



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



2020

Abschlussarbeiten  
Travaux de fin d'études  
Graduation Theses

**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 Leserin, lieber Leser

Das Jahr 2020 wird uns lange in Erinnerung bleiben als das Jahr, in dem die Flexibilität aller notwendig war. Das Corona-Virus hat unseren Alltag kräftig durcheinandergerüttelt. Die Berner Fachhochschule hat diese Krise mit viel Engagement bewältigt: Innert weniger Tage wurde für die Studierenden und Dozierenden Distance Learning zur praktischen Herausforderung, die alle Beteiligten mit Bravour gemeistert haben.

Umso mehr macht es mich stolz, dass Sie, liebe Leserin, lieber Leser, die neueste Ausgabe des Books in den Händen halten.

Die Absolventinnen und Absolventen der Studiengänge im Departement Technik und Informatik konnten auch im letzten Jahr von zahlreichen Kooperationen mit anderen Hochschulen und unseren Industriepartnern profitieren. Sie hatten damit die Möglichkeit, die im Studium erworbenen Kompetenzen praxisnah umzusetzen und sich in der Berufswelt zu beweisen.

Mit Begeisterung habe ich die Zusammenfassungen der Abschlussarbeiten im Studiengang Mikro- und Medizintechnik durchgesehen und ich lade Sie ein, Gleiches zu tun: Entdecken Sie, mit wie viel Hingabe, Entschlossenheit und Fachwissen unsere Studierenden aufzeigen, dass die Grenzen der Technologie nur dazu da sind, überwunden zu werden – und dass sie ausgezeichnete Kandidatinnen und Kandidaten für zukünftige Arbeitgeber sind.

Ich hoffe, dass die Lektüre dieser Arbeiten Sie inspiriert und Ihnen spannende Einblicke schenkt. Für Ihr Interesse an der Berner Fachhochschule und ihren Studierenden danke ich Ihnen.

Ihnen, liebe Studierende, gratuliere ich von Herzen zu Ihrer Abschlussarbeit! Und ich wünsche Ihnen auf Ihrem beruflichen und privaten Lebensweg alles Gute.

#### Chère lectrice, cher lecteur,

2020 restera dans nos mémoires comme l'année marquée du sceau de la flexibilité. Le coronavirus aura profondément ébranlé notre quotidien. La Haute école spécialisée bernoise a surmonté la crise avec beaucoup d'engagement: en quelques jours, étudiant-e-s et enseignant-e-s ont maîtrisé avec bravoure le défi pratique de l'enseignement à distance.

Je suis d'autant plus fier de savoir la dernière édition de ce Book entre vos mains.

L'an dernier aussi, les diplômé-e-s des filières du département Technique et informatique ont eu la chance de collaborer avec d'autres hautes écoles et avec nos partenaires industriels. Ces coopérations leur ont permis de mettre en pratique les compétences acquises au cours de leurs études et de faire leurs preuves dans le monde professionnel.

C'est avec enthousiasme que j'ai parcouru les résumés des travaux de fin d'études des étudiantes et des étudiants de la filière Microtechnique et technique médicale et vous invite à en faire autant: vous découvrirez avec quel dévouement, quelle détermination et quelle expertise nos étudiant-e-s ont montré que les frontières de la technologie ne demandent qu'à être repoussées – et qu'ils et elles sont des candidat-e-s exceptionnels à disposition des futurs employeurs.

J'espère que la lecture de ces travaux vous inspirera et qu'elle vous ouvrira des perspectives captivantes. Je vous remercie de l'intérêt que vous portez à la Haute école spécialisée bernoise et à nos étudiant-e-s.

Quant à vous, chers étudiantes et étudiants, je vous félicite chaleureusement pour l'obtention de votre diplôme et vous souhaite le meilleur dans votre carrière professionnelle et votre vie privée.

#### Dear Reader

2020 will long be remembered as the year when everyone had to show great flexibility. The coronavirus pandemic has turned everyday life upside down. Bern University of Applied Sciences has shown tremendous commitment in dealing with this crisis. Within the space of just a few days, distance learning became a practical challenge for students and lecturers which everyone concerned passed with flying colours.

This is why I am especially proud that you are now holding the latest edition of the Book in your hands.

The graduates of programmes in the Department of Engineering and Information Technology once again benefited from many opportunities to work with other universities and our partners in industry last year. This allowed them to apply the knowledge acquired throughout their studies to real-life scenarios and to prove their mettle in the world of work.

It was an absolute pleasure to read through the summarized graduation theses from the Microtechnology and Medical Technology programme and I invite you to do the same. You will discover just how much dedication, determination and expert knowledge our students have shown in proving that the boundaries of technology are meant to be pushed back – and that they are outstanding candidates for future employers.

I hope you find reading these theses inspiring and that they provide many fascinating insights. Thank you for your interest in Bern University of Applied Sciences and its students.

I am tremendously proud to congratulate our students on their graduation. I wish them all every success for the future both professionally and personally.

# Inhalt

## Table des matières Contents

2	Titel	Titre	Title		
3	Technik und Informatik an der BFH	3	Technique et informatique à la BFH	3	Engineering and Information Technology at BFH
6	Alumni BFH	6	Alumni BFH	6	Alumni BFH
7	Infotage	7	Journées d'information	7	Info days
8	Die faszinierende Welt der Mikro- und Medizintechnik	8	Le monde fascinant de la microtechnique et de la technique médicale	8	The Fascinating World of Micro-technology and Medical Technology
10	Interviews mit Studierenden	10	Interviews d'étudiant-e-s	10	Interviews with students
12	Zusammenarbeitsformen	12	Formes de collaboration	12	Collaboration
14	Industriepartner	14	Partenaires industriels	14	Industry partners
16	Liste der Absolventinnen und Absolventen	16	Liste des diplômé-e-s	16	List of Graduates
17	Bachelorarbeiten	17	Travaux de bachelor	17	Bachelor Theses

### Impressum

**Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik**

#### Online

book.bfh.ch

#### Inserate

kommunikation.ti@bfh.ch

#### Layout

Hot's Design Communication SA

#### Druck

staempfli.com

#### Auflage

700 Ex.

### Impressum

**Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique**

#### Online

book.bfh.ch

#### Annonces

kommunikation.ti@bfh.ch

#### Mise en page

Hot's Design Communication SA

#### Impression

staempfli.com

#### Tirage

700 exemplaires

### Imprint

**Bern University of Applied Sciences  
Engineering and Information Technology**

#### Online

book.bfh.ch

#### Advertisements

kommunikation.ti@bfh.ch

#### Layout

Hot's Design Communication SA

#### Printing

staempfli.com

#### Edition

700 copies

# Technik und Informatik an der BFH

## Technique et informatique à la BFH

### Engineering and Information Technology at BFH

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

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

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

#### Das Bachelorstudium als starke Basis

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

Im Bereich Technik und Informatik bietet die BFH eine vielfältige Auswahl an Bachelorstudiengängen, wobei die beiden Studiengänge Automobiltechnik und Medizininformatik sogar schweizweit einzigartig sind. Die meisten Studiengänge können zudem 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 Vertiefung und arbeiten an forschungsnahen und praxisrelevanten Projekten mit.

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

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

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

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

#### Les études de bachelor comme base solide

Les filières d'études de bachelor sont orientées vers la pratique et vers les besoins de l'environnement économique. Étudier à la BFH, c'est étudier dans un contexte pratique, interdisciplinaire et international. Dans le département 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 département Technique et informatique propose les sept filières d'études de bachelor suivantes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Der Master als Sprungbrett

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

Der Master of Science in Engineering MSE wird in Kooperation mit allen Fachhochschulen der Schweiz angeboten und zeichnet sich durch einen starken Praxisbezug, ein vielfältiges Modulangebot und ein schweizweites Netzwerk von Fachspezialisten und Studierenden aus. Mit Beginn des akademischen Jahres 2020-21 bietet die Berner Fachhochschule, Departement Technik und Informatik, das Studium im Rahmen der schweizweiten Neuausrichtung des MSE an: Masterstudierende wählen zwischen den festgelegten Vertiefungen Business Engineering, Civil Engineering, Computer Science, Data Science, Electrical Engineering, Energy and Environment, Mechatronics and Automation, Mechanical Engineering, Medical Engineering sowie Photonics.

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

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

## 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. Pour le début de l'année académique 2020-2021, la Haute école spécialisée bernoise, département Technique et informatique, propose des études dans le cadre de la nouvelle structuration du MSE en Suisse. Les étudiant-e-s du cycle de master peuvent choisir parmi les orientations fixées : à savoir Business Engineering, Civil Engineering, Computer Science, Data Science, Electrical Engineering, Energy and Environment, Mechatronics and Automation, Mechanical Engineering, Medical Engineering et Photonics.

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

Pour en savoir plus [bfh.ch/fr/mse](http://bfh.ch/fr/mse)

## Master's degree to springboard your career

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

The Master of Science in Engineering MSE is offered in cooperation with all Universities of Applied Sciences within Switzerland and provides a strong practical focus, varied modules and a Switzerland-wide network of specialists and students. From the beginning of the 2020-21 academic year, the Bern University of Applied Sciences Department of Engineering and Information Technology will offer the degree within the scope of the Swiss-wide restructuring of the MSE. Master's students will be able to choose between the following fixed specialisations: Business Engineering, Civil Engineering, Computer Science, Data Science, Electrical Engineering, Energy and Environment, Mechatronics and Automation, Mechanical Engineering, Medical Engineering and Photonics.

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

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

## Die Forschung und Entwicklung als Triebfeder der Innovation

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

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

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

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

## Die Weiterbildung als Programm

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

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

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

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

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

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

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

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

## La formation continue comme programme

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

L'offre de formation continue du département 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 : innovation, management, informatique, Data Science, Cyber Security et Digital Forensics, technique, Digital Transformation et Digital Health.

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

## Research and development as the driving force of innovation

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

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

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

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

## Continuing education programmes

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

The further education courses in Engineering and Information Technology address both engineers and future managers. They aim to expand and build on existing competencies. To this end, BFH offers a unique, interdisciplinary range of CAS modules that can be combined within different EMBA, MAS and DAS degree programmes. The programmes focus on the fields of innovation, management, information technology, data science, cyber security and digital forensics, engineering, digital transformation and digital health.

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

# Alumni BFH

## Alumni BFH

## Alumni BFH

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

# Infotage

## Journées d'information

### Info days

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

Mit einer Weiterbildung auf Masterstufe gehen Sie in Ihrer Karriere einen Schritt weiter. Unsere umfassende, interdisziplinäre Palette von Modulen ermöglicht Ihnen, Ihre Kompetenzen auf verschiedensten Gebieten zu erweitern und zu ergänzen. Informieren Sie sich in einem persönlichen Beratungsgespräch.

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

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

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

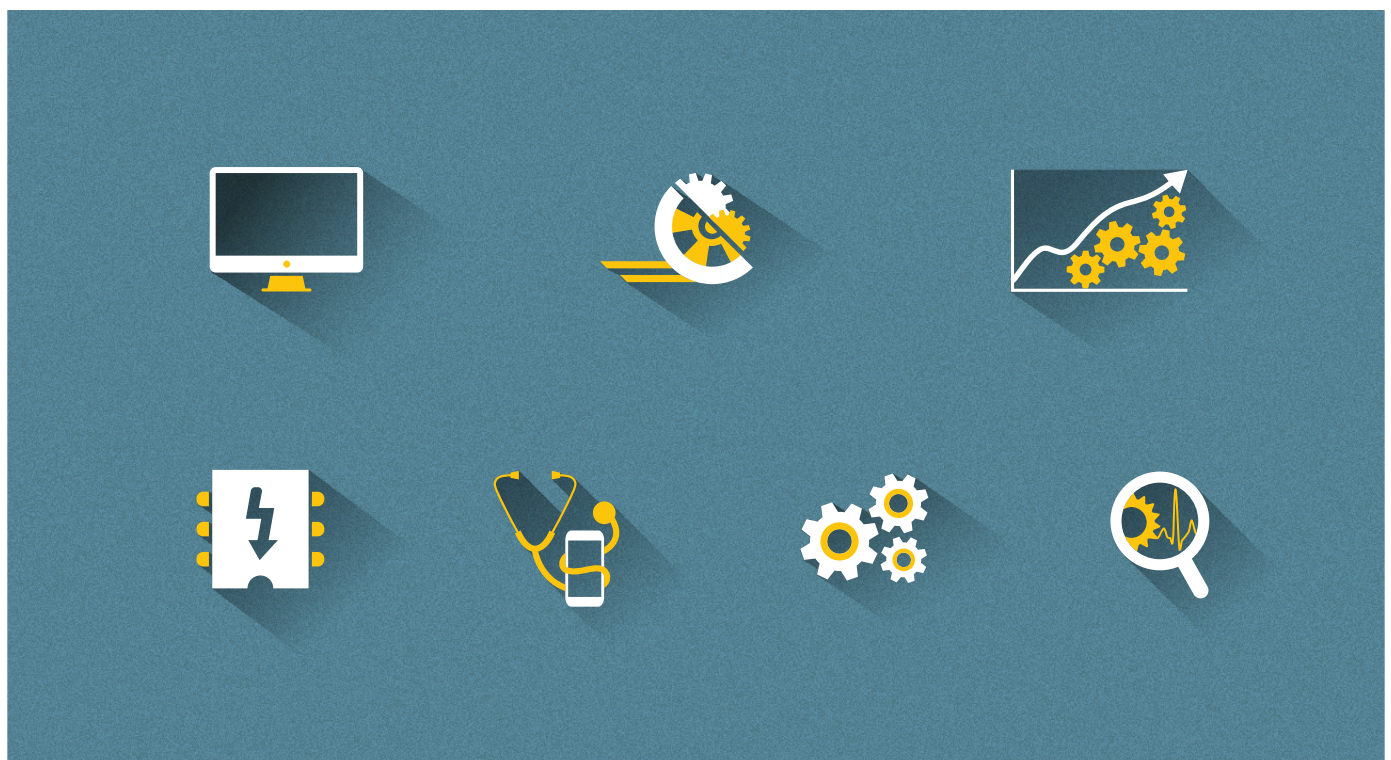
Pour en savoir plus [bfh.ch/ti/journeesdinformation](http://bfh.ch/ti/journeesdinformation)

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

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

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

7





# Die faszinierende Welt der Mikro- und Medizintechnik

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

### The Fascinating World of Microtechnology and Medical Technology

8



**Prof. Yves Mussard**

**Fachbereichsleiter Mikro- und Medizintechnik**

**Responsable du domaine Microtechnique et technique médicale**

**Head of Division Microtechnology and Medical Technology**

Mikrotechnische Systeme sind aus unserer Welt nicht mehr wegzudenken. Einige können sogar Leben retten, z.B. Beschleunigungssensoren in Autos, die Airbags im richtigen Moment auslösen, oder implantierbare Mikropumpen, die Medikamente genau dosiert an den Körper abgeben. Andere sind als kleine, mobile Roboter im Einsatz, um uns Arbeit abzunehmen oder den Alltag zu erleichtern, wie Staubsauger- oder Flugroboter. Die Einsatzmöglichkeiten von kleinen, intelligenten Geräten sind nahezu unbeschränkt. Das macht die Mikrotechnik zu einer Schlüsseltechnologie der Zukunft.

#### **Interdisziplinäre Ausbildung**

Im Bachelor-Studiengang Mikro- und Medizintechnik an der Berner Fachhochschule lernen die Studierenden, wie man Elemente der Elektronik, der Mechanik und der Informatik kombiniert und auf kleinstem Raum zu hochpräzisen Systemen zusammenfügt. Die auf den folgenden Seiten vorgestellten Bachelorarbeiten geben einen Eindruck von den anspruchsvollen Herausforderungen, mit denen sich die angehenden Berufsleute beschäftigten – und von den innovativen Lösungen, sie dabei entwickelten. Die Mikro- und Medizintechnik erfordert ein breites Grundwissen, das sich Studierende im Verlauf der Ausbildung aneignen. Mit der Wahl von zwei Vertiefungen setzen sie bereits im Studium individuelle Akzente für ihre berufliche Zukunft. Vier technische Vertiefungen stehen zur Auswahl: Medizintechnik, Optik/Photonik, Robotik und Sensorik. Daneben bietet die Berner Fachhochschule auch eine Vertiefung in Management an. Diese eröffnet jungen Ingenieurinnen und Ingenieuren zusätzliche Entwicklungsmöglichkeiten.

#### **Vielfältige Berufsperspektiven**

Typische Arbeitgebende von Mikro-technikerinnen und Mikrotechnikern sind

Un monde sans systèmes microtechniques est difficilement concevable. Certains, comme les capteurs des voitures qui déclenchent les airbags au bon moment ou les micropompes implantables qui administrent les doses exactes de médicaments à l'organisme, peuvent même sauver des vies. D'autres sont de petits robots mobiles servant à alléger notre travail ou faciliter notre quotidien, comme les aspirateurs ou les drones. Les possibilités d'utilisation presque illimitées de petits robots font de la microtechnique une technologie clé de l'avenir.

#### **Formation interdisciplinaire**

Grâce à la filière d'études Microtechnique et technique médicale de la Haute école spécialisée bernoise, les étudiant-e-s apprennent à combiner les éléments de l'électronique, de la mécanique et de l'informatique pour en faire des systèmes de haute précision destinés au plus petit des espaces. Les travaux de bachelor présentés sur les pages suivantes donnent un aperçu des défis auxquels sont confrontés les futurs professionnel-le-s et des solutions innovantes qu'ils développent.

La microtechnique et la technique médicale exigent des connaissances de base très étendues que les étudiant-e-s acquièrent durant leurs études. En choisissant deux orientations techniques durant leurs études, ils façonnent déjà leur avenir professionnel. Quatre orientations leur sont proposées : Technique médicale, Optique/Photonique, Robotique et Technologie des capteurs. La Haute école spécialisée bernoise propose également une orientation en Management qui ouvre des possibilités de développement supplémentaires aux jeunes ingénieur-e-s.

#### **Perspectives professionnelles variées**

Les entreprises des secteurs de la technique médicale, de l'optique ou de la biotechnologie, ainsi que les fabricants de dis-

It's difficult to imagine how our world would look without microtechnology systems. Some can even save lives, for example acceleration sensors in cars which trigger the activation of airbags at just the right moment. Or implantable micro-pumps that administer precise doses of medicine to the body. Other examples include small, mobile robots used to lighten our workload or make our everyday lives easier, such as robot vacuum cleaners and drones. The almost limitless range of potential applications for small, intelligent devices makes microtechnology a key area for the future.

#### **Interdisciplinary programme**

On the bachelor's degree programme in Micro- and Medical Technology at Bern University of Applied Sciences, students learn how elements of electronics, mechanics and IT are combined and put together in the tiniest of spaces to create high-precision systems. The bachelor's theses presented on the following pages provide an insight into the complex challenges tackled by the aspiring professionals and the innovative solutions they developed. Micro- and medical technology requires a broad basic knowledge which students acquire over the course of the programme. By selecting two specialisations, they set the course for their future careers individually. A choice of four technical specialisations is available: medical technology, optics/photonics, robotics and sensor technology. Bern University of Applied Sciences also offers a specialisation in management, which provides young engineers with additional development opportunities.

#### **Wide-ranging career prospects**

Typical employers of microtechnology graduates are companies in the medical technology, optics and bio-tech sectors and

Unternehmen der Branchen Medizintechnik, Optik oder Biotechnologie sowie Hersteller von Geräten aller Art. Verantwortungsvolle und spannende Aufgaben in der Forschung, der Produkteentwicklung und dem Management warten darauf, gelöst zu werden.

### Titel/Abschluss

Bachelor of Science (BSc)

### Studienform

Vollzeitstudium (6 Semester) oder berufsbegleitendes Teilzeitstudium (8 oder 10 Semester)

### Unterrichtssprache

Das Studium kann entweder in Deutsch oder bilingue, Deutsch und Französisch, absolviert werden. Beim zweisprachigen Studium werden die Module etwa hälftig in Deutsch und in Französisch unterrichtet. Die Studierenden haben die Möglichkeit, das Zertifikat für Zweisprachigkeit als Zusatzqualifikation zu erwerben.

### Vertiefungen

Studierende wählen im 3. Studienjahr zwei Vertiefungen und setzen damit Akzente für die spätere berufliche Entwicklung.

- **Medizintechnik**  
Grundlagen für die Entwicklung von mikrotechnischen Systemen 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
- **Management**  
Komplementäre Ausbildung zu den technischen Aspekten des Studiums

### Bachelorarbeit

In der Regel in einer der gewählten Vertiefungen. Die Themen ergeben sich häufig aus Projektanfragen von Wirtschaftspartnern.

### Kontakt

Haben Sie Fragen zum Studium in Mikro- und Medizintechnik an der BFH? Gerne stehen wir Ihnen auch für ein persönliches Gespräch zur Verfügung. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!

032 321 61 13  
mikro.ti@bfh.ch  
facebook.com/BFHTI

### Mehr Informationen

bfh.ch/mikro

positifs en tous genres sont des exemples typiques d'employeurs qui embauchent des ingénieur-e-s en microtechnique. Des défis passionnants et à hautes responsabilités dans les domaines de la recherche, du développement de produits et de la gestion attendent d'être relevés.

### Titre/Diplôme

Bachelor of Science (BSc)

### Forme des études

Études à plein temps (6 semestres) ou études à temps partiel en cours d'emploi (8 ou 10 semestres)

### Langue d'enseignement

Les études peuvent être suivies en allemand ou dans un environnement bilingue français et allemand. Dans ce dernier cas, les modules sont enseignés à parts à peu près égales en allemand et en français. Les étudiant-e-s peuvent obtenir une qualification complémentaire, le « Certificat de compétences bilingues », à la fin de leurs études.

### Orientations

Les étudiant-e-s choisissent deux orientations en 3<sup>e</sup> année d'études, donnant ainsi le ton de leur futur développement professionnel.

- **Technique médicale**  
Bases pour le développement de systèmes microtechniques pour applications médicales
- **Optique/Photonique**  
Mesures sans contact à l'aide de capteurs optiques ultraprécis
- **Robotique**  
Développement et programmation de robots industriels et mobiles
- **Technologie des capteurs**  
Utilisation et développement de capteurs pour l'industrie
- **Management**  
Formation complémentaire aux aspects techniques des études

### Travail de bachelor

Généralement dans une des orientations choisies. Les sujets émanent souvent de demandes de projet des partenaires économiques.

### Contact

Vous avez des questions sur les études de Microtechnique et technique médicale à la BFH? Nous sommes à votre disposition pour y répondre ou pour un entretien personnel. Nous nous réjouissons d'avoir de vos nouvelles!

032 321 61 13  
mikro@bfh.ch  
facebook.com/BFHTI

### Plus d'informations

bfh.ch/micro

the manufacturers of all kinds of devices. Exciting challenges involving high levels of responsibility in the fields of research, product development and management are waiting to be taken on.

### Title/degree

Bachelor of Science (BSc)

### Mode of study

Full-time study (6 semesters) or part-time study (8 or 10 semesters)

### Language of instruction

The programme can be undertaken in German or bilingually in German and French. On the bilingual programme, around half of the modules are taught in German and half in French. Students also have the option of obtaining the bilingualism certificate as an additional qualification.

### Specialisations

In the third academic year, students choose two specialisations, setting the course for their future career paths.

- **Medical technology**  
The basic principles for the development of microtechnology systems for medical applications.
- **Optics/photonics**  
Contactless measurement using high-precision optical sensors
- **Robotics**  
Development and programming of industrial and mobile robots
- **Sensor technology**  
Use and development of sensors for industry
- **Management**  
Supplementary training on technical aspects of the degree programme

### Bachelor's thesis

Generally in one of the specialisations selected. The topics are often based on project requests from industry partners.

### Contact

Do you have any questions about the degree programme in micro- and medical technology at the BFH? We would be pleased to discuss the programme with you personally.

032 321 61 13  
mikro@bfh.ch  
facebook.com/BFHTI

### More information

bfh.ch/microtechnology

# Interviews mit Studierenden

## Interviews d'étudiant-e-s

## Interviews with students

10



Marco Zaugg & Vincent Sutter

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

V.S.: Comme je désirais une formation d'ingénieur interdisciplinaire et proche des sciences de la matière, la diversité du contenu de la formation en microtechnique a fortement influencé mon choix. Étant également père de famille, maintenir une activité professionnelle était une condition sine qua non pour garder un équilibre financier et familial. C'est pour cela que j'ai choisi de suivre les études à temps partiel.

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

V.S.: Les mathématiques et leurs applications. On les rencontre souvent dans les autres branches scientifiques et techniques et elles s'avèrent être mon outil préféré. Le bagage technique acquis permettant de développer et de réaliser des systèmes mécatroniques dans leur ensemble, de la mécanique à la logique, est également une caractéristique passionnante de cette filière.

### Quels sont vos projets d'avenir ?

V.S.: J'ai choisi la photonique comme l'une de mes deux branches d'approfondissement. C'est idéalement dans ce domaine ou dans un domaine proche que je souhaiterais orienter ma carrière. Mais je ne réduis

pas mon choix à ceci; il y a des activités intéressantes dans beaucoup de domaines, et elles sont parfois inattendues. Un master en emploi pourrait par la suite également m'intéresser, si une spécialisation était d'utilité dans mon activité future.

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

V.S.: Dans cette filière, il y en a pour tous les goûts. À côté des modules obligatoires qui vous fournissent les connaissances essentielles, les modules à options et certains projets offrent la liberté de compléter votre savoir dans des domaines spécifiques très variés. Suivez les études à temps partiel si le temps ou votre budget sont limités; cela est une parfaite alternative et garantit un bon équilibre. Et si l'allemand n'est pas votre langue maternelle, n'ayez crainte, le français et l'anglais sont bienvenus et acceptés pour la grande majorité des travaux à rendre.

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

M.Z.: Als gelernter Automobil-Mechatroniker wollte ich von der Autowelt etwas Abstand gewinnen und mir einen Überblick in einem neuen Bereich verschaffen. Bei

meinen Recherchen über mögliche Studiengänge landete die Mikro- und Medizintechnik in Biel bald einmal auf Platz 1. Als ich dann am Infotag die Labors und die verschiedenen Vertiefungen kennenlernte, wusste ich, dass ich diesen Studiengang wählen wollte.

### Was gefällt Ihnen besonders gut an diesem Studium?

M.Z.: Die Abwechslung ist toll. Man hat von Informatik über Elektrotechnik, Mathematik und Konstruktion eine interessante, abwechslungsreiche Mischung von Theoriegebieten. Durch die Laborarbeiten und die Projekte während des Semesters erhält man einen sehr guten Einblick, wie das Ganze in der Praxis funktioniert und bleibt so nicht nur an der Theorie kleben.

### Arbeiteten Sie nebenher?

M.Z.: Während des letzten Semesters konnte ich im Mechatroniklabor der Berner Fachhochschule im Rahmen eines Projekts einen kleinen Servo-Roboter zu Demonstrationszwecken realisieren.

In den Sommerferien habe ich jeweils temporär auf meinem gelernten Beruf gearbeitet, wenn das Militär keinen passenden WK für mich hatte.

### Was möchten Sie nach dem Studium machen?

M.Z.: Zuallererst will ich wieder arbeiten und einen etwas geregelten Alltag hinbekommen. Vielleicht ziehe ich nach einem Jahr noch einen Master in Betracht.

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

M.Z.: Er oder sie soll sich auf jeden Fall für die Infotage anmelden und die Schule besichtigen. Wer nach einem abwechslungsreichen, praxisorientierten Studium sucht, ist in der Mikro- und Medizintechnik an der BFH am richtigen Ort. Hier ist für jeden Geschmack etwas dabei.



Leandra Schibler

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

Ausschlaggebend war die Kombination aus der zukunftsgerichteten Mikrotechnik und der spannenden Medizintechnik. Aufgrund meiner Grundausbildung als Uhrmacherin konnte ich mich für die Mikrotechnik begeistern. Diese bietet ein interdisziplinäres Grundwissen, welches mir sowohl in meinem alten Berufsfeld sowie in neuen und innovativen Bereichen zu Gute kommen wird. Die Möglichkeit, verschiedene Vertiefungsfächer zu wählen, in meinem Fall Optik/Photonik und Medizintechnik, die die Tür zu einer komplett neuen Branche öffnen können, war ein zusätzlicher Grund, mich dafür zu entscheiden.

### Was gefällt Ihnen besonders gut an diesem Studium?

Die Vielseitigkeit dieses Studiums hat mir stets zugesagt. Aufgrund der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Teilgebieten wird der Alltag abwechslungsreich und spannend.

Es ist ein Generalisten-Studium, das einen Grundstein für nahezu jede technische Richtung legt und somit eine Vielzahl an Möglichkeiten bietet.

### Arbeiten Sie nebenher?

Als Teilzeitstudentin arbeite ich während des gesamten Studiums stets mit einem 40% Pensum. Zu Beginn habe ich in einer Uhrenfirma gearbeitet. Später wechselte ich in eine Firma im Bereich Werkzeugbau/Kunststoffspritzerei. In diesem Betrieb konnte ich meine im Studium erworbenen Kenntnisse einsetzen und ausbauen. Dies half mir einerseits den Bezug zur Industrie zu erhalten, andererseits die frisch erlernten Kompetenzen durch Anwenden zu verfestigen.

### Was möchten Sie nach dem Studium machen?

Nach dem Studium ist es mein Ziel, in der Industrie Fuss zu fassen. Ich möchte das Erlernte umsetzen und meine Berufserfahrung ausbauen können. Zu einem späteren Zeitpunkt ist es für mich

denkbar, noch ein Masterstudium anzuhängen, jedoch möchte ich vorerst einige Erfahrungen im Berufsalltag sammeln.

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

Der Studiengang Mikro- und Medizintechnik kann in den ersten beiden Jahren sehr theoretisch wirken, so dass die Verbindung zur Praxis in die Ferne rückt. Künftigen Studierenden kann ich nur raten, sich davon nicht abschrecken zu lassen. Das letzte Jahr ist dank den Vertiefungen enorm spannend und sehr praxisorientiert. Dabei lässt sich das theoretisch Erlernte gut in Experimenten anwenden. Die unterschiedlichen Teilgebiete der Mikro- und Medizintechnik sind äusserst vielseitig und geben einem dabei Einblick in die verschiedensten Teilgebiete der Technik.

# Zusammenarbeitsformen

## Formes de collaboration

### Collaboration

12 Neue Erkenntnisse gewinnen, Synergien schaffen, Praxisnähe erfahren: Die Berner Fachhochschule arbeitet in der angewandten Forschung und Entwicklung eng mit der Wirtschaft und der Industrie zusammen. Dadurch wird die Verknüpfung von Forschung und Lehre gestärkt, und es fließt neues Wissen in den Unterricht ein. Dies führt zu einer qualitativ hochwertigen und praxisnahen Lehre.

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

Als Wirtschaftspartner können Sie Themen vorschlagen. Werden Themen gewählt, bearbeiten Studierende diese alleine oder in kleinen Gruppen in dafür vorgesehenen Zeitfenstern selbstständig. Dabei werden die Studierenden durch ihre Fachperson sowie 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-e-s et en savoir plus sur une éventuelle collaboration? Contactez-nous et laissez-vous convaincre par le potentiel d'innovation de nos étudiant-e-s.

Gain new insights, create synergies, experience practical relevance: Bern University of Applied Sciences BFH works closely with business and industry in areas of applied research and development. This strengthens the link between research and education, allowing new knowledge to flow into our teaching, which leads to high-quality and practice-oriented degree programmes.

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

As a business partner, you can suggest topics. Once these topics are chosen, students work on them independently, either individually or in small groups, within designated time frames. Students are supervised by both your specialist and a BFH lecturer. The rights and obligations of the parties involved are set out in a written agreement.

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

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

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



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



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



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

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

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



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



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



Marktbüchliche Preise  
Prix du marché  
Prevailing Prices

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

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



Kooperationen mit Fördermitteln – mittlere und  
grössere Projekte mit:  
Coopérations bénéficiant de 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!

À nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. Dans le domaine de la microtechnique et de la technique médicale, de nombreux mémoires se font en partenariat avec des entreprises de l'ensemble de la Suisse et de l'étranger. Nous remercions ces entreprises pour cette fructueuse collaboration!

A 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 both Switzerland and abroad. We thank these companies for the fruitful collaboration.

Asyrl SA, Villaz-St-Pierre  
Balluff AG, Bellmund  
Berner Fachhochschule, Department Gesundheit, Bern Movement Lab, Bern  
Botta Orthopädie AG, Biel/Bienne  
FANUC Switzerland GmbH, Biel/Bienne  
Meridian AG, Thun  
MimiX biotherapeutics Ltd., Wavre  
Neurobienne, Biel  
Ruwag Handels AG, Bettlach  
Ziemer, Port  
Zumbach Electronic AG, Orpund



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.



# Liste der Absolventinnen und Absolventen

## Liste des diplômé-e-s

## List of Graduates

16 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Bachelorarbeiten Mikro- und Medizintechnik des Jahres 2020.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

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

Ci-après, nous vous présentons les résumés des travaux de bachelor en microtechnique et technique médicale de l'année 2020.

Les diplômé-e-s 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 2020.

The graduates are listed in alphabetical order.

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

Bähler Philippe Peter .....	17	Lehmann Julian Markus .....	26	Schori Jeremy Elia Lane.....	38
Burri Simon Benjamin .....	18	Matzinger Silvan .....	28	Schubiger Nicolas.....	39
Fischer Norbert.....	19	Meyer Matthias .....	29	Sutter Vincent René.....	40
Gautschi Rafael.....	20	Obrecht Christian Peter.....	30	Vuilleumier Jonathan.....	41
Gyger Kilian David.....	21	Quadri Gionata .....	31	Wenger Dominik .....	42
Hänzi Jan .....	22	Rauber Julien .....	32	Wälti Matthias.....	43
Holzer Lukas .....	23	Roggli Samuel Lukas .....	33	Zaugg Marco Pascal .....	36
Holzer Yanick .....	24	Schibler Leandra.....	34		
Lanz Thomas Manuel.....	25	Schmid Tim Luca .....	35		

# Messung der Tibiatranslation

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

Betreuer: Anton Schärer

Experte: Dr. Patric Eichelberger (BFH Gesundheit) Prof. Dr. , Heiner Baur (BFH Gesundheit)

Industriepartner: Berner Fachhochschule, Department Gesundheit, Bern Movement Lab, Bern

17

Im Bewegungslabor der BFH Departement Gesundheit werden Messungen zur körperlichen Leistungsfähigkeit und dazu passende biomechanische Messmethoden entwickelt. Darunter ein Messsystem zur Messung der Tibiatranslation. Dieses System verbessert die von Hand durchgeführte Diagnose von Kreuzbandverletzungen mit quantitativen Daten aus verschiedenen Tests.

## Ausgangslage

Verletzungen des vorderen Kreuzbandes treten häufig im Breiten- und Leistungssport bei hohen Fehlbelastungen des Knies auf. Ärzte und Physiotherapeuten können Kreuzbandverletzungen durch qualitative Beurteilung des Lachman-Tests feststellen. Um die Diagnose von Kreuzbandverletzungen zu verbessern, wurde ein System zur quantitativen Messung der Tibiatranslation entwickelt. Die durch den Physiotherapeuten provozierte Verschiebung der Tibia nach ventral gegenüber dem Femur wird mit Hilfe von zwei Wegsensoren gemessen. Die Translationsdaten werden mit einer Datenerfassungskarte (DAQ-Karte) aufgenommen. Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, das Messsystem durch eine grafische Benutzeroberfläche zu erweitern. Das GUI soll auf die vorgesehenen Anwendungsfälle zugeschnitten sein sowie Ideen der anwendenden Physiotherapeuten zur Bedienung und Anwendung am Patienten berücksichtigen.

## Vorgehen

Die grafische Benutzeroberfläche wurde mit Visual Studio in der Programmiersprache C# realisiert. Anhand des Pflichtenheftes wurden die geforderten Funktionen schrittweise implementiert. Die Funktionalität wurde mit verschiedenen Funktionstests und einem Anwendertest validiert.

## Ergebnis

Eine an die Bedürfnisse von Physiotherapeuten angepasste grafische Nutzeroberfläche wurde entwickelt. In den Einstellungen kann die Anzahl Trials und die Gesamtmessdauer je nach Anwendungsfall konfiguriert werden. Die aufgezeichneten Sensordaten können während der Messung beobachtet und nach Abschluss im Diagramm visuell kontrolliert werden. Die Kontrolle wird durch die Anzeige der maximalen Auslenkung, Auslenkungszeit und Reaktionszeit ergänzt. Diese Angaben dienen für eine erste Kontrolle, sind jedoch limitiert und ersetzen keine Auswertung mit Hilfe einer externen Analysesoftware. Die Sensordaten können als Text- oder EDF-Datei zur weiteren Analyse exportiert werden. Die Anzahl Steuerelemente wurde klein gehalten, um die Bedienung möglichst einfach und intuitiv zu gestalten.

## Ausblick

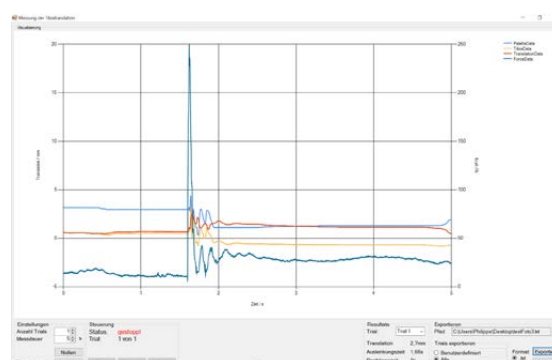
Im Rahmen einer Masterarbeit eines Physiotherapeuten wird eine Validierungsstudie durchgeführt. Hierbei wird das Messsystem auf seine Verlässlichkeit geprüft und mit anderen etablierten Messsystemen verglichen. Fällt die Validierung positiv aus, gibt es längerfristige Pläne für ein drahtloses Messsystem, um dynamische Tests während dem Gehen oder Treppesteigen zu ermöglichen.



Philippe Peter Bähler  
philippe.baehler@hotmail.com



Statische Messung der Tibiatranslation unter Anwendung des Lachman-Test



Aufnahme einer Tibiatranslation während der Dehnreflex-Antwort der ischiocruralen Muskulatur

# Selektive Retina-Therapie

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

Betreuer: Prof. Christoph Meier, Christian Burri

18 Experte: Daniel Kaufmann (Höhere Fachschule Technik Mittelland)

Die selektive Retina-Therapie (SRT) wird zurzeit als schonendere Laserbehandlungsmethode für verschiedene Netzhauterkrankungen evaluiert. In dieser Bachelorthesis wurde ein bestehendes Kunstauge weiterentwickelt und zur Untersuchung von retinalen Pigmentepithelexplantaten (RPE) von Schweinen eingesetzt. Weiter wurde der Intensitätsmodulationsfaktor (IMF) vom Netzhautbehandlungslaser mit Matlab berechnet, um diesen zu charakterisieren.



Simon Benjamin Burri  
s\_burri@besonet.ch

## Ausgangslage

Die zurzeit auf dem Markt gängige Laserbehandlungsmethode für Netzhauterkrankungen ist die Laserkoagulation, welche bleibende Schäden im Gewebe der Netzhaut hinterlässt. Das HuCE-optoLab bietet mit dem Spectralis Centaurus System einen alternativen Behandlungsansatz zur Laserkoagulation, welcher durch seine selektive Wirkungsweise ohne unerwünschte Nebeneffekte auskommt.

## Ziel

Das Ziel ist es, ein bestehendes Kunstauge, welches zur Grundlagenforschung der SRT an RPE-Explantaten von Schweinen eingesetzt wird, in seiner Funktion zu optimieren und zu charakterisieren. Ausserdem soll eine Software zur Bestimmung des IMF vom Behandlungslaser entwickelt werden. Der IMF beschreibt das Verhältnis der höchsten Bestrahlungsstärke zur durchschnittlichen Bestrahlungsstärke.

## Vorgehen

Die Funktionalität des Kunstauges wurde verbessert, indem insbesondere die Platzverhältnisse für den Einbau des Beam-Profilers (WinCamD-LCM, DataRay, US) und die Explantat-Aufnahme überarbeitet wurden (Abb. 1A). Die Funktionalität vom Kunstauge wurde anhand von ex-vivo Experimenten mit RPE-Explantaten von Schweinen und dem Spectralis Centaurus System evaluiert. Die Explantate wurden anschlies-

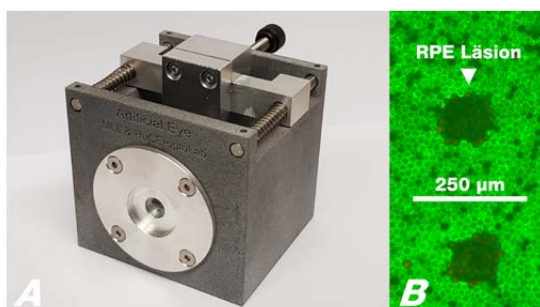


Abbildung 1: Überarbeitetes Kunstauge (A), RPE Fluoreszenzmikroskopieaufnahme (B)

send mit Calcein-AM und Fluoreszenzmikroskopie ausgewertet (Abb. 1B).

Mit dem Beam-Profiler und der dazugehörigen DataRay-Software wurde das Intensitätsprofil des Behandlungslasers aufgenommen und mit einem selbst entwickelten Matlab-Skript der IMF berechnet (Abb. 2).

## Resultate

Auswertungen der Explantate (Abb. 1B) zeigen, dass das überarbeitete Kunstauge für SRT ex-vivo Experimente geeignet ist.

Die IMF Auswertung für den SRT-Modus des Systems ergab einen Wert von 1.4 für eine Pulsdauer von 2 µs bis 20 µs. Dieser Wert stimmt mit vorgängigen Messungen, welche am Medizinischen Laserzentrum Lübeck durchgeführt wurden, überein. Weitere IMF Messungen zeigten ausserdem, dass unterschiedliche Faserführungen im System keinen Einfluss auf den IMF haben.

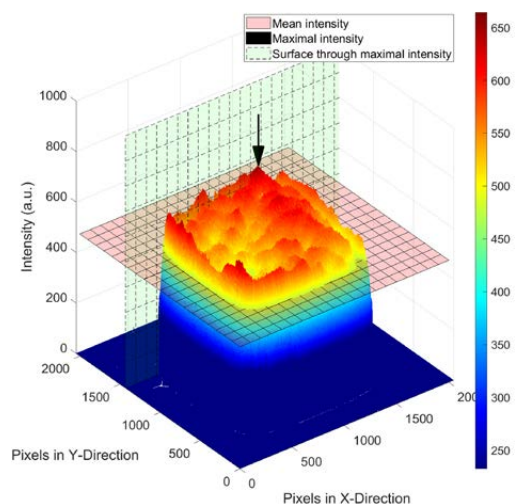


Abbildung 2: 3D-Darstellung des Behandlungslasers für 8 µs und 170 µJ (IMF = 1.37)

# Entwicklung eines Laser-Spaltlampenadapters für die Augenheilkunde

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik  
Betreuer: Hanspeter Hess  
Experte: Markus Stoller (Meridian AG)  
Industriepartner: Meridian AG, Thun

19

Durch einen Laser-Spaltlampenadapter können Augenärzte die Behandlung direkt an der diagnostischen Spaltlampe durchführen. Aufgrund einer Überarbeitung der Spaltlampe wurden neue Konzepte für den dazugehörigen Spaltlampenadapter entwickelt.

## Ausgangslage und Aufgabenstellung

Diabetische Retinopathie ist die häufigste Ursache für Erblindungen von Personen im erwerbstätigen Alter. Durch die erfolgreiche Behandlung mit einem Augenlaser lässt sich der Erblindungsprozess aufhalten. Das Zurückgewinnen der bereits verlorenen Sehqualität ist nicht mehr möglich. Für die Untersuchung des Auges wird häufig eine Spaltlampe verwendet. Durch das Ergänzen mit einem Adapter kann Photokoagulation durchgeführt werden. Dies ist eine destruktive Behandlungsmethode der Netzhaut. Mithilfe einer Glasfaser wird der behandelte Laserstrahl in die optomechanische Baugruppe eingeführt und auf die gewünschte Spotgröße ausgerichtet. Eine Neukonstruktion der Spaltlampe, mit 14mm anstelle 8mm Beleuchtungsbreite, erforderte eine Veränderung der Beleuchtungsoptik. Dies hatte eine Weiterentwicklung des Spaltlampenadapters zur Folge, da der Behandlungsstrahl in den Strahlengang der Beleuchtung integriert wird und somit auch von der Veränderung betroffen ist. Hierfür muss sowohl der optische Strahlengang, wie auch die dazugehörige Mechanik überarbeitet werden. Im Zuge dieser Neuentwicklung soll das Einstellen der Spotgröße in Zukunft über einen Einrastmechanismus erfolgen und der Einfluss des Adapters auf die Beleuchtung verkleinert werden.



Spaltlampe mit angekoppeltem Spaltlampenadapter (Quelle: meridian.ch)

## Konzepte

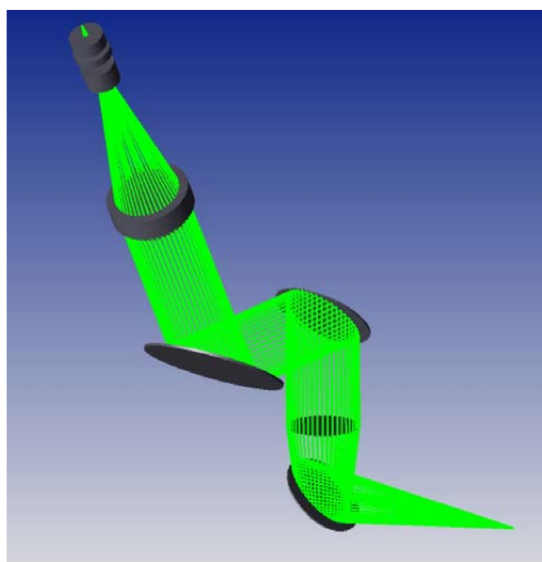
Mittels einer Simulation des Strahlenganges war es möglich, die entsprechenden Parameter für die Optik zu finden. Über die damit ermittelten Abstände der verschiedenen Linsen zueinander, wird die Spotgröße justiert. Die negativen Auswirkungen von physikalischen Einflüssen bei realen Linsen, wie sphärische Aberrationen, konnten reduziert werden und somit ein stets fokussierter Spot erreicht werden.

## Resultate

Es wurden fünf Konzepte ausgearbeitet, welche es ermöglichen die gewünschten Spotgrößen zu erreichen. Hierbei unterscheiden sich die Varianten in technischen, wie auch in wirtschaftlichen, Aspekten voneinander. Ein neuer Tubus, welcher den Behandlungslaser in den Beleuchtungsstrahl umlenkt, ermöglicht dem Anwender eine rasche und unkomplizierte Montage des Spaltlampenadapters und reduziert gleichzeitig die Minderung der Beleuchtungsstärke.



Norbert Fischer  
norbert.fischer@bluewin.ch



Simulierter Strahlenverlauf des Behandlungslasers, vom Austritt aus der Glasfaser bis hin zum Patientenauge

# Swept Source for Full Field Optical Coherence Tomography

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik  
Betreuer: Dominik Inniger  
Experte: Dr. Joachim Hertzberg

20

Die optische Kohärenztomografie (OCT) ist ein nichtinvasives Bildgebungsverfahren, mit welchem Schnittbilder, sogenannte Tomogramme, aufgezeichnet werden können. Dieses Verfahren wird insbesondere in der Augenheilkunde eingesetzt. Für die Umsetzung eines OCT-Systems existieren verschiedene Technologien. Eine davon ist die Full-Field-OCT (FF-OCT) Technologie, die es ermöglicht, 3D Volumen ohne mechanisch bewegte Scanner aufzuzeichnen.



Rafael Gautschi

## Ausgangslage

Das optoLab hat viele Kompetenzen im Bereich der OCT-Technologie. Ein Swept-Source-Full-Field-OCT-System wurde aber bislang noch keines realisiert. Der erste Schritt zu diesem Ziel ist der Aufbau einer geeigneten Swept-Source mit einstellbarer Sweep-Frequenz. Das optoLab hat bereits einen ersten Swept-Source-Prototyp realisiert, jedoch besteht noch Weiterentwicklungs- und Optimierungsbedarf.

## Ziele

- Für die Bachelorthesis sind folgende Ziele genannt:
- Entwicklung einer Konstruktion für einen stabilen und kompakten Aufbau. Zwei Gittertypen sollen eingebaut werden können.
  - Zur Einschätzung erwarteter Laserparameter und zur Identifizierung von Justagetoleranzen sollen Zemax-Simulationen verwendet werden.
  - Aufbau, Inbetriebnahme, Charakterisierung der Swept-Source mit der gefertigten Mechanik.
  - Ein experimenteller Aufbau eines Full-Line-OCT-Systems (FL-OCT) realisieren und Anpassungen der bestehenden Software vornehmen, um live B-Scans aufzuzeichnen.

## Vorgehen

Der Realisierung gehen zahlreiche Messungen mit verschiedenen Transmissionsgittern, Resonatorlängen, Pumpströmen und Temperaturen voraus. Zudem wurden in Zemax und Matlab verschiedene Teilsimulationen gemacht, um Einflüsse und Toleranzen für die Konstruktion zu erkennen und die Freiheitsgrade zu minimieren. Es gilt dabei, ein Gleichgewicht zwischen fest positionierten und präzise einstellbaren Komponenten zu finden. Mit den gewonnenen Erkenntnissen kann mit dem CAD-System NX eine Konstruktion entwickelt werden. Der realisierte Aufbau kann anschliessend anhand des OCT-Systems Steropes-1060 charakterisiert werden und ein experimenteller Aufbau eines FL-OCT mit einer Zeilenkamera aufgebaut werden.

## Ergebnisse

Die Charakterisierung der eigens entwickelten Swept-Source zeigt im OCT-System Steropes-1060 bei einer Ausgangsleistung von 9mW und einer Bandbreite von 60nm@FWHM eine 6dB Fall-Off-Messtiefe von 6.6mm, eine Auflösung von 6.03µm und eine Spitzensensitivität von 80.4dB. Erste Messungen des FL-OCT-Systems stehen bevor.

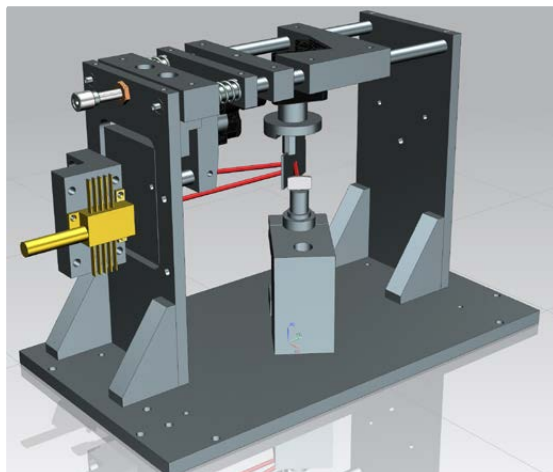


Abbildung 1: Konstruktion der Swept-Source (200x112x134)

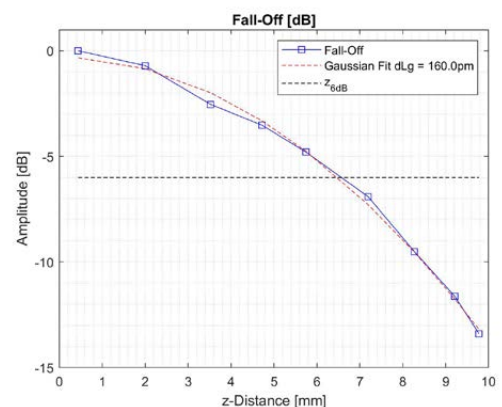


Abbildung 2: Fall-Off Messung der Swept-Source

# Interface de programmation intuitif pour robots mobile

Filière d'études : BSc en Microtechnique et technique médicale | Orientation : Robotique  
Conseiller de thèse : Prof. Dr. Gabriel Gruener, Prof. Dr. Sarah Dégallier Rochat

Le développement massif de la robotique ces dernières années amène son lot de défis. L'un de ces défis est la forte digitalisation des places de travail. Pour faire face à cette situation, il est normal de préparer les futurs collaborateurs à ce changement. Ce projet a pour but de permettre de découvrir les bases de la programmation de manière ludique.

## Introduction

Le but du projet est de créer une application pour l'apprentissage et la programmation de la robotique. Pour cela, une application intuitive permettant de contrôler et de programmer le robot mobile Yellow (figure 1) a été développée. Une interface de programmation basée sur le principe Blockly (figure 2) y a été intégrée. Cette méthode permet d'apprendre les principes de la programmation à travers de la combinaison de blocs de base.

## Aperçu de l'application

L'application propose deux approches différentes : le contrôle direct à l'aide d'un joystick (avec ou sans assistance à la navigation) et un mode de programmation avec des blocs. La programmation avec les blocs permet à l'utilisateur d'accéder à l'information des capteurs et d'automatiser les contrôles effectués en mode manuel. L'utilisateur a à sa disposition un tutoriel pour l'accompagner lors de son premier programme.

## Perspectives

Sur le long terme le projet pourrait être étendu à un public plus élargi, afin de proposer des cours d'initiation à la programmation pour des personnes adultes. Par exemple, l'ajout d'une pince sur le robot permettrait des exercices beaucoup plus proches de la réalité en déplaçant des objets comme pour un centre de stockage.



Kilian David Gyger

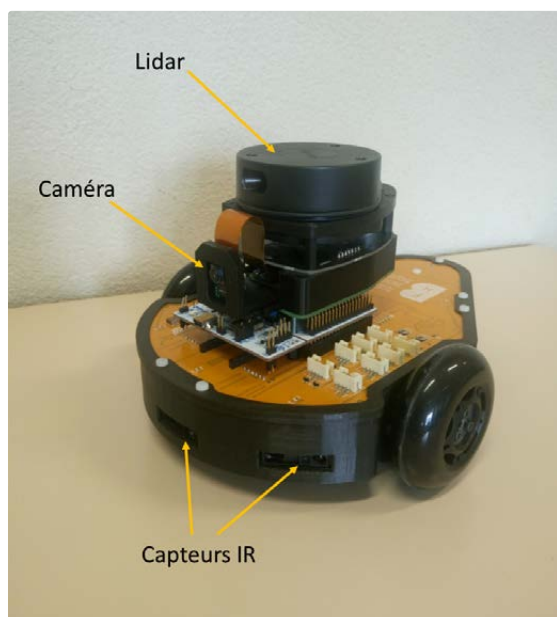


Figure 1: Robot Yellow

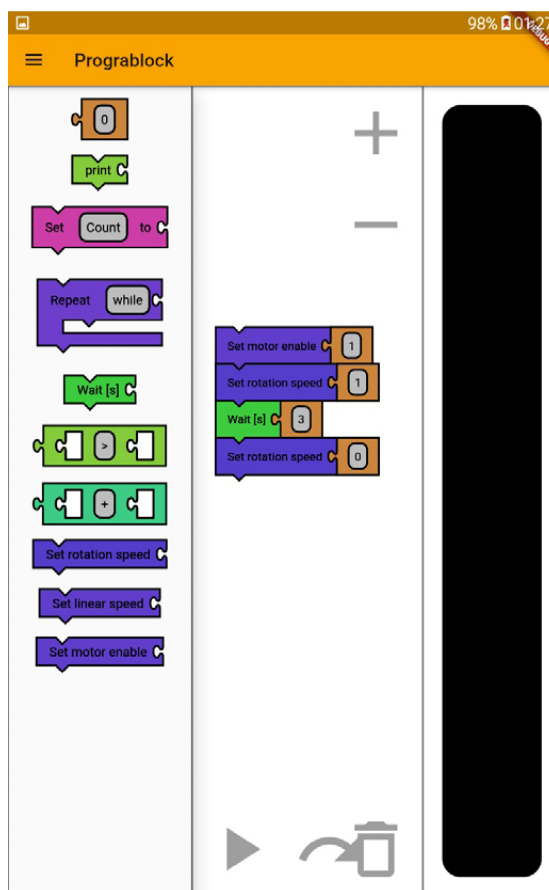


Figure 2: Interface Blockly

# Low Cost Spectrometer for OCT Applications

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

Betreuer: Dominik Inniger, Daniel Andreas Tschupp

Experte: PhD Joachim Hertzberg (Ziemer)

Industriepartner: Ziemer, Port

22

Die optische Kohärenztomografie (OCT) wird häufig in der Ophthalmologie eingesetzt, um Schnittbilder des Auges aufzunehmen. Ein zentraler Bestandteil eines OCT-Systems ist das Spektrometer, welches gleichzeitig auch Hauptkostentreiber ist. Ein günstiges OCT-System bedingt demnach ein kostengünstiges Spektrometer. Ein solches wurde in dieser Arbeit realisiert.



Jan Hänzi

jan.haenzi@hotmail.com

## Ausgangslage

Die OCT ist ein interferometrisches, bildgebendes, nicht invasives Verfahren, mit dem es möglich ist, Schnittbilder, sogenannte Tomogramme, von optisch streuenden Materialien aufzuzeichnen. Häufig wird dieses Verfahren in der Augenheilkunde eingesetzt. Eine der verschiedenen OCT-Technologien ist die Spectral-Domain-OCT. Bei dieser wird das Licht einer breitbandigen Laserquelle genutzt. Dabei werden durch Überlagerung der Reflexionen aus einem Referenz- und Probearm Interferenzmuster erzeugt, welche danach vom Spektrometer aufgezeichnet werden. Mit Hilfe der Fouriertransformation und einigen Datenmanipulationen können so Tiefenscans der Probe erstellt werden. Die Auflösung, die Messtiefe sowie die Geschwindigkeit eines OCT-Systems werden dabei vom Spektrometer bestimmt.

## Ziele

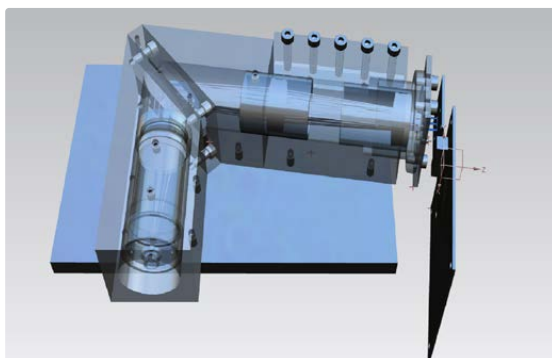
Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, ein preisgünstiges Spektrometer zu realisieren und zu charakterisieren. Eingebaut in einem OCT-System sollen anschließend Tiefenscans einer gesamten Augenlänge aufgezeichnet werden können. Da die Messtiefe des OCT-Systems begrenzt ist, müssen mehrere Tiefenscans örtlich versetzt aufgenommen und zusammengefügt werden. Dies vergrößert den Messbereich, bedingt jedoch einen verstellbaren Referenzarm.

## Realisierung

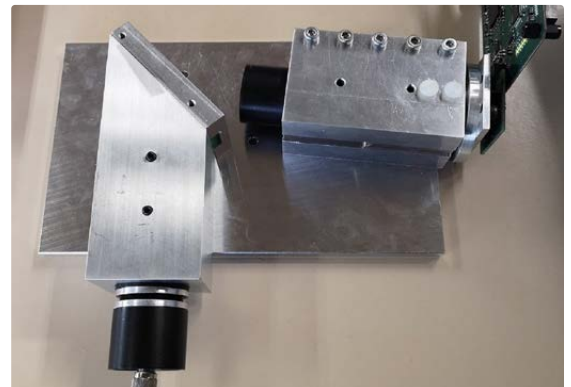
Die ersten, in paraxialer Näherung durchgeführten Berechnungen dienen als Anhaltspunkt für die Wahl der Optiken. Mit der Raytracing-Software „Zemax“ ist es nun möglich, Abbildungsfehler zu simulieren und das System zu optimieren. Die gewonnenen Ergebnisse helfen bei der Erstellung der CAD-Konstruktion. Diese muss so ausgelegt werden, dass so viele Freiheitsgrade wie möglich, aber nur so viele wie nötig, vorhanden sind, um das Einstellen zu vereinfachen. Die begrenzte Messtiefe und ein starker Fall-off bedingen eine bewegliche Auslegung des Referenzarms. Dieser wird mit einem Gleichstrommotor angetrieben und dessen Position mit einem optischen Massstab ausgelesen.

## Resultate

Mit dem Spektrometer konnten A-Scans aufgenommen werden. Das System erreicht eine Sensitivität von 101dB mit einem Signal-Rausch-Verhältnis von 48.6dB. Der 6dB-Fall-off liegt bei ca. 2mm. Die einseitige maximale Messtiefe bei 5mm. Die axiale Auflösung beträgt 9.7µm.



Konstruktion Spektrometer mit Kamera und PCB



Angeschlossenes Spektrometer mit Kamera und PCB

# Entwicklung eines Massaufnahmeverfahrens zur Herstellung massgeschneiderter Absatzschuhe

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Sensorik  
Betreuer: Prof. Yves Mussard  
Experte: Nicolas Bouduban (Swiss m4m Center)

23

Die genaue Vermessung der Füße in der gesprengten Form stellt bislang grosse Schwierigkeiten dar, weshalb die Herstellung massgeschneiderter Absatzschuhe erschwert wird. Durch die Entwicklung eines verstellbaren Profilbewertungsgerätes wird die Möglichkeit geschaffen, die Geometrie des Fußschafte so zu bestimmen, dass ein maximaler Komfort resultiert.

## Ausgangslage

Damenschuhe mit einem Absatz stellen besondere Anforderungen an die Passform. Bislang fehlen wissenschaftliche Grundlagen zur Beschreibung der Passform, da bisherige Schuhformen hauptsächlich auf Empire basieren. Im Bereich der Sportartikel sind verschiedene Verfahren zur Vermessung der Füße und Anpassung der Schuhe an die individuellen Füße bereits länger bekannt und erfolgreich im Einsatz.

## Ziel

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung eines verstellbaren Profilbewertungsgerätes, welches eine Anpassung der Sohlenform und eine Messung der Kontaktfläche und dem Druck zwischen Schuh und Fuss während dem Gehen ermöglicht. Die Geometrie der Sohlenform soll durch Anpassung des Fersenwinkels, der Fersenlänge und der Schaftform beeinflussbar sein.



Entwickeltes dynamisches Profilbewertungsgerät

## Vorgehen

In einer Prinzipstudie wurden 9 verschiedene Varianten zur Realisierung eines dynamischen Profilbewertungsgerätes skizziert und miteinander verglichen. Durch Recherche in zahlreichen Artikeln und Fachblättern wurden die Verstellparameter und deren Verstellbereich bestimmt.

Zudem wurde ein Sensorsystem ausgewählt und organisiert, welches für eine In-Schuh-Messung geeignet ist und die Parameter Kontaktfläche und lokale Drücke während dem Gehen aufzeichnen kann. Für die Messungen wurde das System Pedar-X vom deutschen Hersteller Novel ausgewählt, welches je 99 kapazitive Drucksensoren pro Sohle verbaut hat und eine kabellose Datenübertragung per Bluetooth ermöglicht.

## Resultate

Der entwickelte Prototyp ermöglicht die Verstellung der Sohlengeometrie an max. 7 Stosspunkten, wodurch eine Erhöhung der Kontaktfläche von Fuss zu Schuh und damit eine Komfortsteigerung für den Träger resultieren soll. Erste Messungen haben gezeigt, dass Aufzeichnungen beim Gehen ermöglicht werden und durch die Verstellmechanismen subjektiv wahrgenommene Komfortänderungen möglich sind.

## Ausblick

Im weiteren Vorgehen müssen die Schwächen des Systems so verbessert werden, dass eine marktreifere Entwicklung angestrebt werden kann. Weiter muss sich in Studien mit mehreren Probanden zeigen, dass sich ein System dieser Art zur Ermittlung der Sohlengeometrie eignet.



Lukas Holzer  
[holzerlukas@outlook.com](mailto:holzerlukas@outlook.com)



# Innovative Smart Bin-Picking System

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

Betreuer: Prof. Dr. Gabriel Gruener

Experte: Matthias Höchemer (CSEM SA)

Industriepartner: Asyrl SA, Villaz-St-Pierre

24

In der industriellen Automation ist das Zuführen kleiner Teile zu einer Anlage ein grosses Problem. Die zu greifenden Teile liegen meistens unsortiert auf einem Haufen, so dass sie vorgängig vereinzelt werden müssen. Ein innovatives Multikamera-System wurde entwickelt, welches eine günstige Alternative zu bestehenden Produkten bieten soll.



Yanick Holzer  
079 901 17 25

## Ausgangslage

Gegenwärtig wird das Zuführen von Teilen in der industriellen Automation meist durch sogenannte Feeder gelöst. Ein Feeder sorgt dafür, dass die Teile einem Roboter beispielsweise durch Vibrationen in einer bestimmten Orientierung zugeführt werden. Das Erkennen der Position und der Orientierung mit anschliessendem Greifen der Teile direkt aus dem Haufen heraus wird Bin-Picking genannt. Lösungen für Bin-Picking existieren bereits, sind aber entweder zu langsam, zu komplex, nicht günstig genug oder limitiert in grossen Teilen mit einfachen Geometrien.

## Ziel

Mithilfe von zwei günstigen Kameras wird ein flexibles System bereitgestellt, welches Teile in einem Behälter erkennen kann. Die Kameras werden an der Kiste platziert und kalibriert. Anschliessend sollen die Position und Lage der Teile erkannt werden, damit sie mit einem Roboter aus der Kiste herausgegriffen werden können.

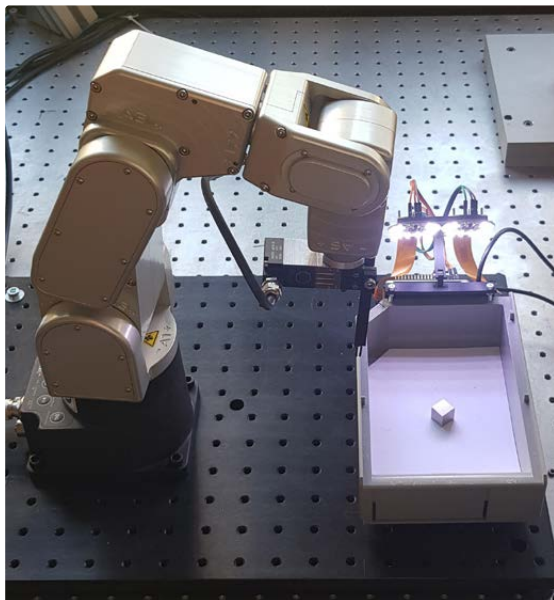


Abbildung 1: Aufbau mit Roboter und Kameras mit Behälter

## Vorgehen

Die Position der Kameras wurde durch Simulationen mit Unity eruiert. Nach der Konstruktion der Halterungen wurden die Kameras intrinsisch und später relativ zum Roboter extrinsisch kalibriert. Dazu wurden definierte Punkte im dreidimensionalen Raum auf den Bildern erkannt, womit die Positionen der Kameras im Bezug zu diesen Punkten bestimmt werden konnten. Während dem Betrieb wird durch Triangulation einzelner Pixel in mehreren Bildern eine Punktwolke generiert. Im Anschluss werden aus der Punktwolke die Position und Orientierung eines Teiles erkannt und vom Roboter gegriffen.

## Ergebnisse

Das System wurde mit nur einem Teil in der Kiste getestet. Das Teil kann zum jetzigen Zeitpunkt in einem Bereich im Zentrum der Kiste erkannt werden, insofern das Teil flach in der Kiste liegt. Die Genauigkeit ist ausreichend, um ein Teil mit einem Durchmesser von 1 cm aus der Kiste zu greifen. Die nächsten Schritte beinhalten mehrere nicht überlappende Teile unabhängig von ihrer Lage zu erkennen, sowie in einem Haufen von mehreren Teilen einzelne Teile zu detektieren.

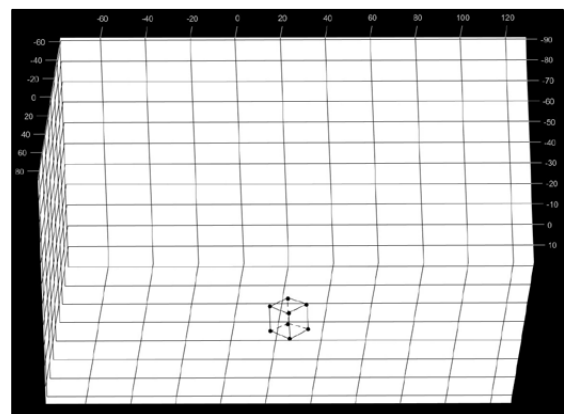


Abbildung 2: Rekonstruktion des Würfels aus Abbildung 1

# Back-biased Magnetfeldsensor

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Sensorik  
Betreuer: Prof. Dr. Bertrand Dutoit  
Experte: Damien Maurer (Balluff)  
Industriepartner: Balluff AG, Bellmund

25

Magnetfeldsensoren mit integriertem Back-bias Magneten werden häufig zur Messung von Drehgeschwindigkeit und Richtung von Zahnrädern benutzt. In dieser Arbeit wurde ein Distanzsensor basierend auf der gleichen Technologie entwickelt. Er bietet neu die Möglichkeit zur kontaktlosen Positionsbestimmung eines ferromagnetischen Objektes.

## Ausgangslage

Back-biased Magnetfeldsensoren bieten die Möglichkeit der kontaktlosen Erfassung von ferromagnetischen Objekten. Sie haben sich für Anwendungen in der Geschwindigkeits- und Drehrichtungsmessung von Zahnrädern, beispielsweise in der Automobilindustrie, etabliert. In rauen Umgebungsbedingungen sind sie zuverlässiger und robuster als optische Systeme. Die Funktionsweise von back-biased Magnetfeldsensoren beruht darauf, dass sich das Magnetfeld zwischen einem Permanent-Magneten und ferromagnetischen Zahnrad ändert, je nachdem ob sich eine Zahnflanke oder Lücke vor dem Magneten befindet. Die Änderung des Magnetfeldes wird mit einem Sensor (Hall Sensor, AMR, GMR) erfasst und in ein binäres Signal gewandelt.

## Ziel

Eine Vielzahl von auf Hall-Sensor basierten ICs sind bereits in der Lage, die Position eines Permanent-Magneten zu bestimmen. Der Unterschied und Vorteil eines back-bias Magnetfeldsensor liegt darin, dass die Position des ferromagnetischen Objekts (Targets) bestimmt werden kann, ohne dass im Target selbst ein Magnet eingebaut werden muss. In Zusammenarbeit von Balluff und der HSLU wurde in einem vorangegangenen Industrieprojekt ein Konzept für diese neue Art von Sensor entwickelt. Der Fokus lag dabei auf Finite Elemente Simulationen (FEM). Das Ziel dieser Arbeit ist nun die Entwicklung und Charakterisierung eines Funktionsmusters (Frontend) des back-biased Magnetfeldsensors für die Positionserfassung eines ferromagnetischen Targets.

## Methoden

In einem ersten Schritt wurden zusätzliche FEM Simulationen durchgeführt. Unterschiedliche Anordnungen von Hall-Sensoren, Sensorpositionen und Magnetgeometrien wurden getestet, sowie Fehlerquellen wie beispielsweise Lagetoleranzen der Sensoren simuliert. Anschliessend folgte die Konstruktion und

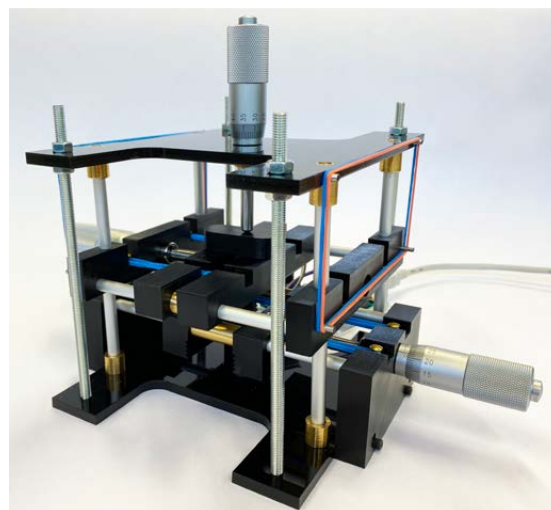
Fertigung eines Versuchsaufbaus, um die Simulationsergebnisse zu verifizieren. Der Versuchsaufbau erlaubt eine präzise Positionierung des Targets gegenüber dem Magneten. Um das Magnetfeld nicht ungewollt zu beeinflussen, muss der gesamte Aufbau aus Werkstoffen bestehen, dessen magnetische Permeabilität nahe eins beträgt. In einem abschliessenden Schritt wurde eine Software entwickelt, die aus den gemessenen Flussdichten die Höhe und den Achsenabstand des Targets zum Sensor ermittelt.

## Ergebnisse

Erste Messungen mit dem Distanzsensor sind sehr vielversprechend. Es ist möglich, sowohl den Achsenabstand wie auch die Höhe des Targets zu bestimmen. Dies ermöglicht die Anwendung des Sensors in unterschiedlichen Bereichen. Weil die Distanzmessung auf Magnetfeldern beruht, ist es sogar möglich, die Position des Targets durch Hindernisse aus Glas, Aluminium, Kunststoff und weiteren magnetisch „neutralen“ Werkstoffen zu erfassen.



Thomas Manuel Lanz  
thomas@fam-lanz.ch



Versuchsaufbau um den Back-biased Magnetfeldsensor zu testen und zu charakterisieren.

# Closed-loop Bio-Dispensing

Degree programme: BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation: Medical technology  
Thesis advisor: Prof. Dr. Jörn Justiz, Roman Amrein  
Expert: Marc Thurner (MimiX biotherapeutics Ltd)  
Industrial partner: MimiX biotherapeutics Ltd., Wavre

26

Bio-printing is an emerging method to dispense biological cells in such a way that a desired structure can be achieved with a precise arrangement of the cells. The goal of this bachelor thesis is to implement a control loop on a prototype of a novel bio-dispensing unit of the company MimiX, so that a precise amount of biomaterial can be dispensed with an exact flow rate.



Julian Markus Lehmann  
079 579 70 46  
julian.lehmann@bluewin.ch

## Introduction

The company MimiX together with the Bern University of Applied Sciences has developed an Advanced Dispensing System (ADS). The whole ADS is a prototype and is still in development. In bio-printing it is essential to know the exact dispensing flow rate so that the desired structure and arrangement of the cells can be achieved. The implemented control loop developed within the framework of this bachelor thesis enables thus the control of the flow rate and the dispensed amount, which is crucial in the case of bio-printing.

## Concept

A thermal flow rate sensor measures and sends the actual flow rate to a microcontroller. The same microcontroller contains the control loop which computes the drive signal of the ADS. In addition, the measured flow rate is transmitted to a PC and displayed graphically in real time. A second microcontroller receives the drive signal, computes the drive timings to finally drive the ADS. Furthermore, a display shows the user the different flow rates and dispensing quantity settings. A schematic representation of the ADS is depicted in figure 1.

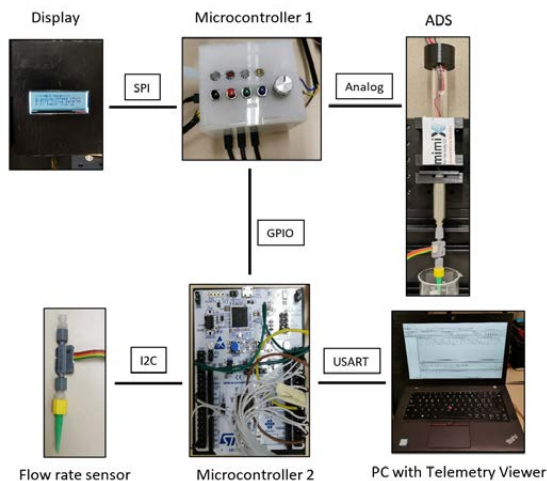


Figure 1: Schematic representation of the ADS.

## Control

The necessary feedback to close the control loop is obtained by a thermal flow rate sensor. To determine the most suitable controller type and control parameters, the phase and amplitude response of the ADS must be determined mathematically or experimentally. However, the ADS is a complex non-linear and dynamic system. Therefore, it is very difficult to describe it mathematically or experimentally and it is not possible to realize it within the scope of this bachelor thesis. For this reason, an iterative trial and error method is used to determine the best controller type and parameters. First a simple P-controller and in iterative steps up to a PID controller with anti-windup is implemented.

## Results

Good control of the flow rate with fast response time and good disturbance suppression could be realized using different controller types yielding best results for a PID controller with anti-windup. The resulting flow rates of silicone oil with a viscosity of 50 cst controlled by a PID controller with anti-windup are shown in figure 2.

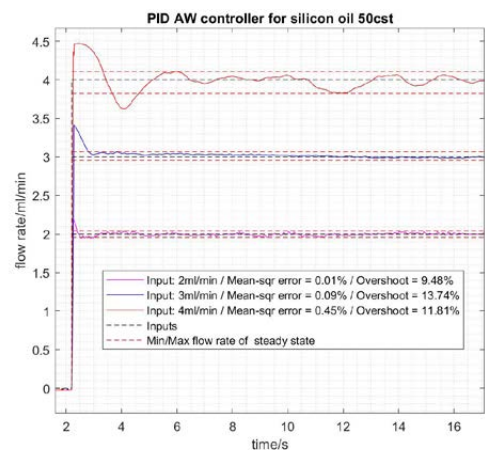


Figure 2: PID anti-windup controlled flow rates.



# Temperature and Humidity Regulation in the Work-Area of 3D Printer

Degree programme : BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation : Medical technology  
Thesis advisor : Prof. Dr. Jörn Justiz, Dorian Loïc Thomet, Dr. Laetitia Galéa  
Expert : Dr. Daniel Garcia

28

New printable materials are constantly being developed, especially for medical technology, and frequently require adaptation of the 3D-printing processes and environment. This project focused on environmental control in the printing area to allow reproducible prints with temperature- and humidity-sensitive materials and processes.



Silvan Matzinger  
silvan.matzinger@hotmail.com

## Motivation

In order to advance research into new printing material and processes, precisely controllable and reproducible ambient conditions should be achieved during the printing process. This would allow longer and more complex printing processes. New experiments are also conceivable with adjustable climate conditions.

## Objective

An existing prototype generated 100% humidity thanks to a piezo nebulizer. The saturated air was blown into the printing area without temperature adjustment using a frame placed on the machine work-area. The goal of this Bachelor project was to incorporate control units allowing adjustable humidity between room humidity and saturation and to adjust the temperature from room temperature to 40°C. Based on experiments with the newly built laboratory setup, it was established how such a closed loop regulation can be practically implemented.

## Approach

To control the humidity, a mixing valve was developed and built which mixes room air and saturated air in variable proportions with the help of a servo motor (Fig 1).

To regulate the temperature, an air heating system was conceived and built. For this purpose, heaters were used and controlled by NTC temperature sensors and a microcontroller. In order to prevent the heated

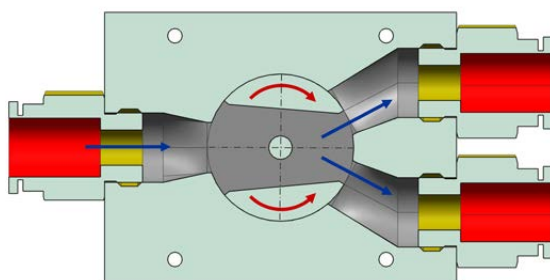


Fig 1: Mixing valve for humidity regulation with a servo. blue: air flow, red: regulation by rotation.

air from being cooled down again by the water temperature during air humidification, a heater was also built in the water reservoir according to the same principle (Fig 2).

The regulation was implemented by PID controllers.

## Results

First results showed that the temperature is strongly influenced by the length and thermal conductivity of the air tube. Therefore, the next steps will focus on a tube trace heating and an insulation of the air heater to reduce the loss of thermal power in the hose. The air humidification by the nebulizer resulted in a mist which was deposited and accumulated in the tube, at the sensor and in the printing area, therefore an alternative humidification variant based on the gas washing principle will be evaluated.

## Outlook

In order to test the controller under changing environmental influences and to ensure that the regulation is constant over the entire printing process, measurements will be performed in a climatic chamber.

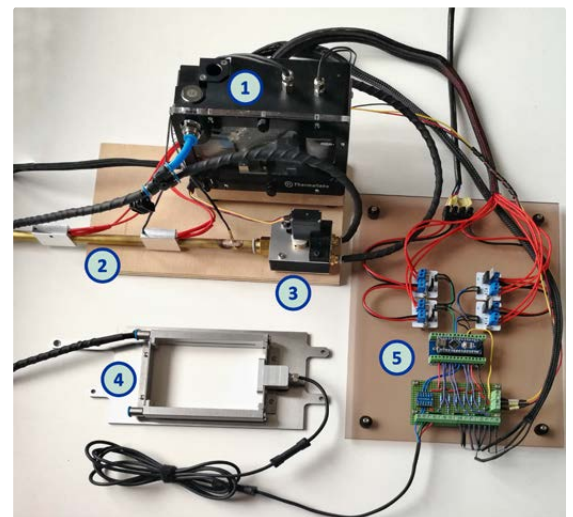


Fig 2: Controlling setup. 1: water reservoir with heating, 2: air heating, 3: mixing valve, 4: frame, 5: control unit.

# Cobotic Application for Producing Electrical Cabinets

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Robotik  
Betreuer: Prof. Dr. Gabriel Gruener  
Experte: Réne Lehn

29

Im Schaltschrankbau werden meistens nur kleine Stückzahlen hergestellt. Eine Vollautomatisierung kommt aus finanziellen Gründen nicht in Frage. Hingegen bietet sich eine Teilautomatisierung an. Diese kann einfach und wiederkehrende Aufgaben erledigen. Die Aufbereitung der Litzenlisten soll mit einem Algorithmus gelöst werden.

## Motivation

Im Schaltschrankbau sind 90% aller Produktionen Einzelanfertigungen. Dies erschwert eine Vollautomatisierung. Deshalb wird heute kaum Automatisierung verwendet. Für genau solche Aufgaben wird eine Mensch-Roboter Kooperation sehr interessant. Der Roboter erledigt diese Aufgaben anschliessend autonom. Für die Herstellung der Litzen werden immer mehr Litzenfertigungsmaschinen eingesetzt. Dafür müssen die Litzenlisten aufbereitet werden. Dieser Schritt soll nun mit einem Algorithmus automatisiert werden.

## Ziel

Aus dieser Arbeit soll eine Vorsortierung durch einen Algorithmus mit mehreren Regeln erreicht werden. Damit sind die Litzen in einer vordefinierten Reihenfolge und der Anwender muss, nur wenn nötig, kleine Änderungen vornehmen. Eine dieser Regeln soll die Litzen in eine sinnvolle Reihenfolge für die Cobotik bringen. Der dazugehörige Roboter soll dann diese Litzen in einen Klemmensteg verdrahten.

## Methoden

Der Algorithmus wird durch ein UML geplant und strukturiert (Abb.1). Das Programm erhält die Daten der Litzen im CSV Format und generiert als Ausgang ebenfalls eine CSVDatei. Alle weiteren Informationen, die benötigt werden, sind durch zwei Konfigurationsdateien gegeben. Diese Informationen werden eingelesen und die Litzenreihenfolge erstellt. Der Roboter wird mit dem Panda von Franka Emika (Abb.2) erstellt. Dieser Roboter kann von Hand verschoben werden, so können die nötigen Positionen eingegeben

werden. Der Roboter kann Litzen mit einem dafür geeigneten Greifer holen und anschliessend in die Federzugklemmen bringen.

## Ausblick

Im Schaltschrankbau gibt es noch immer grosse Lücken im Datenfluss. Für eine effiziente Automatisierung werden hochwertige Daten sehr wichtig. Mit den verbesserten Daten können effizientere Fertigungsprozesse entstehen. Ausserdem sind auch grosse Fortschritte in der 3D Vision gemacht worden, diese Entwicklung hat grosses Potential in der Automatisierung vom Schaltschrankbau.



Matthias Meyer



Abb. 2 : Panda Roboter von Franka Emika

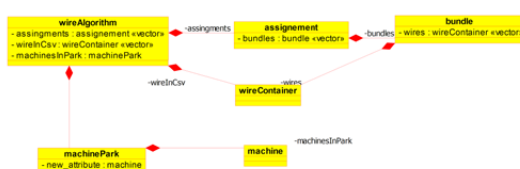


Abb. 1 : UML-Diagramm des realisierten Litzensortierungsalgorithmus

# Development of an Adaptable Ankle Joint Cover for Leg Prostheses

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

Thesis advisor : Prof. Dr. Volker M. Koch, Rafael Philippe Morand

Expert : Joel Hauser

Industrial partner : Botta Orthopädie AG, Biel/Bienne

30

Leg prostheses support lower limb amputees in daily life activities and must endure many walking cycles. At present, ankle joint covers do not have the elastic properties to resist long-term mechanical cyclic stress. A novel manufacturing process for the ankle of a lower limb prosthesis has been developed using 3D scanning, 3D modelling and 3D printing techniques.



Christian Peter Obrecht  
079 866 07 82  
christian.obrecht2711@gmail.com

## Introduction

Today, the technological development in the field of prosthetics support amputated people in performing movements and functions, giving them a certain level of independence. In the world of orthopaedics, it is possible to obtain shapes very similar to those of the real limbs using soft materials. The latter, however, are not suitable to withstand continuous dynamic deformation. In lower limb prostheses, the mobility of the ankle severely limits the lifespan of the cover, causing a partial or total break after a short period of time.

## Goals

The objective of the bachelor's thesis, in collaboration with Botta Orthopädie AG, was to develop a durable and adaptable cover for the ankle of a lower limb prosthesis using modern 3D printing technology. In order to provide psychological relief to the user, it was necessary that the adaptable cover for the ankle of lower limb prostheses has visual and mechanical properties as similar as possible to a real ankle. The size of the cover should be adapted according to the size of the prosthesis.

## Methods

The geometry of a prosthesis supplied by Botta Orthopädie AG was carefully digitised with 3D scans supported by manual measurements. The design was

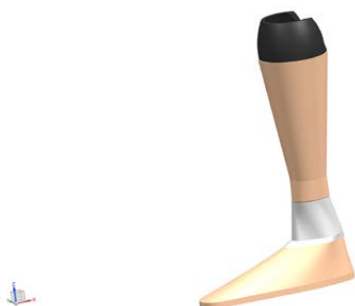
refined using CAD modelling. The materials selected to produce the cover were thermoplastic polyurethane (TPU) and thermoplastic elastomer (TPE). Both polymers are used in 3D printing and have mechanical properties similar to those of the skin and tendons.

## Results

There are two main outcomes of this project. Firstly, a demonstrator of an adaptable and durable ankle cover for lower limb prostheses was developed and printed using 3D technology. Secondly, a 3D model of the ankle, which allows the modification and adaptation of the cover to different types of prosthesis.

## Further Steps

In the future, once the piece is printed, the company has the possibility to finish the workpiece using the classic methods of processing in the orthopaedic industry, such as smoothing, polishing, painting and various refinements. With the methods developed, the company has another process for the production of an ankle joint cover. The lifetime of the cover still has to be tested, but thanks to the materials used, an increased lifetime is expected.



CAD model of the prosthesis. The ankle joint cover for lower limb prosthesis represented in grey.



3D printed ankle cover mounted on the prosthesis supplied by Botta Orthopädie AG.

# Smart Robotic System for Table Football

Degree programme : BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation : Robotics  
Thesis advisor : Prof. Dr. Gabriel Gruener, Prof. Dr. Sarah Dégallier Rochat  
Expert : Cyril Amez (FANUC Switzerland GmbH), Sébastien Wermuth (FANUC Switzerland GmbH)  
Industrial partner : FANUC Switzerland GmbH, Biel/Bienne

31

Adapting the trajectory of an industrial robot in a dynamic environment is currently a challenge in robotics. FANUC, a leading company in industrial automation, has developed a demonstrator with which a human can challenge a robot in a table football game. This demonstrator has been enhanced with vision and software components to enable highly-dynamic robot trajectories for an appealing and fun experience.

## Motivation

Industrial robots are often used to perform repetitive tasks in an isolated and static environment. However, being able to operate in a dynamic environment and adapt the robot's behaviour is an opportunity to expand the application's field. A requirement for working in dynamic workspaces is to be able to adapt the robot trajectory in real time. This is particularly interesting for obstacle avoidance or human-robot collaboration.

## Goals

The main challenge is to allow the robot to react quickly to the unpredictable actions of the human during the game. The key elements thereof are accurate and fast ball tracking, trajectory generation to intercept the ball and a robust communication to control the robot.

## Methods

A high-speed camera is used to track the ball on the playing field. An image processing algorithm determines the position and speed of the ball. This is transformed into the robot's reference system. A dynamic ball model predicts its trajectory and the locations where the robot may intercept the ball. A dynamic system based on differential equations generates the robot's trajectory to reach the point of interception. The generated trajectory is smooth and suitable to be executed by the robot. The communication with the robot via TCP/IP protocol allows to transfer sequences of coordinates that are executed and updated continuously using spline interpolation.

## Results

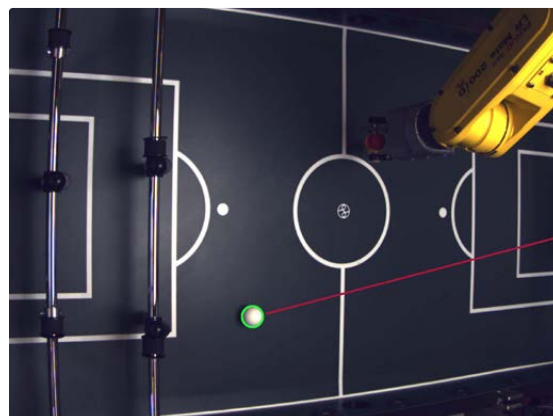
The system has been implemented in C++. It includes image processing at up to 80 frames per second, a robust 20ms communication cycle, adaptive trajectory generation and the model to predict the movement of the ball. The integration of a game strategy into a single system is the expected final result. The algorithms developed can be used to generate real-time, dynamic trajectories for industrial and collaborative robots. These can be used for example to avoid collisions or to interact with humans.



Gionata Quadri  
079 107 22 55  
gionata@bluewin.ch



Demonstrator developed by FANUC



Camera field of view with image processing



# Mobile EEG-Biofeedback System

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

Thesis advisor : Prof. Andreas Habegger

32 Expert : Rico Zoss (Annax)

Industrial partner : Neurobienne, Biel

A dysfunctional brain can cause various symptoms (e.g. headache, insomnia), which are often not associated with the dysfunctionality and remain untreated. With biofeedback, the patient can train his brain waves in a sustainable way to minimize symptoms. However, today's systems are stationary and expensive. A mobile solution can improve the lifequality.



Julien Rauber

## Introduction

Electroencephalography (EEG) is a monitoring method to record the electrical activity of the brain. Electrodes on the scalp measure the electrical potential change of the brain due to neural activities. These brain activities are characterised by grouping them into frequency bands (brainwaves). The increase and decrease of a band are indicators of the current state of mind. Each brainwave is associated with certain activities and mental states. Abnormalities and dysfunctionality can be found in those frequency bands as offsets and displacements. A visual or acoustic signal feedback of the current state of these bands helps the patient learning to adjust his brainwaves accordingly.

## Motivation

Biofeedback treatments are done in weekly sessions. The duration can vary between 20 minutes up to one hour. Several electrodes are placed around the scalp with a conductive gel to record the EEG. This setup is very laborious with a lot of different cables. The success of learning is limited to those weekly sessions. A mobile solution could help the patient to learn at home in different situations and multiple times a week. We expect a higher therapy success rate and faster improvement due to more frequent therapy.

## Mobile Feedback System

A prototype hardware system is developed consisting of a signal acquisition unit on the back head and a pair of glasses for a visual feedback. The EEG signals are transferred using Bluetooth to a computer. Software algorithms analyse the signals and compute a



Fig 1: Prototype of the glasses.

value according to the quality of the brain activities. This value is sent to the feedback system, which will adjust the transparency of the glasses.

## Acquisition

The acquisition unit uses four electrodes along with a reference electrode. Each signal goes through an amplification and filtering stage. The total gain of the system is around 1000 with a frequency band of 0.1 Hz to 100 Hz.

## Feedback

The developed feedback system uses a liquid crystal shutter glass that allows to change the transparency in a certain range. The electronic along with the battery are both integrated in the glasses. Based on patient related requirements such as size etc. the temples are modular and can adapted as needed.

## Results

The EEG signals will be directly compared with a reference device. Due the corona virus, the system is not fully developed yet. The verification measurement of the acquisition circuit is promising as shown in the figure 2. There is still a deviation to the expected value in the left half of the targeted frequency band.

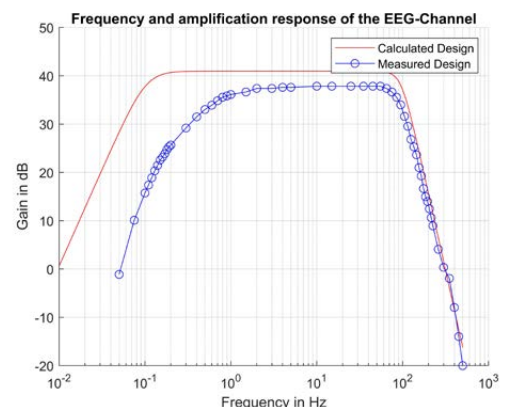


Fig 2: Measurement of the acquisition with throttled amplification.

# Time of Flight Distanzmessungsmodul für industrielle IoT Anwendungen

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Sensorik  
Betreuer: Prof. Dr. Bertrand Dutoit  
Experte: Simon Rohrbach (Balluff AG) Dr., Pascal Gaggero  
Industriepartner: Balluff AG, Bellmund

33

Auf der versatilen Plattform von Balluff können, je nach verwendetem Erweiterungsmodul, unterschiedlichste Messungen vollzogen werden. Bei diesem Projekt geht es darum, ein solches Modul zum Messen von Distanzen zu entwickeln. Dabei wird die Time-of-Flight Technologie verwendet, die auf der Laufzeitmessung des Lichtes basiert.

## Ausgangslage

Die versatile Plattform ist ein von der Firma Balluff entwickeltes System, mit dem man unterschiedliche Sensor basierte Messungen mit unterschiedlichen Kommunikationsformen verbinden kann. Die Plattform besteht aus einem Motherboard und zwei Erweiterungsmodulen. Das erste Modul ist die Kommunikationserweiterung mit der die Daten, die von einem Sensor gemessen werden, übermittelt werden. Das zweite Modul besteht aus einem für die Anwendung benötigten Sensor.

## Ziel

Ein Sensormodul zum Messen von Distanzen soll nun entwickelt werden. Dabei soll eine moderne Art Distanz zu messen, die Time-of-Flight Technologie, verwendet werden. Ziel der Arbeit ist es, ein funktionierendes Prototypmodul zu erstellen, welches mithilfe von einer schon vorhandenen Kommunikationserweiterung die Messdaten an den User sendet.

## Vorgehen

Führend in der Herstellung von Time-of-Flight Sensoren ist die Firma ST. Diese bietet zwei Sensoren von derselben Reihe an, den VL53LOX mit zwei Metern Reichweite und den VL53L1X mit vier Metern Reichweite. Da sie aus derselben Reihe stammen, konnte ein Prototyp für beide Sensoren gleichzeitig erstellt werden. Die Sensoren sind komplex aufgebaut und haben verschiedene Einstellmöglichkeiten. Deshalb kann nicht einfach die gemessene Distanz aus einem Register gelesen werden. ST stellt für beide Sensoren

separate Funktionen zur Verfügung, mit denen man die Sensoren ansteuern kann. Somit wurden Testprogramme zu beiden Sensoren geschrieben, die auf den sich im Motherboard befindenden Mikrocontroller geladen werden. Mit dem Controller können die Daten über ein LORA-Modul zum User gesendet werden. Ein Time-of-Flight Sensor basiert auf der Laufzeitmessung des Lichtes, sprich er sendet ein Infrarotes Lichtsignal aus, welches vom Objekt reflektiert wird und misst die Zeit, bis er dasselbe Signal wieder empfängt. Aus diesem Grund muss eine Infrarot durchlässige Scheibe im Gehäuse eingebaut werden, damit der Sensor hindurch senden kann. Der Abstand vom Sensor zur Scheibe muss klein sein, um die Messung nicht zu stören. Deswegen wird der Sensor nahe an die Gehäusewand platziert. Über das Programm können Einstellungen und Kalibrationen, wie die Genauigkeit oder den konstanten Offset angepasst werden. Schlussendlich ist nur einer der Sensoren, der VL53LOX, in einem fertigen Prototypen eingebaut worden, da der VL53L1X sehr lange Lieferzeiten hatte. Trotzdem konnte dank dem Evaluation-Board auch dieser Sensor getestet und die Programmierung geschrieben werden.

## Ausblick

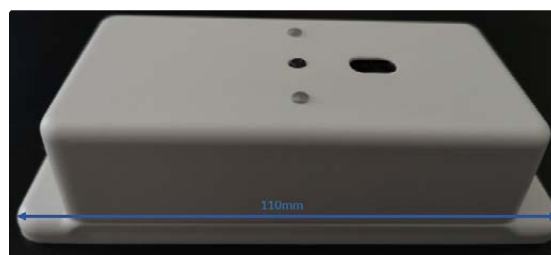
Das Modul kann auf unterschiedlichste Weise betrieben werden. Die optimale Ansteuerung hängt von dem gewünschten Anwendungsbereich ab. Der Sensor und dessen Ansteuerung kann somit an einem gewünschten Einsatzort, wo eine Distanzmessung benötigt wird, installiert und entsprechend angepasst werden.



Samuel Lukas Roggli  
sam.r@gmx.ch



Time-of-Flight Modul (l) und LORA-Modul (r) auf dem Motherboard.



Versatile Plattform Distanzsensor mit Infrarotlicht durchlässiger Scheibe, LEDs und Druckknopf.

# Laser Indirect Ophthalmoscope (LIO) als Laser-Applikator

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

Betreuer: Hanspeter Hess

34

Experte: Markus Stoller (Meridian AG)

Industriepartner: Meridian AG, Thun

Bei Augenkrankheiten der Netzhaut, sogenannten Retinopathien, wird häufig die Laserkoagulation angewandt. Muss diese Behandlung im Liegen durchgeführt werden, so kommt ein Laser indirektes Ophthalmoskop, kurz LIO, zum Einsatz. Diese Thesis befasst sich mit der Neu- und Weiterentwicklung eines solchen LIO. Dabei wird sowohl die Optomechanik als auch die Optik für neue Laser erneuert.



Leandra Schibler  
079 656 92 17  
leandra@schibler.swiss

## Ausgangslage

Die Behandlung von Retinopathien wird mit einer Laser-Photokoagulation in sitzender Position durchgeführt. Ist diese Position nicht möglich, beispielsweise bei der Behandlung von Frühgeborenen oder aufgrund von Krankheit, wird ein LIO verwendet. Dies ist ein Photokoagulations-Applikator, welcher vom behandelnden Arzt auf dem Kopf getragen wird. Je nach Retinopathie werden verschiedene Laser benötigt, welche von unterschiedlichem Gewebe absorbiert werden. Dies führt zu einer Läsion (Verbrennung des kranken Gewebes), die das Fortschreiten der Krankheit verhindert.

Das LIO500 von Meridian kann bereits für viele Behandlungen eingesetzt werden. Für die Frühgeborenenretinopathie ist jedoch ein Diodenlaser mit einer Wellenlänge von 810nm nötig. Diese Technologie erfordert eine komplette Überarbeitung des bestehenden Produkts. Dabei wird eine Neuentwicklung der gesamten Optik und Optomechanik umgesetzt.

## Ziel

Das Ziel der Thesis ist, ein LIO, welches sowohl für die Behandlung von Frühgeborenen als auch für Erwachsene eingesetzt werden kann. Dafür soll ein funktionsfähiger Prototyp erstellt werden, welcher auf den Meridian-Diodenlaser ausgelegt ist. Die Konstruktion soll so konzipiert sein, dass neben dem Diodenlaser auch die beiden bisherigen Laser verwendet werden können. Die Erarbeitung von unterschiedlichen Kon-

zepten soll ermöglichen, den besten Lösungsansatz zu finden. Zudem sollen sie ein Fundament für das weitere Vorgehen nach der Thesis bilden. Der Fokus der Arbeit liegt auf der Entwicklung der Optik und der Realisierung der Optomechanik.

## Vorgehen

Für das Erreichen der Ziele war neben den Literaturrecherchen eine ausführliche Analyse notwendig. Diese behandelt vor allem das bestehende Produkt sowie der Konkurrenzprodukte.

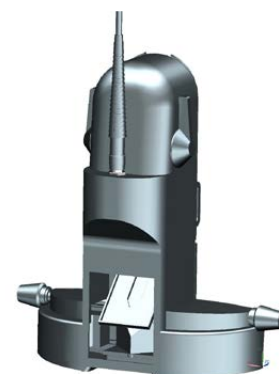
Anhand der Erkenntnisse konnten verschiedenen Lösungskonzepte erarbeitet werden. In Zusammenarbeit mit der Firma Meridian wurden die beiden vielversprechendsten Konzepte selektiert. Ein praxisnahes Konzept wurde in einem Prototyp umgesetzt, wobei ein weiteres Konzept als Vergleichsvariante analysiert wurde. Um die Funktionalität zu prüfen, wurden Laborversuche durchgeführt.

## Ergebnisse

Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Behandlung ist die Grösse des Laser-Spots auf der Retina. Bei den Versuchen konnte bestätigt werden, dass mit der erarbeiteten Optik die gewünschten Läsionen hervorgerufen werden können.



Behandlung mit einem Laser indirect Ophthalmoskope (LIO)



Konstruktion des neu entwickelten LIO

# Physical Spectral Shaping

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

35

Durch die Optische Kohärenztomographie werden mithilfe interferierendem Licht Schnittbilder von diversen Objekten erzeugt. Durch Verwendung eines physischen Filters und dem Post-Processing soll das axiale Auflösungsvermögen verbessert werden.

## Einführung

Für die Optische Kohärenztomographie (OCT) werden meist sehr breitbandige Lichtquellen verwendet, um eine möglichst hohe axiale Auflösung zu erhalten. Allerdings zeigen diese Lichtquellen hohe Variation in ihrer spektralen Intensitätsverteilung, was hingegen die Auflösung, bzw. die Point Spread Function (PSF) beeinträchtigt. Die PSF kann durch das von einem Objekt zurück geworfene Licht und mithilfe der inversen Fouriertransformation berechnet werden. Es gibt bereits Algorithmen, welche diese Probleme in digitaler Nachbearbeitung des gemessenen Signals aufheben. Jedoch sorgt dies zu einem hohen Signal-to-Noise Ratio (SNR), was es zu verhindern gilt.

## Ziel

Die Bachelorthesis beruht eher auf theoretische Aspekte des Problems und beinhaltet folgende Aufgaben

- Simulation mit Matlab zur Berechnung der PSF für verschiedene Spektren
- Realisieren eines spektral abhängigen Filters zur Dämpfung des Lichts im Spektrometer
- Rechnerische Ansätze zur Verbesserung der axialen Auflösung
- Testen von Side Lobe Suppression Algorithmen

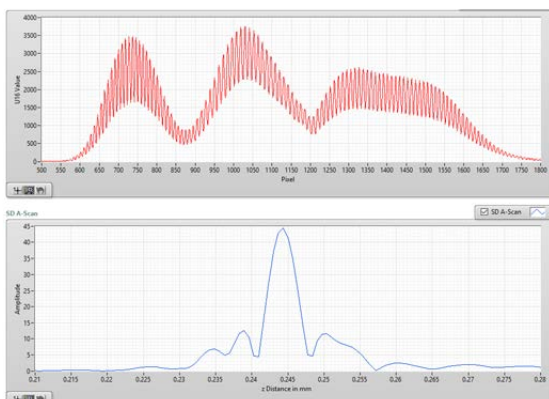
## Lösungsansatz und Resultate

Diverse Konzepte wurden erarbeitet, um das Licht in Abhängigkeit dessen Wellenlänge dämpfen zu können. Durch technische und wirtschaftliche Kriterien kam der Entschluss, einen Graustufenfilter zu verwenden, der kostengünstig und schnell herzustellen ist. Dafür wurde mit MATLAB das zu dämpfende Signal simuliert und normiert, damit die variable Transmissionskurve direkt „abgelesen“ und als Filter auf einer Folie ausgedruckt werden kann.

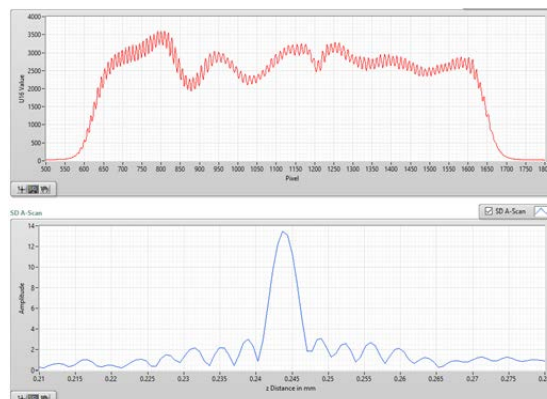
Die PSF einer rechteckförmigen Funktion entspricht einer Sinc-Funktion und hat dadurch eine gute zentrale Auflösung, wie auf der rechten Abbildung zu sehen ist. Jedoch weist diese mehrere Sidelobes auf, wodurch ein gemessenes Signal mehrerer Flächen falsch interpretiert werden kann. In dieser Arbeit wird ein neuartiger Algorithmus, der ursprünglich für die Funktechnik entwickelt wurde, erstmalig auf OCT angewendet. Dieses neighbour spectrum sample components composition (NC-Algorithmus) unterdrückt die ungewünschten Sidelobes. Dafür werden die vollen Phaseninformationen zwei jeweils benachbarter Tiefenscans verrechnet. An der Stelle des zentralen Peaks erfolgt als einziges ein positives Resultat, wodurch alle negativen auf Null gesetzt und somit die Sidelobes unterdrückt werden können.



Tim Luca Schmid



Intensitätsverteilung (rot) und PSF (blau) direkt vom Spektrum.



Intensitätsverteilung (rot) und PSF (blau) vom gefilterten Spektrum, wodurch der Peak schmaler wird.

# Entwicklung einer Laborplattform für die Regelungstechnik

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Mechatronik  
Betreuer: Prof. Dr. Thomas Niederhauser, Prof. Andreas Habegger  
Experte: Rico Zoss (ANNAX Schweiz AG)

36

Um Studierenden einen praktischen Einblick in Fragestellungen aus der Regelungstechnik zu verschaffen, soll eine neue Laborübung eingeführt werden. Die «Ball Balancing Platform» ermöglicht die Umsetzung von verschachtelten Regelkreisen. Die angestrebten Regelalgorithmen setzen dabei hohe Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit des Systems. Diese Thesis umfasst die Software Implementierung eines geeigneten Echtzeitbetriebssystems.



Marco Pascal Zaugg  
marco\_m95@hotmail.com

## Motivation

In den aktuellen Laborübungen werden die Regelkreise, für einen DC-Motor, in MATLAB/ Simulink designt, simuliert und auf einem dSpace System zeitdiskret implementiert. Eine Last Störung des Systems wird durch Bremsen des Motors, mittels eines Handschuhes simuliert. Der momentane Aufbau ist einfach gehalten und erlaubt dadurch keine adäquate Visualisierung sowie Analyse der Einflüsse auf das Regelsystem. Der DC-Motor soll durch die «Ball Balancing Platform» (siehe Abb. 1) ersetzt werden, welche die Performance einer mehrschleifigen Regelung durch eine balancierende Kugel visualisiert. Die neue Plattform wird es den Studierenden erlauben, (mehrschleifige) Regler unterschiedlicher Komplexität von der Theorie in die Anwendung zu überführen und dabei steigende Anforderungen an das Echtzeitsystem zu berücksichtigen. Das Ziel dieser Thesis ist es, die Firmware des Systems zu entwickeln, zu implementieren und zu testen. Den Studierenden soll es möglich sein, mit einem MATLAB/ Simulink Modell einen Regler zu designen, der anschliessend in die zur Verfügung gestellte Firmware eingebunden wird. Weiter sollen die Prozessdaten des Systems aufgezeichnet und visualisiert werden.

## Systembeschreibung

Die «Ball Balancing Platform» ist ein klassisches Mechatronisches-System. Es besteht aus Eingabe-, Verarbeitungs- sowie Ausgabeeinheiten. Die Eingabe

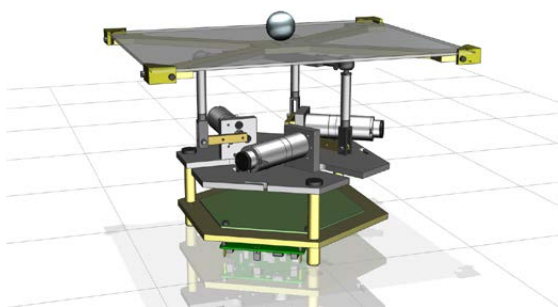


Abb. 1 CAD Ansicht des Prototyps «Ball Balancing Platform»

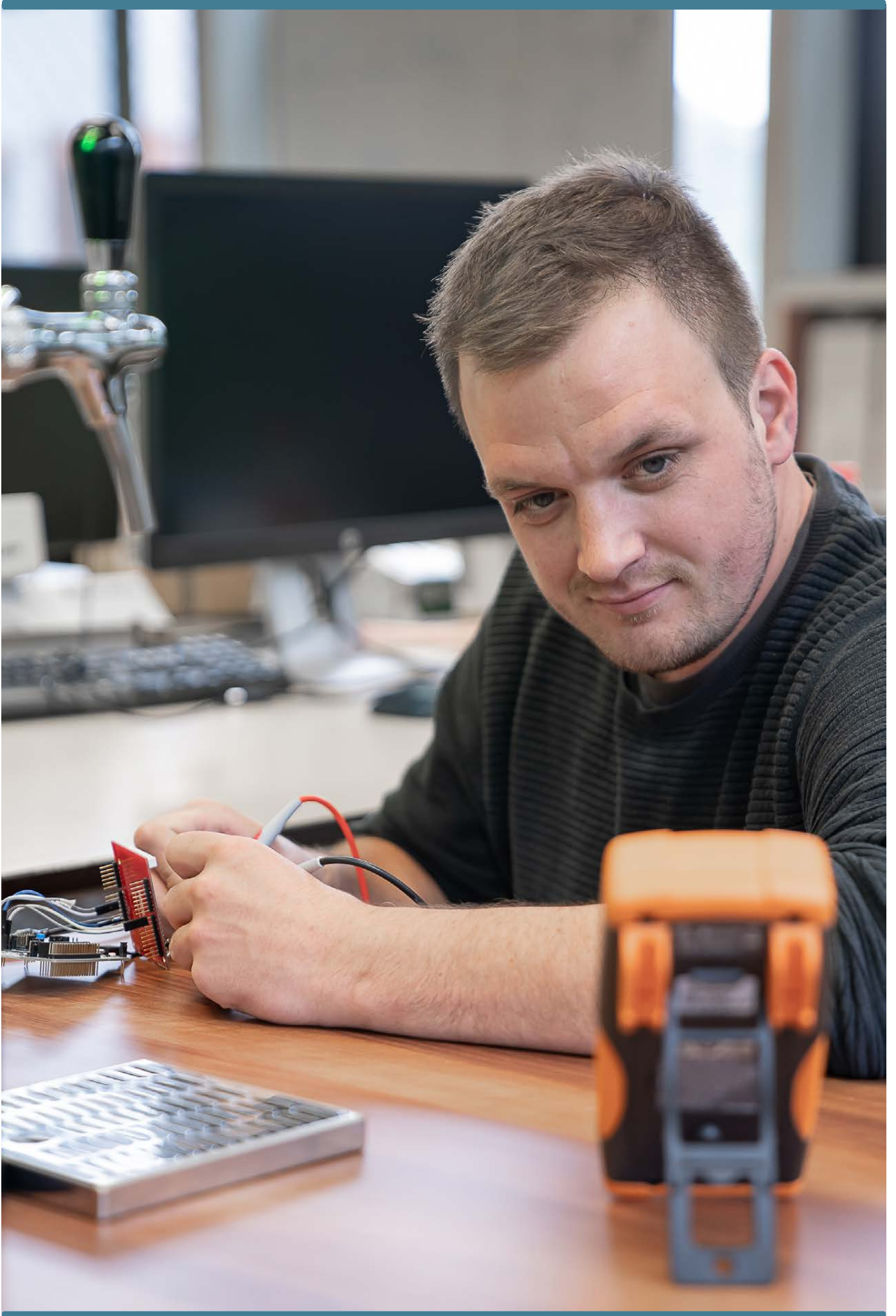
erfolgt mittels resistiven Touchpanel, welches die Position der Kugel ermitteln kann. Zusätzlich werden die Positionen und der Stromverbrauch von jedem der 3 benötigten DC-Motoren (Maxon DCX22S GB KL 24V) gemessen. Die Verarbeitung übernimmt ein leistungsstarker Mikrocontroller (STM32 H743ZI2). Dieser wird eingesetzt, um die verschiedenen Parameter der mehrstufigen Regelung zu verarbeiten und dabei die Winkelpositionen für die DC-Motoren zu berechnen. Die Ausgabe erfolgt über H-Brücken, welche die Motoren ansteuern. Über eine mechanische Kopplung werden die Winkel der Plattform eingestellt.

## Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden die maximalen Zykluszeiten zur Datenerfassung, -verarbeitung und -ausgabe des Mikrocontroller untersucht. Davon abgeleitet erhalten wir eine maximale Abtastfrequenz von 180 kHz. Aufgrund der Systemkomplexität und dem Wunsch nach einfacher Erweiterbarkeit, haben wir uns für ein Betriebssystem basiertes Konzept entschieden. Weiter fordert die Regelung ein deterministisches Verhalten sowie das Erfassen von Echtzeitanforderungen. Als Folge der genannten Anforderungen haben wir uns für das Echtzeitbetriebssystem FreeRTOS entschieden. Auf dieser Basis wird die Firmware aufgebaut.

## Ausblick

Als nächster Schritt gilt es, das Softwarekonzept zu erstellen. Hierzu werden die Tasks definiert sowie die Taskinterkommunikation festgelegt. Durch einen modularen Aufbau des Systems soll erreicht werden, dass ein einfaches Portieren auf einen anderen Controller ermöglicht wird.



# Echtzeit-Bildgebung von Radiofrequenzablations-Läsionen mittels OCT

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

Betreuer: Prof. Dr. Patrik Arnold

Experte: Dr. med. Dr. phil. Andreas Häberlin

38

Radiofrequenzablationen werden in der Medizin bei der Behandlung von Vorhofflimmern eingesetzt. Bis heute ist bei diesen Operationen die Überwachung einer Läsionsbildung nur indirekt möglich, was nach den Operationen zu wiederkehrendem Vorhofflimmern führen kann. Die optische Kohärenztomografie ist ein hochauflösendes Bildgebungsverfahren, welches die innere Gewebestruktur untersuchen und somit eine Echtzeitüberwachung der Radiofrequenzablation ermöglichen kann.



Jeremy Elia Lane Schori  
jeremy.schori@hotmail.com

## Ausgangslage

Beim Vorhofflimmern laufen ungerichtete elektrische Erregungen über die Vorhöfe ab. Gerade bei chronischem Vorhofflimmern werden zur Behandlung oft Radiofrequenzablationen (RFA), welche mit einem Ablationskatheter durchgeführt werden, eingesetzt. Die RFA ist ein Verfahren, bei welchem Gewebe durch eine große Erhitzung lokal zerstört wird und somit die ungerichteten elektrischen Erregungen isoliert werden. Die Überwachung der Energieabgabe bei einer RFA kann heute nur indirekt erfolgen. Bei diesen Operationen stehen nur Informationen zur Änderung der Amplitude der intrakardialen Elektrogramme, der Gewebetemperatur, der Kontaktkraft und der Impedanz an der Katheterspitze zur Verfügung. Dadurch kommt es vor, dass bei RFA die elektrische Erregung nicht komplett unterdrückt wird und erneutes Vorhofflimmern auftreten kann. Durch eine Echtzeit-Bildgebung mit der optischen Kohärenztomografie (OCT) kann man Unterschiede im Gewebe visualisieren und somit den direkten Effekt der RFA darstellen.

## Ziele der Arbeit

In dieser Bachelorarbeit geht es darum, einen Prototyp einer OCT-Sonde zu entwickeln, um eine visuelle Echtzeit-Beurteilung einer Ablationsläsion zur Behandlung von Vorhofflimmern zu ermöglichen. Das Hauptziel ist es, mit einem OCT-System Gewebeveränderungen während einer RFA zu detektieren und dabei Ablationsmerkmale in den OCT-Aufnahmen identifizieren zu können.



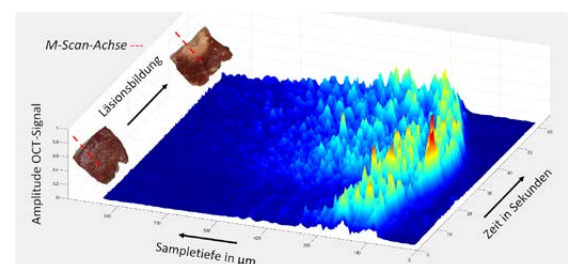
Spezialangefertigte OCT-Sonde (oben) und OCT-Sonde mit dem modularen Glasfaser-Linsen-System (unten).

## Vorgehen

Um Gewebestrukturen untersuchen zu können, wurde ein swept-source FD OCT-System mit einer zentralen Wellenlänge von 1310nm verwendet. In dieser Arbeit wurden zwei OCT-Sonden entwickelt. Die erste OCT-Sonde besteht aus einem modularen Glasfaser-Linsen-System und die zweite OCT-Sonde ist eine Spezialanfertigung. Bei beiden OCT-Sonden wird eine uniaxiale Fokussierung realisiert, was bei einer OCT-Aufnahme zu einem axialen Tiefenscann führt. Wird der axiale Tiefenscan über einen gewissen Zeitbereich aufgenommen, kann eine zeitliche Veränderung aufgezeichnet werden (M-Scan). Bei den OCT-Aufnahmen mit den beiden Sonden traten störende Artefakte auf, welche eine Detektion der Gewebeveränderungen erschweren. Die Durchführbarkeit des uniaxialen Messprinzips zur direkten Überwachung der RFA konnte anhand eines OCT-Systems mit free space Messkopf belegt werden. Dazu wurden M-Scans während RFA auf einem Schweineherz-Sample untersucht.

## Ausblick

Im M-Scan konnte während einer RFA eine zeitliche Gewebeveränderung des Schweineherz-Samples festgestellt werden. Durch die Ablation bilden sich über die Zeit erhöhte Rückstreuungen der tieferen Gewebeschichten. In einem weiteren Schritt werden nun die OCT-Sonden bezüglich der Artefakte optimiert, um die Methode in endoskopischen RFA-Eingriffen zu evaluieren.



M-Scan einer Radiofrequenzablation mit zeitlich stärker werdenden Rückstreuungen der tieferen Gewebeschichten.

# Halbautomatischer Vortexmischer für Laboranwendung

Studiengang : BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung : Mechatronik  
Betreuer : Prof. Daniel Debrunner  
Experte : Fabian Page  
Industriepartner : Ruwag Handels AG, Bettlach

39

Endotoxine besitzen eine hohe Humantoxizität und werden beim Zerfall von Bakterien freigesetzt. Die Vorbereitung für die Endotoxin Tests beinhalten einen relevanten, aber zeitintensiven Handarbeitsteil. Durch einen Innovationsprozess soll ein neuartiges Mischgerät entwickelt werden, wodurch der Mischvorgang teilautomatisiert werden soll.

## Ausgangslage

Analyselabore führen Endotoxin Tests durch. Für die Vorbereitung muss die Probe im Reagenzglas für 60 Sekunden gemischt werden. Während des Mischvorgangs wird das Reagenzglas manuell festgehalten. Dieser Arbeitsvorgang ist ineffizient und für Labormitarbeitende unangenehm.

## Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist, einen benutzerfreundlichen und halbautomatischen Vortexmischer für das Vorbereiten der Endotoxin Proben zu entwickeln. Das Endprodukt soll die Effizienz der Labormitarbeiterinnen und Labormitarbeiter steigern und den Handarbeitsteil auf ein Minimum reduzieren.

## Vorgehen

Mit den Anforderungen des Auftraggebers wird ein Pflichtenheft erstellt. Die Patent- und Marktrecherche gibt einen guten Einblick in den Absatzmarkt. Zudem werden mögliche Konflikte vermieden. Die Kernaufgabe ist, ein Halterungskonzept für das Reagenzglas zu entwickeln. In der Innovationsphase werden diverse Konzepte erarbeitet und am Schluss mittels Stärkediagramm ausgewertet. Die Entwicklung erfolgt mit dem Prinzip von innen nach aussen. Die Ausgangslage dafür ist die Haltevorrichtung für das Reagenzglas, worauf schrittweise die Konstruktion erfolgt.

## Ergebnisse

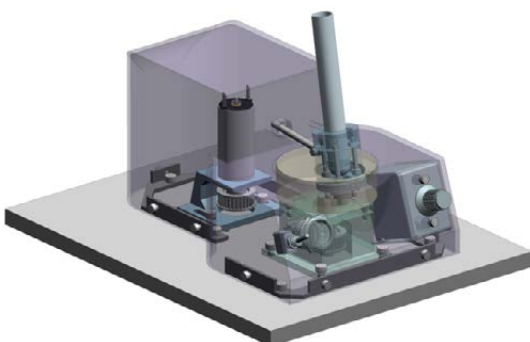
Die Umsetzung zeigt ein Konzept, welches das Reagenzglas am unteren geschlossenen Ende festhält. Die Befestigung erfolgt durch eine speziell angefertigte Feder. Parallel dazu wird eine Halterungsvorrichtung mit O-Ringen angefertigt. Das Modul wird durch einen DC Motor via Zahnriemen angetrieben. Dabei dreht sich das Reagenzglas um einen virtuellen Punkt in Form eines zugespitzten Kegels. Damit die Probe gemischt und nicht zentrifugiert wird, muss die Drehung des Reagenzglases um die eigene Achse verhindert werden. Das erfolgt durch eine Zugfeder und die richtige Lagerung der Module.

## Eigenschaften

Das Gerät wird mit Niederspannung (230V / 50Hz) gespeist und auf 24 VDC gewandelt. Auf der Rückseite des Geräts wird die Hauptzufuhr ein- und ausgeschaltet. Die Benutzeroberfläche verfügt über einen Kippschalter mit den Funktionen Dauerbetrieb, Aus und zeitverzögert. Letzteres wird über einen Sensor automatisch gestartet. Zudem kann die erwünschte Drehzahl bis 3000 U/min eingestellt werden.



Nicolas Schubiger



Zusammenstellung halbautomatischer Vortexmischer



Angefertigte Feder aus Federstahl (Dicke: 0.2mm)



# Multiaxial OCT Scan Head

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

Thesis advisor : Prof. Dr. Patrik Arnold

Expert : René Bürgi (Zumbach Electronic AG)

Industrial partner : Zumbach Electronic AG, Orpund

40

Optical Coherence Tomography is a useful tool in medical and industrial applications to acquire intensity-based cross-sectional images of various samples using light. The developed multiaxial OCT scan head allows to acquire cross-sectional images from several axis which are further post-processed into a single optimized image of higher accuracy.



Vincent René Sutter  
vincent.sutter@bluwin.ch

## Initial Situation

At the present time, no inline inspection system to control the production of semi-transparent complex structured tubes of polymerized material with sufficient geometrical accuracy exists. The goal of the global project is to develop such a system using optical coherence tomography (OCT) with measurements from different orientation relative to the samples. In this thesis, the focus was to design a proof of concept of a multiaxial OCT scan head, analyze its characteristics and limitations as well as implement a multiaxial cross-sectional image reconstruction software.

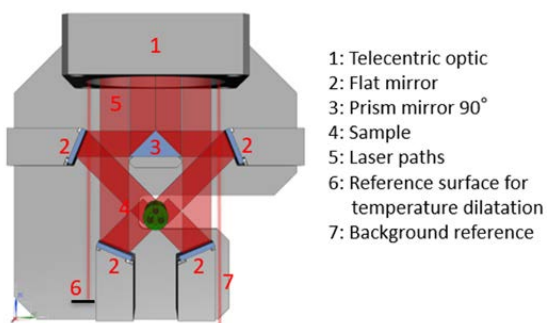
## Material & Methods

The multiaxial scan head is mounted on a swept source OCT system. The system uses a galvo scanner to redirect the laser onto a telecentric optic allowing to acquire B-scans. The mirror system of the scan head subdivides this B-scan by redirecting the laser beam to scan the sample from different orientations. As the laser beam is focused, the optical path length must be equal in each axis to guarantee that the measured sample is in focus and contained in the depth of field.

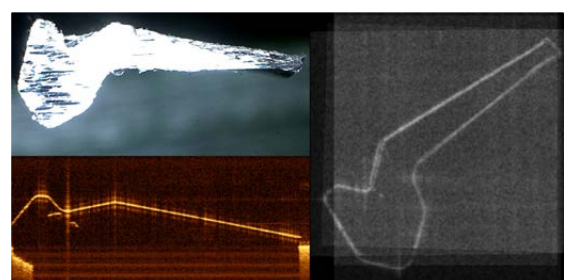
The development started with an implementation of a script to calculate the optical path length of each scan axis and optimize the positions of the mirror and prism to guarantee the minimal optical path length according to the required system specifications. After the computation of the scan head's geometrical constraints, two scan head prototypes have been designed for different measuring field sizes. Once mounted, a square calibration target has been scanned which was used to create a calibration script for the final image reconstruction. Finally, a basic image reconstruction algorithm was designed allowing to reconstruct cross-sectional images for samples of different shapes and geometries.

## Results

A functional proof of concept has been elaborated and used for the cross-sectional image reconstruction of samples with different shapes. It has been demonstrated that the calibration process is crucial to achieve sufficient reconstruction quality for the further measurement processes. Moreover, due to refraction of light in the sample, a more advanced algorithm may be implemented to obtain an accurate reconstruction of the internal structures of samples.



CAD 4 axis OCT scan head



Top left: Metal profile sample, bottom left: single view OCT B-scan, right: Multiaxial reconstructed B-scan

# Spectromètre VUV pour le diagnostic d'un plasma

Filière d'études : BSC en Microtechnique et technique médicale | Orientation : Optique et Phototonique  
Conseiller de thèse : Prof. Dr. Thomas Nelis

41

De nos jours, il existe de nombreux spectromètres bon marché et efficaces dans le domaine du visible, mais rares sont ceux qui permettent d'observer des UV et encore moins des VUV. Le but de ce travail est d'identifier les raies émises par les gaz contenus dans un plasma, dont les longueurs d'onde font partie du domaine du VUV. Il est dès lors important de se donner les moyens de créer un instrument capable de les analyser le plus finement et complètement possible.

## Introduction

La lumière est une superposition de longueurs d'onde qui peuvent être dispersées au moyen d'un instrument de réfraction créant ce qui est qualifié de spectre. La source lumineuse détermine sa composition. L'objet de cette étude portera sur une des sources d'émission de lumière, à savoir les gaz qui composent un certain type de plasma. Il est connu que chaque gaz émet des raies à des longueurs d'ondes différentes qui peuvent être captées par un spectromètre. La saisie de ces données permettra de confirmer ou d'infirmer la présence de ce gaz dans la composition du milieu analysé.

## Concept

Une partie de la lumière du réacteur à plasma, qui pénètre dans le spectromètre par une fenêtre totalement étanche, est réfléchiée par un miroir avant de traverser une fente qui la projette sur le réseau de diffraction pour être ensuite dispersée. Pour que le capteur photodiode puisse alors saisir l'intensité de l'intervalle du spectre que l'on cherche à observer, il faut qu'il soit correctement positionné. A l'aide d'un système motorisé, il sera ensuite possible de déplacer le réseau ainsi que le capteur pour pouvoir analyser une autre partie du spectre.



Jonathan Vuilleumier  
078 920 12 92  
Jonathan.vuilleumier@hotmail.com

## Objectifs

Afin de pouvoir concevoir un instrument dont les mesures soient fiables, il faut que les objectifs partiels suivants soient atteints :

- Définir les positions exactes des différents éléments du spectromètre, à l'aide de simulations réalisées avec divers outils tels que Matlab;
- Réaliser un montage mécanique adapté à l'environnement du domaine du VUV, à savoir : totalement étanche;
- Construire un système mécanique solide pour supporter d'éventuelles vibrations et d'une grande précision en raison des contraintes liées aux lois d'optique.

## Résultats

Le dessin CAO (fig. 1) représente le prototype du spectromètre. Il met en évidence les différents éléments qui le composent et la façon dont ils doivent être reliés entre eux afin de pouvoir assurer un déplacement correct du réseau et du capteur pour permettre de mesurer l'intervalle du spectre entre 120 et 250nm. Si le moteur permet un déplacement horizontal du capteur, le bras visible sur le dessin assure le déplacement vertical couplé à une rotation du réseau de diffraction. Des analyses sur les tolérances admissibles des divers éléments ont été menées afin de garantir qu'elles n'affecteraient pas la qualité des mesures effectuées par le spectromètre.

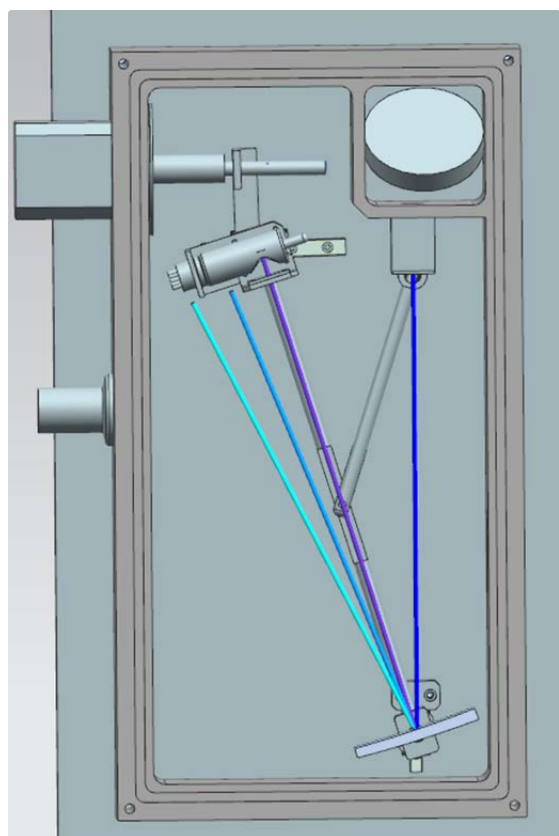


FIGURE 1 - Représentation CAO du spectromètre

# Embedded System for GNU/Taler

Degree programme : BSc in Micro- and Medical Technology | Specialisation : Mechatronics  
Thesis advisor : Prof. Andreas Habegger  
Expert : Rico Zoss (ANNAX Schweiz AG)

42

GNU/Taler is a free software based micro-transaction payment system which ensures the users' privacy. An embedded system is designed to offer the upcoming digital wallet application the possibility to perform payments on vending machines.



Dominik Wenger  
dominik.wenger@protonmail.ch

## Motivation

Mobile banking and mobile payment applications have become very popular and payment systems like Apple pay, Android pay, Libra and many more have gained a lot of attention. Cashless payment generates a lot of detailed data about a user's consumer behavior, which can be of high interest for some parties. By allowing big tech companies to act as payment providers, the economic sovereignty is in danger and every users' privacy too.

GNU/Taler, in contrast, offers a reliable solution. The upcoming payment application allows their users a privacy level, that is comparable with cash. It is completely free, secure, and uses existing currencies.

## Goals

This thesis is about the development and testing of a customized embedded system, which realizes the first point of sale application of GNU/Taler. The system is targeted to be installed inside a vending machine and allows mobile payments with QR-Code or NFC.

The control and communication between components inside a vending machine uses the so called MDB/ICP<sup>[1]</sup> (Multi-Drop Bus / Internal Communication Protocol). A main task of the system development will concern the implementation of the GNU/Taler application as a MDB/ICP cashless device (fig 2).

## Results

A first prototype uses a Raspberry Pi to run GNU/Taler. A microcontroller circuit, which implements a MDB/ICP gateway, was developed as an extension board (fig 1). It supports data exchange with the computing module over different interfaces. Beside this core application, it is able to manage the systems power supply, allows data logging on a SD-Card and has a USB-Port to provide live monitoring of the MDB/ICP communication from an external device.

## Outlook

As a next step during the bachelor's thesis, the Raspberry Pi will be replaced with an industrial-suited computing module, which unifies the embedded computer and microcontroller on a single chip. Due to a single chip solution, the system will be more compact and thus cheaper.

[1] The MDB/ICP standard: <http://www.namanow.org/wp-content/uploads/Multi-Drop-Bus-and-Internal-Communication-Protocol.pdf>

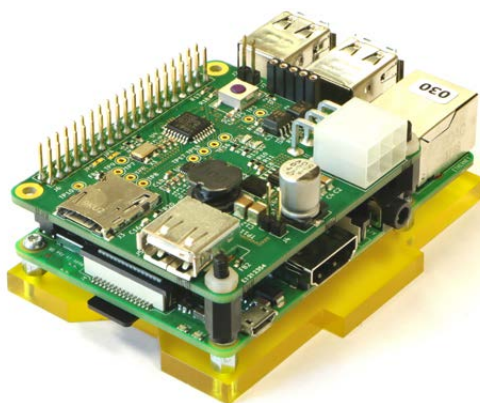


Fig 1. The developed MDB/ICP Raspberry Pi extension board

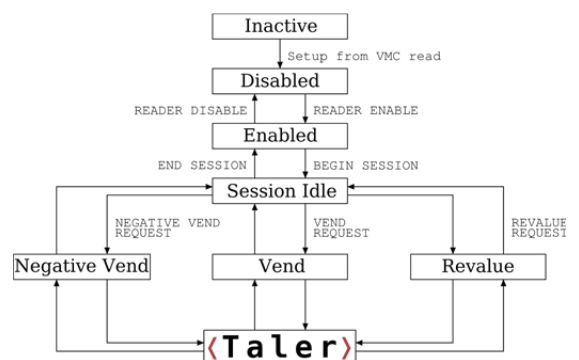


Fig 2. State machine of the GNU/Taler payment process as a MDB/ICP cashless device

# Rapid Control Prototyping Plattform

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Mechatronik  
Betreuer: Prof. Andreas Habegger  
Experte: Rico Zoss (ANNAX Schweiz AG)

43

Zur Verifikation moderner Regelsysteme hat sich die Entwurfsmethode des Rapid Control Prototyping (RCP) etabliert. Diese wird meist durch eine proprietäre Hardware und Software Plattform umgesetzt. Die Entwicklung einer freien Plattform für verschiedenen Branchen und Hochschulen mit Fokus für die Mikrotechnik, soll dabei neue Möglichkeiten und einen differenzierten Einblick für die Studierenden ermöglichen.

## Ausgangslage

Eingebettete mechatronische Systeme halten immer stärker Einzug in unseren Alltag. Die Mikrotechnik befasst sich dabei mit der Charakterisierung, Auslegung und Integration eben solcher Systeme. Durch die wachsende Komplexität der Problemstellungen haben sich verschiedene Entwurfsmuster zur systematischen Auslegung etabliert. In der Industrie hat sich besonders das Rapid Control Prototyping (RCP) als Entwurfsmuster durchgesetzt.

## Motivation

Könnte eine Anwendung mit Hilfe eines RCP-Systems validiert werden, so folgt typischerweise die Entwicklung von spezifischer Hardware (HW) und Software (SW). Dabei kann zumeist nicht auf die bei der Auslegung verwendete HW und SW zurückgegriffen werden, da diese oft einer proprietären Lizenz unterliegen oder als teure Systemlösungen vorliegen. Durch die Verwendung einer freien Plattform könnte die Entwicklung weiter beschleunigt werden. Auch können relevante Fragestellungen bei der Ausbildung von Studierenden anhand einer freien Plattform differenzierter diskutiert werden. Dabei hat der/die Studierende die Möglichkeit, die Funktionsweise nachzuvollziehen und als Grundlage für eigene Entwicklungen zu verwenden.

## Vorgehen

Anhand von bestehenden Projekten werden die Randbedingungen für eine freie Plattform für die Mikrotechnik abgegrenzt. Die Plattform soll dabei die Beziehung zwischen austauschbaren Modulen beschreiben, um eine möglichst breite Anwendung zu garantieren. Zur Validierung der Entscheidungen wird ein erstes HW-Modul umgesetzt. Eine SW-Bibliothek soll die Verwendung des Moduls mit bestehenden Programmen zur numerischen Berechnung ermöglichen.

## Resultate

Während der Vorstudie wurden die Anforderungen an das HW-Modul bestimmt und ein SW-Konzept erarbeitet. Für das HW-Modul wurde eine Schaltung entwickelt, eine Leiterplatte ausgelegt und hergestellt. Die Bestückung und Inbetriebnahme der Baugruppe wurde im Institut HuCE umgesetzt.

## Ausblick

Für die hergestellte HW wird eine SW-Bibliothek entwickelt, welche eine generische Beschreibung der einzelnen Funktionseinheiten umsetzt. Weiter werden Schnittstellen für bestehende SW-Pakete zur Verfügung gestellt.



Matthias Wälti  
matthias.waelti@protonmail.ch



Bestückte Leiterplatte des Hardware-Moduls



Module montiert auf Hutschiene mit Busverbinder



**Berner Fachhochschule**

Mikro- und Medizintechnik  
Quellgasse 21  
2502 Biel

Telefon +41 32 321 61 13

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

**Bern University of Applied Sciences**

Microtechnology and Medical Technology  
Quellgasse 21  
2502 Biel

Phone +41 32 321 61 13

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