



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



2019

Abschlussarbeiten  
Travaux de fin d'études  
Graduation Theses

**BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie**

BSc en Génie électrique et technologie de l'information

Electrical Engineering and Information Technology



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

#### Liebe Leserinnen, liebe Leser

In einem Auto von null auf hundert in dreieinhalb Sekunden. Und das mit zwei umweltfreundlichen Elektromotoren. Oder in einem Motor-Kunstflugzeug am Himmel Pirouetten drehen, ohne Lärm zu verursachen und Abgase auszustossen. Oder Lösungen für das autonome Fahren entwickeln: Studierende an der Berner Fachhochschule Technik und Informatik befassen sich mit spannenden Themen. Sie erleben ihr Studium oft als grossen Schritt in die Zukunft. Natürlich erfordert eine fundierte Ausbildung in Ingenieurwissenschaften und Informatik auch Durchhaltewillen und Leistungsbereitschaft. Doch das Studium verharnt nie in grauer Theorie, sehr früh werden die Studierenden mit der Praxis und realen Problemstellungen konfrontiert. Dann sind Kreativität und eigenständiges Denken gefragt – Qualitäten, die später einen fließenden Übergang vom Studium ins Berufsleben garantieren. Das eingangs erwähnte Elektro-Rennauto wurde von Studierenden der BFH konstruiert, die am internationalen Formula-Student-Wettbewerb teilnahmen. Das Kunstflugzeug mit Elektromotor nahm erstmals als Bachelor-, dann als Masterarbeit zweier Studenten Gestalt an und wird nun vom BFH-Spin-off Evolaris weiterentwickelt. Und die Vision vom Auto, das sich selber lenkt, rückt mit dem Kleinwagen näher, den Studierende der BFH zur Lernplattform für autonomes Fahren umgerüstet haben. Diese drei Projekte stellte die BFH anlässlich des E-Prix Bern 2019 dem Publikum vor. Sie zeugen vom Erfindungsgeist und dem hohen technischen Sachverstand unserer Studierenden. Doch es sind nur drei Beispiele unter vielen. Weitere finden Sie in dieser Publikation.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre und unseren Studierenden einen gelungenen Start in die berufliche Zukunft.

#### Chères lectrices, chers lecteurs,


Passer en voiture de zéro à cent kilomètre/heure en trois secondes et demie avec deux moteurs électriques respectueux de l'environnement, faire des pirouettes dans le ciel avec un avion de voltige à moteur, sans faire de bruit ni émettre des gaz d'échappement, ou encore développer des solutions pour la conduite autonome: les étudiant-e-s de la Haute école spécialisée bernoise Technique et informatique traitent des sujets passionnants. Ils vivent souvent leurs études comme un grand pas vers l'avenir. Une formation solide en ingénierie et informatique exige naturellement persévérance et motivation. Les études ne stagnent cependant jamais dans la pure théorie, très vite les étudiant-e-s sont confronté-e-s à la pratique et aux problèmes réels. Créativité et réflexion autonome sont alors demandées – ces qualités assurent par la suite une transition fluide des études au monde professionnel. La voiture de course électrique mentionnée plus haut a été conçue par des étudiant-e-s de la BFH qui ont participé au concours international Formula-Student. L'avion de voltige avec un moteur électrique a tout d'abord pris forme dans le travail de bachelor, puis de master de deux étudiants et est maintenant développé par la spin-off Evolaris. Et la vision de la voiture qui se conduit elle-même, se rapproche de la petite voiture que des étudiant-e-s de la BFH ont transformée en plate-forme d'apprentissage pour une conduite autonome. La BFH a présenté ces trois projets au public à l'occasion du E-Prix Bern 2019. Ils témoignent de l'esprit inventif et de la grande expertise technique de nos étudiant-e-s. Il ne s'agit toutefois que de trois exemples parmi d'autres. Vous en trouverez plus dans cette brochure.

Je vous souhaite une lecture passionnante et à nos étudiant-e-s un bon départ dans leur avenir professionnel.

#### Dear Readers

A car that goes from 0 to 100 in three and a half seconds with twin eco-friendly electric engines, a powered stunt plane turning pirouettes in the sky without generating any noise or emissions, and an electric skateboard using an electronics system developed by students that allows the last mile to be covered in leisurely fashion. Students at the Bern University of Applied Sciences Engineering and Information Technology department tackle exciting projects. They often find their degree opens up tremendous opportunities for the future. Completing an extensive programme in engineering and information technology obviously requires determination and commitment. But the programme never remains limited to dull theory as students grapple with application-oriented scenarios and real-world problems at an early stage. Creativity and original thinking are also key – qualities that will later ensure a smooth transition from study to working life. The electric racing car mentioned above was designed by students at the BFH who were participating in the international Formula Student competition. The stunt plane with an electric engine first took shape as the bachelor's and then the master's thesis of two students and is now being developed by the BFH spin-off Evolaris. The skateboard's motor-controller, based on gallium-nitride transistors, was developed by students and could be made smaller and manufactured less expensively in the long-term. BFH presented these three projects to the public at the E-Prix Bern 2019 event. They highlight our students' ingenuity and outstanding technical expertise. They are just three of many examples, some of which are featured in this brochure.

I hope you enjoy reading the brochure and that our students all get off to a flying start in their future careers.

 Prof. Dr. Lukas Rohr

# Inhalt

## Table des matières Contents

2

### **Titel**

- 3 Technik und Informatik an der BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Infotage
- 8 Fit für die Zukunft
- 10 Interviews mit Studierenden
- 12 Zusammenarbeitsformen
- 14 Industriepartner
- 16 Liste der Absolventinnen und Absolventen
- 17 Bachelorarbeiten

### **Titre**

- 3 Technique et informatique à la BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Journées d'information
- 8 Prêts pour l'avenir
- 10 Interviews d'étudiants
- 12 Formes de collaboration
- 14 Partenaires industriels
- 16 Liste des diplômées et des diplômés
- 17 Travaux de bachelor

### **Title**

- 3 Engineering and Information Technology at BFH
- 6 Alumni BFH
- 7 Info days
- 8 Fit for the future
- 10 Interview with students
- 12 Collaboration
- 14 Industry partners
- 16 List of Graduates
- 17 Bachelor Theses

### **Impressum**

**Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik**

#### **Online**

book.bfh.ch

#### **Inserate**

communication.ti@bfh.ch

#### **Formatierung**

Hot's Design Communication SA

#### **Druck**

staempfli.com

#### **Auflage**

800 Ex.

### **Impressum**

**Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique**

#### **Online**

book.bfh.ch

#### **Annonces**

communication.ti@bfh.ch

#### **Mise en page**

Hot's Design Communication SA

#### **Impression**

staempfli.com

#### **Tirage**

800 exemplaires

### **Imprint**

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

#### **Online**

book.bfh.ch

#### **Advertisements**

communication.ti@bfh.ch

#### **Layout**

Hot's Design Communication SA

#### **Printing**

staempfli.com

#### **Edition**

800 copies

# Technik und Informatik an der BFH

## Technique et informatique à la BFH

### Engineering and Information Technology at BFH

Die Berner Fachhochschule BFH ist eine anwendungsorientierte Hochschule mit einem innovativen und praxisnahen Angebot in Lehre, Forschung und Entwicklung sowie 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 Vertiefungsrichtung und arbeiten an forschungsnahen und praxisrelevanten Projekten mit.

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

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

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

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

#### Les études de bachelor comme base solide

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Der Master als Sprungbrett

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

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

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

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

## Le master comme tremplin

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

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

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

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

## Master's degree to springboard your career

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

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

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

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

## Die Forschung und Entwicklung als Triebfeder der Innovation

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

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

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

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

## Die Weiterbildung als Programm

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

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

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

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

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

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

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

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

## La formation continue comme programme

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

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

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

## Research and development as the driving force of innovation

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

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

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

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

## Continuing education programmes

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

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

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

# Alumni BFH

## Alumni BFH

## Alumni BFH

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

# Infotage

## Journées d'information

### Info days

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

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

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

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

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

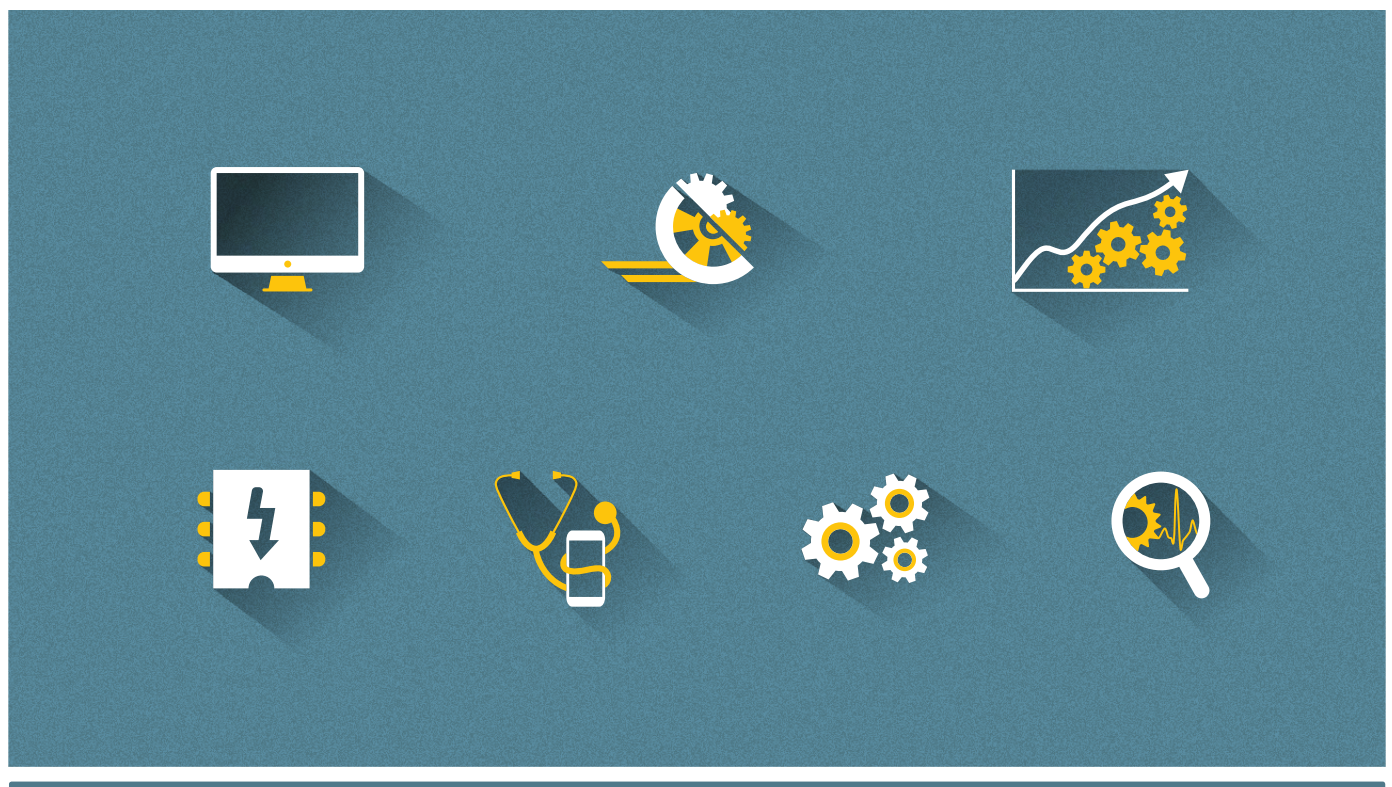
Pour en savoir plus [bfh.ch/ti/journeesdinformation](http://bfh.ch/ti/journeesdinformation)

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

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

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

7





# Fit für die Zukunft Prêts pour l'avenir Fit for the future

8



**Max Felser**

**Abteilungsleiter Elektrotechnik und Informationstechnologie**

**Directeur de la division Génie électrique et technologie de l'information**

**Head of Electrical Engineering and Information Technology Division**

Schreiten die Entwicklung der Technik und die Anforderungen der Industrie in dem Tempo voran wie während der letzten Jahre, werden die heutigen Studierenden die nächste industrielle Revolution erleben – und mitprägen. Industrie 4.0 und Digitalisierung haben viele Berufsfelder stark verändert, was in der Ausbildung entsprechend berücksichtigt wird. Wer über einen Abschluss als Bachelor of Science in Elektrotechnik und Informationstechnologie verfügt, ist fit für die Zukunft.

## **Breiter Anwendungsbereich**

Keine Kaffeemaschine, kein TV-Gerät, kein Handy funktioniert heute ohne eingebettete elektronische Steuerung. Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure planen und realisieren solche Systeme. Sie verknüpfen kleinste Computer mit der Telekommunikation, vereinen alternative Energiesysteme mit der Mobilität und treiben die intelligente Automation von Maschinen und Anlagen voran. Schlüsseltechnologien sind dabei die klassische Elektrotechnik und die Informationstechnologie. Basierend auf Mathematik und Naturwissenschaften werden diese mit moderner, flexibel programmierbarer Elektronik und Informatiklösungen kombiniert.

## **Konkrete Tätigkeitsfelder**

Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure bauen Systeme von A bis Z: Sie entwickeln Produkte, führen Simulationen durch, planen die anschliessende Produktion und überwachen die Anlagen. Sie können aber auch in den Bereichen Marketing, Beratung, Verkauf oder Schulung tätig sein. Häufig arbeiten sie im Energie- und Verkehrssektor, in der Informatik- oder Telekommunikationsbranche sowie in Industrie- und Automationsbetrieben.

## **Gesuchte Fachkräfte**

In den ersten zwei Studienjahren erlernen die Studierenden die technischen Grundlagen, im dritten Jahr tauchen sie in eine von

Si le développement de la technologie et les exigences de l'industrie se poursuivent au même rythme que ces dernières années, les étudiant-e-s d'aujourd'hui vivront et marqueront la prochaine révolution industrielle. La numérisation a déjà fortement modifié de nombreux secteurs professionnels et la formation doit en tenir compte. Les titulaires d'un bachelor en Génie électrique et technologie de l'information sont idéalement préparés pour l'avenir.

## **Vaste champ d'application**

Aucune machine à café, aucun téléviseur, aucun portable ne fonctionne aujourd'hui sans commande électronique intégrée. Les ingénieurs électriciens planifient et réalisent de tels systèmes. Ils relient les plus petits ordinateurs avec la télécommunication, combinent les systèmes énergétiques alternatifs avec la mobilité et font progresser l'automation intelligente des machines et dispositifs. Les technologies clés sont l'électronique classique et l'informatique. Basées sur les mathématiques et les sciences naturelles, elle est combinée à des solutions électroniques et informatiques modernes et programmables de manière flexible.

## **Champs d'action concrets**

Les ingénieurs électriciens construisent des systèmes de A à Z: ils développent des produits, procèdent à des simulations, planifient la production ultérieure et surveillent les installations. Ils sont toutefois aussi aptes à travailler dans les domaines du marketing, du conseil, de la vente ou de la formation. Ils œuvrent souvent dans le secteur de l'énergie et des transports, dans la branche de l'informatique ou de la télécommunication ainsi que dans les sociétés industrielles et d'automatisation.

## **Spécialistes recherchés**

Pendant les deux premières années d'études, les étudiant-e-s acquièrent les bases techniques et au cours de la troisième année s'immergent dans l'une des cinq orientations proposées. Immédiatement après l'obten-

If the progress of technology and the demands of the industry continues at this pace, today's students will live through and shape the next industrial revolution. Industry 4.0 and digitisation have already radically changed many professions – something which the education system must take into account. Anyone with a Bachelor of Science degree in electrical engineering and information technology is fit for the future.

## **Wide range of applications**

No coffee machine, TV or mobile phone will work today without embedded electronic controls. Electrical engineers plan and implement such systems. They integrate micro-computers into telecommunications, combine alternative energy systems with mobility and drive forward the intelligent automation of machines and systems. The key technology here are traditional electrical engineering and information technology. On the basis of mathematics and the sciences, these are combined with modern, flexible, programmable electronics and computer engineering.

## **Specific areas of activity**

Electrical engineers create systems from A to Z. They develop products, carry out simulations, plan subsequent production process and monitor the systems. They also find opportunities in marketing, consulting, sales and training. They often work in the energy, transport, IT or telecommunications sectors or for industrial and automation companies.

## **Highly sought-after specialists**

Students spend the first two years of the programme learning about the fundamental technical principles and in the third year gain an in-depth understanding of one of five specialisations available. They are ready to enter industry immediately after completing the bachelor's degree programme.

fünf angebotenen Vertiefungsrichtungen ein. Direkt nach dem Bachelor-Abschluss sind sie bereit für einen Einsatz in der Industrie.

### Titel/Abschluss

Bachelor of Science (BSc)

### Studienform

Vollzeitstudium (6 Semester), berufsbe-  
gleitendes Studium (9 Semester), Teilzeit  
(nach individuellem Plan) oder praxisinte-  
griertes Studium für Gymnasiastinnen und  
Gymnasiasten (8 Semester)

### Unterrichtssprache

Das Studium kann in Deutsch oder  
zweisprachig in Deutsch und Französisch  
absolviert werden. Möglichkeit zum  
Erwerb des «Zertifikats für zweisprachige  
Kompetenzen».

### Vertiefungen

Im 3. Studienjahr wählen die Studierenden  
eine technische Vertiefung und/oder die  
Vertiefung Management.

- **Communication Technologies:**  
Grundlagen, Merkmale und Infrastruktu-  
ren verschiedener Kommunikationstech-  
nologien
- **Electric Energy and Renewable Systems:**  
Erzeugung, Speicherung und Verteilung  
von elektrischer Energie, insbesondere  
aus erneuerbaren Quellen
- **Embedded Systems:**  
Hardware, Software und Kommunikation  
von digitalen Systemen, die mit einer  
technischen Umgebung interagieren
- **Industrial Automation and Control:**  
Vernetzte Steuerungen und Leistungslekt-  
tronik für industrielle Fertigungsanlagen
- **Management:**  
Vertiefende Ergänzung zu den drei  
obligatorischen Grundlagenmodulen der  
ersten beiden Studienjahre

### Bachelorarbeit

Schon während des Studiums beschäftigen  
sich die Studierenden mit Projekten aus  
der Praxis. Auch als Basis für die Bachelor-  
arbeit dienen meistens Anfragen aus der  
Wirtschaft.

### Kontakt

Haben Sie Fragen zum Studium an der  
BFH? Können Sie sich vorstellen, dass  
Studierende im Rahmen von Projekt- und  
Bachelorarbeiten für Ihre Firma forschen  
und entwickeln? Möchten Sie offene  
Stellen mit Studienabgängerinnen oder  
-abgängern besetzen?  
Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!

034 426 68 25 (Sekretariat)  
office.eit@bfh.ch

### Mehr Informationen

bfh.ch/ti/elektro

tion du diplôme de bachelor, ils sont prêts à  
travailler dans l'industrie.

### Titre/Diplôme

Bachelor of Science (BSc)

### Formes des études

Études à plein temps (6 semestres), études  
en cours d'emploi (9 semestres), études  
à temps partiel (selon plan individuel) ou  
études intégrant la pratique pour les gym-  
nasiennes et gymnasien (8 semestres)

### Langue d'enseignement

Les études peuvent être suivies en alle-  
mand ou en deux langues, allemand et  
français. Possibilité d'acquérir le « Certifi-  
cat de compétences bilingues ».

### Orientations

Au cours de la 3<sup>e</sup> année d'études, les  
étudiant-e-s choisissent une orientation  
technique et/ou l'orientation Management.

- **Communication Technologies :**  
bases, caractéristiques et infrastructures  
des différentes technologies de commu-  
nication
- **Electric Energy and Renewable Systems :**  
production, stockage et distribution de  
l'énergie électrique, notamment issue de  
sources renouvelables
- **Embedded Systems :**  
matériel, logiciel et communication de  
systèmes numériques qui interagissent  
avec un environnement technique
- **Industrial Automation and Control :**  
conduites en réseau et électronique de  
puissance pour installations de produc-  
tion industrielles
- **Management :**  
approfondissement des trois modules  
de base obligatoires des deux premières  
années d'études

### Travail de bachelor

Déjà pendant leurs études les étudiant-e-s  
s'occupent de projets pratiques. Des  
demandes du monde économique servent la  
plupart du temps de base pour le travail de  
bachelor.

### Contact

Avez-vous des questions sur les études  
à la BFH? Pouvez-vous imaginer que des  
étudiant-e-s s'adonnent à la recherche et  
développement pour votre entreprise dans  
le cadre de travaux de projet et de bache-  
lor? Souhaitez-vous recruter des diplô-  
mées et des diplômés de la division Génie  
électrique et technologie de l'information  
pour des postes vacants?  
N'hésitez pas à nous contacter!

034 426 68 25 (secrétariat)  
office.eit@bfh.ch

### Plus d'informations

bfh.ch/ti/electro

### Title/degree

Bachelor of Science (BSc)

### Mode of study

Full-time programme (six semesters),  
work-study programme (nine semesters),  
part-time programme (based on individual  
schedule) or work-study programme for  
secondary school students (eight semesters)

### Language of instruction

The programme can be undertaken in Ger-  
man or bilingually in German and French.  
Opportunity to obtain the "certificate of  
bilingual proficiency".

### Specialisations

In the third year of the programme,  
students select a technical specialisation  
and/or the management specialisation.

- **Communication Technologies:**  
Basic principles, characteristics and in-  
frastructure of various communications  
technologies
- **Electric Energy and Renewable Systems:**  
Generation, storage and distribution  
of electrical energy, particularly from  
renewable sources
- **Embedded Systems:**  
Hardware, software and communication  
of digital systems which interact with a  
technical environment
- **Industrial Automation and Control:**  
Networked control systems and power  
electronics for industrial manufacturing  
systems
- **Management:**  
In-depth supplementary course on top  
of the three mandatory basic modules of  
the first two years of study

### Bachelor's thesis

Students tackle application-based projects  
during the programme. Requests from  
industry are usually used as a basis for  
bachelor's theses.

### Contact

Do you have any questions about the  
degree programme at the BFH? Could you  
imagine students carrying out research and  
development tasks for your company as  
part of project assignments and bachelor's  
theses? Do you have graduate vacancies  
that you're looking to fill?

We look forward to hearing from you.

034 426 68 25 (administration office)  
office.eit@bfh.ch

### More information

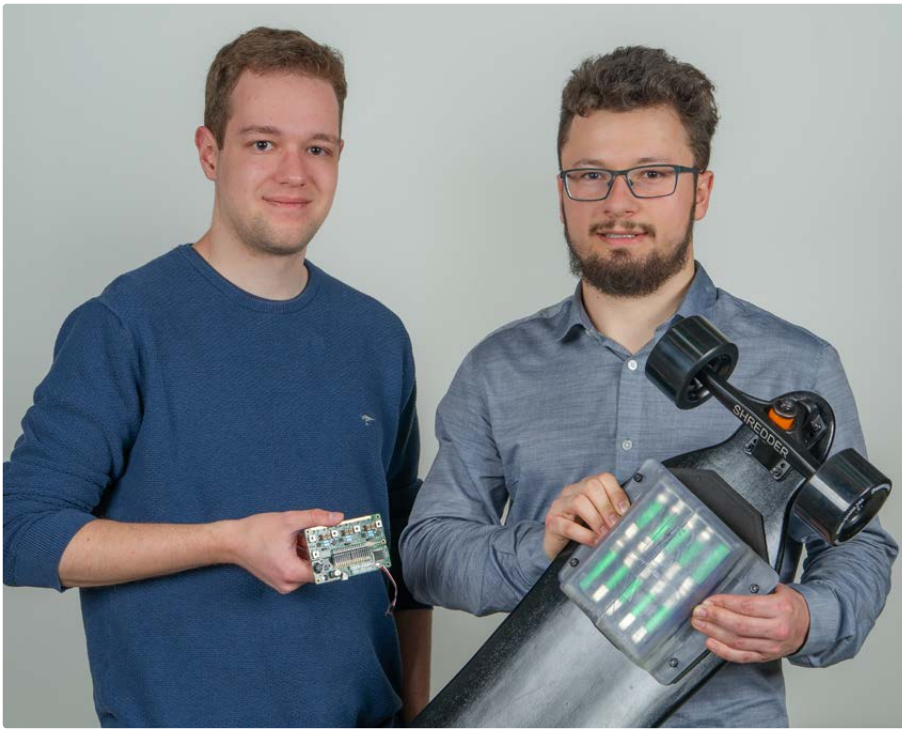
bfh.ch/ti/electrical

# Interviews mit Studierenden

## Interviews d'étudiants

### Interviews with students

10



Iso Lechthaler und Nicolas Stutz

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

I.L.: Ich wusste bereits sehr früh, dass ich nach der Schule eine Ausbildung im Bereich Elektrotechnik machen möchte. So habe ich mich für eine Lehre zum Elektroinstallateur EFZ beworben und die Lehrstelle auf Anhieb erhalten. Als dann das Ende der ersten Ausbildung nahte, war ich mit der Tiefe der gelernten Materie noch nicht ganz zu frieden. Deshalb habe ich im Anschluss an die Lehre die Vollzeit-Berufsmatura in Angriff genommen, um danach im Studium Elektrotechnik und Informationstechnologie mein Wissen im Bereich Elektrotechnik weiter vertiefen zu können.

N.S.: Die Elektrotechnik ist ein riesiges Fachgebiet, in dem man nie ausgelernt hat. Bereits während meiner Lehre als Elektroniker war ich mir sicher, dass ich danach das Elektrotechnik und Informationstechnologie - Studium in Burgdorf absolvieren möchte.

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

I.L.: Zuhören, lernen, Berichte schreiben, Prüfungen schreiben und in kleinen Praxisarbeiten das Gelernte vertiefen,

kurz umschrieben. Gefallen hat mir dabei die Breite des vermittelten Stoffes, von Physik bis zum Erlernen von verschiedenen Programmiersprachen.

N.S.: In den ersten paar Semestern des Studiums hat man vor allem Grundlagenfächer wie Mathematik, Physik und auch Sprachen. Mit der Zeit taucht man immer mehr in die Elektrotechnik ein und es kommen kleinere Projekte hinzu, die das Studium sehr praxisnah und abwechslungsreich machen. Im letzten Drittel des Studiums kann man die Module selbst auswählen und arbeitet über das ganze Semester an grösseren Projekten. Die meisten Projekte werden in Teams bearbeitet, nicht zuletzt deshalb entstand im Verlauf des Studiums ein starker Zusammenhalt in der Klasse. Und auch sonst herrscht in Burgdorf ein freundlicher und familiärer Umgang untereinander.

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

I.L.: Da ich das Studium Vollzeit besucht habe, blieb mir nicht viel Zeit und Lust für einen Nebenjob. Ich habe aber die langen Sommerferien genutzt, um als temporäre Arbeitskraft in meinem Beruf als Elektroinstallateur EFZ zu arbeiten.

N.S.: Während des Semesters habe ich nebenbei nicht gearbeitet. Zu Beginn wäre es kein Problem gewesen, aber gegen Ende des Studiums geben vor allem die Projektarbeiten viel zu tun und nebenbei sollte man auch noch für Prüfungen lernen.

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

I.L.: Das während der Lehr- und Studienzzeit Erlernte half mir massgebend beim Verständnis von technischen Geräten. Zudem wurden im Studium die Grundlagen geschaffen, die benötigt werden, um neue technische Geräte entwickeln zu können. Nach dem Studium würde ich gerne mein Wissen als Elektroingenieur in einer Firma gewinnbringend anwenden können.

N.S.: Nach dem Studium möchte ich als Elektroingenieur arbeiten. Da heutzutage in fast allen Bereichen Elektronik verbaut ist, bieten viele Branchen Einstiegsmöglichkeiten. Mich würde besonders die Elektromobilität interessieren.

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

I.L.: Ein gewisses Mass an Durchhaltewillen muss vorhanden sein. Ist jedoch ein grosses Interesse an Elektrotechnik und Physik vorhanden, sollte das kein Problem darstellen.

N.S.: Im Nachhinein würde ich wohl in den ersten paar Semestern mehr Wahlmodule belegen. Dann hat man noch Zeit dazu, im späteren Verlauf des Studiums hat man dann immer weniger Zeit. Vielfach sind die Wahlmodule aber sehr interessant und lehrreich und können auch ein bisschen lockerer angegangen werden als die meisten Pflichtmodule.

The logo features the word "Bystronic" in white, bold, sans-serif font, positioned in the upper left corner of a solid red square. The letter "y" is partially obscured by a white, diamond-shaped graphic composed of a grid of small dots.

**Bystronic**

# Best choice. Karriere bei Bystronic.

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

# Zusammenarbeitsformen

## Formes de collaboration

### Collaboration

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

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

Als Wirtschaftspartner können Sie Themen vorschlagen. Werden Themen gewählt, bearbeiten Studierende diese alleine oder in kleinen Gruppen in dafür vorgesehenen Zeitfenstern selbständig. Dabei werden die Studierenden durch Ihre Fachperson sowie durch eine Dozentin oder einen Dozenten der Berner Fachhochschule betreut. Die Rechte und Pflichten der beteiligten Parteien werden in einer Vereinbarung geregelt.

Möchten Sie Themen für studentische Arbeiten vorschlagen und mehr über eine mögliche Zusammenarbeit erfahren? Kontaktieren Sie uns und überzeugen Sie sich vom Innovationspotenzial unserer Studierenden.

Acquérir de nouvelles connaissances, créer des synergies, découvrir la pertinence pratique : dans le domaine de la recherche appliquée et du développement, la Haute école spécialisée bernoise travaille en étroite collaboration avec l'économie et l'industrie. Le lien entre la recherche et l'enseignement en est renforcé et l'enseignement profite des nouvelles connaissances. Il en résulte un enseignement de haute qualité et axé sur la pratique.

Pour permettre aux entreprises de faire aujourd'hui déjà la connaissance des spécialistes de demain ou d'aborder un sujet, elles ont la possibilité de réaliser des projets ou des travaux de fin d'études en collaboration avec des étudiant-e-s.

En tant que partenaire économique, vous pouvez proposer des thèmes. S'ils sont choisis, les étudiant-e-s les traitent de manière autonome, seuls ou en petits groupes, dans les créneaux horaires prévus à cet effet. Les étudiant-e-s seront encadré-e-s par votre spécialiste ainsi que par une enseignante ou un enseignant de la Haute école spécialisée bernoise. Une convention régit les droits et les obligations des parties concernées.

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

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

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

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

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

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

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



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



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



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

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

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



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



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



Marktbüchliche Preise  
Prix du marché  
Prevailing Prices

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

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



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

Innosuisse, SNF / FNS, EU / UE



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



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

# Industriepartner

## Partenaires industriels

## Industry partners

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

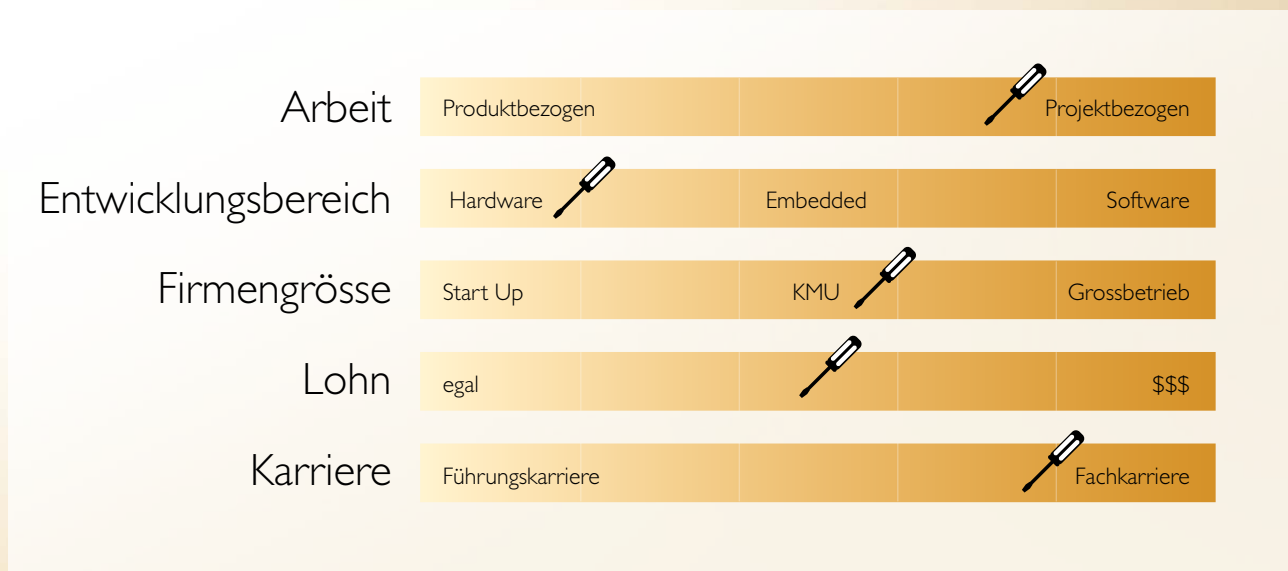
A nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. Dans le domaine de l'électricité, de nombreuses thèses se font en partenariat avec des entreprises de l'ensemble de la Suisse. Nous remercions ces entreprises pour ces fructueuses collaborations!

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

Abilium GmbH, Bern  
Aptomet AG, Gümligen  
Balluff HyTech AG, Bellmund  
BE Netz AG, Luzern  
BLS AG, Bern  
BKW AEK Contracting AG, Solothurn  
Delisys AG, Münsingen  
Genossenschaft Elektra, Jegenstorf  
Kyburz AG, Freienstein  
PRECITEL AG, Gwatt  
Reber Informatik + Engineering GmbH, Münsingen  
Saia-Burgess Controls AG, Murten  
Signal AG, Büren a/A  
Source Engineers GmbH, CH- Bern  
telma ag, Seftigen  
TrafficLink AG, Bern

# Wir verschaffen deiner Karriere den gewünschten Boost!

Worauf legst du wert?



Mit unserem Netzwerk von rund 700 IT- und Engineering-Unternehmen erhöhst du die Wahrscheinlichkeit entscheidend, den optimalen Job zu finden und diesen auch zu erhalten.

Gerne erwarten wir deinen CV zur vertraulichen Prüfung.

[www.consultandpepper.com](http://www.consultandpepper.com)



Fabian Imhof  
Niederlassungsleiter Bern  
+41 31 511 10 10  
[fabian.imhof@consultandpepper.com](mailto:fabian.imhof@consultandpepper.com)

**CONSULT & PEPPER**  
PROFESSIONAL RECRUITING SOLUTIONS



# Liste der Absolventinnen und Absolventen

## Liste des diplômées et des diplômés

### List of Graduates

16 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Bachelorarbeiten Elektrotechnik und Informationstechnologie des Jahres 2019.

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

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

Ci-dessous, nous vous présentons les résumés des travaux de bachelor en Génie électrique et technologie de l'information de l'année 2019.

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

Les 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 Electrical Engineering and Information Technology in 2019.

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

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

Aeschimann Stefan.....	17	Jäggi Tobias Silvan.....	30	Portenier Alexander.....	24
Akbari Mehdi .....	18	Jeker Nicolas .....	31	Sahandabadi Ali .....	41
Baumann Dominic Beat Martin .....	19	Kasper Tobias.....	32	Sahli Patrick.....	42
Binggeli Patrick Silvan .....	20	Kessi Benjamin Thomas .....	33	Schär Christoph .....	44
Böll Martin .....	21	Klossner Rafael .....	34	Schüpbach Samuel .....	45
Bühler Manuel.....	22	Köhli Jan .....	33	Sommer Thomas.....	17
Burgunder Joshua .....	23	Krebs Daniel.....	35	Steiner Matthias .....	46
Eggimann Marcel .....	21	Krummen Fabian.....	36	Stillhardt Donato .....	47
Fankhauser Philippe Alain .....	24	Kropf Lukas .....	19	Studer Marc Simon .....	38
Frank Lukas.....	25	Küng Fabian .....	38	Stutz Nicolas.....	48
Frei Pascal.....	26	Lechthaler Iso Camille.....	39	von Rotz Martin .....	49
Hadorn Jan Luca.....	27	Lüthi Stefan .....	34	Wickli Patric Kevin .....	50
Heller Lea.....	28	Meier Samuel.....	23	Yildiz Bilal Korhan .....	51
Issler David .....	30	Moser Florian Nicola .....	40		

# Einsatz von HoloLens im Unterhalt

Studiengang : BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung : Embedded Systems  
Betreuer : Prof. Max Felser  
Experte : Josef Meyer

17

Anhand der Verbindung einer bestehenden Anlage mit einer HoloLens wird aufgezeigt, welche Möglichkeiten sich bieten, wenn Mixed Reality im Unterhalt eingesetzt wird. Dazu wurde eine Applikation für die HoloLens entwickelt, die ermöglicht, Daten und Zustände der Anlage direkt in der Mixed Reality darzustellen, sowie von da aus Befehle an die Anlage zu senden. Zudem wurden verschiedene Methoden zur Interaktion zwischen Anwender und Applikation realisiert.

## Ausgangslage

Mit der automatischen Bar ist die BFH im Besitz einer Anlage, welche ihre Betriebszustände bereits via Netzwerk auf einen MQTT Broker sendet und auch darauf ausgelegt ist, über diesen gesteuert zu werden. Sie dient als Demonstrationsanlage für unsere Arbeit. Als Hardware für die Mixed Reality wurde eine Microsoft HoloLens der ersten Generation (Abb. 1) verwendet.

## Umsetzung

Um die Mixed Reality zu gestalten, wurde das Programm Unity genutzt, welches ermöglicht, 3D Welten zu erzeugen und zu organisieren. Die gesamte Logik und Schnittstellen zwischen den einzelnen Objekten, dem Netzwerk und der realen Welt wurden durch C# Skripte realisiert. Schlussendlich wurde das gesamte Projekt in Visual Studio kompiliert und auf die HoloLens geladen. Weiter wurde mit den Open Source Projekten Holotoolkit, das grundlegende Funktionen zur HoloLens in Unity bietet, und Blender, welches die Gestaltung von 3D-Objekten ermöglicht, gearbeitet. Für die Bilderkennung wurden die Tools von Vuforia verwendet. Die beidseitige Kommunikation zwischen der automatischen Bar und der HoloLens erfolgt über das Netzwerk und den MQTT Broker der BFH.

## Resultat und Ausblick

Die Applikation ist im Stand, die Prozessdaten der Anlage in der Mixed Reality anzuzeigen, Befehle über die HoloLens entgegen zu nehmen, diese an die Anlage weiterzuleiten sowie den Anwender durch die einzelnen Prozessschritte zu führen (Abb. 2). Der Anwender interagiert mit der Applikation via Gesten- und Sprachsteuerung und die Applikation mit dem Anwender durch Darstellen von 3D-Objekten und Audioausgaben. Zur erweiterten Bedienung der Applikation wurden verschiedene Modi implementiert, um die Mixed Reality mit der realen Welt zu synchronisieren und die 3D-Objekte gemäss Anwenderwunsch positionieren zu können. QR-Codes an der Anlage können mit der HoloLens gescannt werden, wodurch zusätzliche Informationen zu den einzelnen Elementen eingeblendet werden wie Datenblätter oder der Schaltplan. Die Bilderkennung wurde exemplarisch für das Warnzeichen auf dem Schaltschrank umgesetzt. Wird das Zeichen erkannt, wird dessen Bedeutung eingeblendet.

Mit dieser neuen Applikation ist die BFH im Besitz einer kompletten Demonstrationsanlage, die interessierten Personen einen vertieften Einblick in die Möglichkeiten zur Verwendung von Mixed Reality im Unterhalt bietet. Sie kann auch als Basis für zukünftige Projekte verwendet werden.



Stefan Aeschimann  
stefan.aeschimann@hotmail.com



Thomas Sommer  
thom.somm@bluewin.ch



Abb. 1: Microsoft HoloLens der ersten Generation

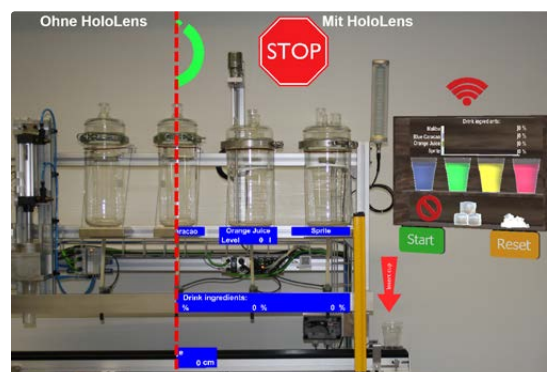


Abb. 2: Ansicht der automatischen Bar ohne und mit HoloLens

# Funksysteme auf Software Defined Radios

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies

Betreuer: Prof. Dr. Rolf Vogt

Experte: Stefan Hänggi (armasuisse)

18

Software Defined Radios (SDRs) erobern gegenwärtig die drahtlose Kommunikationstechnik. Die Möglichkeit, ehemals durch Hardware zu realisierende Signalverarbeitungsaufgaben softwaremässig zu erledigen, eröffnet ungeheure neue Möglichkeiten. In diesem Projekt geht es darum, ein drahtloses Kommunikationssystem, bestehend aus einem Sender und einem Empfänger, auf je einem kompakten SDR zu realisieren.



Mehdi Akbari

077 960 61 78

mehdi.akbari@protonmail.com

## Ausgangslage

Ein SDR ist ein komplexes System. Es führt mehrere anspruchsvolle Aufgaben gleichzeitig aus, um das simultane Senden und Empfangen von Daten zu ermöglichen.

Im Allgemeinen besteht ein digitales Kommunikationssystem aus einer Kette von sequenziellen Signalverarbeitungsschritten. Diese sind dafür verantwortlich, einen bestimmten Informationstyp – sei es menschliche Sprache, Musik oder Videobilder – aufzunehmen und über Funk an einen Empfänger zur Verarbeitung und Dekodierung zu übertragen. So wird eine rekonstruierte Version des ursprünglichen Informationssignals möglich.

## Vorgehen

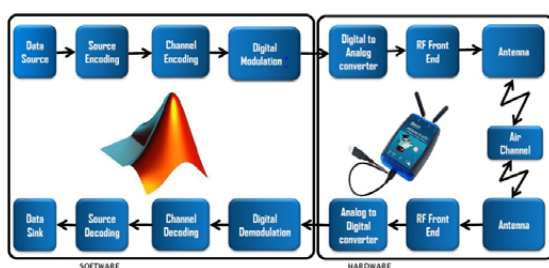
- Verarbeiten der ursprünglichen Datenbits und Erzeugen benutzerdefinierter digitaler Basisband-Wellenformen im Sender
- Kanalkodierung und Senden der Wellenform mit einem SDR
- Erfassen der gesendeten Daten mit dem zweiten SDR
- Verarbeitung der erfassten Daten im Empfänger
- Originaldaten dekodieren / wiederherstellen

Die Funktionsblöcke wie Quellkodierung, Kanalkodierung, Modulation, RF-Signalerzeugung beim Sender bzw. Empfang, Demodulation, Kanaldecodierung, Offsetkorrektur von Frequenz und Zeit sowie Datadecodierung beim Empfänger sind realisiert worden.

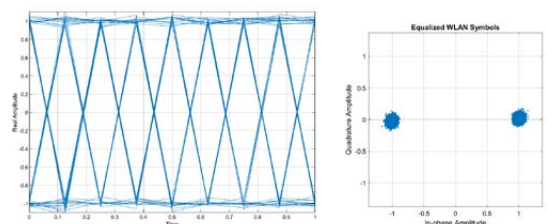
All diese Vorgänge wurden im MATLAB programmiert und die entsprechenden Algorithmen dafür entwickelt.

## Fazit

In diesem Projekt wurden von drei verschiedenen Signalquellentypen (Bild, Stimme, Video) deren zwei, nämlich **Bild** und **Stimme** erfolgreich auf dem WLAN Standard 802.11 kodiert, gesendet, dekodiert und wiederhergestellt worden. Die erfolgreiche Datenübertragung hängt von korrekten und präzisen Algorithmen ab. Um das Signalverhalten während der Kommunikation zu untersuchen, gibt es sogenannte Metriken zur Visualisierung. Das Augen- & Konstellationsdiagramm zeigt auf einen Blick, ob das Signal gut oder schlecht empfangen wurde.



SDR-System Aufbau



Augen- & Konstellationsdiagramm bei erfolgreicher Übertragung

# Ferndiagnose von Personenzugfahrzeugen vom Typ RABe 525 / RABe 535

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Dr. Torsten Mähne  
Experte: Josef Meyer  
Industriepartner: BLS AG, Bern

Zur Verbesserung der Diagnose auf den NINA- und Lötschberger-Zügen (RABe 525 und RABe 535) der BLS AG wurde ein Prototyp entwickelt, welcher verschiedene, auf dem Zug verteilte Systeme auslesen kann. Das Prototyp-System, genannt NADIA, sammelt die Daten auf dem Fahrzeug. Diese Daten überträgt NADIA an ein bereits bestehendes Flottenmanagementsystem, wo diese dargestellt werden. NADIA konnte erfolgreich auf einer NINA eingebaut und getestet werden.

## Ausgangslage

Moderne Züge sammeln Diagnose- und Betriebsdaten und senden diese an ein Flottenmanagementsystem. Letzteres stellt die Daten visuell auf einer Weboberfläche dar. Auf den etwas älteren NINA- und Lötschberger-Zügen der BLS AG werden die Diagnose- und Betriebsdaten noch nicht zentral gesammelt und übertragen. Im Störfall muss das betroffene System auf dem Zug ausgelesen werden. Im Vergleich zu moderneren Zügen bedeutet dies einen zeitlichen Mehraufwand und damit erhöhte Unterhaltskosten. Um den Mehraufwand zu minimieren, sollte ein Prototyp entwickelt werden, der in der Lage ist aus verschiedenen Systemen Diagnose- und Betriebsdaten auszulesen, diese zu sammeln und an das bereits für andere Flotten verwendete Managementsystem zu schicken.

## Konzept und Realisierung

Zunächst wurden die Schnittstellen der verschiedenen auszulesenden Zugsysteme (Traktion, WC, etc.) analysiert und ein Umsetzungskonzept (Abb. 1) erstellt. Letzteres sieht vor, dass mehrere auf dem Zug verteilte Sensorknoten die Signale oder Daten von den Zugsystemen auslesen und diese an einen zentralen Server im Zug schicken. Zur Kommunikation zwischen Sensorknoten und Server wird das

MQTT-Protokoll über einen bereits bestehenden Ethernet-Bus verwendet. Der Server speichert die gesammelten Daten und schickt diese periodisch über eine bestehende GSM-Schnittstelle an das Flottenmanagementsystem. Die Speisung der Sensorknoten und des Servers erfolgt per Ethernet mittels PoE (Power over Ethernet).

Für den Sensorknoten musste eine eigene Hardware (Abb. 2) entwickelt werden. Diese baut auf einem Pocketbeagle auf und stellt die benötigten Schnittstellen (2x RS-232, 6x digitale und 5x analoge Eingänge) zu den Systemen bereit. Die Speisung wird über PoE sichergestellt. Als Server konnte ein Raspberry Pi mit PoE Hat verwendet werden. Der Sensorknoten wurde mit Node-RED programmiert. Die Serversoftware basiert auf Node.js und einem Mosca MQTT-Broker.

## Resultat

Der fertig entwickelte Prototyp, bestehend aus einem Server und vier Sensorknoten, konnte nach mehreren Labortests erfolgreich in einen NINA-Zug eingebaut werden. Die Diagnosedaten des Bordnetzumrichters, des Traktionsrechners, des VICS (zentrales Fahrzeugsteuergerät) sowie verschiedene analoge und digitale Signale des WCs werden ausgelesen und auf dem Server gespeichert. Dieser überträgt die Daten periodisch an das Flottenmanagementsystem.



Dominic Beat Martin Baumann



Lukas Kropf  
lukas.kropf@gmail.com

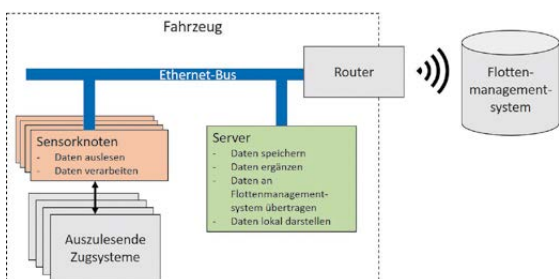


Abb. 1: Konzept zum Auslesen der Zugsysteme mit Sensorknoten und zentralem Server

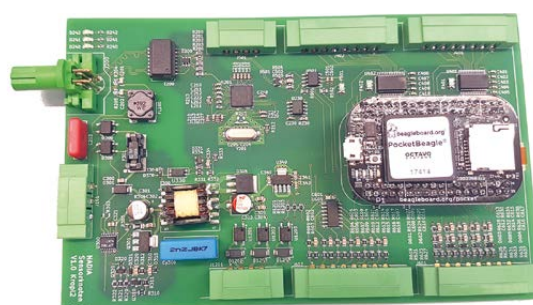


Abb. 2: Bestücktes PCB des Sensorknotens

# Konfektionierung mit Roboter

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Prof. Dr. Norman Urs Baier

Experte: Thomas Fankhauser (mcs software ag)

20

In Logistik-Zentren werden viele Artikel kurzfristig zwischengelagert: Angeliefert werden sie vom Hersteller in grossen Verpackungseinheiten und ausgeliefert werden sie kombiniert mit anderen Produkten in kleineren Einheiten an die Endkunden. Für die Einlagerung und die Auslagerung müssen sie gegriffen und positionsgenau abgelegt werden. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis soll eine Beispielanwendung für eine Umverpackung konzeptioniert und implementiert werden.



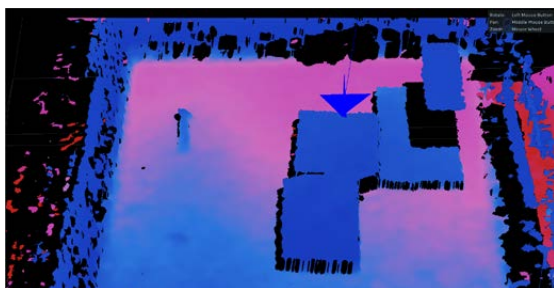
Patrick Silvan Binggeli  
et11bipa@gmail.com

## Ausgangslage

Die Problemstellung für diese Projekt entstammte von einem Industriepartner. Dabei handelt es sich um einen Zwischenhändler für Autoersatzteile. Dieser besitzt ein Lagerhaus, in welchem ein automatisiertes Ablagesystem mit Kisten eingesetzt wird. Das eingesetzte System kann zwar die Kisten mit den Ersatzteilen zum Verpackungsort transportieren, die Ersatzteile müssen jedoch von Angestellten entnommen und in einem Paket, welches später an die Werkstätte geschickt wird, zusammengestellt werden. Bei der angestrebten Lösung des Problems handelt es sich um einen Roboter, welcher diese Aufgabe übernehmen soll.

## Umsetzung

Es wurde ein demonstrativer Aufbau mit einem P-Rob und einer Intel RealSense-Kamera entwickelt, um die verschiedenen Ansprüche an die Steuerung praktisch umzusetzen und zu testen. Die Kamera wird per USB3-Schnittstelle mit einem PC verbunden. In den erhaltenen 3D-Bildern wird mit einem Bildverarbeitungs-Algorithmus von MvTec Halcon ein Objekt gesucht, dessen Form in einer zuvor erstellten CAD-Datei (Computer Aided Design) definiert ist. Das Programm berechnet mit der gleichen Datei ebenfalls ein vereinfachtes Kollisionmodell (sog. Axis-Aligned-Bounding-Box) und sucht damit eine passende Position in der Ablagekiste. Die verschiedenen Bewegungspfade, die der Roboter abfahren muss, um das



Erfasstes 3D-Bild von diversen Objekten in einer Kiste

Objekt zu verladen, werden mit MoveIt! berechnet. Mit den errechneten Bewegungen wird der Roboter über eine Ethernet-Schnittstelle gesteuert. Wichtig ist ebenfalls, dass die Software mit möglichst wenig Anpassungen mit einem anderen Roboter verwendet werden kann, da der bestehende Roboter nicht die nötige Kraft besitzt, um alle Teile im Lagerhaus zu heben.

## Resultate und Ausblick

Mit dem erstellten Aufbau können Objekte mit verschiedenen Grössen und Formen erkannt, gegriffen und sortiert abgelegt werden. Zudem kann die Software einfach auf ROS (Robot Operating System) kompatible Roboter portiert werden. In einem nächsten Schritt wäre das Verwenden eines stärkeren Roboters denkbar.



Der verwendete Roboter P-Rob 2R

# 2nd life battery with LoRa communication

Studiengang : BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung : Communication Technologies  
Betreuer : Prof. Roland Fischer  
Experte : Ulrich Schlapbach (ABB Schweiz AG, Medium Voltage Drives)

21

Durch die steigende Beliebtheit von E-Bikes steigt auch die Anzahl ausgemusterter E-Bike-Akkus. Deren Akkuzellen sind häufig noch funktionsfähig und können für eine "2nd life" Anwendung eingesetzt werden. Einen neuen Akku aus gebrauchten Akkuzellen aufzubauen ist nicht einfach und erfordert aufwendige Überwachung und Regelung mittels Battery Management System (BMS). Die erfassten Daten werden an ein LoRa-Netzwerk übermittelt und auf einer Webseite dargestellt.

## Ausgangslage

Durch die grosse Anzahl von E-Bikes auf Schweizer Strassen ist auch die Menge der defekten E-Bike-Akkus angestiegen. Defekt heisst in diesem Fall, dass der Akku eine bestimmte Kapazität nicht mehr erreicht (<80 % der Anfangskapazität). Bei einem E-Bike bedeutet eine kleine Kapazität eine kleinere Reichweite. Somit werden diese Akkus dem Recycling zugeführt. E-Bike-Akkus werden aus mehreren einzelnen Akkuzellen aufgebaut, die miteinander verschaltet sind. Bei einem defekten Akku sind meist nur einzelne Akkuzellen defekt. Werden nun alle Akkuzellen repariert und auf Spannung, Kapazität und Innenwiderstand überprüft, können die defekten Akkuzellen aussortiert werden. Für die guten Akkuzellen besteht die Möglichkeit, diese weiter zu verwenden. Durch dieses Vorgehen kann die Anzahl intakter Akkuzellen, die im Recyclingprozess landen, reduziert werden.

## Realisierung

Um zu überprüfen, ob sich die Akkuzellen tatsächlich für den Einsatz in einem "2nd life" Akku eignen, wurde ein Demonstrator aufgebaut. Auf dem Demonstrator befindet sich ein Akku, aufgebaut aus gebrauchten Akkuzellen, mit einer Spannung von 24 V, der mit einem BMS überwacht wird. Das BMS regelt und liefert wichtige Informationen zu Parametern des Akkus. Als Beispiel: der bezogene Strom, die Spannungen über den einzelnen Akkuzellen und der Ladezustand (SoC) des Akkus. Wichtig für das Zusammenschalten

von gebrauchten Akkuzellen ist, dass die Spannungen über allen Akkuzellen angeglichen werden und ähnliche Spannungswerte erreicht werden (engl.: balancen).

Um den Akku auch aus der Ferne überwachen zu können, werden Messdaten vom BMS an ein LoRa-Device geschickt. LoRa steht für Long Range (dt.: Langstrecke) und beschreibt ein Low-Power-Wireless-Netzprotokoll. Dieses Protokoll erlaubt es, kleine Datenmengen über grosse Distanzen zu übermitteln und dabei wenig Energie zu verbrauchen. Diese Messdaten können auf einer Webseite betrachtet werden.

## Ergebnis

Als Ergebnis dieser Bachelorthesis wurde ein Prototyp des "2nd life" Akkus aufgebaut, ausgemessen und in Betrieb genommen (Abb. 1). Die gebrauchten Akkuzellen (rot) für diesen "2nd life" Akku wurden ebenfalls gemessen und nach bestimmten Parametern ausgewählt. Implementiert wurde eine Überwachung des "2nd life" Akkus. Das BMS (grün) sendet dazu periodisch aktuelle Messdaten an das LoRa-Device (blau). In der Switch-Box (schwarz) sind alle Zusatzkomponenten der Schaltung, wie der Shunt, die Sicherung und der Schütz untergebracht. Über den CAN-BUS werden die Messdaten an das "Lopy4", das LoRa-Device, übertragen (Abb. 2). Das LoRa-Device sendet die Daten periodisch zum "The Things Network Gateway". Die Messdaten werden auf einer IoT-Webseite dargestellt.



Martin Böll  
m.boell@bluewin.ch



Marcel Eggimann  
m.eggimann11@gmx.ch

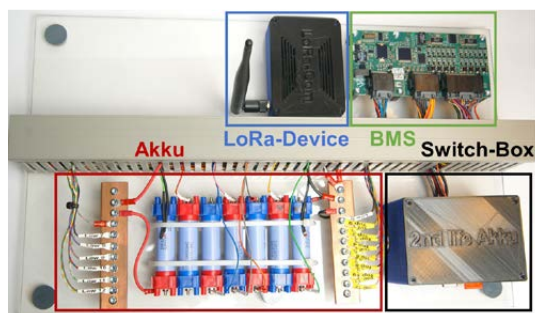


Abbildung 1: Der Demonstrator Aufbau, um das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten zu Testen.

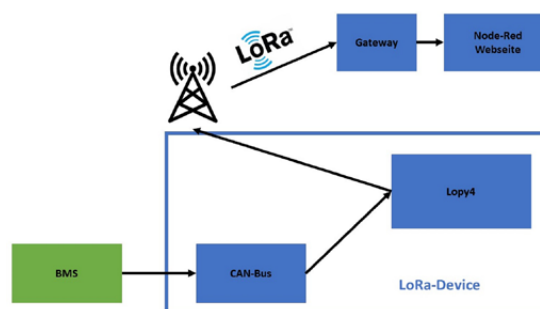


Abbildung 2: Kommunikationsweg vom BMS bis zur Webseite.

# Parallel Testing mit TestStand

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Prof. Max Felser

22 Experten: Josef Meyer, Dominik Moser (Saia-Burgess Controls AG)

Industriepartner: Saia-Burgess Controls AG, Murten

Die Firma Saia-Burgess Controls (SBC) entwickelt, fertigt und vertreibt elektronische Systeme der Steuerungs- und Regelungstechnik. Diese Bachelor Thesis wurde im Auftrag der Testmittel Abteilung realisiert. In einer modernen Produktion werden zunehmend grössere Anforderungen an Prüfmittel bezüglich Produktionskapazität und Durchsatz gestellt. Um diesen hohen Anforderungen gerecht werden zu können, soll eine Reduzierung der Testzeit durch parallel Testing analysiert werden.



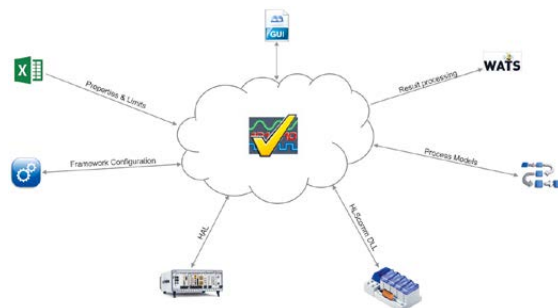
Manuel Bühler

## Ausgangslage und Zielsetzung

Die Aufgabe in dieser Bachelor Thesis bestand darin zu analysieren, wie stark die Testzeit der SBC Produkte reduziert werden kann, wenn mehrere Prüflinge parallel getestet werden. Dies soll realisiert werden durch den effizienten Einsatz der Messgeräte und Schaltmodule, ohne dabei Testausrüstung zu duplizieren. Für die Umsetzung dieses Projektes wurde eine Produktfamilie ausgewählt und dafür ein automatisierter Funktionstest entwickelt, mit dem bis zu vier Prüflinge gleichzeitig getestet werden können. Mit den Resultaten dieser Arbeit sollen Rückschlüsse gezogen werden, ob parallel Testing auch für andere Produktfamilien rentabel sein könnte. Zudem soll mit den gesammelten Erfahrungen auch die Umsetzung für andere Produktfamilien vereinfacht werden.

## Methodik

Für die Entwicklung des parallelen Testsystems wurde die Software TestStand von National Instruments verwendet. Die Firma Saia-Burgess Controls AG arbeitet seit rund einem Jahr mit der Testmanagementsoftware TestStand für die Entwicklung von neuen Prüf- und Validierungssystemen. Für dieses Projekt konnten diverse Komponenten aus dem bereits existierenden SBC TestStand Framework verwendet werden. Da dieses Projekt für SBC das Erste im Bereich parallel Testing ist, mussten jedoch einige Framework Komponenten im Rahmen dieser Projektarbeit angepasst oder ergänzt werden.



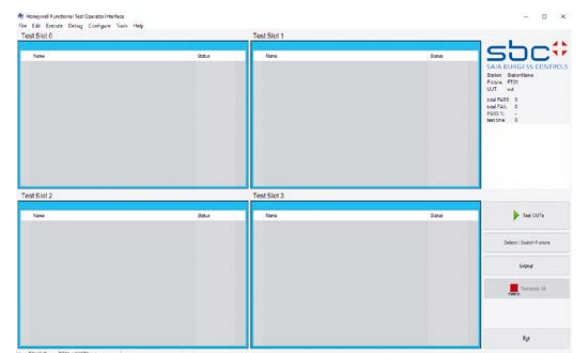
SBC TestStand Framework

## Realisierung

Die Testhardware besteht aus einem modularen PXI-System welches mit diversen Messgeräten sowie einer 4x64 Schaltmatrix ausgestattet ist. Die Ansteuerung der Hardware Komponenten wurde mit LabVIEW umgesetzt. Um Ressourcen Konflikte bei der Ansteuerung der Hardware zu verhindern, wurden gängige Synchronisationswerkzeuge wie Semaphoren verwendet. Um die vier Threads der Testausführungen für den Benutzer zu visualisieren, musste auch das Operator Interface für parallel Testing angepasst werden.

## Resultat

Die Auswertung der Testzeiten hat ergeben, dass mit der Methode parallel Testing massiv Zeit und damit Produktionskosten eingespart werden können. Die Zielsetzung, die Testzeit pro Stück mindestens zu halbieren, konnte bei weitem erfüllt werden. Die Projektarbeit hat zudem gezeigt, dass parallel Testing sehr viel Potential hat und auch für andere Produktgruppen eingesetzt werden kann, da die Kommunikationsschnittstellen mit dem Prüfling bei den meisten SBC Produkten identisch sind.



Operator Interface

# Kommunikationstestgerät BKW AEK

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Roger Weber  
Experte: Daniel Kühni (Inetronic AG)  
Industriepartner: BKW AEK Contracting AG, Solothurn

Die BKW AEK Contracting AG baut und unterhält Fernwärmenetze in der Region Bern-Solothurn. Zur Kommunikation innerhalb des Netzes wird neben der Warmwasserleitung ein Kommunikationskabel eingelegt. Durch falsch angeschlossene oder verletzte Leiter können schwer zu lokalisierende Fehler entstehen. Deshalb soll in dieser Arbeit ein Testgerät zum Überprüfen der Kommunikationsleitung erstellt werden.

## Ausgangslage

Für die Kommunikation innerhalb eines Fernwärmenetzes wird ein differenzieller RS422 Bus mit zwei Sende- und zwei Empfangsleitungen verwendet. Ein Unterbruch oder eine falsch angeschlossene Leitung kann zu einem kompletten Ausfall der Kommunikation im Netz führen. Bis anhin war die Lokalisierung solcher Fehler aufwändig, da gleichzeitig mehrere Personen benötigt wurden. Durch die Entwicklung eines Testgerätes soll die Fehlersuche einfacher und effizienter möglich sein. Das Testgerät ermöglicht es zu beurteilen, ob der Bus am Anschlusspunkt korrekt ist und evaluiert den Grund für allfällige Fehler. In der vorangegangenen Projektarbeit bzw. Projektstudie wurde bereits ein Konzept und die Hardware entwickelt.

## Realisierung

Das Testgerät verwendet für die Auswertung des Busses zwei verschiedene Techniken, wodurch die Fehleranfälligkeit gesenkt und die Anzahl an detektierbaren Fehlern vergrößert wird. Einerseits werden die Spannungen auf den Busleitungen mit einem Analog-Digital-Converter gemessen. Zusätzlich wird das auf dem Bus übertragene Protokoll mittels UART in einen Microcontroller eingelesen. Anhand der Busspannungen und den ausgewerteten Protokollen ist es möglich, einerseits die Korrektheit des Busses und andererseits diverse Fehler zu bestimmen. Dazu gehören Unterbrüche oder das Vertauschen von Leitungen. Die Software basiert auf einem FreeRTOS Real-Time-Kernel. Dadurch ist es möglich, die Software in einzelne

Tasks aufzuteilen. Jeder Task kann sich dabei um einen spezifischen Teil der Messung kümmern. Für ein mobil einsetzbares Testgerät im Akkubetrieb sind bezüglich des Stromverbrauchs nicht alle Komponenten geeignet. Deshalb wird für die Ausgabe ein zweizeiliges OLED-Character-Display verwendet. Dieses ermöglicht es, kurze verständliche Fehlermeldungen an den Benutzer auszugeben, ohne dabei einen zu hohen Stromverbrauch zu verursachen.

## Ergebnisse

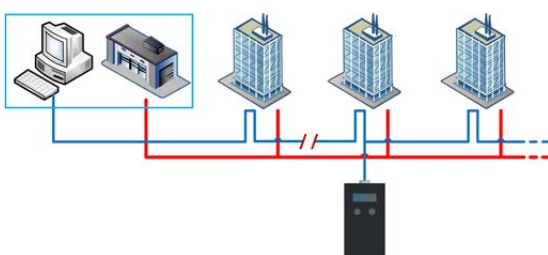
Die Funktionalität des Testgerätes konnte durch mehrere Tests im Labor verifiziert werden. Bei den Tests im Feld wurde festgestellt, dass die Signalqualität auf dem Bus wie auch die Spannungen stark abnehmen und die Messung stark erschweren. Aufgrund dessen ist ein Einsatz im Feld im momentanen Zustand nicht möglich und es sind weitere Abklärungen bezüglich des Busses nötig.



Joshua Burgunder  
joshua.burgunder@gmail.com



Samuel Meier  
samme@bluewin.ch



Funktionsdiagramm Fernwärmenetz



Kommunikationstestgerät



# IoT for the Swiss Energy Strategy 2050

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Embedded Systems

Thesis advisor : Prof. Dr. Andrea Ridolfi

Expert : Prof. Dr. Andreas Danuser (BFH, aliunid AG)

24

We have developed an energy monitoring system aiming at helping to achieve some of the goals of the Swiss Energy Strategy 2050. The system has three main features: It is modular, adapting to different energy monitoring situations; It enables to easily deploy a sensor network, measuring parameters that are not directly available; It interfaces to existing energy monitoring and home automation systems.



Philippe Alain Fankhauser  
079 936 43 91

## Initial situation and goals

Several existing monitoring systems can be hardly adapted to different monitoring situations. They do not measure all the needed parameters, and/or they do not interface with existing systems, and/or they are not connected with the external world. To solve these problems our goal was to develop a system that is highly modular and adapts easily to different installations. Our system also aims at having a low energy and cost footprint to allow the installation in every household.

## Implementation

In a first step, we developed the sensor node, which will be used to collect environmental data like temperature, humidity, light intensity and so on. In addition to that, we can extend the node with sensors that have a serial, SPI or I<sup>2</sup>C interface. Simultaneously we clarified which are the standard bus systems for energy monitoring and home automation. M-Bus devices can measure the consumption of electricity, water, heat and gas. ModBus is used as well to measure power consumption but also to measure the production of solar energy. KNX is the standard for build-

ing automation. KNX devices can control all kinds of consumers like heaters, lights, roller blinds, etc. The test environment consists of all needed interfaces to be able to gather data from all viable bus systems and the sensor node itself. The data will be presented on a webpage that can be accessed from every device with a web browser and an internet connection.

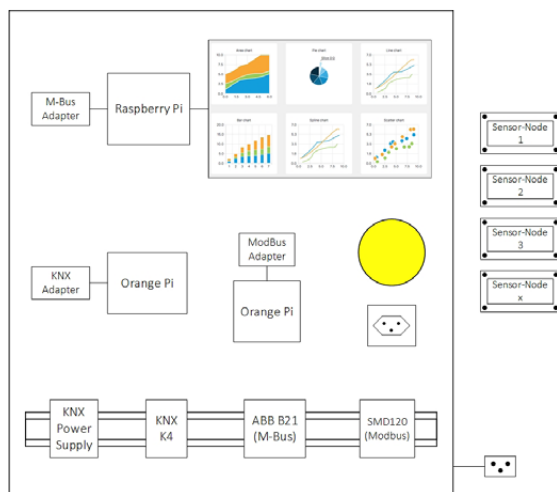
## Results and outlook

We have recreated a typical monitoring scenario to develop and extensively test the system. It has provided a proof of concept as well as it has enabled the possibility to deeply study the potential of the system. Easiness of set up and use has been achieved, making the system a perfect candidate for both temporary measurement campaigns or as a permanent installation.

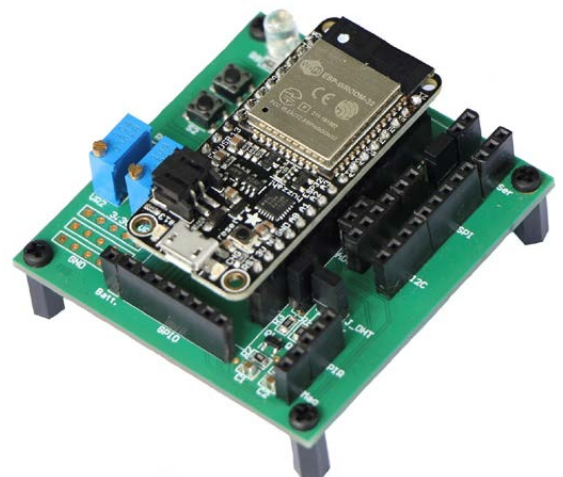
Our monitoring system is open for several further developments and adaptation. The sensor node currently uses the WiFi technology which can be replaced with low power transmission techniques. In turn, enabling low power will open the system to the use of energy harvesting.



Alexander Portenier



Test environment



Sensor-Node with ESP32

# Raumüberwachung mit Wassersensor LoRaWAN

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Roger Weber  
Experte: Daniel Kühni (Inetronic)  
Industriepartner: telma ag, Seftigen

25

Das Internet der Dinge hat bei der Gebäudeüberwachung längst Einzug gehalten. Der Wassersensor mit LoRaWAN, der Messdaten autonom in eine Cloud absetzt, erkennt frühzeitig Feuchtigkeits- und Wasserschäden, wodurch grösseres Unheil vermieden werden kann. In der Cloud werden die Messdaten ausgewertet und visualisiert. Im Alarmfall wird der Sensorbesitzer sofort per SMS benachrichtigt.

## Ausgangslage

Die telma ag in Seftigen entwickelt und produziert elektronische Geräte für die Erkennung und Vermeidung von Wasser- bzw. Feuchtigkeitsschäden. Im Zentrum eines herkömmlichen Wassermeldesystems stand bis anhin eine Wassermeldezentrale, an welche Sensoren angeschlossen werden können. Die Zentrale wertet die Sensordaten aus und setzt nötigenfalls einen Alarm per SMS ab.

Als Bachelorthesis wurde nun ein Wassersensor entwickelt, welcher autonom und ohne Wassermeldezentrale seine Messdaten absetzen kann. Ziel war, die Daten direkt in eine zentrale Cloud zu senden, wo sie ausgewertet und weiterverarbeitet werden. Ausserdem sollte die Möglichkeit geschaffen werden, dass die Messwerte visualisiert werden können. Bei einem Alarm wird der Kunde weiterhin per SMS gewarnt.

## Realisierung

Der batteriebetriebene Wassersensor LoRaWAN misst in periodischen Intervallen Luftfeuchtigkeit, Temperatur und die Leitfähigkeit zwischen den Elektroden. Sobald eine signifikante Zustandsänderung detektiert

wird, werden die Messdaten über LoRaWAN abgesetzt. Bei LoRaWAN handelt es sich um ein Netzwerkprotokoll, welches erlaubt, Daten mit sehr geringem Energieaufwand über eine grössere Entfernung zu übertragen. Wie Tests während der Projektentwicklung zeigten, ist die Durchdringung in Gebäuden sehr gut.

Um dem Kunden die Anbindung an ein LoRaWAN-Netzwerk zu erleichtern, kann der Sensor über eine USB-Schnittstelle an einen Computer angeschlossen und über eine PC-App konfiguriert werden. Entwicklungsbegleitend wurden verschiedene Anbindungsmöglichkeiten mit diversen Gateways, Netzwerkservern und Applikationsservern getestet und evaluiert. Es wurden anschliessend verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, wie der Wassersensor LoRaWAN an ein Netzwerk angebunden werden kann und wie die Daten anschliessend auf einem Applikationsserver weiterverarbeitet und visualisiert werden können.

## Ausblick

In Rahmen dieser Bachelorthesis wurde ein Prototyp des Wassersensors LoRaWAN entwickelt, der in bestehende oder neue Anlagen integriert werden kann. In einem nächsten Schritt werden die Sensoren von Industriepartnern der telma ag im Feld getestet. Anschliessend werden die Sensoren zertifiziert, damit sie auch in grössere LoRaWAN-Netzwerke eingebunden werden dürfen.



Lukas Frank



Wassersensor LoRaWAN

# IO-Link Master Shield/Hat für Arduino und Raspberry Pi

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
 Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne  
 Experte: Dr. Pascal Gaggero (Balluff AG)  
 Industriepartner: Balluff AG, Bellmund

26

Aktuelle Sensoren und Aktoren für Automationsanlagen setzen zur Kommunikation vermehrt auf den IO-Link-Standard. Dabei können nicht nur Prozessdaten übertragen werden, sondern auch Informationen bezüglich des Betriebszustands und der Betriebsdauer des angeschlossenen Gerätes. Um diese Vorteile auch im schulischen Umfeld zu nutzen, wurde ein IO-Link Master als Aufsatz für ein Arduino oder Raspberry Pi sowie eine passende Software-Bibliothek entwickelt.



Pascal Frei  
 paescu.frei@gmail.com

## Ausgangslage

Das IO-Link-Protokoll (IEC 61131 9) ist eine serielle, halbduplex Punkt-zu-Punkt-Verbindung von einem Sensor oder Aktor zu einem sogenannten IO-Link-Master. Dieser wird meist über Feldbusse (CAN, Profinet u.A.) angesteuert. Ausgehend von einem bereits früher an der BFH im Auftrag der Balluff AG entwickelten Prototypen eines IO-Link Master Arduino Shields, war das Ziel dieser Arbeit einen verbesserten IO-Link Master mit 2 bis 4 Ports zu entwickeln, der sich als Shield auf ein Arduino oder als Hat auf ein Raspberry Pi aufstecken lässt. Des Weiteren sollte eine portierbare Software-Bibliothek zur Ansteuerung dieses IO-Link Masters und angeschlossener Sensoren/Aktoren implementiert werden.

## Umsetzung

Die Leiterplattenentwicklung fand im Rahmen der Projektstudie statt. Eine grosse Herausforderung war die Erfüllung der sehr unterschiedlichen Formvorgaben für ein Shield und ein Hat nur durch Bestückungsoptionen für ein Design (Abb. 1).

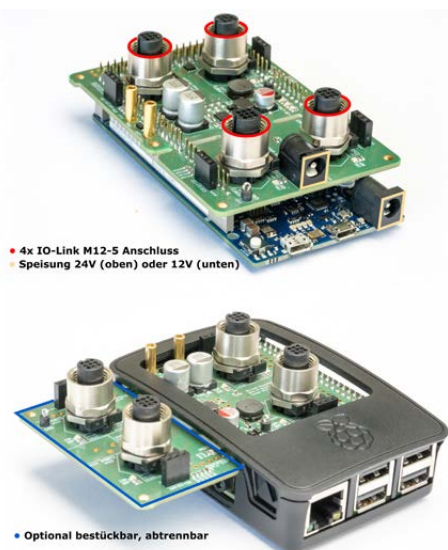


Abbildung 1: Leiterplatte auf Arduino Due (oben) und Raspberry Pi (unten) montiert

In einem zweiten Schritt wurde eine möglichst einfach zu verwendende und portierbare Softwarebibliothek entworfen und implementiert. Mittels je einer plattform- und treiberspezifischen Ebene (Abb. 2) konnte die Hardwareunabhängigkeit der darüber liegenden Ebenen erreicht werden. Die Funktionalität der Hard- und Software wurde mittels eines neu aufgebauten Demonstrators getestet. Dieser integriert neben Distanz- und kapazitiven Sensoren auch eine RGB-LED-Anzeigeleuchte, welche die Ansteuerung eines Aktors demonstriert.

## Resultate und Ausblick

Das erstellte IO-Link-Master-Shield überzeugt mit seiner Flexibilität zur Verwendung auf Raspberry Pi und Arduino. Die Softwarebibliothek konnte für den Arduino Due umgesetzt werden. Einer Portierung auf den Raspberry Pi ist durch die Hardware-Abstraktions-Ebenen mit kleinem Aufwand machbar. Sowohl Hardware wie auch Software werden unter einer offenen Lizenz veröffentlicht. Zudem ist eine Nutzung in verschiedenen Modulen an der BFH geplant.

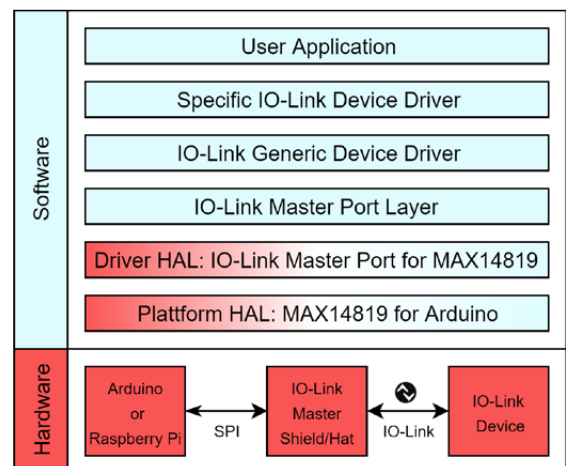


Abbildung 2: Konzept Hard- und Software

# Embedded System für Multikanal EKG

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Marcel Jacomet  
Experte: Michael Ernst

27

Die Zahl der Menschen mit Herzrhythmusstörungen nimmt mit dem demographischen Wandel stetig zu. Die Ursache von Herzrhythmusstörungen wie beispielsweise das Vorhofflimmern ist vielfältig. Einige Ursachen sind harmlos, andere stellen für die Gesundheit des Patienten eine Gefahr dar. Eine frühe Erkennung und korrekte Diagnose sind von hohem Interesse. Zur Aufzeichnung der elektrischen Aktivitäten des Herzmuskels wird ein Elektrokardiogramm (EKG) durchgeführt.

## Ausgangslage

Typischerweise werden die Signale bei einem EKG mit Elektroden auf dem Brustkorb des Patienten aufgenommen. Eine bessere Signalqualität erhält man mit einem sogenannten Speiseröhren-Katheter, welcher nur wenige Millimeter vor dem linken Vorhof platziert wird. Um die Aktivitäten in den Vorhöfen besser zu überwachen, wurde an der BFH ein Speiseröhren-Katheter entwickelt. Dieser nimmt die Signale der Herzmuskeln in der Speiseröhre auf, welche hinter dem Herzen verläuft. Dadurch werden insbesondere die Signale der Vorhöfe mit einer höheren Qualität als bei normalen Oberflächen EKGs erfasst.

## Aufgabenstellung

Um die aktuell verwendeten sehr teuren Signalaufbereitungs-Geräte zu ersetzen soll ein Embedded System zur Digitalisierung der Signale entwickelt werden. Aus Sicherheitsgründen soll die Übertragung der Daten über eine kabellose Kommunikationsschnittstelle erfolgen. Zur Spannungsversorgung ist ein Akku einzusetzen, welcher kabellos geladen werden kann. Um die Basis für eine präzisere Arrhythmiediagnose zu erstellen, soll an unser Embedded System eine neue Variante des Katheters mit bis zu 64 Elektroden verarbeitet werden können.

## Realisierung

In Abbildung 1 ist die Hardware des entwickelten Embedded Systems abgebildet. Die Signale des Katheters werden auf den Print geführt und über die Eingangsstufe auf die AD-Wandler geleitet. Die AD-Wandlung der 64 Elektroden Spannungen erfolgt mit 8 AD-Wandlern mit jeweils 8 Kanälen. Über eine SPI Schnittstelle werden diese im daisychain Modus beschalteten Wandler ausgelesen. Die Daten werden über einen TCP Socket an einen Computer zur Weiterverarbeitung und Visualisierung gesendet. Ein Akku mit Überwachung übernimmt die Spannungsversorgung. Informationen zum Akku können über eine I2C-Schnittstelle ausgelesen werden. Für die Bereitstellung der benötigten Spannungen ist der Powermanagement Block zuständig.

## Resultate

Während des Projektes konnten die 8 AD-Wandler synchronisiert und die EKG Daten über eine SPI Schnittstelle mit 2kSPS ausgelesen und anschliessend an den Computer übermittelt werden.



Jan Luca Hadorn

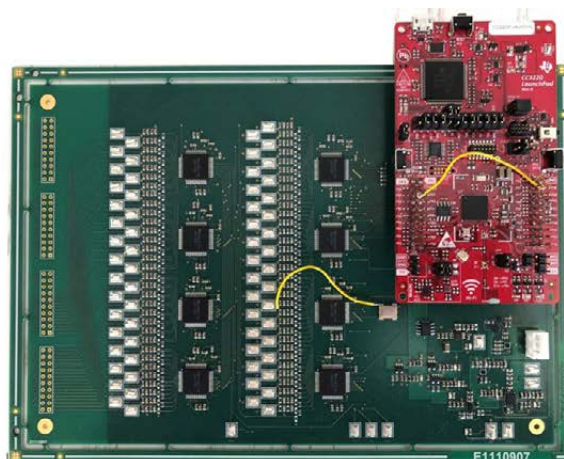


Abbildung 1 Entwickeltes Embedded System

# Terrarium Steuerung mit Raspberry Pi

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Prof. Max Felser

Experte: Josef Meyer

Industriepartner: Tobias Jörger, Nottwil

28

Terrarium Besitzer möchten ihren Tieren ein möglichst artgerechtes Leben ermöglichen. Dazu muss nicht nur die Einrichtung des Terrariums an das Tier angepasst sein, sondern auch Wärme, Luftfeuchtigkeit und Licht müssen möglichst gut an das Heimatklima des Tieres angepasst werden. Mit der entwickelten Steuerung soll dies erreicht werden.



Lea Heller

## Ausgangslage

Um den Tieren im Terrarium während des ganzen Jahres artgerechte Bedingungen zu bieten, ist ein grosser regulatorischer Aufwand notwendig. Will der Tierbesitzer dies erreichen, muss er regelmässig Zeit investieren, um Zeitschaltuhren und Sollwerte von Temperatur und Luftfeuchtigkeit anzupassen. Ziel dieser Bachelor-Thesis war es, eine Steuerung zu entwickeln, die einerseits den Tieren optimale Klima- und Lichtbedingungen bietet und andererseits dem Besitzer einen minimalen Konfigurations- und Wartungsaufwand abverlangt. Der Benutzer soll über eine Webapp mit der Steuerung interagieren können.

## Umsetzung

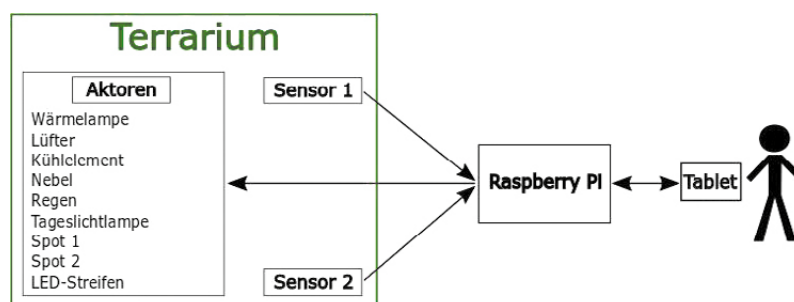
Als Kontroller für die Aktoren und Sensoren im Terrarium, sowie als Webserver dient ein Raspberry Pi 3 Model B. Mithilfe des auf Python basierenden Webframeworks Flask wurde eine Webapp erstellt, das dem Benutzer erlaubt, Konfigurationseinstellungen vorzunehmen und den Zustand im Terrarium zu überwachen. Um die Response Time der Website zu minimieren werden grössere Berechnungen, wie das Erstellen von Graphen, auf den Browser ausgelagert. Dadurch wird auch das Raspberry Pi entlastet. Zum Ermitteln des Ist Zustands im Terrarium werden Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren verwendet. Aufgrund der Konfigurationseinstellungen und den Sensorwerten werden die Aktoren im Terrarium

gesteuert. Es wurde versucht, das gewünschte Klima aufgrund von möglichst wenigen Konfigurationseinstellungen zu berechnen, wodurch der zeitliche Aufwand für den Nutzer verkleinert wird.

Bei grossen Abweichungen von Soll- und Istwerten und bei defekten Sensoren erhält der Benutzer eine Alarm E-Mail, damit sofortige Massnahmen getroffen werden können.

## Resultate und Ausblick

Die Interaktion zwischen Webapp und Kontroller funktioniert wie gefordert. Auch alle Aktoren zur Steuerung von Licht, Temperatur und Luftfeuchtigkeit können gemäss den Anforderungen gesteuert werden. In einem nächsten Schritt müsste die komplette Steuerung über einen längeren Zeitraum in einem Terrarium eingebaut und getestet werden.



Schematischer Überblick der Steuerung

```
1 public class puzzle
2 {
3     public static void main(String[] args)
4     {
5         int address = 0x00000123;
6         if(address --> 0x00000122)
7         {
8             System.out.println(address);
9         }
10        else
11        {
12            System.out.println("Error");
13        }
14    }
15 }
```

Zu easy?

# Bei uns kannst du echte Herausforderungen anpacken.

Wir setzen die Ideen unserer Kunden in die Realität um – mit unserem branchenübergreifenden Know-how in Business und Technologie.

Als Arbeitgeber entwickelt Zühlke deinen Erfolg weiter – mit Wertschätzung und grosszügiger Weiterbildungsförderung. Bist du ein leidenschaftlicher Teamplayer und willst echte Herausforderungen anpacken? Dann passt du zu uns.

## Deine Einstiegsmöglichkeiten in Zürich und Bern:

- » Junior Software Engineer
- » AR/VR Software Engineer
- » Embedded Software Engineer
- » Bachelor- oder Masterarbeit
- » Werkstudium
- » Praktikum

[zuehlke.com/jobs](https://zuehlke.com/jobs)

# Gateway für Parkplatzbewirtschaftungssystem «Signal Gateway»

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Elham Firouzi  
Experte: Daniel Rickli (Signal AG)  
Industriepartner: Signal AG, Büren a/A

30

Die Signal AG entwickelt elektrisch angetriebene Parkbügel zum Sperren von Parkplätzen und Zufahrten. Im Rahmen dieser Arbeit wird dieses Stand-alone-Gerät in ein System aus einer Vielzahl von Parkbügeln überführt, welches über das Internet bedient wird und Betriebswerte auslesen kann. Dazu werden die Erweiterung des Parkbügels, das Gateway und zwei Bedienapplikationen entwickelt. Mögliche Einsatzgebiete sind Hotelparkplätze oder Ladeplätze für Elektrofahrzeuge.



David Issler  
davissler@gmail.com

## Ausgangslage und Ziele

Die Parkbügel (Abb. 1) können bisher nur einzeln über eine kleine Funkfernbedienung gesteuert werden. Es gibt keine Möglichkeit, Undichtigkeiten oder Überhitzung des Parkbügels frühzeitig festzustellen. Vorgängige Versuche mit 2.4 GHz Mesh-Netzwerken auf Parkplätzen zeigten in der Projektstudie, dass für ein stabiles System eine kabelgebundene Lösung nötig ist. Im Zuge dieses Projektes wird ein Prototyp in Hard- und Software erarbeitet.

## Umsetzung

Für die Kommunikation zwischen Parkbügel und Gateway wird ein CAN-Bus eingesetzt. Das Gateway wurde mit einem Linux-basierten CoM (Computer on Module) realisiert. Für die modulare CAN-Erweiterung des Parkbügels wurde ein eigenes PCB (Abb. 3) inkl. dessen Software mit FreeRTOS in C entwickelt. Für die Steuerung (Öffnen/Schliessen) und das Auslesen von Feuchtigkeit und Temperatur im Parkbügelgehäuse, wurden eine Android-App und ein Webinterface erstellt. Die Bedienapplikationen und das Gateway sind über das Internet per MQTT verbunden.

## Resultate

Das entwickelte CAN-Modul wurde erfolgreich mit der originalen Hauptplatine des Parkbügels getestet und zusätzlich mit einer UART-Schnittstelle für Weiterent-

wicklungen vorbereitet. Es wurden vier CAN-Module hergestellt und in einer Klimakammer die Funktionsfähigkeit im Bereich von -15 °C bis 50 °C bei einer Feuchtigkeit von 20 % bis 85 % verifiziert. Die Zustände des Parkbügels werden im Sekundentakt aktualisiert und auf den Bedienoberflächen ausgegeben. Das Gateway verfügt über einen Notfallknopf, welcher alle Parkplätze im System unabhängig vom Internet freigeben kann. Bereits in diesem frühen Entwicklungsstadium kann das System für die manuelle Steuerung über das Internet eingesetzt werden.

## Ausblick

In einem parallel laufenden Projekt der BFH wird eine neue Hauptplatine mit einer Bluetooth-Schnittstelle entwickelt. Im Zusammenschluss bilden die Produkte die Grundlage für die automatische Freigabe von Ladeplätzen für Elektrofahrzeuge und Hotelparkplätzen bei der Annäherung eines Smartphones mit Berechtigung.

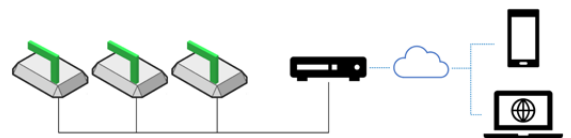


Abb. 2: Übersicht SignaGateway-System



Tobias Silvan Jäggi  
jaeggi.tobias@bluewin.ch



Abb. 1: SignaGuard Parkbügel



Abb. 3: CAN-Modul für die Aufrüstung eines Parkbügels

# Modernisieren und Verschlüsseln der Verbindung zur Eversys Telemetrie

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Max Felser  
Experte: Josef Meyer  
Industriepartner: Delisys AG, Münsingen

Das klassische Beispiel in der heutigen IoT-Welt, eine Kaffeemaschine mit Internetanbindung, wurde von der Eversys AG bereits vor über 10 Jahren realisiert. In der Zwischenzeit haben sich die zugrundeliegenden Technologien rasend weiterentwickelt, weshalb eine Generalüberholung der Verbindung unumgänglich wurde. Es entstand eine moderne, zukunftssichere und nach neusten Standards verschlüsselte Cloud-Schnittstelle.

## Ausgangslage

Die Kaffeemaschinen der Eversys AG sind im Gastro- und Bürobereich führend in der Kaffequalität. Um diese Qualität zu überwachen und zu sichern, wurde eine Cloud-Anbindung entwickelt. Aus dem Telemetrie-Portal können verschiedene Statistiken eingesehen und der Status der Maschinen abgerufen werden. Mittlerweile sind mehrere Tausend Maschinen verbunden und Geschäftsmodelle bauen auf diesen Daten auf, was zu hohen Anforderungen an Verfügbarkeit, Sicherheit und Stabilität führt. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wird in einem ersten Schritt das Herzstück, die Verbindung in die Cloud, überdacht und neu entwickelt.

## Konzept

In einer Evaluation verschiedener Protokolle und Technologien wurde aufgrund der geringen Komplexität und der weiten Verbreitung eine RESTful HTTP+JSON API gewählt. Darauf basierend wurde ein Konzept für die Datenpakete, die über die neue Schnittstelle gesendet werden, erstellt. Serverseitig soll die neue Schnittstelle auf einem ausgereiften, aber trotzdem modernen Web-Framework aufbauen,

das flexibel genug ist, um auch spezifische Anforderungen der Eversys AG leicht einarbeiten zu können. Mit dem Java-basierten Spring Framework können diese Bedingungen erfüllt werden. Da die clientseitige Anwendung bereits besteht, wird die alte Schnittstelle mit der neuen ersetzt und dabei der Funktionsumfang komplett beibehalten.

## Realisierung

Die Umsetzung der Serverapplikation wie auch des Clients stellte aufgrund der geforderten Kompatibilität zum jetzigen System eine Herausforderung dar. Spezialfälle, die durch vorangegangene Designentscheidungen entstanden sind, müssen korrekt verarbeitet werden. Es entstand eine moderne, zukunftssichere und nach neusten Standards verschlüsselte Cloud-Schnittstelle.

## Ausblick

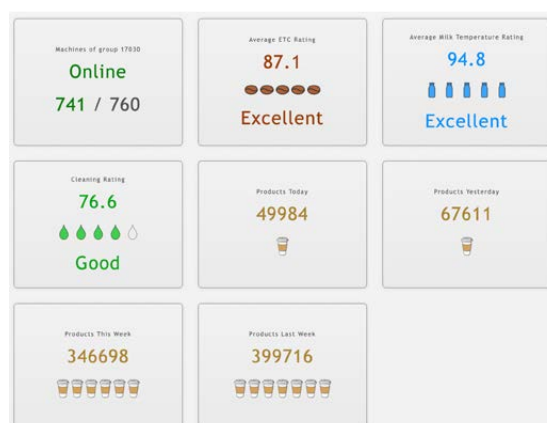
Die neue Schnittstelle zur Eversys Telemetrie setzt den Grundstein, um weitere Bereiche wie die Datenbank und das Frontend zu erneuern. Auch neue Anwendungen, wie zum Beispiel Apps und Anbindungen an ERP-Systeme, sind damit viel einfacher realisierbar.



Nicolas Jeker  
079 686 47 44  
n.jeker@gmx.net



Eine Kaffeemaschine der Eversys AG



Dashboard der Eversys Telemetrie



# A Border Router for Software Defined Wireless Sensor Networks

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Prof. Dr. Rolf Vetter

32 Experte: Jakob Schaerer (Abilium GmbH)

Industriepartner: Abilium GmbH, Bern

Bei Software Defined Networking (SDN) wird der Datenfluss von einem zentralen Controller gesteuert. SDN-WISE bietet eine Lösung, die es ermöglicht, Routing Entscheide aufgrund der Netzwerkstruktur und der Zustände der Sensorknoten zu treffen. In dieser Thesis soll ein Border Router entwickelt werden, welcher es ermöglicht, Nachrichten vom Internet an einen spezifischen Knoten im SDN-WISE Netzwerk zu senden.



Tobias Kasper

tobias.kasper@hotmail.com

## Ausgangslage

Beim SDN wird zwischen Daten und Control-Ebene unterschieden. SDN-WISE ist eine solche Netzwerklösung, die es erlaubt, den Datenfluss auf der Daten-Ebene spezifisch von der Control-Ebene zu leiten. Die Sensorknoten übermitteln ihren eigenen Zustand dem Controller. Beispielsweise können aufgrund dieser Informationen Knoten mit einem tiefen Batteriestand gemieden und somit deren Betriebsdauer verlängert werden.

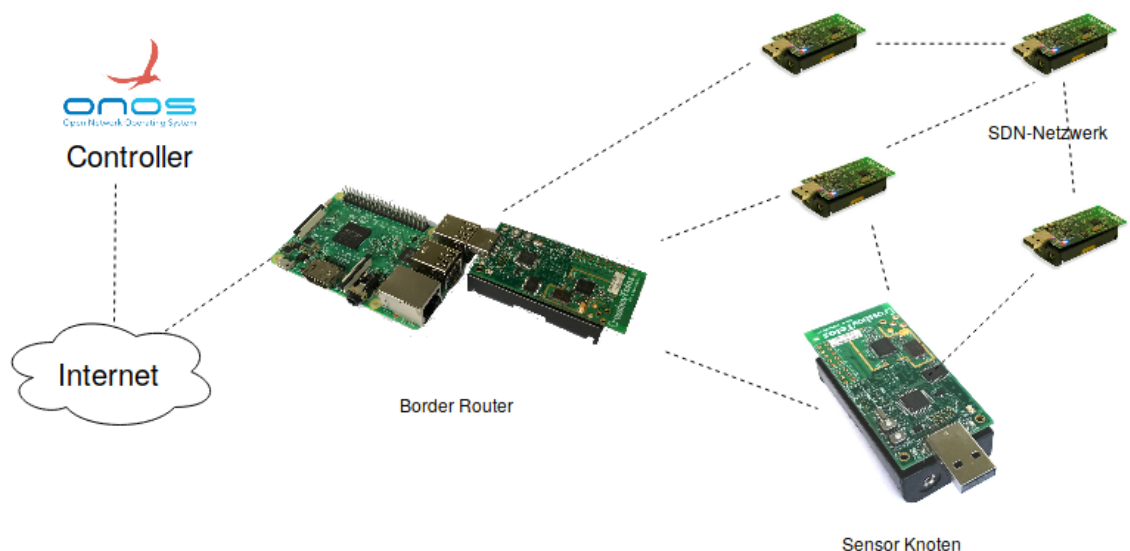
## Umsetzung

Das SDN-WIESE Netzwerk konnte bis anhin keine Pakete aus dem Internet an einen spezifischen Knoten im Netzwerk senden. Dies wurde in dieser Thesis mit dem Border-Router ermöglicht. Pakete aus dem Internet welche, an eine IPv6 Adresse gesendet werden, werden in das Format von SDN-WISE umgewandelt. Der Router erledigt das Zuweisen der IPv6 Adressen an die entsprechende Sensor Identifikation Nummer. Anschliessend werden die Pakete zum Sensor weitergeleitet. Die Nodes können unterschiedliche

Funktionalitäten erfüllen. Je nach Anwendungsgebiet können z.B. Sensordaten wie Temperaturwerte erfasst werden. Für die Thesis wurde eine Software in der Sprache C auf der Node implementiert, welche Datenpakete aus dem Internet signiert und zurücksendet. Der Router wurde mittels dem Netzwerk Simulator COOJA und einem Netzwerk getestet. Dazu wurde eine Java Software entwickelt, welche solche Datenpakete zu den Nodes sendet und die Verfügbarkeit der Nodes mithilfe der Signierung überprüft.

## Ausblick

Mit SDN-WISE existiert eine Software Lösung, welche bis anhin vorwiegend zu Forschungszwecken eingesetzt wurde und zum Experimentieren mit verschiedenen Routing Algorithmen. Nun ist es auch möglich, Pakete auf der Datenebene vom Internet ins Netzwerk zu senden.



# App zur robusten Pulsschätzung während epileptischer Anfälle

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Rolf Vetter  
Experte: Dr. Friedrich Heitger

33

Damit ein epileptischer Anfall von krampfartigen Anfällen mit ähnlichen Symptomen differenziert werden kann, ist eine Schätzung der Herzschlagfrequenz hilfreich. Da Bewegungsstörungen während eines solchen Anfalls die Pulsmessung stark beeinträchtigen können, wurde eine Applikation entwickelt, welche die Herzschläge trotz der Störungen auf dem Elektrokardiogramm zuverlässig detektiert.

## Ausgangslage

In der Schweiz gibt es jährlich 4500 Epilepsie Neu-diagnosen. Die Ursache der Epilepsie kann sehr unterschiedlich sein und kann nur etwa in der Hälfte aller Fälle zweifelsfrei bestimmt werden. Um Differenzialdiagnosen wie eine Synkope oder einen psychogenen nicht epileptischen Anfall auszuschliessen, kann die Bestimmung der Herzschlagfrequenz eine wichtige Rolle spielen. Aufgrund der muskulären Bewegungsstörungen, welche bei den Anfällen am ganzen Körper auftreten können, werden die Messdaten eines Elektrokardiogrammes (EKG) stark verunreinigt. Mit der Hauptkomponentenanalyse soll die elektrische Herzaktivität von den Bewegungsstörungen getrennt werden, um eine zuverlässige Pulsschätzung zu berechnen.

## Realisierung

Als Grundlage für den neuen Algorithmus mit der Hauptkomponentenanalyse dient ein Mehrkanalansatz. Durch das Ausbeuten der Kreuzkorrelations-eigenschaften der verschiedenen Leads wird das

EKG gezielt optimiert. Der Ansatz basiert auf der Annahme, dass die Messungen der elektrischen Herzaktivität auf den drei Kanälen korrelieren, während die Bewegungsstörungen auf jedem Kanal anders auftreten. Mit der Hauptkomponentenanalyse wird das Signal auf die kanalunabhängigen Komponenten reduziert. Der Algorithmus wurde mit Hilfe von Matlab und einer aufgezeichneten EKG-Datenbasis konzipiert und mit simulierten Daten validiert. In einem zweiten Schritt wurde der fertige Algorithmus mit Java in Form einer Android Applikation umgesetzt. Für die Demonstration der App wurden die EKG-Bluetooth-Sensoren mit einem Datenlogger und einer Matlab-App simuliert.



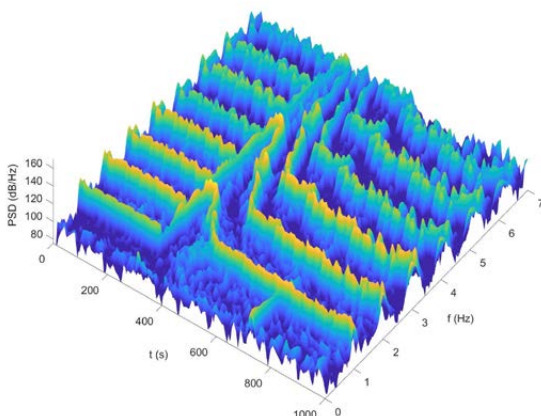
Benjamin Thomas Kessi  
kessibenjamin@gmail.com

## Ergebnis

Die Validation des Konzepts hat gezeigt, dass durch den Mehrkanalansatz die Pulsschätzung gegenüber einem normalen Algorithmus verbessert wird. Es wurde beobachtet, dass bei einigen EKG-Daten die Verarbeitung des Signals einen beachtlichen Mehrwert bringt, während bei anderen keine grosse Verbesserung erzielt wird. Wie bereits beim bestehenden Algorithmus ist die Genauigkeit von den Frequenzkomponenten und der Amplitude der Störung abhängig. Das Fazit unserer Arbeit ist, dass ein Mehrkanalansatz mit einer guten Umsetzung und der richtigen Konfiguration die Pulsschätzung optimiert. Der bestehende Algorithmus ist noch nicht in der Lage, eine durchgehend zuverlässige Pulsschätzung während eines epileptischen Anfalls zu berechnen. In unserer Bachelorthesis haben wir jedoch gezeigt, dass eine Umsetzung auf einem Android Device machbar ist und ein Mehrkanalansatz gegenüber dem bestehenden Algorithmus besser abschliesst. In einer weiterführenden Projektarbeit sollte mit einem breiteren Datensatz die Gründe der Erfolge und Misserfolge evaluiert werden.



Jan Köhli  
koehli.jan@gmail.com



Spektrogramm eines EKGs während eines epileptischen Anfalls

# High-End Audio-Streamer

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Prof. Roger Weber

Experte: Daniel Kühni (Inetronic)

34

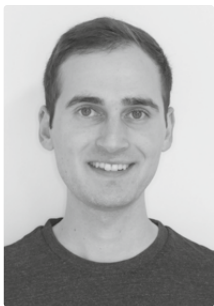
Das Streamen von Musik in CD-Qualität bietet einen Ersatz für bestehende Radios und CD-Player in High-End Musikanlagen. Diese Anlagen stellen hohe Anforderungen an die Signalqualität, Langlebigkeit und Wertigkeit der Audio-Quellen. Ziel dieser Bachelor Thesis ist die Neuentwicklung eines High-End Audio-Streamers, der diesen Erwartungen gerecht wird.



Rafael Klossner

## Ausgangslage

Die Vorstudie dieser Arbeit beinhaltet einen Vergleich und die Selektion der Kernkomponenten wie Digital/Analog Wandler (DAC) und Computermodul. Entsprechende Entwicklungs-Kits wurden für eine Evaluation beschafft. Mit diesem Testaufbau konnte das Linux System für das Computermodul (Toradex Apalis iMX6Quad) eingerichtet und der digitale Datenstrom zum DAC (AKM AK4493) sichergestellt werden. Zudem wurde für die Bedienoberfläche auf dem Touch-Display das GUI-Framework Qt eingerichtet. Neben den Softwarekomponenten wurden die Schaltungen für die Spannungsversorgung, die Peripherie des Computermoduls und die Beschaltung des DAC erstellt. Daraus entstand das Design der entsprechenden Leiterplatten.



Stefan Lüthi

## Realisierung

Zu Beginn der Thesis galt es, die Leiterplatten zu bestücken und die Hardware zu testen. Dabei wurden einige Fehler auf der komplexen Schaltung korrigiert und dokumentiert. Als Vorbereitung für die Bearbeitung des Gehäuses wurden die Ausschnitte und Taschen im Front- und Back-Panel in einem CAD-Programm geplant. Nach Abschluss der Gehäusebearbeitung konnten die Hardwarekomponenten verbaut werden. Parallel dazu wurde ein bestehender Audio-Treiber auf die verwendeten Komponenten angepasst. Dazu mussten auf dem Computermodul die Pfade für Takte und Signale konfiguriert werden. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des kompletten Audio-Streamers wurde die Qualität der Spannungsversorgungen, der digitalen Signale und des Audioausgangs messtechnisch überprüft. Zur Audiowiedergabe kommt auf dem Computermodul der Musikserver Mopidy zum Einsatz. Mit Plugins konnte der Server mit Streamingdiensten und lokalen Quellen ergänzt werden. Der Audioserver wird über das verbaute Display gesteuert. Dazu wurde das Software-Design für ein Bedienprogramm erstellt. Mit Verwendung der Model-View-Controller Architektur wird die

Erweiterbarkeit und Wartbarkeit der Software sichergestellt. Ein Teil des Designs wurde anschliessend implementiert.

## Ergebnisse und Ausblick

Das Ergebnis der Thesis ist ein hochwertiges Gerät, welches Audio-Dateien in CD-Qualität verlustfrei wiedergeben kann. Mit der entwickelten Software kann der Audio-Streamer Informationen und das Cover zum aktuellen Titel auf dem Display ausgeben. Die Bedienoberfläche ist minimalistisch und mit einer einfachen Bedienstruktur gestaltet. Neben verschiedenen Streaming-Diensten können Audiodateien direkt vom internen Datenträger des Audio-Streamers abgespielt werden.

Neben den erfolgreichen Resultaten bleiben noch einige Pedenzen offen. So gilt es in Zukunft die vorgeschlagenen Korrekturen der Schaltung zu übernehmen und die Leiterplatte anzupassen. Bei der Software soll die Bedienoberfläche mit weiteren Funktionen wie Suchen und Konfiguration der Hardware ausgestattet werden. Zur weiteren Aufwertung des digitalen Audiosignals soll der externe Oszillator anstatt des im Computer Modul verbauten Taktgenerators verwendet werden.



Fertiger High-End Audio-Streamer

# Bedienpanel für Kaffeevollautomat

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems sowie Management  
Betreuer: Martin Aebersold  
Experte: Daniel Kühni (Inetronic AG)  
Industriepartner: Delisys AG, Münsingen

35

Egal ob im Selbstbedienungsbereich oder hinter der Restaurant-Theke, Kaffeevollautomaten in der Gastronomie müssen schnell und unkompliziert bedient werden können. Moderne Kaffeemaschinen besitzen zur Benutzereingabe ein Touchscreen-Interface mit Farbdisplay. Um die Bedienung dieser Kaffeevollautomaten optisch ansprechend und technisch auf dem aktuellen Stand zu halten, müssen die Hard- und Softwarekomponenten des Bedienpanels stetig weiterentwickelt werden.

## Ausgangslage

Die Bedienung des Panels wird durch seine Ähnlichkeit zum Tablet-Computer gerne mit dem Benutzererlebnis der Consumer-Elektronik verglichen. Die Verbindung dieser Benutzeransprüche mit den industriellen Anforderungen der Kaffeemaschine fordern eine laufende Weiterentwicklung der Bedienpanel-Komponenten. Ausgehend von einem bestehenden Kaffeevollautomaten, wird eine Konzeptstudie eines neuen Bedienpanels erstellt und als Prototyp realisiert. Dieser Prototyp setzt neue Komponenten und Technologien ein, die den Funktionsumfang vergrößern und die Bedienung vereinfachen sollen. Neben dem Betriebssystem und der grafischen Benutzeroberfläche werden der resistive Touchscreen und das 8"-LCD ersetzt.

## Konzept und Realisierung

Das Herzstück der Hardware bildet ein Single-Board-Computer mit ARM Cortex-A9 Prozessor. In Kombination mit einem Basis-Board können die benötigten Schnittstellen für die Kommunikation mit der Peripherie adaptiert werden. Das 10.1"-IPS-Display und der kapazitive Touchscreen bilden die zentrale Benutzerschnittstelle. Aufgrund der zwei unabhängigen

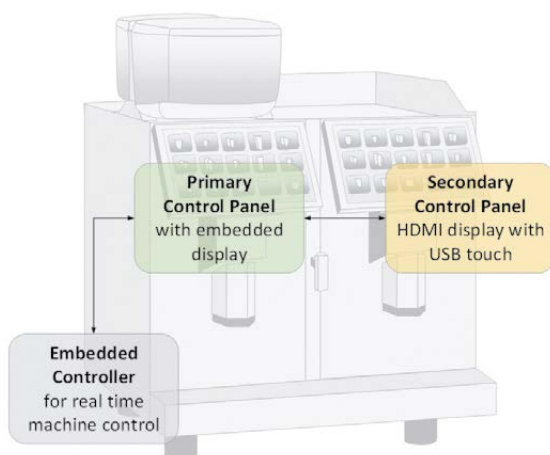
Produktausläufe der eingesetzten Kaffeemaschine muss ein sekundäres Bedienpanel für den zweiten Auslauf angeschlossen werden können. Dieses sekundäre Panel wird über HDMI und USB mit dem primären Bedienpanel verbunden. Aufbauend auf dem embedded Linux Betriebssystem wird eine grafische Benutzeroberfläche erstellt, über die Produkte vom Kaffeevollautomat bezogen werden können.

## Resultate und Ausblick

Der entwickelte Prototyp kann zur Konzeptvalidierung in der bestehenden Kaffeemaschine eingesetzt werden. Kaffeeprodukte können sowohl auf dem primären wie auch auf dem sekundären Bedienpanel ausgewählt und bezogen werden. An diesem minimal funktionalen Bedienpanel lässt sich das Bedienkonzept überprüfen und die gemachten Erkenntnisse können in die weitere Entwicklung einfließen. Der entwickelte Prototyp und das erworbene Knowhow bilden die Basis für das spätere Serienprodukt.



Daniel Krebs



Konzeptaufbau mit primärem und sekundärem Bedienpanel



Bedienpanel Prototyp

# Bildverbesserungen für ein elektronisches Sehhilfegerät

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems sowie Management

Betreuer: Ivo Oesch

Experte: Michael Held (Bystronic)

Industriepartner: Reber Informatik + Engineering GmbH, Münsingen

36

Der Sehsinn ist wohl einer der wichtigsten Sinneswahrnehmung unseres menschlichen Organismus. Durch Krankheiten wie der altersbedingten Makuladegeneration können betroffene Personen nicht mehr scharf sehen und büssen so einen grossen Teil von ihrer Lebensqualität ein. Durch Sehhilfegeräte kann der entstandene Sehverlust teilweise kompensiert werden. In dieser Arbeit wurden zwei Bildverbesserungen für das Sehhilfegerät VoiSee® implementiert.



Fabian Krummen

## Ausgangslage

Betroffene Personen die unter der Altersbedingte Makuladegenration (AMD) leiden, können nicht mehr scharf sehen. Sie besitzen einen blinden Fleck in der Mitte ihres Blickfeldes. Die Lesefähigkeit, das Identifizieren von Gesichtern oder von Strassenschildern wird erschwert oder sogar verunmöglicht. Mit dem elektronischen Sehhilfegerät VoiSee® kann den Betroffenen geholfen werden. Dieses Sehhilfegerät nimmt das Bild mit einer Kamera auf und zeigt es mit einer starken Vergrösserung auf einem Display an. Der Benutzer kann durch VoiSee® Texte in seinem peripheren Blickfeld lesen. Das periphere Sichtfeld ist von der AMD nicht betroffen.

## Ziele der Arbeit

Das aufgenommene Bild von VoiSee® hat noch Verbesserungspotential. Einen optischen Zoom und ein Bildstabilisator besitzt das Sehhilfegerät noch nicht. Diese beiden Verbesserungen wurden in dieser Arbeit umgesetzt. Der optische Zoom soll mit einer zweiten Kamera mit einem Teleobjektiv implementiert werden. Ähnlich wie es heute in Smartphones umgesetzt wird. Für die Bildstabilisation soll eine elektronische Variante umgesetzt werden.

## Umsetzung

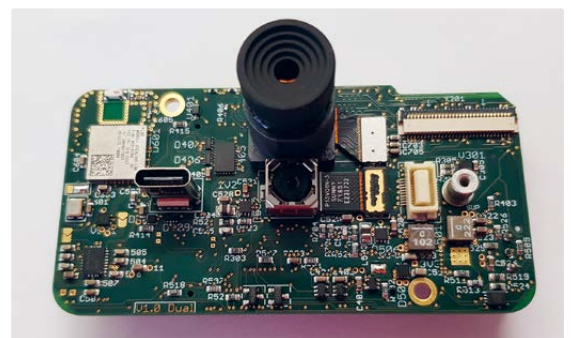
Für die Aufnahme der zweiten Kamera wurde die Leiterplatte von VoiSee® angepasst. Bei der Anpassung der Software wurde ein Linux Treiber für das Umschalten auf die zusätzliche Kamera implementiert. Bei der Umsetzung des elektronischen Bildstabilisators werden die Daten von einem Gyroskopsensor ausgewertet. Diese Daten werden digital gefiltert und daraus wird dann die Bildverschiebung für die Stabilisierung berechnet.

## Resultate und Ausblick

Der optische Zoom und der elektronische Bildstabilisator konnten grundlegend umgesetzt werden. Sie haben noch weiteres Verbesserungspotential. Die Umschaltung auf die zweite Kamera funktioniert fast Verzögerungsfrei und es können nun Dinge aus der Entfernung besser gelesen werden. Hier ist die zweite Kamera für die Integration in ein Gehäuse momentan noch zu gross. Beim Bildstabilisator würde ein besserer Gyroskopsensor das Bild noch ruhiger erscheinen lassen.



Simuliertes Bild einer von AMD betroffenen Person auf eine Uhr



Leiterplatte mit der zusätzlichen Kamera

**Wir ermöglichen Dir den richtigen  
Job in der passenden Firma zu fin-  
den.**

**KOHLER  
&PARTNER**

Seit mehr als 20 Jahren



Sandra Kohler



Jürg Widmer



Bernhard Kohler



Celine Becker



Mathias Hintermann



Michelle Stalder



Gabriela Streich

**Kohler & Partner unterstützt die unterschied-  
lichsten Firmen und kennt StartUps, KMU's und  
Konzerne von innen.**

### **Personalgewinnung**

- Exklusive Jobs und unveröffentlichte Vakanzen
- Beratung bei der Job- und Firmen-Auswahl
- Standortbestimmung
- Laufbahnberatung
- Personalgewinnung im Suchmandat
- Assessment

### **Organisationsberatung**

- HR-Audit
- Arbeitgeberattraktivität
- Personal- und Führungsentwicklung
- Reorganisation
- Coaching und Teamentwicklung
- Workshops Selbstmanagement



Um die Stromversorgung in abgelegenen Gebieten oder auf Veranstaltungen zu gewährleisten, kann eine mobile Anlage die optimale Lösung sein. Eine einfache und umweltfreundliche Energiegewinnung bieten mobile Photovoltaikmodule. Auf einem Anhänger montiert, können diese ideal ausgerichtet und so auf die Bedürfnisse des Kunden optimiert werden. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis wird ein solcher Anhänger realisiert und auf seine optimale Wirkungsweise geprüft.



Fabian Küng  
fabiankng09@gmail.com

### Ausgangslage

In der Schweiz werden seit dem 01. Januar 2018 die analogen Telefonanlagen ausser Betrieb genommen. Dies stellt vor allem Alpbetriebe vor ein Problem, da die nötige Stromversorgung für ein digitales Telefon oft nicht vorhanden ist.

Mit der Firma Clevertrailer GmbH wurde eine mobile Anlage aufgebaut, die im Sommer auf der Alp im Inselbetrieb und im Winter auf dem Hof im Verbundnetz betrieben werden kann.

### Umsetzung

Die Anlage wurde mit einem handelsüblichen Kofferranhänger realisiert. Dabei sind pro Seite jeweils vier PV-Panele montiert. Für eine optimale Ausnutzung der Sonnenenergie können die Panele auf der Seite aufgeklappt werden. Mit der weissen Rückwand des Anhängers bildet sich so eine ideale Ausgangslage für das Verwenden von bifacialen Panele. Diese bieten den Vorteil, dass auch ihre Rückseiten Strom produzieren. Zusätzlich befinden sich auf dem Dach vier konventionelle PV-Panele. Die Anlage weist mit den 12 Panele eine Leistung von rund 3.6 kWp auf.

Mittels Messungen wurde der bestmögliche Winkel der Seitenwände und die optimale Ausrichtung des

Anhängers für den maximalen Ertrag eruiert. Neben der Photovoltaikanlage befindet sich zudem ein Windrad auf dem PowerTrailer. Dieses soll bei Schlechtwetter-Phasen eine Mindestproduktion garantieren und in windreichen Gegenden kann mit einem variablen Mehrertrag gerechnet werden.

Um bei den drei Seiten des PowerTrailers die grösstmögliche Leistung zu erhalten, sind drei MPP-Tracker verbaut. Diese speisen die Energie in Lithium-Eisenphosphat Batterien mit einer Gesamtkapazität von 12 kWh ein. Durch den bidirektionalen Wechselrichter mit 3.5 kW kann der Trailer wahlweise als Inselanlage betrieben werden oder direkt ins Verbundnetz einspeisen.

### Resultat und Ausblick

Der PowerTrailer ist eine hochwertige und vielseitig einsetzbare mobile Stromversorgungsanlage. Er wird im Sommer auf der Alp im Inselbetrieb und im Winter auf dem Hof am Verbundnetz betrieben.

Die Anlage ist als "Plug-and-Play-System" aufgebaut und ist dadurch überall sofort einsatzbereit.



Marc Simon Studer  
marc.studer4@gmail.com



Abb 1: Powertrailer auf der Alp im Inselbetrieb

# Wireless Battery Management System (WBMS)

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies, Management  
Betreuer: Prof. Martin Kucera  
Experte: Martin Kyburz (Kyburz AG)  
Industriepartner: Kyburz AG, Freienstein

39

Im Rahmen von drei Bachelorarbeiten wurde ein E-Skateboard von Grund auf entwickelt. Es dient als Plattform, um neue Konzepte an einem konkreten Beispiel wie dem E-Skateboard anzuwenden. Das Wireless Battery Management System ist eines der umgesetzten Konzepte.

## Ausgangslage

Ein Lithiumakku, wie er im E-Skateboard verbaut ist, besteht aus mehreren in Serie geschalteten Lithiumzellen. Jede Zelle besitzt eine Ladeschlussspannung und eine Entladeschlussspannung. Wird die Ladeschlussspannung während des Laden überschritten oder die Entladeschlussspannung während des Entladens unterschritten, wirkt sich dies schädlich auf die Zelle aus. Im schlimmsten Fall kann das Verlassen der Betriebsspezifikationen einen Brand auslösen. Das Wireless Batterie Management System hat die Aufgabe, alle Zellen des Akkus zu überwachen und in kritischen Situationen zu schützen. Die nötigen Informationen dazu werden in einem Wireless Batterie Management System von jeder Zelle an die zentrale Steuereinheit per Funk übertragen. Das Wireless Batterie Management System musste für den Einsatz an der Formel E in Bern samt Gehäuse entwickelt, konstruiert und in fünffacher Ausführung gebaut werden.

## Realisierung

Das Wireless Batterie Management System im E-Skateboard besteht aus 10 Slave-Modulen und einem Master-Modul. Das Slave-Modul misst die Spannung und die Temperatur einer Zelle und übermittelt diese Informationen per Funk an das Master-Modul.

Zudem übernimmt das Slave-Modul das Balancing der Lithiumzelle. Während des Balancing leitet das Slave-Modul den Ladestrom über einen Widerstand an der Zelle vorbei und verhindert so das Überschreiten der Ladeschlussspannung.

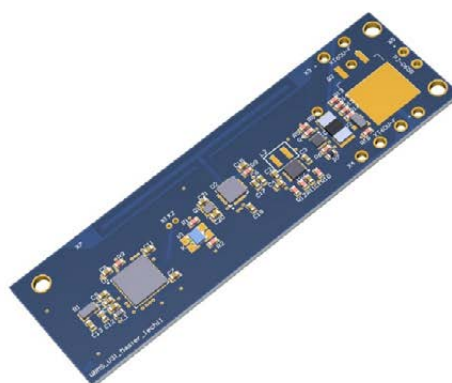
Das Master-Modul verwaltet die eintreffenden Informationen der 10 Slave-Module und misst den Lade- und Entladestrom des Akkus. Anhand der Temperatur kann das Master-Modul eine Überhitzung des Akkus feststellen. Mit der Spannung und dem Strom errechnet das Master-Modul den Ladestand (SOC) und den Alterungszustand (SOH) jeder verbauten Lithiumzelle.

## Resultat und Ausblick

Die Hardware des gesamten Wireless Batterie Management System für fünf E-Skateboards wurde fertiggestellt und funktionstüchtig verbaut. Zudem wurde das Softwaredesign für das gesamte System erstellt. Im Master-Modul ist ein Überstromschutz und in den Slave-Modulen wurde ein einfaches Balancing implementiert. Um das Batterie Management System im E-Skateboard weiter zu verbessern, muss primär noch an der Software gearbeitet werden.



Iso Camille Lechthaler  
isolechthaler@gmail.com



Lithium Akku mit 10 Lithium Zellen und 10 Slave Modulen (links) Master Print (rechts)



# Bluetooth Low Energy Remote

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies

Betreuer: Prof. Martin Kucera

Experte: Martin Kyburz (Kyburz Switzerland AG)

40

Im Rahmen von drei Bachelorarbeiten wurde die gesamte Elektronik eines E-Skateboards von Grund auf entwickelt. Das E-Skateboard diente als Plattform, um neue und bestehende Konzepte an einem konkreten Beispiel anzuwenden und zu erlernen. Die Bluetooth Low Energy Remote hatte die Aufgabe, die Steuerung des E-Skateboards zu ermöglichen und einzelne Daten des E-Skateboards auf der Fernbedienung zuverlässig anzuzeigen.



Florian Nicola Moser

079 927 73 70

florian\_moser93@gmx.ch

## Ausgangslage

Die Mobilität der Gesellschaft befindet sich zunehmend im Wandel. Immer mehr wird versucht, den Gebrauch von fossilen Brennstoffen bei Fahrzeugen einzuschränken. Einen Ansatz dazu bieten die E-Boards. Diese gewinnen gerade in der urbanen Wohngegend zunehmend an Bedeutung. Der Bluetooth 4.0 bis 5.x Standard hat sich zunehmend in der Low Energie Datenübertragung etabliert, welche in diesem Projekt verwendet und benötigt wird.

## Konzept und Realisierung

Die Bluetooth Low Energy Remote stellt die Kommunikation zwischen zwei verschiedenen Prints sicher. Zwischen jenem in der Fernbedienung und jenem im E-Skateboard. Derjenige Print, welcher sich im E-Skateboards befindet, führt zwei Aufgaben aus. Zum einen empfängt er die Steuerungsdaten der Remote via Bluetooth und gibt sie als ein analoges Signal an die ESCs weiter. Zum anderen empfängt er diverse Daten zum Zustand der Batterie über eine UART Schnittstelle und gibt sie per Bluetooth an

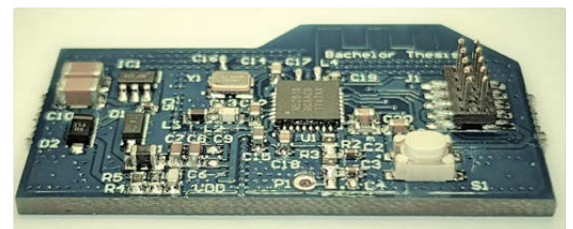
die Fernbedienung weiter. Die Remote erfüllt gleich mehrere Aufgaben. Der Wert des Potentiometers wird anhand eines ADCs ausgelesen und via Bluetooth an das Bord geschickt. Die Batteriedaten werden empfangen und anhand von Leds dargestellt. Ein Menü ermöglicht zusätzlich das Einstellen der Maximalleistung. Als BLE Chip wurde die NRF52 Reihe von Nordic eingesetzt. Diese erfüllten ihre Aufgabe sehr zuverlässig und bietet diverse Tools zur Realisierung des Projekts.

## Resultate und Ausblick

Als Ergebnis wurde ein funktionierendes Produkt entwickelt, welches zuverlässig die Funktionen erfüllt. Die Kommunikation zwischen den beiden Prints funktioniert zuverlässig und innerhalb einer geeigneten Reichweite. Um die Software zu realisieren, wurde ein Software Development Kit eingesetzt, welches die Programmierarbeiten deutlich vereinfacht hat. Dieses hatte auch zur Folge, dass auf mögliche Fehler während der Bedienung besser reagiert wird, als es sonst der Fall gewesen wäre.



Bluetooth Remote und eingesetzter Print.



Print, welcher im E-Skateboard eingesetzt wird.

# A web application for manual expert segmentation of retinal and choroidal layers

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Communication Technologies  
Thesis advisor : Prof. Dr. Elham Firouzi  
Expert : Prof. Tiziano Ronchetti (BFH | CIAN - University of Basel)

41

Recognizing significant temporal changes in the thickness of the choroid and retina at an early stage is a crucial factor in the prevention and treatment of ocular diseases such as myopia or glaucoma. The goal of this project is to develop a web application to collect a huge amount of manual expert segmentations of the choroid and retina with a comfortable working environment.

## Overview

In the last 25 years, Optical Coherence Tomography (OCT) Imaging has proven to be a valuable technique for detecting changes in the thickness of the choroid and retina. Unfortunately, especially in the border area separating the choroid from the sclera, OCT images suffer from low contrast. Recently, huge improvements in detecting such temporal changes were done, due to the continuous developments of machine learning techniques, such as image registration and deep learning algorithms. However, such algorithms need rich reliable datasets that can be provided by experts. In the past manual segmentation was done with markers on transparencies, which took a lot of time (especially the handling of the coordinates of the segmentation curves) and did not meet the current standards of precision. In response to this, my Django based web application provides a user-friendly online tool accessible through the internet and compatible with all internet browsers to collect segmentations from experts.

## Implementation

Django is a Python web framework as an MVC (Model, View, Controller) architecture that has been used to implement this web application. The main reasons for using Django are its high security, scalability, and versatility. By supporting tons of packages especially in data science and machine learning, it is ready to

host server-side computing and a perfect platform for commercial usages.

The admin page was developed to control user activity and accessibility. The administrator by using this page can easily set up a new experiment, also can monitor the processes and results. The OCT images can be imported after a preparatory process. Inside this project, some front-end libraries were included like drawing lines on a picture and offering image filters. This means that each user can apply his favorite filter to trace an accurate line. For every B-scan picture from choroid closed to the fovea, three different segmentation such as the Inner Limiting Membrane (ILM), Bruch's Membrane/Retinal Pigment Epithelium (BM/RPE) and Choroidal Sclera Interface (CSI) must be taken into account.

## Result

The result is generated as a unique JSON file which contains coordinate of user segmentation of ILM, BM, and CSI for every OCT B-scan.

## Conclusion

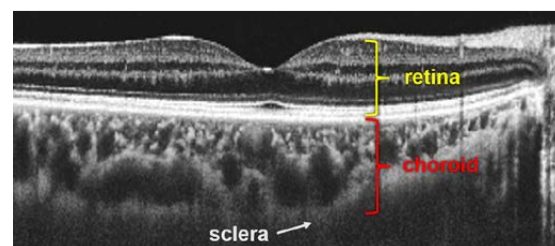
The outcome of this bachelor thesis is a secure and smart web application that provides reliable datasets for future research in monitoring choroidal and retinal thickness changes. The results can be potentially addressed in upcoming ophthalmological research, as the training set for the development of deep learning algorithms and to validate image segmentation and registration algorithms.



Ali Sahandabadi  
Ali.Sahandabadi@gmail.com



User panel



OCT B-scan of a healthy right eye

# Bewertung der Sprachqualität im Digitalfunk

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems sowie Management

Betreuer: Dr. Rolf Vetter

Experte: Dr. Friedrich Heitger

Industriepartner: TrafficLink AG, Bern

42

Insbesondere für Behörden wie Polizei und Sanität hat der klassische Sprechfunk auch heute noch eine grosse Bedeutung. Es liegt auf der Hand, dass die Verständlichkeit des Gegenübers in einer Notsituation von grösster Wichtigkeit ist. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein System entwickelt, welches die objektive Bewertung der Sprachqualität in einem digitalen Funknetz ermöglicht.



Patrick Sahli

## Ausgangslage

Der Bund betreibt mit dem nationalen Sicherheitsfunknetz Polycom ein System, welches von verschiedenen öffentlichen Betrieben (v.a. Blaulichtorganisationen) als gemeinsames Kommunikationsmittel genutzt wird. Zum Einsatz auf deren Funkmesswagen soll im Auftrag der SBB ein umfassendes Messsystem für das Polycom-Netz entwickelt werden. Die vorliegende Bachelor-Thesis beschäftigt sich dabei mit dem Teilprojekt der Sprachbewertung. Ziel ist die Entwicklung eines Systems, welches mithilfe zweier industriüblicher Funkgeräte ein Gespräch simuliert und anschliessend die Qualität der Sprache beurteilt. Ausserdem soll eine Messung der Sende- und Empfangsleistung durchgeführt werden.

## Konzept und Realisierung

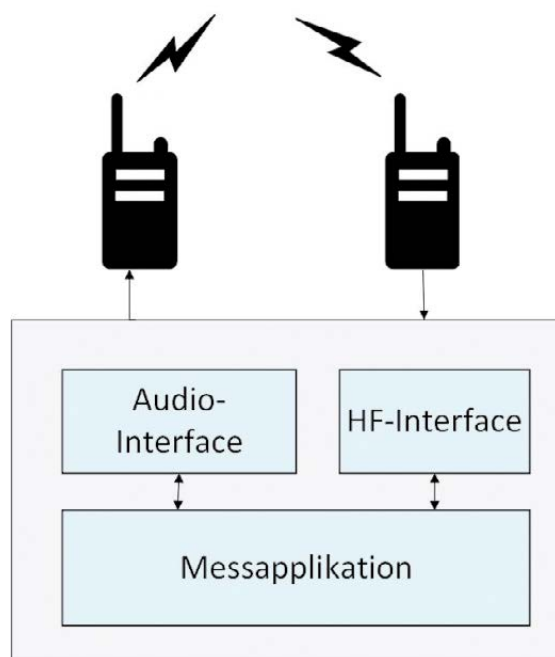
Den Kern des Systems bildet eine Messapplikation auf Windows-Basis. Diese kommuniziert mittels zweier Hardwaremodule mit den eingesetzten Funkgeräten. Die zu erfüllende Aufgabe lässt sich in die zwei Teilprobleme Sprachbewertung und Leistungsschätzung aufteilen.

Die Bestimmung der Sprachqualität wird durch den in der Industrie erprobten Algorithmus POLQA übernommen, welcher ein durch die Übertragung verschlechtertes Sprachsample mit dessen unverfälschter Referenz vergleicht und als Resultat den Qualitätsindex Mean Opinion Score (Wert zwischen 1 und 5) bestimmt. Die Messapplikation «spricht» also das Referenzsample auf das erste Funkgerät auf und «hört» am zweiten Gerät das erhaltene Signal wieder ab. Als Schnittstelle zu den Funkgeräten dient ein Voice-over-IP-Modul.

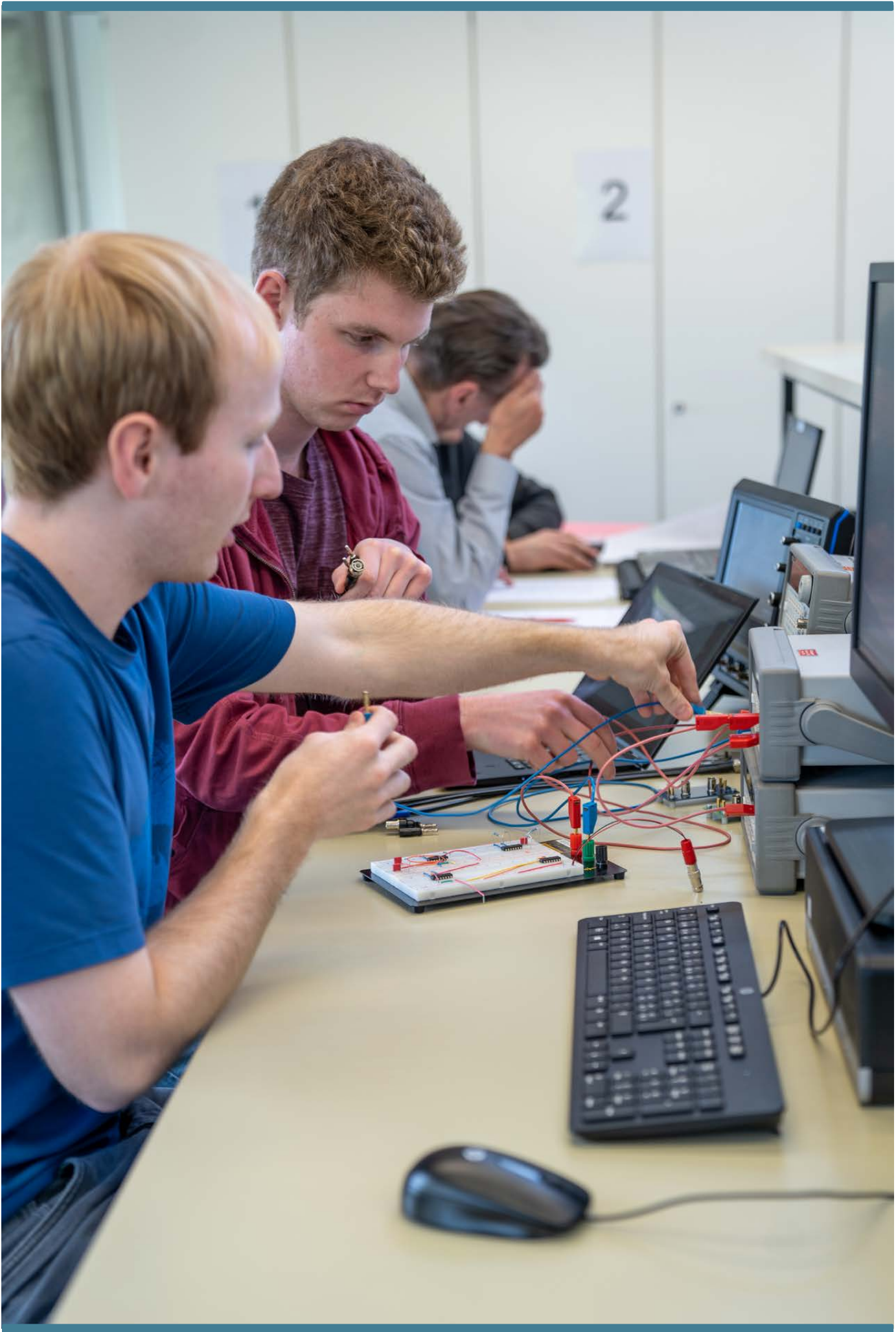
Zur Bestimmung der Sende- und Empfangsleistung wird das Signal direkt an der Antenne der Funkgeräte abgegriffen und von einem einfachen Software-Defined-Radio-Modul verarbeitet. Dieses mischt das Signal aus dem Übertragungsfrequenzband ins Basisband herunter und leitet den Datenstrom an die Messapplikation weiter. Mithilfe der sogenannten Welch-Methode wird anschliessend das Frequenzspektrum bestimmt und die Leistung im Übertragungskanal berechnet.

## Resultate und Ausblick

Es wurde eine auf Windows-Rechnern lauffähige Messsoftware entwickelt, welche über eine Netzwerkverbindung mit dem Hardwareteil des Systems kommuniziert. Die Hardware besteht aus einem Einschubrahmen, auf welchem das Funkgerät und die verwendeten Schnittstellenmodule montiert sind. Ein Messablauf wird von der Applikation selbstständig abgearbeitet, und die geforderten Grössen werden bestimmt. Das entworfene System dient als Prototyp und kann mit wenigen Anpassungen im Funkmesswagen installiert werden.



Gesamtübersicht Messsystem



# Modulare Systemhauptuhr

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Martin Aebersold

Experte: Daniel Kühni (Inetronic AG)

Industriepartner: PRECITEL AG, Gwatt

44

Die Anforderungen an eine Hauptuhr für mittlere bis grosse Uhrenanlagen wie z. B. in Schulhäusern, Flughäfen etc. werden immer umfangreicher. Nebst einer grossen Vielfalt an Uhrwerken und Antrieben gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die Uhren zu synchronisieren. Die einfache Bedienbarkeit sowie die Möglichkeit, das System zu erweitern, wird vorausgesetzt. In dieser Bachelor-Thesis soll eine neue, modulare Systemhauptuhr entwickelt werden, die diesen Anforderungen gerecht wird.



Christoph Schär  
+41 79 461 23 91

## Idee

Die Idee der modularen Systemhauptuhr ist, Module (sogenannte CUBEs) zu erstellen, die auf die unterschiedlichen Uhrwerke zugeschnitten sind. Die CUBEs sollen von einer zentralen Einheit, dem CORE CUBE, gesteuert und überwacht werden können. U.A. soll über den CORE CUBE folgendes möglich sein:

- Konfigurieren der CUBEs.
- Anzeigen von Störungen der Uhr.
- Abgleichen der Uhrzeit.
- u.v.m.

Zusammen bilden die Geräte ein modulares Hauptuhrensystem. Das System soll auf zwei Arten aufgebaut werden können. Einerseits standalone und andererseits als verteiltes System. Bei der standalone Variante werden die Module und die zentrale Steuerung zu einem einzigen Gerät zusammengefügt. Beim verteilten System werden die Module bei der Uhr installiert. Die Kommunikation mit der zentralen Steuerung erfolgt über eine Gebäudeverkabelung wie z. B. Ethernet.

## Umsetzung

Im Rahmen der Bachelor-Thesis ging es um die Entwicklung von Prototypen für die standalone Variante. Die Hardware wurde vorgängig bei der Firma PRECITEL entwickelt und bereit gestellt.

Als erstes wurde eine Basissoftware für alle CUBEs

entwickelt. Diese umfasst eine vollwertige Uhr mit Kalender und automatischer Sommer-/Winterzeit Umschaltung. Des Weiteren verwaltet die Software die Einstellungen und Alarime des CUBEs und übernimmt die Kommunikation mit dem CORE CUBE. Diese Software soll im weiteren Verlauf als Basis für die spezifischen CUBE-Softwares verwendet werden. Dabei werden für jeden CUBE die uhrwerksspezifischen Funktionen ergänzt.

Die Software des CORE CUBE verwendet eigens definierte numerische Kommandos, um mit den angeschlossenen CUBEs zu kommunizieren. Durch die Cross-Plattform fähige Implementierung soll die Software später auch auf PCs mit Windows, Linux oder macOS eingesetzt werden können. Dies vor allem hinsichtlich des verteilten Uhrensystems. Bei der standalone Variante wird die CORE CUBE Software auf einem Raspberry Pi eingesetzt (Abb. 1).

## Ergebnis und Ausblick

Die im Rahmen der Thesis erarbeiteten Softwares sind wunschgemäss sehr allgemein gehalten und dadurch ausbaufähig. Mit der CUBE Basissoftware wurde eine solide Grundlage für die Entwicklung der spezifischen CUBE Softwares geschaffen. Dies gilt gleichermaßen für die Software des CORE CUBE. Diese kann und wird im weiteren Projektverlauf bei der Firma PRECITEL ausgebaut werden.

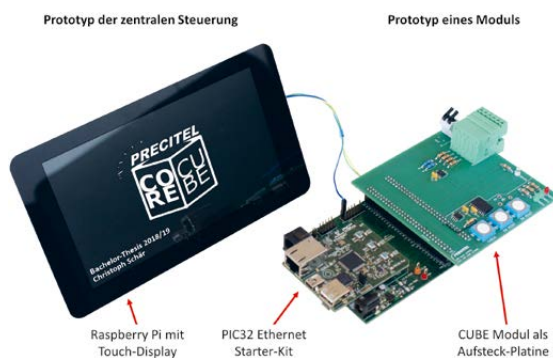


Abb. 1: Zentrale Steuerung (CORE CUBE) mit angeschlossenem Modul (CUBE) als Testaufbau.

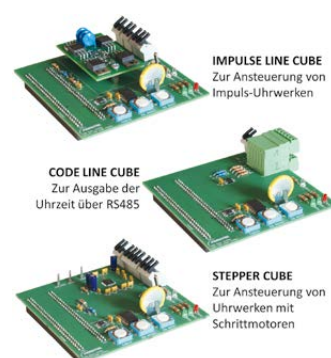


Abb. 2: Modul-Prototypen (CUBEs) als Aufsteckplatinen passend zum PIC32 Starter-Kit.

# ElCaCon - Electric Car Station Controller

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Embedded Systems

Thesis advisor : Ivo Adrian Oesch

Expert : Ingenieur HTL Daniel Kühni (Inetronic AG)

Industrial partners : Source Engineers GmbH, CH- Bern ; BE Netz AG, CH- Luzern

45

Climate change is the defining challenge of the 21st century. Electric cars play a crucial role in reducing greenhouse gas emissions so that humanity can achieve carbon neutrality. In addition to more marketable electric cars, appropriate infrastructure is needed to meet growing demand. To this end, the ElCaCon project sets out to create a device which allows for the remote monitoring and power source control of electric car charging stations.

## State of the problem

The purpose of the ElCaCon project is to allow Source Engineers GmbH to monitor and control the electric car charging stations of industry partner BE Netz AG. Monitoring includes data collection, analysis, and visualization for record keeping, among other purposes. Control refers to the ability to send and receive commands, with the ultimate goal of choosing the optimal power source (renewable or nonrenewable) at any given time. The ElCaCon controller device was built with maximum flexibility in mind. In the future, similar control and monitoring mechanisms could be implemented for other targeted systems such as heat pumps or solar panels.

## Implementation

To support the required extensibility, the controller has been developed on a Revolution Pi (similar to a Raspberry Pi) using a Linux/Raspbian operating system. A microservice architecture was developed that runs on the Linux/Raspbian operating system and communicates via Google's gRPC framework. Additional services with specialized tasks can be added to the microservice architecture as needed. These specialized services can, for example, communicate with targeted systems such as the charging stations, heat pumps, or solar panels. In particular, the service that communicates with the charging stations uses the OCPP 1.5 protocol to poll data and send commands.

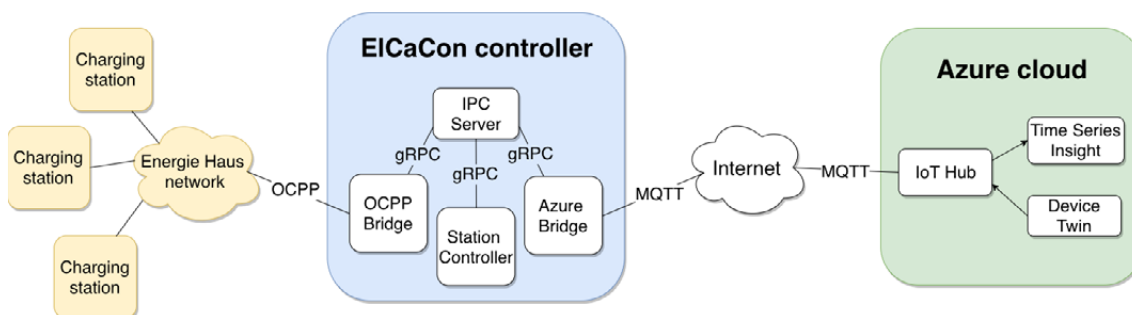
Data polled by this communication service is sent through the microservice architecture to the Azure cloud using the MQTT protocol, where the data is analyzed and visualized. The Azure cloud can also send commands to the controller to change settings, install updates, and control targeted systems. Connecting the controller to the cloud opens up the possibility to scale the project to a virtually unlimited amount of controllers which can be managed in multiple locations and for variable use cases.

## Results and outlook

This thesis project was able to yield a controller that can monitor the charging stations in the cloud and distribute commands received from the cloud to the relevant services. Additionally, the controller can update its operating system as well as software when prompted by the cloud. Moving forward, an updated OCPP protocol (1.6 for example) is vital to effectively control the charging stations and optimize power sourcing. With the working microservice architecture and the connection to the cloud, the controller is now well-prepared to support a wide variety of targeted systems and sensors. With this new tool, Source Engineers GmbH is able to quickly expand its repertoire of supported systems.



Samuel Schüpbach  
079 268 22 94  
schuepbs@gmail.com



System overview

# IO-Link Test-Pattern Generator

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies

Betreuer: Prof. Martin Kucera

46 Experte: Dr. Pascal Gaggero (Balluff HyTech AG)

Industriepartner: Balluff HyTech AG, Bellmund

Eine einfache Vernetzung von Sensoren ist in Zukunft mit der Industrie 4.0 und IOT unerlässlich. IO-Link Wireless erlaubt hierbei neue Möglichkeiten, ein kabelloses Sensornetzwerk zu erstellen. Damit ein solches Netzwerk gefahrlos eingesetzt und die Übertragung der Daten garantiert werden kann, muss die Störfestigkeit charakterisiert werden. Aufgrund dieser können die Anforderungen an den Einsatzbereich definiert werden.



Matthias Steiner  
mattihaas@bluewin.ch

## Ausgangslage

Im März 2018 wurden die Spezifikationen für IO-Link Wireless (IOLW) veröffentlicht. Damit wurden weitreichende, neue Möglichkeiten eröffnet ein Sensornetzwerk, basierend auf IO-Link, zu erstellen. IOLW verwendet das Frequenzspektrum des 2.4 GHz ISM Bandes. Dieses beherbergt unter anderem auch Bluetooth und WLAN, welche Interferenzen verursachen können und somit die korrekte Übermittlung der IOLW Daten teilweise oder ganz verunmöglichen. Um dies besser zu verstehen, muss die Störfestigkeit von IOLW charakterisiert werden. Für die Charakterisierung soll ein Test-Pattern Generator erstellt werden, welcher mögliche Störsignale aussendet, damit deren Einfluss auf die IOLW Übertragung in Erfahrung gebracht werden kann.

## Realisierung

Zu Beginn wurden die vorhandenen Signale im ISM Band auf das mögliche Störrisiko für IOLW analysiert. Dabei erwiesen sich besonders Bluetooth Signale und Continuous Wave Signale, welche von Maschinen als

Leckfrequenzen abgegeben werden, als Signale mit potenziell hohem Störpotential. Die Bluetooth Verbindung wurde mittels Raspberry Pi und Bluetooth Dongles erstellt. Für die Generierung von Continuous Wave wurde ein Ubertooth, ein 2.4 GHz Entwicklungskit, verwendet. Der Ubertooth ist ebenfalls ansteuerbar durch die USB-Schnittstelle eines Raspberry Pi. Die Ausgabe wurde kabelgebunden realisiert sodass Signale der Umgebung nicht in die Messung eingekoppelt werden und der Einfluss der Signale isoliert betrachtet werden kann. Die Ansteuerung des Profils und ihrer Eigenschaften erfolgt mittels eines Touchdisplays.

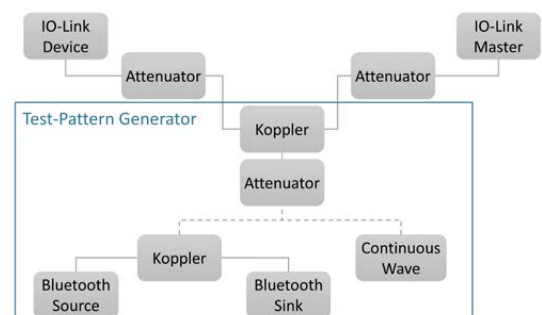
## Ergebnis und Ausblick

Der entstandene Prototyp erlaubt es, Signale mit spezifischen Bluetooth Profilen und Continuous Wave als Signalform, auszusenden. Diese können in eine IOLW-Verbindung eingekoppelt werden. Somit kann die Verbindungsqualität bei bestimmten Störprofilen bestimmt werden.

Erste Messungen wurden vorgenommen und erlauben einen Einblick in die Störfestigkeit von IO-Link Wireless. Um ein genaues Profil der Störfestigkeit von IOLW zu erhalten, sind weitere Messungen vonnöten. Zusätzlich kann durch die zukünftige Implementierung weiterer Signaltypen, wie Bluetooth LE, ein zusätzlicher Wissensgewinn entstehen.



Test-Pattern Generator in Gehäuse



Schema des Messvorganges

# Energie- und Netzoptimierung durch Flexibilitäten

Studiengang : BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung : Electric Energy and Renewable Systems  
Betreuer : Prof. Michael Höckel  
Experte : Dr. Dipl. El.-Ing. ETH Andreas Beer (Repower)  
Industriepartner : Genossenschaft Elektra, Jegenstorf

47

## Technische und wirtschaftliche Analyse eines Zusammenschlusses zum Eigenverbrauch über mehrere Parzellen im Hinblick auf Produktion, Speicherung und Verbrauch.

### Grundlage

Mit der Energiestrategie 2050 will der Bund dezentrale Stromproduktion fördern und die Netze entlasten. Diese Ziele führten zu Anpassungen der Energieverordnung in diesem und dem letzten Jahr. Zusammenschüsse zum Eigenverbrauch (ZEV) wurden möglich. In einem ZEV können Stromproduzenten ihren Strom direkt an ZEV-Mitglieder verkaufen. Durch die Erhöhung des Eigenverbrauchs sinken die Kosten für Netzbezug und Energiezukauf. Exemplarisch wurde ein Gebiet mit mehreren Wohneinheiten untersucht, welches die gesetzlichen Vorgaben für einen ZEV erfüllt.

### Vorgehen

Auf der Grundlage von PQ-Messungen vor Ort wurde die Situation mit unterschiedlichen Ausbaustufen analysiert. Der maximale Photovoltaik (PV) Ausbau führt zu Überlastungen von Betriebsmitteln und Spannungsbandverletzungen. Als Alternative zum Netzausbau wurde der Einsatz von dezentralen Speichern geprüft. Um die Wirtschaftlichkeit abzubilden und auf Flexibilitäten einzugehen wurde die Kostenberechnungshilfe (KBH) entwickelt. Die KBH liefert für unterschiedliche Szenarien wirtschaftliche Kennzahlen. Die wirtschaftliche Betrachtung zeigte, dass ein maximaler Ausbau nicht sinnvoll ist.

### Vorantreiben von ZEV

Die Entgelte, die der Netzbetreiber für die Nutzung der überlagerten Netzebenen zahlen muss, setzen sich aus Energie- und Leistungsanteil zusammen. Falls Speicher eingesetzt werden, können sie zwei Funktionalitäten haben. Einerseits erhöhen sie den Eigenverbrauch im ZEV, andererseits können sie zur Reduktion des Leistungsbezugs vom Netz eingesetzt werden. Eine Vergütung von Flexibilität wurde geprüft und wird in der KBH berücksichtigt. Berücksichtigt man unterschiedliche Szenarien zum PV und Speicherausbau mit Vergütung von Flexibilitäten, so kann man einen ZEV wirtschaftlich gewinnbringend betreiben (siehe Abbildung).



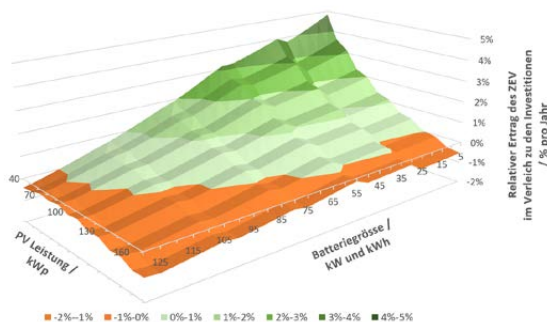
Donato Stillhardt  
stillhardt@protonmail.com

### Mögliche Lösung

Für das betrachtete Gebiet ist ein ZEV mit kleinem PV Ausbau und einer Batterie wirtschaftlich umsetzbar. Die ZEV-Betreiberin kann mit 2.5 % Ertrag vom eingesetzten Kapital rechnen.

### Ausblick

Die Umsetzung eines ZEV bedarf weiterer Abklärungen. Technische Details müssen ausgearbeitet und die ZEV-Mitglieder für den ZEV gewonnen werden. Die Resultate der Arbeit bieten einen Grundstein auf dem Weg zur ZEV-Gründung.



Wirtschaftliche Analyse von PV Ausbau und Speichergrossen unter Vergütung der Flexibilität



# Electronic Speed Controller (ESC) mit Gallium-Nitrid Leistungstransistoren

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies

Betreuer: Prof. Martin Kucera

Experte: Martin Kyburz (Kyburz Switzerland AG)

48

Elektroskateboards sind das perfekte Last-Mile Fortbewegungsmittel und bieten eine Menge Spass. Dadurch dass man beschleunigen und bremsen kann, ohne einen Fuss vom Board nehmen zu müssen, lassen sie sich auch kinderleicht und intuitiv fahren. Durch den Einsatz von neuen, effizienten Gallium-Nitrid Leistungstransistoren kann eine höhere Reichweite als mit herkömmlichen ESCs erreicht werden.



Nicolas Stutz  
nicolas.stutz@gawnet.ch

## Ausgangslage

Bei Elektroskateboards werden Brush-Less-DC-Motoren eingesetzt. Anders als ihr Name vermuten lässt, lassen sich diese nicht einfach durch Anlegen einer Gleichspannung betreiben. Man braucht ein sogenanntes ESC, einen Electronic Speed Controller, der durch gezieltes Schalten von Transistoren immer im richtigen Moment Spannung auf die richtige Motorphase geben muss, damit der Motor sich dreht. MOSFET Transistoren sind in der Lage im dreistelligen Nanosekundenbereich zu schalten und trotzdem entstehen beim sogenannten Hard-Switching recht hohe Verluste. Gallium Nitrid Transistoren schalten im Vergleich zu entsprechenden Silizium MOSFETs mehr als zehnfach so schnell. Dadurch resultiert eine höhere Effizienz, sodass sich die Transistoren weniger aufheizen. Dies wiederum lässt einen höheren maximalen Dauerstrom zu.

## Konzept und Realisierung

Die hohe Schaltgeschwindigkeit der GaN FETs bringt auch einige Schwierigkeiten mit sich. Beim Entwerfen des Layouts mussten unter anderem parasitäre Elemente möglichst klein gehalten werden. Denn bei solch hohen Schaltgeschwindigkeiten stellt bereits eine Leiterbahn von wenigen Millimetern Länge eine

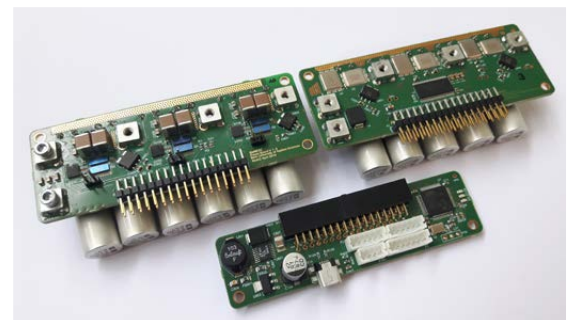
Induktivität dar, an der hohe Spannungsspitzen entstehen können. Als Basis für das ESC wurde das VESC Open Source ESC verwendet, das mit dem VESC-Tool beliebig konfiguriert werden kann. Das ESC wurde modular gestaltet, der Leistungsteil ist separiert vom Main-Board. Dadurch konnte nebst einer Gallium Nitrid Version auch eine Silizium MOSFET Version des Leistungsteils entwickelt werden, um einen direkten Vergleich der beiden Technologien zu erhalten. Die beiden Leistungsteile können ausgetauscht werden, ohne dass das Main-Board neu programmiert werden muss. Schlussendlich wurden die ESCs zusammen mit dem WBMS und der BLE Remote, die in separaten Abschlussarbeiten entwickelt wurden, in ein Elektroskateboard mit zwei BLDC Motoren eingebaut.

## Resultate und Ausblick

Erste Tests der Prototypen zeigten, dass beide Versionen ihre Vor- und Nachteile haben. Der Nachteil der GaN FETs ist ihre geringe Masse, die sich sehr schnell aufheizt. Und dadurch, dass sie wegen den parasitären Elementen sehr nahe bei einander platziert werden müssen, heizen sie sich gegenseitig etwas mehr auf. Trotzdem haben erste Tests gezeigt, dass bei der Gallium Nitrid Version der maximale Dauerstrom bei Raumtemperatur rund 10 % höher liegt als bei der Silizium MOSFET Variante. Zudem sind sie auch deutlich effizienter, was zu einem höheren Wirkungsgrad des ESC und einer grösseren Reichweite führt.



Erste Tests zeigten, dass der maximale Dauerstrom bei der GaN Variante rund 10% höher ist als bei der Silizium Variante



Entwickelte Prototypen v.l.n.r. GaN-Power-Board, Main-Board, Si-Power-Board

# Parallelizing Hardware by Unfolding Algorithm for FIFOs

Degree programme : BSc in Electrical- and Communication Engineering | Specialisation : Embedded Systems  
Thesis advisor : Prof. Dr. Marcel Jacomet  
Expert : Prof. Dr. Roland Schäfer

Parallel processing is used to increase speed or reduce energy consumption in digital designs. In order to parallelize a digital design, it must be unfolded by an algorithm. The classical algorithms fail when the structure of a design is inaccessible. That is the case for intellectual property (IP) cores. In this thesis a novel algorithm that is capable of unfolding a First-In-First-Out (FIFO) IP core without accessing its structure is introduced, implemented and verified.

## Motivation

A FIFO buffer is a very general and widely used data structure enabling data exchange between systems with different schedules of data processing. Since FIFO buffers are extensively used in various sorts of applications they can be regarded as standard building blocks of digital systems and therefore many different IP core FIFO buffer types can be found in custom IP core libraries.

Hardware parallelization on the other hand is a prominent method to increase the speed or to reduce the power consumption of digital designs. Classical methods of hardware parallelization may fail when IP cores are used in digital designs. IP cores are highly optimized blocks of logic and can be regarded as black boxes because the structures of such IP cores are protected against access. The availability of IP core libraries however, is a crucial aspect in digital design development since it reduces development time dramatically. Therefore new ways of parallelization must be found for designs containing IP cores.

Finding a way to enable parallel processing of IP core FIFOs would open up interesting opportunities.

## Objectives

Professor Marcel Jacomet and his team at the Institute for Human Centered Engineering found a way to parallelize FIFOs without accessing the structures of the FIFOs. The FIFOs are used as whole blocks and

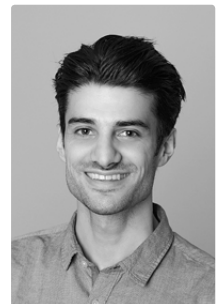
therefore IP core FIFOs can enter the design. Two blocks of logic, the input router and the output router illustrated in the conceptual diagram, control the flow of data and control signals. The primary objective of this Bachelor Thesis is to introduce, implement and verify this novel unfolding algorithm used to parallelize IP core FIFOs.

## Approach

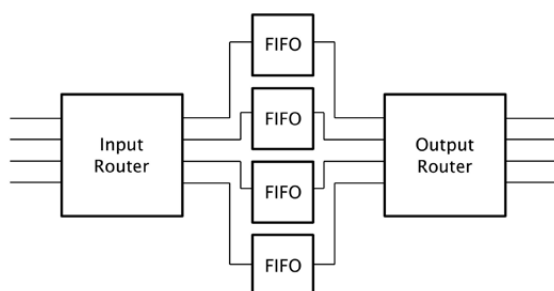
In order to verify the correctness of the algorithm a suitable IP core FIFO is selected as a reference model and its behavior is analyzed in detail. A replicated model is developed and simulated. The structure of the replicated model is both known and accessible and can therefore be exposed to a classical procedure of parallelization. The IP core FIFO on the other hand is parallelized according to the novel algorithm. The two parallelized models using equivalent FIFO models are simulated and compared. If the simulation shows equivalence, the correctness of the algorithm is plausible.

## Result

All models were implemented using hardware description language (VHDL). A VHDL testbench was used to simulate the behavior of the different models. First it was shown that the replication and the original IP core FIFO have equivalent behavior. Then the two parallelized models to be tested for equivalence were added. The behavior of the models differs only in irrelevant aspects. Therefore the novel algorithm can be regarded as correct.



Martin von Rotz  
vonrotz.martin.  
andreas@gmail.com



Conceptual diagram

# Überarbeitung des Drucklabors der Aptomet AG

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Max Felser  
Experte: Josef Meyer  
Industriepartner: Aptomet AG, Gümligen

50

Die Kalibrierung eines Prüfmittels erlaubt eine zuverlässige Aussage über dessen Zustand. Um die Qualität der Kalibrierungen im Drucklabor der Aptomet AG auch in Zukunft zu gewährleisten, wurde der bestehende Prozess überarbeitet. Es wurde eine Software entwickelt, welche sich am überarbeiteten Prozess orientiert und den Benutzer unabhängig der verwendeten Referenzen durch den Kalibriervorgang führt.



Patric Kevin Wickli

## Einleitung

Bei einer Kalibrierung prüft man mittels Vergleichsmessung mit einer Referenz, ob das zu kalibrierende Messmittel der verlangten Genauigkeit entspricht, d.h. ob ein entsprechender Messwert innerhalb der angegebenen Toleranzen liegt. Eine regelmässige Kalibrierung der Messmittel ist notwendig, um fehlerhaftes Verhalten frühzeitig zu erkennen und entsprechende Massnahmen ergreifen zu können. Die Firma Aptomet AG verwendet seit Jahren drei verschiedene Prozesse zur Kalibrierung von Druckmessgeräten, welche Kalibrierungen in unterschiedlichen Genauigkeits- und Druckbereichen erlauben. Die Verwendung dreier Prozesse, welche teils keine parallele Ausführung erlauben, bietet diverse Nachteile. Die Aptomet AG möchte deshalb eine neue Software programmieren, die ins Konzept der Firma passt und die Kernfunktionalitäten der drei Prozesse vereint und die Ausführung mehrerer Instanzen erlaubt.

## Realisierung

Nachdem ein einheitlicher Prozess erarbeitet wurde, galt es eine Software zu entwickeln, die den Benutzer durch eine Kalibrierung führt. Auf Wunsch der Aptomet AG wurde die Softwareplattform LabVIEW von National Instruments verwendet. Zusätzlich wurden Excel-Templates erstellt, in welchen der Benutzer Informationen über die verwendeten Referenzen und den angewandten Kalibriervorgang abspeichern kann. Dies erleichtert die Wiederverwendung genannter Daten. Der Benutzer kann neue Kalibrierabläufe und Referenzen erfassen und basierend darauf eine Kalibrierung starten, und wird dann durch den Kalibrierablauf geführt. Hierbei werden Rohdaten angelegt, welche neben den verwendeten Referenzen für jeden Messpunkt auch die relevanten Daten (Umgebungstemperatur, Luftdruck, etc.) dokumentiert. Basierend auf diesen Rohdaten hat der Benutzer die Möglichkeit, ein Zertifikat in Form eines Worddokuments (\*.docx) zu exportieren, welches auf Wunsch weiter bearbeitet werden kann.

Zusätzlich hat der Benutzer die Option, einen Justiervorgang zu starten, welcher ihm bei der Evaluierung der nötigen Gewichtssteine behilflich ist. Durch Angabe des gewünschten Solldrucks, berechnet die Software die nötigen Gewichtssteine, die aufzulegen sind, um einen Istdruck möglichst nahe dem Solldruck zu erreichen.

## Fazit

Im Rahmen der Thesis konnten die Prozesse der Druckkalibrierung überarbeitet und mathematische Grundlagen auf den aktuellen Stand gebracht werden. Es wurden Referenzberechnungen aktualisiert und der Prozess den Vorgaben von DAkkS-DKD-R 6-1 angepasst. Um diese Anpassungen zu verwirklichen, wurde eine LabVIEW-Software entwickelt, welche die bestehende Software im Bereich der Druckkalibrierung in der Aptomet AG in Teilen ablösen kann. Die Software umfasst noch nicht die volle Funktionalität der Bestehenden und hat Einschränkungen im Bereich der verschiedenen Referenztypen. Die Software, welche zum Zeitpunkt der Abgabe der Thesis noch nicht komplettiert ist, bietet somit die Basis zur Weiterentwicklung des Drucklabors auf den neusten Stand der Anforderungen und zur Angliederung an die bestehenden Prozesse der Aptomet AG.

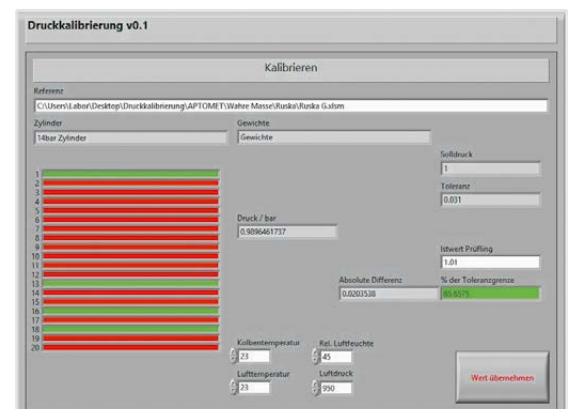


Abbildung 1: Ansicht der Kalibrierung

# Signalidentifikation mittels Software Defined Radio

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies  
Betreuer: Prof. Dr. Rolf Vogt  
Experte: Stefan Hänggi (armasuisse)

51

Cognitive Radio ist eine vielversprechende Technologie, welche die Nutzungseffizienz des verfügbaren elektromagnetischen Spektrums verbessert, indem nicht lizenzierten Benutzern der Zugang zu lizenzierten Bändern ermöglicht wird. Damit das Cognitive Radio effizient arbeitet, muss es in der Lage sein, ungenutzte Spektrumsanteile effektiv zu identifizieren. Daher ist Spectrum Sensing die kritische Komponente der Cognitive Radio Technologie.

## Ausgangslage

Von Mobiltelefonen bis zu Garagentüröffnern ist praktisch jedes drahtlose Gerät vom Zugriff auf das Spektrum abhängig. Das Frequenzspektrum ist aber begrenzt, und diese Knappheit wird mit der Einführung mehrerer neuer Technologien zu einem der Hauptprobleme im Telekommunikationsbereich. Daher ist es für neue Technologien oft schwierig das erforderliche Frequenzspektrum zu erhalten, da diese bereits von anderen Betreibern besetzt sind. Cognitive Radio ist eine mögliche Lösung für dieses Problem, indem es unlizenzieren Benutzern den Zugriff auf lizenzierte Bänder ermöglicht, ohne den lizenzierten Benutzer zu stören. Damit das Cognitive Radio effizient arbeitet und die erforderliche Verbesserung der Spektrumseffizienz erzielt, muss es die ungenutzte Frequenzbänder effektiv identifizieren. Daher ist Spectrum Sensing die kritische Komponente der Cognitive Radio-Technologie.

## Konzept

In der Literatur wurden mehrere Spectrum Sensing Methoden vorgeschlagen. In dieser Arbeit wurden diese Methoden überprüft und unter ihnen der Eigenwert-basierte Detektor gewählt, da keine Vorkenntnisse über das Rauschsignal und das primäre Benutzersignal erforderlich sind. Es wird gezeigt, dass das Verhältnis des maximalen Eigenwerts zum minimalen Eigenwert verwendet werden kann, um das Vorhandensein des Signals zu ermitteln. Um die

vorgeschlagene Methode zu testen, wird der Signaldetektor mit Hilfe von GNU Radio in ein Software Defined Radio integriert, um seine experimentellen Leistungen auszuwerten.

## Resultat

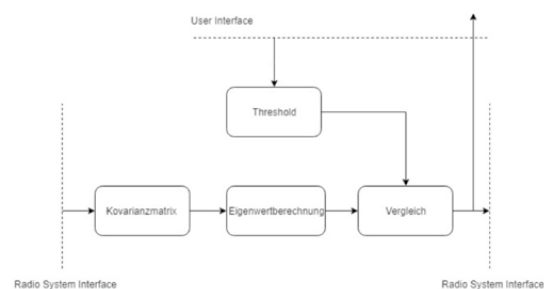
Um einen guten Kompromiss zwischen Komplexität und korrektem Erkennungsprozentsatz zu finden, wurden mit guten Ergebnissen MATLAB Simulationen für verschiedene Modulationstypen und unterschiedliche Parameter wie beispielsweise das Signal-to-Noise Ratio (SNR) durchgeführt. Um eine vollständige Auswertung zu erhalten, wurde ein geeigneter Demonstrator mit realen Signalen aufgebaut. Bis zu einer SNR von -15 dB betrug die Erkennungsrate über 60 Prozent.



Bilal Korhan Yildiz  
bilalkorhanyildiz@gmail.com



LimeSDR Mini



Das Konzept des Gesamtsystems vom Eigenwert-basierte Detektor



**Berner Fachhochschule**

Elektrotechnik und Informationstechnologie

Jlcoweg 1

3400 Burgdorf

Telefon +41 34 426 68 25

[office.eit@bfh.ch](mailto:office.eit@bfh.ch)

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

**Haute école spécialisée bernoise**

Génie électrique et technologie de l'information

Jlcoweg 1

3400 Burgdorf

Téléphone +41 34 426 68 25

[office.eit@bfh.ch](mailto:office.eit@bfh.ch)

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

**Bern University of Applied Sciences**

Electrical Engineering and Information Technology

Jlcoweg 1

3400 Burgdorf

Telephone +41 34 426 68 25

[office.eit@bfh.ch](mailto:office.eit@bfh.ch)

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