



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



2021  
Abschlussarbeiten  
Travaux de fin d'études  
Graduation Theses

**BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie**

BSc en Génie électrique et technologie de l'information

Bsc in Electrical Engineering and Information Technology

- ▶ Technik und Informatik
- ▶ Technique et informatique
- ▶ Engineering and Computer Science

# Inhalt

## Table des matières

## Contents

| <b>Titel</b>  | <b>Titre</b>  | <b>Title</b>   |
|---|---|--|
| 2 Editorial   | 2 Éditorial   | 2 Editorial  |
| 3 Elektrotechnik und Informationstechnologie an der BFH | 3 Génie électrique et technologie de l'information à la BFH | 3 Electrical Engineering and Information Technology at BFH |
| 6 Interviews mit Studierenden                           | 6 Interviews d'étudiant-e-s                                 | 6 Interviews with students                                 |
| 8 Zusammenarbeitsformen                                 | 8 Formes de collaboration                                   | 8 Collaboration  |
| 10 Industriepartner                                     | 10 Partenaires industriels                                  | 10 Industry partners                                       |
| 12 Liste der Absolventinnen und Absolventen             | 12 Liste des diplômé-e-s                                    | 12 List of graduates                                       |
| 13 Bachelor-Arbeiten                                    | 13 Travaux de bachelor                                      | 13 Bachelor's theses                                       |
| 46 Infoveranstaltungen                                  | 46 Séances d'information                                    | 46 Information events                                      |
| 47 Alumni BFH   | 47 Alumni BFH   | 47 Alumni BFH  |

### **Impressum**

Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik

### **Online**

book.bfh.ch

### **Inserate**

kommunikation.ahb-ti@bfh.ch

### **Layout**

Hot's Design Communication SA

### **Druck**

staempfli.com

### **Auflage**

600 Ex.

### **Impressum**

Haute école spécialisée bernoise  
Technique et informatique

### **Online**

book.bfh.ch

### **Annonces**

kommunikation.ahb-ti@bfh.ch

### **Mise en page**

Hot's Design Communication SA

### **Impression**

staempfli.com

### **Tirage**

600 exemplaires

### **Imprint**

Bern University of Applied Sciences  
Engineering and Computer Science

### **Online**

book.bfh.ch

### **Advertisements**

kommunikation.ahb-ti@bfh.ch

### **Layout**

Hot's Design Communication SA

### **Printing**

staempfli.com

### **Edition**

600 copies



**Prof. Dr. Lukas Rohr**  
**Direktor**  
**Directeur**  
**Director**

#### **Liebe Leserin, lieber Leser**

Erneut liegt ein aussergewöhnliches Studienjahr hinter uns. Die digitalen Unterrichtsformen sind Alltag, der Präsenzunterricht Ausnahme; Aus- und Weiterbildung, Forschungssymposien, auch internationale Tagungen wie z.B. der World Engineering Day – sie alle werden mehrheitlich online durchgeführt. Eine neue Normalität wird sicht- und spürbar; eine Normalität, die die Berner Fachhochschule u.a. mit Blended Learning oder hybridem Unterricht mitgestaltet.

Mit seinen mehr als 1360 Bachelor- und Master-Studierenden gehört das Department Technik und Informatik zu den grössten der Berner Fachhochschule. In sieben Fachbereichen werden die Studierenden von unseren Mitarbeitenden praxisnah, zukunftsgerichtet und mit vielfältigen Kompetenzen ausgestattet und auf die kommenden Herausforderungen in der Berufswelt vorbereitet.

Von grosser Bedeutung sind für uns die Kooperationen mit der Wirtschaft. Ich freue mich deshalb, dass in diesem Jahr erneut zahlreiche Unternehmen mit einem Fachbereich dieses Departementes zusammengearbeitet haben. Resultate der Kooperationen mit Industriepartnern finden Sie auch in diesem Book.

Die hier präsentierten Abschlussarbeiten zum Bachelor of Science in Elektrotechnik und Informationstechnologie zeigen eindrucksvoll, dass unsere Absolvent\*innen über sehr viel Kompetenz, Fachwissen und Kreativität verfügen und ihre Ziele mit Beharrlichkeit verfolgen. Damit sind sie bestens für vielfältigste Aufgaben in der Berufswelt gerüstet!

Ich gratuliere Ihnen, liebe Studierende, sehr herzlich zu Ihrem erfolgreichen Abschluss und wünsche Ihnen für Ihre berufliche und private Zukunft alles Gute!

#### **Chère lectrice, cher lecteur,**

Une fois encore, nous avons vécu une année académique hors du commun. Les formes d'enseignement numériques sont devenues la norme, l'enseignement présentiel l'exception. Formation, formation continue, symposiums sur la recherche, événements internationaux comme le World Engineering Day: dans leur majorité, ils se déroulent en ligne. Une nouvelle normalité devient visible et tangible, une normalité où le Blended Learning (cours intégrant les médias numériques) ou l'enseignement hybride se taille sa part à la Haute école spécialisée bernoise.

Avec plus de 1360 étudiant-e-s dans ses filières de bachelor et de master, le département Technique et informatique est l'un des plus grands départements de la Haute école spécialisée bernoise. Au sein de nos sept domaines de spécialité, nos collaborateurs et collaboratrices leur enseignent une vaste palette de compétences axées sur la pratique et orientées vers l'avenir, les préparant ainsi aux défis professionnels de demain. La coopération avec les milieux économiques revêt une grande importance à nos yeux. Je me félicite donc qu'une fois de plus, de nombreuses entreprises aient collaboré avec nos divers domaines de spécialité. Ce Book illustre cette coopération avec nos partenaires industriels.

Les travaux de fin d'études du Bachelor of Science en Génie électrique et technologie de l'information le montrent avec force: nos diplômé-e-s se distinguent par leurs vastes compétences, leurs connaissances spécialisées, leur créativité et leur persévérance. Ils et elles sont parfaitement équipé-e-s pour faire face aux tâches très diversifiées qui les attendent dans le monde professionnel!

Je saisis cette opportunité pour vous féliciter, chères étudiantes, chers étudiants, pour l'obtention de votre diplôme et vous adresse mes meilleurs vœux pour votre avenir professionnel et privé!

#### **Dear Reader**

Another extraordinary academic year is behind us. Digital teaching formats have become part of everyday life and lectures on site the exception. Training and continuing education, research symposiums and international conferences such as World Engineering Day have all mainly taken place online. A new normal has emerged, which Bern University of Applied Sciences has played a part in shaping with blended or hybrid learning.

With over 1,360 bachelor's and master's degree programme students, the School of Engineering and Computer Science is one of the biggest departments at Bern University of Applied Sciences. In seven divisions, our staff provide students with the industry-relevant, future-oriented and wide-ranging skills required and prepare them for the challenges that lie ahead in the professional world.

Cooperation with industry is vitally important. I am delighted that many companies have once again collaborated with one of our school's divisions this year. This Book also provides an insight into the results of these collaborative ventures with industry partners.

The Bachelor of Science in Electrical Engineering and Information Technology theses presented here impressively illustrate that our graduates possess tremendous levels of expertise, specialist knowledge and creativity and pursue their objectives with great tenacity. This means that they are ideally equipped for a wide range of challenges in the world of work.

I would like to congratulate all our students on their graduation and wish them every success in their professional and personal life.

# Elektrotechnik und Informationstechnologie an der BFH

## Génie électrique et technologie de l'information à la BFH

### Electrical Engineering and Information Technology at BFH

3



**Prof. Martin Kucera**

**Leiter Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnologie**

**Responsable du domaine Génie électrique et technologie de l'information**

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

An der Berner Fachhochschule BFH wird anwendungsorientiert gelehrt und geforscht. Am Departement Technik und Informatik gewährleistet das Zusammenspiel von Lehre, Forschung und Entwicklung sowie Weiterbildung Praxisnähe, innovative und zukunftsgerichtete Lösungen, gepaart mit unternehmerischem Spirit. Der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnologie ist einer der sieben Fachbereiche des Departements, der Studiengänge und Vertiefungen auf Bachelor- und Masterstufe anbietet. Wer hier studiert, kann dies interdisziplinär, mit viel Nähe zur Wirtschaft und im internationalen Kontext tun.

Unsere heutige Gesellschaft ist geprägt von einer steigenden Anzahl von immer leistungsfähigeren und kleineren Computern. Diese sind entweder drahtlos oder mit Kabeln zu komplexen Systemen in Geräten, Maschinen oder automatisierten Anlagen verbunden.

Dank der raschen Weiterentwicklung der Elektrotechnik und Informationstechnologie werden diese Systeme und Anlagen immer kostengünstiger und effizienter, sowie zuverlässiger und kleiner.

Wer über einen Bachelor of Science in Elektrotechnik und Informationstechnologie verfügt, ist fit für die Zukunft.

#### **Breitgefächerter Tätigkeitsbereich**

Kein Autoschlüssel, keine Kaffeemaschine, keine Bankkarte funktioniert heute ohne eine eingebettete elektronische Steuerung. Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure entwickeln und realisieren solche Systeme. Sie verknüpfen kleinste Computer mit Telekommunikation, vereinen erneuerbare Energiesysteme mit Mobilität und treiben die intelligente Automation von Maschinen und Anlagen voran. Diese Systeme basieren alle auf der klassischen Elektrotechnik und der Informationstechnologie.

L'enseignement et la recherche à la Haute école spécialisée bernoise sont axés sur les applications. Le département Technique et informatique garantit l'interaction entre la formation, la recherche et le développement, une formation continue axée sur la pratique, des solutions innovantes et orientées vers l'avenir, le tout couplé à l'esprit d'entreprise. Le domaine Génie électrique et technologie de l'information est l'un des sept domaines de spécialité du département à proposer des filières d'études et des orientations aux niveaux bachelor et master. Les personnes qui choisissent d'y étudier peuvent suivre un cursus interdisciplinaire, offrant une grande proximité avec les milieux économiques et dans un contexte international.

La société actuelle est caractérisée par un nombre croissant d'ordinateurs toujours plus petits et toujours plus puissants. Ils sont soit sans fil soit connectés par câble à des systèmes complexes dans des appareils, des machines ou des systèmes automatisés. Grâce au développement rapide de l'ingénierie électrique et des technologies de l'information, ces systèmes et équipements sont de plus en plus économiques et efficaces, mais aussi plus fiables et plus petits.

Toute personne titulaire d'un Bachelor of Science en Génie électrique et technologie de l'information est équipée pour l'avenir.

#### **Un large éventail d'activités**

Aucune clé de voiture, aucune machine à café, aucune carte bancaire ne fonctionne aujourd'hui sans un système de contrôle électronique intégré. Les ingénieurs-e-s électriciens développent et mettent en œuvre de tels systèmes. Ils associent les ordinateurs miniaturisés aux systèmes de télécommunication, les systèmes d'énergie renouvelable à la mobilité, et font progresser l'automatisation intelligente des machines et des équipements. Ces

Teaching and research activities at Bern University of Applied Sciences place a strong focus on application. At the School of Engineering and Computer Science, the fusion of teaching, research and development, and continuing education – coupled with an entrepreneurial spirit – guarantees practice-driven, innovative and future-oriented solutions. The Electrical Engineering and Information Technology division is one of the school's seven divisions and offers degree programmes and specialisations at bachelor and master's level. Studying here offers you an interdisciplinary approach, close links with industry and an international environment. Today's society is shaped by an increasing number of ever more powerful and smaller computers. These are connected either with or without wires to complex systems in devices, machines or automated systems. Thanks to the rapid development of electrical engineering and information technology, these systems and equipment are becoming increasingly cheap and efficient, but also more reliable and smaller.

Anyone with a Bachelor of Science degree in Electrical Engineering and Information Technology is fit for the future.

#### **Broad range of activities**

No car key, coffee machine or bank card will work today without an embedded electronic control system. Electrical engineers develop and implement such systems. They link the smallest computers with telecommunications, combine renewable energy systems with mobility and drive forward the intelligent automation of machines and systems. These systems are all based on classical electrical engineering and information technology.

#### **Highly sought-after engineers**

Graduates of the Electrical Engineering and Information Technology programme are well equipped to successfully imple-



**4 Gesuchte Ingenieur\*innen**  
Die Absolvent\*innen des Bachelor-Studienganges Elektrotechnik und Informationstechnologie sind bestens gerüstet, um vielfältigste Aufgaben erfolgreich umzusetzen. In zwei Jahren haben sie sich die technischen Grundlagen angeeignet, im dritten Studienjahr vertiefen sie ihre Kenntnisse in einer der vier Vertiefungen. Sie sind direkt nach dem Studium berufsbefähigt und bereit, ihre Kompetenzen und Fähigkeiten in der Wirtschaft einzusetzen.

Aufbauend auf dem Bachelor-Studium können Absolvent\*innen ein Master-Studium zur weiteren Spezialisierung im eigenen Fachgebiet absolvieren. Das Weiterbildungsangebot richtet sich an Ingenieur\*innen und angehende Manager\*innen, die ihre Kompetenzen erweitern oder ergänzen wollen. Neben den Tätigkeiten in den Bereichen Lehre und Weiterbildung wird anwendungs- und marktorientierte Forschung betrieben, um den Wissenstransfer in die Wirtschaft und die Nähe zur Industrie zu gewährleisten.

Ich wünsche unseren Absolventinnen und Absolventen einen guten Start ins Berufsleben sowie viel Freude und Erfolg in ihren Projekten!

#### **Erfahren Sie über diese nützlichen Links mehr über**

- › Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnologie: [bfh.ch/elektro](http://bfh.ch/elektro)
- › die Vielfalt der Bachelor-Arbeiten: [bfh.ch/elektro-thesis](http://bfh.ch/elektro-thesis)
- › über das Studierenden-Projekt EV-Retrofit: [bfh.ch/ev-retrofit](http://bfh.ch/ev-retrofit)
- › das Departement Technik und Informatik: [bfh.ch/ti](http://bfh.ch/ti)
- › Forschung an der BFH: [bfh.ch/forschung](http://bfh.ch/forschung)
- › Weiterbildungsangebote am Departement Technik und Informatik: [bfh.ch/ti/weiterbildung](http://bfh.ch/ti/weiterbildung)
- › ein Bachelor-Studium: [bfh.ch/ti/bachelor](http://bfh.ch/ti/bachelor)
- › ein Master-Studium: [bfh.ch/mse](http://bfh.ch/mse)
- › die Zusammenarbeit mit der Industrie: [bfh.ch/ti/industrie](http://bfh.ch/ti/industrie)

systèmes sont tous basés sur l'ingénierie électrique et les technologies de l'information classiques.

#### **Ingénieur-e-s recherchés**

Les diplômé-e-s de la filière de Génie électrique et technologie de l'information sont remarquablement qualifiés pour mener à bien un large éventail de tâches. Au cours des deux premières années, les étudiant-e-s acquièrent les bases techniques et la troisième année est consacrée à l'approfondissement de leurs connaissances dans l'une des quatre orientations. Immédiatement après avoir terminé leurs études, les diplômé-e-s sont qualifiés pour exercer leur profession et prêt-e-s à utiliser leurs compétences et leurs capacités dans l'économie.

À l'issue de leur cursus de bachelor, les étudiant-e-s peuvent se spécialiser dans leur domaine en effectuant un master. L'offre de formation continue s'adresse aux ingénieur-e-s et aux futur-e-s managers qui souhaitent étendre ou enrichir leurs compétences. Outre les activités dans les domaines de la formation et de la formation continue, ce domaine de spécialité propose des activités de recherche axées sur le marché et la pratique, garantissant ainsi le transfert des connaissances dans le monde de l'économie et la proximité avec l'industrie.

Je leur souhaite à toutes et à tous un bon départ dans leur vie professionnelle ainsi que beaucoup de plaisir et de succès dans leurs projets!

#### **Quelques liens vers des informations utiles sur**

- › le domaine Génie électrique et technologie de l'information : [bfh.ch/ti/electro](http://bfh.ch/ti/electro)
- › la variété des mémoires de bachelor : [bfh.ch/electro-thesis](http://bfh.ch/electro-thesis)
- › le projet des étudiants EV-Retrofit : [bfh.ch/ev-retrofit](http://bfh.ch/ev-retrofit)
- › le département Technique et informatique : [bfh.ch/ti/fr](http://bfh.ch/ti/fr)
- › la recherche à la BFH : [bfh.ch/recherche](http://bfh.ch/recherche)
- › l'offre de formation continue au département Technique et informatique : [bfh.ch/ti/formation-continue](http://bfh.ch/ti/formation-continue)
- › les études de bachelor : [bfh.ch/ti/bachelor](http://bfh.ch/ti/bachelor)
- › les études de master : [bfh.ch/fr-mse](http://bfh.ch/fr-mse)
- › la collaboration avec l'industrie : [bfh.ch/ti/industrie](http://bfh.ch/ti/industrie)

ment a wide range of tasks. After two years they have acquired the technical basics, and in the third year they deepen their knowledge in one of four specialisations. Immediately after completing their studies, they are professionally qualified and ready to use their skills and competencies in the business world.

Bachelor's degree graduates can undertake a master's programme to pursue in-depth specialisation in their particular field. The continuing-education programmes are aimed at engineers and prospective managers who wish to extend or enhance their skills. In addition to our activities in teaching and continuing education, we conduct application-led, market-oriented research to ensure an efficient knowledge transfer and close ties to industry.

I hope all of our graduates get off to a flying start in their careers and wish them every success with their projects.

#### **Here are some useful links to learn more about**

- › the Electrical Engineering and Information Technology division: [bfh.ch/electrical](http://bfh.ch/electrical)
- › the variety of the bachelor's thesis: [bfh.ch/elektro-thesis](http://bfh.ch/elektro-thesis)
- › the student's project: [bfh.ch/ev-retrofit](http://bfh.ch/ev-retrofit)
- › the School of Engineering and Computer Science: [bfh.ch/ti/en](http://bfh.ch/ti/en)
- › research at BFH: [bfh.ch/research](http://bfh.ch/research)
- › continuing education courses at the School of Engineering and Computer Science: [bfh.ch/ti/continuingeducation](http://bfh.ch/ti/continuingeducation)
- › Bachelor studies: [bfh.ch/ti/bachelor](http://bfh.ch/ti/bachelor)
- › Master studies: [bfh.ch/en-mse](http://bfh.ch/en-mse)
- › cooperation with the industry: [bfh.ch/ti/industrie](http://bfh.ch/ti/industrie)

## Steckbrief

### Titel/Abschluss

Bachelor of Science (BSc)

### Studienform

Vollzeitstudium (6 Semester), berufsbe-  
gleitendes Studium (9 Semester), Teilzeit  
(nach individuellem Plan) oder praxisinteg-  
riertes Studium für Gymnasiast\*innen  
(8 Semester).

### Unterrichtssprache

Deutsch oder zweisprachig in Deutsch und  
Französisch.

### Vertiefungen

Im 3. Studienjahr wählen die Studierenden  
eine aus vier technischen Vertiefungen  
und/oder die Vertiefung Management.  
Auch ein individuell zusammengestelltes  
Vertiefungsprogramm ist möglich.

- **Communication Technologies**  
Grundlagen, Merkmale und Infrastrukturu-  
div. Kommunikationstechnologien.
- **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 Leistungs-  
elektronik für industrielle Fertigungs-  
anlagen.
- **Management**  
Vertiefende Ergänzung zu den drei  
obligatorischen Grundlagenmodulen der  
ersten beiden Studienjahre.

### Bachelor-Arbeit

Schon während des Studiums beschäfti-  
gen sich die Studierenden mit Projekten  
aus der Praxis, zunächst im Rahmen von  
Projektarbeiten.

### Kontakt

Haben Sie Fragen zum Studium an der BFH?  
Können Sie sich vorstellen, dass Studierende  
im Rahmen von Projekt- und Bachelor-arbei-  
ten für Ihre Firma forschen und entwickeln.

Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!  
034 426 68 25 (Sekretariat)  
office.eit@bfh.ch

### Mehr Informationen

bfh.ch/ti/elektro

## Fiche signalétique

### Titre/Diplôme

Bachelor of Science (BSc)

### Forme des études

Études à plein temps (6 semestres), en  
cours d'emploi (9 semestres), à temps  
partiel (selon plan individuel) ou bachelor  
intégrant la pratique pour les gymnasien-ne-s  
(8 semestres).

### Langue d'enseignement

Allemand ou dans un environnement  
bilingue français et allemand.

### Orientations

Au cours de la 3<sup>e</sup> année d'études, les  
étudiant-e-s choisissent une des quatre  
orientations techniques proposées ou  
l'orientation Management. Il est aussi  
possible de composer individuellement un  
programme d'orientation.

- **Communication Technologies**  
Bases, caractéristiques et infrastructures  
des technologies de communication
- **Electric Energy and Renewable Systems**  
Production, stockage et distribution de  
l'énergie électrique, notamment issue de  
sources renouvelables
- **Embedded Systems**  
Matériel, logiciels et communication de  
systèmes numériques qui interagissent  
avec un environnement technique
- **Industrial Automation and Control**  
Systèmes de contrôle en réseau et d'élec-  
tronique de puissance pour installations  
de production industrielles
- **Management**  
Approfondissement des trois modules  
de base obligatoires des deux premières  
années d'études

### Mémoire de bachelor

Pendant leurs études, les étudiant-e-s traitent  
des projets issus de la pratique, notamment  
dans le cadre de travaux de projet.

### Contact

Avez-vous des questions sur les études à  
la BFH? Pouvez-vous concevoir que des  
étudiant-e-s s'adonnent à la recherche et au  
développement pour votre entreprise?

Nous sommes impatient-e-s d'avoir de vos  
nouvelles! 034 426 68 25 (secrétariat)  
office.eit@bfh.ch

### Pour en savoir plus

bfh.ch/automobil

## Fact sheet

### Title/degree

Bachelor of Science (BSc)

### Mode of study

Full-time programme (6 semesters), work-  
study programme (9 semesters), part-time  
programme (based on individual schedule)  
or work-study programme for holders of the  
general baccalaureate (8 semesters).

### Language of instruction

German or bilingually in German and  
French.

### Specialisations

In the third year of the programme, students  
select one of four technical specialisations  
and/or the management specialisation.  
Specialisation programmes can also be put  
together individually.

- **Communication Technologies**  
Basic principles, characteristics and  
infrastructure 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, initially as part of  
project assignments.

### Contact

Do you have any questions about the degree  
programme at BFH? Could you imagine  
students carrying out research and develop-  
ment tasks for your company?

We look forward to hearing from you.  
034 426 68 25 (faculty office)  
office.eit@bfh.ch

### More information

bfh.ch/electrical

# Interviews mit Studierenden

## Interviews d'étudiant-e-s

## Interviews with students

6



Nicolas Zaugg und Tobias Gammeter, (Abstracts auf Seite 44 und 23).

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

T.G.: Elektrotechnik und Informationstechnologie ist «mein» Fachgebiet. Ich hatte eine Berufslehre als Elektroniker EFZ absolviert und wollte in diesem Bereich noch mehr lernen. Für Elektroniker und Elektronikerinnen EFZ mit BMS ist ein Studium in Elektrotechnik aus meiner Sicht eine nahtlose Fortsetzung nach der Berufslehre. Für mich war gleichzeitig klar, dass ich nicht an einer Universität, sondern an einer Fachhochschule studieren wollte.

N.Z.: Weil mich die Elektronik schon in der Schule interessierte, habe ich eine Lehre als Elektroniker gemacht. Danach wollte ich in vielen Bereichen noch mehr wissen und mein Ziel war es, in einer Entwicklungsabteilung arbeiten zu können. Deshalb beschloss ich, die Berufsmaturität

zu machen, um anschliessend ein Studium antreten zu können. Für den Studiengang Elektrotechnik entschied ich mich, da er die Gebiete, welche mich besonders interessieren, am besten abdeckt. Zudem waren in der Entwicklungsabteilung meines Lehrbetriebs viele Ingenieure angestellt, die auch Elektrotechnik an der BFH studiert hatten.

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

T.G.: Am Standort Burgdorf war unsere Klasse die einzige Vollzeit-Klasse in Elektrotechnik in diesem Jahrgang. Die allermeisten Dozenten und Dozentinnen kannten jeden der ca. 25 Studenten mit Namen, manchmal schon in der zweiten Semesterwoche! Der Unterricht fand in normalen Klassenzimmern (nicht etwa in

grossen Hörsälen) statt. Übungen waren oft integriert, wobei der/die Dozent\*in sowohl während, als auch ausserhalb der Unterrichtszeit für Fragen zur Verfügung stand. Spätestens ab dem zweiten Semester war ein Team- oder Gruppenprojekt fester Bestandteil von vielen Modulen. Den grössten Teil der letzten drei Semester verbrachten wir im «Distance Learning», wo der Unterricht via MS Teams stattfand (weiterhin nach Stundenplan).

N.Z.: Ich hatte zu Beginn des Studiums einen klassischen Studienalltag mit Vorlesungen, Übungen, Miniprojekten und Kaffeepausen im Tiergarten in Burgdorf. Aufgrund des Corona-Virus änderte sich dies etwa in der Hälfte meines Studiums und ich musste von zu Hause aus weiterstudieren. So wurden die Vorlesungen per Video abgehalten und das Material für die

Miniprojekte per Post zugestellt, damit diese trotz allem durchgeführt werden konnten. Auch die obligaten Kaffeepausen mit den Diskussionen unter Studienkollegen mussten per Video abgehalten werden. Der Fernunterricht forderte eine grössere Selbstdisziplin sowie eine Zusatzportion Eigeninitiative. Im Studium gefielen mir die Miniprojekte besonders gut. Diese bedeuteten zwar teilweise einen grossen Mehraufwand, erzielten aber auch einen grossen Lerneffekt. Besonders Softwareprojekte in Gruppen gefielen mir gut, da jeder seinen Teil realisierte und das Ganze anschliessend als Gesamtsystem eine Funktion erfüllte.

### **Arbeiteten Sie nebenher?**

T.G.: Da ich Vollzeit studierte, war es mir weder möglich, noch habe ich gewünscht, nebenbei zu arbeiten. Während der Semesterferien im Sommer arbeitete ich einige Wochen in einem Betrieb.

N.Z.: Zu Beginn des Studiums arbeitete ich jeweils in den Semesterferien in unterschiedlichen Aushilfsstellen, mal in einer Schlosserei oder auch in einem Deckenbauunternehmen. In den Semesterferien vor dem letzten Studienjahr konnte ich in der Firma Biketec GmbH als Praktikant in der Entwicklungsabteilung arbeiten und

so viel Neues lernen und bereits Gelerntes anwenden. Diese Anstellung setzte ich mit einem 20% Pensum während den zwei letzten Semestern fort.

### **Was möchten Sie nach dem Studium machen? Bzw. was machen Sie heute beruflich? Inwiefern können Sie von Ihrem Studium profitieren?**

T.G.: Das Studium ist sehr vielfältig und ermöglicht deshalb viele verschiedene berufliche Tätigkeiten. Die Pflichtmodule umfassen Mathematik, Grundlagen in Elektrotechnik, Analog- und Digital-Elektronik, Wechselstromtechnik, Signale und Systeme und Softwareentwicklung – nebst Sprachen und Wirtschaft. Darauf bauen die Kernmodule der Vertiefungen auf: Communication Technologies, elektrische Energietechnik, Embedded Systems und Industrial Automation and Control. Daneben profitierte ich auch von vielen lehrreichen und interessanten Wahlmodulen.

Am meisten fasziniert mich der Bereich Embedded Systems, darum habe ich diese Vertiefung gewählt.

N.Z.: Ich kann nach dem Studium bei der Biketec GmbH in Huttwil als Embedded Software Engineer arbeiten. Ich werde dort bestimmt vieles aus den Vertiefungsmodulen nutzen können, insbesondere

das Wissen aus dem Modul «Echtzeitbetriebssysteme». In den unterschiedlichen Miniprojekten habe ich zudem Methoden gelernt, wie ich Problemstellungen lösen kann.

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

T.G.: Nebst dem Mathematikunterricht haben auch viele andere Module mit Mathematik bzw. ihren Anwendungen zu tun. Es hilft daher sehr viel, wenn man in diesem Bereich (d.h. Mathematik allgemein, abstraktes Denken) eine Stärke hat.

N.Z.: Für einen guten Start ins Studium ist es wichtig, dass man in der Vorbildung grossen Wert auf Mathematik legt, da es in den ersten Semestern viele «mathematischer» Module gibt. Natürlich ist es, wie bei jedem anderen Studium auch, wichtig, dass man sich für den Studieninhalt begeistern kann, denn so fällt das Lernen viel leichter und das Studium bereitet Freude.



# Zusammenarbeitsformen

## Formes de collaboration

### Collaboration

8 Neue Erkenntnisse gewinnen, Synergien schaffen, Praxisnähe erfahren: Die Berner Fachhochschule arbeitet in der angewandten Forschung und Entwicklung eng mit der Wirtschaft und der Industrie zusammen. Dadurch wird die Verknüpfung von Forschung und Lehre gestärkt, und es fließt neues Wissen in den Unterricht ein. Dies führt zu einer qualitativ hochwertigen und praxisnahen Lehre. Damit Unternehmen bereits heute die Spezialistinnen und Spezialisten von morgen kennenlernen oder sich an eine Thematik herantasten können, besteht die Möglichkeit, Projekt- oder Abschlussarbeiten in Zusammenarbeit mit Studierenden durchzuführen. Als Wirtschaftspartner können Sie Themen vorschlagen. Werden Themen gewählt, bearbeiten Studierende diese alleine oder in kleinen Gruppen in dafür vorgesehenen Zeitfenstern selbstständig. Dabei werden die Studierenden von ihrer Fachperson sowie einer Dozentin oder einem 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 la formation est ainsi renforcé et l'enseignement profite des nouvelles connaissances. Il en résulte une formation de grande qualité, axée sur la pratique. Pour que les entreprises puissent faire aujourd'hui déjà la connaissance des spécialistes de demain ou aborder un sujet particulier, 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 ensuite de manière autonome, seul-e-s ou en petits groupes, dans les créneaux horaires prévus à cet effet. Ils et elles sont encadré-e-s par votre spécialiste ainsi que par un-e enseignant-e de la Haute école spécialisée bernoise. Une convention régit les droits et obligations des parties au projet.

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

Gain new insights, create synergies, experience practical relevance: Bern University of Applied Sciences BFH works closely with business and industry in areas of applied research and development. This strengthens the link between research and education, allowing new knowledge to flow into our teaching, which leads to high-quality and practice-oriented degree programmes. In order for companies to meet our future specialists 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 selected, the students work on the projects independently, either individually or in small groups, within designated time frames. They 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 a 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:



Semesterarbeiten, Bachelor-Thesis, Master-Thesis  
Travaux de semestre, travail de bachelor, mémoire de master  
Semester projects, bachelor thesis, master thesis



Wochen bis Monate  
De quelques semaines à plusieurs mois  
Several weeks or months



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

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

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



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



Wochen bis Monate  
De quelques semaines à plusieurs mois  
Several weeks or months



Marktgängige Preise  
Prix du marché  
Prevailing prices

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

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



Kooperationen mit Fördermitteln – mittlere und  
grössere Projekte mit:  
Coopérations bénéficiant de subventions – projets de moyenne  
et grande envergure avec:  
Public Aid – medium and large-sized projects with:  
Innosuisse, SNF / FNS, EU / UE



Monate bis Jahre  
De quelques mois à plusieurs années  
Several months or years



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

# Industriepartner

## Partenaires industriels

## Industry partners

10 Eine enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern ist uns äusserst wichtig. Im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnologie sind zahlreiche Abschlussarbeiten in Kooperation mit Firmen aus der ganzen Schweiz entstanden. Wir bedanken uns bei diesen Firmen für die fruchtbare Zusammenarbeit!

À nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. Dans le domaine Génie électrique et technologie de l'information, de nombreux mémoires se font en partenariat avec des entreprises de toute la Suisse. Nous remercions ces entreprises pour cette fructueuse collaboration !

A close cooperation with industrial partners is very important to us. In the Electrical Engineering and Information Technology division, numerous bachelor's theses have been produced in cooperation with companies from Switzerland. We thank these companies for the fruitful collaboration!

Balluff AG, Biel/Bienne  
Balluff GmbH, Neuhausen a.d.F.  
Biketec GmbH, Huttwil  
BKW AEK Contracting AG, Solothurn  
CyberTech Engineering GmbH, Gwatt  
elentec GmbH, Langnau i. E.  
ennos AG, Merzligen  
ENOTRAC AG, Thun  
Eversys SA, Münsingen  
Gantrisch Energie AG, Schwarzenburg  
Leu Sound AG, Lyssach  
RUAG AG, Zweisimmen  
Source Engineers, Bern

# VOLLE POWER IN RICHTUNG **TRAUMJOB!**

Seit 2001 begleiten wir Fachspezialisten und Führungskräfte in den Bereichen IT und Engineering bei der Planung und Realisierung ihres ersten oder nächsten Karriereschritts. Profitiere auch du von unserer langjährigen Erfahrung.



**MÖCHTEST DU MEHR ERFAHREN?**  
Dann melde dich unverbindlich bei uns.

**Mathilde Hammacher** | Consultant Bern  
mathilde.hammacher@consultandpepper.com  
031 511 10 10

**CONSULT & PEPPER**  
PROFESSIONAL RECRUITING SOLUTIONS

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



# Liste der Absolventinnen und Absolventen

## Liste des diplômé-e-s

### List of graduates

12 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Bachelor-Arbeiten Elektrotechnik und Informationstechnologie des Jahres 2021.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

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

Ci-après, nous vous présentons les résumés des travaux de bachelor en Génie électrique et technologie de l'information de l'année 2021.

Les diplômé-e-s sont présentés par ordre alphabétique.

Les étudiant-e-s ont rédigé les textes de façon autonome – parfois avec l'aide des enseignant-e-s qui les encadrent. Les textes n'ont pas systématiquement été relus ou corrigés avant publication.

On the next pages, we have summarised the 2021 bachelor's theses in Electrical Engineering and Information Technology.

The graduates are listed in alphabetical order.

The texts were written by the students themselves, with some support from their lecturers. They were not systematically edited or corrected before publication.

|                                |    |                             |    |                                     |    |
|--------------------------------|----|-----------------------------|----|-------------------------------------|----|
| Aerni Yves Michael .....       | 13 | Horn Luca Simon .....       | 27 | Pieren Roger .....                  | 36 |
| Affolter David.....            | 14 | Jegerlehner Fabian.....     | 28 | Rindlisbacher Björn.....            | 38 |
| Badertscher Andreas .....      | 15 | Jäggi Adrian .....          | 30 | Rüegger Michel Franz.....           | 39 |
| Bigler Benjamin Sebastian..... | 16 | Lehmann Janik .....         | 31 | Saladin Andreas Patrick.....        | 26 |
| Bots Simeon David .....        | 18 | Lévy Nicolai Yves.....      | 32 | Schüpbach Simon.....                | 15 |
| Chatton Camille Marius.....    | 19 | Mani Silvano .....          | 24 | Shaho Abdurraman.....               | 40 |
| Felder Jonas .....             | 20 | Marmet Julian.....          | 34 | Streit Michael .....                | 42 |
| Fuhrer Anselm.....             | 22 | Massafra Giorgio.....       | 35 | Stucki Bruno .....                  | 18 |
| Gammeter Tobias.....           | 23 | Meer Theo .....             | 27 | Sägesser Nikolaj Jurek Andreij..... | 43 |
| Geissbühler Manuel.....        | 24 | Meier Lars .....            | 20 | Weber Fabian Marc.....              | 43 |
| Graf Kai Justin .....          | 19 | Messerli Jonas Martin ..... | 13 | Zaugg Nicolas.....                  | 44 |
| Grunder Cyrill Marcel .....    | 26 | Nyffenegger Adrian.....     | 16 | Zoss Ueli.....                      | 34 |

# IoT/Digitalisierung von Konzert Veranstaltungstechnik

Studiengang : BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung : Embedded Systems  
Betreuer : Prof. Dr. Marcel Jacomet  
Experte : Michael Ernst (Leu Sound AG)  
Industriepartner : Leu Sound AG, Lyssach

13

Mit dem Ziel, Auf- und Umbauten von Audioanlagen im Konzert- und Veranstaltungssektor zu vereinfachen, wird ein erster Prototyp des Remote Input Output Transceivers RIOT entwickelt. Als zusätzlicher Teilnehmer im bestehenden Yamaha-Netzwerk oder als statisches Anzeigeelement stellt er die aktuelle Kanalkonfiguration übersichtlich zur Verfügung und erweitert die Audiotechnik mit gewinnbringenden Funktionen.

## Ausgangslage

Im Zuge der Digitalisierung wurde die analoge Verkabelung von Audioanlagen in der Bühnentechnik durch die digitale Übertragung mittels Audio over IP (AoIP) abgelöst. Diese Technik erlaubt es, alle Audiosignale über ein Ethernet-Netzwerk, heute in der Regel das Dante-Netzwerk von Audinate, zu transportieren. Dante erlaubt ein freies Routing zwischen den Mischpult- und Stagebox-Kanälen, wobei die Stagebox den Verteilerkasten auf der Bühne repräsentiert. Diese Eigenschaft, in Kombination mit den zusätzlichen Konfigurationsmöglichkeiten der Yamaha-Komponenten, resultiert in einem hochflexiblen und adaptiven Bühnenaufbau und stellt die Bühnencrew vor neue komplexe Herausforderungen, welche die bisher eingesetzten Kanalbelegungslisten an ihre Grenzen treiben.

## Ziel

Das Ziel des Projekts ist eine komplette Entwicklung von Hard- und Software, welche integriert im Gesamtsystem die Auf- und Umbauarbeiten der Audiotechnik unterstützt und bestehende Prozesse vereinfacht. Das Problem von inkonsistenten Kanalbelegungsinformationen durch die Verwendung von statischen Informationsträgern, wie Papierlisten, soll mittels einer digitalen Lösung behoben werden.

## Konzept

Der RIOT Controller, das Herzstück der RIOT I Hardware, wird mit einer Datei im .xml-Format konfiguriert. Diese beinhaltet nebst den Dante-Routing-Informationen auch die spezifischen Kanalinformationen der auf der Stagebox vorhandenen Kanäle. Erstellt wird die Datei mit Hilfe der RIOT Desktop Applikation und anschliessend mittels USB-Stick auf den Controller übertragen. Im Betrieb koppelt sich der RIOT I in das Yamaha-Netzwerk ein und synchronisiert die Kanalinformationen über das Simple Control Protocol (SCP) laufend. Die durch den Controller angesteuerten und auf der Stagebox montierten LED Boards ermöglichen eine präzise Kanalzuordnung und die Darstellung von verschiedenen Kanalzuständen.

## Fazit

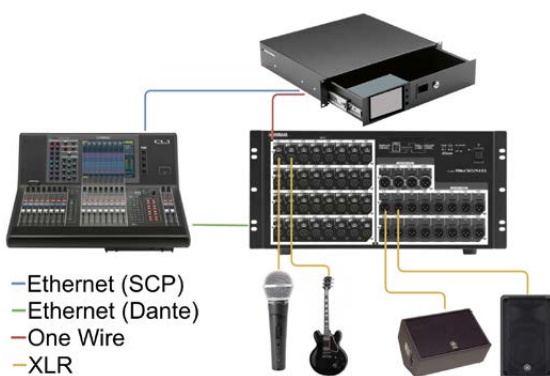
Der RIOT Controller wurde erfolgreich auf der Basis eines Raspberry Pi 4 entwickelt. Er empfängt als Teilnehmer im Yamaha-Netzwerk die Kanalinformationen und stellt diese übersichtlich auf dem 5"-Touchdisplay dem Benutzer zur Verfügung. Der über I<sup>2</sup>C mit dem Raspberry kommunizierende LED Controller steuert die LED Boards an und ermöglicht somit die Darstellung von Kanaleigenschaften wie Stummschaltung oder Routingstatus. Die für Windows entwickelte RIOT Desktop Applikation löst die Konfiguration des RIOT I effizient. Das Gesamtsystem kann schnörkellos und gewinnbringend in die bestehende Audiotechnik integriert werden.



Yves Michael Aerni  
yvesaerni@gmail.com



Jonas Martin Messerli  
jonas.messerli@gmail.com



Audiotechnik-Umgebung der RIOT I Hardware



Eingebauter RIOT I Controller mit LED Boards auf der Stagebox Yamaha 3224-D

# Interference with frequency hopping spread spectrum

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Communication Technologies

Thesis advisor : Prof. Dr. Rolf Vogt

Industrial partners : RUAG AG, Zweisimmen

14

FHSS is widely used as a wireless method to transmit radio signals. With the increasing number of communication devices, the necessity for interference resistance arises. The aim of this work was to investigate the effects of the simultaneous operation of multiple devices of given systems in the same area and at the same time.



David Affolter

## Baseline

Since the invention of wireless communication systems, the number of devices which use the electromagnetic spectrum has exponentiated. Technical solutions such as frequency hopping spread spectrum have since been developed to accommodate this progression.

FHSS uses multiple carrier frequencies, between which transmitter and receiver synchronously hop with short intervals (see **figure 1**). This method not only decreases the risk of narrowband interference which includes possible jamming, but also impedes eavesdropping measures. Common applications for FHSS are Bluetooth, control systems for unmanned aerial vehicles (UAV) and military handheld radiotelephones.

The range of these systems is a crucial operational parameter that depends on multiple factors such as refraction, diffraction, reflection and absorption. These are given by topographic and atmospheric conditions, which can hardly be simulated.

## Task

The aim of this Bachelor Thesis was to investigate, how multiple devices of the same type interfere with each other while operating in the same area and at the same time.

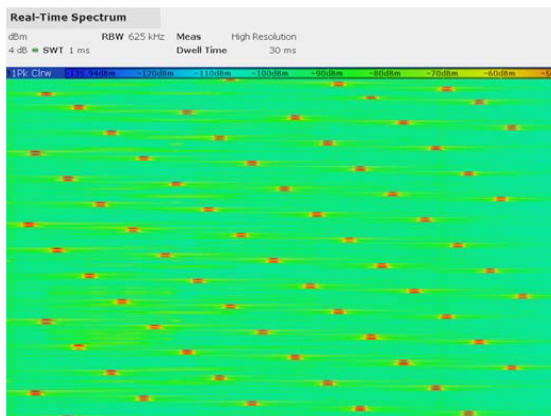


Figure 1: FHSS as measured on a consumer drone (horizontal: frequency, vertical: time, color: power)

For six precisely defined operation scenarios, the goal was to give recommendations for a minimum operating distance. This work extends the previous work of M. Akbari and N. Takagawa, which had the same task but did not include FHSS.

## Methods

For the fundamental path loss calculation, common models such as FSPL, Okumura-Hata and others were used, according to the conditions given by the scenarios.

To gain information on specific FHSS sequences, a classified system provided by the client was measured in the field with a high-resolution signal and spectrum analyzer (see **figure 2**). Concluding calculations were made with Matlab & Simulink.

## Results

Following the measurement, interesting conclusions on hopping sequences and interference behaviour could be drawn and included in the simulations to improve the recommendations accuracy. Due to military service, this Bachelor Thesis has been postponed and is still undergoing as of the date of this publication. Therefore, no further results can be presented yet. For an update, feel free to contact the author.



Figure 2: Measurement setup in the field

# Handmessgerät für magnetische Gleich- und Wechselfelder

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Kurt Lehmann  
Experte: René Vollenwyder (SBB AG)

15

Steigende Ansprüche in den Bereichen Elektromobilität und Energieübertragung führen zu immer höheren Belastungen durch magnetische Gleich- und Wechselfelder. In dieser Thesis wurde ein Handmessgerät entwickelt, mit welchem die Intensität solcher Felder erfasst wird. Es ermöglicht die Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten magnetischer Gleich- und Wechselfelder mit einem einzigen Messgerät.

## Ausgangslage

Der Ausbau der aktuellen Infrastruktur vergrößert auch die magnetischen Feldemissionen. Zusätzlich werden Wechselfelder immer häufiger auch von Gleichfeldern überlagert. Dies z.B. beim Netzausbau, wo eines von zwei Drehstromsystemen durch eine Gleichstromübertragung ersetzt wird (Hybridleitung).

## Ziele

Das Ziel dieser Thesis ist ein voll funktionsfähiges, feldtaugliches Handmessgerät von Grund auf zu entwickeln. Damit soll je nach Einsatzgebiet die Flussdichte magnetischer Gleich- oder Wechselfelder dreidimensional erfasst werden können. Um eine ausreichende Präzision zu erreichen, soll eine benutzerfreundliche Kalibrierung durchführbar sein. Das Messgerät soll batteriebetrieben sein und eine Laufzeit von mindestens 6h aufweisen. Weiter soll es durch ein Gehäuse vor Spritzwasser und Staub geschützt werden, damit es auch bei schlechten Witterungsbedingungen im Freien eingesetzt werden kann.

## Konzept und Realisierung

Das Messgerät besteht aus zwei Hardware-Teilen, dem Sensor und dem Handheld. Diese sind über ein geschirmtes Kabel miteinander verbunden. Der Sensor misst die aktuelle magnetische Flussdichte mit einer Abtastrate von 1000 Hz und sendet die Messdaten an den Handheld. Dort werden die Messwerte mit

der eingestellten Frequenz gefiltert, ausgewertet und in Echtzeit auf dem Display ausgegeben. Die Datenverarbeitung übernimmt ein Mikrocontroller von ST Microelectronics. Die darauf implementierte Firmware basiert auf dem Echtzeitbetriebssystem FreeRTOS. Zusätzlich zur Displayausgabe können die Daten über USB an einen PC übertragen werden, wo sie mittels Matlab auch aufgezeichnet und grafisch analysiert werden können.

Für die Kalibrierung wird die Luftspule von einer früheren Bachelorarbeit benutzt. Dabei wird der Sensor in der X, Y oder Z-Achse in die Spule eingelegt. Danach werden Magnetfelder unterschiedlicher Amplitude erzeugt und die Kalibriermessungen durchgeführt. Die Kalibrierwerte werden anschließend mithilfe linearer Regression aus den Messdaten berechnet.

## Resultat und Ausblick

Das fertige Handmessgerät wurde gemäss Spezifikation und Konzept entwickelt und hergestellt. Sowohl die geforderte Messgenauigkeit als auch die Akkulaufzeit konnten unter Laborbedingungen bestätigt werden. Es wird nun in verschiedenen Bereichen eingesetzt, um mobil magnetische Gleich- und Wechselfelder zu messen und die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte zu überprüfen.



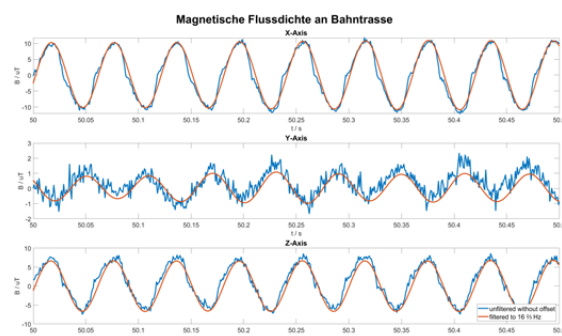
Andreas Badertscher  
andreas.badertscher1@gmail.com



Simon Schüpbach  
simon.schuepbach@gmail.com



Handmessgerät mit und ohne Gehäuse



Flussdichteverlauf in Matlab dargestellt



# Kommunikationstestgerät BKW AEK mit Raspberry-Pi

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

16

Die BKW AEK Contracting AG (BAC) ist ein im Bereich Fernwärmeerzeugung sowie Übertragung tätiges Unternehmen. Dabei baut und betreibt die BAC Fernwärmenetze, welche bei Bedarf erweitert werden können. Bei der Integration wird der neue Abnehmer in die bestehende Kommunikationsleitung eingeschlaucht. Beim Einschlaufen treten teilweise Fehler auf, welche sich auf das restliche Kommunikationsnetz auswirken. Aus diesem Grund wird zur Überprüfung des Busses ein Testgerät erstellt.



Benjamin Sebastian Bigler

## Ausgangslage

Die BAC verwendet zur Kommunikation innerhalb des Fernwärmenetzes einen RS422 Bus. Zur Erweiterung des Fernwärmenetzes wird dieser Bus aufgetrennt und zum neuen Teilnehmer durchgeschlaucht. Dabei können Verdrahtungsfehler entstehen, welche die Kommunikation auf dem gesamten Bus stören. Diese Fehler sind meist nur schwierig zu lokalisieren und werden erst später bemerkt. Deshalb ist zur Kontrolle einer korrekten Verdrahtung ein Testgerät von Vorteil, welches Fehler direkt ausgeben kann. In einer Vorgängerarbeit wurde bereits ein Kommunikationstestgerät entwickelt, welches im Labor funktionierte, jedoch im Feld unzuverlässig war. In der zur Thesis vorgegangenen Projektstudie wurden bereits ein neues Konzept sowie die Hardware entwickelt.

## Konzept und Realisierung

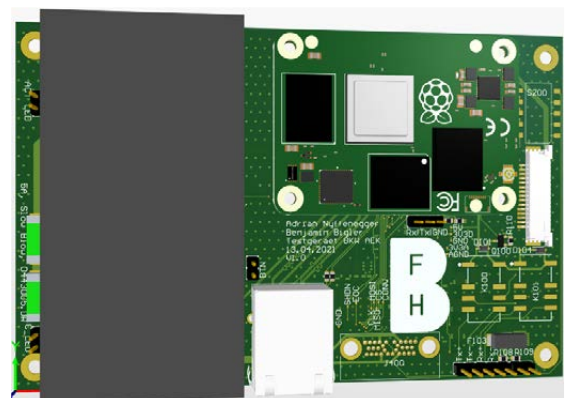
Das Testgerät besteht aus einem Raspberry Pi Compute Module mit einem zusätzlichen ADC und einem Display. Mit dem ADC werden die Spannungen auf den 4 Busleitungen gleichzeitig gemessen. Ein Algorithmus überprüft die Pegel auf Korrektheit. Sind diese nicht korrekt versucht er den Fehler zu bestimmen. Das Resultat wird anschliessend auf dem Display ausgegeben. Zusätzlich werden mittels eines RS422 Receivers die Daten eingelesen. Auf dem Raspberry Pi läuft ein Linux-System. Die Ansteuerung des ADCs geschieht mit einem selbst-erstellten Treiber über das IIO-Subsystem von Linux. Zur Stromversorgung werden zwei 18650 Lithium-Ionen Akkus verwendet, welche mittels USB-C aufgeladen werden.

## Resultat

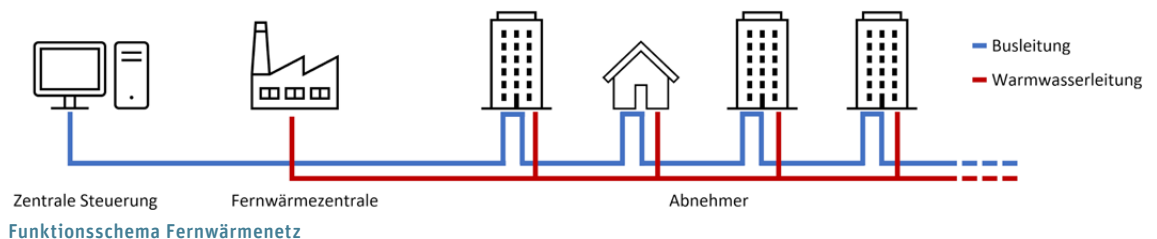
Die Funktionalität des Testgeräts konnte im Labor erfolgreich verifiziert werden. Im Vorfeld wurden bereits Signale mit dem Testgerät im Feld aufgezeichnet. Diese aufgezeichneten Daten konnten in Matlab ebenfalls erfolgreich ausgewertet werden. Die erste Revision der Leiterplatte (PCB) enthält einige Fehler, welche in einer 2. Revision behoben wurden. Aufgrund von einem Bestellfehler konnte diese nicht mehr in der zur Verfügung stehenden Zeit bestückt und getestet werden. Deshalb lässt sich keine Aussage zur Funktionsfähigkeit dieser Revision sagen. Da die Bussignale an den verschiedenen Standorten im Feld sehr unterschiedlich sind, was Pegel und Störungen betrifft, muss die Funktionalität des Testgeräts mit der Hardware Revision 2 im Feld noch genauer verifiziert werden.



Adrian Nyffenegger  
adrian.nyffenegger@besonet.ch



3D Model PCB



**Bystronic**

Innovativ.  
International.  
Inspirierend.  
Interdisziplinär.  
Interessant.

Ingenieurln.  
**Best choice.**



Cutting. Bending. Automation.

[careers.bystronic.com](https://careers.bystronic.com)



Visually impaired individuals face substantial barriers when navigating in daily life situations. VisionAid aims to improve their mobility by extending the white cane and informing the user about obstacles in their way using hands-free haptic feedback.



Simeon David Bots  
simeonb@gmx.ch

### Initial situation and goals

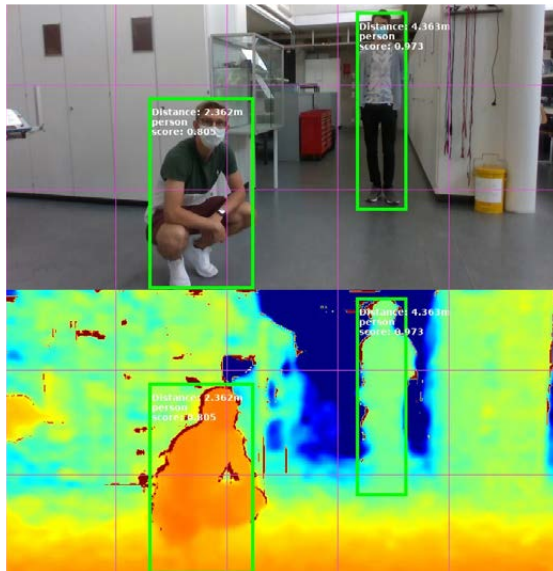
Embedded computer vision (CV) based on deep learning allows portable offline solutions. Due to its distinct advantages and user habit, the cane cannot be substituted easily. The goal is therefore to extend its range by signalling the distance using vibration actuators and to add semantic scene information through a deep learning approach. Vibrotactile feedback is explored with the aim to make the user feel and thus percept their surroundings. A modular base system is developed that allows various use-cases and their suitable CV as well as haptic feedback approaches.



Bruno Stucki  
bruno.stucki@hotmail.com

### Implementation

3D Imaging is carried out on an Intel Realsense D435i that outputs a depth (used for distance estimation) and RGB image. A Google Coral Dev-Board featuring Google Edge TPU allows for low-power inferring of Convolutional Neural Networks (CNN). A custom PCB drives vibrotactile actuators (ERM, LRA) that have been evaluated for their applicability in a haptic

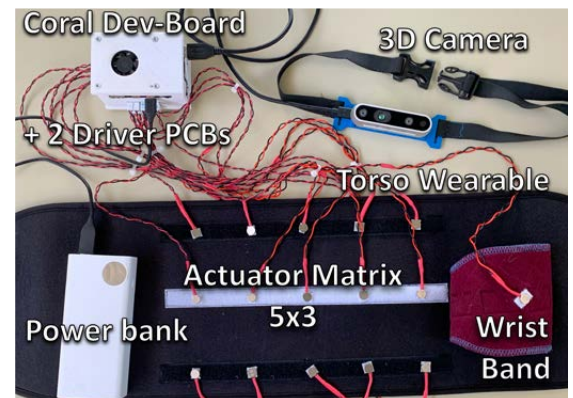


Visualization of Object Detection rendered 2d grid;  
top: RGB image, bottom: depth image (orange: close, blue: far)

wearable. For an easy integration of the different software parts, all modules are written in Python3 employing an object-oriented modular design and running on the Coral Dev-Board (Mendel, Debian Linux derivative). The cane mode is used to radar-like scan the surroundings and feel objects through the vibration (strength, spatially or temporally) encoded distance measurement. As a proof-of-concept, another mode shows where and how far people are in a 2d grid. Object detection is run using the Mobile-NetV2 CNN and rendered to a 2D vibrotactile actuator matrix placed on the stomach or back.

### Results and outlook

Our work indicates that vibrotactile feedback can be assistive when applied intuitively for the user. With some training, it may even be tailored to specific use-cases or user-preferences and hence of great help to the individuals. For detailed scene information audio should be considered to complement the haptic feedback. Generally, versatile topics and their own manifold problems are present in this project and thus further work is essential for the development of a practical device. However, this thesis shows that an embedded device is generally feasible and has the potential to improve autonomous navigation of visually impaired individuals.



Wearable Setup

# Ortung und Identifikation von UV-Lichtquellen

Studiengang : BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung : Embedded Systems  
Betreuer : Prof. Dr. Kurt Lehmann  
Experte : René Vollenwyder (SBB CFF FFS)

19

Ein Industriepartner der BFH hat Probleme mit der firmeneigenen Beschichtungsanlage. Es kommt immer wieder zu elektrostatischen Durchschlägen in der Sprüheinrichtung. Diese führen zum Abbruch des Beschichtungsprozesses und verursachen Chargenausfälle mit hohen Verlustkosten. Die den Durchschlägen vorausgehenden Koronaentladungen sollen frühzeitig detektiert werden. Dazu sollte ein System zur Detektion von UV-Lichtimpulsen entwickelt werden.

## Ausgangslage:

Eine elektrostatische Beschichtungsanlage nutzt ein elektrisches Feld zur Verteilung von Lackteilchen auf dem Werkstück. Dazu liegt am Zerstäuber eine hohe Gleichspannung von ca. 65 kV an. Zwischen dem geerdeten Werkstück und dem Zerstäuber entsteht so ein homogenes elektrisches Gleichfeld. Die elektrisch aufgeladenen Farbpigmente folgen dem Feld und verteilen sich gleichmässig auf dem Werkstück. Bei längeren Betriebszeiten können Verschmutzungen dazu führen, dass es zu Durchschlägen zwischen der Sprüheinrichtung und dem Werkstück oder anderen Anlagenteilen kommt.

## Ziel:

Den Durchschlägen gehen jeweils Koronaentladungen voraus. Wenn diese frühzeitig erkannt werden, können rechtzeitig Massnahmen getroffen und die Durchschläge verhindert werden. Dazu sollte ein System entwickelt werden, welches mithilfe einer handelsüblichen UV-Kamera die ultravioletten Lichtimpulse der Koronaentladungen detektieren kann. Zusätzlich sollte das System mittels einer zweiten Kamera die Entladungen im sichtbaren Spektrum leicht erkennbar und lokalisierbar machen.

## Realisierung:

Ein Raspberry Pi 4B bildet das Herzstück des Systems. Auf diesem wird der Videostream der UV-Kamera laufend verarbeitet. Die einzelnen Frames werden mithilfe der Open Source Bildverarbeitungs-bibliothek OpenCV gefiltert und analysiert. Wird eine mögliche Entladung identifiziert, so werden das UV-Bild, das Standardbild sowie die Koordinaten des Ereignisses in einer SQL-Datenbank gespeichert. Das System muss anwendungsbedingt aus der Ferne angesteuert werden. Dies erfolgt über eine Remote-desktopverbindung zum Raspberry Pi.

Die Software stellt dem Benutzer eine GUI-Applikation zur Bedienung und Überwachung des Systems sowie zur Betrachtung der gespeicherten Daten zur Verfügung. Dabei gibt es verschiedene Optionen, um die Datenbank zu filtern und Entladungen darzustellen. Getestet wurde das System im Hochspannungslabor der BFH. Dort konnten gezielt Koronaentladungen und Durchschläge erzeugt werden.

## Ergebnisse:

Die für das Projekt verwendete handelsübliche UV-Kamera stellte sich als nicht sensitiv genug heraus, um die sehr kurzen und schwachen Entladungen zu registrieren. Durchschläge hingegen wurden detektiert, von der Software erkannt und abgespeichert. Es ist davon auszugehen, dass mit einer sensitiveren UV-Kamera das System die gestellte Aufgabe erfüllen könnte.

Im aktuellen Zustand kann das System die Durchschläge zwar nicht präventiv erkennen, sollte aber deren Lokalisierung ermöglichen. Diese Information hat einen potenziellen Kundennutzen bei der Analyse des Prozessproblems.



Camille Marius Chatton  
camilemariuschatton@gmail.com



Kai Justin Graf  
kai.graf@quickline.ch



Prototyp des Systems



# EV-Retrofit - Vehicle Control Unit

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Martin Kucera

20

Abstract video



Die Branche der Elektromobilität ist im Aufschwung. Im Verkehr sind immer mehr Elektroautos zu sehen und jeder grössere Autohersteller hat bereits ein vollelektrisches Modell auf dem Markt. Daneben stellt sich die Frage was mit den Autos passiert, welche das Ende ihres Lebenszyklus erreichen und normalerweise direkt verschrottet werden. Denn dies sind nicht wenige, in der Schweiz etwa 300'000 pro Jahr. Die Lösung heisst EV-Retrofit.



Jonas Felder

## Ausgangslage

EV-Retrofit bedeutet ein Auto mit einem Verbrennungsmotor in ein batterieelektrisches Auto umzubauen. Anstelle es zu verschrotten wird der Verbrennungsmotor ausgebaut und mit einem Elektromotor ersetzt. Somit wird das nun „neue“ Elektroauto Teil einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft und kann weiterverwendet werden. Die graue Energie, welche bei der Herstellung ins Auto gesteckt wurde, wird dadurch weiter genutzt und dessen ökologische Bilanz wird verbessert. Die Berner Fachhochschule hat sich dazu entschieden einen solchen Umbau am Beispiel eines Audi A2 mit Jahrgang 2002 durchzuführen. Dies soll dazu dienen in Erfahrung zu bringen ob dies mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen möglich ist und welche Herausforderungen ein solcher Umbau mit sich bringt. Dieser EV-Retrofit ist besonders nachhaltig, weil er ressourcenschonender ist. Denn ausser dem Vehicle Control Unit (VCU), also der Fahrzeugsteuerung, werden nur gebrauchte Komponenten verwendet. Diese Thesis fokussiert auf dem Ersatz der Vehicle Control Unit als Teil des Gesamtprojektes.



Lars Meier

## Ziele der Arbeit

Das Hauptziel dieser Arbeit ist, dass der Audi A2 elektrisch fahren kann. Damit dies erreicht werden kann ist auch der Erfolg der weiteren Teams notwendig. Der Teil der Fahrzeugsteuerung muss sicherstellen, dass das Auto mit einer betriebssicheren Software ausgestattet

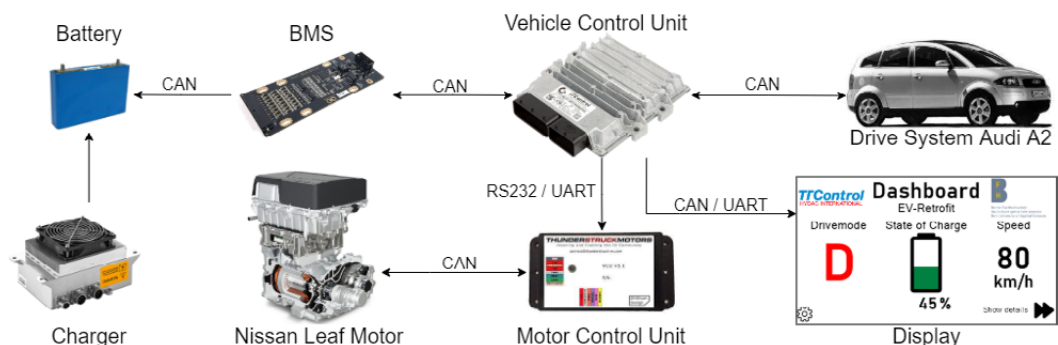
ist. Zudem dürfen auf dem bestehenden System keine Fehler vorhanden sein, welche die Sicherheit gefährden. Damit die wichtigsten Daten des Elektromotors und der Batterie dargestellt werden können soll ein User Interface implementiert werden.

## Konzept

Das System des neuen Elektroautos besteht aus zwei Hauptteilen. Der erste Teil bildet das modifizierte bestehende System des Audis. Das Zweite Teilsystem setzt sich aus einem wiederverwendeten Nissan Leaf Elektromotor und einer Second-Life Batterie zusammen. Die Kommunikation dieser Teilsysteme mit der Vehicle Control Unit findet über CAN statt.

## Realisierung

Während der Thesis wurde das erarbeitete Konzept umgesetzt. Es wurde eine Software, welche die Abläufe des gesamten Systems steuert, entwickelt. Dies Software wurde auf einem für die Autoindustrie geeigneten Controller von TTControl umgesetzt. Die Software stellt sicher, dass das System des Elektroautos nie einen unstabilen Zustand erreicht und dadurch sicher ist. Zusätzlich wurde ein Display evaluiert und programmiert. Das Display übermittelt den Fahrer wichtige Daten und Zustände. Als Schnittstelle zwischen dem Elektromotor und der VCU ist der Motorcontroller von Thunderstruck eingesetzt worden.



Konzept des Gesamtsystems für den EV-Retrofit am Audi A2

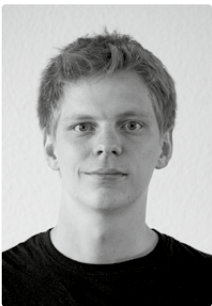


# Softwareoszilloskop zum Debugging von Multiapplikationssystemen unter Linux

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Elham Firouzi  
Experte: Daniel Rickli (Signal AG)  
Industriepartner: Source Engineers, Bern

22

In Industrieanwendungen werden oft Embedded Linux Systeme mit mehreren Applikationen eingesetzt. Einzelne Applikationen zu debuggen ist gut möglich, jedoch ist das Debugging auf der System-Ebene komplex, da die Daten aus den verschiedenen Applikationen nicht zentral zur Verfügung stehen. Hier schafft das Softwareoszilloskop Abhilfe.



Anselm Fuhrer  
anselm.fuhrer@gmail.com

In dieser Arbeit wird auf einem Embedded Linux System eine Multiapplikationslandschaft mit der Server-Applikation **se-scope-server** und mehreren Client-Applikationen, den **se-scope-clients** gestaltet. Die Clients senden ihre Daten mittels Interprozesskommunikation an den Server, welcher diese anhand der C-Library **se-scope-lib** serialisiert und über TCP an den PC schickt. Die Daten werden in der Desktop-Applikation **se-scope-gui** empfangen, deserialisiert und visualisiert. Sowohl die Server- wie auch die Client-Anwendungen werden im Rahmen dieser Arbeit entwickelt. Das GUI wird so erweitert, dass die Kommunikation neu über TCP läuft.

## Interprozesskommunikation

Eine Herausforderung der Arbeit ist die Dynamik der Clients: Der Server soll sich mit beliebig vielen Client-Applikationen verbinden können. Der Server muss erkennen, wenn ein neuer Client gestartet wird, welcher ebenfalls Debugging-Daten zu senden hat. Dazu werden **Unix Domain Sockets** eingesetzt. Mit Hilfe einer virtuellen Datei erkennt der Server, wenn ein Client gestartet wird und öffnet den

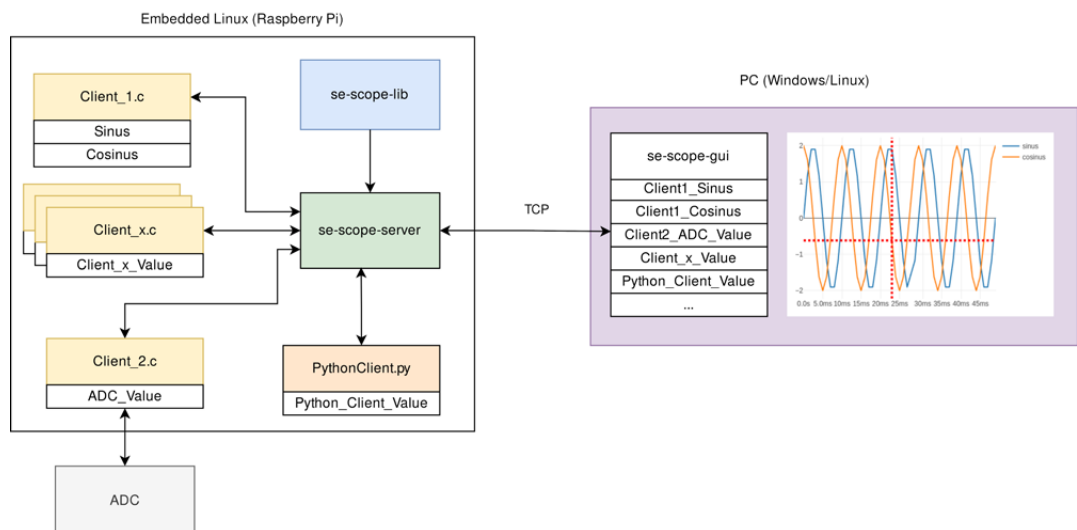
Kommunikationskanal. Der Server koordiniert die Clients und verpackt deren Daten mithilfe der C-Library. Als Protokoll zwischen den Prozessen wird **Google Protocol Buffer** verwendet, mit den Vorteilen, dass die Kommunikation so einen kleinen Overhead hat und die Ergänzung weiterer Clients in anderen Programmiersprachen vereinfacht wird.

## Grafische Benutzeroberfläche

Das GUI ist auf dem **Electron**-Framework basiert, welches erlaubt, Desktop-Apps mit Web-Technologien wie HTML, Javascript, css und auch NodeJS zu entwickeln. Neu ist die Option, dass die Kommunikation zwischen dem GUI und dem Embedded System statt über UART über TCP stattfindet, da viele Embedded Linux Systeme nur über das Netzwerk erreichbar sind.

## ADC-Client

Um den Praxiswert zu zeigen, wird ein Client erstellt, welcher über SPI aus einem 24-Bit A/D-Wandler Analogwerte ausliest.



# Aufbau einer Softwarebibliothek für das IO-Link-Master-Shield/Hat

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
 Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Ivo Adrian Oesch  
 Experte: Daniel Kühni (Inetronic AG)  
 Industriepartner: Balluff GmbH, Neuhausen a.d.F.

Abstract video



Die Kommunikationsschnittstelle IO-Link verbreitet sich immer mehr in der Automatisierungsindustrie. Zur einfacheren Nutzung von IO-Link-Geräten in der Ausbildung und Kleinprojekten wurde an der BFH ein IO-Link-Master entwickelt, der als Aufsatz auf einem Arduino Due oder einem Raspberry Pi nutzbar ist. In dieser Arbeit wurde eine Software-Bibliothek für diesen Master entwickelt, die beide Plattformen unterstützt und einfach an neue Hardware anpassbar ist.

## Ausgangslage und Ziel

IO-Link ist ein Master-Slave-Kommunikationsprotokoll. Jeder Sensor oder Aktor (Device) wird direkt an einen IO-Link-Master angeschlossen, der als Schnittstelle zur Anlagen-Steuerung dient. IO-Link-Geräte sollen auch im Unterricht und für Kleinprojekte einfach nutzbar sein. Dazu entwickelte Pascal Frei in seiner Bachelor-Thesis das IO-Link-Master-Shield/Hat, das auf einen Arduino oder Raspberry Pi aufgesteckt werden kann. Die von ihm erstellte rudimentäre Software-Bibliothek zur Demonstration auf einem Arduino wurde später auf Raspberry Pi portiert und funktionell erweitert.

Ziel dieser Arbeit war es, die Treiberbibliothek für das Shield/Hat neu aufzubauen, so dass sie zukünftig einfach an neue Plattformen und IO-Link-Hardware angepasst werden kann.

## Konzept

Das IO-Link-Protokoll ist in der „IO-Link Interface and System Specification“ standardisiert. Weil diese so umfangreich ist, kann es nicht vollständig im Rahmen dieser Bachelor-Arbeit implementiert werden. Trotzdem sollte sich die Struktur der Bibliothek stark an der Spezifikation orientieren (Abb. 1). Die Namen der Klassen und Methoden entsprechen genau den Elementen in der Spezifikation, die sie abbilden. Dies erleichtert die Orientierung in der Software.

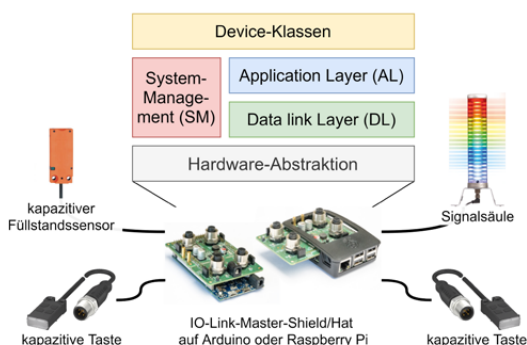


Abb. 1: Beispiel für den Einsatz der Software-Bibliothek

## Ergebnisse und Ausblick

Es wurde ein detailliertes Softwaredesign erarbeitet, das von der Hardware-Abstraktion bis hinauf zu den Device-Klassen reicht. Die Methoden für alle „Services“ zwischen den Schichten sind vorhanden, aber noch nicht implementiert. Die Hardware-Abstraktion (Abb. 2) ist teilweise umgesetzt und getestet. Die Pin-Klassen (rosa und grün) abstrahieren den Zugriff auf die GPIOs. Die Klassen Max14819 (gelb) und Max14819\_Port (orange), welche den verwendeten IO-Link-Transceiver-Chip mit seinen Ports abstrahieren, nutzen die Pin-Klassen zum plattformunabhängigen Zugriff auf die Hardware. Der Benutzer interagiert einzig mit der IOLMaster-Klasse (blau), die für den gesamten IO-Link-Master steht. Diese besitzt Objekte für das verwendete PCB (Shield\_Hat in blau) mit den Chips und die IO-Link-Ports. IOLMaster erlaubt derzeit den Aufbau der IO-Link-Verbindung. Zukünftig wird es auch möglich sein pro Port Informationen über das angeschlossene Device abzufragen und ein passendes Device-Objekt zu registrieren.

Die Bibliothek ist unter dem Namen „openiolink“ auf GitHub veröffentlicht und steht unter der Apache-2.0-Lizenz, damit andere Personen einfach zu ihr beitragen und diese in ihre eigenen Projekte integrieren können.



Tobias Gammeter

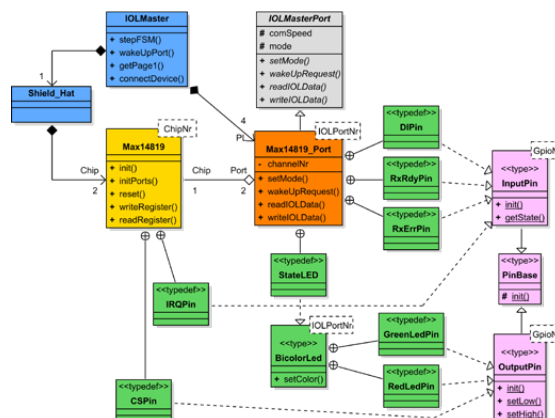


Abb. 2: Vereinfachtes Klassendiagramm der Hardware-Abstraktion



# Smarter Controller für Mikrosolarwasserpumpe

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

Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini

24

Experte: Alois Müller (ennos AG)

Industriepartner: ennos AG, Merzligen

Die Firma ennos AG entwickelt und vertreibt solarbetriebene Wasserpumpen. Die sunlight pump ist eine portable und netzunabhängige Pumpe, die auf die Bedürfnisse der Agrarwirtschaft in Schwellen- und Entwicklungsländern abgestimmt ist. Nun soll eine neue Pumpe in das Sortiment aufgenommen werden. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis wurde dafür ein smarter Controller mit 4G-Anbindung und intelligenten Funktionen für Betrieb, Unterhalt und Abrechnung entwickelt.



Manuel Geissbühler

maenu.g@hotmail.com

## Ausgangslage

Die ennos AG hat mit der 0.5HP sunlight pump bereits eine solarbetriebene Pumpe auf dem Markt. Nun soll dieses Angebot um die Nanopump erweitert werden. Im Gegensatz zur sunlight pump wird die, mit DC-Motor ausgestattete, Nanopump direkt am Solarpanel angeschlossen. Durch die Ergänzung eines Controllers soll sie beispielsweise per GPS lokalisiert, dezentral ein- und ausgeschaltet, sowie ihre Daten auf einer Cloud eingesehen werden können. Derzeit ist es bereits möglich, sich mittels einer Android-Smartphone-App der ennos AG über Bluetooth mit dem Controller der sunlight pump zu verbinden und so aktuelle und gespeicherte Daten zu erhalten und anzuzeigen. Dieser Kommunikationspfad bietet sich auch für den Nanopump-Controller an. Aktuell werden die Betriebsdaten und der Pumpenstandort mit Hilfe von Smartphone und App mit der ennos-Cloud synchronisiert. Die Pumpen werden allerdings vielerorts ausserhalb der Bluetooth-Reichweite betrieben, was ein Monitoring aufwändig macht. Durch die Implementierung von Mobilfunk-IoT, sowie GPS soll die Lokalisierung, Überwachung und dezentrale Steuerung der Pumpen vereinfacht werden.



Silvano Mani

silvano.mani@hotmail.com

## Ziele

Der Auftrag besteht darin, ein Embedded System, bestehend aus Hard- und Software, zu entwickeln und im Rahmen der Bachelor-Thesis ein Funktionsmuster zu fertigen.

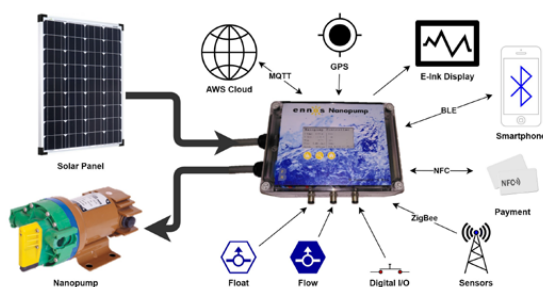
## Realisation

Für die Umsetzung dieses Vorhabens wurde im Rahmen der Projektstudie mit dem nRF9160 Development-Kit von Nordic Semiconductors eine passende Basis gefunden. Es unterstützt beinahe alle gängigen drahtlosen Kommunikationsschnittstellen und eignet sich daher gut für die Implementierung der an den Controller gestellten Anforderungen.

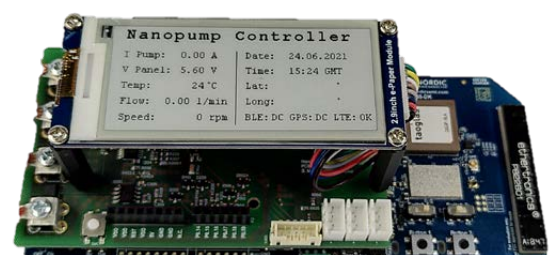
Funktionalitäten, welche nicht durch das Demoboard abgedeckt werden konnten, wurden mit Hilfe eines „Huckepack“-PCBs realisiert. Dieses ergänzt den Controller mit einem Display und User-Interface, sowie der Speisung und der Leistungselektronik. Für die Bestimmung von Drehzahl und Fördermenge der Pumpe wurde ein Modell entwickelt und implementiert. Damit lassen sich aus den beiden elektrischen Grössen Spannung und Strom die benötigten Werte errechnen.

## Resultate und Ausblick

Mit dem entwickelten Funktionsmuster ist bereits ein einsatztauglicher Controller vorhanden, der in der Lage ist die Pumpe anzusteuern. Drehzahl, Fördermenge, sowie weitere Betriebsparameter werden bestimmt und via IoT und Bluetooth übermittelt. Für die Weiterentwicklung in ein marktfähiges Produkt müsste jedoch noch ein neues PCB entwickelt werden, welches alle Komponenten vereint und sich bestenfalls direkt an der Pumpe befestigen lässt.



Konzept Nanopump Controller



nRF9160-DK mit Huckepack-PCB



Mit komplizierten Prozessen muss man kurzen

**PROZESS**  
machen.

Ken Iseli, DevOps Engineer



#FeelFreeToChange

Du magst es, Barrieren abzubauen und Neuland zu erkunden? Und mit Kreativität und Können verwandelst du intelligente Ideen in wertvolle Lösungen? Dann bist du bei uns genau richtig. Als internationaler Service-Provider für technologiegetriebene zukunftsweisende Innovationen bieten wir dir die passenden Herausforderungen – und jede Menge Freiräume.

Feel free to Innovate. [zuehlke-careers.com](https://zuehlke-careers.com)

# SiC Wechselrichter - Für weniger Verluste in der Antriebstechnik

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Industrial Automation and Control  
Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini

26

Besonders in der Ansteuerung von Elektromotoren, kann im Bereich Energieeffizienz noch viel erreicht werden. Mit Siliziumcarbid Mosfets ist es möglich, den Wirkungsgrad von Wechselrichtern von maximal 98% auf bis zu 99% zu erhöhen. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es praktisch noch keine Wechselrichter mit der SiC Technologie zu kaufen. Darum wurde ein Wechselrichter auf der Basis eines Evaluation Boards aufgebaut, der später für Versuche im Labor verwendet werden kann.



Cyrill Marcel Grunder  
078 908 20 10  
cyrill.grunder@gmail.com

## Ausgangslage

In der Schweiz wird etwa ein Drittel der elektrischen Energie von der Industrie verbraucht. Mit einem Grossteil dieser Energie werden Elektromotoren betrieben. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Motoren möglichst effizient angesteuert werden. Die Ansteuerung erfolgt in den meisten Fällen mit einem Wechselrichter. Mit der SiC Technologie kann der Wirkungsgrad dieser Wechselrichter um 1-2% verbessert werden, was auf die Menge an verbauten Motoren einen grossen Unterschied macht. Momentan gibt es jedoch praktisch keine fertigen SiC Wechselrichter auf dem Markt.

## Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist es auf Basis von einem Infineon Evaluation Board einen funktionsfähigen Wechselrichter aufzubauen. Die Ansteuerung der Mosfets soll mit einem TI-Launchpad realisiert werden. Zudem soll die Eingabe der Motorenparameter und der Wunschdrehzahl über ein Raspberry Pi mit Touchdisplay geschehen.

## Realisierung

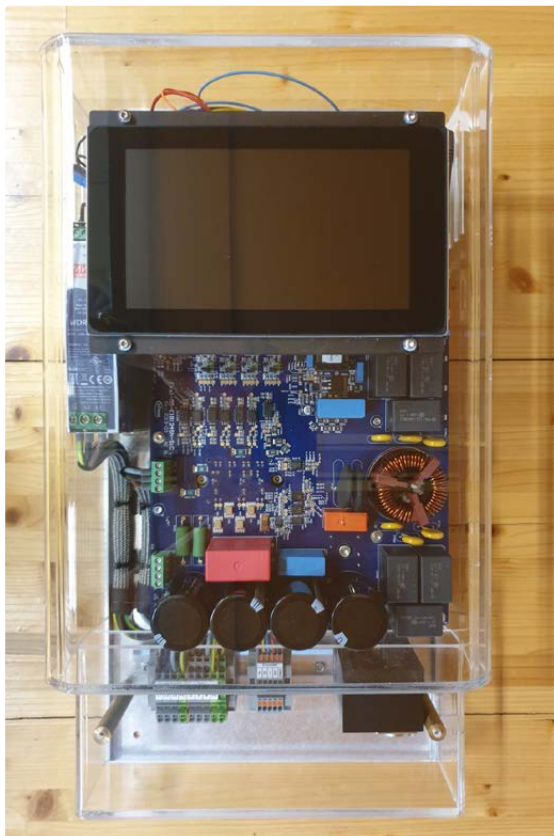
Für die Integration der vorgegebenen Komponenten (SiC-Umrichter, TI-Board und Raspberry) wurden deren Schnittstellen studiert und ein Konzept für das Gesamtsystem entworfen. Dazu wurde ein PCB zum Verbinden der verschiedenen Komponenten designt. Für das Raspberry Pi mit Display wurde im CAD eine Halterung für den Einbau in ein Gehäuse gezeichnet und 3D gedruckt. Das Plexiglas Gehäuse wurde ebenfalls mit CAD gezeichnet und von einem Dienstleister gefertigt. Die Motorensteuerung wurde auf dem Launchpad mit Plecs realisiert. Das Userinterface wurde auf dem Raspberry Pi in Python programmiert.

## Ergebnisse und Ausblick

Es steht ein kompletter Wechselrichter mit einem ansprechenden Gehäuse und einer einfachen Bedienoberfläche. Auf dem Display können verschiedene Motorenparameter sowie die Wunschdrehzahl eingegeben werden. Zusätzlich hat er ein Fenster, in dem die aktuellen Ströme und Spannungen angezeigt werden können. In der Zukunft kann auf dem Launchpad als Erweiterung noch eine Regelung implementiert werden. Auch verschiedene Versuche wie z.B. Auswirkung auf die Lebensdauer der Angesteuerten Motoren, können im Labor durchgeführt werden.



Andreas Patrick Saladin  
079 551 62 58  
saladin.andreas@bluewin.ch



SiC Wechselrichter



Mit der Energiestrategie 2050 des Bundes soll die Elektrifizierung von Autos vorangetrieben werden. Das Ziel dieser Thesis ist, eine Antriebsbatterie für die Elektrifizierung eines Audi A2 zu bauen, damit die graue Energie, die im Auto steckt, erhalten werden kann. Um möglichst nachhaltig zu sein und herauszufinden, welche Eigenschaften ältere Batteriezellen haben, werden Second Life Batteriezellen verwendet.

## Einführung

Eine Antriebsbatterie für ein Elektroauto muss verschiedene Anforderungen erfüllen. Zum einen sollen die Batteriezellen eine möglichst hohe Energiedichte haben und möglichst günstig sein, zum anderen darf die Sicherheit aller Strassenteilnehmer nicht gefährdet sein. Aufgrund dieser Anforderungen haben sich bei Antriebsbatterien Lithium-Ionen-Batterien durchgesetzt. Allerdings benötigen diese ein Batteriemanagementsystem (BMS), damit ein sicherer Betrieb gewährleistet ist. Das BMS muss die Temperatur, die Zellspannungen und den Strom ständig überwachen und die Batterie in Notfall vom Antrieb trennen können.

## Konzept

Damit die graue Energie des Audis möglichst klein gehalten werden kann, werden Second Life NMC-Zellen von GS Yuasa eingesetzt. Diese Zellen arbeiten im Spannungsbereich von 2.75 V bis 4.1 V und haben eine nominelle Spannung von 3.75V. Sind die Zellen ausserhalb dieses Bereichs, trennt das BMS die Batterie vom Antriebsstrang oder vom Ladegerät. Gleiches gilt bei Übertemperatur. Das BMS ist auch dafür zuständig den State of Charge aufgrund des gemessenen Stromes (Coulomb counting) auszurechnen und der VCU zu übergeben. Die Master/Slave-Konfiguration des BMS stellt sicher, dass alle Zellspannungen überwacht werden. Um Kenntnisse zum Zustand der Batteriezellen zu erhalten, werden alle Zellen ausgemessen und die Resultate ausgewertet. Die Batteriezellen werden zu Modulen mit acht Zellen zusammengefügt und in einem Gesamtsystem untergebracht. Die gesamte Batterie hat also eine nominelle Spannung von 360 V, wodurch die maximale Leistung mit 125 A auf 45 kW beschränkt ist. Für die Trenneinrichtung und die Schnittstelle zum Antriebsstrang werden ebenfalls Recycling-Teile eingesetzt, sofern diese vorhanden sind und die Sicherheit nicht beeinträchtigt wird.

## Ziele

Ziel der Arbeit ist es, das Batteriepack so einzubauen, dass ein zuverlässiger und sicherer Betrieb des Autos gewährleistet ist. Zusätzlich soll die Arbeit aufzeigen, in welchem Zustand Second Life Batterien aus ehemaligen Elektroautos sind und inwiefern diese noch verwendet werden können.

## Resultate

Im Batteriepack werden drei Module mit 40 Ah eingesetzt, während die restlichen Module eine Kapazität von 28 Ah aufweisen. Die Messungen zeigen, dass die Restkapazität der Batteriezellen noch 70 % ihrer ursprünglichen Kapazität beträgt. Damit hat das Batteriepack eine Energie von 11 kWh, wodurch die Reichweite des Autos unter 100 km ist. Mit einem Pulstest kann jedoch aufgezeigt werden, dass die Spannungen der Batteriezellen bei Stromimpulsen von 100 A während 15 Sekunden etwa 200 mV fällt und sich wieder dann wieder erholt. Damit ist garantiert, dass die Batterie den Anforderungen während einer Fahrt standhält. Das BMS der Firma Prohelion gleicht die Spannung der Batteriezellen beim Laden passiv aus. Das bedeutet, die Zellen mit erhöhter Spannung werden über Widerstände mit 250 mA entladen, damit die Spannung an die restlichen Zellen angeglichen werden.



Luca Simon Horn



Theo Meer



Das Batteriepack besteht aus zwölf Modulen mit je 8 Zellen

# Mustereerkennungsfunktion zur Detektierung und Auswertung von choroidalen Veränderungen

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Industrial Automation and Control

Betreuer: Prof. Dr. Elham Firouzi

Experte: Prof. Dr. Tiziano Ronchetti (BFH)

28

In meiner Arbeit wird eine Methode zur Bestimmung von Veränderungen in der Dicke der Aderhaut (auch Choroidea genannt) präsentiert. Die frühzeitige Erkennung solcher Veränderungen spielt in der Prävention und Überwachung von zahlreichen Augenkrankheiten eine zentrale Rolle.



Fabian Jegerlehner

## Einleitung

Ich arbeite mit 3D-Volumen-Datensätzen von Augenbildern aus der optischen Kohärenztomographie (OCT) der hintersten Schichten des Auges, die Netz- und Aderhaut (auch Retina bzw. Choroidea benannt). Meine Aufgabe ist es, anhand dieser Augenbilder, Dickenänderungen im choroidalen Bereich zu bestimmen. Daraus lassen sich wertvolle Informationen gewinnen, welche für die frühzeitige Erkennung der ersten Anzeichen einer möglichen Augenkrankheit bzw. für deren Überwachung relevant sind. Das ist entscheidend, um eine allfällige Behandlung optimal zu planen.

## Medizinischer Hintergrund

Während den letzten 20-30 Jahren entwickelte sich OCT zur wichtigsten optischen Bildaufnahme-Technik in der Ophthalmologie. Sie bietet eine kontaktfreie, nicht-invasive Methode zur Bilderfassung mit hoher Auflösung von Netzhaut, Aderhaut und Lederhaut (Sklera).

## Technischer Hintergrund

Für die Auswertung werden OCT Datensätzen von chinesischen Jugendlichen im Alter von 8-18 Jahren verwendet, welche aus städtischen Regionen mit einer hohen Prävalenz an Kurzsichtigkeit stammen. Die Testpersonen wurden zweimal in unterschiedlichen Zeitabständen gemessen. Die Bilder wurden in Hong-Kong an der School of Optometry von der Hong Kong Polytechnic University aufgenommen. Die Bilder wurden anhand eines Dual-Wavelength OCT-Systems aufgenommen, welches beim HuCE-optoLab entwickelt wurde.

## Methode

Die hier verwendeten Algorithmen zur Mustererkennung stammen aus der Bildregistrierung, einem Teil der digitalen Bildverarbeitung. Die Grundidee der Bildregistrierung besteht darin, die räumlichen Transformationen (Drehungen, Verschiebungen, usw.) zu bestimmen, welche erlauben, zwei oder mehrere Bil-

der aus demselben Kontext, bestmöglichst in Übereinstimmung zu bringen. Dabei wird ein „Referenzbild“ festgelegt, während die anderen „Objektbilder“ genannt werden. Als erstes wird das gesamte Bild eingelesen, danach das zu suchende Muster. Die Werte der in C++ implementierten Mustererkennungsfunktion werden in einer Matrix gespeichert und damit ein Graustufenbild generiert.

## Resultate

In allen OCT-scans wurde der Aderhaut-Sklera-Grenzbereich in teilweise sich überlappenden rechteckigen Blöcke aufteilt (zuerst 16 und später, in einem iterativen Verfahren, 32, 64 und 128). Die Bildinhalte dieser Blöcke werden anschliessend auf dem Referenzbild mit Hilfe der Mustererkennungsfunktion gesucht. Anhand eines geeigneten Ähnlichkeitsmasses werden die bestmöglichen Übereinstimmungen ermittelt. Dadurch erhält man die einzelnen Blockverschiebungen (siehe Fig. 1) und damit lässt sich die Veränderung der choroidalen Dicke quantifizieren. Es wurden Dickenänderungen bis zu 22 Mikrometern erkannt, welche mit Hilfe von manuellen Expertensegmentierungen validiert wurden.

Fig. 1) Rot: die ursprüngliche Position. Grün: Suchbereich für die Mustererkennung. Blau: die detektierte Neupositionierung des roten Blockes.

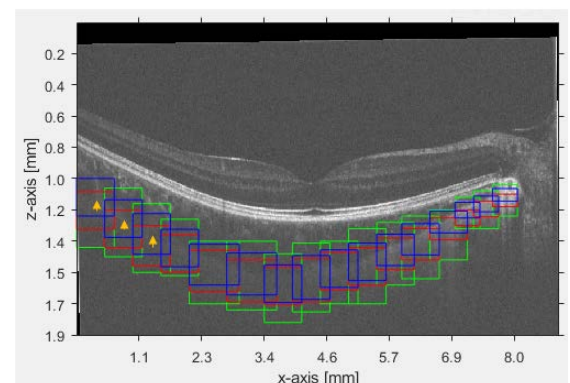
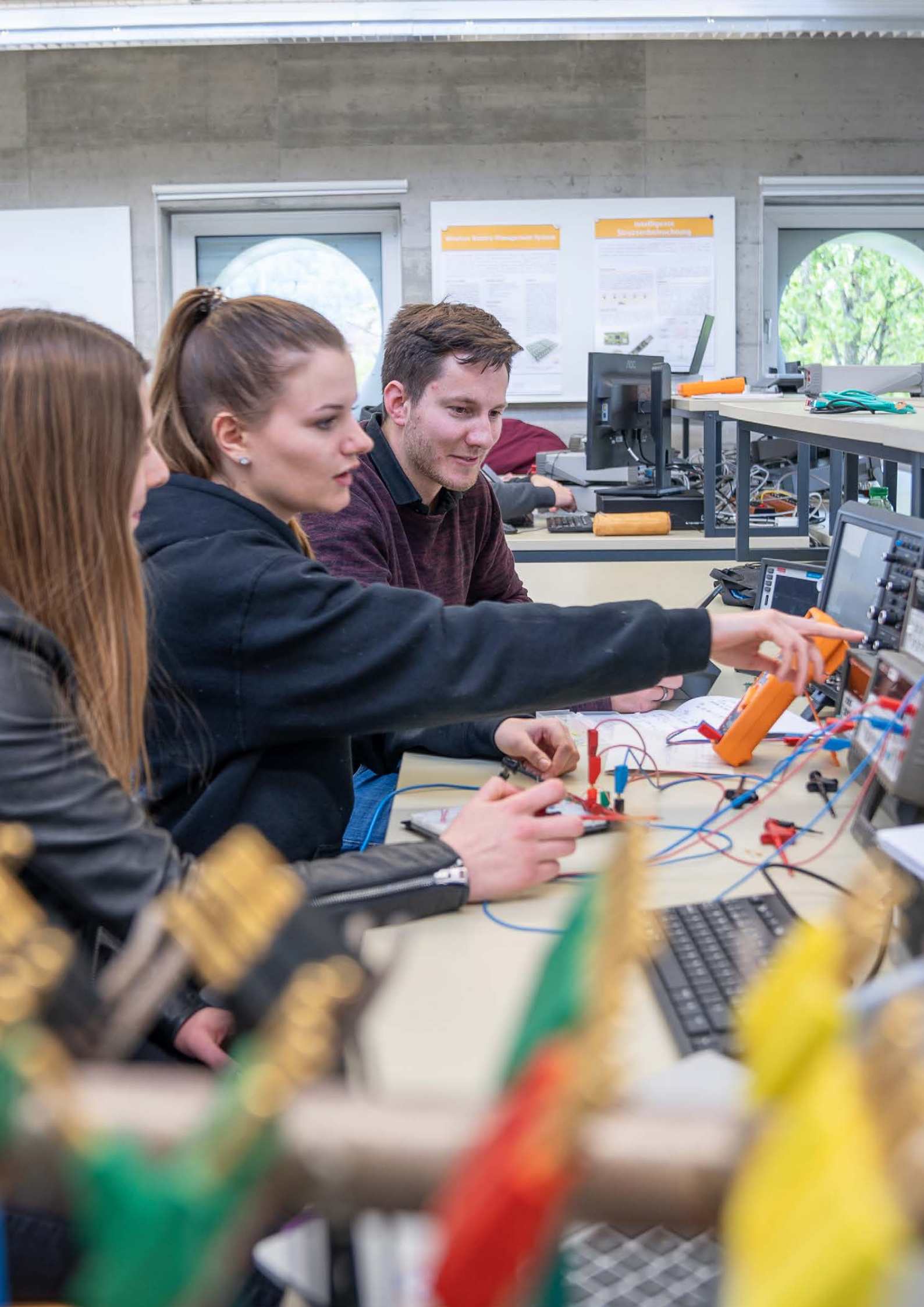


Fig. 1) Die detektierte Verschiebung der Aderhaut.







# BikeAreaNetwork - Measuring and analysing vibrations in mountain bikes

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Embedded Systems  
Thesis advisor : Prof. Dr. Andrea Ridolfi  
Expert : Nina Zenger (Bundesamt für Sport BASPO)

30

Abstract video



Vibrations hinder athletes on mountain bikes in performing at their highest level. To reduce these vibrations, there are several bike setup options. With the BikeAreaNetwork, it is possible to measure, display and store vibration data and suspension performance in real time. This helps with finding and verifying the best suspension setup on any track.



Adrian Jäggi  
jaeggi.adrian@gmail.com

## Motivation

Science shows that vibration in certain frequency ranges hinder athletes to reach their highest level. This project aims to quantify the vibration occurring at different places of the bike. The BikeAreaNetwork helps riders and mechanics to easily find the best suspension setup and the optimal tire pressure.

## Solution

The BikeAreaNetwork we have developed is composed of a sensor network (vibration measurement) and a processing algorithm (vibration analysis). The sensors are connected wirelessly via a bridge (Raspberry Pi Zero W) to a head unit. The head unit is a bike computer implementing the processing algorithm. The system can be mounted on any mountain bike and its wireless setup makes its installation very simple. The processing algorithm quantifies the vibrations using metrics based on scientific literature. The most important metric is the root-mean-quad (RMQ). Other metrics are real time graphs of the vertical acceleration at each sensor, a Fast Fourier Transform (FFT) of this vertical acceleration as well as a suspension performance plot. The suspension performance is being calculated by dividing the unsuspended acceleration by the suspended acceleration. The factor shows how much the suspension attenuates the vibration. The head unit also stores all the calculated values to local log files. These log files may be used for further analysis after the testing.



Sensor placement in BikeAreaNetwork

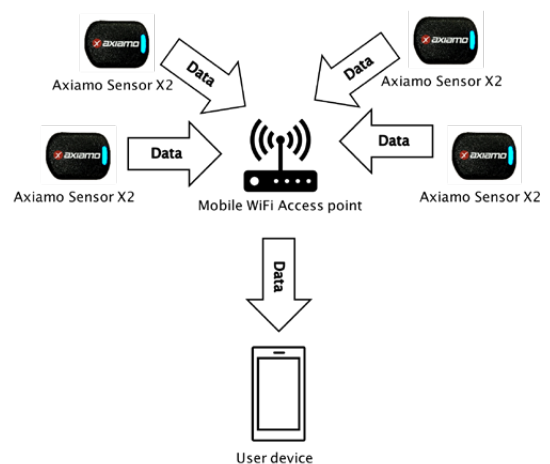
## Results

The BikeAreaNetwork efficiently measures the vibration data, processes it, and enables the display of the relevant computed metrics on the bike computer (graphs, values). In addition, the metrics are logged for further analysis in the bike computer.

## Outlook

Future improvements include:

- The optimisation of the processing and display code, in order to increase the display speed and reduce the energy consumption by reducing the computational burden;
- The use of the computed metrics to actively regulate the lockout of the suspensions. An open suspension attenuates vibration, but diminishes the power transfer into forward movement. Therefore, an automatic lockout will improve the rider's performance by switching into the optimal lockout mode autonomously. This requires real time vibration data, which the BikeAreaNetwork is indeed able to provide.



Data flow in BikeAreaNetwork

# Portierbare Treiberbibliothek für IO-Link Master Shield/Hat

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne  
Experte: Daniel Kühni (Inetronic AG)  
Industriepartner: Balluff AG, Biel/Bienne

31

Mittels IO-Link können Messdaten und zusätzliche Informationen von intelligenten Sensoren und Aktoren abgerufen sowie auch konfiguriert werden. Die Implementierung des IO-Link-Protokolls ist aufgrund seines grossen Funktionsumfangs zeitintensiv. Oft wird deshalb auf proprietäre Bibliotheken von Drittanbietern zurückgegriffen. Ziel des Projekts war eine Open-Source-Lösung, die die Realisierung eines IO-Link Masters durch eine frei verfügbare Bibliothek vereinfacht.

## Ausgangslage

Der IO-Link-Standard definiert einheitliche Stecker/Kabel und ein flexibles Protokoll zur Anbindung von intelligenten Sensoren und Aktoren an Steuerungen. Er findet in der Automatisierungsindustrie immer grössere Verbreitung. Deshalb soll er auch in der Ingenieurs- und Techniker Ausbildung berücksichtigt werden. In einer vorangegangenen Arbeit wurde von der Berner Fachhochschule in Partnerschaft mit der Balluff AG eine Hardware und eine dazugehörige rudimentäre Software-Bibliothek entwickelt. Der sogenannte IO-Link Master Shield/Hat ist für den Einsatz mit einem Arduino Due oder einem Raspberry Pi vorgesehen und stiess bereits auf Interesse bei weiteren externen Partnern, die ihn für erste eigene Projekte einsetzen. Ein Portieren der vorhandenen Bibliothek auf eine andere Hardware war jedoch erschwert, da die Bibliothek sehr hardwareabhängig aufgebaut war. Ziel der Arbeit war es, die Bibliothek grundlegend zu überarbeiten, so dass die Implementierung möglichst unabhängig von der konkreten Hardware ist und somit künftig einfach an eine neue Hardware angepasst werden kann.

## Konzept und Realisierung

In der Projektstudie wurde ein Konzept entworfen, welches die Bibliothek mehr von der Hardware abstrahiert. Mithilfe dieses Konzepts wurde die Bibliotheksarchitektur angepasst. Die Aufteilung in verschiedene Abstraktionsschichten ist in Abb. 1 ersichtlich.

Das CMake-basierte Build-System wurde ebenfalls überarbeitet. Es musste eine Toolchain für Raspberry Pi erstellt werden. Für Arduino wurde auf eine bereits vorhandene Lösung zurückgegriffen. Damit das Kompilieren und Debuggen einfach umzusetzen ist, wurde eine ausführliche Anleitung erstellt. Für Arduino und das Raspberry Pi kann die Bibliothek nun cross-kompiliert werden. Um eine möglichst zuverlässige Funktion zu garantieren, wurde ein Unit-Testsystem auf Basis von Catch2 integriert. Mit dessen

Hilfe können Tests erstellt werden, welche dann die Funktion der Bibliothek überprüfen.

## Zielerreichung und Ausblick

Die Ordnerstruktur und Klassenhierarchie der Bibliothek wurden restrukturiert und reimplementiert, so dass eine bessere Trennung der Protokoll- und Hardwareebene erreicht wird. Mit dieser neuen Struktur können nun die Page-1-Daten von IO-Link-Geräten abgerufen werden und sie ist flexibler auf anderer Hardware einsetzbar. Durch die Arbeiten am Build-System kann die Bibliothek nun mit einer Entwicklungsplattform für Arduino und Raspberry Pi kompiliert werden, was bei der Weiterentwicklung einen erheblichen Vorteil bedeutet. Mit diesem Stand wurde die Bibliothek in der Organisation openiolink unter der Apache-2.0-Lizenz auf GitHub (<https://openiolink.github.io/>) veröffentlicht. Damit wird eine Weiterentwicklung durch die Community und im Rahmen weiterer studentischer Arbeiten angestrebt. In einem nächsten Schritt kann nun das Auslesen der Prozess- und ISDU-Daten sowie die Konfiguration der Sensoren/Aktoren (inklusive Umschalten in den SIO-Modus) implementiert werden.



Janik Lehmann  
janik.lehmann@swissontine.ch

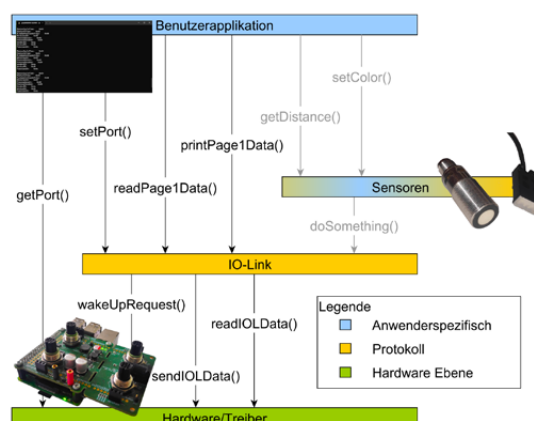


Abb. 1: Architekturkonzept für die quelloffene IO-Link-Master-Bibliothek

# Wirtschaftliche Steuerung eines Elektroboilers aus PV-Energie

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Electric Energy and Renewable Systems

Betreuer: Prof. Urs Muntwyler

32 Experte: Dipl. Phys. Stephan Gnos (Notwak Energie & Technologie AG)

Industriepartner: Gantrisch Energie AG, Schwarzenburg

Im Rahmen dieser Bachelorthesis sollen mit einer Machbarkeitsanalyse mehrere Schaltungsvarianten von Heizelementen eines Elektroboilers gegenübergestellt werden. Die ökonomisch sinnvollste Variante soll als Prototyp realisiert und mit Messungen validiert werden.



Nicolai Yves Lévy

## Ausgangslage

Durch die sinkenden Kosten werden auf Dächern von Einfamilienhäusern (EFH) zunehmend Photovoltaikanlagen (PVA) mit einer Leistung von 5-15 kWp installiert. Im Sommer generieren diese sogar mehr Energie als der Haushalt verbraucht. Durch die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) konnte früher pro eingespeiste kWh bis zu 24 Rp erwirtschaftet werden. Doch die Tarife für die Einspeisevergütung sind nicht mehr so hoch wie noch vor einigen Jahren. Sie nähern sich dem börslich gehandelten Marktpreis von ca. 5 Rp/kWh an. Für Besitzer von PV-Anlagen ist es somit nicht mehr lukrativ einzuspeisen und Speicheroptionen, wie Batterien, sind nach wie vor sehr teuer. Deshalb macht es umso mehr Sinn die PV-Überschüsse maximal auszunutzen. Das Stichwort lautet Eigenverbrauchsoptimierung. Eine Möglichkeit sind sogenannte «PV-to-Heat»-Lösungen, bei welcher die PV-Überschüsse nicht ins Netz rückgespeist werden, sondern dazu verwendet werden das Wasser im Elektroboiler aufzuwärmen. Ziel dieser Thesis ist es, herauszufinden, auf welche Art die drei Heizelemente eines herkömmlichen Elektroboilers ökonomisch sinnvoll angesteuert werden können. Nebst dem Kostenaspekt soll auch die Komptabilität mit den Vorschriften gegeben sein. Die durch Simulationen bestimmte, optimale Variante, soll realisiert und getestet werden.

## Realisierung

Als erstes wurde eine Schaltung entwickelt, welche möglichst viele verschiedene Leistungsstufen zulässt. Daraus konnten modular acht Varianten herauskristallisiert werden. Aus der Recherche resultierten die für das Referenzmodell relevanten Parameter, wie

das elektrische Leistungsprofil oder der Warmwasserbedarf des EFH. Somit konnte der Eigenverbrauch für die acht Varianten mit der Software Polysun simuliert werden. Mit der Kostenanalyse konnte Aufwand und Ertrag verglichen und so das finale Design für den Prototyp ausgewählt werden. Die benötigten elektronischen Bauteile wurden dimensioniert und bestellt, die Leiterplatte mit der Software Altium Designer gezeichnet, gefräst und danach bestückt. Für den Softwareteil wurde ein Pythonprogramm geschrieben, welches anhand der simulierten Überschüsse die Leistungsstufe auswählt und dann den Befehl für die Relais über MQTT an einen Broker sendet. Der Microcontroller wurde mit der Firmware von Tasmota geflasht, so dass er die Daten über WiFi vom Broker beziehen kann. Der Prototyp wurde mit Messungen erfolgreich auf seine Funktion getestet.

## Resultate

Aus den acht möglichen Varianten setzte sich die Variante\_1.2 (siehe Abb.1) mit fünf Leistungsstufen durch. Der Kostenpunkt beträgt ca. 500 CHF. Mit drei Relais bestückt, erhöht sie das Eigenverbrauchsverhältnis von 15 % auf 22 % und generiert pro Jahr einen Ertrag von ca. 90 CHF. Die anderen Varianten lohnen sich preislich nicht, da der Ertrag, relativ zu den Kosten durch das Erhöhen der Anzahl Relais, nicht signifikant steigen würde. Jedoch zeigen die Resultate auch, dass eine Schaltung mit PWM mehr Erträge liefern kann und somit die bessere «PV-to-Heat»-Option ist. Offene Pendenzen sind z.B. der Einbau des Prototyps in die reale Anlage, die Optimierung des PCB, sowie die Verbesserung des Algorithmus zur Steuerung der Leistungsstufen.

Let's **RAIL**volutionize  
mobility together



Join our  
**#TeamSelectron!**

Für Macher-Typen mit Leidenschaft für Mobilität, Technologie und Kreativität bieten wir spannende Challenges in den Bereichen:

- **Software Development Tool**
- **Software Development Embedded**
- **Hardware Development**
- **Customer Service**
- **Cyber Security**
- **System Architecture**

Daniel Moser, Teamleader HR, gibt Dir gerne weitere Auskünfte:  
Telefon: 032 387 63 37 oder E-Mail: [jobs@selectron.ch](mailto:jobs@selectron.ch)

Weltweit führender Entwickler von  
Train Control & Management Systems (TCMS).

Wir unterstützen Hersteller und Betreiber von Schienenfahrzeugen dabei, ihr Geschäft weiter zu automatisieren, zu digitalisieren und zu schützen.



**SELECTRON**

[www.selectron.ch](http://www.selectron.ch)

# Füllstandsüberwachung für Eversys Gastronomie Kaffeemaschine

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

Betreuer: Prof. Dr. Elham Firouzi

Experte: Daniel Rickli (SIGNAL AG)

Industriepartner: Eversys SA, Münsingen

34

In den Kaffeemaschinen der Firma Eversys ist es zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, den Füllstand des Milchbehälters zu bestimmen. Um diesen kontinuierlich überprüfen zu können, wurde in dieser Bachelorarbeit eine Waage entwickelt, welche in das bestehende System integriert werden kann und den Füllstand sowie weitere Umgebungsbedingungen im Kühlschrank überwacht. So können Unterbrüche im Betrieb der Maschine vermieden werden.



Julian Marmet

## Ausgangslage

Damit der Eversys Kaffeevollautomat milchbasierte Getränke zubereiten kann, benötigt die Maschine Zugang zu einem Milchtank. Dieser Tank ist in einem externen Kühlschrank untergebracht, welcher sich normalerweise in unmittelbarer Nähe zu dem Kaffeevollautomat befindet. Ob Milch vorhanden ist oder nicht, wird zum jetzigen Zeitpunkt nur mit einem Durchflusssensor im Schlauch ermittelt. Entsprechend ist es auch nicht möglich, das Fehlen von Milch festzustellen, ohne dass ein Milchprodukt zubereitet und dabei unterbrochen wird. Bei einem Selfservice-Kaffeeautomat hat dies zur Folge, dass der Benutzer die Hilfe des Betreibers benötigt. Erst nach dessen Eingreifen kann die Zubereitung abgeschlossen werden.



Ueli Zoss

## Ziel

Um bereits vor der Ausgabe feststellen zu können, dass der Milchfüllstand sich dem Ende zuneigt und den Benutzer entsprechend zu informieren, soll eine Füllstandsmessung implementiert werden. Dafür soll eine Waage entwickelt werden, welche in den standardisierten Kühlschrank passt und den Füllstand von einem Milchtank mit zwei Kammern individuell bestimmen kann und am Kaffeemaschinendisplay ausgibt.

## Umsetzung

Um die Waage in das bestehende System integrieren zu können, wurde bei der Realisierung darauf geachtet, dass das Endprodukt eine Höhe von 5 mm nicht überschreitet. Um dies zu erreichen, musste bei der Evaluation der Kraftsensoren speziell auf deren Bauform geachtet werden. Auch bei allen anderen Bauteilen war die Höhe ein ausschlaggebendes Kriterium.

Die Kommunikation zwischen der Waage und der Kaffeemaschine findet über eine RS-232 Schnittstelle mit einem proprietären Protokoll statt. In der Kaffeemaschine läuft ein angepasster Linux-Kernel, auf dem eine Daemon Applikation geschrieben wurde, welche mit der Waage interagiert. Dieser berechnet über das Gesamtgewicht und den Schwerpunkt des Milchtanks den Füllstand in den beiden Kammern. Die Bedienung und Anzeige der gemessenen Daten werden in der Maschine intern über den D-Bus an das User Interface weitergegeben und angezeigt.

## Ergebnis

Das Resultat dieser Arbeit ist eine Waage, welche den Namen SmartScale trägt und den Füllstand des Milchcontainers auf  $\pm 200$  ml genau berechnen kann. Diese Genauigkeit ist ausreichend, da der Milchtank ein Volumen von 4.5 Liter pro Kammer aufweist und der Schwellwert für eine Füllstandswarnung bei minimal 10 % liegt. Mit einer Höhe von nur 4.5 mm passt die Waage optimal in den standardisierten Kühlschrank. Neben dem Füllstand misst die SmartScale auch die Kühlschranktemperatur und den Zustand der Türe. All diese Daten werden am Kaffeemaschinendisplay übersichtlich ausgegeben und weisen den Benutzer mit einer entsprechenden Warnung auf allfällige Probleme im Kühlschrank hin.



Eversys Kaffeemaschine mit Kühlschrank und SmartScale



# Bedienoberfläche für die FPGA-SoC-Ausbildungsplattform Leguan

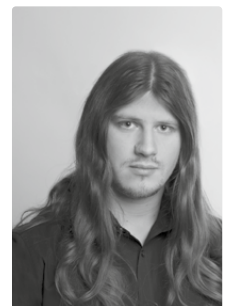
Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Dr. Theo Kluter, Prof. Dr. Torsten Mähne  
Experte: Roman Held

35

Das CARME-Kit und das GECKO4-EDUCATION sind im Studiengang EIT seit Jahren fester Bestandteil der Lehre zu den Themen Digitalelektronik und Embedded Systems. Als gemeinsamer Nachfolger wird derzeit die neue Plattform „Leguan“ entwickelt. Mit dieser Plattform sollen die Bedürfnisse verschiedener BFH-TI-Module abgedeckt und Kosten eingespart werden. In dieser Arbeit wurde die FPGA-Bedienoberfläche des Prototyps entwickelt.

Das ARM-basierte CARME-Kit und das FPGA-basierte GECKO4-EDUCATION sind etablierte Entwicklungsplattformen im Studiengang EIT für die Ausbildung der Studierenden in Embedded Systems und Digitalelektronik. Um diese in die Jahre gekommenen Systeme durch eine gemeinsame Plattform, genannt „Leguan“, zu ersetzen und dabei Synergien mit weiteren Disziplinen und Studiengängen zu nutzen, wurden vom Autor im Rahmen seiner Projektarbeit die Anforderungen durch eine Umfrage gesammelt, analysiert und zu einer Spezifikation verfeinert. Die grösste Änderung gegenüber beiden Vorgängerplattformen ist die Integration zweier unterschiedlich komplexer STM32-Mikrokontroller und eines Cyclone-10-FPGAs zu einem System. Dem von Prof. Dr. Theo Kluter entwickelten Prototyp fehlte eine an das FPGA angebundene flexible Bedienoberfläche aus verschiedenen Ein- und Ausgabekomponenten, die einfach nutzbar ist für die Studierenden im 1. und 2. Studienjahr. Ihr Entwurf, Realisierung und Test war Ziel dieser Bachelor-Thesis. Zunächst wurden passende Bauteile recherchiert, um den bestehenden knappen Platz auf der rechten Seite des Prototyps (Abb. 1) möglichst effizient auszunutzen. Kriterien dafür waren, u.a., die Bauteilhöhe (max. 10 mm), die langfristige Verfügbarkeit der

Bauteile, die passende Betriebsspannung, geringer Stromverbrauch, die Grösse, die Preise und gelegentlich die Bestückungsvariante. Die 98 verbliebenen IOs des FPGAs wurden für eine 16×10-LED-Matrix, 4 Sieben-Segment-Anzeigen, 16 Schalter, 10 Taster, einem Potentiometer und einem vierpoligen Klinkenanschluss für Lautsprecher und Mikrofon genutzt (Abb. 1, rot beschriftet). Um die Funktion der beiden letztgenannten Bauteile zu gewährleisten, mussten zusätzlich ein ADC und ein DAC integriert werden. Ein VHDL-Testdesign wurde für das FPGA erstellt, so dass nach der Bestückung eine schnelle Funktionskontrolle durchgeführt werden kann. Durch Betätigung der Schalter und Taster werden alle Anzeigeelemente angesteuert. Dieses Testdesign muss noch erweitert werden, so dass auch das Potentiometer und die Audio-Funktionen geprüft werden können. Natürlich müssen noch kleinere Korrekturen und Optimierungen im Design umgesetzt werden, jedoch steckt im Leguan grosses Potenzial. Diese Plattform wird in verschiedenen Studiengängen und Modulen des BFH-TI einen grossen Nutzen bieten, die Diversität der eingesetzten Plattformen reduzieren, Kosten einsparen und den zukünftigen Studierenden weniger Einarbeitungszeit abverlangen.



Giorgio Massafra

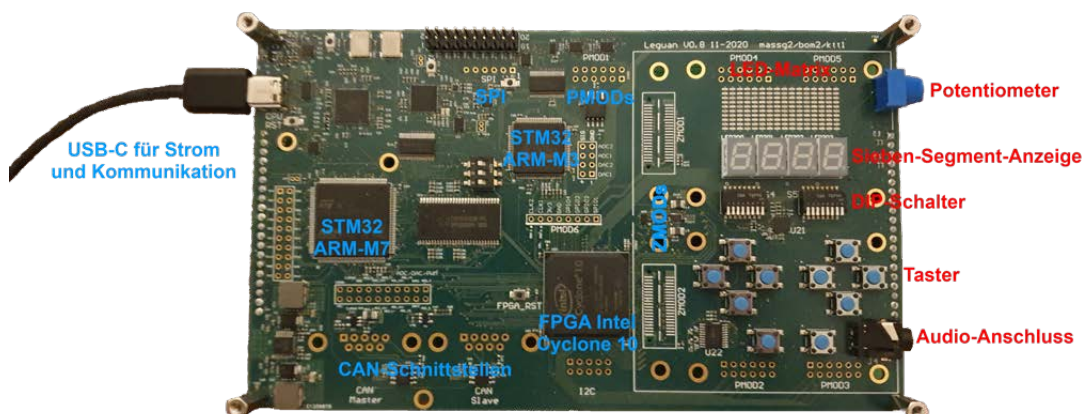


Abb. 1: Die Leguan-Plattform in der Version 0.8. Die vom Autor hinzugefügten Komponenten sind in rot beschriftet.

# elentec Edge-Gateway

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer: Prof. Roger Weber

36 Industriepartners: CyberTech Engineering GmbH, Gwatt; elentec GmbH, Langnau i. E.

Das elentec Edge-Gateway ist ein intelligenter Adapter, welcher die Datenkommunikation zwischen verschiedenen Systemkomponenten von Photovoltaikanlagen erleichtern soll. Zudem sollen weitere Funktionen wie Fernwartung und einheitliches Monitoring ermöglicht werden.



Roger Pieren

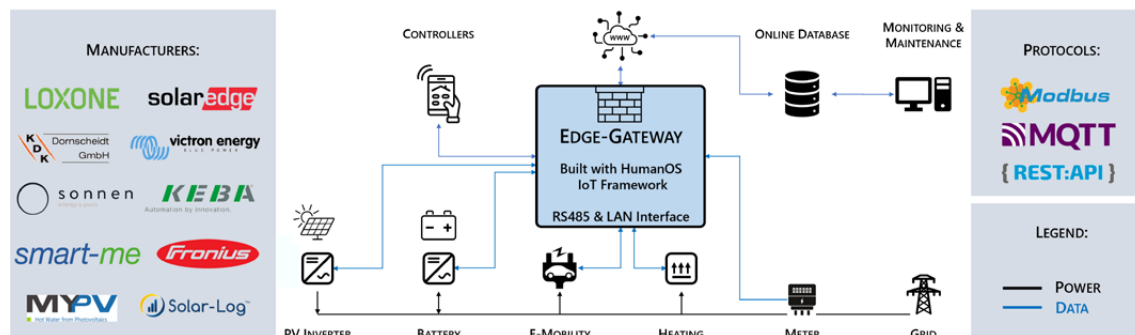
Die Energiepolitik in der Schweiz fordert in den kommenden Jahren den Austritt aus der Atomenergie und zugleich muss der CO<sub>2</sub> Ausstoss stark vermindert werden. Das bedeutet, dass aktuell keine neuen Atomkraftwerke gebaut werden dürfen, und die Bestehenden in Zukunft abgeschaltet werden müssen. Ebenfalls soll die Mobilität elektrischer werden. Die fehlende Kraftwerksleistung und Energieproduktion muss natürlich durch erneuerbare Energie ersetzt werden, wenn nicht in gleichem Masse der Energieverbrauch verringert werden kann.

Eine dieser erneuerbaren Energiequellen sind die Photovoltaikanlagen. Diese dürfen unter Einhaltung von gewissen Vorgaben, ohne Baubewilligung auf fast jedem Hausdach montiert werden. Die Bundeskasse unterstützt die Bauherrschaft sogar mit einer Einmalvergütung. Für das Elektrogewerbe hat dieser Umstand ein neues Geschäftsfeld eröffnet.

Die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage kann der Hauseigentümer optimieren, indem er versucht, möglichst viel von seinem Energieverbrauch durch den eigens produzierten Solarstrom abzudecken. Dazu gibt es Möglichkeiten wie das intelligente Ansteuern von Verbrauchern, oder die Energie elektrisch oder thermisch zu speichern. Für die Optimierung ist ein aktuelles Systemabbild nötig. Die Leistungsdaten müssen erfasst werden und dienen als Basis für die Steuerung. Das grosse Problem beim Erfassen der

Daten ist, dass die Schnittstellen nicht genormt sind und jeder Hersteller die Daten seiner Geräte auf eigene Art und Weise zur Verfügung stellt. Das Ziel der Firmen elentec GmbH und CyberTech Engineering GmbH ist es, mit einer Datendrehscheibe die verschiedenen Komponenten optimal miteinander zu vernetzen. Mit dem elentec Edge-Gateway soll dieses Problem sauber und effizient gelöst werden. Das Gateway verfügt über einen Datenpool und kennt alle Zustände der verschiedenen Komponenten. Diese Informationen können ebenfalls für ein herstellerunabhängiges Monitoring verwendet werden. Dazu wird eine Plattform für Installateure vorgesehen, sodass alle Anlagen in einem Portal zentral verwaltet und überwacht werden können. Das Gateway wird auch verwendet, um das Anlagenetzwerk gekapselt an die bestehende Netzwerkinfrastruktur und somit ans Internet anzubinden.

Im Rahmen einer Projektarbeit wurde die Machbarkeit überprüft, während der Projektstudie wurde die Architektur vom Gateway definiert und im Zuge der Bachelorthesis wurde ein Prototyp des Gateways implementiert. Aktuell werden die Wechselrichter von Fronius und SolarEdge, die Energiezähler von Solar-Log und SmartMe, das Batteriemanagementsystem von VictronEnergy, die Boiler-Steuerung von MyPv sowie der Loxone Miniserver unterstützt. Diverse weitere Geräte sind in Planung.



**Das ist uns wichtig**

Eine faire Zusammenarbeit  
und langfristige Beziehungen sind uns  
wichtiger als kurzfristiger Erfolg.

Was ist dir wichtig?

**Business Software und IT Services für KMU**

Erfahre mehr unter [informaticon.jobs](https://informaticon.jobs)

Mit anpassbaren und branchenspezifischen  
IT Lösungen unterstützen wir KMU dabei,  
ihr Potential maximal zu entfalten.

Programmiere mit Play Framework, Android  
und PowerBuilder.

Arbeite in Thun, Zürich, Rapperswil-Jona  
oder Neu-Ulm, Deutschland.

# Untersuchungen zur Praxis von NIS-Berechnungen für Fahrleitungsanlagen

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Electric Energy and Renewable Systems

Betreuer: Prof. Dr. Kurt Lehmann

Experte: René Vollenwyder (SBB AG)

Industriepartner: ENOTRAC AG, Thun

38

Entlang einer Eisenbahnstrecke treten während dem Betrieb Magnetfelder auf. Die Grenzwerte dieser Felder werden in der NISV geregelt. Zur Bestimmung des Magnetfeldes wird in der Praxis der eingespeiste und über 24h gemittelte Strom verwendet. Die Genauigkeit dieses Vorgehens wird in dieser Arbeit anhand von Simulationen überprüft und quantifiziert.



Björn Rindlisbacher

079 474 16 03

rindlisbacherbjoern@gmail.com

## Ausgangslage

Für mit Wechselstrom betriebene Eisenbahnen gilt für die, über 24 Stunden gemittelte magnetische Flussdichte, ein vorsorglicher Grenzwert von 1 Mikrottesla. Dieser gilt für alle Orte mit empfindlicher Nutzung. Für die Einhaltung dieses Grenzwertes ist der Betreiber der Anlage verantwortlich und muss entsprechende Nachweise erbringen. Als massgebender Betriebszustand für diesen Grenzwert wird der in die Fahrleitung eingespeiste und über 24h gemittelte Strom festgelegt. In der Praxis wird daher das Magnetfeld anhand dieses Stromes berechnet. Es wird angenommen, je weiter weg der massgebende Ort ist, desto kleiner ist der über 24h gemittelte Strom in den Leitungen.

## Umsetzung

Es wird ein detailliertes Streckenmodell erstellt: Lage und elektrische Eigenschaften aller Leiter, Streckenhöchstgeschwindigkeiten, Lage der Stationen, mechanische und elektrische Eigenschaften der Züge. Mit Hilfe eines Simulationstools, wird anschliessend der Betrieb nach Fahrplan simuliert und die Stromverteilung für jeden Zeitpunkt in allen Leitern berechnet. Basierend auf diesen Simulationsergebnissen kann für alle Orte entlang der Strecke der massgebende über 24h gemittelte Strom und das über die Zeit gemittelte Magnetfeld bestimmt werden. Die Ergebnisse dieser massiv aufwändigeren Methode werden dann mit der heutigen gängigen Praxis, der Annahme einer linearen Abnahme ausgehend vom Speisepunkt und der Bestimmung des Magnetfeldes aus dem gemittelten Strom, verglichen.

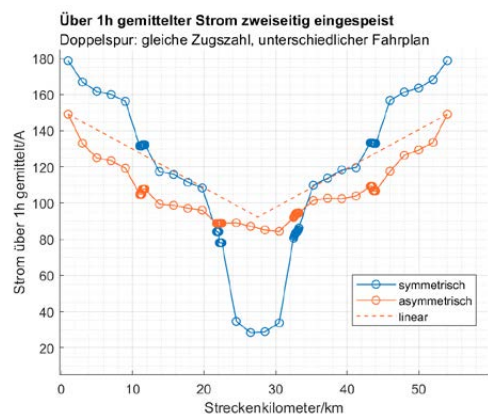
## Resultate und Ausblick

Aus den Simulationen geht hervor, dass die Abnahme des über 24h gemittelten Stromes von der Symmetrie der Strecke und des Fahrplans abhängig ist. Je asymmetrischer der Fahrplan ist, desto schwächer fällt die Abnahme des über 24h gemittelten Stromes entlang der Strecke aus. (Bild: im Beispiel wurden nur die Abfahrtszeiten der Züge verändert)

Die Betriebssimulationen ergeben für die Einspurstrecke eine grössere Ausdehnung des Bereiches magnetischer Flussdichten über dem vorsorglichen Grenzwert, als die Berechnung nach der gängigen Praxis. Je weiter der Betrachtungsort von der Speisung weg ist, desto grösser wird die Abweichung. Gleichzeitig nimmt aber die absolute Ausdehnung mit zunehmender Distanz zum Speisepunkt ab.

Bei der Doppelspurstrecke verhält es sich umgekehrt: Die Betriebssimulationen ergeben eine kleinere Ausdehnung des Bereiches magnetischer Flussdichten über dem vorsorglichen Grenzwert, als die Berechnung nach der gängigen Praxis.

Diese Untersuchungen könnten weitergeführt werden. Zum Beispiel mit zusätzlichen Parametern für das Streckenmodell, wie Steigungen oder Kurvenradien. Eine weitere Möglichkeit wäre es, die Zugstypen oder die Lage der Stationen zu variieren. Des Weiteren könnten die Simulationen mit Messungen überprüft und verglichen werden.



# IoT for Viticulture

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Communication Technologies  
Thesis advisor : Prof. Dr. Andrea Ridolfi  
Expert : Ing. civ. dipl. EPF Cédric Vuilleumier (Federal Office for Civil Protection)

Abstract video



39

VinoT is a low-power, open source, modular platform for measuring environmental parameters such as temperature, wind speed and direction, humidity and rainfall. Its modularity allows the implementation of a wide range of sensors to measure additional parameters. The station uses LoRa technology to communicate with the gateway via LoRaWAN. The network stack „ChirpStack“ handles the data traffic, which is then displayed locally and can be sent further to the cloud.

## Motivation

IoT is an ever-expanding field and increasingly so in agriculture. The ability to measure and monitor environmental parameters such as temperature, rainfall or wind strength can complement the manual labor of the farmer, especially when producing according to biodynamic standards.

The goal of this project is to build an open and modular platform that can be used to measure various environmental parameters and is as independent as possible from proprietary systems. VinoT was developed in collaboration with a biodynamic vineyard. The choice of sensors is adapted to their needs, but the modular approach makes VinoT flexible and adaptable to other situations.

## Concept

The prototype was designed with the following key aspects:

### Low Power and self-sufficient

- Solar panel powered with rechargeable backup battery
- LoRa transmission technology
- Energy management with sleep mode and optimised transmission times

## Modularity

The measuring station has six sensor ports, all of which have the following functionalities:

- Digital (interrupt capable) in- or output
- Analogue or digital in- or output
- Differential I<sup>2</sup>C
- Power

## Open Source

- The Arduino MKR1310 is used as microcontroller platform
- The LoRaWAN network protocol is standardised by the non-profit association „LoRa Alliance®“
- The gateway is a Raspberry Pi running the LoRaWAN network stack „ChirpStack“

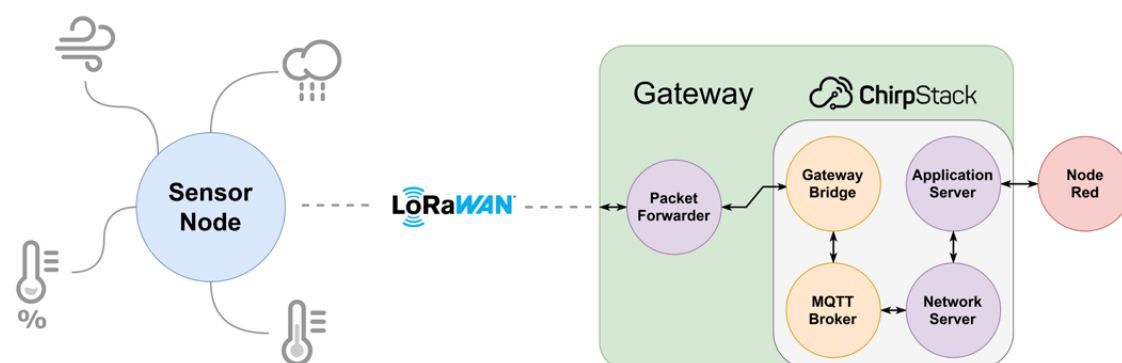


Michel Franz Rügger

## Results and Outlook

With VinoT, a flexible measurement platform has been developed. Sensors for temperature, humidity, wind strength and direction as well as rainfall are evaluated and implemented. The station has basic functionality and on the gateway side a simple interface displays the measured data.

In a first step, the measuring station will be extensively tested in the vineyard to acquire real world data. To measure other environmental parameters, new sensors can be evaluated and integrated into the system.



System Overview



# nanoTOOTH - Eine Bluetoothlösung für mobile Weichenprüfsysteme

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Communication Technologies  
Thesis advisor : Prof. Dr. Rolf Vogt

40

Täglich fahren wir mit der Bahn über unzählige Weichen. Die Weichen führen die Züge auf das richtige Gleis und uns ans gewünschte Ziel. Als selbstverständlich nehmen wir an: Die Weichen der Bahn funktionieren einwandfrei. Wir vertrauen ihnen unser Leben an! Aber wer kontrolliert die Weichen?

## Die Antwort: nanoTOOTH- ein mobiles Weichenprüfsystem



Abdurraman Shaho  
abdurraman.shaho@gmail.com

### Ausgangslage und Ziele

MobiWAPS® ist ein Kraftmesssensor, entwickelt und hergestellt von der Firma Hastema GmbH in Brügg BE. Durch das Anbringen des Sensors an der richtigen Stelle der Weiche, ist es möglich, alle relevanten Kräfte an einer Weiche zu messen und dadurch die korrekte Funktionalität zu überprüfen. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird, in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro nanoTRONIC GmbH in Lyss, ein Messverstärker entwickelt, welcher die sehr kleinen Messsignale verstärkt, digitalisiert und kabellos an einen Laptop sendet, wo die Messdaten ausgewertet werden können.

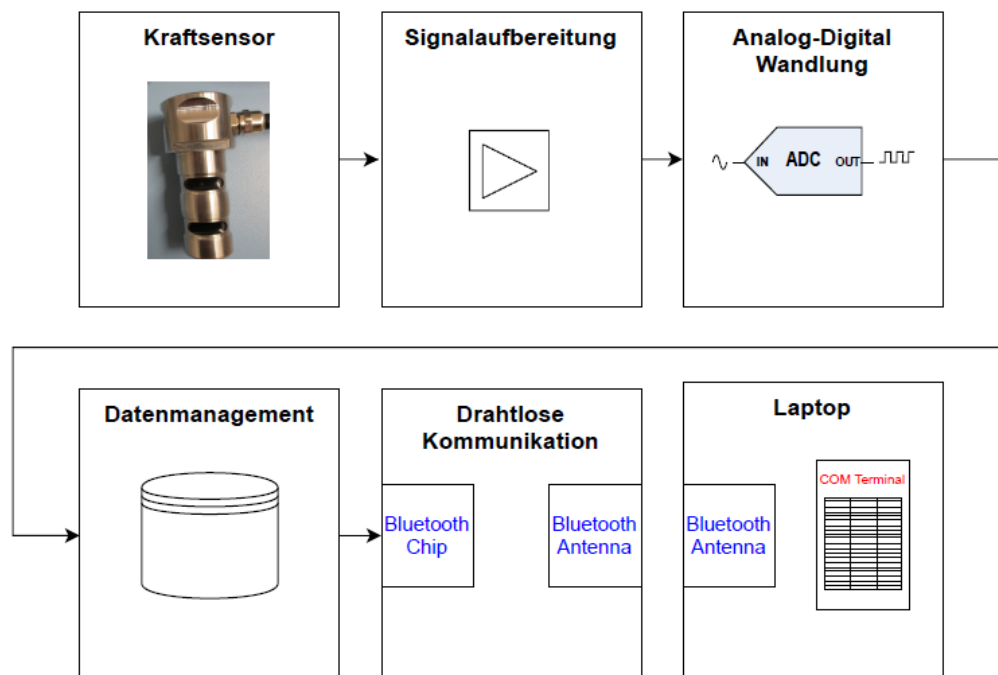
### Umsetzung

Bedingt durch die geforderte Messtoleranz von 1% und einem Messbereich bis zu 15 kN (~1.5 Tonnen),

resultieren sehr kleine Messsignale im  $\mu\text{V}$ -Bereich. Diese Signale werden rauscharm verstärkt, so dass sie hochauflösend digitalisiert werden können. Die digitalen Daten werden über Bluetooth an den Laptop weitergeleitet, wo sie zur Aufzeichnung des Kraftgangs dienen. Anhand der Kraftaufzeichnungen, kann der Zustand der Weiche analysiert werden.

### Ergebnis

Als Ergebnis kann ein Prototyp des Messsystems gezeigt werden, welcher erfolgreich die gewünschten Messresultate aufzeigt. Weiter kann nanoTOOTH mit seiner hohen Auflösung der Kraft, eine höhere Genauigkeit gegenüber anderen Produkten auf dem Markt gewährleisten. Zusätzlich eliminiert die Funkverbindung lästige und lange Kabelinstallationen bei Outdoor- Anwendungen.





# Extreme Low-Power Digital ASIC Design Library

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

42

Abstract video



Bei medizinischen Implantaten wie beispielsweise Herzschrittmacher oder Hirnstimulatoren, ist der Energieverbrauch ein zentraler Aspekt. Genau hier ermöglicht die Nutzung von anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASICs) den Energieverbrauch stark zu reduzieren. Mit der neuen digitalen Entwurfsmethode der Subthreshold Source-Coupled Logic (STSCl) wird in dieser Bachelor-Thesis eine Library von Grundlogikgatter erstellt.



Michael Streit  
micha.streit@bluewin.ch

## Ausgangslage

Forschungsergebnisse und ein erstes Chipdesign am Institut HuCE-microLab haben gezeigt, dass ein Schaltungsentwurf mit der Source Coupled Sub-Threshold Logic Technologie möglich ist. Die Vorteile gegenüber herkömmlichen CMOS Schaltungen sollen genutzt werden. Mit der STSCl Technologie kann bei tiefen Taktfrequenzen die Leistungsaufnahme gegenüber konventioneller CMOS Schaltungstechnik weiter reduziert werden. Insbesondere besteht bei STSCl Technik auch die Möglichkeit die Spannungsversorgung des ASIC auf wenige 100mV zu reduzieren, was bei medizinischen Implantaten neue Möglichkeiten eröffnet, wie direkte und einfache Nutzung von Energy Harvesting.

ASIC Schaltungen können so problemlos mit einer Versorgungsspannung von 0.5V oder sogar darunter betrieben werden und erreichen eine Leistungsaufnahme im piko-Watt Bereich pro Gatter. In dieser Arbeit wird eine Library mit einem ersten Satz von Logikgattern mit der STSCl Topologie erstellt.

## Umsetzung

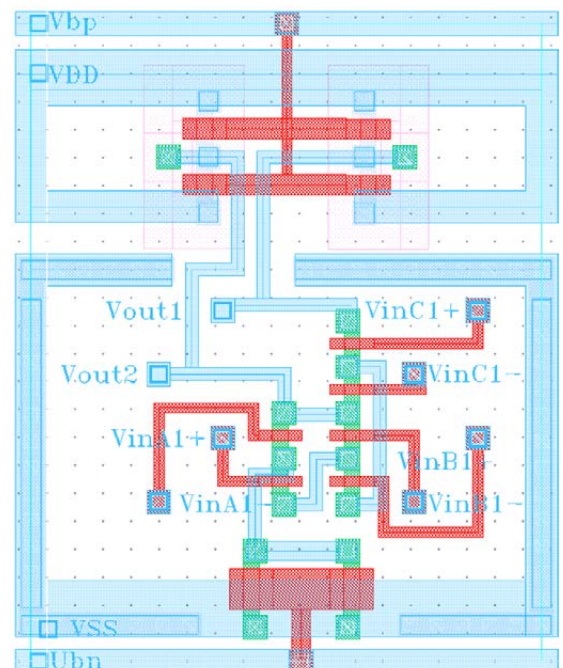
Eine Library welche für das Chipdesign genutzt werden kann, besteht aus zahlreichen logischen Grundlogikgatter. In dieser Arbeit wurden die Gatter auf einen Inverter, ein 2- und 3-fach Nand beschränkt. Für diese Gatter wurde je ein Schema, mehrere Testbenches und ein Layout erstellt. Mit den Testbenches können die Gatter simuliert und auf die Funktion überprüft werden.

Es wurde ein Databook erstellt, in dem alle Gatter der Library charakterisiert und dokumentiert wurden. Damit ein moderner Designflow für den Chipdesign realisiert werden kann, musste die Library in die ASIC Tools von Cadence eingebunden werden. Für die automatische Synthese mit den Synopsys Tools wurde ein .lib file erstellt, welche alle Informationen über die Zellen und deren zeitlichen Eigenschaften enthält. Ausserdem wurde ein .lef file erstellt, welche alle notewenidgen Layout-Informationen für den

Backend Place & Route Prozess enthält. Anhand von einem Addierer-Subtrahierer Design wurde die Library getestet.

## Resultat und Ausblick

Die Erstellung einer Library mit STSCl Gatter wurde anhand von wenigen Gatter durchgeführt. Aufgetauchte Probleme bei der Einbindung in die ASIC Tools wurden erkannt und dokumentiert. In einer nachfolgende Arbeit wird die Library mit weiteren Logikgattern erweitert und fertig gestellt.



Layout STSCl 3-fach Nand 180nm



# Yggdrasil - Development of an improved embedded system education platform

Degree programme : BSc in Electrical Engineering and Information Technology | Specialisation : Embedded Systems  
Thesis advisor : Martin Aebersold

Yggdrasil is the upcoming embedded development platform for students at the Bern University of Applied Sciences. It aims to simplify learning by unifying the existing development boards into one combined product. With the interchangeable Asgard and Midgard processor boards, students can use the same set of peripherals on Yggdrasil in different environments. This allows learning state-of-the-art concepts of low-level development and modern Linux and Android programming.

## Motivation and Goals

Currently, a separate development board is used for each class at the Bern University of Applied Sciences. This becomes very time-consuming, as students need to be introduced to every new platform. Further, the current boards are not suitable for transportation. Therefore, a new compact and cost efficient programming kit that can be used in all classes needs to be developed.

## Realization

Prior to the bachelor thesis, the hardware development was started. The thesis then focused on the following subjects:

- Bringing up the hardware
- Development of a software library to interact with peripherals
- Creation of templates and example projects
- Writing of a website with guides, explained examples and hardware documentation on how to use the platform

The library and all examples are available in the programming languages C and C++. Rust development is directly supported by the development environment.

## Results and outlook

A processor board for low level development (Midgard) and a more powerful one (Asgard) for Linux and Android were successfully manufactured. In addition, a base board named Yggdrasil was designed

to carry the processor boards. Yggdrasil features a 800 x 480 pixel True Color Display, two joysticks, five environment sensors, user LEDs and buttons as well as different connectors. These connectors allow attaching of Grove sensors, Raspberry Pi Shields, Pmod extension boards and much more. Instead of a custom processor board, it is also possible to plug Toradex Apalis modules into the board slot on the bottom side.

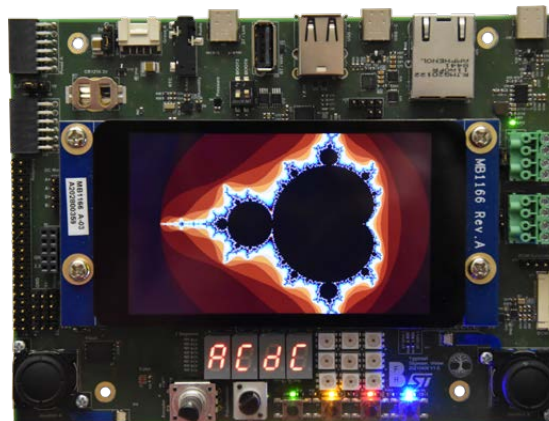
The Yggdrasil development platform will be used in at least two classes for Linux and Android programming. It is also up for discussion to be used in five additional classes for embedded C and C++ development.



Nikolai Jurek Andreij Sägesser  
nik.saegesser@werwolv.net



Fabian Marc Weber  
faebu\_weber@hispeed.ch



Yggdrasil



Asgard



Midgard



# Radar für das FIT E-Bike System

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

44

Abstract video



Bei E-Bikes kommen Rückspiegel zum Erkennen von Fahrzeugen hinter dem E-Bike zum Einsatz. Diese sollen die Sicherheit des Lenkers erhöhen. Jedoch ist das Abschätzen der Distanz und der Geschwindigkeit durch den Spiegel nicht immer einfach. Darum wurde in diesem Projekt ein Prototyp eines Radars entwickelt. Dieses kann Fahrzeuge hinter dem E-Bike erkennen und den Benutzer direkt am Display über Distanz und Geschwindigkeit des herannahenden Fahrzeuges informieren.



Nicolas Zaugg  
nicolas.zaugg@outlook.com

## Ausgangslage

Um den Fahrer direkt am Display des E-Bikes über von hinten herannahende Fahrzeuge informieren zu können, wird das Radar in das E-Bike System FIT (FLYER Intelligent Technology) der Firma Biketec GmbH integriert. Nähert sich ein Fahrzeug schnell, kann so eine Warnung an den Fahrer gemacht und dadurch die Sicherheit beim E-Bike fahren verbessert werden. In vorangehenden Projektarbeiten wurde ein Konzept für die Radarsignalverarbeitung in einer Hochsprache am Computer umgesetzt. Ebenfalls wurde eine Leiterplatte mit der Radar-Elektronik entwickelt, welche in der Abbildung 1 zu sehen ist.

## Umsetzung

Bei einem Radar werden Funkwellen von einer Antenne ausgesendet. Sobald die Wellen auf ein Objekt treffen, wird ein Teil der Wellen reflektiert und gelangt mit einer zeitlichen Verzögerung zurück zum Sender. Die reflektierten Wellen können dort mit einer Antenne empfangen werden. Anschliessend werden die empfangenen Wellen digitalisiert und

mittels digitaler Signalverarbeitung ausgewertet. Nach diesem Prinzip wurde auch das FIT E-Bike Radar entwickelt. In der Bachelorarbeit wurde die Software zum Generieren des auszusendenden Signals und zum Digitalisieren der reflektierten Wellen umgesetzt. Dazu wurden die einzelnen Komponenten auf der Leiterplatte angesteuert. Anschliessend wurden Algorithmen zur digitalen Signalverarbeitung auf dem Controller der Elektronik realisiert. Diese Algorithmen wurden mit der Umsetzung in der Hochsprache verifiziert. Einer der Algorithmen ist der Range-Doppler Algorithmus, der zur Bestimmung der Distanz und der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges verwendet wird.

## Resultate und Ausblick

Das Resultat des programmierten Range-Doppler Algorithmus ist ein Oberflächendiagramm, auch Range-Doppler Map genannt. Eine typische Range-Doppler Map ist in der Abbildung 2 dargestellt. Darin ist ein lokales Maximum in einer Distanz von 10 m und einer Geschwindigkeit von 2.5 m/s (9 km/h) zu sehen. Dieses Maximum ist das zu erkennende Fahrzeug hinter dem E-Bike. In einem weiteren Schritt geht es darum, das Erkennen der Fahrzeuge in dieser Map auf dem Controller umzusetzen und die Resultate an das Display des E-Bikes zu übertragen und dort darzustellen.



Abbildung 1: Radar-Elektronik

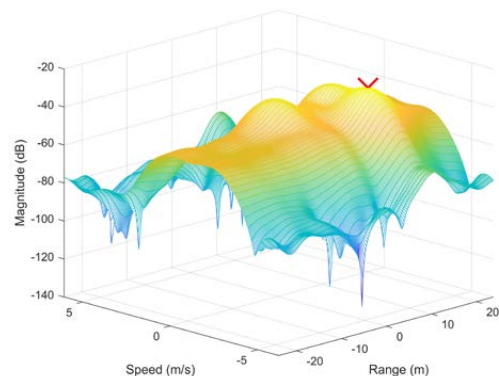


Abbildung 2: Rang-Doppler Map

# Zukunft ist Kopfsache.

# Und manchmal

# echte Handarbeit.



Zukunft muss man fühlen, spüren – man muss sie erfahren.

Als einer der weltweit führenden Hersteller von Lenksystemen überlassen wir nichts dem Zufall. Unsere modulare Forschungsplattform MRP hilft uns dabei – schneller, innovativer und absolut zukunftsorientiert zu agieren. Du nimmst die Zukunft auch gerne in die eigene Hand? Dann steig bei uns ein – bei der thyssenkrupp Presta AG: [karriere.thyssenkrupp-presta.com](https://karriere.thyssenkrupp-presta.com).

**engineering.tomorrow.together.**



**thyssenkrupp**



# Infoveranstaltungen

## Séances d'information

### Information events

46 Interessiert Sie ein Studium an der Berner Fachhochschule? Wir öffnen unsere Türen: Erfahren Sie alles zu unseren Bachelor- und Master-Studiengängen, Zulassungsbedingungen, Studienbedingungen und unserer Schule. Führen Sie persönliche Gespräche mit Studierenden und Dozierenden und besuchen Sie unsere Labors in Biel und Burgdorf. Mit einer Weiterbildung auf Master-Stufe gehen Sie in Ihrer Karriere einen Schritt weiter. Unsere umfassende, interdisziplinäre Palette von Modulen ermöglicht Ihnen, Ihre Kompetenzen auf verschiedensten Gebieten zu erweitern und zu ergänzen. Informieren Sie sich in einem persönlichen Beratungsgespräch.

Jetzt informieren und anmelden:  
[bfh.ch/ti/infoveranstaltungen](http://bfh.ch/ti/infoveranstaltungen)

Vous intéressez-vous à des études à la Haute école spécialisée bernoise? Nous vous ouvrons nos portes: obtenez des informations exhaustives sur nos filières de bachelor et de master, sur les conditions d'admission et d'études, et sur notre école. Discutez avec des étudiant-e-s et des enseignant-e-s et visitez nos laboratoires à Bienne et à Berthoud. Avec des études de master, vous posez un nouveau jalon dans votre carrière. Notre vaste gamme de modules dans diverses disciplines vous permet d'étendre vos compétences dans les domaines les plus variés. Informez-vous dans le cadre d'un entretien de conseil personnel.

Informations et inscription:  
[bfh.ch/ti/seances-information](http://bfh.ch/ti/seances-information)

Are you interested in studying at Bern University of Applied Sciences? If so, we invite you to attend our open house events. They will give you insights into our bachelor's and master's degree programmes, our entrance requirements, our study regulations and our university. You will have the opportunity to talk with students and professors and to visit our laboratories in Biel and Burgdorf. Completing your continuing education with a master's degree takes your career one step further. Our comprehensive, interdisciplinary range of modules allows you to expand and complement your skills in a wide variety of areas. Find out more in a personal counselling interview.

Further information and link to register:  
[bfh.ch/ti/infoveranstaltungen](http://bfh.ch/ti/infoveranstaltungen)



# Alumni BFH

## Alumni BFH

## Alumni BFH

Alumni BFH vereint die ehemaligen Student\*innen sowie die Alumni-Organisationen der BFH unter einem Dach. Als Alumni sind Sie Teil eines lebendigen Netzwerkes und profitieren von attraktiven Leistungen und Benefits. Sie erhalten regelmässig den Newsletter «Alumni aktuell» und können der Community von Ehemaligen auf Facebook und LinkedIn beitreten und sich so aktiv vernetzen.

### Ihr Mehrwert als Alumni der BFH

Als ehemalige Student\*innen sind Sie wichtige Botschafter\*innen für die Berner Fachhochschule. Nach Abschluss Ihres Studiums werden Sie (kostenlos) ins fachübergreifende Alumni-Netzwerk des Dachverbands Alumni BFH aufgenommen.

Wir bieten Ihnen:

- Newsletter «Alumni aktuell» (4x jährlich)
- Attraktive Angebote und Vergünstigungen
- Vielfältige Veranstaltungen der Alumni-Organisationen
- Alumni-BFH-Community auf LinkedIn und Facebook
- Karriereportal mit Jobplattform und Kursangebote rund ums Thema «Bewerben»

Als Alumni sind Sie exklusiv zum grossen Netzwerk-Abend Alumni BFH eingeladen, welcher jährlich mit über 300 Ehemaligen in Bern stattfindet.

Ausserdem können Sie an vielseitigen Events der Alumni-Organisationen und am Sportangebot der Universität Bern teilnehmen. Daneben erhalten Sie Vergünstigungen und Rabatte auf ausgewählte Dienstleistungen und profitieren vom attraktiven FH-Schweiz-Leistungsangebot sowie vom Weiterbildungsangebot der BFH.

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

Alumni BFH réunit sous un même toit tous les anciens étudiant-e-s et les organisations d'alumni de la BFH. Membre d'Alumni BFH, vous faites partie d'un réseau dynamique et profitez de prestations attrayantes. Vous recevez régulièrement l'infolettre « alumni à l'heure actuelle » et avez la possibilité de rejoindre la communauté sur Facebook et LinkedIn.

### Vos avantages

En tant que membre d'Alumni BFH, vous êtes une ambassadrice ou un ambassadeur de la Haute école spécialisée bernoise. Une fois vos études achevées, vous rejoignez (gratuitement) le réseau interdisciplinaire de l'association faitière Alumni BFH et bénéficiez de précieux avantages :

- Infolettre « alumni à l'heure actuelle » (4 fois par année)
- Offres attrayantes et prix préférentiels
- Vaste palette de manifestations proposées par les diverses associations d'alumni
- Alumni BFH Community sur LinkedIn et Facebook
- Portail Carrière, plateforme d'emplois et offre de formations sur le thème « Postuler à un emploi »

En outre, vous recevez en exclusivité une invitation à la grande soirée de réseautage qui se tient une fois par année à Berne, réunissant quelque 300 anciens étudiant-e-s. Vous pouvez également participer aux différents événements des associations d'alumni et profiter de l'offre sportive de l'Université de Berne. De plus, vous bénéficiez de prix préférentiels et de rabais pour certaines prestations et avez accès à l'offre intéressante de FH Suisse ainsi qu'aux formations continues de la BFH.

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

Alumni BFH unites former students and BFH alumni organisations under one roof. As a member, you are part of a lively network and benefit from attractive services. You regularly receive the informative newsletter "Alumni aktuell" and can join the community on Facebook and LinkedIn.

### Your benefits as a BFH alum

As a former student, you are an important ambassador of Bern University of Applied Sciences. After completing your studies, you are admitted (free of charge) in the multidisciplinary umbrella organisation Alumni BFH.

Our offer:

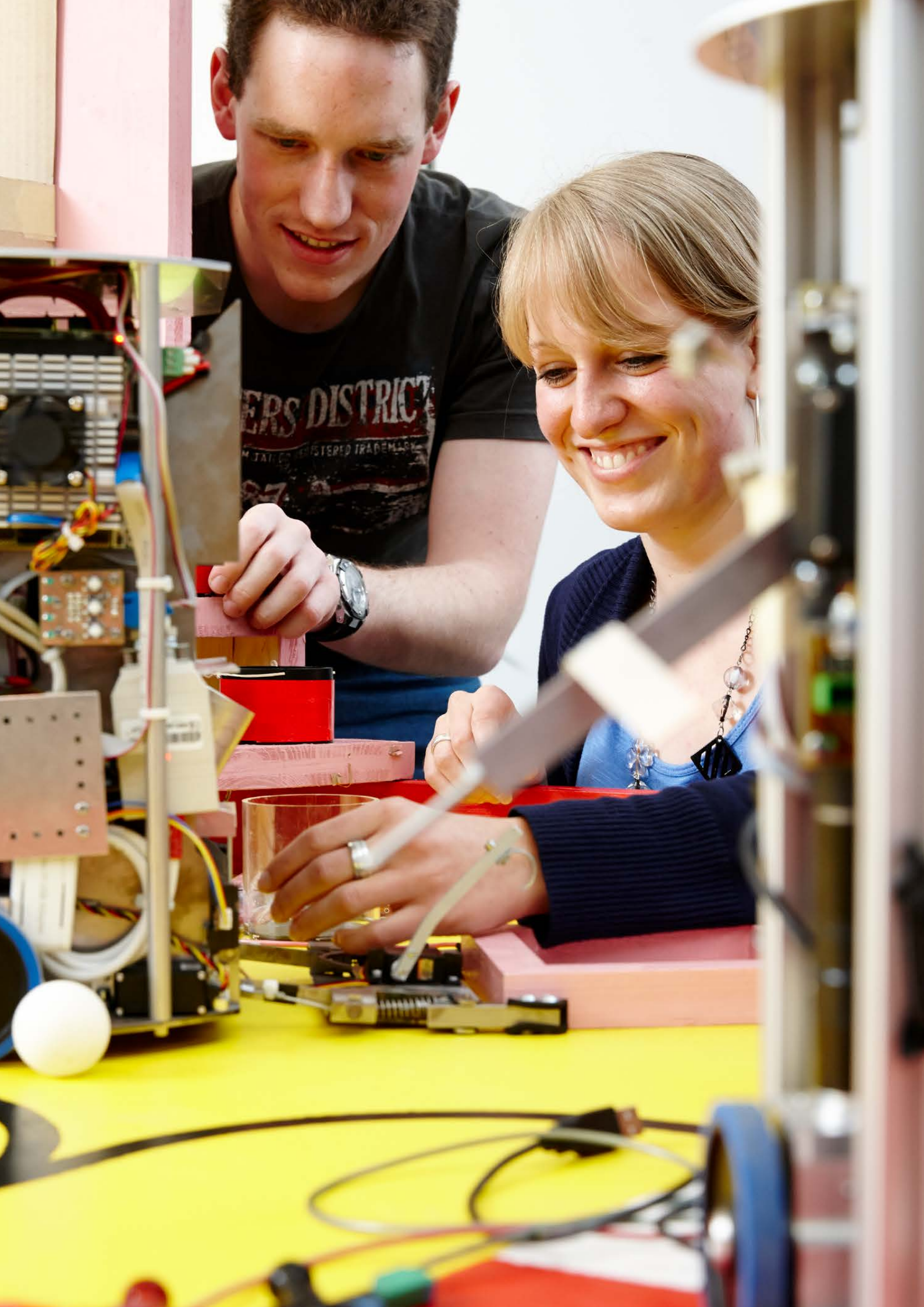
- Newsletter "Alumni aktuell" (quarterly)
- Attractive offers and discounts
- A wide range of events set up by the alumni organisations
- The Alumni BFH community on LinkedIn and Facebook
- A career portal with a job platform and courses to help you with your job applications

As an alum, you will be exclusively invited to the great Alumni BFH networking night, which takes place annually in Bern with over 300 former students.

In addition, you can participate in the many events offered by the alumni organisations and make use of the sports facilities of the University of Bern. You also receive discounts and special offers on selected services and can benefit from the attractive offers of FH Schweiz and the BFH continuing education programme.

More information on Alumni BFH and its attractive services:  
[alumni.bfh.ch](http://alumni.bfh.ch)





**Berner Fachhochschule**

Elektrotechnik und Informationstechnologie  
Jlcoweg 1  
3400 Burgdorf

Telefon +41 34 426 68 25

office.eit@bfh.ch  
bfh.ch/elektro

**Haute école spécialisée bernoise**

Génie électrique et technologie de l'information  
Jlcoweg 1  
3400 Berthoud

Téléphone +41 34 426 68 25

office.eit@bfh.ch  
bfh.ch/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  
bfh.ch/electrical