



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



**BSc in Mikro- und Medizintechnik**

**BSc en Microtechnique et technique médicale**

**BSc in Micro- and Medical Technology**



**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

2 **Titel**

3 Technik und Informatik an der BFH

6 Alumni BFH

7 Infotage

8 Faszinierende Welt der Mikro- und Medizintechnik

10 Interviews mit Studierenden

12 Zusammenarbeitsformen

14 Industriepartner

16 Liste der Absolventinnen und Absolventen

17 Bachelorarbeiten

**Titre**

3 Technique et informatique à la BFH

6 Alumni BFH

7 Journées d'information

8 Le monde fascinant de la microtechnique et de la technique médicale

10 Interviews d'étudiants

12 Formes de collaboration

14 Partenaires industriels

16 Liste des diplômées et des diplômés

17 Travaux de bachelor

**Title**

3 Engineering and Information Technology at BFH

6 Alumni BFH

7 Info days

8 Fascinating World of Micro- and Medical Technology

12 Collaboration

14 Industry partners

16 List of Graduates

17 Bachelor Theses

### Impressum

Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik

**Online**  
book.bfh.ch

**Inserate**  
communication.ti@bfh.ch

**Druck**  
staempfli.com

**Auflage**  
800 Ex.

### Impressum

Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique

**Online**  
book.bfh.ch

**Annonces**  
communication.ti@bfh.ch

**Impression**  
staempfli.com

**Tirage**  
800 exemplaires

### Imprint

Bern University of Applied Sciences  
Engineering and Information Technology

**Online**  
book.bfh.ch

**Advertisements**  
communication.ti@bfh.ch

**Printing**  
staempfli.com

**Edition**  
800 copies

# Technik und Informatik an der BFH

## Technique et informatique à la BFH

### Engineering and Information Technology at BFH

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

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

ti.bfh.ch

#### Das Bachelorstudium als starke Basis

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

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

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

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

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

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

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

ti.bfh.ch

#### Les études de bachelor comme base solide

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

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

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

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

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

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

ti.bfh.ch

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

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

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

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

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

## Der Master als Sprungbrett

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

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

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

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

## Le master comme tremplin

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

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

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

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

## Master's degree to springboard your career

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

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

The English language Master degree programme in Biomedical Engineering with specialisations in the areas of Biomechanical Systems, Electronic Implants or Image-Guided Therapy is offered by the University of Bern in cooperation with the BFH. Students acquire scientifically-based medical and technical knowledge. Apprenticeships 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 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.

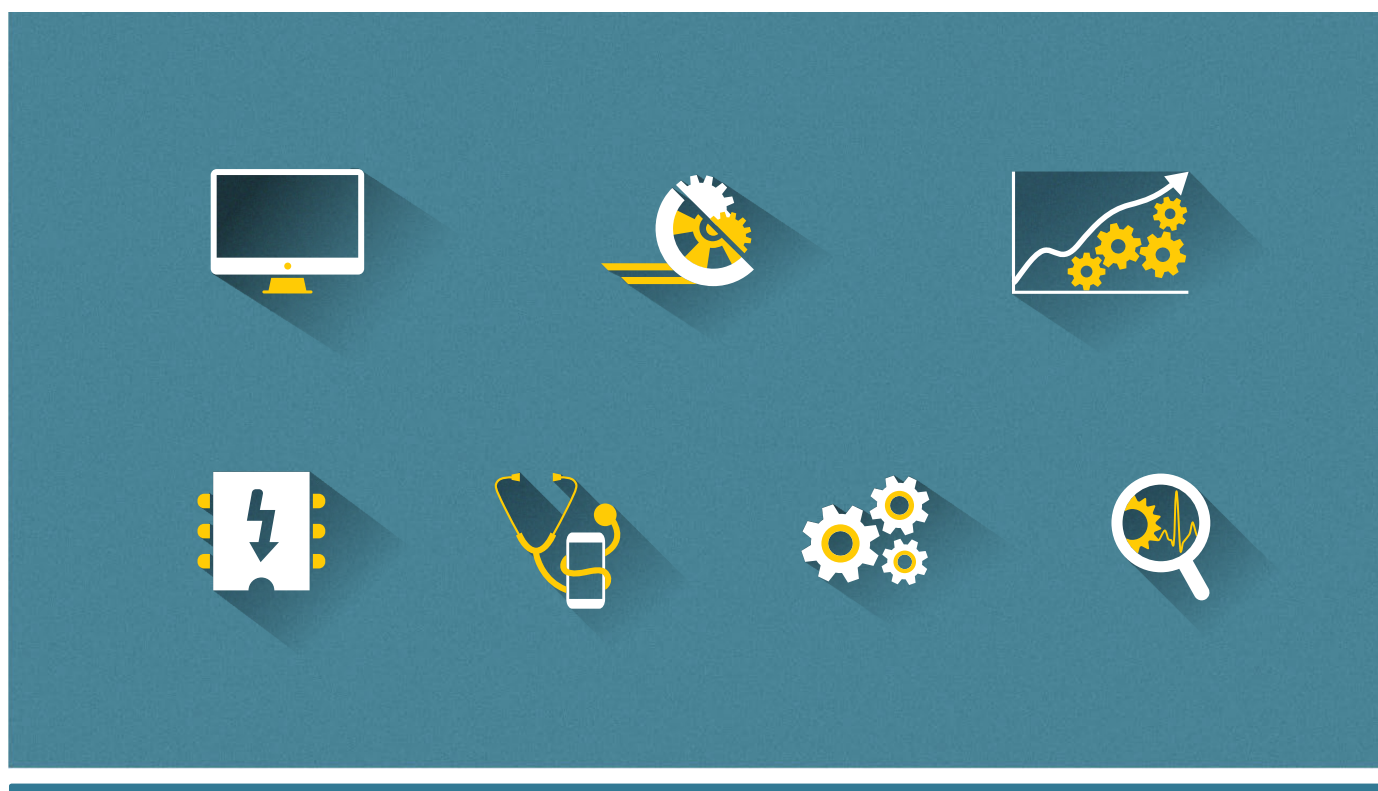
Pour en savoir plus [ti.bfh.ch/journeesinfo](http://ti.bfh.ch/journeesinfo)

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





# Faszinierende Welt der Mikro- und Medizintechnik

## Le monde fascinant de la microtechnique et de la technique médicale

### Fascinating World of Micro- and Medical Technology

8



**Prof. Yves Mussard**

**Abteilungsleiter Mikro- und Medizintechnik**

**Directeur de la division Microtechnique et technique médicale**

**Director of the Micro- and Medical Technology Program**

Die Mikro- und Medizintechnik befasst sich mit der Entwicklung und Herstellung von kleinen, präzisen und intelligenten Produkten. In unserem Studiengang kombinieren wir Komponenten der Elektronik, Mechanik und Informatik auf kleinstem Raum zu kompletten technischen Systemen.

Mikrotechnische Systeme finden sich heute in allen Bereichen der Technik: Im Automobilbau etwa dienen Beschleunigungssensoren als Auslöser für Airbags. In der Medizintechnik geben implantierbare Mikropumpen wohldosiert Medikamente an den Körper ab. Kleine mobile Roboter finden in immer mehr Bereichen Einsatz – vom Staubsauger- bis zum Flugroboter. Diese vielfältigen Einsatzmöglichkeiten machen die Mikrotechnik zu einer der zukunftsträchtigsten Schlüsseltechnologien.

Mikrotechnik-Ingenieurinnen und -Ingenieure haben das breite Grundwissen, um innovative Produkte zu entwickeln. Sie realisieren medizinische, mikrotechnische und optische Instrumente und Geräte, Kleinroboter, Sensoren und Aktuatoren etc. Die Berufsaussichten unserer Absolventinnen und Absolventen sind ausgezeichnet, da die interdisziplinäre Ausbildung in einer Wachstumsbranche sehr gefragt ist.

Sie werden in den Gebieten Medizintechnik, Mechatronik, Mikrorobotik, Nanotechnik, Automatisierung, Optik und Sensortechnik herausfordernde Projekte meistern und neue Produkte und Verfahren entwickeln. Ich wünsche Ihnen dazu viel Erfolg.

Prof. Yves Mussard

La microtechnique et la technique médicale ont pour objectif le développement et la réalisation de petits appareils, précis et intelligents. Dans notre filière, nous combinons des composants électroniques, mécaniques et informatiques dans un très petit volume pour en faire des systèmes techniques complets.

Aujourd'hui, les systèmes microtechniques sont utilisés dans tous les domaines de la technique: dans l'industrie automobile, par exemple, pour le déclenchement des airbags. Dans la technique médicale, les micropompes implantables délivrent des médicaments parfaitement dosés. De petits robots mobiles sont utilisés dans de plus en plus de domaines, allant de l'aspirateur aux drones. Cette grande diversité des champs d'application fait de la microtechnique l'une des technologies les plus importantes pour l'avenir.

Les ingénieurs en microtechnique possèdent des connaissances de base très étendues pour développer des produits novateurs. Ils réalisent des instruments médicaux, microtechniques et optiques ainsi que des appareils, de petits robots, des capteurs, des actionneurs, etc.

Les perspectives professionnelles de nos titulaires sont excellentes, car cette formation interdisciplinaire dans un secteur en plein essor est très demandée.

Ils vont gérer des projets complexes dans les domaines de la technique médicale, de la mécatronique, de la microrobotique, des nanotechnologies, de l'automatisation, de l'optique et des capteurs, et développer de nouveaux produits et procédés. Je leur souhaite plein succès.

The Micro- and Medical Technology focuses on the development and production of small, precise smart products. In our program, we combine electronic, mechanical and IT components on the tiniest scale to create complete technical systems.

You can find microtechnological systems in all areas of technology today. In automotive engineering, for instance, acceleration sensors act as triggers for airbags. In medical technology, implantable micropumps release drugs in proper doses into the body. Small mobile robots are used increasingly in everything from vacuum cleaners to airborne robots. This diversity of possible uses makes microtechnology a promising key technology of the future.

Microtechnology engineers have the broad fundamental knowledge needed to come up with innovative products. They realize medical, microtechnical and optical instruments and equipment plus small-scale robots, sensors and actuators, etc. Our graduates have excellent professional prospects because interdisciplinary education in a high-growth field is in great demand.

You will master challenging projects and develop new products and processes in the fields of medical technology, mechatronics, microrobotics, nanotechnology, automation, optics, and sensor technology. I wish you the best of success in these endeavors.

## Vertiefungen – unsere Spezialitäten

Im letzten Studienjahr wählen die Studierenden zwei der angebotenen Vertiefungen:

- **Medizintechnik**  
mikrotechnische Systeme für medizinische Anwendungen
- **Optik/Photonik**  
berührungsloses Messen mit hochpräzisen optischen Sensoren
- **Robotik**  
Entwicklung und Programmierung von industriellen und mobilen Robotern
- **Sensorik**  
Verwendung und Entwicklung von Sensoren für die Industrie

## Einsprachiges oder zweisprachiges Studium

Der Studiengang Mikro- und Medizintechnik wird parallel in zwei Varianten angeboten:

Wer sich für den einsprachigen Studiengang entscheidet, kann das ganze Bachelorstudium auf Deutsch absolvieren. Im zweisprachigen Studiengang werden die Module etwa zur Hälfte entweder auf Deutsch oder auf Französisch angeboten. Dadurch können die Studierenden in die zweite Landessprache eintauchen und «immersiv» ihre Sprachkenntnisse erweitern und vertiefen.

Bei Studienabschluss wird als Mehrwert ein Zweisprachigkeitszertifikat ausgestellt.

## Kontakt

Wünschen Sie weitere Informationen? Besuchen Sie uns und erfahren Sie im persönlichen Gespräch mehr über das Studium in Mikro- und Medizintechnik.

032 321 61 13 (Sekretariat)  
mikro.ti@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mikro  
facebook.com/bfh.mikro

## Orientations – nos spécialités

Au cours de la dernière année d'études, les étudiant-e-s choisissent deux des domaines d'approfondissement proposés:

- **Technique médicale**  
Systèmes microtechniques pour applications médicales
- **Optique/photonique**  
Mesure sans contact à l'aide de capteurs optiques ultraprécis
- **Robotique**  
Développement et programmation de robots industriels et mobiles
- **Technique des capteurs**  
Utilisation et développement de capteurs pour l'industrie

## Etudes monolingues ou bilingues

La filière d'études Microtechnique et technique médicale est proposée en deux modèles linguistiques:

Celles et ceux qui optent pour des études dans une langue peuvent suivre l'ensemble de la filière de bachelor en allemand. Dans la filière bilingue, les modules sont dispensés, à peu près à parts égales, en allemand et en français. Cela permet aux étudiants de se plonger dans une deuxième langue nationale et d'étendre leurs connaissances linguistiques en immersion.

Un certificat de bilinguisme est établi en fin d'études, ce qui représente un atout supplémentaire.

## Contact

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

032 321 61 13 (secrétariat)  
micro.ti@bfh.ch  
ti.bfh.ch/micro  
facebook.com/bfh.mikro

## BFH-TI – an expert in specializations

Students select two of the specialized fields in the last year of studies:

- **Medical technology**  
Microtechnological systems for medical applications
- **Optics/photonics**  
Contactless measurement utilizing high-precision optical sensors
- **Robotics**  
Development and programming of industrial- and mobile robots
- **Sensor technology**  
Utilisation and development of sensors for the industry

## Monolingual or bilingual study program

The Micro- and Medical Technology program is offered in two versions that run parallel to each other:

For students opting for the monolingual program, the entire Bachelor's program is in German.

In the bilingual program, about half the modules are in German and the other half in French. This version allows students to immerse themselves in the second national Swiss language in order to expand and deepen their knowledge of this language.

A bilingual certificate is issued on completion of the program as an added benefit.

## Contact

Would you like further information? If so, please visit us and find out more about the Micro- and Medical Technology program in a personal consultation session.

032 321 61 13 (secretariat)  
mikro.ti@bfh.ch  
ti.bfh.ch/mikro  
facebook.com/bfh.mikro

# Interviews mit Studierenden

## Interviews d'étudiants

10



Michael Meyer et Justine Le Douaron

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

M.M.: Als gelernter Mikromechaniker schien dieser Studiengang naheliegend. Die Kombination aus Mechanik, Elektrotechnik und Informatik des Studiengangs Mikro- und Medizintechnik passt sehr gut zur heutigen Zeit, da die Anforderungen an einen Ingenieur immer fachübergreifender werden.

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

M.M.: Die Module sind gut über die Woche verteilt. Im Schnitt wird um 8 Uhr begonnen und einmal am Nachmittag geht's wieder nach Hause. Je nachdem kommen dann zuhause noch ein paar Arbeitsstunden dazu. Die Prüfungen sind mehrheitlich über ein ganzes Semester verteilt, was mich motivierte, auch während dem Semester gut zu arbeiten.

Was mir besonders gefiel ist der gute Ausgleich zwischen Theorie und Praxis.

### Arbeiten bzw. arbeiteten Sie nebenher?

M.M.: Als Vollzeitstudent ist es schwierig, nebenbei zu arbeiten. Da bleibt nicht viel Zeit übrig. Dafür eignet sich wohl der Teilzeitstudiengang besser. Hingegen ist es während der unterrichtsfreien Zeit im Sommer sehr gut möglich, einen befristeten Job anzunehmen. Da ich aber bereits vor dem Studium 6 Jahre intensiv gearbeitet hatte, nutzte ich die studienfreie Zeit mehrheitlich zum Reisen.

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

M.M.: Ganz sicher werde ich mir meine Ausbildung zunutze machen. Wie genau steht allerdings noch offen. Einerseits geht mein Interesse Richtung Masterstudiengang, andererseits würde mich auch eine Arbeitsstelle in der Industrie reizen. Die Möglichkeiten sind vielfältig. Die Entscheidung werde ich in den kommenden Monaten fällen.

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

M.M.: Es ist eine gute Wahl. Natürlich muss man ein persönliches Interesse für die Themengebiete mitbringen. Der Arbeitsaufwand ist nicht zu unterschätzen. Allerdings geht es Schritt für Schritt vorwärts und somit sind die zu erbringenden Leistungen überschaubar. Wichtig ist es, einen guten Ausgleich zwischen Privatleben und Studienalltag zu finden.

## Pourquoi avez-vous choisi cette filière d'études?

J.L.D.: J'ai choisi le bachelor en Microtechnique principalement pour son aspect bilingue. Malgré une première année difficile de ce point de vue-là, j'ai finalement pu apprendre une nouvelle langue. La dimension pluridisciplinaire de la formation a aussi été décisive: les deux premières années, bien que plus théoriques que la dernière année, permettent de balayer de nombreux domaines de l'ingénierie (informatique, construction, électronique, etc.), et finalement la dernière année, particulièrement grâce aux approfondissements, permet de nous orienter.

Le fait de pouvoir étaler la formation sur plusieurs années (j'ai choisi de faire la troisième année du bachelor sur deux ans) m'a aussi permis de pouvoir travailler à côté des études, ce qui n'est pas négligeable d'un point de vue financier!

## Qu'est-ce qui vous a passionnée tout particulièrement?

J.L.D.: Les cours de troisième année m'ont particulièrement captivée: les cours de technique de régulation, discipline qui m'était inconnue avant, et les cours d'approfondissement en optique et en technique des capteurs étaient vraiment intéressants.

## Quels sont vos projets d'avenir?

J.L.D.: Quelques mois de vacances. Et ensuite de chercher un emploi. Je vais chercher un travail dans le domaine de la technique médicale, ce qui je trouve donne un sens au travail d'ingénieure.

## Que diriez-vous à quelqu'un qui aurait envie d'entreprendre ce genre d'études?

J.L.D.: Je dirais que ce bachelor est parfait si l'on ne veut pas se spécialiser trop tôt dans un domaine, et que l'on est intéressé par la technique médicale. C'est aussi un bon choix si l'on veut continuer à travailler à côté de ses études et si l'on veut s'améliorer en allemand ou en français.



Daniel Tschupp

## Warum haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

Während meiner Berufsausbildung als Elektroniker in der Firma Roche Diagnostics durften wir dort verschiedene Abteilungen kennen lernen. Eine davon war die Research-and-Early-Development-Abteilung. Dort arbeiteten ca. 20 Ingenieure, und fast jeder hatte eine andere Disziplin studiert. Von Biologie über Chemie, Konstruktion, Elektrotechnik bis hin zur Physik und Optik gab es Leute. Dort sah ich, dass es neben Elektrotechnik auch noch andere sehr interessante Bereiche in der Technik gibt. Also suchte ich ein Studium, das breiter gefächert ist als Elektrotechnik und bin so bei der Mikro- und Medizintechnik gelandet.

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

Als Teilzeitstudent bin ich nur 3 Tage die Woche an der Fachhochschule. Dies bringt viel Abwechslung mit sich, und das Gelernte kann, je nach Job, auch direkt angewendet werden. Dies gefällt mir sehr, obwohl es auch stressig sein kann. Des Weiteren gefällt mir die Unkompliziertheit der BFH-TI, auch wenn es ab und zu ein wenig chaotisch wirkt.

## Arbeiten bzw. arbeiteten Sie nebenher?

Wie schon erwähnt, studiere ich Teilzeit und bin momentan noch als Assistent im optoLab der BFH angestellt. Dies gibt mir die Möglichkeit, mich einerseits auf wenige Fächer pro Semester konzentrieren zu können und andererseits kann ich so das

Gelernte direkt in Projekten vertiefen. Was für mich auch noch ganz wichtig ist, ist die finanzielle Unabhängigkeit, die ich so geniessen kann.

## Was möchten Sie nach dem Studium machen?

Wenn ich im Sommer erfolgreich abschliesse, werde ich direkt den Master of Science in Engineering anfangen. Natürlich weiterhin im Teilzeitmodus.

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

Wenn du Freude an der Technik sowie an Mathematik hast und dich immer wunderst, wie was funktioniert, dann ist ein technisches Studium sicherlich das Richtige für dich. Und falls dich möglichst viele verschiedene Disziplinen interessieren, dann ist Mikro- und Medizintechnik sicher auch keine schlechte Wahl. Zudem kann ich jedem ein Teilzeitstudium empfehlen. Es ist meiner Meinung nach jedoch nur dann sehr wertvoll, wenn sich der Teilzeitjob in einem ähnlichen Fachgebiet wie das Studium befindet.

# 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 Mikro- und Medizintechnik sind zahlreiche Bachelorarbeiten in Kooperation mit Firmen aus der ganzen Schweiz und auch aus dem Ausland entstanden. Wir bedanken uns bei diesen Firmen für die fruchtbare Zusammenarbeit!

A nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. Dans le domaine de la microtechnique et de la technique médicale, de nombreuses thèses se font en partenariat avec des entreprises de l'ensemble de la Suisse et de l'étranger. Nous remercions ces entreprises pour ces fructueuses collaborations!

Close cooperation with industrial partners is very important to us. In the field of micro- and medical technology numerous bachelor theses have been produced in cooperation with companies from all over and also outside Switzerland. We thank these companies for the fruitful collaboration.

41medical, Bettlach  
AgroVet-Strickhof, Lindau  
Alemnis AG, Thun  
Berner Fachhochschule, Department Gesundheit, Physiotherapie, Bewegungslabor, Bern  
Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst-, und Lebensmittelwissenschaften (HAFL), Zollikofen  
Bien-Air Surgery SA, Le Noirmont  
Bozzio AG, Nidau  
Bundesamt für Sport (BASPO), Magglingen  
BW-TEC AG, Höri  
Compact-Service AG, Bern  
CSEM SA, Alpnach Dorf  
Curtis Instruments AG, Biberist  
Diavantis, Cham  
Empa, Dübendorf  
GlencaTec, Niederwangen  
HAENNI Instruments AG, Kirchberg  
inomed Medizintechnik GmbH, Emmendingen, Deutschland  
OVD Kinegram AG, Zug  
ProcSim Consulting Sàrl, Lausanne  
Schleuniger AG, Thun  
smartflyer AG, Grenchen  
T-Vermessung GmbH, Busswil b. Büren  
Weibel CDS AG, Waldstatt





# Liste der Absolventinnen und Absolventen

## Liste des diplômées et des diplômés

### List of Graduates

16 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Bachelorarbeiten Mikro- und Medizintechnik des Jahres 2018.

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

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 bachelor en micro-technique et technique médicale de l'année 2018.

Les diplômées et diplômés sont présentés par l'ordre alphabétique. Il en va de même lorsqu'il s'agit d'un team où ses membres 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 bachelor theses in Micro Technology and Medical Technology in 2018.

The graduates are listed according in alphabetical order. In teams the alphabetic position of the first member of the team appoints the indexing.

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

Thomas Aebersold .....	17	Jonas Manuel Keller .....	27	Remo Perler .....	40
Cyril Dominic Albrecht .....	18	Steve Knuchel .....	29	Basil Finn Peterhans.....	41
Michael Christoph Ammann.....	19	Pascal Yannick Roman Kolly.....	31	Franziska Katharina Rothen .....	42
Mylène Amstutz .....	20	Filip Krähenbühl .....	32	Simon Adrian Salzmänn .....	43
Moritz Elias Bracher .....	21	Thomas Marc Laubscher.....	33	Leonardo Pietro Emanuele Sartori .....	24
Giuliano Cairoli.....	22	Justine Le Douaron .....	34	Lukas Alexander Studer.....	44
Felix Taro Freudiger.....	23	Eric Lochmatter .....	35	Lara Sütterlin.....	44
Gaëtan François Gogniat .....	24	Carl Michael Meyer .....	36	Edgar Tommasini .....	45
Gautam Ilango .....	26	Patrick Müller .....	37	Daniel Andreas Tschupp.....	46
Fabrice Nicola Jakob.....	27	Lauro Müller.....	38	Nicolas Wenger.....	47
Darius Manuel Kaufmann.....	28	Sven Nussbaumer .....	39		

# Regelbarkeit eines Multikopters zur Reinigung von Fenstern

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Robotik

Betreuer: Prof. Dr. Gabriel Gruener

Experte: Dr. Jérémie Knüsel

Industriepartner: Compact-Service AG, Bern | T-Vermessung GmbH, Busswil b. Büren

Heutige Multikopter können bereits viele autonome Aufgaben erledigen. Um Reinigungsarbeiten an hohen Gebäuden durchführen zu können, müssen die Grenzen der technischen Machbarkeit evaluiert werden. Insbesondere das Flugverhalten in Fassadennähe und mit Fensterkontakt soll getestet werden. Ausserdem soll ein mögliches Sensorsystem bestimmt und geprüft werden.

17

## Ausgangslage

Die Reinigung von Fassaden und Fenstern an hohen Gebäuden ist oft mit zusätzlichem Aufwand verbunden. Oftmals werden Seilsysteme oder Hebevorrichtungen eingesetzt. Automatische Reinigungssysteme könnten diese Arbeiten zukünftig übernehmen. Der Einsatz von mobilen Robotern ist hier naheliegend. Multikopter bieten eine gute Möglichkeit, hohe und schlecht zugängliche Stellen zu erreichen.

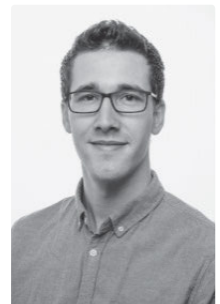
## Ziel

Die technische Machbarkeit eines Reinigungsmultikopters soll geprüft werden. Hierfür werden verschiedene Sensorarten in Betracht gezogen. Eines der wichtigsten Kriterien ist die Erkennung von Fenstern. Somit muss das Gesamtsystem Glasscheiben erkennen können. Ausserdem gilt es eine Lösung zur relativen Lokalisierung zu erarbeiten. Das gewählte System soll zu-

sammengestellt und in Feldtests geprüft werden. Das Flugverhalten des Multikopters nahe an einer Fassade ist zu evaluieren. Zusätzlich soll festgestellt werden, wie viel Kraft in horizontaler Richtung mit einem vorgegebenen Multikopter erzeugt werden kann.

## Vorgehen

Die Anforderungen an das Gesamtsystem werden in einem Pflichtenheft festgehalten. Mehrere verfügbare Multikopter-Systeme werden genauer betrachtet. Verschiedene Sensortypen sind zu untersuchen und zu testen. Ein Sensorsystem zur relativen Lokalisierung anhand Fassadendaten muss erstellt werden. Ein zweites Sensorsystem zur Orientierung auf der Fensterscheibe wird definiert. Nach der Wahl der Sensorensysteme werden diese zusammengestellt, auf dem Multikopter angebracht und getestet. Um den Flugablauf zu definieren, wird ein Flugplan erstellt.



Thomas Aebersold  
thomas.ae.94@gmail.com



Multikopter zur Reinigung von Fenstern

# Flight optimization of the smartflyer hybrid airplane based on weather data

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Orientation: Robotics

Thesis advisors: Prof. Dr. Gabriel Gruener, Dr. Thomas Niederhauser

Expert: Philipp Glocker (smartflyer)

External project partner: smartflyer AG, Grenchen

- 18 The start-up smartflyer has a unique project: a hybrid plane with an electric motor for propulsion and a combustion engine to recharge the batteries. An optimization algorithm plans a flight to minimize either the flight time or the consumed energy, according to parameters fed by the pilot. During the flight, the plan may be updated based on actual measurements and weather data.



Cyril Dominic Albrecht

## Introduction

Electric propulsion for transportation has been the most important innovation in the last decade, especially in the car industry. The smartflyer team brings this innovation to the aeronautical world. As battery capacity is still limited, a hybrid solution is used. The plane transports up to 4 passengers on a distance of 500 NM (920 km) at a maximal speed of 120 kt (220 km/h). The first prototype will be built in 2019. First flight is planned for 2020.

## Objective

A given flight is to be optimized in duration or fuel consumption according to various parameters: the departure and arrival airfields, the wind according to weather forecasts as well as the cruise altitude and speed. The mass of the plane is also taken into account, depending on the number of persons on board and the cargo. Since the plane prototype is being built, some values are estimated. During the flight, the plan is dynamically adapted by the onboard computer using real-time flight measurements, such as indicated air speed, altitude and energy consumption.



Computed flight path from Grenchen (LSZG) to Sion (LSGS) via Lausanne-Montreux-Martigny.

## Methods

A model of the flight is developed in MATLAB, as well as the optimization algorithms. A Monte Carlo analysis is applied to the model to better understand the influence of each parameter on the flight time and the energy used. For the dynamic model adaptation, inputs are simulated since the airplane is not yet built. The code is then ported to C++, including a GUI accessible via a web page.

## Outlook

The influence of the parameters will be verified during test flights. The confirmation of the correct implementation of the dynamic flight plan adaptation may be tested on a similar plane as smartflyer's. The capacity of the battery declines with the numbers of charging cycles. This will affect the flight planning and shall be further studied. The flight plan may also be more dynamic, automatically looking for possible via points.



Batteries, combustion engine and electric motor placed inside the airplane.

# Heizungssystem für in situ Röntgendiffraktion

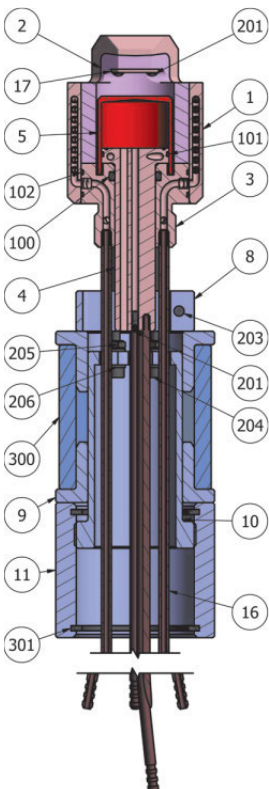
Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Sensorik  
Betreuer: Prof. Dr. Simon Kleiner  
Experte: Dr. Zoltan Balogh-Michels (Empa)  
Industriepartner: Empa, Dübendorf

Die chemische Reaktionskammer wird benötigt, um thermochemische Prozesse an Festkörpern mittels Röntgendiffraktion zu messen. Dabei kann die Reaktionskammer in das Bruker D8 Advance oder das Panalytical X'Pert<sup>3</sup> Powder Röntgendiffraktometer eingebaut werden. Das aktuell betriebene Heizungssystem der Reaktionskammer ist auf ca. 600 Grad Celsius beschränkt. Die Bachelorthesis zeigt ein neues Heizplattenkonzept, das höhere Temperaturanforderungen bis zu 700 Grad Celsius erfüllt.

19

## Herausforderungen

Die Herausforderung besteht in den hohen Korrosionsanforderungen, die für Gase wie HCl, NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub> benötigt werden, sowie im beschränkt vorhandenen Platz in der Reaktionskammer, siehe Bild 2. Zudem ist die Probenoberflächentemperatur in der chemischen Reaktionskammer nicht gleich der Heizelementtemperatur wegen den vielen Wärmewiderständen, die zwischen der Probenoberfläche und dem Heizelement existieren. Die Probenoberflächentemperatur wird mit einem Thermoelement gemessen und danach geregelt. Die neue Heizung muss mit der vorhandenen Temperaturregelung kompatibel sein, sowie die Kundenanforderungen bezüglich Genauigkeit erfüllen.

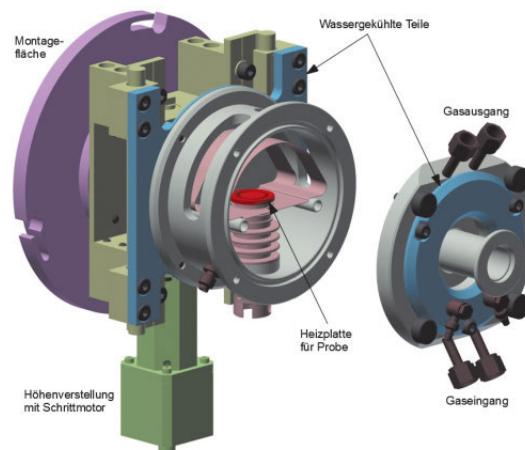


Neues Heizungssystem (in Hellrot und Rot) mit Probenhalterung und Mechanismus dazu (in Hellblau und Blau)

## Lösung

Die Wärmewiderstände werden durch die Probenhalterung (Position 1, 2 und 17) und den Mechanismus dazu (Pos. 4, 5, 8, 9, 10 und 11) minimiert, siehe Bild 1. Die Probenhalterung (Position 1, 2 und 17) ist fähig die Probe mit bis zu 360 Newton auf die Heizplatte (Pos. 5) zu spannen. Dies ist möglich dank Spezialkeramik (Pos. 2) und einer Wellenfeder (Pos. 300), die dafür sorgt, dass die Probe auch bei hohen Temperaturen mit der eingestellten Einspannkraft gehalten wird. Zudem kann dank Schutzatmosphäre das Heizelement bis zu 1900 Grad Celsius erhitzt werden. Das Heizelement inklusive dazugehöriger Wärmedämmung ist nicht ersichtlich in Bild 1. Die hohe Heizelementtemperatur erlaubt, eine hohe Temperaturdifferenz von bis zu 1200 Grad Celsius und somit eine hohe Heizleistung zu erreichen. Durch die höhenverstellbare Heizplatte (Pos.5) befindet sich die Probenoberfläche immer am gleichen Ort, dies verkürzt die Einrichtzeit vom Röntgendiffraktometer. Um Wärmeabstrahlung zu minimieren, ist die gesamte Aussenhülle (Pos. 1, 3 und 4) des Heizungssystems wassergekühlt.

Michael Christoph Ammann



Chemische Reaktionskammer mit Adapterplatte (in Violett) und vorgängigem Heizungssystem (in Hellrot und Rot)

# Variables Mach-Zehnder-Interferometer für ein Swept Source OCT

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik

Betreuer: Prof. Christoph Meier

Experte: Dominik Täschler

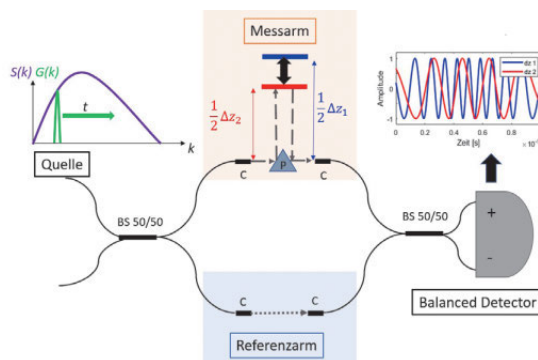
- 20 Die optische Kohärenztomographie (OCT) ist ein optisches Bildgebungsverfahren, welches in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt wird. Die heute benutzten Systeme sind aber jeweils nur für eine bestimmte Anwendung konzipiert. Um ein vielseitig einsetzbares Gerät zu entwickeln, muss dieses mit verschiedenen Laserquellen betrieben werden können.



Mylène Amstutz  
m.amstutz.ch@gmail.com

## Ausgangslage

Um die eingangs beschriebene Zielsetzung zu erreichen, soll ein variables Mach-Zehnder-Interferometer (MZI) für ein Swept Source OCT-Gerät entwickelt werden. Diese OCT-Technologie basiert auf einer Swept Source Laserquelle, welche einerseits ein schmalbandiges Spektrum besitzt (Abb.1:  $G(k)$ ), andererseits durchläuft (swept) dieses einen gewissen Wellenlängenbereich (Abb. 1:  $S(k)$ ). So können durch die Wellenlängenänderung Interferenzen entstehen, welche mit mathematischen Transformationen in ein Tomogramm überführt werden können. Ein MZI (Abb. 1) basiert auf demselben Effekt und erzeugt so ein Referenzsignal (K-Clock), aus welchem ein sogenannter Remapvektor gewonnen wird. Anhand dieses Vektors wird das eigentliche OCT-Signal interpoliert und anschliessend fourriertransformiert. Um mit verschiedenen Quellen funktionieren zu können, muss der optische Wegunterschied zwischen Mess- und Referenzarm in dem zu gestaltenden MZI variabel sein. Damit kann die Frequenz der K-Clock für die jeweils eingesetzte Quelle angepasst werden. (Abb. 1: Vergleich rotes und blaues Signal)



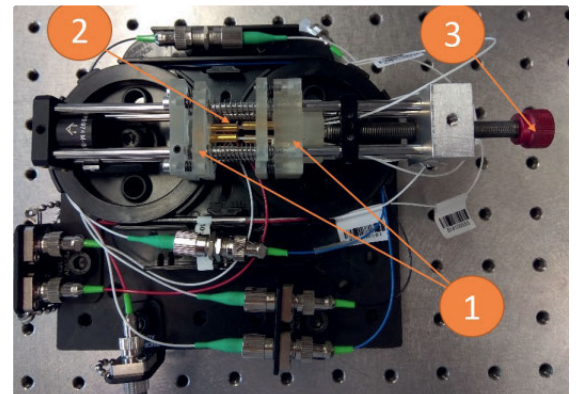
Schema VMZI mit «BS» Beamsplitter Teilungsverhältnis 50/50, «C» Kollimator, «P» reflektions Prisma

## Ziele

Alles Licht, welches nicht zur Erstellung von tomographischen Bildern benutzt werden kann, ist ein Verlust. Deshalb soll im MZI ein hoher Kopplungsgrad von 70% und mehr erzielt werden, damit nur ein möglichst kleiner Anteil des Lichts in das MZI gespiesen werden muss. Zusätzlich ist es für die Signalverarbeitung entscheidend, dass der Kopplungsgrad auch bei sich verändernder Wegdifferenz konstant bleibt. Um die Dimensionen des gesamten OCT-Systems in Grenzen zu halten, ist eine kompakte Form des MZI eine zusätzliche Bedingung.

## Vorgehen

Um die Ziele zu erreichen, wurden in einem ersten Schritt die am besten geeigneten Komponenten für das System anhand von Messversuchen ermittelt. Zusätzlich wurde das gesamte MZI auch auf theoretischer Ebene analysiert und mathematische Zusammenhänge, wie der Frequenzgang anhand der Wegdifferenz und den Einfluss von Dispersion untersucht, um anschliessend das bestmögliche Konzept für den Aufbau zu wählen (Abb. 2). Am Ende wurde das definitive MZI charakterisiert, um die spätere Handhabung und den möglichen Einsatz bei anderen Systemen zu vereinfachen.



Miniaturisiertes VMZI mit Wegdifferenz Einstellmöglichkeit (3) und Tilteinheiten (1) für 4 Kollimatoren (2)

# Wann hat der Staffellaufstab den Besitzer gewechselt?

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Sensorik  
Betreuer: Prof. Dr. Bertrand Dutoit  
Experte: Martin Rumo (BASPO)

21

Im professionellen Sport werden zunehmend Wearables mit Sensoren eingesetzt. Mit den gesammelten Daten können die Athleten ihre Technik verbessern und bessere Leistungen erzielen. Für den Staffellauf ist der Zeitpunkt der Übergabe eine wichtige Information, besonders beim Abgleich mit den Geschwindigkeiten der Läufer. Eine Sensoreinheit im Staffelstab soll die Übergabe detektieren und die Zeitpunkte senden.

## Motivation

Die Übergabe des Staffelstabes stellt technisch die grösste Schwierigkeit dar und hat daher Optimierungspotenzial. Bei einer optimalen Übergabe hat der empfangende Läufer bereits auf seine maximale Geschwindigkeit beschleunigt, wenn er den Stab greift. Besonders bei kurzen Etappen von 100 m ist dies ein entscheidender Faktor. Mit den Geschwindigkeitsdaten und den Übergabezeitpunkten kann der Trainer die Läufer genau analysieren. Das erlaubt ihm, spezifische Rückmeldungen und Verbesserungsansätze zu geben. Zudem sind diese Daten eine attraktive Ergänzung für die Zuschauer bei Wettkämpfen und TV-Übertragungen.

## Ziel

Im Training des Staffellaufs 4x100m soll die Geschwindigkeit der Läufer beim Empfangen des Stabes analysiert werden können. Dazu soll der genaue Zeitpunkt mittels eines im Staffelstab integrierten Sensors ermittelt werden. Die Hauptaufgabe ist es, diese Staffelstab-Sensoreinheit umzusetzen. Dabei muss die Staffelstab-Sensoreinheit in der Trainingsumgebung zuverlässig funktionieren und mit dem Endgerät/Datensammelpunkt interagieren können. Ausserdem sollen die Eigenschaften des Geräts wie Masse, Oberflächenbeschaffenheit und Gleichgewicht möglichst einem herkömmlichen Staffelstab entsprechen. In

weiterführenden Projekten sollen die Daten der Geschwindigkeitsmessgeräte auf das Endgerät bzw. den Datensammelpunkt übertragen werden, um sie mit den Übergabezeiten zu vergleichen.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt werden die Merkmale einer Staffelstab-Übergabe analysiert. Dabei wird geprüft, wie ausschlaggebend und störungssicher diese sind. Danach werden Konzepte erstellt, um diese Merkmale mittels Sensoren zu detektieren. Dabei ist die Umsetzbarkeit der Elektronik, die mechanischen Befestigungsmöglichkeiten innerhalb des Stabes und dessen Gewicht ausschlaggebend.

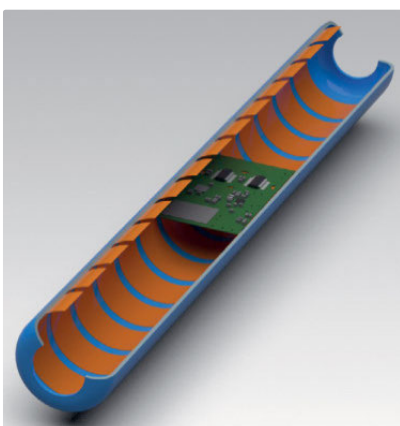
Neben der Sensorik wird eine passende Schnittstelle gewählt, um die Daten zu übertragen. Diese muss energiesparend sein und eine hohe Reichweite haben. Ausserdem wird eine mobile Energieversorgung und eine Kontrolleinheit erarbeitet. Bei der Umsetzung der Prototypen werden geeignete Komponenten gewählt, der Schaltplan erstellt und die Printplatten inkl. mechanischem Aufbau entwickelt. Weiter wird der Controller für die Datenauswertung und Ausgabe programmiert. Funktionstests in der Trainingsumgebung mit Kameras, ergeben Aufschluss über Zuverlässigkeit und Verzögerungszeiten.

## Ergebnisse

Die integrierte Sensoreinheit erkennt die Anzahl Hände, die sich am Stab befinden und kann anhand der Abfolge eine Übergabe detektieren. Elektrisch leitende Pads sind auf einem flex PCB im Innenradius angebracht. Berührt eine Hand den Stab, entsteht eine zusätzliche Kapazität zwischen Pad und der Handfläche. Diese Änderung wird von einem kapazitiven Berührungssensor detektiert und ausgewertet. Anhand der Anzahl und Position der aktiven Pads kann ermittelt werden, wie viele Hände sich am Stab befinden. Ein Zigbee-Modul erlaubt es über den ganzen Sportplatz, die ausgewerteten Daten in Echtzeit zu übertragen. Die Daten können dann von jedem Endgerät mit USB-Anschluss ausgelesen werden. Der Sensor-Stab ist wiederaufladbar, leicht und weist nur unwesentliche Oberflächenveränderungen auf.



Moritz Elias Bracher



Aufbau der Sensoreinheit mit Staffelstab (blau) Hauptplatte (grün) und den Touchpads auf dem flex PCB (rot)

# Biomedical Demonstrator

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Sensor

Thesis advisor: Prof. Dr. Bertrand Dutoit

Expert: Mr. Martin Künzi, GlencaTec AG, Niederwangen

External project partner: GlencaTec, Niederwangen

- 22 This work is carried out in collaboration with GlencaTec, a company specializing in glass encapsulation services. The goal is to create a demonstrator to show the advantage of the encapsulation technology to the customers.



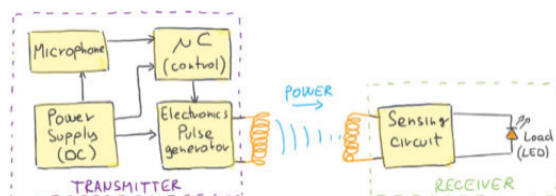
Giuliano Cairoli  
+41 79 271 78 57  
cairo17@hotmail.it

## Motivation

The main objective is to develop a demonstrator that shows that GlencaTec's encapsulated products are of high quality, perfectly sealed and that it is possible to transmit radio frequency signals through the glass material. For this reason, a system based on Wireless Power Transfer has been designed. This system is capable of transmitting energy from a transmitter to a receiver. To demonstrate the operation of the encapsulated product the capsule is introduced into water or other environments and depending on the distance between transmitter and receiver it is also possible to figure out the absorbed power.

## Principle

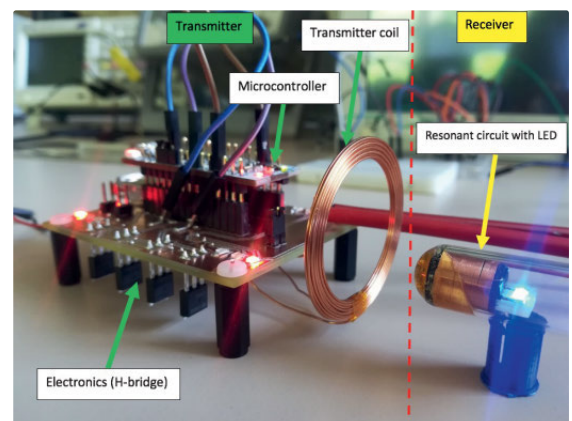
The operation is mainly based on a resonant circuit. Both devices (transmitter and receiver) of the inductive coupling must be set to the same resonance frequency to ensure high energy transfer. The transmitter's electronic system is divided into control stage and power stage. Using a microcontroller, pulses are generated to create the resonance frequency in the primary circuit. A microphone is implemented with the microcontroller. Depending on the signal picked up by it, the LED may behave in a certain way (e.g. blinking, fading). A MOSFETs circuit manages resonance via an H-bridge configuration. In this way, a low power control is used to manage more energy in the load. The load is a RLC circuit where the coil creates a magnetic field and the capacitance allows resonance. The same principle also applies to the receiver. Nevertheless, the energy source to power up the LED is based on the energy consumption of the coil.



Basic diagram of inductive coupled system.

## Results

The system obtained consists of a transmitter with a 40 mm diameter coil and a receiver with an 8 mm diameter coil. It has a pairing that is capable of lighting an LED at a distance of about 30-40 millimeters, depending on the type of LED and the environment. The primary system is enclosed in a material box that does not absorb magnetic energy. A microphone is implemented in the system as an additional attribute to create more advanced features for LED behavior. The entire system is powered only by a USB type A cable, which can be connected to any AC/DC converter. The energy supplied from the transmitter is between 10 and 20 Watts. These features allow for an easy-to-use product. For the company it is a demonstrator which will be able to attract customers and interested people, especially at a trade fair.



Prototype showing the operation between transmitter and receiver.

# Entwicklung einer Montier- und Schneideanlage für leitfähige Fasern

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik

Betreuer: Prof. Dr. Jörn Justiz, Adrian Sallaz, Roman Amrein

Experte: Alain Cusinay (Bien-Air Surgery SA)

Industriepartner: Bien-Air Surgery SA & inomed Medizintechnik GmbH, Le Noirmont (Bien-Air) & Emmendingen, Deutschland (inomed Medizintechnik)

Während einer Operation in der Neurochirurgie besteht das Risiko einer Verletzung der Gesichtsnerven. Um dies zu minimieren wird mit einem kontinuierlichen Neuromonitoring die Distanz vom Bohrer zum Nerv ermittelt. Damit man bei jeder Operation ein optimales Signal erhält, wird eine zusätzliche Komponente im Bohrer eingesetzt. Ziel dieser Arbeit ist es, eine halbautomatische Montageanlage zu entwickeln, um diese Komponente produzieren zu können.

23

## Ausgangslage

Bei bisherigen neurochirurgischen Eingriffen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich wurde mit Stimulationssonden unabhängig vom Bohrwerkzeug ein intraoperatives Neuromonitoring durchgeführt. Das Risiko dabei ist die Verletzung der Gesichtsnerven während des Bohrvorgangs, wenn nicht gemessen wird. Um diese Gefahr zu minimieren arbeiten Bien-Air Surgery SA und inomed Medizintechnik GmbH zusammen mit der Berner Fachhochschule an einem Produkt, welches die Messung parallel während des Bohrvorgangs durchführen kann, das sogenannte kontinuierliche Neuromonitoring. Für dieses Projekt werden leitfähige Fasern verwendet, welche in der Handhabung sehr aufwändig und schwierig sind. Diese sollen für ihren Einsatz in ein weiteres Teil eingeführt und auf Mass zugeschnitten werden. Um eine Produktion möglichst zeitsparend realisieren zu können, soll dafür eine Montier- und Schneideanlage entwickelt werden.

## Ziel

Das Ziel dieser Thesis ist die Konstruktion und Realisierung einer halbautomatischen Montier- und Schneideanlage für leitfähige Fasern. Die Funktionsschritte werden zunächst in Teilkonzepten mittels praktischen Versuchen auf ihre Realisierbarkeit getestet und danach in die Anlage integriert. Elektrisch betrieben durch Schrittmotoren und Linearaktuatoren soll diese Anlage dem Hersteller Zeit und Mühe sparen die Fasern manuell zu bearbeiten. Mit einem einfachen Bedienungsinterface kann der Hersteller die Anlage schnell in Betrieb nehmen und produzieren.

## Vorgehen

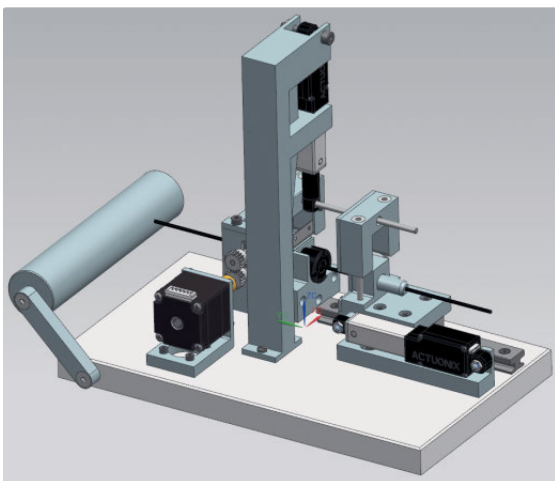
Für die Konstruktion der Gesamtanlage wurde zunächst durch mehrere Teilkonzepte eine manuell bedienbare, mechanische Anlage erarbeitet. Eines der wichtigsten Werkzeuge dabei sind die industriellen Rasierklingen, welche speziell für das Zuschneiden der Fasern eingesetzt werden. Die entwickelte CAD Konstruktion wurde realisiert und durch praktische Versuche getestet und anschliessend für einen reibungslosen Produktionsvorgang optimiert. Nach diesem Schritt wurde die Anlage mittels elektrischen Komponenten erweitert und automatisiert. Die dabei eingesetzten Motoren werden durch einen Mikrocontroller angesteuert und durch mechanische Schalter bedienbar gemacht. Die automatisierte Gesamtanlage wurde schlussendlich auf ihre vorgegebenen Funktionalitäten getestet und verbessert bis zum gegenwärtigen Endprodukt.



Felix Taro Freudiger

+41 77 467 26 27

[felix.freudiger@gmail.com](mailto:felix.freudiger@gmail.com)



CAD Konstruktion der Montier- und Schneideanlage für leitfähige Fasern



# Dynamic Motor Primitives for Robot Control and Learning in Time-varying Environments

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Robotics  
Thesis advisors: Prof. Dr. Sarah Dégallier Rochat, Prof. Dr. Gabriel Gruener, Nathan Gyger  
Expert: Dr. Sylvain Calinon (IDIAP)

24 Despite the constant growth of robots' use in industry, teaching them to solve tasks is often tedious. Thus, making them work closer to humans and giving them the means to learn how to solve a task, directly by demonstration, is one way to facilitate the robot's learning. Artificial Intelligence algorithms combined with dynamical systems are implemented on a collaborative industrial robot with the purpose of learning to solve complex industrial tasks from line worker demonstration.



Gaëtan François Gogniat  
gaetan.gogniat2@gmail.com

## State of the art

Industrial robots are mostly used to solve dangerous and/or tedious tasks in a fast and safe way. Usually, every robot task is programmed by an expert. The task consists of sequences of motions and actions, like opening and closing a gripper. Programming a robot is therefore time consuming. Worst of all, the realized program applies to only one task. These considerations lead to a lack of flexibility, allowing the robot to be deployed only in environments where the position of all objects and obstacles is always well known.

## Goals

Improving the collaboration between human and robot is one key to ease the learning process of the robot. Collaborative robots are industrial robots that allow human interaction in a safe and productive way. The robot must no longer be confined inside a safety cage. The aim of this work is to demonstrate how humans can easily teach complex tasks to a robot, hand-guiding it. Artificial intelligence, based on different learning algorithms, can be used to understand how movements have to be structured, how to avoid obstacles and how to react to external stimuli.

In addition, the resulting robotic system must be easy to use, in order to allow an employee without knowledge in robotics and artificial intelligence to use it.

## Outlook

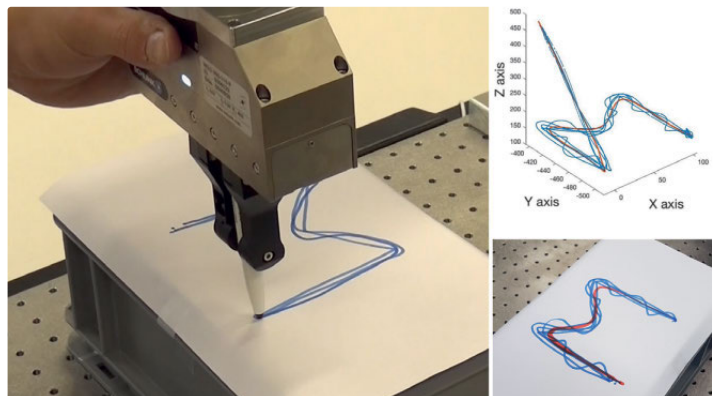
Allowing people to easily interact with robots leads to an improvement in efficiency. It can also drastically reduce the time needed to complete certain tasks, such as programming the robot or eliminating dead times in the production. Furthermore, collaborative learning robots can be employed in dynamic environments where objects' and obstacles' positions vary in time. This would lead to an improvement of the safety and to a continuous collaboration between employees and robots. Moreover, being able to quickly reprogram the robot allows production chains to directly adapt the products to the clients desires. Finally, collaboration between employees and robots provides an improvement of the yield, especially for small to medium volumes, enabling Swiss firms to keep production inland instead of outsourcing it.



Leonardo Pietro Emanuele Sartori  
sartori195@gmail.com



Human-robot team work in an industrial task



## Teaching the robot a task:

- Left: Human moves the robot by hand to draw the letter 'M';
- Analysis (blue lines: human demonstrations, red line: learned path);
- Bottom right: Robot shows the learned trajectory.

Possible applications include: assembly, welding, grinding, cake decoration, etc.



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

ENTDECKEN SIE ENDES ALS ARBEITGEBER:

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

#### **EnDes als Arbeitgeber**

Die EnDes ist Engineering-Partner bei technologisch anspruchsvollen innovationsprojekten.

#### **Perspektiven**

Mit individuellen Weiterbildungen fördern wir konsequent die Qualifikation unserer Mitarbeiter.

#### **Interessante Projekte**

Breite Erfahrung durch abwechslungsreiche Projekte in unterschiedlichen Branchen.

#### **Firmenkultur**

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

# Implantierbares Sensorsystem zur automatisierten Temperaturmessung von Rindern

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik

Betreuer: Martin Bertsch, Prof. Dr. Volker M. Koch

Experten: Prof. Dr. Matthias Schick (AgroVet-Strickhof), Markus Lempen (Damedics GmbH)

Industriepartner: AgroVet-Strickhof, Lindau

- 26 Um den Gesundheitszustand und Brunstzyklus von Milchkühen zu überwachen, wird ein implantierbares Sensorsystem zur Temperatur- und Aktivitätsaufzeichnung entwickelt. Dieses soll als ein Low-Power System umgesetzt werden. Ebenfalls ist eine kleine Bauform erwünschenswert. Hierfür wird ein erstes Funktionsmuster konstruiert, das zur Bestimmung einer geeigneten Datenübertragungsart sowie für die Evaluierung der gewählten Sensoren dient.



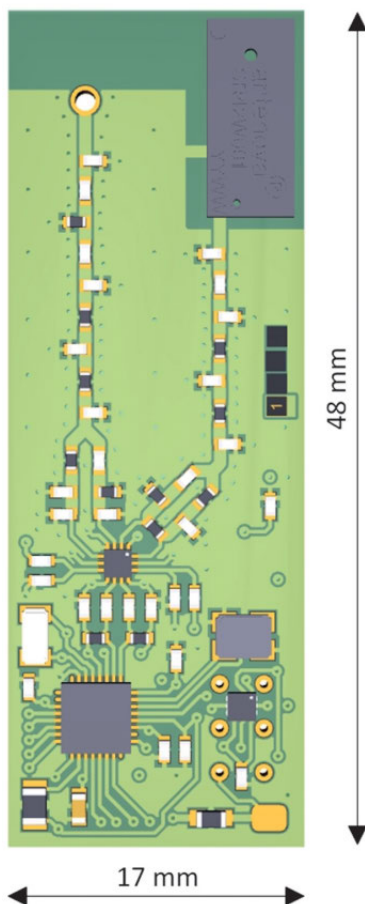
Gautam Ilango

+41 77 466 9471

gautam.ilango@gmail.com

## Ausgangslage

Im Rahmen eines veterinärmedizinischen Forschungsprojektes an Kühen soll mit technischen Hilfsmitteln deren Gesundheitszustand überwacht sowie der Brunstzyklus untersucht werden. Kühe sind alle drei Wochen für einen Tag oder gar nur wenige Stunden brünstig, was sich unter anderem durch einen deutlichen Anstieg der Aktivität und Körpertemperatur bemerkbar macht. Ziel der Studie ist die Früherkennung von Krankheiten, der Brunst und dem Abkalbezeitpunkt.



Entwickeltes PCB mit Sensorik, 868 MHz Antennenanschluss und 2.4 GHz Antenne

## Ziel

Im Rahmen der Bachelorarbeit wird ein Funktionsmuster eines implantierbaren Sensorsystems entwickelt. Die Temperatur soll im Uterus einer Milchkuh über einen längeren Zeitraum erfasst und drahtlos an eine Empfangseinheit ausserhalb des Körpers des Tieres übermittelt werden. Das System soll daher eine Temperaturmessungseinheit sowie einen Beschleunigungssensor zur Aktivitätsmessung beinhalten. Zudem soll auf einen niedrigen Energieverbrauch und kompakte Bauweise geachtet werden. Für die Messung soll die nötige Software für den Betrieb des Sensorsystems entworfen werden.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden geeignete elektronische Komponenten ausgewählt. Die drahtlose Datenübertragungsart hat einen entscheidenden Einfluss auf die Gewebedämpfung. Da Gewebe zu einem grossen Teil aus Wasser besteht, wurden für die Bestimmung der Kommunikationsfrequenz Tests im Wasser mit Entwicklungsboards durchgeführt und schliesslich für 868 MHz entschieden. Zur Erhöhung der Markttauglichkeit wurde zudem die Kommunikationsmethode mit Bluetooth Low Energy (BLE) 4.2 untersucht. Hierfür wurde ein PCB mit 2.4 GHz und 868 MHz Antennen und der Sensorik entworfen, um die Datenübertragungsarten auf ihre Tauglichkeit für die Anwendung testen zu können.

## Ergebnisse und Ausblick

Durch Tests am Kuhkadaver konnten die Funktionsmuster getestet werden. Es wurde dafür die Signalstärke an einem Empfangsmodul gemessen. Daraus wurde die geeignete Datenübertragungsart bestimmt. In einem Folgeprojekt kann die Datenübertragungsart BLE 5 getestet werden. Es können weitere Optimierungen in der Betriebsdauer und der Software vorgenommen und biokompatiblere Materialien für die Kapsel des Implantats verwendet werden, sodass das Implantat bis zu 6 Jahren im Uterus verbleiben kann.

# Herbizidfreie Unkrautbekämpfung mit automatisierten Werkzeugen auf Sportplätzen und Gehwegen

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Robotik  
Betreuer: Prof. Yves Mussard, Prof. Dr. Gabriel Gruener  
Externer Projektpartner: Martin Bauer, HAFL, Zollikofen

Mit dem Verbot des Gebrauchs von Herbiziden in urbanen Gebieten ist die städtische Unkrautvernichtung viel aufwändiger geworden. Eine ökologische und ökonomische Alternative ist die gezielte thermische Vernichtung mittels eines Brenners. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird ein Prototyp eines Robotiksystems entwickelt, welches selbstständig Vegetation erkennen und diese mit einem Brenner gezielt vernichten soll.

27

## Ausgangslage

Nach dem Verbot des Gebrauchs von Herbiziden in urbanen Gebieten wird Unkraut meist über mechanische Bearbeitung oder grossflächiges Abbrennen entfernt. Diese aktuellen Methoden sind zeit- und ressourcenintensiv. Die meisten Pflanzen könnten mittels kurzer und intensiver Hitzeeinwirkung effizient vernichtet werden. Es existiert momentan jedoch kein System, welches diese Einwirkung selbstständig und gezielt steuern könnte.

## Ziel

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Prototyps, welcher Vegetation mithilfe von Kameras lokalisiert und einen Brenner selbstständig so positioniert, dass die detektierte Vegetation bearbeitet wird. Das System soll als Grundlage für eine mobile und selbstständige Lösung dienen. Dazu wird ein mechanisches und ein Computer-Vision-System konzipiert, umgesetzt und integriert. Das System soll Vegetation auf verschiedenen Untergründen vernichten können. Die Arbeit wird in Kooperation mit der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL in Zollikofen durchgeführt. Diese beschäftigt sich mit den Anforderungen an den Brenner und dessen Ansteuerung.

## Vorgehen

Im Rahmen der Arbeit wurden mit der HAFL die Anforderungen an den Prototyp erarbeitet. Die Ergebnisse von Reflexionsmessungen an Pflanzen und Untergrund erweiterten diese. Auf der Basis dieser Anforderungen wurden verschiedene Prinzipien für die Mechanik und die Erkennung evaluiert und eine Variante ausgewählt. Ein auf einem Raumportal und zwei Kameras basierendes System stellte sich als optimal heraus. Die gewählte Kinematik wurde konstruiert und passende Komponenten ausgewählt. Für die Erkennung galt es Kameras und Filter auszuwählen, welche eine optimale Detektion der Vegetation ermöglichen. In einem nächsten Schritt wird die Konstruktion ausgearbeitet, zusammengebaut und die Motoren werden konfiguriert. Parallel dazu wird eine Software entwickelt, welche es ermöglicht Vegetation zu lokalisieren und die Kinematik anzusteuern. Als nächstes wird die Kinematik mit der Software und den Kameras integriert und getestet. Die Pflanzendetektion und die Ansteuerung der Kinematik wird dabei parametrisiert und optimiert.

## Ausblick

Das in dieser Arbeit entwickelte System ist ein stationärer Prototyp. Dieser lässt sich in einer weiterführenden Arbeit in ein mobiles System transformieren und kann anschliessend in einem marktreifen Produkt resultieren.



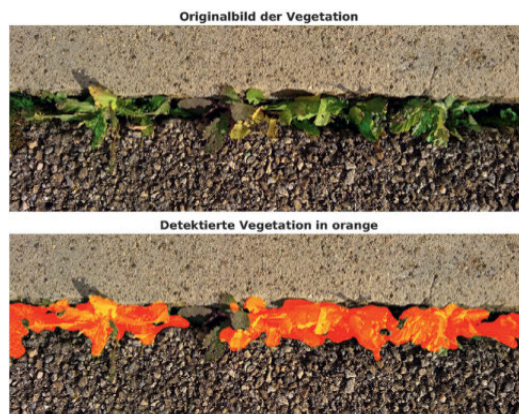
Fabrice Nicola Jakob  
fabrice.jakob@gmail.com



Jonas Manuel Keller  
jon.keller@bluewin.ch



Bearbeitung von Vegetation mit einem Propangasbrenner auf Pflastersteinen.



Detektion von Vegetation zwischen Steinplatten. Die detektierte Vegetation ist orange hervorgehoben.

# Input Device for Steer-by-Wire System

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik

Betreuer: Prof. Daniel Debrunner

Experte: Fabian Page

Industriepartner: Bozzio AG, Nidau

28 **Wie können Menschen mit physischen Einschränkungen beim Autofahren unterstützt werden? Neue technische Hilfsmittel wie das Joysteer 3.0 können zur autonomen Mobilität einen wesentlichen Teil beitragen.**

**Im Auftrag der Firma Bozzio AG soll ein Eingabegerät, das «Mini-Wheel», hergestellt werden. Dieses wird gebraucht, um im brandneuen Joysteer 3.0 Drive-by-Wire System den vom Fahrer bewirkten Lenkwinkel zu erkennen, zu verarbeiten und via CAN-Bus ans Lenksystem zu übermitteln.**



Darius Manuel Kaufmann

+41 79 842 79 77

darius.kaufmann@bluewin.ch

## Ausgangslage

Das Mini-Wheel wird ein Produkt, welches Menschen mit einer Muskelerkrankung, Lähmung oder Missbildung die Bedienung eines Fahrzeugs ermöglichen soll. Statt des «normalen» Lenkrades soll dieses kleinere Lenkrad mit deutlich reduziertem Kraftaufwand bedient werden können. Weil die Firma Bozzio AG die Lenkeinheit weiterentwickelt, soll das dazugehörige Mini-Wheel ebenfalls den neusten Standards entsprechen. Die geplante Systemanwendung ist ein ASIL D 26262 klassifiziertes System und damit in der höchsten Kategorie der Automotive Safety angesiedelt.

## Ziel

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, ein Funktionsmuster zu entwickeln, welches anschliessend für Fahrtests des neuen Joysteer 3.0 Systems gebraucht werden kann. Um höchstmögliche Sicherheit zu gewährleisten, müssen die Sensordaten für die Lenkwinkelerfas-

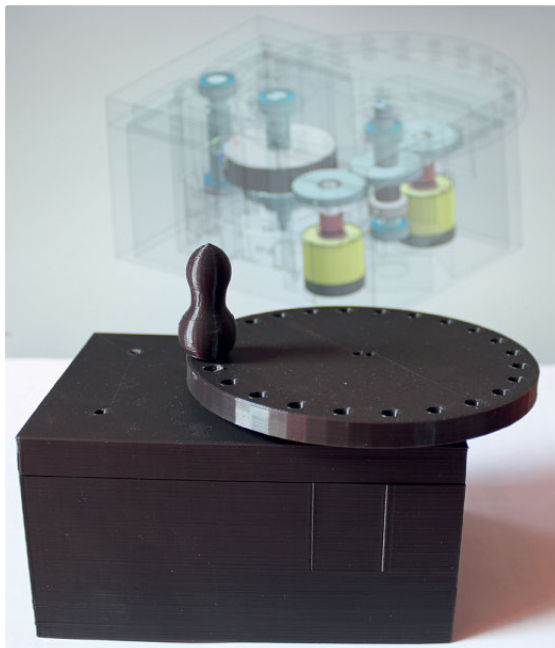
sung redundant übermittelt werden, was soviel heisst wie: Der Lenkwinkel muss viermal elektronisch erfasst werden, und zwei elektronisch unabhängige Stränge müssen die jeweiligen Lenkwinkel auf ihre Richtigkeit hin überprüfen. Da das System direkt hinter der Frontscheibe montiert wird, wo im Jahreszeitenverlauf unterschiedliche Temperaturen wirken, muss es bei Temperaturen von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $105^{\circ}\text{C}$  korrekt funktionieren.

## Vorgehen

Diese Bachelorarbeit untersucht die Prinzipien, realisiert die Grundfunktionen und ebnet den Weg für die anschliessende Serienreifmachung des Mini-Wheels. Dabei werden Studien zu eigenen wie auch gegebenen Konstruktionsprinzipien ausgewertet, Detailstudien erarbeitet, konkrete Konstruktionen und die Realisierung des Versuchsaufbaus gemacht, eine Marktanalyse sowie die Anfragen an die Hersteller getätigt, die notwendigen Teile für den Testaufbau, für Versuche und das Funktionsmuster hergestellt bzw. bestellt. Aus der Vorstudie der Bachelorarbeit ging bereits hervor, dass das Projekt Mini-Wheel mit den im Pflichtenheft gestellten Bedingungen machbar ist.

## Ausblick

Nach der Entwicklung des Funktionsmusters soll die Serienreifmachung gestartet werden. Dort werden die Aspekte Sicherheit, Diagnosefähigkeit, Konstruktion, Integration im Fahrzeug (Bedienergonomie, Design und Halterung), Zertifizierung und Produktion weiterentwickelt. Eine weitere kostengünstigere Sensorkombination ist noch in der Testphase und könnte für das Serienprodukt interessant sein. Das Projekt Mini-Wheel soll also kommerzialisiert werden und als der erste Typ von mehreren folgenden Lenkeingabegeräten im brandneuen Joysteer 3.0 dienen.



Black Box und Technik im Inneren

# Kabelablage für Gut-/Schlechtteile für Kabelkonfektionsautomaten

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Mechatronik

Betreuer: Prof. Yves Mussard

Experte: Stefan Haldimann (Schleuniger AG)

Industriepartner: Schleuniger AG, Thun

Die Firma Schleuniger AG ist eine der weltweit führenden Firmen im Bereich Kabelbearbeitung. Um den Automatisierungsgrad in der Kabelfertigung zu erhöhen, soll im Rahmen der Bachelorarbeit eine Kabelablage entwickelt werden, welche fertige Kabel aus den Konfektionsautomaten aufnimmt und dabei die schlechten Kabel von den guten trennt.

29

## Anforderungen

Die Aussortierung der schlechten Kabel muss sehr zuverlässig sein. Gute Kabel sollen aussortiert werden, und es dürfen beim Aussortieren keine schlechten Kabel zu den guten gelangen. Die Ablage soll mit verschiedenen Konfektionsautomaten in Bezug auf die Geschwindigkeit mithalten, und mit unterschiedlichen Kabeldurchmessern und Kabellängen umgehen können. Wichtig ist auch, dass die fertigen Kabel, insbesondere die Enden, nicht verletzt werden.

## Vorgehen

Das Pflichtenheft wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Schleuniger AG erarbeitet, um die genauen technischen Anforderungen der Ablage zu bestimmen. Anhand dessen wurden verschiedene Lösungsansätze ausgearbeitet und evaluiert, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis gefunden wurde. Dieses wurde dann als Prototyp konkret konstruiert und alle technischen Dokumente zur Fertigung der Komponenten erstellt. Anschliessend wurden alle Komponenten für den Prototyp in Auftrag gegeben. Während der Fertigungszeit wurde die Elektronik der Ablage ausgelegt und programmiert. Die Steuerung der Ablage soll einerseits die Ablage überwachen, um Störungen zu erkennen, andererseits soll die Stückzahl für eine Serie von Kabel festgelegt werden können. Die Ablage soll erkennen, wenn diese Stückzahl an guten Kabeln erreicht ist und die fertige Serie von folgenden Kabeln separieren.

## Ergebnisse

Es wurden verschiedene Möglichkeiten gefunden, um schlechte Kabel auszusortieren. Die grösste Herausforderung dabei war die knappe Zeit zwischen dem austretenden Ende eines fertigen Kabels und dem Anfang des nächsten Kabels. Um dies zu bewältigen, wurde ein Puffer in Kreuzform verwendet, in welchen das Kabel noch während der Bearbeitung eintreten kann und direkt nach der Fertigung sortiert wird. Das Signal, ob ein Kabel gut oder schlecht ist, kommt dabei vom Konfektionsautomaten. Mit der kreuzartigen Form des Puffers wird das Kabel geführt in die Ablage geleitet.

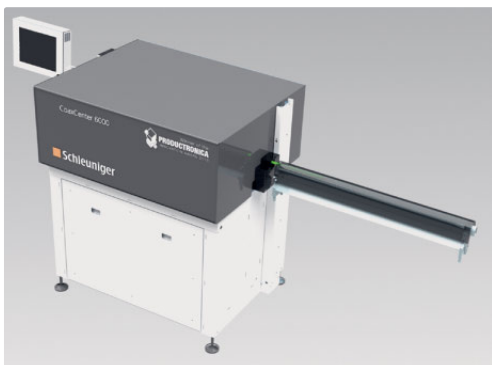
Direkt nach dem Drehen des Kreuzpuffers um  $120^\circ$  in die eine oder andere Richtung, je nach Güte des Kabels, kann die Ablage gleich das nächste Kabel aufnehmen. Damit wurde eine günstige und robuste Möglichkeit zur Aussortierung von schlechten Kabeln gefunden.

## Ausblick

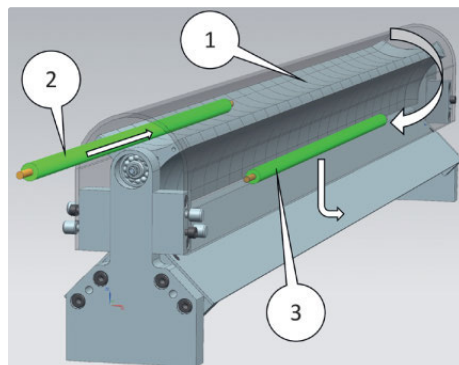
Noch ausstehend sind die Montage und die Überprüfung der Ablage. Sollte sich diese in der Testphase als valabel zeigen, könnte eine Serienfertigung seitens des Industriepartners, Schleuniger AG, folgen.



Steve Knuchel



Konfektionsautomat CC6000 von Schleuniger links im Bild mit dem Ablagen-Prototyp rechts angehängt



Prototyp-Konstruktion mit Kreuz-Puffer (1), eintretendem Kabel (2) und sortiertem Kabel (3)



# Dynamische Erfassung der Tibiatranslation bei künstlich induzierter tibio-femoraler Translation

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik

Betreuer: Anton Schärer

Experten: Prof. Dr. Heiner Baur (Bewegungslabor), Patric Eichelberger (Bewegungslabor)

Industriepartner: Berner Fachhochschule, Department Gesundheit, Physiotherapie, Bewegungslabor, Bern

Das Bewegungslabor des Departements Gesundheit der Berner Fachhochschule BFH evaluiert körperliche Leistungsfähigkeit und Defizite mit spezifischen Messmethoden. Im vorliegenden bereichsübergreifenden Projekt wird ein Messgerät zur Quantifizierung der Tibiatranslation unter Belastung entwickelt, um so dynamische Messresultate zu erhalten.

31

Das vordere Kreuzband stabilisiert das Kniegelenk indem es das Weggleiten der Tibia gegenüber dem Femur nach vorne verhindert. Ein Defekt dieser Struktur führt zu einer Gelenkinstabilität, welche auch Spätfolgen haben kann. Insbesondere körperlich aktive Menschen leiden häufig unter einer solchen Verletzung.

Gängige Tests für die Kniestabilität sind manuelle Prüfungen, wie der Lachman-Test oder der Schubladentest. Diese werden am liegenden oder sitzenden Patient durchgeführt, um das Kniegelenk während der Tests nicht zu belasten. Bisher ist es nicht möglich, Messungen unter Belastung des eigenen Körpergewichtes durchzuführen. Die Tibiatranslation beträgt bei den quasi statischen, unbelasteten Tests zwischen 3 mm und 8 mm.

Um die Verschiebung der Tibia zum Femur in belastetem Zustand zu erzeugen, wird eine Fallapparatur aus dem Bewegungslabor verwendet. Mithilfe eines Fallgewichtes, eines Zugseils und Umlenkrollen wird damit der Unterschenkel ruckartig nach vorne gezogen. Die Apparatur erlaubt auch die Aufzeichnung der neuromuskulären Aktivität während der Translation. Zudem wird die Verschiebung mit einer kalibrierten Highspeed-Kamera aufgezeichnet.

Die neu entwickelte Messapparatur wird an der BFH entwickelt, 3D gedruckt und gefräst. In Zusammenarbeit mit der ORTHO-Team AG in Bern wird die Befestigung mit Gurtsystemen erarbeitet.

Die Wegmessung wird mit zwei induktiven Wegmessensoren realisiert. Ein Sensor dient der Bestimmung der Tibiatranslation, der andere zur Überprüfung der Befestigung der Messapparatur auf der Tibia.

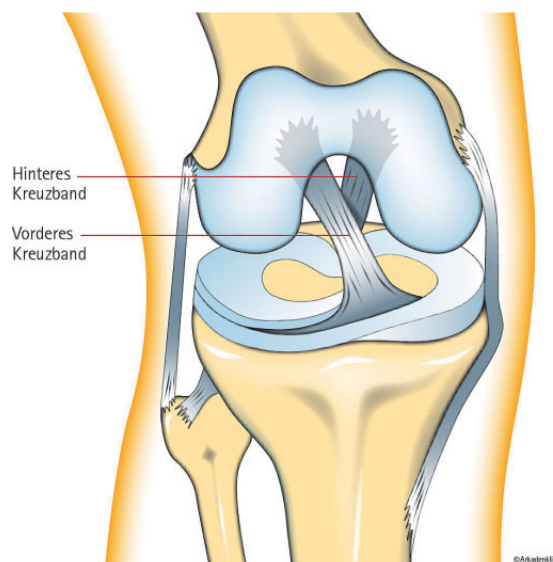
Die Sensorsignale werden über USB an einen PC übermittelt, wo sie mit Matlab ausgewertet werden. Eine benutzerfreundliche Oberfläche dient der Bedienbarkeit des Programms, damit die Auswertung den behandelnden Physiotherapeuten leicht fällt.



Pascal Yannick Roman Kolly  
pascal.kolly@gmail.com



Messgerät



Anatomie Knie Quelle: <https://www.arkadenklinik.de/behandlungsspektrum/knie>



# Development of a test arrangement for the validation of signal transmission quality in a solid

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Medical technology

Thesis advisors: Prof. Dr. Justiz Jörn, Roman Amrein, Rafael Morand

Expert: Alain Cusinay

External project partner: Bien-Air Surgery SA & inomed Medizintechnik GmbH

- 32 During clinical operations in the area of the ear, nose, and throat (ENT), there is a significant risk of an axonal injury. Through intraoperative neuromonitoring (IONM) this risk is highly reduced. As part of the innosuisse-project with Bien-Air Surgery SA and the support of inomed Medical technology GmbH an ENT-IONM-handpiece is in development. The goal of this project is to develop a test arrangement for the further validation of this handpiece.



Filip Krähenbühl

filipkraehenbuehl@gmail.com

## Introduction

The IONM handpiece in development uses electromyography (EMG). A stimulation signal goes through the tool onto the rotating milling spindle attaining up to 80 000 RPM. This signal triggers the action potential of the nerve in proximity, if the tissue/bone layer is not too thick. Otherwise the electrical impulse goes to the ground electrode. This triggered nerve activates the corresponding muscle, which can be measured through EMG, warning the surgeon of the nerve-proximity so that surgery-induced damages can be reduced.

## Motivation

In medical technology development phases are especially long and costly due to many regulations. Therefore, the system has to be thoroughly tested and improved before submission. The signal transmission quality might be affected by the applied force on the tool, which is dependent on many influences including drill spindle speed, cutting depth, drill angle and irrigation. To our best knowledge, no studies concerning this issue are publicly available, therefore testing is inevitable. The results and the eventual product will be of great interest to the medical technology industry and benefit patients in the long run.

## Status quo

In 2016 a first test arrangement was designed. During the pre-study and the first weeks of the bachelor the test arrangement was updated to simulate the surgery more closely. In contrast to its predecessor the burr now mills into a solid, resembling actual bone. Additionally, the handpiece is now attached onto a robot to allow for repeatability and tracking of position. A catch basin has also been designed to allow for continuous irrigation.

To measure the upcoming forces, a force sensor has been attached on the robot's outer wrist. Signal transmission quality is measured simultaneously to the force through a high-end oscilloscope. Both measurements are aligned by an algorithm.

## Outlook

After completion of the setup, the signal transmission quality (noise variance and possibly more criteria) will be measured in function of the applied force under various parameters. We expect chips to arise while milling, resulting in chip-clogging, which might affect the conductivity and therefore the signal transmission quality. To validate the viability of the system, we have thus to assure that this effect is neglectable. In the future bovine temporal bone will be used as probe material to mimic the cochlear surgery more closely.



The test arrangement shows the programmed robot guiding the prototype drill into the head-phantom

# Implantat zur Revisionsbehandlung bei Knieprotheseninfekt

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik

Betreuer: Prof. Yves Mussard

Experte: Nicolas Bouduban (41medical)

Industriepartner: 41medical, Bettlach

Bei Knieprothesen können durch bakterielle Erreger Infektionen entstehen, die eine Revisionsbehandlung zur Folge haben. Dabei wird die Prothese entfernt und nach mehreren Wochen Antibiotikabehandlung wieder eingesetzt. Nun wird das Implantat entwickelt, welches in dieser Zeit den entstehenden Platz ausfüllt und das Knie fixiert und entlastet. Dabei wird stets auf die medizinischen Anforderungen und Gegebenheiten Rücksicht genommen.

33

## Ausgangslage

Seit der ersten Knierevisions-Operation haben sich verschiedene Konzepte für eine solche Art von Platzhaltern ergeben. Jedoch hat sich noch kein System definitiv etabliert, das sich gegenüber bisherigen Techniken durchsetzt und keine Probleme mit sich bringt. Für den zu entwickelnden «Spacer» ist eine statische Methode gewünscht, bei der das Knie vollständig fixiert ist und die keine Bewegung ermöglicht.

## Ziel

Mit dieser Arbeit wird in Kollaboration mit der Firma 41medical an einer neuen Lösung für einen «Spacer» gearbeitet, die in Sachen Einfachheit und Kompatibilität einen Schritt in die Zukunft macht. Bestehende Varianten werden untersucht und in deren Eigenschaften analysiert. Der Entwicklungsprozess geht vom Ursprung bis hin zur Auswertung des Prototyps und enthält alle relevanten Vorgangsmethoden. Dabei sind die Kernpunkte dieser Arbeit die Biomechanik, die klinische Einsetzbarkeit und die Wirtschaftlichkeit des Produkts. Diese sollen durch anschliessende Auswertungen ausgearbeitet und bestätigt werden.

## Vorgehen

Nach dem Kennenlernen des Problems wurde eine State-of-the-Art Analyse und eine Patentenrecherche durchgeführt. Es wurde ein Pflichtenheft für das Pro-

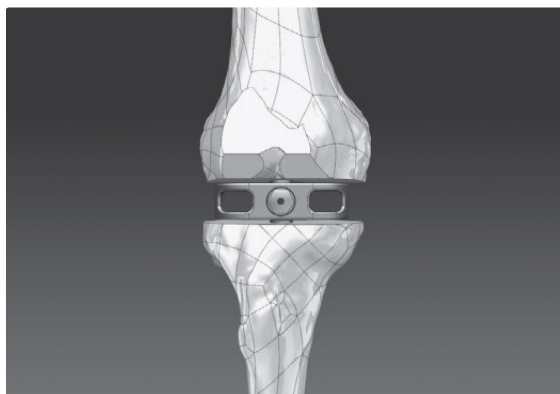
dukt ausgearbeitet und anhand dessen ein geeignetes Prinzip gesucht. Dieses konnte in einer ersten Phase getestet und verifiziert werden. In einer zweiten Phase wurden konstruktive Änderungen aufgrund von fertigungsspezifischen Massnahmen, FEM-Analyse und Usability-Anforderungen ergriffen. Dabei wurde gezeigt, wie ein solches Produkt in der Realität funktioniert und welche Probleme zu bewältigen sind.

## Ergebnisse

Es wurde ein Prinzip entwickelt, welches möglichst alle Anforderungen an das Produkt erfüllt. Im ersten Schritt wurde das System und das Handling mit einem 3D-Print verifiziert. Dabei ist am Knochenmodell bestätigt worden, dass eine Implantierung möglich ist. Nach dem Ausarbeiten der Konstruktion wurde der erste Prototyp gefertigt. Anschliessend wurden die Fertigungszeiten ausgewertet, eine Risikoanalyse durchgeführt und mit einer FEM-Analyse die Stabilität getestet. Die Konstruktion wurde aufgrund dieser Ergebnisse angepasst und verfeinert. Eine Kostenanalyse zeigt die Wirtschaftlichkeit des Produkts. Durch diese Analysen und das chirurgische Feedback wurde gezeigt, dass die erarbeitete Lösung Marktpotenzial hat und eine stabile Alternative zu den bisherigen Lösungen ist.



Thomas Marc Laubscher  
thom.laubscher@bluewin.ch



Konstruktion und Anpassung des Spacers am CAD-Knochenmodell des Femurs und Tibia



Einzelteile des Prototyps der Spacer-Baugruppe

# Controller for CO<sub>2</sub> laser

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Optics and photonics  
Thesis advisor: Prof. Andreas Habegger, Dr. Thomas Niederhauser  
Expert: Rico Zoss (CTO, Annax International)  
Project partner: BW-TEC AG, Höri

- 34 As part of a collaboration between the Swiss company BW-TEC and the Institute for Human Centered Engineering HuCE, a laser welding machine is used to cut undesirable parts of stent graft coatings. In order to get the necessary precision for the cutting path, the system is extended with a feedback control to stabilize the laser beam power at the target. The control circuit will be implemented in the new vision aided firmware for laser welding machines.



Justine Le Douaron

## Motivation

BW-TEC, Swiss based company, develops machines for balloon catheter manufacturing. In collaboration with the HuCE-microLab, a new firmware for laser welding machines is being developed, including a vision system for precise stent machining. One of the final stent manufacturing steps is to cut the coated edges. To do so, the laser welding machine is used as a cutting tool. However, the current method to control the laser output power is not accurate enough to allow a precise cutting path.

## Goal

The laser output power shows strong variations along time and reaches a precision of  $\pm 10\%$ . The goal of this Bachelor thesis is to develop and implement a feedback control circuit which stabilizes the laser output power within a tolerance of  $\pm 2\%$ , and to integrate the dedicated algorithm in the laser machine firmware. The stabilized process would allow a precise cutting.

## Methods

To allow in-process measurements, the laser beam is split with a beam splitter. One beam path is directed towards a thermal sensor, the other beam path is directed towards the stent. Long term measurements

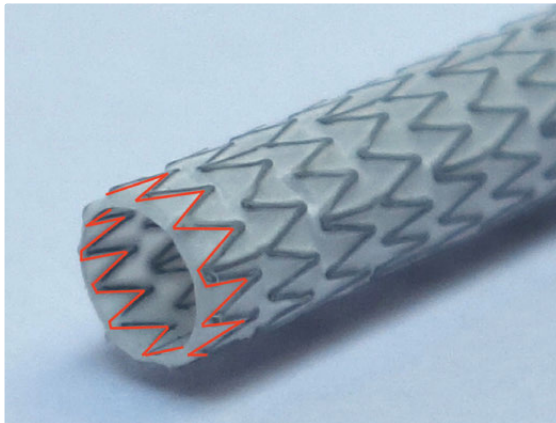


Figure 1: A coated stent graft and the estimated cutting path (in red).

showed that the laser output power presents strong variations along time when a constant command signal is applied. This non-linear behavior is linked to laser mode sweeps, which are the result of temperature variations. However, when focusing on short periods of time (in the order of seconds), the system response is linear and time invariant. Thus, the laser system, i.e. the plant, can be linearly modeled, and classical feedback control concepts can be applied.

## Results and Outlook

Two linear, model-based control algorithms have been designed. Simulations show that a proportional-integral (PI) controller leads to an acceptable dynamic response. However, a PI-derivative (PID) controller combined with a lead compensator improves the transient behavior, resulting in a low settling time and less than 1% overshoot. For simplicity, the PI controller is first being tested with Simulink and a National Instruments DAQ. The control algorithm will then be implemented using C++ and tested on the laser system.

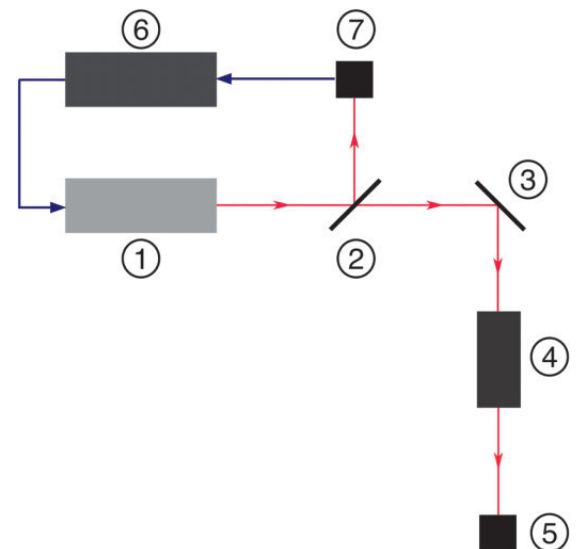


Figure 2: Overview of the laser feedback control and optical path: 1. CO<sub>2</sub> laser, 2. beam splitter, 3. mirror, 4. beam expander, 5. sensor for measurements at target, 6. controller, 7. sensor for feedback control.

# Rollstuhl-Last-Emulator

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Mechatronik

Betreuer: Prof. Daniel Debrunner

Experte: Ivo Scherzinger (Curtis Instruments AG)

Industriepartner: Curtis Instruments AG, Biberist

Die komplexe Software eines hochmodernen Rollstuhls auf Herz und Nieren zu testen, ist eine grosse Herausforderung. Noch schwieriger wird es, wenn der Test automatisiert und unter Einbezug von realen, mechanischen Lasten, wirkend auf die zwei Antriebsräder des Rollstuhls, durchgeführt werden soll. Genau dieser Problematik der Entwicklung eines «Last-Emulators» nimmt sich diese Bachelor-Thesis im Auftrag des Entwicklers dieser Rollstuhl-Steuerungen, Curtis Instruments AG, an.

35

## Ausgangslage

Im Hintergrund eines High-End-Rollstuhls arbeitet eine komplexe Software, welche verschiedenste Eingabegeräte wie Joystick, Kopf- oder Tastensteuerung verarbeitet, für eine sanfte und trotzdem agile Fahrt sorgt und individuelle Benutzeranpassungen ermöglicht. Um höchste Sicherheit und Stabilität zu garantieren, muss die Software vollumfänglich getestet werden. Bis anhin wird jeder neue Software-Release einer abschliessenden, zeitintensiven Testfahrt durch die Curtis-Entwickler unterzogen. Während einer Fahrt geprüfte Fahrscenarien wie das Überfahren einer Stufe oder das Halten und anschliessende Losfahren am Hang sind für den Rollstuhl und seine Regelung respektive Software eine grosse Challenge. Solche Szenarien genau zu reproduzieren, ist äusserst schwierig, was die Analyse und die Behebung auftretender Fehler sehr erschwert.

## Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist, die bereits bestehende, automatisierte Testeinrichtung mit der Emulation der oben genannten Rollstuhllasten zu vervollständigen. Mit Hilfe des Hardwareaufbaus «Dual Dyno» (siehe Abbildung) werden die bisher im Testprozedere frei drehenden DC-Rollstuhlmotoren je nach definiertem Use Case mittels AC-Lastmotoren und der zu implementierender Software belastet.

Einerseits soll es dank dem «Rollstuhl-Last-Emulator» möglich sein, neue Software-Releases unter Einbezug realer Lasten vollumfänglich und unter identischen Bedingungen zu testen und damit die Anzahl Testfahrten durch Entwickler zu reduzieren. Andererseits soll es aufgrund der hohen Reproduzierbarkeit möglich sein, verschiedene Regelungsalgorithmen zu analysieren und zu optimieren.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt wird der Hardwareaufbau in Betrieb genommen und es werden seine Grenzen und die Leistungsfähigkeit bestimmt. Anschliessend werden die wichtigsten Use Cases analysiert und mathematisch beschrieben. In der darauffolgenden Realisierungsphase werden diese mittels Microsofts Programmiersprache C# implementiert und getestet. Abschliessend werden die Test-Ergebnisse Referenzmessungen angeglichen.

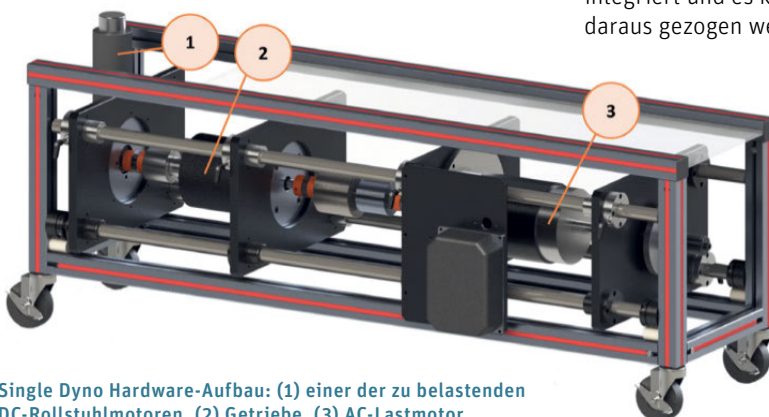
## Ergebnis & Ausblick

Das Ergebnis dieser Bachelor-Thesis liegt als funktionierende Testeinheit mit der Umsetzung der wichtigsten Use Cases wie Stufen-Erklimmung, Anfahren am Hang oder Slalom vor. Ausserdem ist es möglich, benutzerdefinierte Belastungsszenarios auch generisch zu erzeugen. Mit wenig Aufwand können später Hard- und Software in das bestehende Testprozedere integriert und es kann zeitnah der gewünschte Nutzen daraus gezogen werden.



Eric Lochmatter

[eric.lochmatter@gmail.com](mailto:eric.lochmatter@gmail.com)



Single Dyno Hardware-Aufbau: (1) einer der zu belastenden DC-Rollstuhlmotoren, (2) Getriebe, (3) AC-Lastmotor

# Erkennung und Digitalisierung einer analogen Anzeige zur Automatisierung einer Prüfvorrichtung

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik

Betreuer: Dr. Patrik Arnold

Experte: Micha Kernen (HAENNI Instruments AG)

Industriepartner: HAENNI Instruments AG, Kirchberg

- 36 Seit 1974 stellt die Firma HAENNI AG Waagen her, welche weltweit für die Gewichtsbestimmung von Nutzfahrzeugen eingesetzt werden. Dazu müssen solche Waagen jährlich im Hause der Firma HAENNI kalibriert werden. Neuere Modelle werden über eine Schnittstelle automatisiert kalibriert, bei älteren analogen Modellen erfolgt dies manuell. An dieser Stelle setzt diese Bachelorthesis an mit dem Ziel ein automatisierter Kalibrierungsprozess auch für die analogen Waagen zu realisieren.



Carl Michael Meyer  
mc.meyer@me.com

Folgender Ansatz wurde während der Vorstudie untersucht: Mittels einer Kamera wird die Analoganzeige erfasst und nach anschließender optischer Bildverarbeitung den Zeigerstand ausgelesen. Im weiteren Sinne dazu wird der Kalibrierprozess in einer Software umgesetzt, sodass ein möglichst komfortabler automatisierter Prozess entsteht.

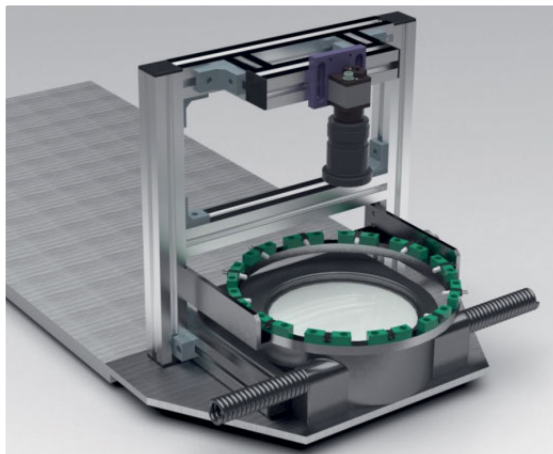
In der Prototypenphase wird die Bildverarbeitung mit MATLAB umgesetzt und zeigt, dass der Grundansatz vielversprechende Aussichten hat. Der Zeigerstand kann mit einer Genauigkeit von weniger als 3 kg bestimmt werden und ist somit innerhalb der geforderten Toleranz.

Die Umsetzung der definitiven Software erfolgt mittels C++, wobei dazu mehrheitlich die OpenCV Library für die optische Bildverarbeitung zur Anwendung kommt. Die durch die Kamera aufgenommenen Bilder werden in einem Bildverarbeitungsalgorithmus bearbeitet, sodass eine präzise und wiederholbare Winkelangle des Zeigers ermittelt werden kann. Neben dieser Kernaufgabe der Software sind Elemente wie eine optimale Einbindung der Kamera und die Gestaltung der Benutzeroberfläche ebenso wichtige Bestandteile der Software.

Der gesamte Kalibrierungsprozess wird abschliessend mit einer GUI basierten Software abgebildet, mit welcher der Prozess in einfacher Weise steuerbar wird.

Um eine sinnvolle Handhabung des gesamten Systems zu gewährleisten, wird eine Vorrichtung entworfen und hergestellt, welche auf einfache Art und dennoch in präziser Weise an einer Waage befestigt werden kann. Speziell im Bereich der Beleuchtung wurden dazu verschiedene Ausleuchtvarianten getestet, denn eine optimale und repetitive Ausleuchtung der Anzeige ist für einen stabilen Prozess essentiell. Weiter hat sich der Einsatz eines optischen Bandpassfilters bewährt. Dieser macht die Bilderfassung unabhängig von äusseren Lichteinflüssen und trägt damit einen erheblichen Beitrag zu einem stabilen Bilderfassungsprozess bei.

Das entwickelte System ermöglicht der Firma HAENNI ihre Kalibrierprozesse zu vereinheitlichen und zu vereinfachen. Dadurch kann eine Qualitätssteigerung erzielt werden, hervorgerufen durch eine verbesserte Wiederholbarkeit des Kalibrierungsprozesses.



Gesamtsystem der Kalibriervorrichtung



Ermittlung des Zeigerstandes durch optische Bilderfassung

# Anatomisch korrektes Schädelphantom für medizinische Schulungszwecke

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik

Betreuer: Prof. Dr. Volker Koch, Roman Amrein, Martin Bertsch

Experte: Thierry Stoll (Diavantis)

Industriepartner: Diavantis, Cham | inomed Medizintechnik GmbH, Emmendingen

Bei chirurgischen Eingriffen an der Hörschnecke, der sogenannten Cochlea besteht beim Einsatz von Bohrsystemen ein erhöhtes Risiko einer Verletzung des Gesichtsnervs, weil dieser nahe an der Cochlea verläuft. Damit der Nerv frühzeitig entdeckt werden kann, wird Neuromonitoring zur Lokalisierung eingesetzt. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Phantoms welches zu Schulungs- und Vorführzwecke für Neuromonitoring im Bereich der Cochlea eingesetzt werden kann.

37

## Ziele

Damit eine kontinuierliche Distanzmessung zwischen Nerv und Elektrode mittels Stimulation möglich wird, muss ein Material gefunden werden, welches elektrisch leitende Eigenschaften aufweist und ähnlich zu bearbeiten ist wie Knochen. Mit diesem Material wird ein Phantomaufbau mit einem austauschbaren Modul realisiert, mit welchem realitätsnah das kontinuierliche Neuromonitoring geschult werden kann. Dabei soll während dem Bohren eine Stimulation abgegeben werden können und eine Muskelantwort gemessen werden, wie dies auch in der Realität, nach der Stimulation des Nervs, am Muskel gemessen werden kann.

## Material und Methoden

Aufbauend auf der Semesterarbeit wird das Phantom mit dem biologisch korrekten Verlauf des Gesichtsnervs realisiert, sowie der Position der Cochlea. Die zu bearbeitenden Partien werden aus einem leitfähigen 3D-Druck Material realisiert. Mit diesem kann das Phantom konzipiert und getestet werden. Für das Neuromonitoring wird mit Stromimpulsen die Distanz zwischen Stimulationselektrode und Nerv ermittelt, dazu wird eine Messelektronik benötigt, damit mittels Mikrocontroller die Messung ausgewertet werden kann. Die Muskelantwort wird vom Mikrocontroller ausgegeben und kann von dem Neuromonitor gemessen werden. Der Neuromonitor ist ein Gerät, mit welchem die Stimulation des Nervs und die Messung

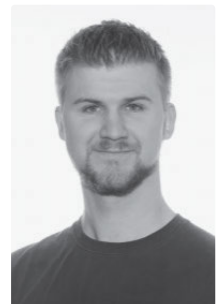
der Muskelantwort durchgeführt wird. Damit kann bei chirurgischen Eingriffen die Distanz zum Nerv bestimmt werden. Für die Konzipierung der Elektronik und der Software wird der Stimulationsimpuls gemessen und mit Matlab ausgewertet. Bei den Messungen wird mit und ohne Salzlösung zur Kühlung gearbeitet, um eine Verbesserung der Signalübertragung während dem Bohren verifizieren zu können. Bei der Konzeptionierung des Moduls wurde auf 3D-Drucken zurückgegriffen, um rasch und kostengünstig Ergebnisse zu erhalten.

## Ergebnisse

Mit leitfähigem Polylactide konnten gute Ergebnisse erreicht werden. Weiter konnte durch das Kühlen mit Salzwasserlösung die Signalübertragungsqualität während dem Bohren massiv verbessert werden. Die Messelektronik erlaubt es, die Messung des Signals mit einem Mikrocontroller zu realisieren.

## Ausblick

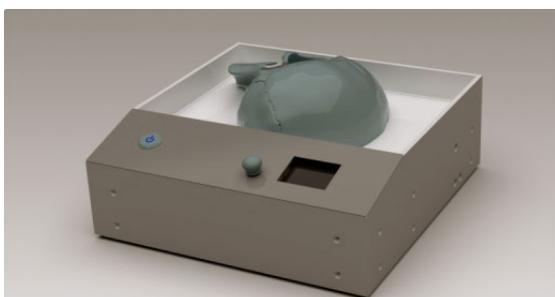
In einem nächsten Schritt kann das Material für das austauschbare Modul noch optimiert werden, um den mechanischen Eigenschaften von Knochen näher zu kommen und um ein besseres Bohrerlebnis zu geben. Weiter kann die Elektronik als Leiterplatte realisiert und kompakter gemacht werden, um das Phantom serienreif zu machen.



Patrick Müller

+41 79 741 56 73

pat-rick.m@hotmail.com



Phantom zur Schulung von Neuromonitoring

# Developing a high precision auto-focus system and comparing two different measuring methods

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Optics and photonics  
Thesis advisor: Prof. Christoph Meier  
Expert: Sebastian Mader (OVD Kinegram AG)  
External project partner: OVD Kinegram AG, Zug

38 Kinegrams are optically variable devices which are used as security marks for banknotes and identification cards. A scanning, highly focused laser beam is used to manufacture these optical structures. It illuminates a substrate, which has to be in focus, at any time. Therefore a high precision autofocus system has to be developed which measures distances within the range of a few nanometres.



Lauro Müller  
lauro.mueller@hotmail.com

## Introduction

The Swiss company, OVD Kinegram AG, produces kinegrams for customers all over the world. The laser to illuminate the substrate has such a small depth of focus so that its objective has to be controlled in the range of some nanometres to stay in focus. To measure the substrate's position two optical principles were investigated, assembled, and compared with each other.

## Set-up

A laser beam is focused by means of a microscope, onto the substrate, where it is reflected. With the reflected beam the position of the substrate is determined with two different methods. When using the Foucault principle, being out-of-focus causes a semi-circle, which is detected with a position sensitive detector (PSD). The other principle, astigmatism, causes an ellipse which is recorded with a camera. Two cylinder lenses create the astigmatism while an algorithm is calculating the ellipticity of the spot (Fig. 1).

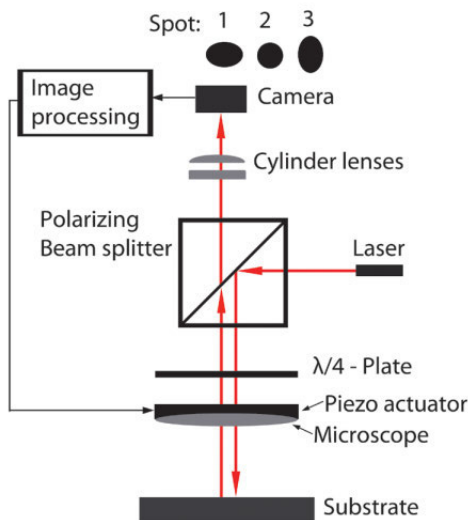


Fig. 1 Final set-up for the astigmatism principle. Spot 1+3 substrate out of focus. Spot 2 substrate in focus

To calibrate the focal-error-signal (FES), a piezo actuator is used to move the substrate on a known position. The system is focussing by changing the position of the microscope which is mounted on another piezo-actuator.

## Approach

For both methods a simplified focal-error-signal was calculated, with geometrical optics and ray tracing (Zemax), to compare it with the measured FES of the assembled auto-focus system (Fig. 2). The optical system was then adapted in order to obtain the required sensitivity and to make it more compact.

## Results

Comparing the FES of the two methods, revealed that with the used set-up the astigmatism is approximately 50 times more sensitive than the Foucault principle. The final system is therefore realised with the astigmatism method.

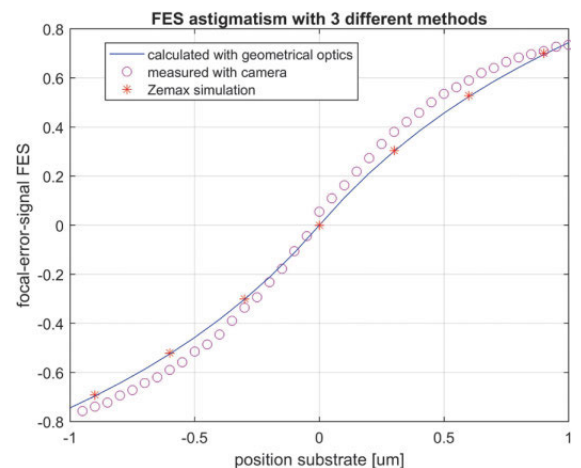


Fig. 2 Focal-error-signal for astigmatism, determined with three different methods

# Pathextraction and -Planning for Lasercutting

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Vertiefung: Robotics

Thesis advisors: Prof. Andreas Habegger, Jan Lochmatter

Expert: Rico Zoss (ANNAX Schweiz AG)

External project partner: BW-TEC AG, Höri

The goal of this Bachelor thesis is to design a vision system for the laser welding machine LWM 1410 of BW-TEC. Images are to be taken from a processing object of which characteristics are then extracted in order to be used for contour recognition. The contour is used to calculate a welding or cutting path which is traversed by the laser to perform specific machining operations on the stent craft.

39

The developed and parametrized algorithm serves to automate a complex process. The autonomous calculation of a path can save processing time, which in turn leads to a reduction in costs. Furthermore, process data is generated and recorded, which can be used for various purposes in optimization and monitoring.

The paths calculated by the system can be integrated into an automatic documentation process leading to a reliable, clear and constant documentation. This makes it possible to easily monitor the process. Due to the automatic planning the process becomes robust against errors since it does not depend on human subjectivity to determine a processing path. In this way, a production process is established over several processing objects which can be easily and automatically adapted.

To calculate such a path, a camera from Basler (acA1920-155um) integrated in the laser welding machine is used to take images of the processing object. A video is generated and processed by a pre-process in order to generate the unrolling of the workpiece from the recorded frames. It should be noted that the object being processed by the laser welding machine can only rotate mechanically about its own axis and move linearly along it. The laser can only be adjusted in height.

The image is edited through various digital image processes in order to generate an optimal path for the CO<sub>2</sub> laser, either for cutting or welding.

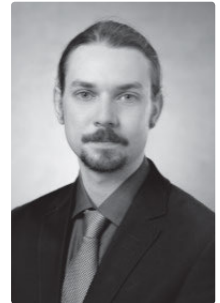
First by a Gaussian blur filter [Ref 1] and then converted into a black-and-white image with an adaptive threshold, making the features to be extracted visible. Due to the poor performance at low contrast, an additional post-process is introduced with which the image is blurred again and then binarized with a global threshold (Figure a). This leads to a considerable reduction of outliers and consequently improves precision.

Using a Canny edge detector [Ref 2] the edges of the structures are determined based on pre-processed image data.

The edges represent coordinate points in the image which are used for path detection. The path is calculated by comparing these points. A first assumption is made to define how many possible paths are available in the image. The next point of the path is determined by comparing the distances between the assumption and the remaining coordinate points. This is repeated until the complete path is found.

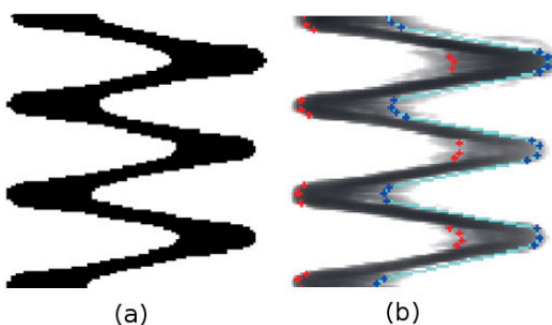
To reduce the «runaway» effect on sampled path, the found coordinate points are filtered with a median filter. Subsequently, points which lie on a line are removed to obtain a more precise translation of the laser and a more effective processing of the cutting or welding path (Figure b).

To determine the accuracy of the algorithm the deviation of calculated path to its golden reference has been calculated. The deviation of current implementation using means of experimental variance is approximately 0.25 mm. To get a more accurate performance measure a second validation of the algorithm was performed by evaluating various free forms – see BSc thesis.



Sven Nussbaumer

svnen4.nussbaumer@bluewin.ch



(a): Binarized image after the global thresholding. (b): Result of the path finding algorithm.

Ref 1: R.Gonzales, R.Woods, Digital Image Processing (Second Edition), p. 199seq.

Ref 2: R.Gonzales, R.Woods, Digital Image Processing (Second Edition), p. 572seq.



# Intraoperative Distanzmessung zwischen Stimulationselektrode und Nervenfaser

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik

Betreuer: Prof. Dr. Jörn Justiz, Martin Bertsch, Roman Amrein

Experte: Thierry Stoll (Diavantis)

- 40 **Chirurgische Eingriffe in der Hals-Nasen-Ohrenchirurgie (HNO) bringen insbesondere das Risiko mit sich, umliegende Strukturen wie beispielsweise Nervengewebe zu verletzen. Schulungen und Praktika an Testphantomen sollen angehenden Chirurgen die nötige Routine verleihen, um Beschädigungen solcher Strukturen und deren Folgeschäden zu vermeiden. Ein bestehendes Testphantom soll deshalb mit einer kontinuierlichen Distanzmessung von Fräser zu Nervenfaser ergänzt werden.**



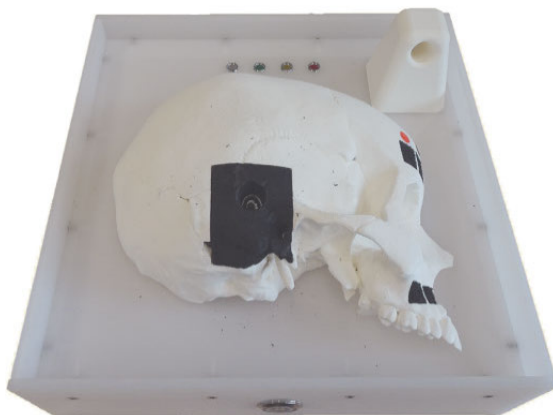
Remo Perler

## Ausgangslage

In der Hals-Nasen-Ohren-Chirurgie, beispielsweise bei der Cochlea-Implantation, besteht die Gefahr den Gesichtsnerv zu verletzen. Physiologische Entstellungen mit schwerer psychologischer Belastung und Folgeschäden bis hin zur Erblindung können die Folge einer Auftrennung des Nervengewebes sein. Mittels intraoperativem Neuromonitoring, also dem Erzeugen von messbaren Aktivitäten der Gesichtsmuskeln durch elektrische Impulse, wenn diese in Nervennähe abgegeben werden, kann in einem iterativen Prozess abwechselnd die verbleibende Distanz zum Nerven abgeschätzt und anschliessend weiter gefräst werden. Ein Schädelphantom zur Erprobung des intraoperativen Neuromonitorings wurde bereits in einer früheren Arbeit realisiert, beinhaltet aber keine kontinuierliche Distanzmessung.

## Ziel

Um ein neu entwickeltes Operationssystem mit direkt integrierter Neurostimulationseinheit im Bohrer, praxisnah testen und potentiellen Anwendern demonstrieren zu können, soll in ein realistisches Schädelphantom eine quantifizierbare Distanzmessung von Stimulationselektrode zum Nerv integriert werden.



Bestehendes Phantom

## Materialien und Methoden

Es wurden verschiedene Konzepte für die kontinuierliche Distanzmessung zwischen Stimulationselektrode und Nerv entwickelt und theoretisch durch Berechnung verifiziert. Anschliessend wurden die vielversprechendsten Konzepte mit Messungen validiert. Aus dem Auswahlverfahren ergab sich die kontinuierliche Distanzmessung mittels Bestimmung der magnetischen Flussdichte als bester Ansatz.

## Ergebnisse und Ausblick

Im neuen, realistischeren Modul wird der Gesichtsnerv mit vier 3-Achsen-Magnetometern modelliert. Diese folgen möglichst genau dem anatomischen Verlauf des Nervs. Eine kleine Spule am Fräser erzeugt ein magnetisches Feld, welches von den Sensoren gemessen wird. Nach einer Umrechnung der magnetischen Flussdichte auf eine Distanz zur Quelle des Magnetfeldes (Prinzip Hallsensor), kann mittels klassischer Geometrie auf die kürzeste Distanz zwischen Fräser-Nerv geschlossen werden. Diese wird via Display am adaptierten Phantom angezeigt. Das Phantom ist dabei auch zur Impedanz-Messung kompatibel, wie sie in einer parallellaufenden Thesis implementiert wird. Dies bedingt, dass mit und ohne NaCl-Spülung gefräst werden kann.

Ausblickend können Verfeinerungen am Berechnungsalgorithmus und der Modellierung des anatomischen Verlaufs des Nervs vorgenommen werden, um genauere Resultate zu erzielen. Weiter soll in einem nächsten Schritt eine Serientauglichkeit angestrebt werden, um das Phantom als Schulungsmittel für angehende Chirurgen zu vermarkten.

# OCT Inspektionssystem für MiniBags®

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik

Betreuer: Prof. Dr. Patrik Arnold

Experte: Samuel Wyler (Weibel CDS AG)

Industriepartner: Weibel CDS AG, Waldstatt

Berührungslose, optische Inspektionen gehören heutzutage in der Industrie längst zum Standard. Konventionelle Glasbehälter für Medikamente werden meist mit Digitalkameras kontrolliert. Um die Qualität von MiniBags zu prüfen, sind allerdings genaue Informationen aus dem Inneren der Probe notwendig. Um dies zu erreichen, wird auf ein Messverfahren basierend auf den Methoden der optischen Kohärenztomographie (OCT) zurückgegriffen.

41

## Ausgangslage

Das Startup Weibel CDS AG produziert innovative, benutzerfreundliche und anwendungsorientierte Injektions- und Mikroinfusionssysteme. Die revolutionären «Slim Patch Pump- Systeme» basieren auf einem neuartigen Verpackungscontainer, dem sogenannten MiniBag. Die Minibags werden momentan mittels Stichproben auf ihre Qualität geprüft. Dabei werden sie verunreinigt und somit unbrauchbar gemacht. Das HuCE-optoLab entwickelt ein Messverfahren für die berührungslose Qualitätskontrolle, welches direkt in der Produktion integriert wird. Dieses Messsystem basiert auf den Methoden der optischen Kohärenztomographie.

## Ziele

Mittels OCT-Scans werden die Siegelnähte der MiniBags überprüft. Unter anderem muss gewährleistet werden, dass Einschlüsse mit einer Grösse von 5-10µm detektierbar sind. Ein Algorithmus wertet die Siegelnähte und Einschlüsse aus und bestimmt anhand diesen, ob ein MiniBag den vorausgesetzten Qualitätsanforderungen entspricht. Die Integration in die Produktionslinie erfordert, dass die Qualität von 100 MiniBags in einer Minute geprüft wird.

## Vorgehen

Für die Qualitätsprüfung mittels OCT-Aufnahmen wird vorerst ein Algorithmus mit Matlab entwickelt. Damit der Inspektionsdurchsatz von 100 Minibags pro Minute gesichert werden kann, müssen zeitintensive Prozesse optimiert werden. Dies beinhaltet ein verbessertes Scan Pattern, welches nur die relevanten Zonen des MiniBags abtastet. Zusätzlich wird der Messkopf des OCT-Systems so angepasst, dass die ganze Probe

auf einmal gemessen werden kann. Die Umsetzung erfolgt mit Hilfe einer Weitwinkelscanoptik. Um die Messdaten sinnvoll auswerten zu können, muss das OCT-System charakterisiert werden. Zu der Charakterisierung gehört unter anderem das Bestimmen des Strahldurchmessers des Lasers. Diese Information ergibt die minimale laterale Auflösung, welche zur Herleitung der realen Distanz im Bildraum dient. Um eine grosse Wiederholbarkeit der Daten zu gewährleisten, muss eine Befestigungsvorrichtung für die MiniBags angefertigt werden. Die Halterung wird mit einem 3D-Drucker realisiert. Sobald das System kalibriert ist, kann mit dem Anlegen einer Datenbank begonnen werden. Anhand dieser Daten wird der Algorithmus zur Qualitätskontrolle entwickelt.



Basil Finn Peterhans  
basil.peterhans@gmail.com

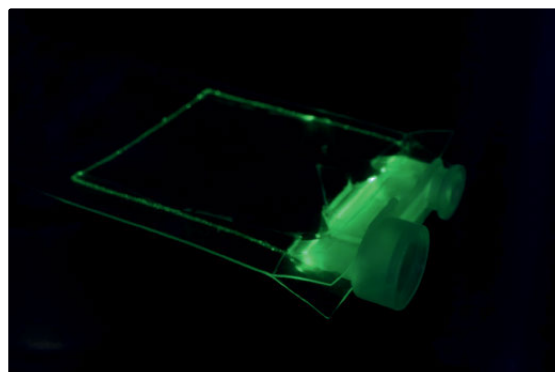


Abbildung 1: Scan Pattern mit Targetlaser

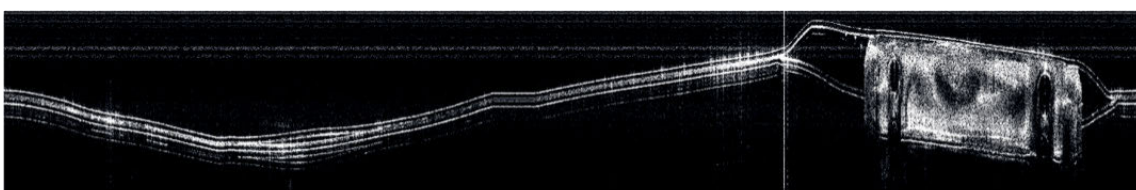


Abbildung 2: Abgewickelter Scan aus Abbildung 1

# Miniaturisiertes A-Scan OCT System – Teilprojekt Interferometer

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik  
Betreuer: Prof. Christoph Meier  
Experte: Dominik Täschler

- 42 In der Ophthalmologie wird zur Untersuchung der Netzhaut die optische Kohärenztomografie, kurz OCT (optical coherence tomography) verwendet. Die Verkleinerung eines solchen Systems bedeutet eine enorme Steigerung der Flexibilität der Untersuchungsmethode sowie Erleichterung der Handhabung des Gerätes. Im Rahmen der Bachelorthesis wird ein miniaturisiertes A-Scan OCT Modul geplant, aufgebaut und charakterisiert.



Franziska Katharina Rothen

## Ausgangslage

Es gibt zwei Arten von OCT, Time Domain (TD) und Frequency Domain (FD). Letzteres kann mittels zweier Methoden umgesetzt werden: mit einem Spektrometer als Detektor (SD) oder einer Swept Source (SS). Die gängigen Geräte sind jedoch relativ gross und schwer und deshalb kaum mobil. Mit Hilfe der Bachelorarbeit von Simon Salzmann wurde ein «hand held» A-Scan (Tiefenscan an einem Punkt) SD-OCT erarbeitet. Des Weiteren wurde der Störfaktor Rauschen genauer analysiert. Schlussendlich wurde eine Prüfvorrichtung zur Analyse und Charakterisierung des fertigen OCTs erstellt.

## Vorgehen

Um einen ersten Eindruck eines OCT-Signals zu erlangen, wurde zu Beginn der Arbeit ein einfacher Testaufbau mittels Faser-Interferometer erstellt. Dessen Charakterisierung erfolgte durch die Sensitivitätsmessung. Die Optimierung kam durch die Wahl der Komponenten sowie der Überarbeitung deren Anordnung zustande. So wurde ein Prototyp dieses kompakten Gerätes konstruiert (Abb. 1).

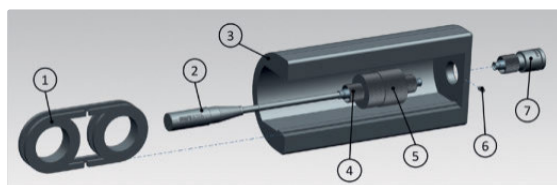


Abbildung 1: CAD-Konstruktion des FD-OCT Prototypes. 1) Faseraufwicklung, 2) Gespleissite Spiegelfaser für den Referenzarm, 3) Gehäuse, 4) Faserübergänge (x3), 5) Dämpfungsglied, 6) Kopfdrehschraube M2x5, 7) Kollimator für den Mess-Arm.

Für den Theorieteil konnte auf bisherige Bachelor Thesen sowie Primärliteratur zurückgegriffen werden. Hiermit wurde das Zustandekommen des Störsignals und dessen Einfluss auf die Sensitivity (Verhältnis der Peakhöhe des relevanten Signals mit der Höhe des Rauschens, Abb. 2) erklärt. Bei FD-OCTs wird das Rauschen gleichmässig auf das Endsignal verteilt, sodass die Sensitivity gegenüber dem TD-OCT erhöht wird. Die Konstruktion der Prüfvorrichtung wurde unter Zuhilfenahme des CAD Programmes NX11 vorgenommen. Um die Bewegungen des Auges zu simulieren, wurden sowohl ein Linear- als auch ein Rotationstisch unter eine Halterung befestigt. Darauf wurde ein künstliches Auge montiert, sodass das OCT-Gerät getestet werden konnte.

## Ausblick

Sobald der Prototyp des OCTs fertiggestellt ist, kann erneut eine Sensitivitätsmessung gemacht werden. Somit wird dessen Qualität gemessen und mit bestehenden OCTs verglichen. Auch die Prüfvorrichtung kann für die weitere Analyse eingesetzt werden.

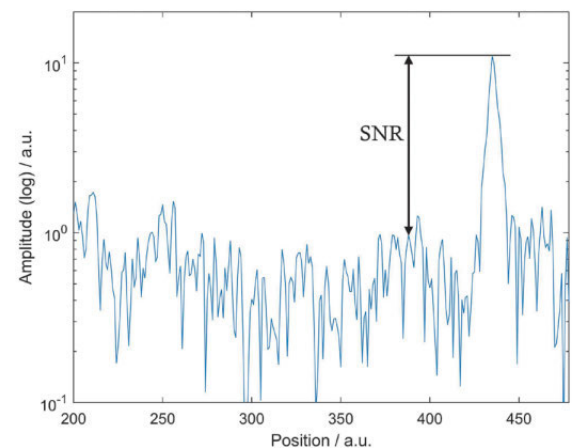


Abbildung 2: Signal mit Peak und Rauschen. SNR (signal to noise ratio) gibt Auskunft über die Sensitivity des Systems.

# Miniaturisiertes A-Scan OCT System – Teilprojekt Spektrometer

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik  
Betreuer: Prof. Dr. Lorenz Martin, Prof. Christoph Meier  
Experte: Dominik Täschler

Die optische Kohärenztomographie (OCT) ist ein nicht-invasives bildgebendes Verfahren und wird in der Ophthalmologie routinemässig eingesetzt. Die heutigen Geräte werden fest im Behandlungsraum installiert und sind damit weder mobil noch handlich. Es besteht ein grosses Interesse, ein solches System in ein kompaktes und kostengünstiges Handgerät zu integrieren.

43

## Ausgangslage

An der Berner Fachhochschule für Technik und Informatik in Biel werden im HuCE-optoLab modernste OCT-Systeme entwickelt. In dieser Arbeit wurde die Kompaktheit des Systems stark gewichtet, was neue Herausforderungen in der Optik und Mechanik mit sich brachte. Für das breitbandige OCT-System im nahen Infrarotbereich wurde ein Spektrometer benötigt, welches mit der Bachelorarbeit von Franziska Rothen zum miniaturisierten OCT-System zusammengeführt wurde. Das im OCT-Aufbau erzeugte Interferenzsignal wird im Spektrometer wellenlängenabhängig aufgeteilt und mit einem Kamerasensor detektiert.

## Ziel

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, ein miniaturisiertes Spektrometer zu entwickeln und herzustellen. Der Fokus der Arbeit liegt dabei auf dem Optimieren des optischen Systems in ZEMAX, der Entwicklung eines mechanischen Aufbaus sowie dem Messen der Sensitivity des OCT-Systems.

## Vorgehen

Nach einem ersten einfachen Aufbau des Spektrometers mit nur einer Fokussierlinse und nicht optimaler Ausleuchtung des Kamerasensors wurde ein System mit mehreren Linsen in ZEMAX ausgearbeitet. Dabei konnte mit umfangreichen Analyse- und Optimierungstools die Fokussierung auf den Sensor perfektioniert werden. Ein optischer Aufbau mit drei Achromaten als Fokussierlinsensystem (Abb. 1) überzeugte mit kleinstem Spotdurchmesser und dennoch minimaler Baugrösse. Mit der Evaluation der nötigen einstellbaren Parameter am System wurde ein mechanischer Aufbau konstruiert (Abb. 2) und als Prototyp getestet. Zur Auslesung und Verarbeitung der Sensordaten wurde ein Framework in LabVIEW geschrieben.



Simon Adrian Salzmann  
simon.salzmann1993@gmail.com

**Abbildung 1:** Optimierter optischer Aufbau in ZEMAX: Die Lichtstrahlen werden aus der Faser (1) mit der Kollimatorlinse (2) gerichtet auf das Gitter (3) geleitet. Wellenlängenabhängig aufgeteilte Strahlen werden anschliessend mit Linsen (4) auf den Sensor (5) fokussiert.

**Abbildung 2:** Mechanischer Aufbau mit Faseranschluss (1), Kollimator (2), Gitterhalterung (3) und Fokussierlinsen in einer Lens Tube (4). Die Kamera (5) wird in der optischen Achse verschieb- und drehbar befestigt.

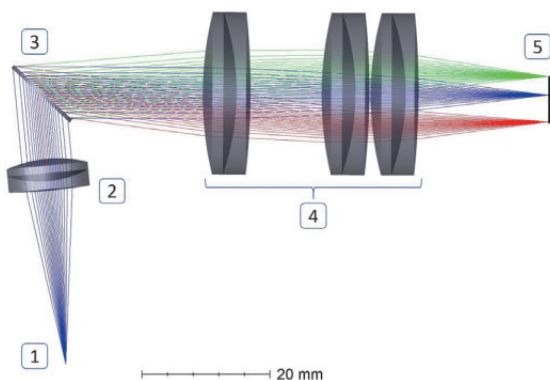


Abbildung 1

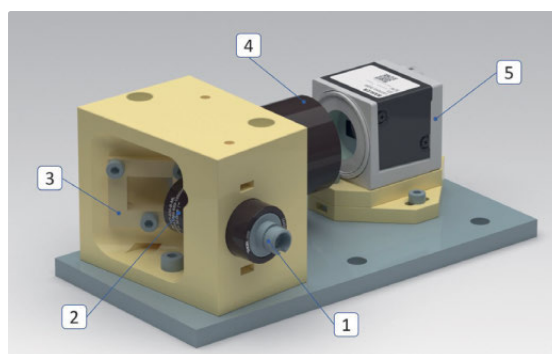


Abbildung 2

# Bin Picking with a 3D Lightfield-Camera and an Industrial Robot

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Robotik

Betreuer: Prof. Dr. Gabriel Gruener

Experte: Philipp Schmid (CSEM SA)

Industriepartner: CSEM SA, Alpnach Dorf

- 44 Das Palettieren und Zuführen von Werkstücken aus dem Schüttgut ist in der Industrie eine essenzielle Aufgabe, um Werkstücke automatisiert in den nächsten Produktionsschritt zu integrieren. Dies soll in Zukunft industriell rentabel mittels Griff in die Kiste erfolgen. Für das Bin-Picking ist eine präzise Erkennung der Werkstücke in der Kiste mit einem 3D-Kamerasystem gefordert. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Bin-Picking-Demonstrationsaufbau für das CSEM zu realisieren.



Lukas Alexander Studer  
lukas@studerson.ch

## Ausgangslage

Beim Bin-Picking wird ein beliebiges Werkstück aus einer Kiste gegriffen und für den nächsten Produktionsschritt vorbereitet. Trotz grosser Nachfrage des Systems, ist zurzeit noch keine industriell robuste Lösung erhältlich. Bestehende Systeme haben eine zu niedrige Taktrate, um rentabel in der Industrie eingesetzt werden zu können. Damit der Bin-Picking-Prozess in ein industrielles Umfeld integriert werden kann, muss dieser schnell und autonom sein.

## Ziel

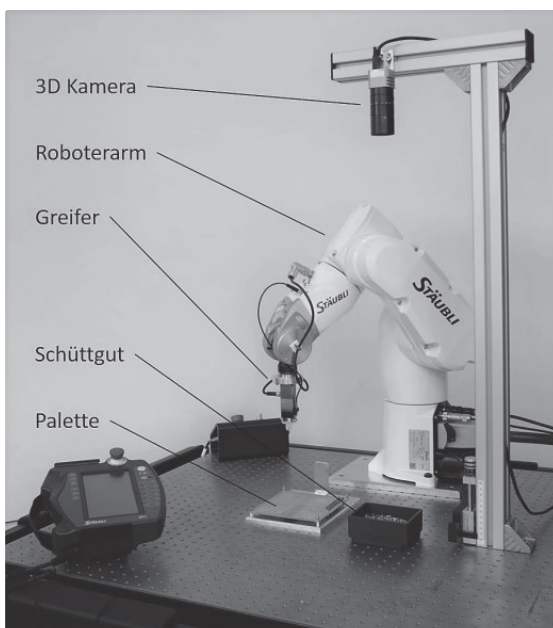
Es soll eine Bin-Picking-Demonstration entwickelt werden, welche Werkstücke autonom aus einer Kiste greift und in ein Palettier-Raster legt. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Geschwindigkeit des Prozesses gelegt. Das System wird mit einem kollaborativen Roboter von Stäubli und einer 3D-Lichtfeldkamera von Raytrix realisiert und ist im C# Software Framework VISARD des CSEM integriert.



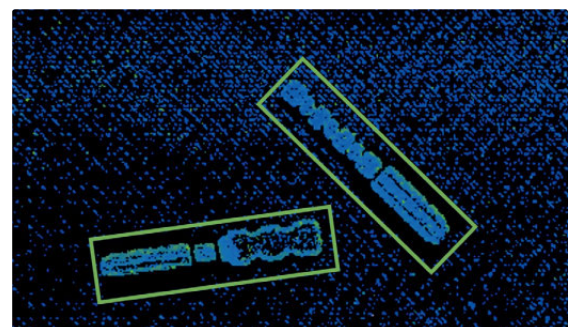
Lara Sütterlin  
lara.suetterlin@bluewin.ch

## Vorgehen

Als erstes gilt es, den Stäubli-Controller als ein Modul in das bestehende CSEM VISARD Framework zu integrieren und eine zuverlässige Kommunikation herzustellen. Dafür wird ein Motion Server implementiert, mit welchem der Roboter und der Greifer über das Netzwerk gesteuert sowie abgefragt werden können. Zeitgleich muss ein passendes Greifprinzip ausgewählt werden. Weiter muss ein Aufbau konstruiert werden, welcher die Kalibrierung der Kamera zulässt und den Arbeitsbereich des Roboters berücksichtigt. Zum Schluss wird eine Erkennung der Werkstücke basierend auf Bilderkennung und 3D-Punktwolken implementiert. Die in der Kamera integrierten Multi-linsenarray-Technik generiert nebst hochauflösenden Bildern eine dreidimensionale Punktwolke, welche die Objekterkennung ermöglicht. Durch die zusätzliche Tiefeninformation kann die Position und die Lage des Werkstücks präzise bestimmt werden.



Übersicht über den Demonstrationsaufbau



Werkstückdetektion mittels farbcodierter Tiefeninformation und Template-Matching

# Alemnis Nanoindenter Integration in Hitachi TM3030Plus SEM Microscope

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Capteurs

Thesis advisor: Dr. Bertrand Dutoit

Expert: Dr. Jean-Marc Breguet (Alemnis)

Project partner: Alemnis, Thun

In material science mechanical properties are defined by different tests performed on a sample. Since materials often behave differently in micro and macro scales performing and observing the results of such tests requires specialized equipment. The Alemnis nanoindenter allows such tests while specialized microscopes allow to observe the results. The goal of this thesis is to design a platform that allows real time observation of the nanoindenter in a Hitachi TM3030Plus SEM.

45

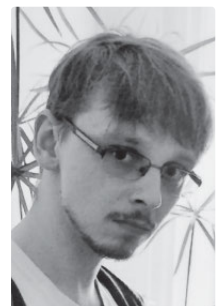
## Introduction

Most of the industry relies on the use of metals, semiconductors, ceramics, glasses, polymers or a combination of either. Knowing and predicting the properties of a material is therefore crucial for research and development in industry as well as experimentation in scientific research. One of such mechanical properties is hardness. Often, materials behave differently on macro and micro scales which is why it is interesting to perform mechanical property tests on a micro or nano scale. Nanoindentation is composed by a variety of indentation hardness tests applied to small volumes such as for example thin films and is characterized by the use of small loads of small tip sizes which implies a residual area in the order of micrometres or even nanometres. This creates the problem of measuring the residual area which is solved by observing it with an atomic force or a scanning electron microscope (AFM and SEM respectively). It is therefore an interesting possibility to be able to perform tests on such scales but alas, the problematics involving SEM's render said tests hard to carry out. The chambers are often too small while the measuring tools too big to allow any implementation. This is made worse by the required high or even ultrahigh vacuum environment of the SEM.

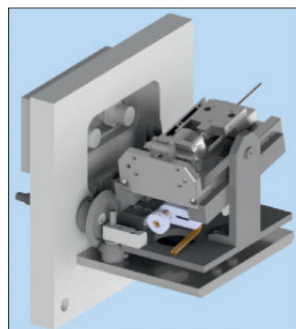
## Goals and initial situation

The goal of this thesis work is in fact to create and validate a system that efficiently allows to perform live nanoindentation tests and observe them. To do so a positioning system which fits the narrow chamber of the Hitachi TM3030Plus SEM that carries an Alemnis Indenter has been designed. Its function is to bring the indentation tip exactly under the electron beam so that an in-situ indentation is possible (indentation is done while image is recorded). In addition, the stage allows to tilt the indenter to get the best view possible. The original function of the microscope was simple observation of samples, for this purpose the system contained an XY stage which allowed to navigate along the sample stub while the height or working distance had to be set manually outside the chamber. Realized work

The new system uses a different principle based on the precise positioning of the indenter relative to the electron beam source. Given that the indenter has its own local XY stage and that the indentation point is always the same (for a given sample height), the new SEM positioning system modifies the working distance and the observation angle of said indentation. This system has been labelled ZC stage where Z stands for working distance or height of the indenter relative to the source and C is the tilt axis respectively. This is interesting because based on the type of sample and the desired observation precision the working distance can be adjusted, within boundaries, to obtain optimal resolution and observation conditions. The Z axis is guided by small linear stages and is actuated by a fine threaded screw which lifts the entire platform. This platform houses the rotational mechanism which is independent from the Z positioning yet uses the same gear-screw principle but with a shaft that is axially free but radially constrained. This allows for a dynamic, irreversible movement. With the new ZC stage it is possible to tilt the indenter between 7.5 and 35.5 degrees while remaining in a work distance between 10 and 17 millimetres. Finally, a NewPort Pico-motor nano actuator allows to regulate a sample height up to 12.5 millimetres which allows a vast range of samples to be used. This solution does not require any modifications on the original SEM structure or on the indenter, it is composed of simple mechanical parts most of which are standardized to avoid machining afterwork.



Edgar Tommasini



Full CAD model of design housed on the Hitachi door frame

# Low Cost Swept Source Laser

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik  
Betreuer: Prof. Christoph Meier, Dominic Inniger  
Experte: Dr. Joachim Herzberg

- 46 Um das menschliche Auge zu untersuchen, etablierte sich ein dreidimensional bildgebendes Verfahren, die «Optical Coherence Tomography (OCT)». In der Swept-Source-OCT-Technologie ist die Lichtquelle das Kernelement. Dieser sogenannte Swept-Source Laser definiert die Mess-tiefe, die Auflösung und beeinflusst die Sensitivität des gesamten Systems. Ein External-Cavity-Aufbau soll für eine Low-Cost-Variante eines solchen Lasers entwickelt werden.



Daniel Andreas Tschupp  
daniel.tschupp@gmail.com

## Ausgangslage

Aktuelle, kommerzielle Swept-Source Laser kosten heutzutage 20 000 bis 50 000 CHF. Diese Laser haben Sweep-Frequenzen im Bereich 50k-1000k Sweeps pro Sekunde. Solche Sweep-Geschwindigkeiten sind für einige Anwendung allerdings gar nicht erforderlich. Bei diesen wäre im Gegenzug eine Low-Cost-Variante wünschenswert.

Im Vorfeld wurde ein External-Cavity-Design experimentell aufgebaut. Damit konnte gezeigt werden, dass dieses Design zielführend sein könnte. Allerdings traten noch Störspitzen auf, welche auf Autokorrelationen innerhalb der Kavität zurückzuführen sind. Des Weiteren ist die Kohärenzlänge wie auch die Ausgangsleistung noch tiefer, als die gewünschten Spezifikationen verlangen.

## Ziel der Arbeit

Der erste Laboraufbau soll analysiert und so mögliche Verbesserungen gefunden werden. Diese sollen anschliessend in einem zweiten Setup umgesetzt werden. Es gilt zu zeigen, dass ein Low-Cost-Swept-Source-Laser mittels eines External-Cavity-Designs realisierbar ist. Durch die Charakterisierung des Lasers mittels eines OCTs soll gezeigt werden, dass die

geforderten Spezifikationen erreicht werden können. Diese wären eine Kohärenzlänge von über 30 mm, eine Axial Sampling Unit von weniger als 5  $\mu\text{m}$  und eine Ausgangsleistung grösser 20 mW. Zusätzlich muss das Setup sowohl stabil, als auch leicht einzustellen sein. Denn diese Einstellungen müssen schnell und ohne grosses Equipment getätigt werden können.

## Vorgehen

Die Untersuchung des ersten Laboraufbaus ergab, dass der Gain-Chip ausgewechselt werden musste. Speziell wurde darauf geachtet, dass die Reflexion der Ausgangsfläche des Chips niedrig ist. Dies minimiert die Störspitzen. Der ausgewählte Chip wird im TO-Gehäuse, sowie auch im Butterfly-Gehäuse angeboten. Mit dem Butterfly-Gehäuse könnte die Komplexität des Aufbaus verringert werden. Allerdings muss gezeigt werden können, dass er genauso gut funktioniert wie der Chip im TO-Gehäuse. Deshalb werden beide Varianten getestet und verglichen. Um einerseits die Stabilität zu verbessern und andererseits das Ausrichten zu vereinfachen, wurde eine Konstruktion erstellt, die die Freiheitsgrade auf ein Minimum beschränkt. Dieser zweite Prototyp wird aufgebaut und ausgemessen um festzustellen, ob die gewünschten Spezifikationen erreicht werden.

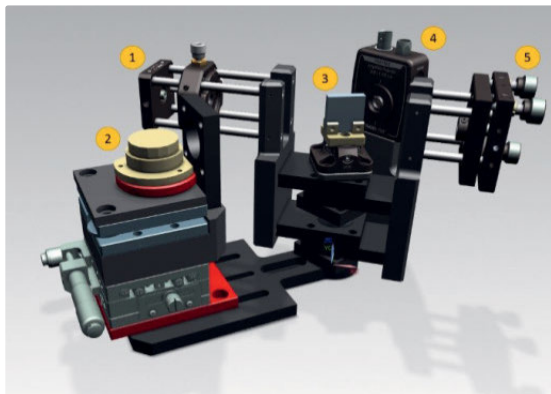


Abbildung 1: Erarbeiteter Prototyps des External-Cavity-Swept-Source-Lasers.

1: Gain-Chip, 2: Rotationsspiegel, 3: Optisches Gitter, 4: A-Scan-Trigger, 5: Faserkopplung

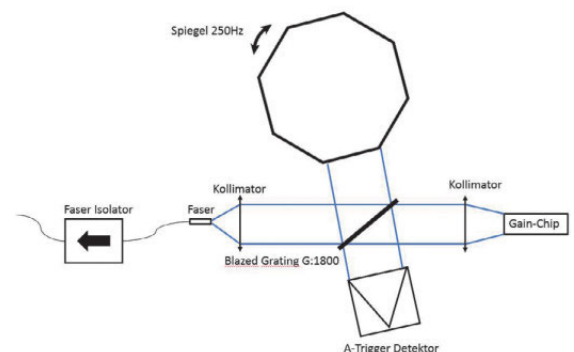


Abbildung 2: Schematischer Aufbau des External-Cavity-Swept-Source-Lasers.

# Human Motion Recognition and Analysis using 6D Tags

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Robotics

Thesis advisor: Prof. Dr. Gabriel Gruener

Expert: Philipp Schmid (CSEM)

External project partner: ProcSim Consulting Sàrl, Lausanne

Excessive physical strain is one of the most common causes of musculo-skeletal disorders. The goal of this work is to detect human motion during manual assembly tasks with low-cost 6D tags from CSEM.

47

## Motivation

ProcSim Consulting is active in the area of logistics flows, manual production ergonomics analysis and optimization. Traditionally, the evaluation has been done using human observers that rate the quality of the workplace and recommend improvements to the workers posture and motions. ProcSim is currently evaluating sensor systems to replace the human observers. This allows to have an objective evaluation over longer periods of time.

As part of the research of the BFH roboticsLab, we are interested in understanding manual production motions in order to establish a baseline for robotic collaborative or standalone solutions for industry 4.0.

## Goals

In this project, 6D tags are used to detect human motion during manual assembly tasks. The analysis concentrate on arm motions and arm joint angles. In a first step, the 6D tag system is commissioned. An existing concept to attach the 6D tags to the body in a reliable, quick and comfortable way is refined. A concept to quickly calibrate the tags locations on the body is developed. The capabilities and limitations of the system are determined.

## Approach

CSEM SA has developed 6D tags that can be attached to the body of the worker and tracked with cameras using machine vision. The 6D tags are a good candidate for ProcSim and the roboticsLab to detect human motions. The direction of the rotation on the horizontal plane is solved using 3 tags per attachment. The system is programmed in C# .NET.



Nicolas Wenger

+41 79 102 21 85

[nicolas.wenger@gmx.ch](mailto:nicolas.wenger@gmx.ch)

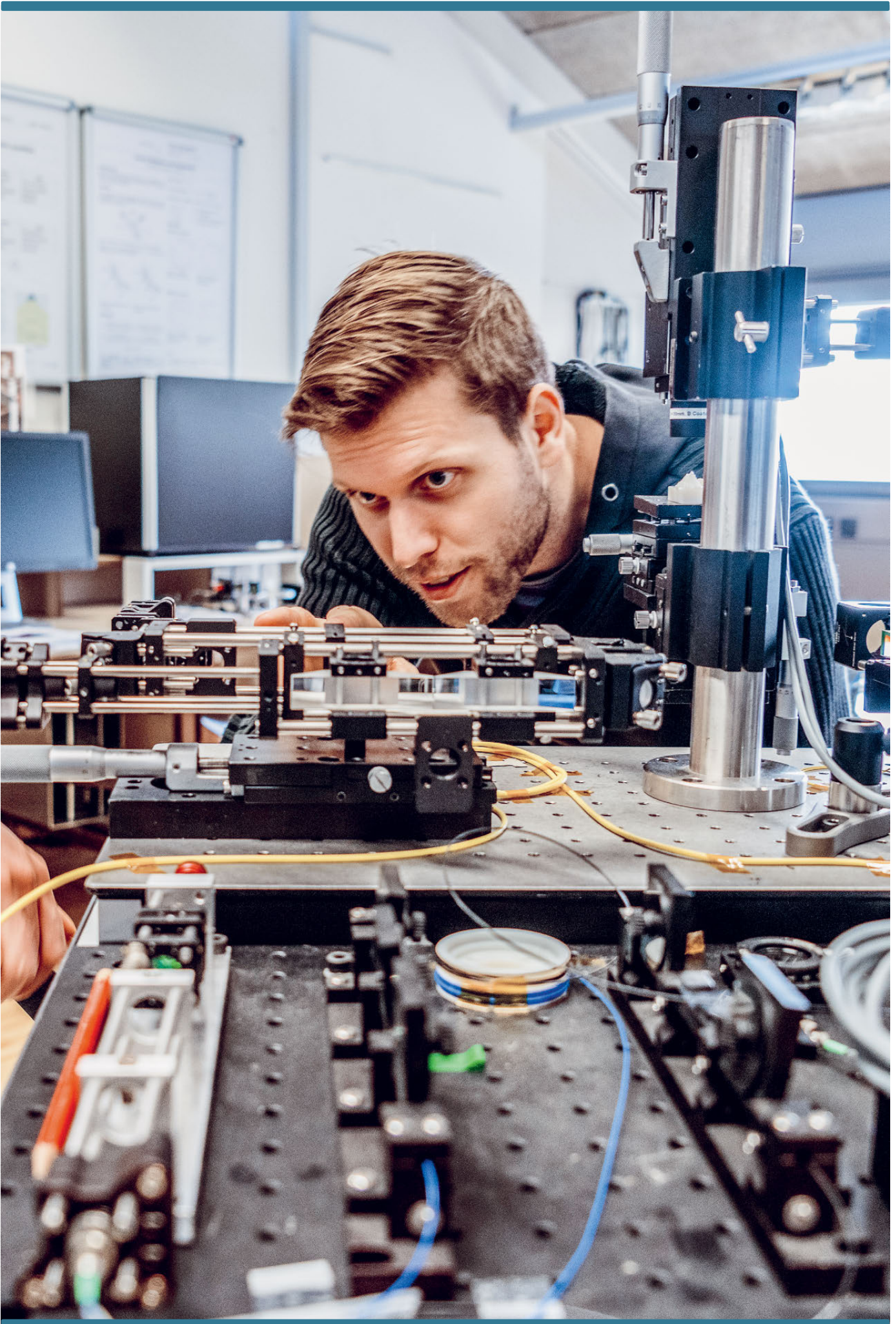


Operator with mounted and analysed tags in a sitting work position.



Concept of attachment to the human body and structural solution for the detection of the rotation direction.





**Berner Fachhochschule**

Mikro- und Medizintechnik

Quellgasse 21

2502 Biel

Telefon +41 32 321 61 13

[mikro.ti@bfh.ch](mailto:mikro.ti@bfh.ch)

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

**Haute école spécialisée bernoise**

Microtechnique et technique médicale

Rue de la Source 21

2502 Bienne

Téléphone +41 32 321 61 13

[micro.ti@bfh.ch](mailto:micro.ti@bfh.ch)

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