



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



2019

Abschlussarbeiten  
Travaux de fin d'études  
Graduation Theses

## Master of Science in Engineering



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

## Liebe Leserinnen, liebe Leser

In einem Auto von null auf hundert in dreieinhalb Sekunden. Und das mit zwei umweltfreundlichen Elektromotoren. Oder in einem Motor-Kunstflugzeug am Himmel Pirouetten drehen, ohne Lärm zu verursachen und Abgase auszustossen. Oder dazu beitragen, dass Stromproduktion mit CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Strom aus erneuerbaren Energien verdrängt wird. Studierende an der Berner Fachhochschule Technik und Informatik befassen sich mit spannenden Themen. Mit ihrem Masterabschluss unterstreichen sie ihre ungebrochene Leistungsbereitschaft. Natürlich erfordert eine fundierte Ausbildung in Ingenieurwissenschaften und Informatik auch Durchhaltewillen und Leistungsbereitschaft. Doch das Studium verharnt nie in grauer Theorie, es zeichnet sich durch einen starken Einbezug in Forschungsprojekte aus. Dann sind Kreativität und eigenständiges Denken gefragt – Qualitäten, die später neben der erlangten Methoden- und Managementkompetenz einen fließenden Übergang vom Studium ins Berufsleben garantieren. Das eingangs erwähnte Elektro-Rennauto wurde von Studierenden der BFH konstruiert, die am internationalen Formula-Student-Wettbewerb teilnahmen. Das Kunstflugzeug mit Elektromotor nahm erstmals als Bachelor, dann als Masterarbeit zweier Studenten Gestalt an und wird nun vom BFH-Spin-off Evolaris weiterentwickelt. Und damit die schwankende Produktion erneuerbaren Energien mit Wasserkraft und neuen Energiespeicher ausgeglichen werden kann, erarbeiten Studierende auch dazu neue Lösungen. Diese drei Projekte stellte die BFH anlässlich des E-Prix Bern 2019 dem Publikum vor. Sie zeugen vom Erfindungsgeist und dem hohen technischen Sachverstand unserer Studierenden. Doch es sind nur drei Beispiele unter vielen. Weitere finden Sie in dieser Publikation. Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre und unseren Studierenden einen gelungenen Start in die berufliche Zukunft.

## Chères lectrices, chers lecteurs,

Passer en voiture de zéro à cent kilomètres/heure en trois secondes et demie avec deux moteurs électriques respectueux de l'environnement. Ou faire des pirouettes dans le ciel avec un avion de voltige à moteur, sans faire de bruit ni émettre des gaz d'échappement. Ou contribuer à remplacer la production d'électricité avec émission de CO<sub>2</sub> par de l'électricité issue d'énergies renouvelables. Les étudiant-e-s de la Haute école spécialisée bernoise Technique et informatique traitent des sujets passionnants. Avec leur diplôme de master, ils soulignent leur motivation inébranlable. Une formation solide en sciences de l'ingénieur et informatique exige naturellement aussi de la persévérance. Les études ne stagnent cependant jamais dans la pure théorie et se distinguent par une forte implication dans des projets de recherche. Créativité et réflexion autonome sont alors demandées – qualités qui, en plus des compétences méthodologiques et de management, assurent par la suite une transition fluide des études au monde professionnel. La voiture de course électrique mentionnée au début a été conçue par des étudiant-e-s de la BFH qui ont participé au concours international Formula-Student. L'avion de voltige avec un moteur électrique a tout d'abord pris forme dans le travail de bachelor, puis de master de deux étudiants et est maintenant développé par la spin-off Evolaris. Les étudiant-e-s élaborent aussi de nouvelles solutions pour compenser la production fluctuante des énergies renouvelables avec l'hydroélectricité et de nouvelles réserves d'énergie. La BFH a présenté ces trois projets au public à l'occasion du E-Prix Bern 2019. Ils témoignent de l'esprit inventif et de la grande expertise technique de nos étudiant-e-s. Il ne s'agit toutefois que de trois exemples parmi d'autres. Vous en trouverez plus dans cette brochure. Je vous souhaite une lecture passionnante et à nos étudiant-e-s un bon départ dans leur avenir professionnel.

## Dear Readers

Going from 0 to 100 in three and a half seconds in a car with twin eco-friendly electric engines, turning pirouettes in the sky in a stunt plane without generating noise or emissions, and helping to eliminate CO<sub>2</sub> emissions from electricity production through power from renewable energies. Students at the Bern University of Applied Sciences Engineering and Information Technology department tackle exciting projects. Obtaining a master's degree highlights their unfaltering drive and commitment. Completing an extensive programme in engineering and information technology obviously requires great determination. The programme is never restricted to dull theory and excels with its strong focus on involvement in research projects. Creativity and original thinking are also key – qualities which, in addition to the methodological and management skills acquired, will later ensure students enjoy a smooth transition from their studies to working life. The electric racing car mentioned above was designed by students at the BFH who were participating in the international Formula Student competition. The stunt plane with an electric engine first took shape as the bachelor's and then the master's thesis of two students and is now being developed by the BFH spin-off Evolaris. Students are also creating new solutions to compensate for fluctuations in renewable energy production using hydropower and new energy storage systems. BFH presented these three projects to the public at the E-Prix Bern 2019 event. They highlight our students' ingenuity and outstanding technical expertise. They are just three examples – you will find many more in this brochure. I hope you enjoy reading the brochure and that our students all get off to a flying start in their future careers.

 Prof. Dr. Lukas Rohr

# Inhalt

## Table des matières Contents

2

### Titel

- 3 Technik und Informatik an der BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Infotage
- 8 Master of Science in Engineering
- 10 Interviews mit Studierenden
- 12 Zusammenarbeitsformen
- 14 Liste der Absolventinnen und Absolventen
- 15 Bachelorarbeiten

### Titre

- 3 Technique et informatique à la BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Journées d'information
- 8 Master of Science in Engineering
- 10 Interviews d'étudiants
- 12 Formes de collaboration
- 14 Liste des diplômées et des diplômés
- 15 Travaux de bachelor

### Title

- 3 Engineering and Information Technology at BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Info days
- 8 Master of Science in Engineering
- 10 Interview with students
- 12 Collaboration
- 14 List of Graduates
- 15 Bachelor Theses

### Impressum

**Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik**

#### Online

book.bfh.ch

#### Inserate

communication.ti@bfh.ch

#### Formatierung

Hot's Design Communication SA

#### Druck

staempfli.com

#### Auflage

500 Ex.

### Impressum

**Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique**

#### Online

book.bfh.ch

#### Annonces

communication.ti@bfh.ch

#### Mise en page

Hot's Design Communication SA

#### 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

#### Layout

Hot's Design Communication SA

#### Printing

staempfli.com

#### Edition

500 copies

# Technik und Informatik an der BFH

## Technique et informatique à la BFH

### Engineering and Information Technology at BFH

Die Berner Fachhochschule BFH ist eine anwendungsorientierte Hochschule mit einem innovativen und praxisnahen Angebot in Lehre, Forschung und Entwicklung sowie in der 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.

[bfh.ch/ti](http://bfh.ch/ti)

#### 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 berufs begleitend und zweisprachig absolviert werden. Die sieben Bachelorstudiengänge im Bereich Technik und Informatik sind:

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

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

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

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

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

[bfh.ch/ti](http://bfh.ch/ti)

#### 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 choisissent une orientation et participent à des projets pratiques proches de la recherche.

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

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

- BFH develops innovative solutions and addresses the needs of its economic, technical, cultural and social environment.
- BFH cultivates strong partnerships connecting 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.

[bfh.ch/ti](http://bfh.ch/ti)

#### 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 [bfh.ch/ti/bachelor](http://bfh.ch/ti/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 Biomedical Engineering 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 [bfh.ch/ti/master](http://bfh.ch/ti/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 d'Ingénierie 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 [bfh.ch/ti/master](http://bfh.ch/ti/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's 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 Master degree programme in Biomedical Engineering, taught in English, with specialisations in the areas of Biomechanical Systems, Electronic Implants or Image-Guided Therapy is offered by the University of Bern in cooperation with 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 the completion of the degree, students may progress to a doctorate.

For additional information please go to [bfh.ch/ti/master](http://bfh.ch/ti/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  
[bfh.ch/ti/industrie](http://bfh.ch/ti/industrie)  
[bfh.ch/ti/forschung](http://bfh.ch/ti/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 an, 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  
[bfh.ch/ti/weiterbildung](http://bfh.ch/ti/weiterbildung)

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

À la BFH, la recherche appliquée a lieu dans des instituts 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, Énergie 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  
[bfh.ch/ti/industrie](http://bfh.ch/ti/industrie)  
[bfh.ch/ti/recherche](http://bfh.ch/ti/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  
[bfh.ch/ti/formationcontinue](http://bfh.ch/ti/formationcontinue)

## Research and development as the driving force of innovation

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  
[bfh.ch/ti/industry](http://bfh.ch/ti/industry)  
[bfh.ch/ti/research](http://bfh.ch/ti/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  
[bfh.ch/ti/continuingeducation](http://bfh.ch/ti/continuingeducation)

# 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.

De 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 Labore 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 [bfh.ch/ti/infotage](http://bfh.ch/ti/infotage)

Vous vous intéressez à suivre des études à la Haute école spécialisée bernoise? Nous vous 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 Berthoud.

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.

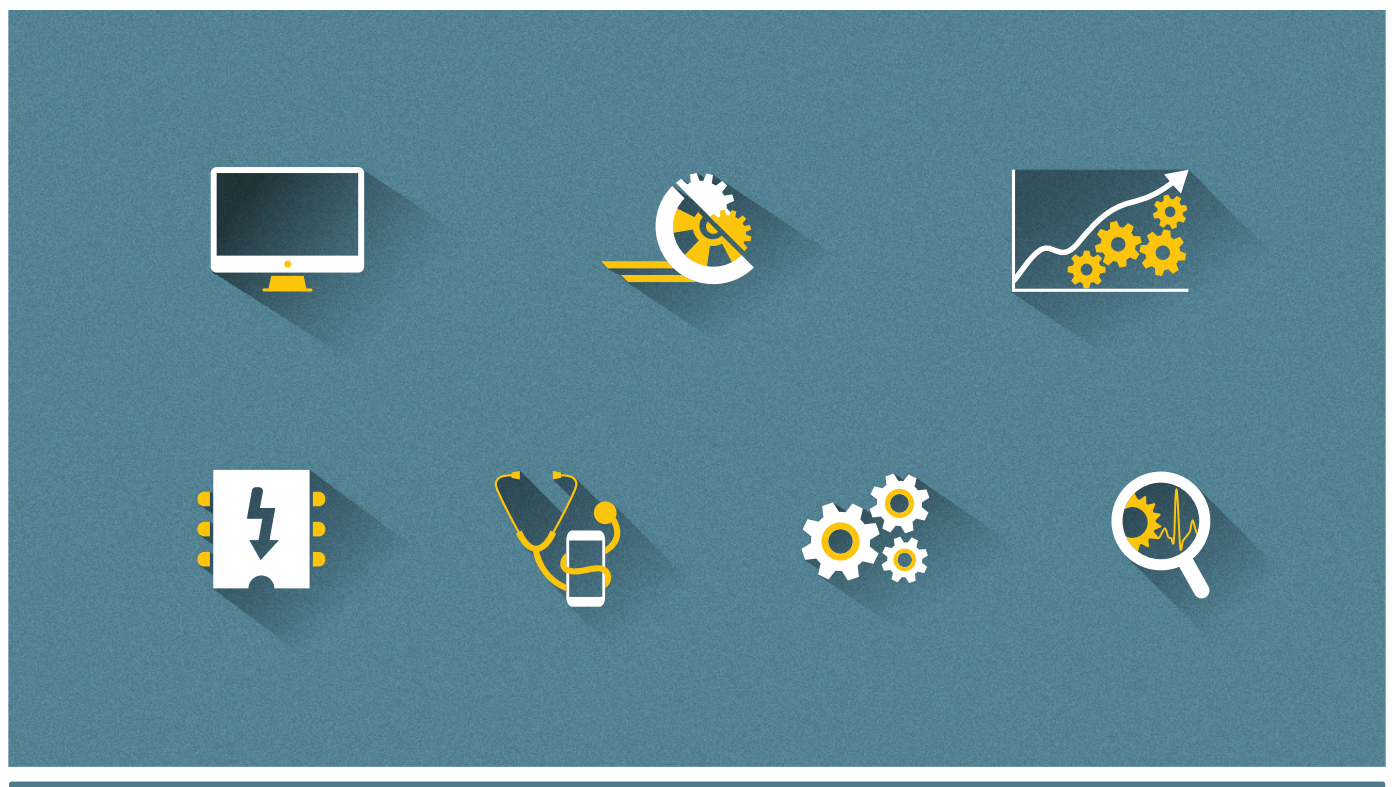
Pour en savoir plus [bfh.ch/ti/journeesdinformation](http://bfh.ch/ti/journeesdinformation)

Are you interested in studying at Bern University of Applied Sciences? If so, we invite you to attend our open house events. There you can obtain full information about our Bachelor's and Master's degree programmes and about requirements for admission, study conditions and our university. We welcome you to attend our cocktail reception to talk personally with students and professors 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 broad, interdisciplinary range of modules allows you to expand and complete your competencies in the widest variety of fields. Arrange a personal consultation for all the details.

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

7





# Master of Science in Engineering

8



**Prof. Dr. Michael Röthlin**  
**Leiter Master of Science in Engineering**  
**Responsible Master of Science in Engineering**  
**Head of Master of Science in Engineering**

Der Master-Studiengang Master of Science in Engineering (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 nur den besten Abgängerinnen und Abgängern der Bachelorstudiengänge offen. Entsprechend hoch ist auch die Anerkennung dieses Mastertitels, der nunmehr seit zehn Jahren in dieser Form angeboten wird. Die Abgängerinnen und Abgänger haben in allen Bereichen sehr gute Zukunftsaussichten.

## **Internationale Ausrichtung**

Mit der zunehmenden Internationalisierung steigt die Vergleichbarkeit der Studiengänge. Der internationale Austausch ist ein wichtiger Aspekt dieser Masterausbildung: Einerseits sind Studienaufenthalte im Ausland möglich, andererseits bieten mehrere Master Research Units (MRU) im Rahmen der fachlichen Vertiefung auch eine Mitarbeit in internationalen Forschungsprojekten an. Zudem wird die Mehrzahl der zentralen, gesamtschweizerisch organisierten Lehrveranstaltungen in Englisch durchgeführt, was den Studierenden nebst Kontakten mit Gleichgesinnten aus dem In- und Ausland auch sprachlich einen hohen Mehrwert bringt.

## **Hoher Praxisbezug**

Die Grundausbildung wird von den Schweizer Fachhochschulen gemeinsam an den zentralen Standorten in Lausanne, Zürich und in reduziertem Umfang auch in Bern und Lugano angeboten. Parallel zur Grundausbildung werden die Studierenden von Beginn an in eine Forschungseinheit eingebunden und arbeiten an Projekten aus der Praxis. Die Masterarbeiten sind alle direkt an Fragestellungen aus der Wirtschaft gekoppelt. Die Fachgebiete pflegen dabei ihre eigenen Profilierungen, weisen aber eine identische Studienstruktur auf.

La filière d'études Master of Science in Engineering (MSE) est une offre de formation commune à toutes les hautes écoles spécialisées et le diplôme universitaire de master MSE le plus élevé décerné par les hautes écoles spécialisées dans le domaine Technique et informatique ainsi que Génie civil. Seul-e-s les meilleur-e-s diplômé-e-s des filières d'études de bachelor y ont accès. La valeur de ce titre de master, offert sous cette forme depuis dix ans, est d'autant plus élevée. De très bonnes perspectives d'avenir s'ouvrent aux diplômées et diplômés dans tous les secteurs.

## **Orientation internationale**

Avec l'internationalisation croissante, il est de plus en plus facile de comparer les filières d'études. L'échange international est donc également un aspect important de cette formation de master: il est d'une part possible de faire des séjours d'études à l'étranger, d'autre part plusieurs Master Research Units (MRU) proposent une coopération à des projets de recherche internationaux dans le cadre de l'orientation technique. En outre, la majorité des cours centraux organisés au niveau national se déroulent en anglais ce qui permet aux étudiant-e-s d'entrer en contact avec des personnes de Suisse et de l'étranger partageant les mêmes idées et apporte une forte valeur ajoutée au niveau linguistique.

## **Forte orientation pratique**

La formation de base est proposée conjointement par les hautes écoles spécialisées suisses sur les sites centraux à Lausanne, Zürich et dans une moindre mesure aussi à Berne et Lugano. Parallèlement à la formation de base, les étudiantes et les étudiants sont intégrés dès le début à une unité de recherche et travaillent sur des projets pratiques. Les travaux de master sont tous liés directement aux problèmes du monde économique. Les spécialisations gèrent leurs propres profilages, mais présentent une structure d'études identiques.

The Master of Science in Engineering (MSE) is a degree programme run jointly by all Swiss universities of applied sciences and the MSE master's degree is the highest academic qualification that these universities can award in engineering, information technology and civil engineering. Since only the best graduates from the bachelor's degree programme are admitted to the course, this master's degree – which has now been available in this form for ten years – enjoys a correspondingly high reputation. Graduates have outstanding future prospects in all areas.

## **International orientation**

Increasing internationalisation makes it easier to compare degree programmes. This explains why international exchange is also a key element of this master's programme. Study periods abroad are available and several Master Research Units (MRU) are also involved in international research projects as part of in-depth specialisations. Most of the lectures organised centrally for the whole of Switzerland are held in English, which is beneficial to students linguistically as well as giving them the opportunity to meet like-minded peers from Switzerland and abroad.

## **High degree of practical application**

The foundation courses are provided jointly by the Swiss universities of applied sciences at the central locations in Lausanne, Zurich and, to a lesser extent, also in Bern and Lugano. While following the foundation courses, the students are assigned a research unit right away and work on application-oriented projects. The master's theses are all directly linked to commercial projects. The specialist areas develop their own profile, but have an identical study structure.

## Gute Marktchancen

Studienabgängerinnen und -abgänger qualifizieren sich mit dem Master of Science in Engineering für eine Karriere in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, in der Produktion, Logistik, in der Beratung in der Wirtschaft oder in öffentlichen Institutionen. Oder sie übernehmen Verantwortung bei der Leitung interdisziplinärer Projekte. Weil sie meist schon für ihre Master-Thesis eng mit einem Unternehmen zusammengearbeitet haben, sind ihre Aussichten, anschliessend in der Praxis Fuss zu fassen, exzellent.

## Titel/Abschluss

Master of Science in Engineering  
(MSc Engineering)

## Studienform

Vollzeitstudium (3 Semester) oder Teilzeitstudium (maximal 7 Semester)

## Unterrichtssprache

Deutsch/Französisch/Englisch.

## Vertiefungen

Der Master of Science in Engineering umfasst schweizweit sieben Fachgebiete. An der BFH-TI kann der Mastertitel in vier Fachgebieten erworben werden:

- Energy and Environment
- Industrial Technologies
- Information and Communication Technologies
- Business Engineering and Production

Die Bezeichnung des gewählten Fachgebietes ergänzt den verliehenen Grad des Master of Science BFH in Engineering. Die fachliche Vertiefung wird mithilfe von Projekten, ergänzenden Veranstaltungen und der Masterarbeit an einer von fünf Master Research Units (MRU) in enger Zusammenarbeit mit einem Advisor oder einer Advisorin absolviert.

## Masterarbeit

Die Praxisorientierung des Studienganges ist zentral: Studierende werden in Forschungsprojekte einbezogen und schreiben ihre Master-Thesis in der Regel in Zusammenarbeit mit einem Unternehmen.

## Kontakt

Haben Sie Fragen zum Master-Studiengang MSE an der BFH-TI?  
Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!

032 321 62 37  
katja.jeanbourquin@bfh.ch (Sekretariat)  
michael.roethlin@bfh.ch  
(Leiter Studiengang)

## Mehr Informationen

bfh.ch/ti/mse

## Bonnes opportunités sur le marché

Avec le Master of Science in Engineering, les diplômées et les diplômés sont qualifiés pour une carrière dans des départements de recherche et développement, dans la production, la logistique, le conseil en entreprises ou institutions publiques. Ils peuvent aussi assumer la direction de projets interdisciplinaires. Comme ils ont, la plupart du temps, déjà étroitement collaboré avec une entreprise dans le cadre de leur thèse de master, leurs perspectives de s'implanter dans la pratique sont excellentes.

## Titre/Diplôme

Master of Science in Engineering  
(MSc Engineering)

## Forme des études

Études à plein temps (3 semestres) ou études à temps partiel (maximum 7 semestres)

## Langue d'enseignement

Allemand/français/anglais.

## Orientations

Le Master of Science in Engineering comprend sept spécialisations à l'échelon national. À la BFH-TI, le titre de master peut être obtenu dans quatre spécialisations:

- Energy and Environment
- Industrial Technologies
- Information and Communication Technologies
- Business Engineering and Production

Le nom de la spécialisation choisie complète le grade de Master of Science BFH in Engineering décerné. L'orientation technique est effectuée en étroite collaboration avec un conseiller ou une conseillère à l'aide de projets, d'activités complémentaires et du travail de master dans une des cinq Master Research Units (MRU).

## Travail de master

L'orientation pratique de la filière d'études est centrale: les étudiant-e-s sont impliqués dans des projets de recherche et rédigent généralement leur thèse de master en collaboration avec une entreprise.

## Contact

Avez-vous des questions sur la filière d'études de master MSE à la BFH-TI?  
N'hésitez pas à nous contacter!

032 321 62 37  
katja.jeanbourquin@bfh.ch (secrétariat)  
michael.roethlin@bfh.ch  
(responsable de la filière d'études)

## Plus d'informations

bfh.ch/ti/mse

## Good market opportunities

Master of Science in Engineering graduates are well qualified for careers in research and development departments, production, logistics, business consulting and public institutions. Some assume responsibility for the management of interdisciplinary projects. As most have already worked closely with a company on their master's thesis, they have excellent prospects when it comes to getting established in their career.

## Title/degree programme

Master of Science in Engineering  
(MSc Engineering)

## Mode of study

Full-time study (three semesters) or part-time study (a maximum of seven semesters)

## Language of instruction

German/French/English.

## Specialisations

The Master of Science in Engineering covers seven fields of study throughout Switzerland. The master's degree at the BFH-TI is awarded in four of these fields:

- Energy and Environment
- Industrial Technologies
- Information and Communication Technologies
- Business Engineering and Production

The title of the chosen field of study supplements the Master of Science BFH in Engineering degree awarded. The specialisations are pursued with the help of projects, supplementary events and the master's thesis at one of five Master Research Units (MRU) in close cooperation with an advisor.

## Master's thesis

The practical focus of the degree programme is of prime importance: students are involved in research projects and generally write their master's theses in cooperation with a company.

## Contact

Do you have any questions about the MSE master's degree programme at the BFH-TI?  
We look forward to hearing from you.

032 321 62 37  
katja.jeanbourquin@bfh.ch (Secretariat)  
michael.roethlin@bfh.ch  
(Head of Degree Programme)

## More information

bfh.ch/ti/mse

# Interviews mit Studierenden

## Interviews d'étudiants

### Interviews with students

10



Franziska Kuonen

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

Mein Hauptgrund für dieses Studium war, dass ich bessere Berufschancen haben wollte. Eine höhere Ausbildung als Frau in einem Männerberuf kann nicht schaden. Ein anderer Grund war aber auch, dass ich mich im Bereich Energie weiterbilden wollte.

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

Ich konnte in meinem Master-Studium die Module und den Ablauf meines Studiums selbst festlegen. Die Module bauten sehr gut auf dem Bachelorstudium auf, so dass ich nicht Stoff nachholen musste oder alten Stoff vermittelt bekam. Gut gefiel mir auch, dass das Studium sehr abwechslungsreich gestaltet werden konnte. Weiter brachte der grosse Praxis-Anteil einen guten Einstieg in das Arbeitsleben.

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

Ja, ich arbeitete 40% als Assistentin im Photovoltaiklabor der Berner Fachhochschule in Burgdorf. So konnte ich neben meinem Studium wertvolle Erfahrungen sammeln. Da mein Chef gleichzeitig mein Advisor war, konnte ich Arbeit und Studium gut miteinander in Einklang bringen. So konnte ich zum Beispiel während den Prüfungsphasen weniger arbeiten und die fehlenden Stunden zwischen den Semestern nachholen.

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

Ich arbeite heute 100% als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Photovoltaiklabor der BFH. Zurzeit nehme ich die in meiner Master-Thesis neu entwickelte Datenbank in Betrieb. Das Wissen, das ich während meines Master-Studiums erlangt habe,

kann ich dafür aber auch in anderen Arbeiten, die ich für das Photovoltaiklabor erledige, einsetzen.

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

Der grösste Teil des Studiums besteht aus Projektarbeiten und der Master-Thesis. Diese werden in der Regel vom Advisor gewählt. Daher ist es wichtig, dass man einen Advisor wählt, der auch Projekte bzw. ein Fachgebiet anbietet, die einem zusagen.



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)

# 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 ein. Dies führt zu einer qualitativ hochwertigen und praxisnahen Lehre.

Damit Unternehmen bereits heute die Spezialistinnen und Spezialisten von morgen kennenlernen oder sich an eine Thematik herantasten können, besteht die Möglichkeit, Projekt- oder Abschlussarbeiten in Zusammenarbeit mit Studierenden durchzuführen.

Als Wirtschaftspartner können Sie Themen vorschlagen. Werden Themen gewählt, bearbeiten Studierende diese alleine oder in kleinen Gruppen in dafür vorgesehenen Zeitfenstern 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 business and industry in areas of applied research and development. This strengthens the link between research and education, allowing new knowledge to flow into our teaching, which leads to high-quality and practice-oriented degree programmes.

To allow 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 our students.

As a business partner, you can suggest topics. Once these topics are chosen, students work on them independently, 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 convince yourself 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

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



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



Wochen bis Monate  
De quelques semaines à plusieurs mois  
Weeks to months



Marktbüchliche 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:  
Coopérations 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



# Liste der Absolventinnen und Absolventen

## Liste des diplômées et des diplômés

### List of Graduates

14 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Masterarbeiten Master of Science in Engineering des Jahres 2019.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

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

Ci-dessous, nous vous présentons les résumés des travaux de master en Master of Science in Engineering de l'année 2019.

Les diplômées et diplômés sont présentés par ordre alphabétique.

Les étudiant-e-s 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 summarized for you the Master theses in Master of Science in Engineering in 2019.

The graduates are listed in alphabetical order.

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

Costan Joel.....	15	Kuonen Franziska .....	18	Schneider Timan.....	21
Hubacher Stefan .....	16	Miletto Sébastien.....	19	Waldmann Frédéric .....	22
Kast Philipp.....	17	Schär Simon.....	20	Zwygart Daniel.....	23

# Automatische Montage mithilfe von CAD-Daten

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrielle Technologien  
Betreuer: Prof. Dr. Norman Urs Baier  
Experte: Christoph Müri (F&P Robotics AG)

15

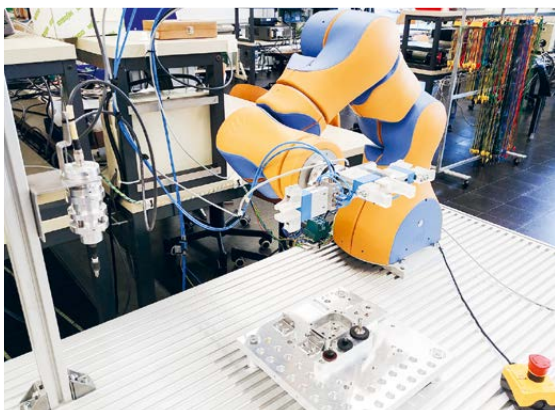
Der Einzug von Roboter für die Herstellung und Montage von Komponenten und Baugruppen in heutigen KMU ist gehemmt. Das zeitintensive Einrichten und die unflexiblen Programmierstrukturen der Roboter verunmöglichen es, kleine bis mittlere Losgrößen wirtschaftlich umzusetzen. Für die Erschliessung dieses Segments wurde ein Versuchsaufbau entwickelt, welcher eine intuitive Montageplanung mithilfe von CAD-Daten ermöglicht, um eine Baugruppe automatisch montieren zu lassen.

## Ausgangslage

Die Montage von Geräten von Hand oder mit entsprechenden Hilfsmitteln ist auch an aktuellen Arbeitsplätzen der «Industrie-4.0» die Norm. Gerade bei geringen Losgrößen benötigt das Einlernen mehr Zeit als die Montage selbst und für die Programmierung der Roboter ist eine Fachkraft erforderlich. Darüber hinaus hat es auch einen technischen Hintergrund, weshalb sich Roboter in diesem Segment bisher nicht durchsetzen konnten: Der Mensch kann schnell und flexibel auf neue Situationen reagieren. Seine Hände als Montagewerkzeug greifen unterschiedlichste Teile sicher und zuverlässig und erweiterte Montageoperationen sind mit Werkzeugen möglich. Damit der Roboter in diesen kurzen Produktzyklen einsetzbar wird, sollte er programm- und greiftechnisch schnell rekonfigurierbar sein.

## Zielsetzung

Die Funktionsweise im Sinne einer flexiblen und skalierbaren Fertigung in der «Industrie-4.0» ist mit einem Versuchsaufbau umzusetzen. Dieser soll aufzeigen, wie eine flexible Montage mit einem Roboter und entsprechenden Hilfsmitteln möglich ist. Die Programmierung der automatischen Montage soll intuitiv, zeitoptimiert und mittels CAD-Daten vonstattengehen.



Versuchsaufbau für die Umsetzung der automatischen Montage des Stirnradgetriebes

## Umsetzung

Die benötigte Hardware für die Umsetzung erfolgt mit dem P-Rob® 2R der Firma F&P Robotics AG, welcher mit einem Kraft-Momenten-Sensor der Firma OnRobot A/S und einem pneumatischen Greifsystem ausgerüstet wird. Letzteres besteht aus drei Parallelgreifern mit speziell konstruierten Fingergreifern und ermöglicht es, alle zu montierenden Komponenten und einen Elektroschrauber der Firma InTool positioniert zu greifen. Die Montage findet konkret an einem Stirnradgetriebe statt, welches unter anderem aus drei Wellen mit Zahnradern, einem Deckel und vier Schrauben besteht. Die gesamte Montageplanung wird mit Hilfe von Solid Edge ST10 der Firma Siemens PLM Software Inc. und einer darin angelegten Struktur durchgeführt. Darin werden die Montagereihenfolge, die Greifposition zur Montagekomponente und die Einführungsposition geplant. Die generierten Daten werden dann über eine Schnittstelle von Solid Edge ST10 nach C# geschrieben, welches automatisch die gesamte Montageumsetzung nach einer programmierten Logik zusammenbaut. Der Montageablauf wird mit einem Client-Server-Modell mittels TCP-Socket an die robotereigene Programmierumgebung myP gesendet. Der Roboter führt anschliessend den gesamten Montageablauf automatisch aus.

## Resultat

Die Montageplanung erfolgt intuitiv über die graphische Benutzeroberfläche von Solid Edge ST10. Eine Montageplanung ist somit ohne Robotik- und Programmierkenntnisse möglich. Die Montage der Wellen mit Zahnradern und dem Deckel erfolgt aufgabenorientiert mit Aktionsprimitivnetzen mit Hilfe eines Kraft-Momenten-Sensors. Dies erlaubt es, Bauteil- und Montagetoleranzen grosszügig auszugleichen. Die Schrauben werden mit dem gegriffenen Elektroschrauber montiert. Die Erzeugung von kollisionsfreien Bahnpunkten zwischen den einzelnen Lade- und Montagepunkten ermöglicht die Simulationsumgebung V-REP der Firma Coppelias Robotics GmbH. Mit dieser Arbeit konnte ein ganzheitlicher Lösungsansatz von der Montageplanung bis zur -umsetzung erarbeitet werden.



Joel Costan  
+41 79 371 72 90  
joel.costan@gmail.com

# Signalverarbeitung für Laufzeit-Fließgeschwindigkeitmessungen

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrial Technologies  
Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Prof. Roger Weber  
Experte: Doktor Hanspeter Hodel (Bundesamt für Umwelt BAFU)

16

Die Ermittlung der Fließgeschwindigkeit ist für die Regulierung von Gewässersystemen (Seen und Flüsse) von zentraler Bedeutung. In dieser Masterarbeit wurde die Hardware und die Software eines bestehenden Fließgeschwindigkeitsmessgerätes weiterentwickelt. Im Zentrum der Arbeit standen die Verbesserung der Signalverarbeitung und Funktionserweiterungen.



Stefan Hubacher  
hubas82@quickline.ch

## Ziele

Das bestehende Messgerät soll so weiterentwickelt werden, dass es autonom betrieben werden kann. Dazu ist eine Mobilfunkschnittstelle zu integrieren und der Messablauf zu automatisieren. Zudem soll die Signalverarbeitung der Hardware und der Software verbessert werden.

## Messmethode

Zwei Piezo-Transducer, welche schräg zur Fließrichtung an den gegenüberliegenden Ufern installiert sind, senden Ultraschallsignale aus, die vom jeweils anderen Transducer wieder empfangen werden. Diese Signale breiten sich flussabwärts schneller aus, als flussaufwärts. Aus den dadurch entstehenden Laufzeitunterschieden lässt sich die Fließgeschwindigkeit in diesem Messpfad berechnen.

## Umsetzung

Die Steuerplatine auf Basis eines Xilinx Zynq SoCs (Abb. 1, links) wurde überarbeitet, um die Abtastrate von 2 MHz auf 20 MHz zu erhöhen. Diese Erhöhung ermöglicht eine genauere Auswertung der Empfangssignale. Zudem wurde eine zusätzliche Drahtloschnittstelle via 3G-Mobilfunk integriert. Die HW/SW-Partitionierung wurde vom bestehenden Design übernommen: Im FPGA-Teil (Programmable Logic) ist der zeitkritische Messablauf und im  $\mu\text{C}$ -Teil (Processing System) die Bedienung und Auswertung

implementiert (Abb. 1, rechts). Die FPGA-Logik wurde an die neue Hardware angepasst. Das Linux-System wurde aktualisiert und das 3G-Modul via PPP-Dienst integriert. Die Auswertung der neuen Signalform wurde basierend auf bestehenden Algorithmen optimiert und in der Measure App implementiert.

## Ergebnisse

Um repräsentative Messungen durchführen zu können, wurde in Nidau eine temporäre Messstelle eingerichtet. Bei einer Vergleichsmessung mit dem alten AFFRA Deltaflex konnte gezeigt werden, dass die Messungen mit der neuen HW funktionieren (Abb. 2). Die Messwerte des AFFRA Deltaflex (rot) zeigen eine auffällige Schwingung der Fließgeschwindigkeit, welche mit dem optimierten Algorithmus (algoIMAF2, grün) auch zu sehen ist. Bei einigen Messungen wurde die Fließgeschwindigkeit jedoch nicht korrekt gemessen (Ausreisser). Diese müssen mit weiteren Tests genauer untersucht werden.

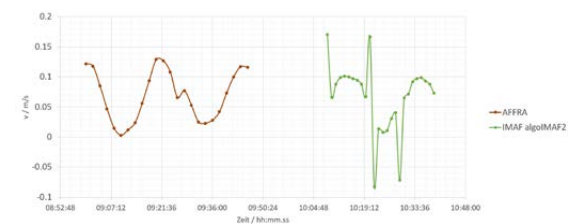


Abb. 2: Fließgeschwindigkeitsmesswerte Vergleichsmessung in Nidau am 16.11.2018

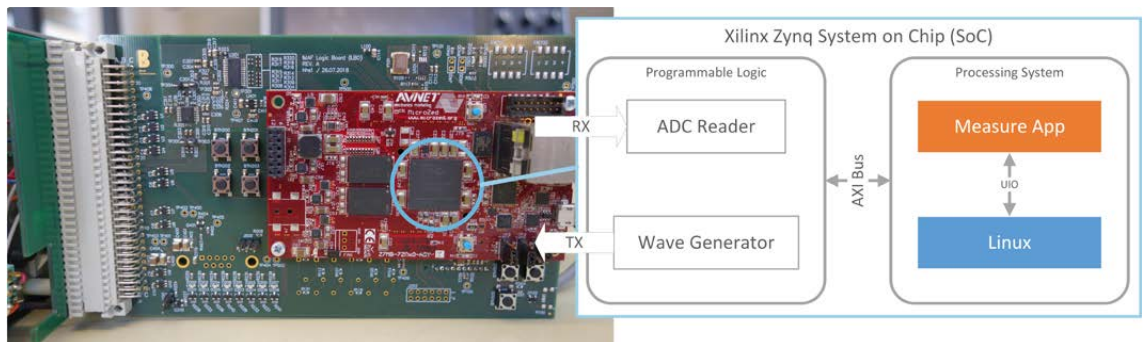


Abb. 1: Entwickelte Steuerplatine (links) und erstelltes Xilinx Zynq SoC Design (rechts)



# Navigating and Sharing Augmented Reality Indoor Spaces

Degree programme: Master of Science in Engineering | Specialisation: Information and Communication Technologies  
Thesis advisor: Dr. Philipp Ackermann  
Expert: Reto Grob (Augment IT by Netcetera)

17

In Augmented Reality (AR) sharing and collaborating on content requires the capability to store and resume previous AR sessions. Mobile AR applications have to retain state and virtual content needs to keep its position. This requires the re-registration of an AR session to anchor information from previous sessions. This work presents a cloud-based approach for the asynchronous sharing of user-generated AR content within indoor spaces for social AR experiences.

## Introduction

With the recent launches of Apple's ARKit and Google's ARCore, developers started experimenting with mobile Augmented Reality. These toolkits calculate the position of the mobile device as it moves by applying visual-inertial odometry and motion tracking. This enables placing virtual 3D objects on top of the camera's video stream generating the illusion that virtual content is part of the real world. In order to create sharable and social AR experiences, it is necessary to persistently connect digital content with the real world at the same exact physical place.



Shared room in ARchi VR with spot, picture, zone and object augmentations

## Results

We present a cloud-based approach for the asynchronous sharing of user-generated AR content within indoor spaces. The room capturing app «ARchi VR» has been enabled to reopen and share rooms as Augmented Reality sessions including virtual markers, zones, and 3D items that can persistently be pinned and overlaid to real-world objects. Room elements and its augmentation items are stored as serialized objects in JSON and have a small data footprint of a few kilobytes. But the feature point maps can have sizes upwards of several hundred kilobytes. Assets such as images, audio and 3D files may require multiple megabytes of data. Storing and sharing AR spaces therefore involves the exchange of large amounts of data. Incremental downloads and data caching are used to address typical limitations of mobile devices, such as data transfer over slow or costly mobile telecommunication networks. A framework has been developed for sharing AR content on iOS supporting different sharing scopes and privacy levels. As an AR database the framework covers features of the AR Cloud concept. Navigation through multiple rooms is facilitated by the room merge functionality provided in «ARchi VR».



Philipp Kast

## Conclusion

With today's AR toolkits for mobile devices it is possible to provide sharable AR content. Sharing over the cloud can be implemented on top of state-of-the-art mobile backend as a service (MBaaS) platforms. The exchange of large data amounts involved in sharing AR content needs to be handled with «on device» caching strategies. Multi room applications can be implemented by loading and re-registering AR sessions on demand while a user moves from one room to another. Based on these AR techniques social AR experiences have the potential to transform a variety of different industries.

# Datenbanksystem für die Langzeitmessung des Photovoltaiklabors der Berner Fachhochschule

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

Betreuer: Prof. Urs Muntwyler

18 Experte: Dr. Rudolf Minder (Minder Energy Consulting GmbH)

Das Photovoltaiklabor der BFH misst seit Anfang der 90er Jahre an verschiedenen PV-Anlagen die relevanten Parameter, die zur Erforschung des Langzeitverhaltens der Anlagen benötigt werden. Da das bisherige Ablagesystem der Messdaten nicht mehr zeitgemäss ist und immer häufiger Probleme auftreten, wurde ein neues Datenbanksystem entwickelt. Mit diesem sind die Messdaten mittels einer Webseite für einen grösseren Benutzerkreis zugänglich und können flexibler betrachtet werden.



Franziska Kuonen

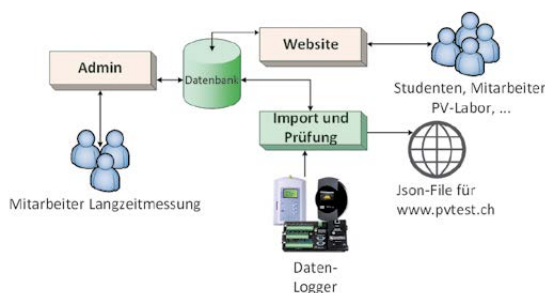
## Ausgangslage

Das PV-Labor der BFH misst seit Anfang der 90er Jahre verschiedene PV-Anlagen aus. 1994 wurde die erste Version der Software **PVGraf** erstellt. Später wurde die Software weiterentwickelt (**PVGraf2000**). Heute arbeitet das PV-Labor mit dem **PVGraf2000** sowie zusätzlichen kleinen Programmen. Das Programm weist allerdings immer häufiger Mängel auf und erfüllt die Anforderungen nicht mehr.

Daher wurde nun ein neues Datenbanksystem entwickelt, das das alte Fileablagensystem ersetzen soll. Das Bild unten links zeigt das Grobdesign des gesamten Projekts. Das Projekt wurde in zwei Teilen unterteilt. In einer vorangehenden Projektarbeit wurde die Datenbankstruktur und das Importprogramm entwickelt. In der Master-Thesis wurde nun ein Administrationstool (**AdminTool**) zur Verwaltung der Datenbank und eine Webseite zur Darstellung der Daten entwickelt.

## AdminTool

Das **AdminTool** wurde in C++ geschrieben. Mit diesem Programm können neue PV-Anlagen, Module, Wechselrichter, etc. in der Datenbank erstellt und bearbeitet werden. Weiter ist es mit diesem Programm auch möglich, die Messdaten zu bearbeiten. So kann man, im Falle eines kurzzeitigen Messausfalls, die verlorenen Daten mit einer benutzerdefinierten Funktion berechnen lassen. Eine weitere Funktion des **Admin-Tools** ist es, Daten manuell zu importieren.



Grobdesign Datenbanksystem

## Webseite

Als Letztes wurde noch eine Webseite implementiert. Mit ihr können Messdaten und andere Informationen, wie zum Beispiel welche PV-Anlagen ausgemessen werden, dargestellt und exportiert werden. Für die Messdaten wurden diverse Statistiken und Darstellungsmöglichkeiten implementiert. So kann neben der «normalen» Darstellung (siehe Bild rechts), bei der eine Messung in der Y-Achse und die Zeit in der X-Achse dargestellt ist, auch beispielsweise für die X- als auch für die Y-Achse je eine Messung gewählt werden, um Abhängigkeiten verschiedener Messungen untereinander darzustellen.

Die Webseite ist momentan nur BFH intern zugänglich, von ausserhalb ist sie jedoch mithilfe eines VPN-Zugriffs erreichbar.

## Fazit

Durch die Umstellung von einem Fileablagensystem auf eine Datenbank ist das System weniger fehleranfällig. Die Webseite erlaubt es, dass eine grössere Personenzahl Zugriff auf die Messdaten hat. Weiter können die Messdaten flexibler betrachtet werden. Anders als im **PVGraf** kann man nun Messdaten über einem benutzerdefinierten Zeitraum betrachten.



Webseite: Darstellung der Messdaten

# Régulation dynamique d'un véhicule à trois roues équipé d'une technologie Drive-by-Wire

Filière d'études : Master of Science in Engineering | Orientation : Énergie et environnement  
Conseiller de thèse : Prof. Peter Affolter  
Expert : Prof. Markus Moser  
Partenaire industriel : vRbikes AG, Courrendlin

19

L'augmentation de la capacité de marchandises transportables pour les services publics ou de livraison agissant dans un rayon d'action réduit représente un atout non-négligeable. En combinant une construction simple avec un système de commande approprié, ce travail traite de la régulation dynamique d'un tricycle électrique ultra-léger, lequel pourrait trouver sa place en tant que véhicule suiveur dans un convoi, en appliquant le principe « leader-follower ».

## Motivation

Les véhicules électriques ultra-légers sont idéals pour parcourir de petites distances et représentent un faible encombrement. De plus, ils se voient respectueux de l'environnement durant leur fonctionnement. Les acteurs du domaine de la mobilité se concentrent toujours davantage sur le développement de ce type de véhicule, car il s'inscrit directement dans la tendance actuelle de rationalisation des processus ayant pour but de diminuer la pollution générée par les véhicules routiers.

## Description du système

Ce travail traite de la régulation dynamique d'un véhicule électrique ultra-léger possédant la configuration physique d'un robot à traction différentielle avec une roue folle. L'entraînement de chacune des roues de l'essieu moteur est effectuée via un Drive programmable, lequel commande un moteur BLDC de 4 kW en régulation courant. La vitesse actuelle de chaque moteur est mesurée à l'aide d'un encodeur analogique sin/cos. La régulation dynamique a été réalisée à l'aide d'un Contrôleur temps réel implémenté en amont du système de traction. Ce dernier régule les demandes en vitesses longitudinale et circonférentielle du véhicule par rapport à la Terre. Celles-ci sont ensuite converties en demandes de couple et

transmises à chaque Drive. Afin d'obtenir un réglage efficace, plusieurs capteurs supplémentaires ont dû être implémentés sur le véhicule. Un capteur inertiel (IMU) trois axes permet de connaître les valeurs actuelles des accélérations, de la vitesse circonférentielle et des inclinaisons du plan de roulage par rapport à la Terre. Un encodeur absolu intégré à l'axe de rotation de la roue folle permet de mesurer, en suivant le principe d'Ackermann, l'angle de braquage actuel, ainsi que de quantifier les vibrations de celle-ci.



Sébastien Miletto

## Objectifs

L'objectif principal de cette étude se caractérise par le développement d'une régulation dynamique suffisante pour le véhicule susmentionné. Afin de mettre en place celle-ci, il a tout d'abord été nécessaire d'analyser le système actuel et de développer son modèle physique. Ce dernier a ensuite été implémenté et simulé localement à l'aide de Simulink. Pour terminer, il a été testé en temps réel sur le véhicule afin de comparer les résultats attendus aux résultats mesurés.

## Conclusion et travaux futurs

Le système développé a été testé en conditions de roulage réel sur route avec des limites de vitesses maximales fixées à 5 km/h, 10 km/h et 15 km/h. Les conclusions tirées se résument comme suit ; La stabilité dynamique est grandement influencée par la présence de la roue folle. En effet, à partir d'environ 10 km/h et si celle-ci rencontre une irrégularité avec la route, il apparaît une oscillation de grande amplitude et très rapide autour de son pivot vertical. Ce phénomène indésirable dénommé « schimmy » se propage au châssis entier et la stabilité n'est donc plus garantie au-delà de 10 km/h. Pour pouvoir conserver un système contrôlable au-dessus de cette vitesse, il sera par la suite nécessaire d'insérer un amortisseur de vibrations dans la colonne de direction. Pour finir, l'implémentation du principe « leader-follower » devra être développée par le futur.

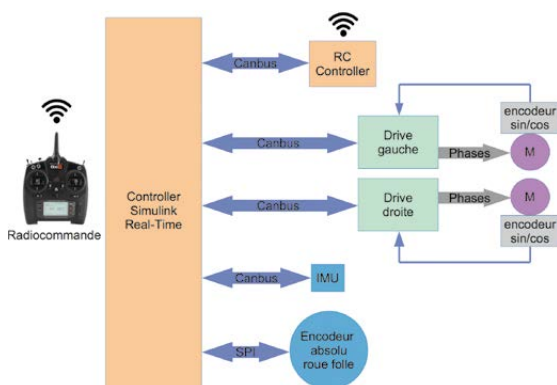


Schéma fonctionnel du système de commande/traction



# Laserparameter automatisiert bestimmen

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

Betreuer: Prof. Dr. Axel Fuerst

Experte: Rolf Renggli (SBB CFF FFS)

20

Das Einstellen der optimalen Parameter für mit Laser zurechtgeschnittene Folien braucht viele Versuche und viel Aufwand einer mit dem Prozess vertrauten Person. Ändert sich die Foliendicke, das Material der Folie, das Material der Beschichtung oder die Dicke der Beschichtung, sind neue Einstellungen nötig. In dieser Masterthesis entstand ein Vorgehen, welches diese Aufgabe automatisiert.



Simon Schär  
simon-schaer@bluewin.ch

## Ausgangslage

Lasersublimieren ist eine Möglichkeit, Anoden und Kathoden für Lithium-Ionen Batterien aus dem in Folien vorliegenden Ausgangsmaterial herauszutrennen. Für die beim Laserschneidvorgang entstehende Kante gelten hohe Anforderungen. Die entstandene Kante muss regelmässig sein und der Schneidvorgang darf keine Metallspritzer auf der Oberfläche der Anode oder der Kathode hinterlassen. Entstandene Spritzer in einer Grösse von über 5 Mikrometer stellen eine Gefahr für die Zuverlässigkeit und Leistung der gefertigten Batterie dar. Die metallenen Partikel können in den Separator, welcher die Anode von der Kathode trennt, eindringen und somit eine leitende Brücke zwischen den beiden Folien bilden.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt ist die vorhandene optische Ausrüstung und deren Leistungsvermögen analysiert worden. Anschliessend sind die optischen Komponenten der an der BFH stehenden Produktionsanlage für Lithium-Ionen Batterien mit einem Beleuchtungssystem ergänzt worden. Dadurch stand direkt nach dem Ausführen eines Laserschneidvorgangs ein hochauflösendes Bild der entstandenen Kante und des Grats bereit. Darauf folgten Überlegungen bezüglich der Auswahl der für ein automatisiertes Einstellen des Prozesses sinnvollen Parameter. Dabei galt ein Parameter als nicht optimal, falls dieser nicht softwaremässig veränderbar ist. Zudem sollte die Anzahl Parameter niedrig sein, damit mit einer vernünftigen Zahl von Messungen der Lösungsraum übersichtlich und beschreibbar ist. In einer umfassenden Testserie sind mehrere hundert Bilder, von in Anodenmaterial und Kathodenmaterial erzeugten Schnitten, mit diversen Laserparametern entstanden. Diese Bilder waren anhand von definierten Kriterien untersucht worden und für jedes Bild ist die Qualität der Schnittkante bewertet worden. Um mit mehreren Ansätzen die Bilder mit maschinellem Sehen zu beurteilen, wurden

Programme mit den frei verfügbaren Programmbibliotheken EmguCV und Tensorflow implementiert. In das bestehende Steuerprogramm der Testanlage ist ein Unterprogramm integriert worden, welches den Laser, die Spiegel zur Führung des Laserstrahls und die Kamera koordiniert.

## Resultate

Die entstandenen Schneidkanten waren in den, in direkter Draufsicht aufgenommenen, Bildern sowohl in Anoden und Kathoden identifizierbar. Wesentliche Merkmale wie die Dimension und Regelmässigkeit der Schnittkante konnten über eine 5 mm lange Kante gemittelt und beurteilt werden. Die aufgenommenen Testbilder waren verwendbar, Modelle mit maschinellem Lernen zu trainieren, welche die Schnittkanten in verschiedene Qualitätskategorien einteilen. Kleinste Metallspritzer sind noch nicht verlässlich erkennbar. Nicht optisch erkennbare Merkmale, sowie das Aussehen der Folienrückseite sind in dem entstandenen Optimierungsprozess nicht berücksichtigt. Der Optimierungsprozess ist bis auf das Nachladen und Entfernen von Folien in die Fertigungszelle automatisiert. Das Programm speichert die Aufnahmen, wie auch die Auswertung und Klassifizierung der einzelnen Bilder ab.

## Fazit

Die Einführung von Systemen und Programmen, welche verfahrenstechnische Prozesse laufend untersuchen und die Parameter der Prozesse zuverlässig, aufgrund der ausgewerteten Daten, auf noch unbekannte Einflüsse und Störgrössen anpassen, können zukünftig zu einer gesteigerten Produktionsqualität beitragen. Diese Masterthesis ergänzte die Produktionsanlage für Lithium-Ionen Batterien mit einer aus Projektsicht interessanten Zusatzfunktion.

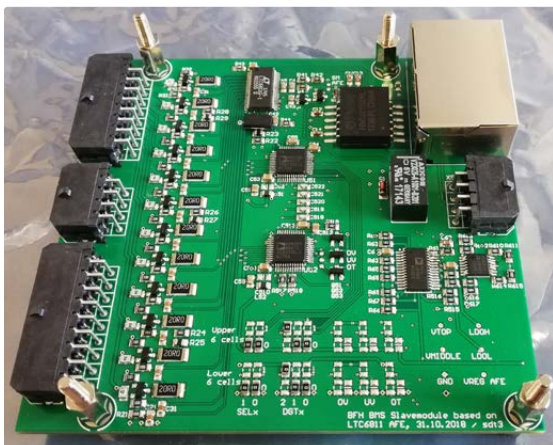
# Modulares BMS für schnelles Sampling der Zellspannungen

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energy and Environment  
Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini  
Experte: Jan Persson (drivetek ag)

Ein Batteriemanagementsystem (BMS) ist für die Messung aller Zellspannungen in einem Batteriepaket zuständig. Schnelle Messungen und die genaue Kenntnis der Innenimpedanz der Batterie sind notwendig, um präzise, aber aufwendige Algorithmen zur Bestimmung des Ladezustandes laufen lassen zu können. Diese Arbeit beinhaltet die Entwicklung eines Slavemodules für die schnelle Messung der Zellspannungen, sowie eines Algorithmus zur Bestimmung der Innenimpedanz von Batteriezellen.

## Entwicklung des Slavemodules

BMS sind meistens nach dem Master-Slave-Prinzip aufgebaut. Ein Mastermodul kontrolliert und koordiniert dabei mehrere Slavemodule, auf welchen die Spannungs- und Temperaturmessung abläuft. Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines modularen Slavemodules, das die Möglichkeit bietet, die Zellspannungen mit einer Frequenz von mindestens 100Hz zu sampeln. Es sollen auch mehrere solcher Module einfach kaskadiert werden können, um grosse Batteriepakete überwachen zu können. Die Entwicklung beinhaltet die Evaluation der benötigten Komponenten, Hardwaredesign, Softwaredesign, Test des Slavemodules an der Laboreigenen Testeinrichtung, sowie Dokumentation von Hardware und Software. Als Resultat dieser Arbeit konnte ein Prototyp des Slavemodules für bis zu zwölf Zellen entwickelt werden, mit welchem die Zellspannungen mit einer Frequenz von bis zu 500Hz gesampelt werden können, sowie bis zu zwölf Temperatursensoren angeschlossen werden können. Zusätzlich zum Hauptchip, welcher die BMS Funktionen übernimmt, konnte ein vollständiger zweiter Abschaltweg (second protection) realisiert werden, der alle Zellspannungen unabhängig vom Hauptchip überwacht.



Entwickelter Prototyp des Slavemodules für zwölf Zellen

## Algorithmen zur Bestimmung der Innenimpedanz

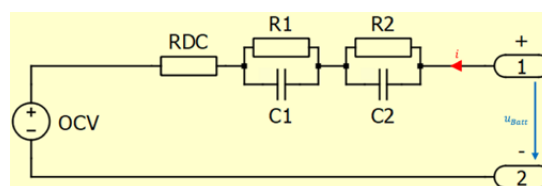
Damit die Berechnung des Ladezustandes und weiterer notwendiger Kennwerte akkurat erfolgen kann, muss die Innenimpedanz der verwendeten Batterie (Kombination aus Widerständen und Kapazitäten) möglichst genau bekannt sein. Die Innenimpedanz hängt jedoch vom Ladezustand, von der Zelltemperatur, von der Alterung und weiteren Einflüssen ab. Die Innenimpedanz muss also idealerweise im laufenden Betrieb in Echtzeit ermittelt werden können. Im Verlaufe der Arbeit konnten verschiedene Algorithmen evaluiert, theoretisch beschrieben und teilweise in Matlab/Simulink implementiert werden. Die Algorithmen basieren auf dem Prinzip der parametrischen Identifikation durch die Methode der kleinsten Quadrate der Residuen.



Timan Schneider  
079 682 70 05  
timan.schneider@hotmail.com

## Ausblick

Der nächste Schritt bezüglich der Hardware ist ein Redesign des Slavemodules, wobei Fehler und weitere Kleinigkeiten korrigiert werden und Optimierungen vorgenommen werden können. Bezüglich des Algorithmus zur Bestimmung der Innenimpedanz, ist der nächste Schritt eine vertiefte Recherche über weitere Algorithmen und schliesslich deren vollständige Implementation. Schliesslich müssen die Algorithmen im Labor vollständig auf ihre Funktion getestet werden. Dies könnte durchaus Inhalt einer möglichen zukünftigen studentischen Arbeit im Rahmen eines Masterstudiums sein.



$$\begin{pmatrix} \frac{du_{C_1}}{dt} \\ \frac{du_{C_2}}{dt} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{R_1 C_1} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{R_2 C_2} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u_{C_1} \\ u_{C_2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{C_1} \\ \frac{1}{C_2} \end{pmatrix} i$$
$$u_{Batt} = (1 \quad 1) \begin{pmatrix} u_{C_1} \\ u_{C_2} \end{pmatrix} + R_{DC} i$$

Batteriemodell mit Innenimpedanz und entsprechendem Zustandsraummodell

# New Methods for Esophageal ECG Catheter Displacement Estimation

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

Thesis advisors : Prof. Dr. Marcel Jacomet, Dr. Reto Wildhaber

Expert : Prof. Dr. Josef Götte

22

Esophageal electrocardiography is an old but rarely used medical technique to record cardiac electrical activity. This thesis provides a robust approach to track the current catheter insertion depth using novel methods based on autonomous linear state-space models, unsupervised learning, and Gaussian message passing. The goal is to give an additional modality for the diagnosis of heart diseases.



Frédéric Waldmann

frederic.waldmann@gmail.com

## Introduction

Catheters for esophageal electrocardiography (Eso-ECG) are medical devices, recording the electrical activity of the heart from inside the patient's esophagus. Such a catheter is a soft and thin tube with multiple electrodes that are recording a multi-channel EsoECG signal. Figure 1 a) shows a brief overview of the catheter's insertion and placement. Due to the patient's breathing, swallowing, and body motions, the catheter changes continuously its position in the esophagus, which alters the signal shapes.

These alternations degrade further signal processing and lower diagnostic reliability. The goal of this thesis is to develop a robust method to track the catheter position using EsoECG signals solely and to reconstruct and visualize the cardiac electrical field.

## Concept

We split the method into two parts: the unsupervised identification of repetitive signal patterns, and the estimation of catheter motions. In the first part, we use autonomous linear state-space models to approximate the signals locally by multi-channel polynomials. This approach provides a sample-independent signal representation, which is the input for our unsupervised clustering algorithm identifying repetitive signal patterns. The second part tracks the catheter motion over time. Therefore, we compare the multi-channel signals at the repetitions and achieve an estimate of the current catheter displacement. The estimation requires a high-dimensional optimization problem to be solved, which is done efficiently by polynomial models with arbitrary resolution. Finally, a Gaussian message passing algorithm, closely related to a Kalman smoother, gives a complete estimation of the catheter motion.

## Results

The detection of repetitive signal shapes, with unsupervised learning, is fast and reliable. Figure 1 b) shows three channels of EsoECG signals. Identical markers highlight the repetitions of signal patterns found by unsupervised learning. Figure 1 c) shows an estimate of the catheter movement over twenty seconds. Figure 1 d) displays a high-resolution reconstruction of the electrical field observed in the esophagus. This visualization is also denoted as the esophageal iso-potential map.

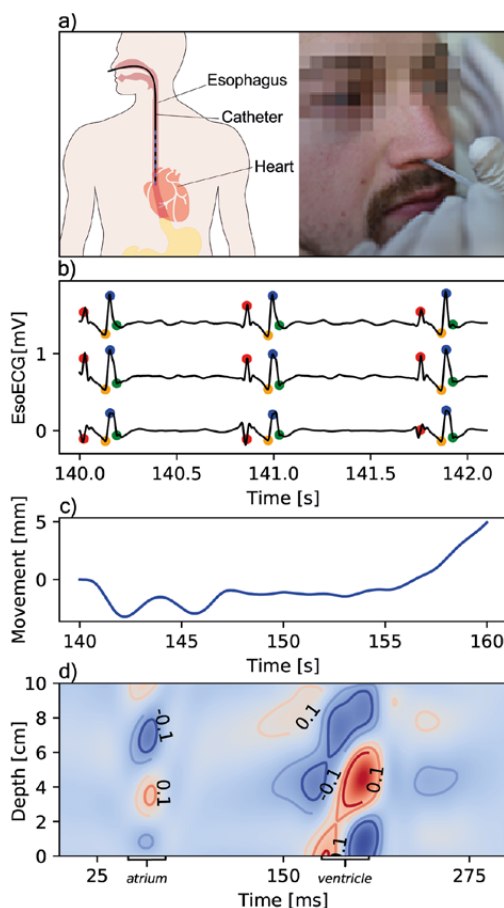


Figure 1: a) Catheter insertion and placement, b) EsoECG signals with pattern detection, c) Catheter movement, d) Esophageal iso-potential map

# Entwicklung eines Energie-Limiters für den Modellrennsport

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrial Technologies  
Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Prof. Dr. Sébastien Mariéthoz  
Experte: Dr. Toufann Chaudhuri (Green Motion S.A.)

23

Die laufende Weiterentwicklung der Lithium-Polymer-Akkumulatoren (LiPo-Akkus) führt im Kampf um die Podestplätze im Modellrennsport zu einer Materialschlacht. Die Entwicklung einer elektronischen Energiezählung und Abregelung des Motors ermöglicht einen neuen Ansatz zur Herstellung der Chancengleichheit in der Energieversorgung. Gleichzeitig werden die Kosten für die Fahrer gesenkt und ein nachhaltiger Umgang mit LiPo-Akkus gefördert.

## Ausgangslage

Eco-Expert ist eine von vielen Elektromodellrennsportklassen und wurde als Zielgruppe für dieses Pilotprojekt gewählt. In dieser Klasse fahren bis zu sechs Rennboote gleichzeitig auf einem dreieckigen Kurs mit 30 m Kantenlänge und versuchen möglichst viele Runden innerhalb von 6 min zu fahren. Die Entwicklung der verwendeten Akkus ermöglicht es von Jahr zu Jahr mehr Energie bei gleichem Gewicht zu speichern. Dieser Umstand führt zu einer Materialschlacht, welcher Einhalt geboten werden soll.

## Aufgabenstellung

Die Hauptaufgabe des Energie-Limiters ist eine präzise Bestimmung der verbrauchten Energiemenge während des Rennens. Beim Erreichen eines konfigurierbaren Energielimits soll das Boot verlangsamt und schlussendlich zum Stehen gebracht werden. Die gesamte Schaltung ist vor Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel Wasser, Temperatur und elektromagnetischen Felder zu schützen und soll eine hohe Manipulationssicherheit aufweisen.

## Realisierung

Zu Beginn der Arbeit wurden die elektrischen Eigenschaften des Energieverbrauchs von verschiedenen Antriebssystemen ausgemessen. Basierend auf diesen Messresultaten wurde durch Simulationen ein geeignetes Messsystem evaluiert und die damit realisierbare Messgenauigkeit geschätzt. Anschliessend wurde eine kompakte Leiterplatte entworfen und aufgebaut. Für den verwendeten ARM-Prozessor wurde eine Software entwickelt, welche in Zusammenarbeit mit dem evaluierten Mess-IC die Energiemessung realisiert. Die so resultierende Schaltung erreicht eine hohe Messgenauigkeit der Leistung mit einem relativen Fehler von weniger als 0.2 % in einem Messbereich von einigen Watt bis zu über 1000 Watt. Der relative Messfehler auf den gemessenen Energieverbrauch beläuft sich schliesslich auf 0.3 %. Diese Messgenauigkeit wurde durch Versuchsreihen im Labor bestätigt.

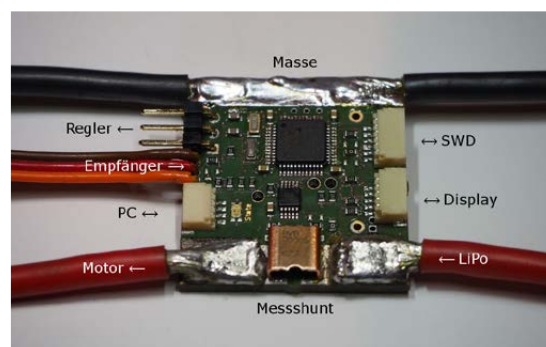
Eine weitere Herausforderung war die Umsetzung der Verlangsamung des Rennboots. Da die Hersteller die PWM-Signale zur Motoransteuerung unterschiedlich spezifizieren, musste eine Schaltung realisiert werden, welche sich an das angeschlossene System anpasst. Neben einer entsprechenden Hardware, musste dazu auch ein neuer Algorithmus entwickelt werden. Dieser lernt im Rennverlauf anhand der gemessenen Leistungsaufnahmen, wie er bei Erreichen des Energielimits das Boot verlangsamen kann.

## Fazit und Ausblick

Dank der Firmware mit adaptiven Algorithmen und der universellen und miniaturisierten Hardware, lässt sich der entwickelte Energie-Limiter ohne Anpassungen in jedes Modellrennboot einbauen. Er ist kleiner, günstiger und genauer als alle bekannten Konkurrenzprodukte. Es ist gelungen innerhalb eines halben Jahres die Idee bis zu einem einsatzfähigen Produkt für das Pilotprojekt der Schweizer Rennbootzene voranzutreiben. Diese erste Saison dient nun dazu das Vertrauen der Rennfahrer in die neue Lösung zu gewinnen, so dass der Energie-Limiter nach und nach Einzug in den Modellrennsport finden und für Chancengleichheit und Nachhaltigkeit beim Einsatz von LiPo-Akkus sorgen kann.



Daniel Zwygart  
daniel.zwygart@hotmail.com



Energie-Limiter: 30 mm × 30 mm, I = -163 A ... 163 A, U = 4.5 V ... 40 V, relativer Messfehler auf Energiemenge < 0.3 %





**Berner Fachhochschule**

Master of Science in Engineering  
Quellgasse 21  
2502 Biel

Telefon +41 32 321 62 37

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

**Bern University of Applied Sciences**

Master of Science in Engineering  
Quellgasse 21  
2502 Biel

Telephone +41 32 321 62 37

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