stimmen positiv, während die Ergebnisse des etwas älteren Sensors grössere Messabweichungen ausweisen. Auf Basis der Resultate wird empfohlen, ein KFZ-Sensor mit einer Referenzmessung ins Abgassystem einzubauen. Dadurch können weitere Erkenntnisse bezüglich Querempfindlichkeit zu Temperatur sowie Abgasbestandteilen analysiert werden. Zusätzlich können Erkenntnisse über die Verteilung von Sauerstoff- und Stickstoffkonzentrationen der Abgase gewonnen werden. Dadurch kann die Messgenauigkeit ermittelt werden. Die Daten vom Sensor werden über CAN-Bus ausgelesen und über einen Konverter in Modbus umgewandelt. Das Signal kann so über das bereits verwendete Kommunikationsprotokoll ins Leitsystem eingebunden werden. Hier wird dann aus der Sauerstoff- und der Stickoxidkonzentration die ausgestossenen Mengen an Stickoxid berechnet und gespeichert.

# Entwicklung Glasschneideprozess

Studiengang: BSc in Maschinentechnik  
Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander  
Experte: Benno Bitterli  
Industriepartner: LASEA SA, Biel

Aufgrund der sehr hohen Kratzfestigkeit findet Saphirglas immer mehr Verwendung als Deckgläser für Luxusuhren und elektronische Geräte. Bereits heute werden zum Glasschneiden ultra-kurze Laserpulse industriell eingesetzt. Die Firma LASEA SA möchte in Zukunft Saphirglas in ihrer Femtosekunden-Laseranlage effizient bearbeiten können. Ziel ist es, einen abtragenden Prozess zu entwickeln, mit dem das Saphirglas rasch durchtrennt werden kann.

49

## Ausgangslage

Beim Durchtrennen von Saphirscheiben mit ultra-kurzen Laserpulsen kann die Abtragung alternativ von unten nach oben erfolgen. Dabei wird der Laserstrahl von oben auf die Saphirscheibe gerichtet, der Fokus jedoch auf der Unterseite positioniert und langsam nach oben geführt. Das Material wird so Schicht für Schicht von unten her abgetragen. Dieser Prozess verspricht einen geringeren Taperwinkel. Es wurde jedoch beobachtet, dass der Abtrag während des Prozesses auf die Oberseite springen kann und der Abtragsprozess anschliessend von oben nach unten verläuft. Dies führt zu einem unerwünschten Absatz an der Schnittkante.

## Ziel

Entwicklung eines entsprechenden Prozesses, mit welchem eine 500 bis 800  $\mu\text{m}$  dicke Saphirscheibe mit einem Femtosekunden-Laser in hoher Qualität und rasch durchtrennt werden kann. Der Prozess muss in einem Zug von unten nach oben verlaufen, ohne dass der Abtragsprozess auf die Oberseite springt.

## Vorgehensweise

Mit einem fs-Laser am «Institute for Applied Laser, Photonics and Surface Technologies» (ALPS) der Berner Fachhochschule werden geeignete Parameter gesucht, um den Abtragsprozess bezüglich Abtrags-

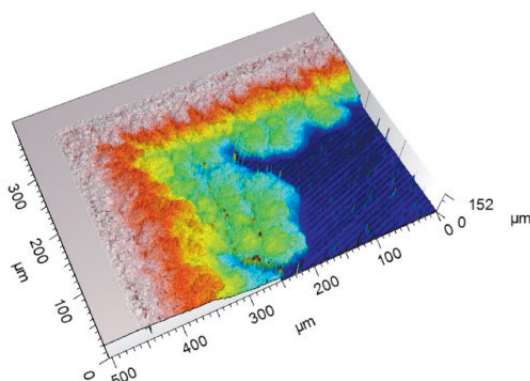
rate, Rauheit, Wandqualität und Ablagerungen zu optimieren. Dabei wird nur eine erste Schicht abgetragen. Danach wird versucht tiefer ins Glas einzudringen und zu bestimmen, wann der Abtragsprozess an die Oberfläche springt. Anschliessend wird überprüft, ob und mit welchen zusätzlichen Massnahmen sich dieser Sprung verhindern lässt.

## Ergebnisse

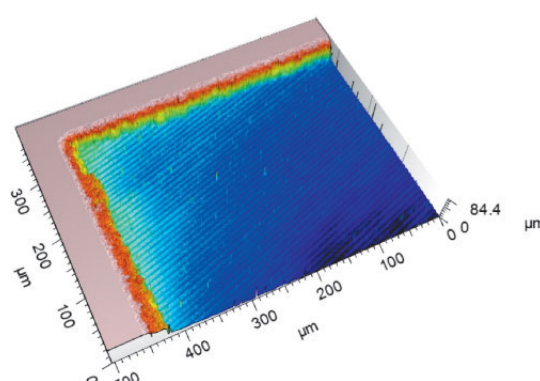
Mittels einer breiten, experimentellen Studie wurden Laser- und Prozessparameter identifiziert, mit denen qualitativ gute Resultate erzielt und mit nur wenigen Überfahrten Abtragungshöhen von über 100  $\mu\text{m}$  erreicht werden. Dabei stellte sich das Wegführen des abgetragenen Materials als grosse Herausforderung heraus. Entlang der Ränder sammeln sich Rückstände an, welche während des Prozesses wieder anschmelzen können, so dass auch ein nachträgliches, mechanisches Entfernen kaum mehr möglich ist. Mit einer Absaugvorrichtung konnten diese Rückstände bereits minimiert werden, eine weitere Optimierung scheint möglich. Beim Versuch den Abtragsprozess weiter in die Saphirscheibe hinein zu ziehen entstehen hohe mechanische Spannungen, die zu Rissbildung in der Scheibe führen können. Hier wird nun versucht, ob sich diese Rissbildung mit einer Optimierung der Abtragsgeometrie verhindern lässt.



Sebastian Till Tanner  
sebtanner@gmail.com



Vergrösserte Ecke eines abgetragenen Quadrates mit guter Abtragshöhe und vielen Rückständen am Rand



Vergrösserte Ecke eines abgetragenen Quadrates mit guter Abtragshöhe und nur minimalen Rückständen am Rand

# Hydraulik-Prüfstand

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Christian Koblet, Toni Glaser

Experte: Dr. Rudolf Bauer

Industriepartner: Bucher Hydraulics AG, Frutigen

- 50 Die Firma Bucher Hydraulics ist ein international führender Anbieter von innovativer hydraulischer Antriebs- und Steuertechnik in der Mobil- und Stationärhydraulik. Ein veralteter Ventilprüfstand im Standort Frutigen soll ersetzt werden. Der neue Prüfstand soll dem aktuellsten Stand in puncto Leistung, Sicherheit und Ergonomie entsprechen.



Florian Tönz

## Ausgangslage

Die Ventile der Bucher Hydraulics AG in Frutigen werden vor der Auslieferung geprüft. Da die Kundenbedürfnisse bezüglich hydraulischer Leistung stetig wachsen, möchte die Firma einen neuen Prüfstand aufbauen. Im Vorfeld wurden mittels Projektarbeit die Ausgangslage der vorhandenen Leistung und alle Schnittstellen definiert.

## Ziele

Mittels der Arbeit sollen drei Teilbereiche bearbeitet werden. Dabei gehört zum Ersten die Auslegung der Pumpe und des dafür notwendigen Antriebs. Den zweiten Bereich nimmt die Verbindungstechnik zwischen Pumpenraum und Prüfstand ein. Der dritte Teilbereich umfasst den Prüfstand selbst, sowie die notwendigen Schnittstellen und die hydraulische Ansteuerlogik.



Hydraulikprüfstand

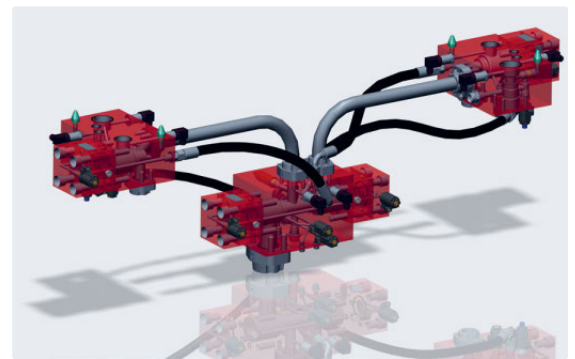
## Umsetzung

Die Aufgabe wurde in Teilsysteme aufgeteilt. Für jedes Teilsystem wurden Lösungskonzepte ausgearbeitet. Für die Lösungskonzepte wurden neben konventionellen Lösungen auch neue Ansätze verfolgt. Die Konzepte wurden jeweils mit den Technikern der Bucher Hydraulics diskutiert und zum Teil weiter ausgearbeitet. Als Gesamtlösung entstand das endgültige Konzept. Mittels Risikoanalyse konnten kritische Punkte erkannt und in der Konstruktion bereits vermieden werden.

## Ergebnisse

Als Resultat der Thesis ist ein Grobkonzept eines Prüfstandes mit zwei identischen Kammern entstanden. Die zweiteilige Schiebetüre kann ohne grossen Platzbedarf aufgeschoben werden. Um die Prüfvorrichtung zu wechseln, kann der Prüfstand nach oben hin aufgeklappt werden, damit die Vorrichtung mittels Kran getauscht werden kann.

Bucher Hydraulics wird auf Basis der Arbeit den Prüfstand fertig ausarbeiten und herstellen. Die Arbeit gibt Schnittstellen und Sicherheitsmerkmale für Steuerung und Prüfvorrichtung vor. Diese sollen von Bucher Hydraulics beim Weiterentwickeln berücksichtigt werden.



Steuerblöcke für die jeweilige Betätigung der einzelnen Kammern

# Weiterentwicklung Getriebe BFS

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Christian Koblet, Roland Rombach

Experte: Christoph Heiniger (SBB)

Das Bern Formula Student Team, kurz BFS, ist ein von Studenten gegründetes Rennteam. Der komplette Rennwagen wurde von Studenten der Berner Fachhochschule entwickelt. Dazu gehört auch das neu entwickelte Nabengetriebe. Bei der Montage wurden Probleme festgestellt, welche unter anderem zu einem Klemmen der Verzahnung des Planetengetriebes geführt haben. Die erarbeiteten Optimierungen in dieser Arbeit stellen nun die Funktionsfähigkeit des Getriebes sicher.

51

## Ausgangslage

In einer Projektarbeit wurde bereits ein Prüfstand für das Getriebe erstellt. Das Nabengetriebe, welches für den Prüfstand gedacht war, konnte jedoch nicht zum Laufen gebracht werden. Nun müssen die Ursachen für dessen Fehlschlagen geklärt werden. Fehler in der Konstruktion, der Fertigung und der Montage müssen gefunden werden, um Kosten weiterer fehlerhafter Getriebe zu verhindern. Zudem kann ein Fehler im Getriebe auch zu gefährlichen Situationen während dem Rennbetrieb führen.

## Durchführung

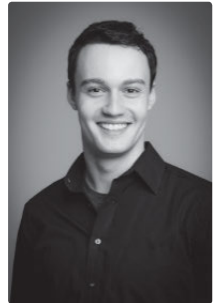
Anhand der Toleranzen auf den Zeichnungen wurden verschiedene «worst case» Fälle definiert. Daraus wurde jeweils das übrig gebliebene Zahnflankenspiel der Verzahnungen berechnet. Dieses gibt an, wie viel Spiel zwischen zwei ineinandergreifenden Zahnrädern vorhanden ist. Hierbei ist ein Spiel von wenigen hundertstel Millimeter notwendig, damit die Verzahnung in keinem Betriebszustand klemmt.

Durch die Berechnung wurden die kritischen Masse bekannt, welche anschliessend bei den vorhandenen Getriebeteilen nachgemessen wurden. Die Berechnungen und die Ausmessung der Teile zeigten klar die theoretischen sowie praktischen Problemstellen auf. Eine

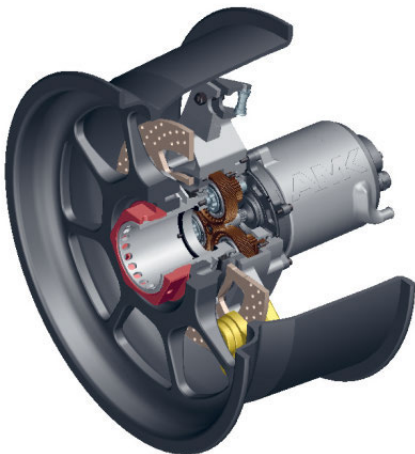
kritische Stelle ist die Verbindung der Planetenpaare, welche die Übertragung der ersten zur zweiten Getriebestufe bilden. Die Verbindung wurde mit einem Polygon realisiert und einer Winkeltoleranz toleriert. Obwohl die Toleranz schon zu gross ausgelegt ist, wurde diese Toleranz in der Herstellung nicht erreicht. Anhand der neu gewonnenen Erkenntnisse konnten Vorschläge zur Optimierung ausgearbeitet werden.

## Ergebnis

Durch Anpassungen der Materialien, der Toleranzen, des Fertigungsverfahrens, verbesserten Kontrollen und konstruktiven Massnahmen kann die Funktionsfähigkeit des Getriebes gewährleistet werden. Die Optimierungen sind vielfältig und betreffen die meisten Komponenten, wie zum Beispiel die Verbindung der Planetenpaare mit einem zylindrischen Pressverbund auszuführen, wodurch die Ausrichtung durch die Montage geschieht und die Winkeltoleranz verkleinert. Mit Hilfe dieser Optimierungen sollte nun ein funktionsfähiges Getriebe realisiert werden können. Dieses würde dann in einer kontrollierten Umgebung mit betriebsähnlichen Bedingungen auf dem bereits vorhandenen Prüfstand in Betrieb genommen werden. Jedoch gilt es vorher noch, diese Optimierungsvorschläge in die Realität umzusetzen und zu kontrollieren.



Philipp Wälchli



Nabengetriebe BFS

# Aufbau Mikrobearbeitungsmaschine

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander, Prof. Roland Hungerbühler, Thorsten Kramer

Experte: Christoph Heiniger (SBB)

- 52 Das Institute for Applied Laser, Photonics and Surface Technologies ALPS der Berner Fachhochschule entwickelt eine Laser-Mikrobearbeitungsmaschine, die es ermöglicht, Prozesse vom Labormassstab in eine industriennahe Umgebung zu transferieren. Der Fokus dieser Arbeit liegt in der Konstruktion des Maschinenaufbaus und der Konzeptionierung der Strahlführung, die den Anforderungen bezüglich Präzision sowie thermischer und mechanischer Langzeitstabilität erfüllen können.



Samuel Fritz Wyssen  
samuel\_wy@hotmail.com

## Ausgangslage

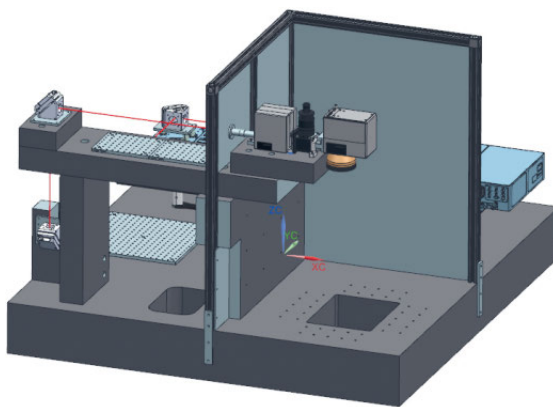
ALPS forscht seit mehreren Jahren auf dem Gebiet der Laser-Mikrobearbeitung. Mit ultrakurzen Laserpulsen können verschiedenen Materialien effizient und mit minimalem thermischen Einfluss abgetragen werden. Die im Labor gesammelten Erfahrungen im Bereich der Präzisionsbearbeitung sollen in eine Bearbeitungsmaschine einfließen.

## Ziel

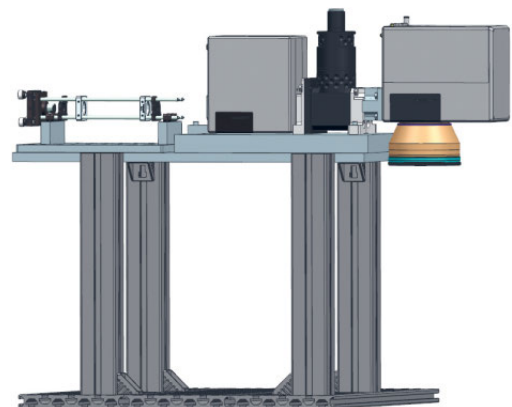
In der Mikrobearbeitung können die kleinsten äusseren Einflüsse wie Temperaturschwankungen oder Schwingungen das Resultat verfälschen. Da in industrienahe Umgebung diese Einflüsse nicht zu vermeiden sind, muss der Maschinenaufbau so konstruiert werden, dass die Auswirkungen auf den Bearbeitungsprozess möglichst klein sind. Der Aufbau muss nicht nur den Anforderungen bezüglich Präzision und Langzeitstabilität genügen, sondern auch flexibel sein hinsichtlich Anbau/Umbau von verschiedenen optischen Komponenten.

## Resultat

Der Maschinenaufbau aus Granit, der vom Konzept einer vorangegangenen Arbeit bis zum Fertigungsauftrag in enger Zusammenarbeit mit dem Granithersteller entwickelt wurde, ist der Kern dieser Arbeit. Die Konstruktion wurde nach den anspruchsvollen Anforderungen und Fertigungsvorschriften für den Granitwerkstoff entworfen und bildet das Fundament für die künftige Weiterentwicklung der Maschine. Ausserdem wurde noch ein Versuchsaufbau aufgebaut, mit welchem die neu konstruierte Scanner-Halterung justiert und getestet werden konnte.



Ansicht der Granitkonstruktion mit optischen Komponenten



Versuchsaufbau mit neu konstruierter Scanner-Halterung

**Berner Fachhochschule**

Maschinentechnik  
Pestalozzistrasse 20  
3400 Burgdorf

Telefon +41 34 426 43 48

maschinentechnik@bfh.ch  
ti.bfh.ch/maschinen

**Haute école spécialisée bernoise**

Mécanique  
Pestalozzistrasse 20  
3400 Burgdorf

Téléphone +41 34 426 43 48

maschinentechnik@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mecanique

**Bern University of Applied Sciences**

Mechanical Engineering  
Pestalozzistrasse 20  
3400 Burgdorf

Telephone +41 34 426 43 48

maschinentechnik@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mechanical