



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



2018

Abschlussarbeiten  
Travaux de fin d'études  
Graduation Theses

Master of Science in 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 Master of Science in Engineering
- 11 Interview mit Adrian Morgenegg
- 12 Zusammenarbeitsformen
- 14 Industriepartner
- 16 Masterarbeiten

### Titre

- 3 Technique et informatique à la BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Journées d'information
- 8 Master of Science in Engineering
- 12 Formes de collaboration
- 14 Partenaires industriels
- 16 Travaux de master

### Title

- 3 Engineering and Information Technology at BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Info days
- 8 Master of Science in Engineering
- 12 Collaboration
- 14 Industry partners
- 16 Master theses

### Impressum

Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik

### Online

book.bfh.ch

### Inserate

communication.ti@bfh.ch

### Druck

staempfli.com

### Auflage

500 Ex.

### Impressum

Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique

### Online

book.bfh.ch

### Annonces

communication.ti@bfh.ch

### Impression

staempfli.com

### Tirage

500 exemplaires

### Imprint

Bern University of Applied Sciences  
Engineering and Information Technology

### Online

book.bfh.ch

### Advertisements

communication.ti@bfh.ch

### Printing

staempfli.com

### Edition

500 copies

# Technik und Informatik an der BFH

## Technique et informatique à la BFH

### Engineering and Information Technology at BFH

3

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

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

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

#### 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
- Maschinenteknik
- 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)

#### 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. Étudier 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)

#### 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.

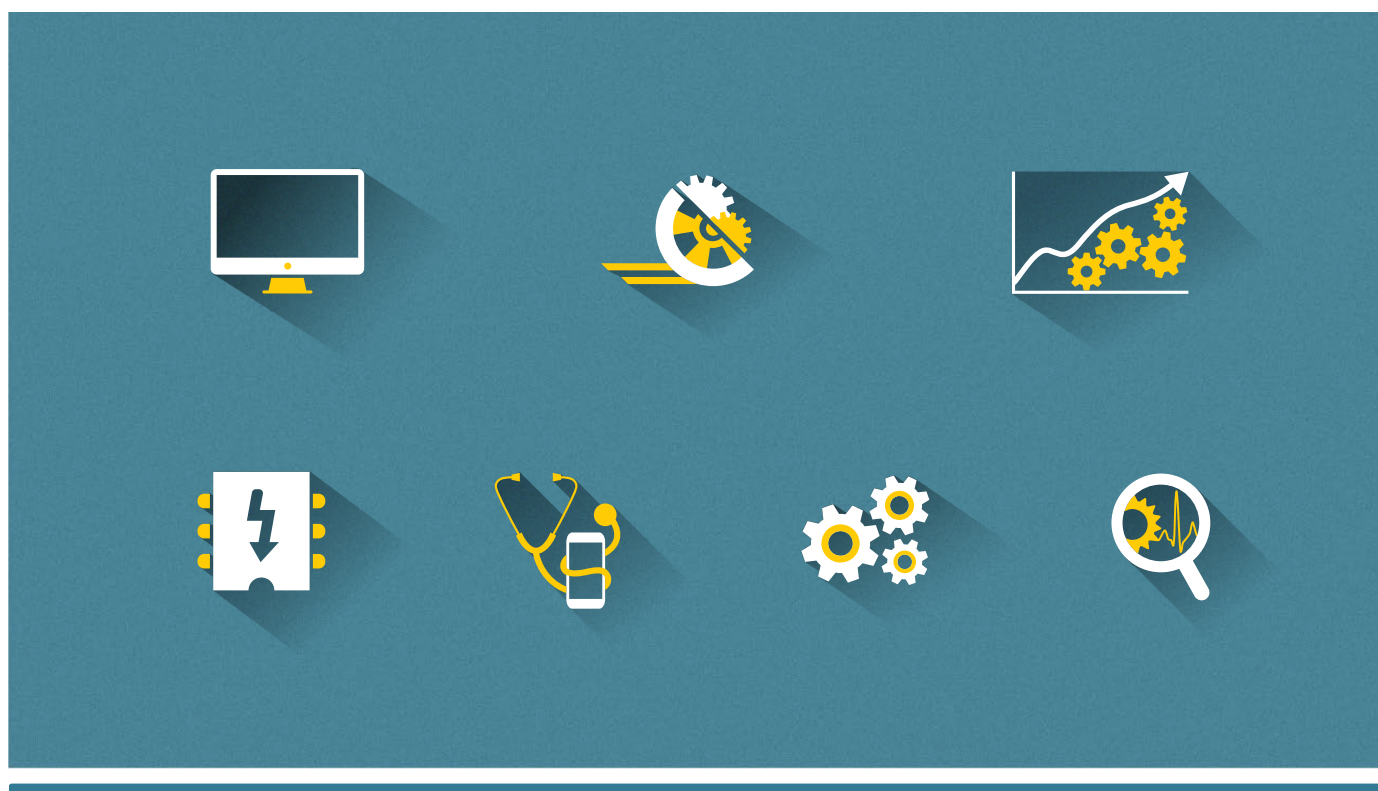
Pour en savoir plus [ti.bfh.ch/journeesdinformation](http://ti.bfh.ch/journeesdinformation)

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





# Master of Science in Engineering

8



**Prof. Dr. Michael Röhlin**  
**Abteilungsleiter MSc Engineering**  
**Directeur de la division MSc Engineering**  
**Head of MSc Engineering Division**

Der Masterstudiengang MSE ist ein gemeinsames Bildungsangebot aller Schweizer Fachhochschulen und das MSE-Masterdiplom der höchste akademische Abschluss, den die Fachhochschulen im Bereich Technik und Informatik sowie Bauwesen vergeben. Das Studium steht in erster Linie den besten 35% der Abgänger und Abgängerinnen unserer Bachelorstudiengänge offen.

Das vorliegende «Book» bringt zum Ausdruck, wie eng unser Studiengang mit der Praxis und der Wirtschaft verbunden ist. Alle vorliegenden Masterarbeiten sind direkt an Fragestellungen aus der Wirtschaft gekoppelt. Thematisch sind die Arbeiten in die Fachgebiete eingeteilt, in denen sich unsere MSE-Studierenden vertiefen können: Business Engineering and Production, Energy and Environment, Industrial Technologies sowie Information and Communication Technologies.

Alle Fachgebiete pflegen ihre eigenen Profilierungen, weisen aber eine identische Studienstruktur auf. Die Studienleistung besitzt einen Umfang von 90 ECTS, wobei knapp ein Drittel auf die hier vorgestellte Masterthesis entfällt. Die Thematik der Thesis wird in Absprache mit sogenannten Advisors ausgearbeitet. Letztere beurteilen die Masterthesis auch, zusammen mit ausgewiesenen Fachexperten.

Blättern Sie in den Zusammenfassungen, und lassen Sie sich von der hohen Qualität und Originalität begeistern!

Prof. Dr. Michael Röhlin

La filière d'études de master MSE est une offre de formation commune de toutes les Hautes écoles suisses, et le diplôme de master MSE est le plus haut diplôme académique des hautes écoles spécialisées dans les domaines de la technique et de l'informatique ainsi que le génie civil. Les études sont en premier lieu ouvertes aux 35% des meilleur-e-s diplômé-e-s de nos filières d'études de bachelor.

Ce document met en avant le lien fort de notre filière d'études avec la pratique et l'économie. Tous les travaux de master sont directement liés à des problématiques réelles de l'industrie. Ils sont divisés en fonction des domaines que nos étudiant-e-s MSE peuvent suivre. Business Engineering and Production, Energy and Environment, Industrial Technologies ainsi qu'Information and Communication Technologies.

Bien que chacun de ces domaines ait ses propres spécificités, la structure d'études reste la même pour tous. Les études couvrent au total 90 ECTS, dont près d'un tiers est alloué à la thèse de master. Cette dernière sera rédigée en accord avec des conseillers avant d'être évaluée par des experts confirmés.

Parcourez les résumés des thèses de master et laissez-vous inspirer par leur originalité et leur qualité.

Our MSE Master degree programme is a joint educational offering of all of the Swiss universities of applied sciences. The MSE Master diploma is the highest academic degree that the universities of applied sciences award in technology and information technology or civil engineering. Preference is given to applicants who are in the top 35% of graduates of our Bachelor degree programmes.

This book shows how closely our degree programme is connected to practice and business. All of these Master theses are directly linked to issues facing industry. They are divided into the areas in which our MSE students can specialise: Business Engineering and Production, Energy and Environment, Industrial Technologies as well as Information and Communication Technologies.

These fields have their own profiles but the programme structure is identical. Study achievement comprises 90 ECTS credits with the Master thesis accounting for just under one-third of these. Thesis topics are determined in consultation with advisors, who also evaluate the Master thesis alongside proven experts in the relevant field.

We invite you to peruse the abstracts and be inspired by the high quality and originality of the work.

## Fachliche Vertiefung in den MRU

Das Studium im MSE ist auf die fachliche, projektorientierte Vertiefung in den Fachgebieten ausgerichtet. Diese fachliche Vertiefung wird mithilfe von Projekten, ergänzenden Veranstaltungen und der Masterarbeit an einer sogenannten Master Research Unit (MRU) durchgeführt. Stark an die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung der Fachhochschulen gekoppelt, verfügen die MRU über eine ausgezeichnete Infrastruktur. MSE-Studierende erhalten innerhalb einer MRU ihren Arbeitsplatz für die fachliche Vertiefung. In folgenden fünf MRU ist die fachliche Vertiefung an der BFH-TI möglich:

- **Engineering and Business Innovation | EBI**  
In der MRU EBI werden Aspekte der Digitalisierung in Produktion und Dienstleistungen behandelt, welche oft als «Industrie 4.0» bezeichnet werden. Studierende lernen innovative Methoden und Konzepte des Innovationsmanagements, der digitalen organisationalen Transformation sowie Datenanalyse in Bezug auf Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Geschäftsmodelle kennen.
- **Digital Society and Security | DSS**  
Die Forschung in der MRU DSS umfasst das Handlungsfeld zwischen Technologien der Mobilkommunikation, Applikationen, deren Sicherheit sowie Anwenden. Ihre Kernkompetenzen werden in den drei Vertiefungsrichtungen «Mobile Communication», «ICT-based Management» und «Security in the Information Society» gepflegt und ausgebaut.
- **Energie und Mobilität | EM**  
Die MRU EM erforscht zukunftsweisende Technologien für energieeffiziente und abgasarme Antriebssysteme, sichere Strassen- und Schienenfahrzeuge, erneuerbare Energien und ein effektives Energiemanagement.
- **Smart Industrial Technologies | SIT**  
Die MRU SIT entwickelt neue Verfahren zur Herstellung von Gütern in vier Vertiefungsrichtungen: Anwendung der Lasertechnik, Veränderung von Werkstoffen mittels Wärme und Dünnschichttechnologien, Anwendungen von Fertigungs- und Drucktechniken sowie Management von Produkt- und Finanzrisiken.
- **Technologien in Sport und Medizin | TSM**  
Die Forschung in der MRU TSM umfasst zukunftsweisende Technologien wie Computer Perception und Virtual Reality, Sensorik, Biometrie und Authentifizierung sowie Hardware-Algorithmik in Mikroelektronik. In der Mastervertiefung «Rehabilitation und Leistungstechnologie» werden Methoden erforscht, die den Rehabilita-

## Orientation technique dans les MRU

Les études de master sont orientées vers une spécialisation technique orientée projet dans le domaine choisi par l'étudiant. Les «Master Research Units» (MRU) rendent cela possible à travers différents projets, des formations complémentaires et la thèse de master. Les MRU disposent d'une infrastructure exceptionnelle et travaillent à la recherche et au développement en étroite collaboration avec les hautes écoles spécialisées. Les étudiant-e-s MSE ont la possibilité de travailler au sein d'une MRU pour l'approfondissement technique.

L'orientation technique est possible à la BFH-TI dans l'une des quatre MRU suivantes:

- **Engineering and Business Innovation | EBI**  
La MRU Engineering and Business Innovation traite les aspects de la numérisation dans la production et les prestations de service, souvent appelés «Industrie 4.0». Les étudiant-e-s découvrent des méthodes et des concepts innovants de la gestion des innovations, de la transformation organisationnelle numérique ainsi que de l'analyse des données en relation avec des produits, prestations de service, processus et modèles d'entreprise.
- **Digital Society and Security | DSS**  
La recherche au sein de la MRU DSS englobe le champ d'action entre les technologies de la communication mobile, les applications, leur sécurité ainsi que les utilisateurs. Leurs compétences de base sont entretenues et développées dans ces trois orientations: «Mobile Communication», «ICT-based Management» et «Security in the Information Society».
- **Energie et Mobilité | EM**  
La MRU EM explore des technologies d'avant-garde visant à améliorer le rendement énergétique et à réduire le gaz d'échappement dans les systèmes motorisés, à rendre les véhicules routiers et ferroviaires plus sûrs, à développer les énergies renouvelables et à améliorer l'efficacité énergétique.
- **Smart Industrial Technologies | SIT**  
La MRU SIT développe de nouveaux processus pour fabriquer des produits dans quatre orientations: application de la technique au laser, modification de matériaux au moyen de la chaleur et des technologies de couches minces, application techniques de fabrication et d'impression ainsi que gestion des risques des produits et financiers.
- **Technologies en sport et médecine | TSM**  
La recherche au sein de la MRU TSM regroupe des technologies futuristes

## Technical specialisations in the MRUs

The MSE programme is geared towards technical, project-oriented specialisations in a student's chosen field. Master Research Units (MRUs) make such technical specialisation possible through projects, supplementary events and the Master thesis. MRUs work hand in hand with the universities of applied sciences' application-oriented research and development, which gives them access to excellent infrastructure. MSE students are given the space to work on their technical specialisation within the MRU.

Students can pursue technical specialisations in the following four MRUs at Bern University of Applied Sciences' Department of Engineering and Information Technology:

- **Engineering and Business Innovation | EBI**  
MRU EBI covers all aspects of digitalisation in production and services, also known as Industry 4.0. Students will learn about the cutting edge concepts of innovation management, digital transformation and data analysis relating to products, services, processes and business models.
- **Digital Society and Security | DSS**  
Research & Development in the MRU DSS integrates the technology of mobile communication, applications and the users. Core competences are "Mobile Communication", "ICT-based Management" and "Security in the Information Society".
- **Energy and Mobility | EM**  
MRU EM researches cutting edge technologies for energy-efficient and low-emission propulsion technology, secure road and rail vehicles, renewable energies and energy management.
- **Smart Industrial Technologies | SIT**  
MRU SIT develops new production methods in four specialisation areas: laser technology, modification of basic materials by heat and thin layer technologies, deployment of manufacturing and printing techniques as well as management of product and financial risks.
- **Technologies in Sports and Medicine | TSM**  
Research & Development of the MRU TSM includes cutting the edge technologies such as computer perception and virtual reality, sensor technology, biometrics and hardware algorithms in microelectronics. The Master programme "Rehabilitation and Performance Technology" focuses on methods to improve the rehabilitation process of people after accidents or illnesses.

tionsprozess von Menschen nach Unfällen oder Krankheiten verbessern.

### **Kontakt**

Studiengangsleitung  
michael.roethlin@bfh.ch

Sekretariat  
10 katja.jeanbourquin@bfh.ch

### **Weitere Informationen und Links**

Infoveranstaltung Biel: 27. Februar 2019  
Infoveranstaltung Burgdorf: 6. März 2019  
ti.bfh.ch/mse

telles que la perception informatique et la réalité virtuelle, la technologie des capteurs, la biométrie et l'authentification ainsi que l'algorithmique matérielle en microélectronique. Dans l'orientation Master «Réhabilitation et technologie de performance», nous cherchons des méthodes pour améliorer le processus de réhabilitation des personnes suite à un accident ou une maladie.

### **Contact**

Direction de la filière  
michael.roethlin@bfh.ch

Secrétariat  
katja.jeanbourquin@bfh.ch

### **Informations complémentaires et liens:**

Séance d'information Bienne: 27 février 2019  
Séance d'information Burgdorf: 6 mars 2019  
ti.bfh.ch/mse

### **Contact**

Head of Degree Programme  
michael.roethlin@bfh.ch

Secretary  
katja.jeanbourquin@bfh.ch

### **Additional information and links:**

Information event in Biel: 27 February 2019  
Information event in Burgdorf: 6 March 2019  
ti.bfh.ch/mse



Adrian Morgenegg

## Warum haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

In erster Linie habe ich das MSE-Studium gewählt, um mich beruflich weiterzubilden. Nach meinem Bachelorstudium hatte ich zuerst drei Jahre gearbeitet, dabei auch verschiedene Kontakte zu Kollegen mit und ohne Mastertitel knüpfen können und die Möglichkeiten zur weiteren beruflichen Ausbildung abwägen können. Ein Masterstudium direkt nach dem Bachelor kam für mich nicht infrage. Auch ein Gesamtpaket aus der Weiterbildung (Master of Advanced Studies, MAS oder ähnlich) parallel zur Berufstätigkeit war für mich nicht ideal, da man sich dabei meist auf einen sehr engen technischen Bereich fokussieren muss.

## Wie sah der Studienalltag aus? Was gefiel Ihnen besonders gut an diesem Studium?

Ziele meiner beruflichen Weiterbildung im MSE-Studium waren sowohl die Aneignung von Grundlagen – seit meinem Bachelorabschluss war die Welt, gerade auch was die Informatik betrifft, nicht stehen geblieben – als auch der Wunsch, mich in ausgewählten Gebieten gezielt zu vertiefen. Beide Ziele konnte ich als MSE-Absolvent tatsächlich auch erreichen: Ich konnte meinen Horizont wie gewünscht erweitern, mich mit neuen Sichtweisen vertraut machen, Methoden und Werkzeuge kennenlernen und auch gleich einsetzen. Besonders gefallen am MSE-Studium hat mir das wirklich breite Modulangebot in

Zürich, wo wir Studierende auch in grossen Gruppen (Stichwort «Hörsaal-Atmosphäre») zusammenarbeiteten und insgesamt interessante und intensive Kurstage verbracht haben. Die Veranstaltungen an der BFH fanden dann naturgemäss im kleineren Kreis statt, wo wir uns in kleinen Studierendengruppen intensiv mit Fragestellungen aus unserer Vertiefung beschäftigt haben. Schliesslich war die individuelle Betreuung durch den Advisor und das ganze Institut ICTM in den Projektarbeiten und der Master-Thesis hervorragend, ich wurde da wie ein Teammitglied behandelt.

## Arbeiteten Sie nebenher? (während des Semesters / während der Ferien)

Im ersten Semester hatte ich als Vollzeitstudent auch während der Unterrichtszeit einen Tag pro Woche (in den Ferien Vollzeit) bei meinem Arbeitgeber gearbeitet, bei dem ich nun auch nach Abschluss des Studiums weiterarbeiten werde. Diese Situation ist mir sehr zugute gekommen, da ich so finanziell nicht zu sehr untendurch musste und die «Phase Jobsuche» nun entfällt. Allerdings musste ich im zweiten Teil des MSE-Studiums den Beschäftigungsgrad stärker als geplant zurückschrauben, denn die Vertiefung ist wirklich sehr intensiv, lässt gerade während der Master-Thesis kaum Raum für berufliche Aktivitäten. Auf der anderen Seite ist das MSE-Studium auch kurz genug, es ist eine überblickbare Intensivphase.

## Was machen Sie heute beruflich? Inwiefern können Sie von Ihrem Studium profitieren?

Ich freue mich jetzt, wieder voll in der Softwareentwicklung tätig sein zu dürfen, die erlernten Techniken in Form von besserer Software umsetzen zu können und mich in Projektsituationen zu bewähren. Auch möchte ich einige meiner «Entdeckungen» aus dem Studium auch gleich in meinem Berufsumfeld einführen.

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

Bei Berufstätigkeit während des Studiums ist eine gute und frühe Abstimmung mit dem Arbeitgeber unbedingt nötig, es braucht hier viel Flexibilität und Vertrauen. Bei der Wahl der zentralen Module lohnt es sich, die Beschreibungen vorgängig gut durchzulesen und sich mit ehemaligen Studierenden auszutauschen, denn das Angebot ist sehr gross. Und man darf die Augen nicht verschliessen: Die Beanspruchung durch das MSE-Studium ist hoch, die Richtgrösse «30 Arbeitsstunden pro Credit» muss absolut ernst genommen werden.

# 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 Master of Science in Engineering sind Masterarbeiten in Kooperation mit Firmen und Institutionen entstanden. Wir bedanken uns für die fruchtbare Zusammenarbeit!

A nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. Dans le domaine du Master of Science in Engineering, des thèses ont vu le jour en collaboration avec des entreprises et institutions. Nous remercions ces entreprises pour ces fructueuses collaborations!

Close cooperation with industry partners is very important to us. In the field of Master of Science in Engineering, theses have been produced in cooperation with companies and institutions. Thank you for the fruitful collaboration.

BKW Energie AG, Ostermundigen  
BW-TEC AG, Höri  
COMLAB AG, Ittigen  
drivetek ag, Brügg  
Fastree3D, Ecublens  
Frewitt SA, Granges-Paccot  
Jetboat Interlaken AG, Interlaken  
Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen  
Meyer Burger AG, Gwatt (Thun)  
Synergy BTC AG, Bern





# Masterarbeiten

## Travaux de master

### Master theses

16 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Masterarbeiten Master of Science in Engineering des Jahres 2017–2018.

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 master en Master of Science in Engineering de l'année 2017–2018.

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 Master theses in Master of Science in Engineering in 2017–2018.

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.

|                             |    |                          |    |   |    |
|-----------------------------|----|--------------------------|----|---|----|
| Thibaud Allaman.....        | 17 | Christoph Giger.....     | 24 | Patrick Noth.....                       | 31 |
| Thomas Baumgartner .....    | 18 | Marco Jordi.....         | 25 | Bernhard Matthias Nyffenegger .....     | 32 |
| Dick Paul Chavez Arias..... | 19 | Nicole Leuenberger ..... | 26 | Tobias Clemens Sebastian Schäuble ..... | 34 |
| Fabian Eichin .....         | 20 | Jan Lochmatter.....      | 27 | Jonas Oliver Wälten .....               | 35 |
| Marcell Balázs Fieni.....   | 22 | Adrian Maag.....         | 28 | Joel Wenger .....                       | 36 |
| Markus Adrian Gafner .....  | 23 | Adrian Morgenegg .....   | 30 |   |    |

# Total Process Control (TPC)

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Industrial Technologies

Thesis advisor: Dr. Bertrand Dutoit

Expert: Christian Rhême (Frewitt SA)

Industry partner: Frewitt SA, Granges-Paccot

The entire industrial sector has entered a phase of profound change that sees digital technologies integrate into the heart of industrial processes. This fourth industrial revolution gives birth to a new generation of plants that we call «Cyber-factory», «Integrated Industry», «Innovative Factory» or «Industry 4.0», this major technological break offers an extraordinary field of innovations, progress and growth.

17

## Introduction

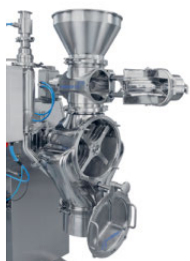
Since 1946, Frewitt Ltd., located near Fribourg, Switzerland, has been at the forefront in the development of milling processes, as well as the manufacturing of premium quality mills for renowned, industry-leading clientele active in the pharmaceutical, fine chemical, and food sectors.

Most industrial machines processing, handling or processing matter wear and degrade over the time. In most of the cases, a tool or a machine is substituted when it is broken. But today, thanks to new technologies, more and more so-called intelligent machines are emerging. These machines are for example able to know exactly when a tool must be changed, to stop a process autonomously if a defect is detected, or to recognize if the used tools are well suited.

## Project description

With increasingly innovative technologies and increasingly intelligent machines, the machines must be as autonomous and efficient as possible. Therefore «Total Process Control (TPC)» project was set up to equip Frewitt's machines with several sensors: avoid errors, detect/predict failures, avoid counterfeiting and guarantee the availability and productivity of the equipment and a maximum level of product quality. This project can be summarized in three main objectives:

**1. Online flowrate measurement:** indeed, by measuring the output powder flowrate, it would then be possible to detect any anomaly in the process (clogging, tools broken).



Fredrive HammerWitt-3

- 2. Tools detection:** with a certain technology such as RFID, we could check whether the tool corresponds to the right manufacturing process selected but also and especially to avoid counterfeits.
- 3. Foreign body and contact rotor-sieve detection:** this latter area is very important because it can avoid major mechanical breakages, product pollution and also explosions.

## Results and conclusion

The results of the project are explained in the three following main objectives:

**1. Online flowrate measurement:**

- Only the sensor using microwaves (FlowJam S) was usable.
- This sensor is able to measure flowrates up to 1 tons/hour (flour).
- Depending on the flowrate and the pipe diameter, an inside process problem (clogging, drilling, etc...) can be detected.

**2. Tools detection:**

- Selection, test and encapsulation of a commercial RFID Tag. It has been demonstrated that it is still able to detect through 2 mm of stainless steel, which fulfill the target specifications.
- New prototype (RFID sensors and tags) designed and tested.
- ATEX O/20 certification for the tag and the sensor has started.
- A cost estimate of sensor and tag implementations on the three machines mentioned above has also been carried out.
- It is now possible to detect tools and avoid forgeries.

**3. Foreign body and contact rotor-sieve detection**

- Metal foreign bodies with a size up to 2 mm (target 1.5 mm) diameter were detectable with a speed of 300-1800 rpm.
- Designed of a prototype in 3D to easily connect the sieve with the PLC which could be used in explosives zones.
- This technology not only allows the detection of foreign bodies, but also the detection of sieve-rotor contacts. This last point, however, was not tested in this study.



Thibaud Allaman

thibaud.allaman@outlook.com

# infoBeads – ein Datenerfassungssystem für Elektrofahrzeuge

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energie und Umwelt

Betreuer: Prof. Peter Affolter

Experte: Prof. Kurt Hug

- 18 «Die Zukunft fährt elektrisch» lassen grosse Automobilhersteller verlauten. Begründet wird diese Aussage meist mit der hohen Effizienz elektrisch angetriebener Fahrzeuge. Doch wie effizient sind diese Fahrzeuge wirklich? Wie hoch ist der Realverbrauch? Welche Komponenten verursachen welchen Anteil der Verluste? Um diese Fragen zu beantworten, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein System zur plug-to-wheel Wirkungsgradanalyse von Elektrofahrzeugen entwickelt.



Thomas Baumgartner  
thomas.baumgartner@live.de

## Motivation

Die heute gängigen Prüfstanduntersuchungen ermitteln die Effizienz des Antriebsstrangs und dessen Komponenten auf einem Fahrzyklus. Da der Wirkungsgrad des Antriebsstrangs stark vom gewählten Fahrzyklus abhängt, ist es sinnvoll, eine Untersuchung während des real Einsatzes durchzuführen. Auf diese Weise kann der Realverbrauch plug-to-wheel, die Antriebsstrangeffizienz und die Speichereffizienz der Batterie im Betrieb ermittelt werden. Messungen während dem Einsatz erlauben weiter das Bestimmen von Einflussfaktoren auf die Effizienz sowie das Aufzeichnen echter Fahrprofile. Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Systems, welches über die gesamte Lebensdauer der Fahrzeuge fortlaufend die Effizienz der Antriebsstrangkomponenten sowie den Realverbrauch ermittelt.

## Konzept

Zur Auswertung wird die Radleistung fortlaufend mithilfe eines modellbasierten Schätzverfahrens abgeschätzt. Aus der zeitlichen Integration der Radleistung kann der minimale Energiebedarf des Fahrzeuges für das gefahrene Profil berechnet werden. Gleichzeitig wird die von der Batterie abgegebene, resp. aufgenommene Leistung gemessen. Woraus wiederum die von der Batterie abgegebene Energie berechnet werden kann. Auch während dem Aufladen der Traktionsbatterie wird die von der Batterie, als auch vom Ladegerät aufgenommene Energie aufgezeichnet. Aus dem Vergleich dieser Energien kann die Speichereffizienz, die Antriebsstrangeffizienz während dem Antrieben, als auch während dem Rekuperieren sowie der Realverbrauch und die Gesamteffizienz des Fahrzeuges auf dem gefahrenen Profil berechnet werden.

## Vorgehen

Im Rahmen dieser Arbeit konnte die Entwicklung des Datenerfassungssystems «infoBeads» vom Konzept bis hin zur Erprobung einer Pilotserie umgesetzt werden. Die Arbeit kann grundsätzlich in eine Konzeptphase, eine Realisierungsphase sowie in eine Testphase unterteilt werden.

In der Konzeptphase wurden mehrere Messkonzepte erstellt und evaluiert. Mithilfe des Messkonzeptes konnten Sensoren und Systemkomponenten ausgewählt und festgelegt werden. Zudem wurden Anforderungen bezüglich der Stromversorgung und der Konnektivität des Gerätes vereinbart. Besonders wurde darauf geachtet, dass das System universell eingesetzt werden kann.

In der Realisierungsphase wurde in einem ersten Schritt die Hardware entwickelt. Als Mikrokontroller wurde der LO1 von Pycom ausgewählt. Weiter galt es Komponenten wie Beschleunigungssensor, Barometer, Temperatursensor, GNSS Empfänger sowie CAN-Schnittstellen auszuwählen und auf der Leiterplatte zu integrieren. In einem zweiten Schritt wurde der Mikrokontroller programmiert, die Programmierung erfolgte in MicroPython und ist so gestaltet, dass Sensordaten zeitgesteuert abgefragt, aufgezeichnet und übermittelt werden. Die übermittelten Sensordaten werden in einem dritten Schritt mithilfe von MATLAB extern aufbereitet und ausgewertet. Während der Testphase wurde ein Gerät in ein Versuchsfahrzeug eingebaut und in Betrieb genommen. Mithilfe der auf diese Weise gesammelten Daten konnte das in der Konzeptphase evaluierte Messkonzept bestätigt werden. Ebenfalls konnte die Hardware, die Software, die Kommunikation sowie die Auswertung getestet und verbessert werden.

## Fazit und Ausblick

Das in dieser Arbeit entwickelte System ist funktionsfähig und kann fortan eingesetzt werden. Die Resultate sind aufschlussreich und zeigen deutlich, in welchen Betriebspunkten das untersuchte Fahrzeug effizient arbeitet und in welchen nicht. In einer nächsten Phase wird das System von der BFH TI zur Fahrzeugdatenerfassung in verschiedensten Projekten eingesetzt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können anschliessend in die Weiterentwicklung miteinfließen und dazu beitragen das System zu einem Serienprodukt weiterzuentwickeln.

# Optimierung der strategische Planung in einer Organisation

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Informations- und Kommunikationstechnologien

Betreuer: Prof. Marcel Pfahrer

Experte: Prof. Dr. Andreas Spichiger

Die Optimierung der strategischen Planung ermöglicht, dass sich eine Organisation den neuen Herausforderungen des Umfelds anpassen und ein Unternehmen seine Vision mit einem wirtschaftlichen Wachstum verfolgen kann.

19

## Ausgangslage

Bewusst oder Unbewusst, organisiert oder nicht organisiert, formell oder informell entwickeln alle Unternehmen Strategien. Wenn ein Unternehmen nur 10 Mitarbeiter hat, wird es nicht schwierig sein, die Ideen, Aufgaben und Ziele mitzuteilen. Bei kleinen Organisationen ist es oft der Fall, dass die Strategien nicht formell bearbeitet werden. Bei grossen Organisationen wird oft die Kommunikation komplizierter. Mit mehr als 100 Mitarbeitern ist es nicht so einfach, eine Sitzung mit allen zu haben. Es ist nötig einen Weg zu finden, wie man die Ideen, Ziele, die Herausforderungen und die wichtigen Informationen mitteilen kann. Eine Strategie zu finden, womit man dies erreichen kann. Man muss planen, Ziele setzen, eine konstante Evaluation (Controlling) machen, um zu wissen, ob die bestehende Planung auf einem guten Weg ist oder ob neue Massnahmen zu treffen sind, etc. Das heisst: eine strategische Planung machen.

## Umsetzung

Die strategische Planung ist ein kontinuierlicher Prozess von der Konzipierung, Erarbeitung, Umsetzung und dem Controlling von Zielen. Die Arbeit beinhaltet im ersten Teil das Konzept für die Optimierung einer strategischen Planung und dabei wird die Berner Fachhochschule (BFH) und das Departement Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) analysiert. Im zweiten Teil wurde ein Prototyp (Proof of Concept) entwickelt, um dieses Konzept zu implementieren.

In dem Prototyp kann man eine Organisation bzw. ein Organigramm abbilden (auch eine Matrixorganisation). An jede Organisationseinheit, können Gruppen von Active Directory zugewiesen werden (auch einzelne Benutzer). In jede Organisationseinheit kann eine Informationsstruktur der Strategie definiert werden, um diese umzusetzen. Alle Formulare werden automatisch generiert, anhand von der Informationsstruktur der Strategie. Jede Organisationseinheit kann Aufträge an die unteren Organisationseinheiten weitergeben um die Verknüpfung von den Zielen von beiden Departementen zu machen. Weil jede Organisationseinheit ein eigenes Informationsstruktur der Strategie erstellen kann, kann sich jedes Departement an seinen Bedürfnisse und Arbeitskultur anpassen.

Dank diesem Konzept, kann von den übergeordneten Zielen der Executive Management bis zu den Akteuren gelangen. Und auch umgekehrt, die Akteure können verfolgen und schauen welche Auswirkungen ihre Arbeit und ihre persönlichen Ziele, ins gesamte Unternehmen mithilft. Die Überprüfung der Strategien ist viel einfacher dank dieses Konzept.

## Schlussfolgerung

Es gibt Punkte, die wichtig sind, um die strategische Planung gut optimieren zu können: ein einheitliches Vorgehen, eine einheitliche Dokumentation, klar definierte und stufengerechte Aufteilung von den Kompetenzen und Verantwortungen, Kommunikation gegen intern und extern und das Prinzip von W. Edwards Deming «The Deming Wheel»: es muss also einen Mechanismus geben, dass die Resultate oder Informationen von den einzelnen Akteuren wieder als Input für die nächste strategische Planung dienen können.



Dick Paul Chavez Arias  
dickch@gmail.com

# Implementation of sensorless vector control in permanent magnet synchronous machine drives

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Energy and Environment

Thesis advisor: Prof. Dr. Andrea Vezzini, Prof. Peter Affolter

Expert: Peter Baumann (Drivetek AG)

20 The modern environment of electric propulsion systems yields an extensive use of high efficient designs such as the permanent magnet synchronous machine. Applications range from fractional horse power systems up to traction drives rated at a few hundred kilowatts. The challenge of cost and energy efficiency could partially be answered with advanced and rationalizing control methods. One approach towards this goal is sensorless control which is the main subject of this work.



Fabian Eichin

## Motivation

An expanding percentage of worldwide consumed energy is delivered by electricity. According to the Swiss Federal Office of Energy, in 2016 a quarter of total consumed energy has supplied electric installations of Swiss households and industry from which a major part makes use of electric machine drives. Consequently efficient electric drive systems have become a focus for numerous applications ranging from simple pumps and fans to automotive traction systems. The competitiveness of electric drives could be increased even further when advanced cost and energy efficient control methods are applied.

## Objectives

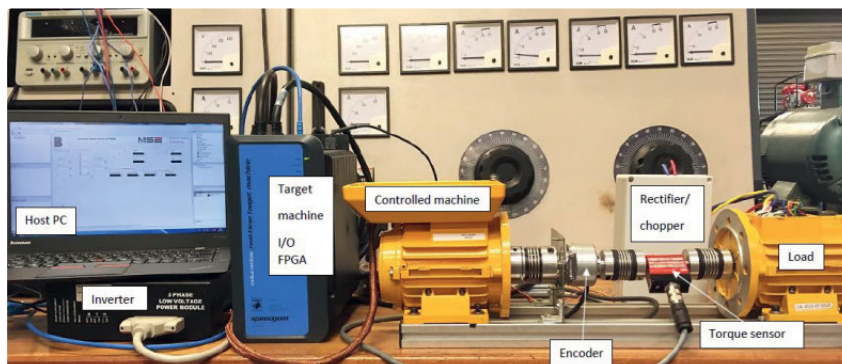
Reducing the amount of sensors in a drive system offers the potential of decreased factory costs while cutting back the probability of default. In case the most unfavorable sensor, namely the rotor encoder, is omitted, one speaks of sensorless control. This work aims at the target of implementing such control methods in a permanent magnet synchronous machine which is used as a pump drive. Therefore an entire control loop, including estimation and optimization techniques, is designed and employed. In conclusion, the performance is verified on a test bench and moreover on the real system.

## Approach

A real-time target computer, programmable with MATLAB/Simulink, is used for implementation steps. Thus, model-based control designs can be tested directly on the physical system. The sensorless strategy is based upon state space observer techniques which make use of a mathematical model and remaining sensor data, such as currents and voltages. The output of the observer is an estimate of the machine's rotational angle that replaces the costly mechanical sensor. Once the estimate is fed to the control system, high efficient vector control can be applied again. In a second phase the design is improved by compensating non-idealities via model-based feed-forward and optimization techniques.

## Conclusion

A synchronous machine drive rated at 0.5 kW has been employed successfully with sensorless speed control. The estimation design shows promising performance over a wide range of speed and under various load conditions. Furthermore, the system is able to adapt to thermal effects due to a supplemental optimization algorithm. Based on this work, additional methods can be tested straightforwardly and implementations may be done in various systems.



Test set up with two identical permanent magnet synchronous machines



# 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

# Analyse und Optimierung der Spannungshaltung der KWO

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energie und Umwelt

Betreuer: Prof. Michael Höckel

Experte: Dr. Oliver Krone (BKW Energie AG)

Industriepartner: Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen

22 **Wirtschaftlichkeit und Effizienz spielen eine zunehmende Rolle im Energiebereich. Im Rahmen eines Industry Sponsored Masters wurden zwei Projekte mit Fokus Analyse und Optimierung realisiert. Der Wirkungsgrad des Pumpspeicherkraftwerks Grimsel 2 wurde untersucht, um die aus natürlichen Zuflüssen stammende Energie zu bestimmen. Die Spannungshaltung der KWO wurde ebenfalls bearbeitet um allfällige Schwingungsphänomene im Kraftwerksnetz vermeiden zu können.**



Marcell Balázs Fieni  
marcellfieni@gmail.com

## Wirkungsgrade der Pumpspeicherkraftwerke der KWO

Die Kraftwerke Oberhasli AG betreibt das Pumpspeicherkraftwerk Grimsel 2 mit 400 MVA Gesamtleistung. Für jede in der Schweiz produzierte Kilowattstunde Energie wird ein Herkunftsnachweis (HKN) ausgestellt. Die KWO produziert Strom aus Wasserkraft und ist bestrebt, das Potential der möglichen HKN zu nutzen. Für die Bestimmung der herkunftsnachweisberechtigten Energie ist der Gesamtzykluswirkungsgrad der Pumpspeicherkraftwerke massgebend, da nur aus natürlichen Zuflüssen stammende Energie HKN-Wasserkraft berechtigt ist. Bei einem Umwälzwerk stammt ein Anteil an der Energieproduktion nicht aus natürlichen Zuflüssen, sondern aus dem Verbundnetz.

Die Untersuchung beinhaltet mehrere Berechnungsvarianten und eine detaillierte Behandlung der Teilwirkungsgrade, um ein genaues Bild vom Gesamtzykluswirkungsgrad zu gewinnen und Optimierungsmöglichkeiten zu entdecken.

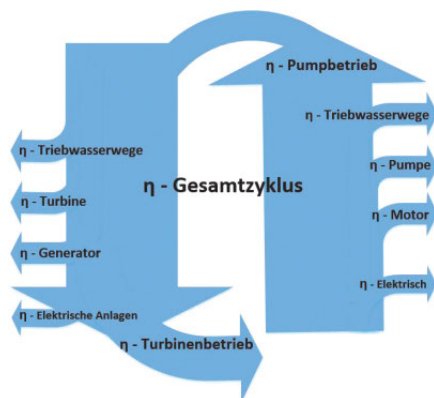
Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Pumpspeicheranlagen der KWO einen tieferen Gesamtzykluswirkungsgrad besitzen, als der vom Bundesamt für

Energie veranschlagte Pauschalwert. Die tieferen Wirkungsgrade bedeuten eine grössere Nutzung natürlicher Wasserzuflüsse, weshalb eine anlage-spezifische Herkunftsnachweisberechnung verlangt werden könnte.

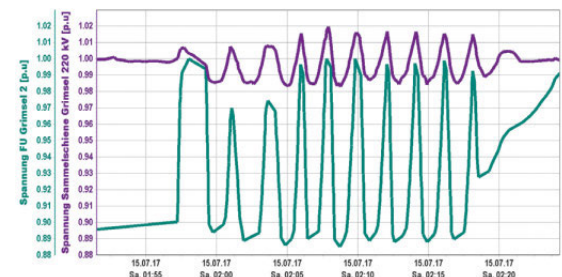
## Spannungshaltung der KWO

Um die Netzspannung in einem sicheren und stabilen Bereich und den Blindleistungseinsatz effizient und kostengünstig zu halten, organisiert Swisgrid die Spannungshaltung in der Schweiz. Sofern ein Kraftwerk zur Produktion am Netz ist, ist die Teilnahme an der Spannungshaltung obligatorisch. Die KWO setzt die verfügbare Blindleistung der Maschinen zur Spannungshaltung ein.

Konzept und Ausführung der Spannungshaltung der KWO wurden analysiert, die Spannungsregler und Blindleistungsreserve wurden überprüft. Bei engerem Toleranzband aufgetretene Schwingungsphänomene wurden untersucht und Optimierungsvorschläge gemacht. Simulationen zur Überprüfung von Reglerparameteränderungen bei verändertem Toleranzband sind vorgesehen.



Teilwirkungsgrade Pumpspeicherkraftwerke



Schwingungsphänomen im KWO Netz

# Optimierte Laser-Scan-Strategien für die mehrschichtige Bearbeitung von Oberflächen

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrielle Technologien  
Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Prof. Dr. Beat Neuenschwander  
Experte: Ernst Wilhelm Böckler (SCANLAB GmbH)

Ultrakurzpulslaser (UKP) sind das ideale Werkzeug für die Mikrobearbeitung. Die BFH entwickelt UKP-Prozesse, mit welchen hochpräzise Bearbeitungen möglich werden. Zur Erhöhung der Präzision und Reduktion der Prozesszeit wurde die Ansteuerung neu implementiert. Dabei wurde die Verarbeitungskette der Prozessdaten neu strukturiert und die Wegtrajektorie neu definiert. Durch die Änderungen konnte die Produktivität bei gleicher Präzision um bis zu 400 % gesteigert werden.

## Umfeld

Die Basis dieser Arbeit ist das UKP-Laser-Bearbeitungssystem des Instituts ALPS. Die Laserpulse werden durch einen Galvometer-Scanner auf das Werkstück abgelenkt. In vorherigen Arbeiten wurde das Scan-System mit dem Laser synchronisiert, wodurch das Gesamtsystem die maximale Präzision erreicht. Ein nur unzureichend gelöstes Problem war, dass die Scan-Spiegel aufgrund der Beschleunigungen zu schwingen begannen.

## Vorbereitende Arbeiten

In einem ersten Schritt wurde die Scan-Trajektorie neu definiert. Anstelle der Linienbefehle werden nun Mikrovektoren verwendet, welche mit einer definierten Zyklus-Zeit abgearbeitet werden. Dadurch kann als zusätzliche Bedingung an die Bewegung die Limitierung des Rucks berücksichtigt werden, so dass sich das Schwingen der Spiegel reduziert. Weiter sollte die Bildinformationen in die Prozessplanung integriert werden. Durch die Analyse des Bildes sollten nicht zu markierende Bereiche am Bildrand ignoriert werden. Dadurch, dass sich die Markierstrecke reduziert, sollte auch die Prozesszeit sinken.

## Vorgehen

Die prototypenhaft umgesetzten Optimierungen sollten in einer neuen Anwendung implementiert werden. Es galt dabei die Performance des Systems zu maximieren. Dazu wurde der Kern der Anwendung in C++ entwickelt. Zusätzlich wurde eine GUI implementiert, welche auf dem Kern aufbaut. Zwischen den beiden Teilen werden keine grossen Datenmengen übertragen, sondern lediglich Kommandos und Parameter. Diese Massnahme trägt entscheidend zu einem effizienten Speichermanagement bei, dass das Kopieren grosser Datenmengen weitgehend vermeidet.

## Resultat

Die neue optimierte Wendetrajektorie (Abb. 1) verbessert die Präzision des Systems deutlich. Der Positionsfehler der einzelnen Pulse beträgt rund  $1 \mu\text{m}$ . Der Markierprozess kann nun unmittelbar nach der Wende des Laserstrahls starten, da keine ungewollten Schwingungen im Ablenssystem mehr angeregt werden. Durch diese Massnahmen konnte, die Bearbeitungszeit für das Lasern des Reliefs der Schweiz um einen Drittel gesenkt werden. Zusätzlich Zeit kann durch das Optimieren der zu fahrenden Trajektorie basierend auf der Objektkontur eingespart werden. Das Einsparungspotential ist dabei abhängig von der zu erzeugenden Struktur. So konnte das Relief der Schweiz in einem Viertel der ursprünglichen Bearbeitungszeit erzeugt werden. Abb. 2 zeigt die Basisdaten und das resultierende Relief.



Markus Adrian Gafner  
markus.gafner@hotmail.com

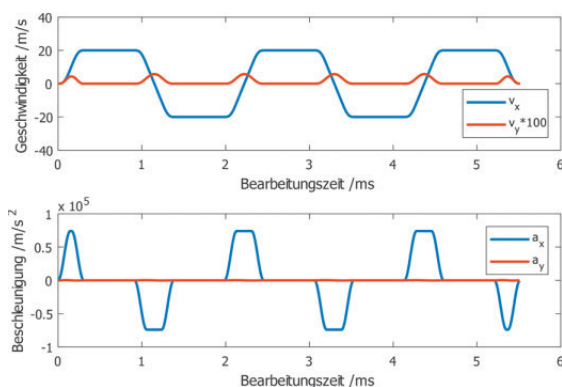


Abb. 1: Neu definierte Bewegungstrajektorie ohne Sprung bei der Wende

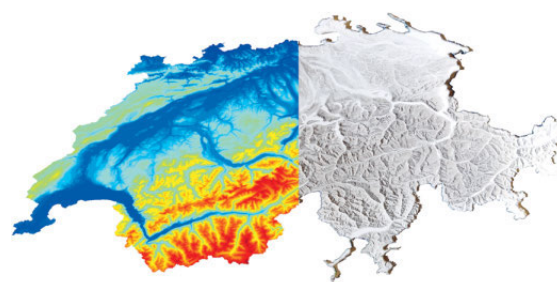


Abb. 2: Relief der Schweiz, Basisdaten links, das markierte Ergebnis rechts, Prozesszeit: 17 h statt 66 h



# Development of hybrid electric propulsion systems for ships

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Energy and Environment

Thesis advisor: Prof. Andrea Vezzini

Expert: Alois Müller

Industry partner: Jetboat Interlaken AG, Interlaken

- 24 The trend towards energy-efficient drives has also taken hold in shipping. With this master thesis, the topic powertrain was worked up in ships and different applications were investigated. Concepts for a hybrid electric respectively purely electric drive were created and assessed. In cooperation with the project partners, two applications were examined in detail. The results can now be used for the possible implementation.



Christoph Giger  
christoph.giger@bluewin.ch

## Project Leila

A charter company from Kauai is arranging tourist tours. A bigger tour is in planning, which goes around the island Kauai and is about 150 km long. The current boat Leila is not able to do it, but it's possible with the other boat, called Holo. The tours producing high operating costs. The company's goal is to save operating costs and make the boat environmental friendlier through less CO<sub>2</sub>-emissions. The goal is to develop a propulsion which meets the needs of the company. And with a cost overview is to show, if the propulsion is making economically sense.

## Result

After analyzing the tour profiles of Leila and Holo, an energy balance was calculated. The today's trip of Holo is comparable to the new planned trip. A concept of a parallel hybrid-electric propulsion is made and the costs overview as well. The result shows there are high investment costs and low operation costs savings. One of the main costs is the battery. The Kauai Island produces its electricity with oil. This rises the price for electricity above the price of oil. The company is interested to produce its electricity by themselves, therefore a calculation of the PV-Array is made.

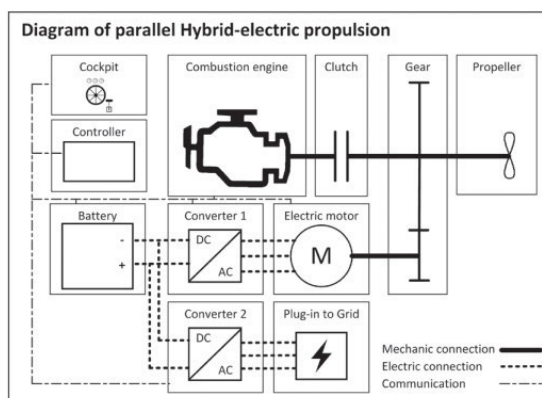


Diagram of parallel Hybrid-electric propulsion for Leila

## Outlook

The decision of the company is, that they are going to build the new boat in 2020. The construction foresees a hybrid-electric propulsion. But the first version will have a combustion engine only. The project is determined by the company's financial, and they want to see more economical benefits before they invest for a hybrid-electric propulsion. The master student and a boat builder of this company developed another boat, which is less powered.

## Project Jetboat

A company aims to electrify its boats. The jetboat is used on Lake Brienz for one-hour speed trips. The project objective is to check whether it is possible to convert the existing Jetboat to an electric. A feasibility study will examine this objective. It includes the answering of the technical questions and an accounting of the costs. If possible, a request to the Swiss Federal Office of Energy's Promotion Fund needs to be written.

## Result

The first investigation, the reconstruction of today's jetboat showed is not possible, if the requirements should be reached. Mainly the weight of the battery exceeds the existing drive's replacement weight of 620 kg. On the construction, it is not possible to change anything on the hull. The jetboat experiences a very high torsion during the 360° spins, therefore the entire hull is reinforced with struts like a grid. These conditions make a conversion only possible if the drive is being replaceable 1:1. The electric drive has a factor of 2.2 better efficiency than the combustion engine.

## Outlook

The company asks for a second investigation, a concept for a new Jetboat. This needs transport more passengers on one trip. A Swiss boat builder company is asked to work in collaboration. If a positive decision is made for the project, a prototype has to be produced and tested in the next 2 years.

# Condition Monitoring und Predictive Maintenance für Diamantdrahtsägen

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrielle Technologien

Betreuer: Prof. Dr. Axel Fuerst

Experte: Rolf Renggli (SBB CFF FFS)

Industriepartner: Meyer Burger AG, Gwatt (Thun)

Dank der permanenten Zustandsüberwachung von Diamantdrahtsägen lassen sich Defekte bereits frühzeitig erkennen. Durch das in dieser Thesis entwickelte Condition Monitoring System, kann von einer störungs- und zeitabhängigen- zu einer zustandsabhängigen Instandhaltungsstrategie umgestellt werden. Zudem werden mit vorausschauender Wartung (Predictive Maintenance) Stillstandszeiten und Betriebskosten, bei gleichzeitiger Ressourceneinsparung, deutlich reduziert.

25

## Ausgangslage

Mit einer Wafering-Diamantdrahtsäge werden Scheiben (Wafer) aus Silizium geschnitten, welche für die Zell-Produktion und schlussendlich für die Solar-Modulproduktion verwendet werden. Zur Steuerung und Regelung der Maschine und des Schneideprozesses sind zahlreiche Sensoren verbaut. Die Steuerungs- und Sensordaten wurden bisher jedoch nur in Schadensfällen ausgewertet. Im Rahmen dieser Master Thesis wurde deshalb ein Condition Monitoring System auf Grundlage dieser Daten entwickelt.

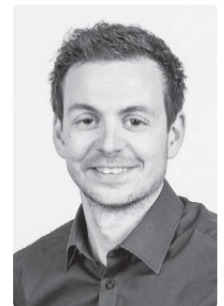
## Vorgehen

Nach einer gründlichen Analyse des Ist-Zustandes, wurden verschiedene Konzepte zur Zustandsüberwachung von Teilsystemen der Drahtsäge erarbeitet. Die Konzepte wurden anhand des Kundennutzens und der Machbarkeit bewertet. Aufgrund dieser Konzeptbewertung wurde mit der Entwicklung eines Condition Monitoring Systems für die Teilsysteme Kühlkreislauf, Lager der Drahtführungsrollen und Drahtspannsystem

begonnen. Um das Verhalten der Säge und potentielle Störungen zu simulieren, wurde für diese Systeme ein digitaler Zwilling erstellt (Modellierung der Systeme). Anhand der Erkenntnisse und Resultate aus den Simulationen und anhand realer Sensor- und Steuerungsdaten konnte mit der Datenanalyse und dem Aufbau des Condition Monitoring System begonnen werden.

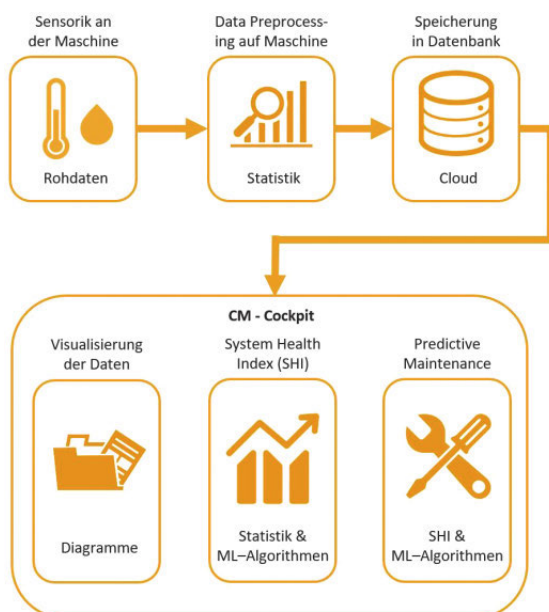
## Resultate

Der Aufbau und die Funktion des resultierenden Condition Monitoring System zeigt Abbildung 1 auf. Rund 120 Kanäle mit Sensor- und Steuerungsdaten werden durch die Drahtsäge erfasst. Im Preprocessing werden aus der enormen Menge an Rohdaten statistische Kennzahlen extrahiert. Die in einer Datenbank gespeicherten Kennzahlen werden anschliessend benutzt, um im entwickelten «Condition Monitoring Cockpit» (GUI) die Daten zu visualisieren. Mittels Principal Component Analysis kann zudem für jedes Teilsystem ein «System Health Index» berechnet und angezeigt werden. Dieser Index ermöglicht es dem Bediener den Zustand der Diamantdrahtsäge anhand einer aussagekräftigen Kennzahl zu beurteilen. Im Weiteren besitzt das Cockpit ein Predictive Maintenance Tool, welches mittels Rekursiven Neuronalen Netzwerken (LSTM) den künftigen Verlauf des jeweiligen System Health Indexes berechnet. Auf Grundlage dieser Prognose, mittels Machine Learning, können schliesslich Wartungen geplant und Ersatzteile bestellt werden.



Marco Jordi

jordi.marco@bluewin.ch



Aufbau und Funktion des Condition Monitoring Systems

## Fazit

Durch das entwickelte Condition Monitoring System eröffnen sich für den Industriepartner neue Geschäftsmodelle. Mit der Berechnung des Gesundheitszustandes und des Zeitpunktes der nächsten Wartung können optimierte Serviceleistungen angeboten werden. Zudem wird durch die Einführung eines solchen Systems ein erster Schritt in Richtung Smart Factory und Industrie 4.0 gemacht. Somit kann die Meyer Burger AG seine Position als Technologieführer weiter festigen.

# Entwicklung und Regelung einer 5-phasigen permanenterregten Synchronmaschine

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energie und Umwelt

Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini

Experte: Prof. Dr. Adrian Omlin (Hochschule Luzern)

Industriepartner: drivetek ag, Brügg

26 Das Interesse an mehrphasigen elektrischen Maschinen hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen, was sich vor allem auf das Volumen der zu diesem Thema publizierten Arbeiten auswirkt. Die Firma drivetek ag, ein führender Engineering-Dienstleister für applikationsspezifische Antriebstechnik, hat das Potential der mehrphasigen permanenterregten Synchronmaschinen erkannt und möchte ihr Wissen in diesem Bereich weiter vertiefen.



Nicole Leuenberger

nicole.leuenberger@gmail.com

## Ausgangslage

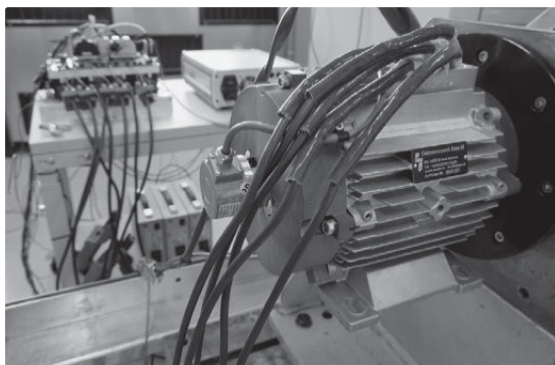
Als mehrphasig werden Maschinen bezeichnet, die über mehr als drei Phasen verfügen. In drehzahlvariablen Antriebssystemen erfolgt die Versorgung des elektrischen Motors über eine Leistungsendstufe und die Anzahl der Phasen ist grundsätzlich frei wählbar. Mehrphasige elektrische Maschinen besitzen gegenüber den konventionellen 3-phasigen Maschinen einige Vorteile, wie beispielsweise eine höhere Fehler-toleranz durch Redundanz oder die Möglichkeit der Stromaufteilung auf eine höhere Anzahl Phasen. Sie besitzen jedoch auch einige spezielle, von einer 3-phasigen Maschine abweichende Eigenschaften, deren Auswirkungen in der Praxis noch nicht abschliessend festgestellt werden konnten.

## Zielsetzung

Die Funktionsweise der mehrphasigen Maschinen soll deshalb am Beispiel einer 5-phasigen permanent-erregten Synchronmaschine in der Praxis untersucht werden. Die Arbeit umfasst die Realisierung der Maschine, die Entwicklung einer Regelung sowie die Inbetriebnahme.

## Vorgehen

Nach einer ersten analytischen Grobauslegung wurde die Geometrie der zu entwickelnden 5-phasigen Maschine mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) und dem Software-Paket JMAG Designer opti-



Die entwickelte 5-phasige permanenterregte Synchronmaschine auf dem Prüfstand der drivetek ag

miert. Bei der Optimierung wurde insbesondere darauf geachtet, dass die in der verteilten Wicklung induzierte Spannung möglichst sinusförmig verläuft. Die Maschine besitzt ein Double Layer V-Shaped Rotor-Design und eine nominelle Leistung von rund 5kW. Bei der Entwicklung der Vektorregelung wurde ein Rapid Control Prototyping Ansatz verfolgt. Dabei wurden unterschiedliche Regelalgorithmen mittels Model Based Design in der MATLAB/Simulink Umgebung entwickelt und anschliessend in einer Software-in-the-Loop Simulation (SIL) an der realen Maschine getestet. Das Herzstück der Regelung ist die Raumzeigermodulation, mit welcher die Ansteuersignale für die Leistungsendstufe auf der Basis der Pulsweitenmodulation erzeugt werden. Es wurden mehrere Modulationsarten mit unterschiedlichen Optimierungskriterien (Spannungsausnutzung, Schaltverluste und Oberwellen) implementiert.

## Ergebnisse und Ausblick

Die entwickelte 5-phasige Maschine konnte in den Labors der drivetek ag erfolgreich in Betrieb genommen werden. Dabei wurden die wichtigsten Maschinenparameter messtechnisch ermittelt und verifiziert. Beim Betrieb mit den entwickelten Regelalgorithmen konnten wichtige, neue Erkenntnisse über mehrphasige Maschinen gewonnen werden. Die zuvor erarbeitete Theorie hat sich zwar als richtig erwiesen, jedoch bewirkt bei dieser Maschinentopologie eine relativ kleine dritte Harmonische Spannungsamplitude im Back EMF eine viel grössere Verzerrung des Phasenstroms als erwartet. Aus diesem Grund wurde während der Inbetriebnahme ein weiterer Algorithmus entwickelt, welcher die Grundwelle des Phasenstroms regelt und zusätzlich die dritte Harmonische auslöscht.

Mit dieser Arbeit konnten die zusätzlichen Anforderungen an die einzelnen Entwicklungsschritte, die durch eine mehrphasige Maschine entstehen, aufgezeigt werden. Insbesondere die hohe Anzahl Freiheitsgrade beim Maschinendesign und in der Regelung bieten zukünftig jedoch interessante neue Möglichkeiten im Bereich der drehzahlvariablen Antriebssysteme.

# Machine Vision Aided Laser Processing for Stent Manufacturing

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Industrial Technologies

Thesis advisor: Prof. Andreas Habegger

Expert: Rico Zoss (ANNAX Unternehmensgruppe)

Industry partner: BW-TEC AG, Höri

Stents are a key element in modern angioplasty. Stents are tube-like expandable wire meshes which are placed in narrowed vessels and ensures that the vessel remains open. Polymer coats allow drug elution at the cost of increased manufacturing complexity. Our machine vision system supports the automation of the laser cutting and welding process to cut the coat to its precise shape.

## Motivation

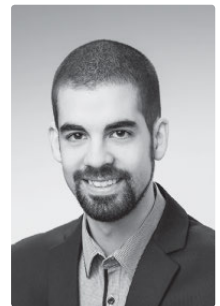
Traceability and reproducibility are two major keys of today's medical device manufacturing. Both issues are simultaneously addressed by an increase in the automation level along the manufacturing process. The Institute for Human Centered Engineering (HuCE) in cooperation with the Swiss-based company BW-TEC take efforts to increase this automation level for the production of coated stent grafts. Therefore, the Laser Welding Machine (LWM 1410) developed by BW-TEC serves as an appropriate research and automation platform for this thesis.

## Goal

The process automation of coated stent grafts requires the integration of a machine vision system into the LWM. This allows to cut each graft based on its unique contour. The integration of this system requires three major modification to the LWM: First, extension of the machine firmware on the programmable logic controller (PLC); second, development of a C++ library providing the new features to the existing human machine interface (HMI); and third, integration of a lighting solution to illuminate the stents with high intensity.

## System Integration

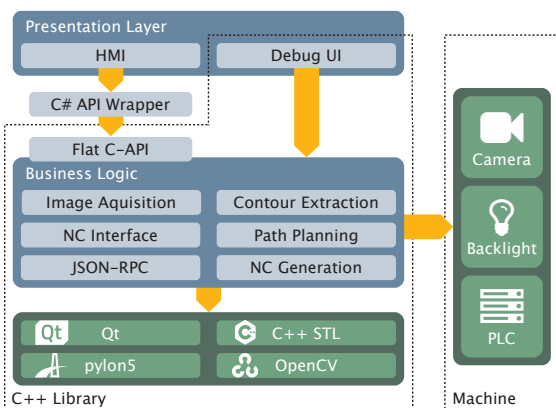
The LWM uses a CO<sub>2</sub> laser and two motion axes to process the stent coat. The PLC firmware provides machine control through a numerical control (NC, G-Code) interface. An additionally implemented remote procedure call interface (JSON-RPC) enables access to machine parameters. The PLC is connected to the machine PC by a network layer (TCP sockets). The PC hosts the HMI and the machine vision algorithms. The stent contour extraction algorithm is developed in a dedicated bachelor thesis, in parallel to this MSE thesis. A LED filament based backlight solution located inside a glass tube provides bright light and simultaneously retains the stent during processing. A purposely developed driver circuit synchronizes the current to the exposure signal of the camera, preventing the LEDs from overheating.



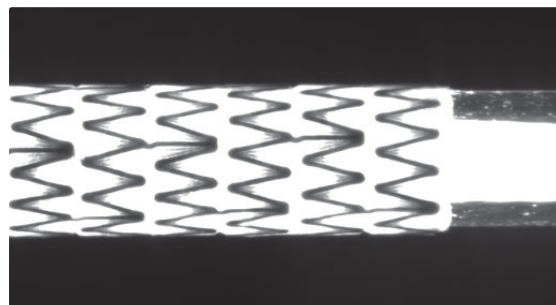
Jan Lochmatter  
mail@lochmatter.engineer

## Results

The existing NC communication protocol has already been used successfully beyond this thesis. The JSON-RPC protocol further simplifies the access to internal machine parameters. The library is able to control the machine functions and movement as well as the vision components. The provided API will allow integration into the existing HMI. The bright light of the LED filament based backlight results in high contrast images and supports the consecutive image processing.



System overview



Backlit coated stent on glass tube

# Project LightShield: Design of the Hybrid Sensor Chip

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Industrial Technologies

Thesis advisor: Prof. Dr. Theo Kluter

Expert: Prof. René Beuchat (EPFL)

Industry partner: Fastree3D, Ecublens

- 28 The potential of the combination of 2D and 3D information is beyond controversy. However, the merging of sensors require an enormous amount of computation power and engineering. In this project, we propose a monolithic sensor where intensity pixels and distance sensors are combined in an joint array, resulting in a novel device to todays market.



Adrian Maag

## Introduction

Bi-dimensional (RGB) and tri-dimensional (Depth) imaging are perceived as fundamentally different (and somewhat incompatible) technologies. The vastest majority of computer vision algorithms in use today are designed to operate on 2D images, and most of them cannot easily be ported or adapted to a 3D point cloud. Conversely, processing algorithms for depth maps operate primarily on the geometry of the scene, as they make poor use of additional information carried by the reflectivity, or the color of the voxels. In reality, a correct mix of 2D and 3D techniques can greatly improve the efficiency and accuracy of computer vision devices and algorithms, and open the way to truly intelligent vision systems.

## Method

The proposed technology uses direct time of flight to measure the distance to a target. From a proprietary laser source, a pulse is emitted onto the measuring object, reflected, and detected by time-correlated single photon counting (TCSPC) devices, so called SPAD's. The detected laser pulse impact is measured in time, and the distance to the target can be computed. On the other hand, common intensity pixels (RGB pixels) are used to detect the 2D-representation of the target.

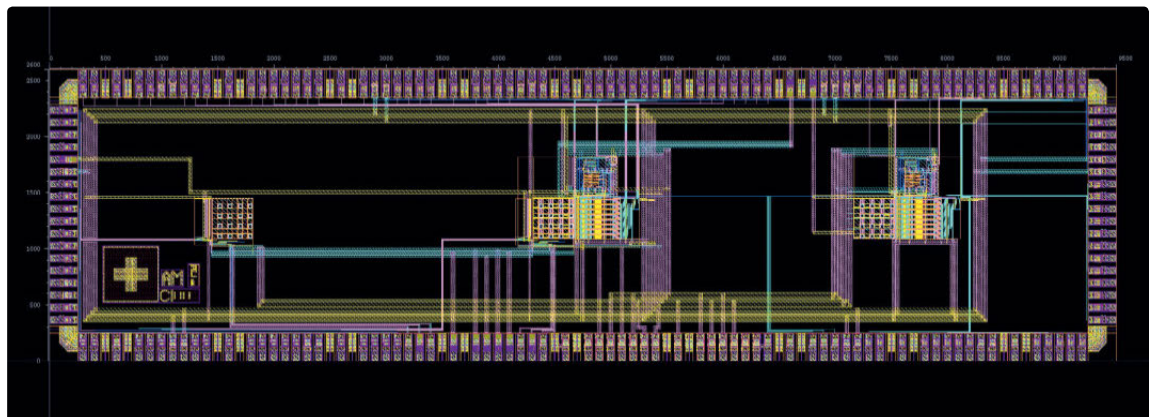
Combining the SPAD and RGB pixels in a joint area removes parallax errors and provides a novel method to combine traditional 3D-point clouds with 2D-color pictures.

## Result

In this project, a monolithic sensor chip was designed on a 180 nm CMOS image sensor process, where RGB pixels and TCSPC avalanche diodes are arranged in a joint array. Additional circuitry to drive, control and readout the sensors required to achieve the experimental rate of 25 frames per second are realized. To provide maximum flexibility and the ability to cross-check, the chip contains a TCSPC-only array, a RGB-only array and a combined array with corresponding control circuitry.

## Conclusion

The desinged prototype device can be used to prove the usability of these two sensor types located next to each other, opening an entire new field for hybrid chip design. Preliminary results showed that the achieved resolution in depth is below 8 mm. Future work will focus on testing and verifying the circuitry, and on the design of a large-scale chip of the same character.



Layout of the monolithic sensor chip

**empowering you**  
innovation  
creativity  
success



## Bei Zühlke steht Innovation im Mittelpunkt

Wir setzen für unsere Kunden neue Ideen um – mit branchenübergreifender Business- und Technologiekompetenz und ganz viel Erfahrung. Wir denken so immer wieder in neuen Bahnen. Wir übernehmen auf ganzer Linie Verantwortung für Produkte, Services und Geschäftsmodelle der digitalen Zukunft.

Als Arbeitgeber stehen wir für Wertschätzung, Anerkennung und Teamarbeit. Passt zu dir? Dann gleich mehr erfahren und bewerben: [zuehlke.com/jobs](https://zuehlke.com/jobs)

### Deine Einstiegsmöglichkeiten in Zürich und Bern:

- Software Engineer
- Entwicklungsingenieur

### Oder für:

- Semester- oder Projektarbeit
- Bachelor- oder Masterarbeit
- Praktikum

# Prozessbasiertes Forschungsinformationssystem der BFH

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Informations- und Kommunikationstechnologien

Betreuer: Prof. Marcel Pfahrer, Prof. Dr. Urs Sauter

Experte: Prof. Dr. Andreas Spichiger

- 30 **An der Berner Fachhochschule (BFH) wird aktuell die Umsetzung eines Forschungsinformationssystems (FIS) geplant. Dadurch sollen Forschungsprojekte an der BFH effizienter verwaltet und Führungsunterlagen zur Forschung einfacher bereitgestellt werden können. Unabhängig davon wurde in der BFH entschieden, die Geschäftsprozesse zukünftig mit BPMN zu modellieren. Diese Masterthesis soll die Machbarkeit eines FIS mit automatisierten BPMN-Prozessen aufzeigen.**



Adrian Morgenegg

## Ausgangslage

Mit dem FIS sollen die Geschäftsprozesse in der Forschung, insbesondere auch Führungsprozesse, vereinheitlicht und durch ICT besser unterstützt werden. Die Erfassung von Forschungsprojekten ist ein Prozess davon, welcher für den Proof of Concept (POC) dieser Arbeit ausgewählt wurde. Dazu sollen die Forschungsprojekte über eine einzelne Applikation eröffnet und verwaltet werden können. Im Moment sind für das Erstellen eines Forschungsprojekts an der BFH diverse manuelle Schritte notwendig. So müssen Personen per Email informiert sowie Angaben zum Projekt in mehreren Systemen redundant erfasst werden. Zudem ist zu keiner Zeit ersichtlich, wo dieser Prozess gerade steht. Der Auftrag der Masterthesis besteht darin, anhand eines POC die Machbarkeit eines prozessbasierten FIS zu evaluieren. Dazu werden mit BPMN modellierte Prozesse automatisiert.

## Analyse

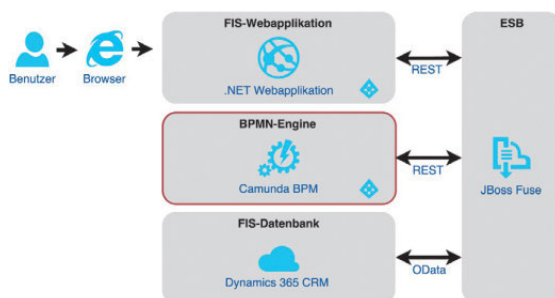
In einer Analyse wird der Prozess «Projekt erfassen» des FIS ausgearbeitet und mit BPMN ausführbar modelliert. Zudem wird die Integration in das bestehende SAP für die Finanzdaten sowie in das Dynamics 365 CRM für die Kontaktdaten ausgearbeitet. Um der zurzeit im Wandel stehenden Architektur der BFH zu entsprechen, wird ein Enterprise Service Bus (ESB) sowie eine Anbindung an ein Active Directory geplant. In einer parallel laufenden Internetrecherche wird unter anderem der Standard CERIF analysiert.

## Proof of Concept

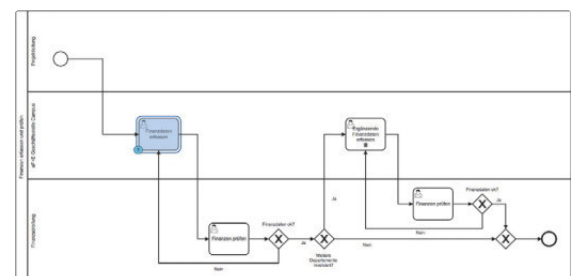
Im Proof of Concept (POC) wird die BPMN-Engine Camunda in Betrieb genommen und der Prozess «Projekt erfassen» automatisiert. Zudem wird eine FIS-Webapplikation mit ASP.NET MVC entwickelt. Als CRM wird eine Cloud-Instanz von Microsoft Dynamics 365 implementiert. Diese drei Systeme werden über den ESB JBoss Fuse miteinander verbunden. Mit der FIS-Webapplikation können nun Forschungsprojekte erfasst und die Aufgaben der dadurch gestarteten Prozesse abgearbeitet werden. Die Prozesse können jederzeit in Camunda überwacht und verwaltet werden.

## Ergebnis

Die Machbarkeit sowie die noch zu lösenden Probleme konnten anhand des POC erfolgreich aufgezeigt werden. Erkannte Probleme liegen im Bereich der Modelltransformationen zwischen den Systemen sowie im Umgang mit mehreren Versionen eines Forschungsprojekts. Für sämtliche erkannten Probleme wurden Lösungsansätze ausgearbeitet. Ein prozessbasierter Ansatz ist somit machbar und der empfohlene Weg für die Umsetzung des FIS an der BFH.



Architektur des Proof of Concept



Automatisierter BPMN-Prozess in Camunda

# Effizientes Spannungsqualitäts-Messmanagement

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energie und Umwelt

Betreuer: Prof. Michael Höckel

Experte: Dr. Oliver Krone (BKW Energie AG)

Industriepartner: BKW Energie AG, Ostermündigen

Die Netzbetreiber stehen durch den steigenden Kostendruck vor der Herausforderung, die Spannungsqualität in ihrem Netz möglichst effizient und zuverlässig erfassen sowie beurteilen zu können. Die Motivation dieser Thesis liegt deshalb in der Entwicklung eines Algorithmus, welcher die bezüglich Spannungsqualität kritischen Netzknoten im Verteilnetz bestimmt und die Anzahl Messpunkte minimiert.

31

## Algorithmus

Ein einfacher Ansatz um potentielle Schwachstellen (Hotspots) bezüglich Spannungsqualität (PQ) zu identifizieren, liegt in der Berechnung der relativen Spannungsänderung für jeden Netzanschluss. In vier Trafokreisen der BKW Energie AG wurden PQ-Messungen an 22 Netzanschlüssen durchgeführt, welche als Hotspots ermittelt wurden. Durch den Vergleich der PQ-Messgrößen mit einer Kontrollgruppe, also unkritischen Netzknoten, liess sich der Algorithmus überprüfen. An den damit erlangten Hotspots ist die permanente Überwachung grundsätzlich sinnvoll, die Anzahl Messpunkte sollte allerdings noch weiter reduziert werden. Diese Reduktion erfordert die Kenntnis des Verlusts der Qualitätsreserve über die Leitungen und eine Verlagerung von Messungen an zentrale Knotenpunkte wie Transformatorstation oder Verteilkabine. Eine Möglichkeit zur Bestimmung des Qualitätsverlusts wurde in der Thesis ausgearbeitet.

## Resultate

Aus den Feldmessungen lässt sich eine positive Korrelation zwischen erhöhter Ausprägung von PQ-Phänomenen, insbesondere für Flicker und Unsymmetrie, und der relativen Spannungsänderung an Netzanschlüssen erkennen. Mit dieser Erkenntnis konnte ein Algorithmus zur Ermittlung von PQ-Hot-

spots entwickelt werden. Die Anwendung des Algorithmus auf das gesamte BKW-Niederspannungsnetz zeigt, dass 1 bis 4 % aller Netzanschlüsse als tendenziell kritisch zu betrachten sind, wobei das höchste Optimierungspotential in Streusiedlungen und Landwirtschaftsbetrieben besteht.

Die Daten zeigen zudem, dass sich durch Messungen in Transformatorstationen die Oberschwingungsspannungen an verteilten Netzanschlüssen zuverlässig eruieren lassen, was die Anzahl Messpunkte reduziert. Im Gegensatz dazu, besteht in den meisten Fällen keinen Zusammenhang von Flicker zwischen zentralen Netzknoten und Netzanschlüssen. Das Bild 1 zeigt eine untersuchte Netzstruktur, in der an den Punkten TS, VK A, VK B und HAK C gemessen wurde. Die zeitlichen Verläufe dazu sind im Bild 2 ersichtlich, welche die mit zunehmender Leitungslänge abnehmende Korrelation darstellen. Allerdings eignet sich die entwickelte Methode zur Ermittlung des Qualitätsverlusts und somit zur effizienten Erfassung der Spannungsqualität. Einer Abschätzung zur Folge, können damit im BKW-Verteilnetz die Anzahl Messpunkte um rund 70 % reduziert werden.



Patrick Noth

[patrick.noth@sensemail.ch](mailto:patrick.noth@sensemail.ch)

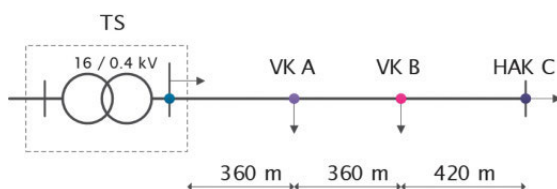


Bild 1: Untersuchtes Niederspannungsnetz

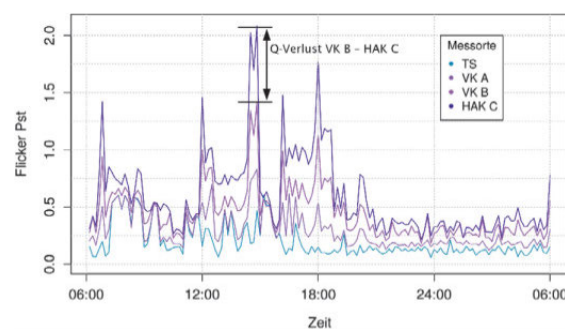


Bild 2: Flicker Pst für die Betrachtungspunkte TS und der Verteilkabinen A, B sowie dem HAK C



# Robust Drone Detection and Tracking in harsh Environment

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Information and Communication Technologies

Thesis advisor: Dr. Rolf Vetter

Expert: Dr. Friedrich Heitger

Industry partner: COMLAB AG, Ittigen

32 Drones are multi-talents of the skies. They allow unprecedented possibilities for private and professional applications. However, the technical and economical potential involve danger of unauthorized use or even abuse. Within the scope of this thesis, a modular sensor network has been developed to protect sensitive airspace and areas, such as the approach corridor of an airport, against unauthorized drone intrusions.



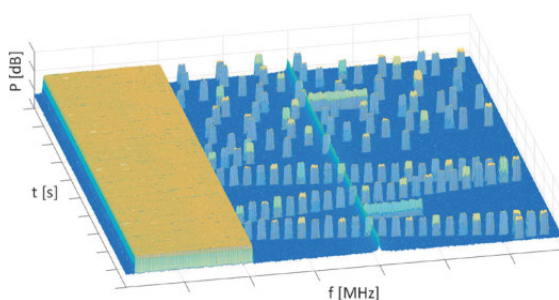
Bernhard Matthias Nyffenegger

## Background

Despite clearly defined no-fly zones and airspace regulations, violations of the current regulations are increasing. Equipped with explosive payloads, drones are even used in modern warfare by terrorists to target buildings and crowds of people. To avoid incidents with injured- or even dead ones, these shady sides of the steadily growing drone market must be countered with anti-drone systems.

## Methods

Most drones are equipped with a First Person View (FPV) transmission to the remote control to allow controlling the drone in FPV and taking aerial photos or videos. These electromagnetic signals are exploited for a Radio Frequency (RF) based detection and tracking of an intruding drone into a pre-defined security area. A sensor network, built on several spatial distributed sensor nodes, has been developed. Each sensor node is equipped with a detection triggered Direction of Arrival (DoA) estimation. To ensure a robust detection, morphological filtering in the frequency domain is used to separate drone- from interference signals. The DoA estimation is performed using modern beamforming techniques that simultaneously exploit signals from multiple antennas (antenna arrays).

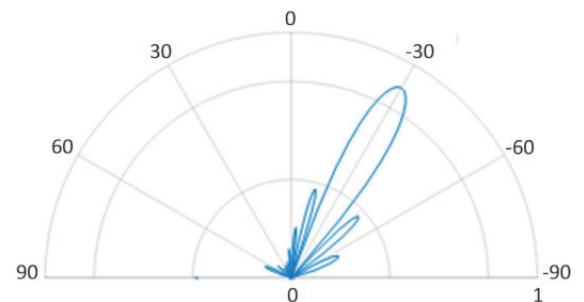


Power Spectral Density (PSD) of FPV Transmission- (l) and Remote Control Drone Communication Signals (r)

By conjoint data processing on a central unit, taking into account information from all sensor nodes, the position of an intruding drone is estimated in real-time and visualized in a Graphical User Interface (GUI). To guarantee a reliable position estimation even with missing DoA data over a short time, a flight path prediction system has been implemented using an autoregressive model for linear prediction.

## Results and Outlook

The performance of the developed sensor network has been validated on synthetic signals and confirmed in field tests by means of a sensor network, built on two sensor nodes. With a detection and tracking range of up to 3 km, a detection sensitivity of 85%, a standard deviation of  $1^\circ$  in the estimated DoA and no false alarms, promising results have been obtained. After an upcoming optimization phase, a competitive and smart drone detection and tracking system can be realized. Equipped with features such as early detection, high sensitivity at a low false alarm rate, high tracking accuracy and modular and expandable structure with minimized system overall costs, allows the system to prevail in the highly competitive anti-drone market.



Estimated Spatial Spectrum with Beam of detected Drone at Direction of Arrival (DoA) of  $-30^\circ$

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)

# A Dashboard Development Environment – Language, Library, and Workflow

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Information and Communication Technologies

Thesis advisor: Prof. Dr. Ulrich Fiedler

Expert: Dr. Dimitrios Gyalistras (Synergy BTC AG)

Industry partner: Synergy BTC AG, Bern

34 This master thesis describes the design and development process of a prototype enabling staff without informatics background to create intuitive dashboards. Up to now, development of interactive and intuitive data visualizations and their aggregation to dashboards mainly is non-generic. Repetitive and redundant developing tasks bear the risk of loss in quality due to human error and are cost-intensive for companies like the industry partner of this thesis Synergy BTC AG.



Tobias Clemens Sebastian Schäuble

bfh@klecks.info

## Initial situation

Synergy BTC, the industrial partner of this master thesis, offers advanced, customized planning and management information systems in the form of a software-as-a-service (SaaS), which can be employed to implement dashboards for data visualization. The current dashboard implementation process bears improvement potentials regarding its non-generic character, quality, and costs as well as its dependency on expensive third-party software.

## Objectives

The objective of this master thesis is an automated dashboard development process and the reduction of the dependency concerning commercial software for the industrial partner. Achieving this involves designing, developing, and evaluating a prototype of the dashboard development environment that employs the free and open-source programming language TypeScript. Subsequent, this dashboard development environment includes:

- a defining language
- a development library as well as
- a workflow for automated development.

## Method

In a first step, we have conducted detailed research and evaluated existing dashboard generation technologies. Secondly, we have designed and developed a dashboard defining language that has been implemented within a development generation library. Thirdly, we have realized a demon capable version of the dashboard generation library which we evaluated in the final stages applying various scenarios that included criteria like efficient dashboard generation, straightforward embedment, and simple manipulation and extension of defined dashboards.

## Implementation and Testing

Applying a dashboard defining language enables the dashboard developer efficiently generating and an easily embed, manipulate, and extend defined dashboards and their components. Also, specify interaction possibilities as well as setting data input sources. Briefly, the language allows to easily, shortly and intuitively define dashboards. Also, simple reusing and manipulating predefined dashboards or their subparts is possible. Tests by the industry partner with our dashboard development environment and its language indicate that this approach leads to a fast and comfortable way for developers without comprehensive computer science background to generate viable dashboards.

## Discussion and Outlook

This master thesis provides a comprehensive presentation of an automated dashboard creation processes and reducing dependency on third-party software. Our prototype has been proven feasible and practical. As a result of the modular language design, natural language and state of the art environment dashboard development became easy and intuitive. Personal learnings within the language design as well as environment and library construction enable the development of a suitable language for defining dashboards, allowing efficient and further developments for the industrial partner.



Illustration Peter Schäuble

# Automatisierter PV-Batteriespeichersystem Prüfstand

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energie und Umwelt  
Betreuer: Prof. Urs Muntwyler  
Experte: Dr. Rudolf Minder

Im Rahmen der «Energiesstrategie 2050» haben dezentrale Batteriespeicher in PV-Anlagen eine grosse Bedeutung. Zur automatischen Messung nach dem «Effizienzleitfaden» wurde ein Prüfstand entwickelt und programmiert. Er dient zur Charakterisierung der Wirkungsgrade, des Standby-Verbrauchs und der Regeleffizienz. Damit kann das effektive Verhalten dieser Systeme bestimmt werden. Zudem können damit Simulationsmodelle zur anwendungsspezifischen Analyse parametrisiert werden. 35

## Ausgangslage

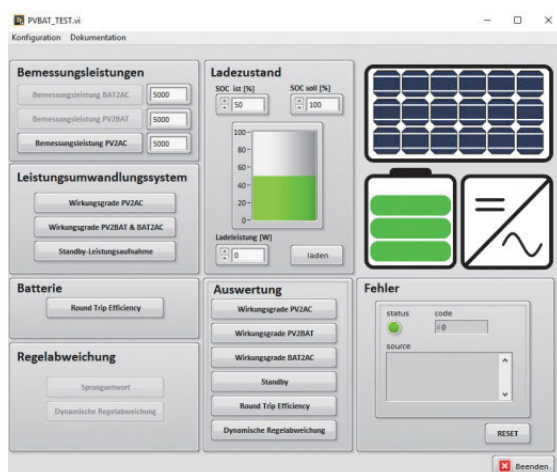
Aufgrund der sinkenden Einspeisevergütungen werden Photovoltaik (PV)-Anlagen zunehmend in Kombination mit PV-Batteriespeichersystemen installiert, um so den Autarkiegrad zu erhöhen. Infolge des steigenden Interesses an solchen Systemen und insbesondere derer Performance, hat sich das PV-Labor der Berner Fachhochschule (BFH) bereits im Jahr 2015 der «Speicherperformance» Gruppe angeschlossen. Das Ziel dieser internationalen Gruppe aus Instituten, Herstellern und Verbänden war es, einen Prüflitfaden zur Charakterisierung der Performance von PV-Batteriespeichersystemen zu erstellen. Nach rund zwei Jahren ist der «Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme» im März 2017 erschienen. Inhalt des Leitfadens ist das exakte Vorgehen zur einheitlichen Messung der Energieeffizienz von PV-Batteriespeichersystemen. 2016 hat das PV-Labor mit dem Bau eines PV-Batteriespeichersystem-Prüfstands begonnen. Im Rahmen der vorhergehenden Arbeiten wurde ein standardisierter Prüfstand für AC- und DC-gekoppelte Systeme aufgebaut. Die vorliegende Arbeit zeigt, wie der Prüfstand vollständig automatisiert wurde.

## Durchführung

In einem ersten Schritt wurde die Initialisierung und Ansteuerung der Messeinrichtung realisiert. Zur Messeinrichtung gehören die Leistungsanalysatoren, ein PV-Simulator sowie eine elektronische AC-Last. Nach der Realisierung der Ansteuerung und der entsprechenden Dokumentation, konnte mit der eigentlichen Automatisierung begonnen werden. Diese setzt sich aus vier Prüfböcken zusammen: der Bestimmung der Bemessungsleistungen, des Wirkungsgrades des Leistungsumwandlungssystems, des Batteriewirkungsgrades und der Regelabweichungen. Für jeden Prüfblock wurde ein Programm entwickelt, das die Prüfsequenz vorgibt und die benötigten Messungen durchführt. Im Anschluss wurde für jede Messung ein Auswertungsprogramm entwickelt. Die Auswertungsprogramme berechnen jeweils alle vom «Effizienzleitfaden» geforderten Daten und überführen sie ins passende Format für den Prüfbericht. Alle erstellten Programme wurden im Hauptprogramm «PVBAT TEST» zusammengefasst. Das Programm ermöglicht eine vollständig automatisierte Messung und Auswertung von AC- und DC-gekoppelten PV-Batteriespeichersystemen nach Vorgaben des «Effizienzleitfadens». Aus den Ergebnissen lassen sich einerseits Datenblattangaben ableiten und andererseits können damit Simulationsmodelle zur anwendungsspezifischen Analyse parametrisiert werden.



Jonas Oliver Wälten



PVBAT TEST – Software zur Durchführung der automatisierten Messung

# Development and Optimization of a Highly Compact, Dynamic Linear Drive

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Industrial Technologies

Thesis advisor: Prof. Dr. Andrea Vezzini

Expert: Christian Badertscher (drivetek ag)

36 Today's high-tech medical appliances require outstanding accuracy, reliability and speed. Reduced process times not only yield in increased throughput and therefore better financial returns for the operator, but also in reduced recovery times for the patient. Often, machine performance depends on single components or assemblies, acting as bottlenecks. This thesis is focused on optimizing the dynamic capabilities of a linear axis to improve overall machine performance.



Joel Wenger

## Project Outline

In collaboration with an industrial partner, Bern University of Applied Sciences is developing an ultra compact and highly dynamic linear drive system to replace an already existing and applied solution. Besides a very compact form factor, maximum thrust force density and best possible efficiency, the final design must also allow extraordinary positioning accuracy.

## Methodology

In a first step, an extensive literature study is compiled and different designs are evaluated using 3D Finite Element Analysis in JMAG Designer. During this step, several design parameters such as static thrust, acceleration and linearity are evaluated and the different designs are compared to one another. Also, an initial idea to use a «Halbach Array» for improved thrust, whilst not increasing the actual mass of the moving parts, is evaluated. In addition to applying a Halbach Array, different materials for the design are studied as well.

Once a suitable design is chosen, the geometry and dimensions of the linear drive are further optimized, allowing best possible performance for a given form factor. Also, a more in depth theoretical background

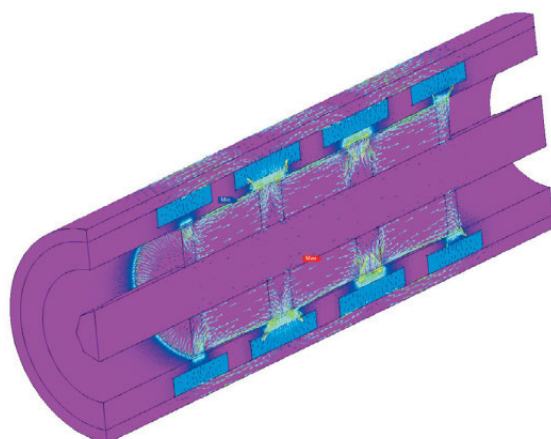
in applied Electromagnetics is derived, allowing to develop mathematical models of the actuator and improving general understanding for further optimizations.

Once geometry and materials are determined, the coils and, more specifically, the wire used for the design must be chosen appropriately. Therefore, a high fidelity reduced circuit model of the actuator as well as a suitable control structure for evaluation purposes are developed. Once this model is assumed to be sufficiently detailed, a suitable wire can be selected using parametric analysis. In a final step, an actual physical prototype is built.

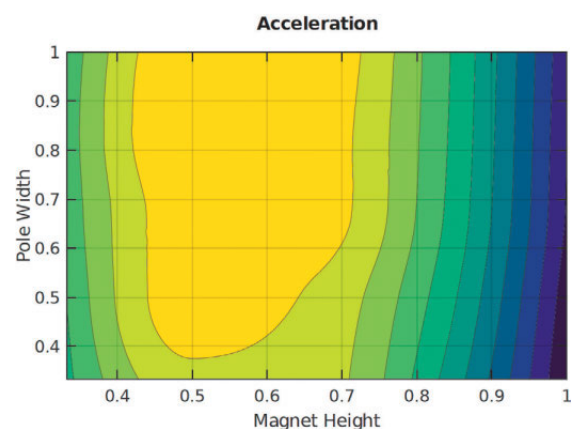
## Results

By using state of the art techniques to evaluate different designs and optimize a promising approach, a single phase linear actuator was developed, theoretically meeting and even exceeding the requirements given by our industrial partner. Also, several expensive and complicated solutions have been shown not to be as effective in this particular case.

During the course of this thesis several problems had to be mastered. By proving a, strictly speaking, simple design to perform just as well or even better than more elaborate ones, greatly facilitates the production process and tools required to build the final actuator.



Magnetic Flux and Joule Loss Density in a Reference Actuator



Result of a Parametric Study on a PMTL Actuator using FEA

**Berner Fachhochschule**

Master of Science in Engineering  
Quellgasse 21  
2502 Biel

Telefon +41 32 321 62 37

office.ti@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mse

**Haute école spécialisée bernoise**

Master of Science in Engineering  
Rue de la Source 21  
2502 Bienne

Téléphone +41 32 321 62 37

office.ti@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mse-f

**Bern University of Applied Sciences**

Master of Science in Engineering  
Quellgasse 21  
2502 Biel

Telephone +41 32 321 62 37

office.ti@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mse-e