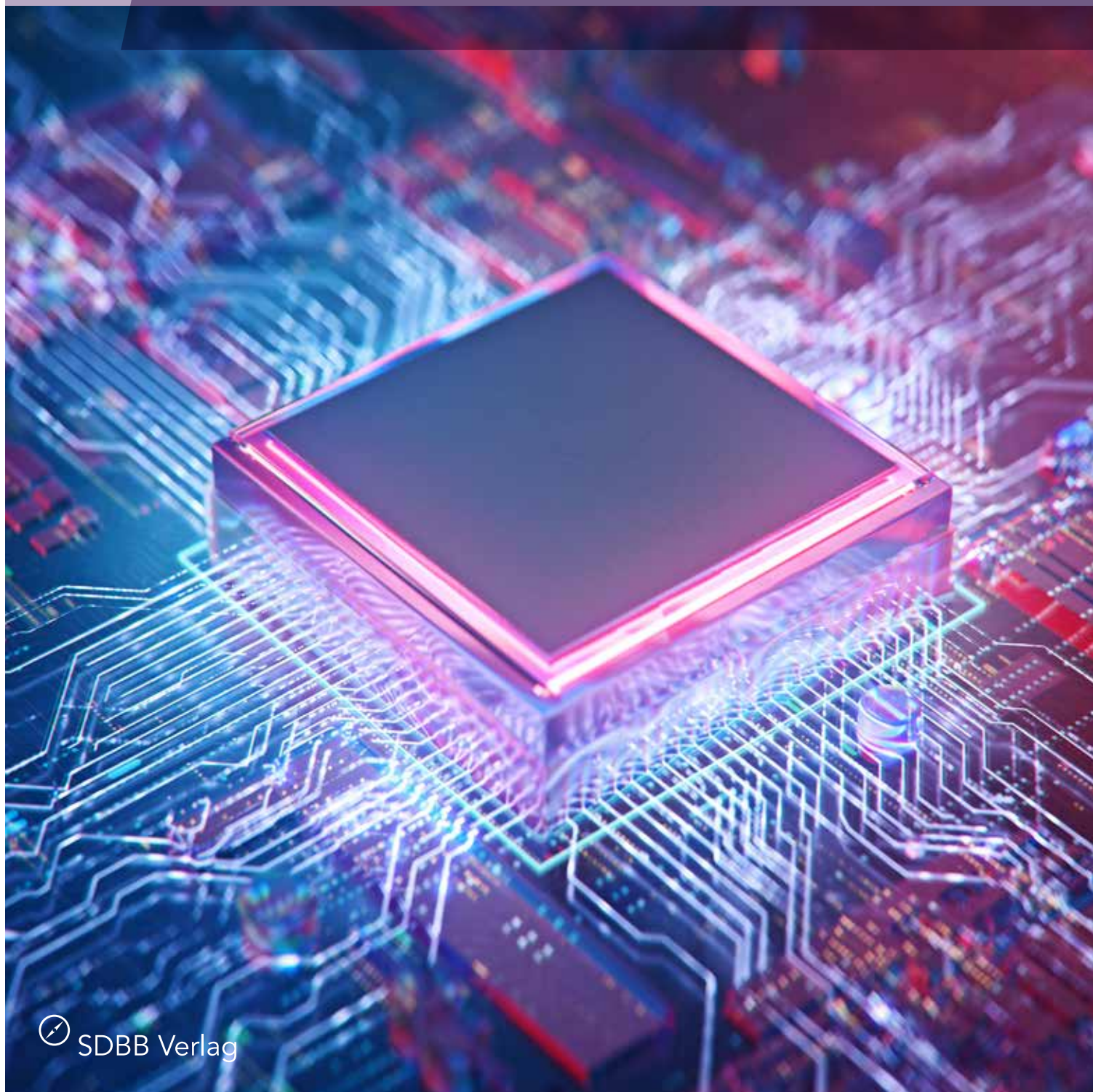


**PERSPEKTIVEN**

STUDIENRICHTUNGEN UND TÄTIGKEITSFELDER

# ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE





## Be brave. Push boundaries.

*Change the future of healthcare together with us.*

At Roche, we are working towards one goal: solving some of the greatest challenges for humanity using science and technology. Every day, our work impacts the lives of millions of patients all around the world. Sounds thrilling and you are interested in seeing more?



[https://go.roche.com/personalized\\_healthcare](https://go.roche.com/personalized_healthcare)

By challenging conventional thinking and our wild curiosity, we have become one of the world's leading research-focused healthcare companies.

This would not be possible without brilliant students/PhDs/postdocs or recent graduates with a passion for:

- Natural Sciences/Life Sciences
- Digital Sciences
- Computer Sciences/IT
- Engineering
- Business

Be brave, take matters into your own hands. Apply at Roche for internships, trainee/fellowship programmes or entry-level positions. These development opportunities give you the chance to grow and make a difference to patients.

You own your career. The next step is yours!

**genext.roche.com**





**Andreas Demuth**

Amt für Jugend und Berufsberatung  
Kanton Zürich  
Verantwortlicher Fachredaktor dieser  
«Perspektiven»-Ausgabe

## LIEBE LESERIN, LIEBER LESER

Ob Smartphones, Internet oder Energiewende – ohne moderne Elektrotechnik und Informationstechnologie ist das heutige Leben undenkbar. Gerade die Corona-Krise, mit Homeoffice und Home-schooling, hat gezeigt, wie sehr wir davon abhängen und wie sehr wir davon profitieren. Wer ausserdem versucht, sich einen länger andauernden Blackout der Elektronik vorzustellen, merkt schnell, dass ohne Strom nichts geht.

Elektrizität durchdringt – als Energie und als Information – unseren Alltag und vernetzt immer mehr all unsere Lebensbereiche. Entsprechend vielseitig und faszinierend ist dieses Fachgebiet. Das Studium dazu ist anspruchsvoll; gerade am Anfang benötigt es oft einiges an Durchhaltewillen, um die Grundlagen in Physik und Mathematik zu bewältigen. Wer jedoch schliesslich einen Abschluss in Elektrotechnik und Informationstechnologie in der Tasche hat, findet in diesem äusserst dynamischen Berufsfeld eine Fülle von spannenden Jobs. Denn Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure sind an vorderster Front, wenn es darum geht, die Technologien der Zukunft zu gestalten.

Das vorliegende «Perspektiven»-Heft bietet einen Überblick über das breite und spannende Fach sowie die Studienmöglichkeiten an ETH und Fachhochschulen. Studierende geben Einblick in den manchmal fordernden Studienalltag, die Porträts der Berufsleute zeigen, wie spannend die mannigfaltigen Tätigkeiten von Elektroingenieuren und Elektroingenieurinnen sein können.

Andreas Demuth

### Titelbild

3D-Illustration eines integrierten Kommunikationsprozessors in einem Zentralrechner; Digitalchip der Hauptplatine.

Dieses Heft enthält sowohl von der Fachredaktion selbst erstellte Texte als auch Fremdtexte aus Fachzeitschriften, Informationsmedien, dem Internet und weiteren Quellen. Wir danken allen Personen und Organisationen, die sich für Porträts und Interviews zur Verfügung gestellt oder die Verwendung bestehender Beiträge ermöglicht haben.



## ALLE INFORMATIONEN IN ZWEI HEFTREIHEN

Die Heftreihe «**Perspektiven: Studienrichtungen und Tätigkeitsfelder**» informiert umfassend über alle Studiengänge, die an Schweizer Hochschulen (Universitäten, ETH, Fachhochschulen und Pädagogischen Hochschulen) studiert werden können.

Die Reihe existiert seit 2012 und besteht aus insgesamt 48 Titeln, welche im Vier-Jahres-Rhythmus aktualisiert werden.

Wenn Sie sich für ein Hochschulstudium interessieren, finden Sie also Informationen zu jeder Studienrichtung in einem Perspektivenheft.

> Editionsprogramm Seiten 68/69

In einer zweiten Heftreihe, «**Chancen: Weiterbildung und Laufbahn**», werden Angebote der höheren Berufsbildung vorgestellt. Hier finden sich Informationen über Kurse, Lehrgänge, Berufsprüfungen, höhere Fachprüfungen und höhere Fachschulen, die in der Regel nach einer beruflichen Grundbildung und anschliessender Berufspraxis in Angriff genommen werden können. Auch die Angebote der Fachhochschulen werden kurz vorgestellt. Diese bereits seit vielen Jahren bestehende Heftreihe wird ebenfalls im Vier-Jahres-Rhythmus aktualisiert.



Alle diese Medien liegen in den Berufsinformationszentren BIZ der Kantone auf und können in der Regel ausgeliehen werden. Sie sind ebenfalls unter [www.shop.sdbb.ch](http://www.shop.sdbb.ch) erhältlich.

Weitere Informationen zu den Heftreihen finden sich auf:

[www.chancen.sdbb.ch](http://www.chancen.sdbb.ch)

[www.perspektiven.sdbb.ch](http://www.perspektiven.sdbb.ch)

# INHALT

## ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE

### 6 FACHGEBIET

- 7 Auf Fortschritt programmiert
- 10 Bachelor- und Studierendenarbeiten an Fachhochschulen
- 11 Grundlagenforschung an der ETH Zürich
- 13 Wenn der Sturm das Licht löscht
- 14 Wie die Bevölkerung helfen kann, einen Blackout zu verhindern
- 16 Industrie 4.0: Stark wie ein Roboter, flexibel wie ein Mensch
- 18 Superschneller «Lichtschalter» für künftige Autos und Computer
- 19 Mit Strom Gene regulieren
- 21 Strom aus Schweiß

### 14

**Strom-Blackout verhindern:** Wer eine Fotovoltaikanlage besitzt, ein Elektroauto fährt oder über eine Wärmepumpe verfügt, soll in Zukunft mithelfen können, die Stromversorgung zu sichern. Batterien von Elektroautos beispielsweise sind hervorragende Puffer.



### 22 STUDIUM

#### 23 **Elektrotechnik und Informationstechnologie studieren**

- 25 Studienmöglichkeiten in Elektrotechnik und Informationstechnologie
- 30 Verwandte Studienfächer und Alternativen zur Hochschule
- 31 Kleines ABC des Studierens

#### 35 **Porträts von Studierenden:**

- 35 Raffael Anklin, Elektro- und Informationstechnik
- 37 Nina Mörgeli, Elektrotechnik und Informationstechnologie
- 39 Nicola Anesini, Photonics
- 40 Barbara Bösch, Elektrotechnik
- 42 Sandro Baumgartner, Elektrotechnik und Informationstechnologie

### 23

**Studium:** Elektrotechnik und Informationstechnologie kann an der ETH Zürich oder EPF Lausanne sowie an fast allen Fachhochschulen studiert werden. Neben technischem Verständnis, Neugier und Kreativität braucht es vor allem solide Kenntnisse in Mathematik und Physik.



## 44 WEITERBILDUNG

## 46 BERUF

### 47 Berufsfelder und Arbeitsmarkt

### 48 Berufsporträts:

- 49 Fabian Vogt, Geschäftsführer ErvoCom Engineering AG
- 52 Franziska Bosshard, System Engineer Traction und Technische Projektleiterin bei der ABB
- 54 Joël Gonseth, Elektro- und Testingenieur an der Universität Bern
- 57 Bettina Wyss, Elektronikentwicklerin Hard- und Software bei Moser-Baer AG
- 59 Thomas Kunz, Head of IT Architecture bei aroov AG

## 39

**Studierendenporträts:** Nicola Anesini hat sich schon immer für Technik interessiert. Nach seiner Lehre als Automatiker hat er sich für den relativ neuen Studiengang Photonics der Fachhochschule Graubünden entschieden. Mit diesem zukunftssträchtigen Studium fühlt er sich gut für den Arbeitsmarkt gewappnet.



## 66 SERVICE

- 66 Adressen, Tipps und weitere Informationen
- 67 Links zum Fachgebiet
- 68 Editionsprogramm
- 69 Impressum, Bestellinformationen

## 52

**Berufsporträts:** Franziska Bosshard sammelte bereits während ihres Studiums an der ETH viel praktische Erfahrung. Als Elektroingenieurin im Eisenbahnbereich beschäftigt sie sich heute bei der ABB mit dem elektrischen Antriebsstrang von Loks, Triebzügen und Elektrobussen.



## ERGÄNZENDE INFOS AUF WWW.BERUFSBERATUNG.CH

Dieses Heft wurde in enger Zusammenarbeit mit der Online-Redaktion des SDBB erstellt; auf dem Berufsberatungsportal [www.berufsberatung.ch](http://www.berufsberatung.ch) sind zahlreiche ergänzende und stets aktuell gehaltene Informationen abrufbar.



Zu allen Studienfächern finden Sie im Internet speziell aufbereitete Kurzfassungen, die Sie mit Links zu weiteren Informationen über die Hochschulen, zu allgemeinen Informationen zur Studienwahl und zu Zusatzinformationen über Studienfächer und Studienkombinationen führen. [berufsberatung.ch/elektrotechnik](http://berufsberatung.ch/elektrotechnik)

### Weiterbildung

Die grösste Schweizer Aus- und Weiterbildungsdatenbank enthält über 30000 redaktionell betreute Weiterbildungsangebote.

### Laufbahnfragen

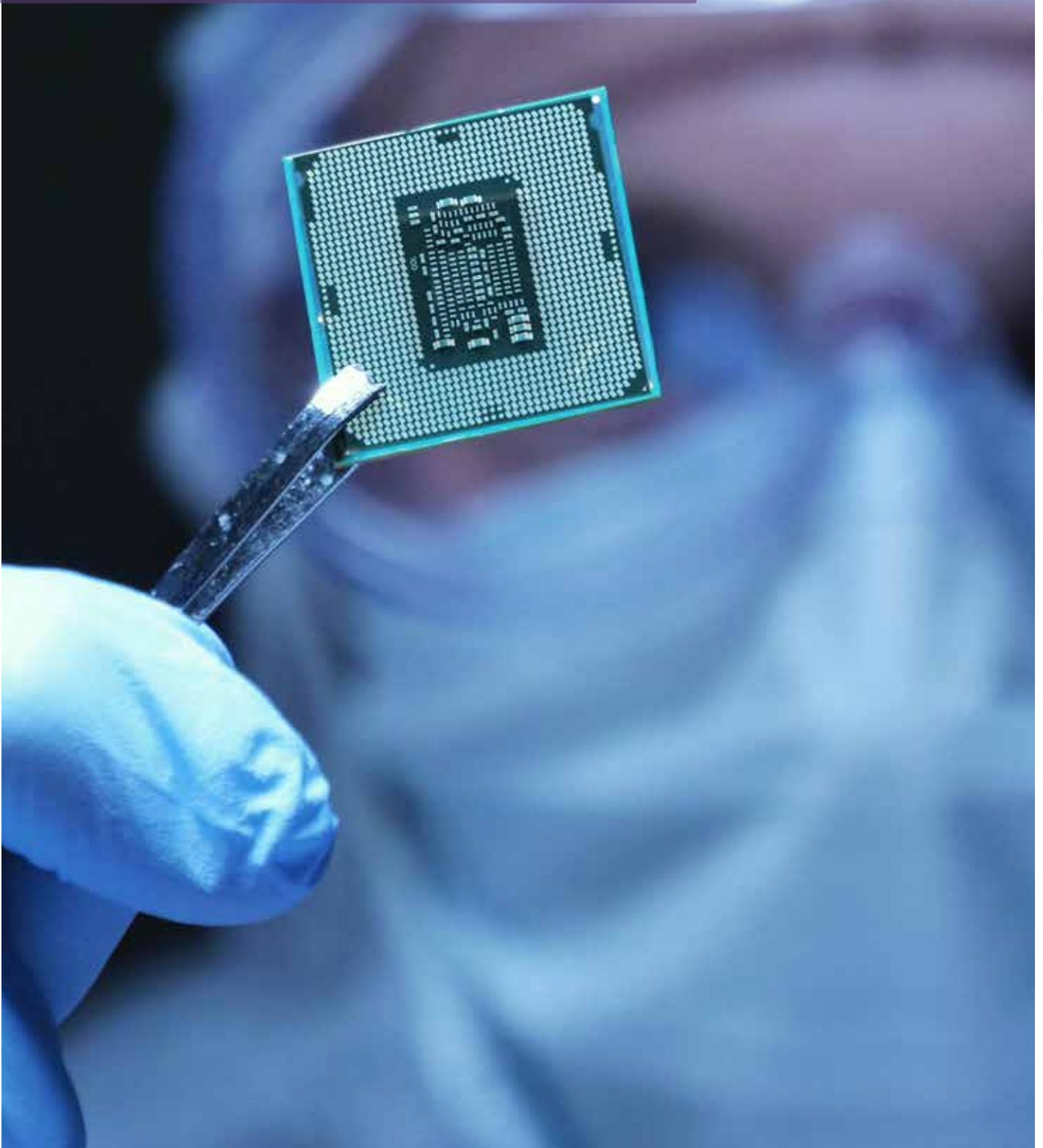
Welches ist die geeignete Weiterbildung für mich? Wie bereite ich mich darauf vor? Kann ich sie finanzieren? Wie suche ich effizient eine Stelle? Tipps zu Bewerbung und Vorstellungsgespräch, Arbeiten im Ausland, Um- und Quereinstieg u. v. m.

### Adressen und Anlaufstellen

Links zu Berufs-, Studien- und Laufbahnberatungsstellen, Stipendienstellen, zu Instituten, Ausbildungsstätten, Weiterbildungsinstitutionen, Schulen und Hochschulen.

# FACHGEBIET

- 7 AUF FORTSCHRITT PROGRAMMIERT
- 9 TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET



# AUF FORTSCHRITT PROGRAMMIERT

Unsere Welt ist durchdrungen von Elektrotechnik und Informationstechnologie. Immer mehr Lebensbereiche sind geprägt von intelligenten Geräten und der Kommunikation zwischen Menschen, Maschinen und Produkten.

Grundlage der Elektrotechnik sind die Elektronen – bewegliche Elementarteilchen, die Energie tragen. Damit können einerseits Informationen übertragen und verarbeitet, andererseits kann Energie transportiert und genutzt werden.

Das Fach Elektrotechnik und Informationstechnologie beschäftigt sich daher zum einen mit der Umwandlung primärer Energieformen – z.B. Sonne, Wasser oder Erdöl – in elektrische Energie, deren Weiterleitung und Verteilung sowie auch mit der Umwandlung elektrischer Energie in mechanische und thermische Energie. Zum anderen geht es um die Übertragung, Vermittlung und Verarbeitung von Nachrichten und Informationen.

## ENERGIE UND KOMMUNIKATION

Nachdem die notwendigen Gesetzmässigkeiten bekannt waren, setzte gegen Mitte des vorletzten Jahrhunderts eine breite Anwendung der Elektrizität ein, die unter dem Begriff Elektrotechnik zusammengefasst werden kann. Bereits 1834 wurde ein Patent für eine elektrische Lokomotive angemeldet, und in Paris gelang zehn Jahre später erstmals die elektrische Beleuchtung eines öffentlichen Platzes. Fast nichts bleibt von Elektrizität unberührt, und die Fortschritte der Elektrotechnik haben seither unsere gesamte Lebensweise tiefgreifend verändert.

Das Zeitalter der elektrischen Kommunikation startet 1833, als Morse den ersten brauchbaren Schreiblegrafen baut und bald darauf das Morsealphabet entwickelt wird. Im Sommer 1866 verbindet dann, nach jahrelangen Anstrengungen, ein Telegrafenkabel Europa mit Amerika – eine neue Epoche beginnt.

## INDUSTRIE 4.0

Gerade in den letzten Jahren hat sich die Informationstechnologie rasant entwickelt, ein Ende ist nicht absehbar. Internet und Handys prägen immer stärker unseren Alltag, sie verändern unsere Gewohnheiten und beeinflussen unsere Arbeit sowie die Beziehungen zu unseren Mitmenschen und zu unserer Umwelt. Die Corona-Pandemie – mit Homeoffice und Homeschooling – hat deutlich gezeigt, wie stark Wirtschaft und Gesellschaft schon digital durchdrungen und von der Digitalisierung abhängig sind. Seit einigen Jahren sind wir nun in eine neue Phase der Digitalisierung eingetreten: Wir kön-

nen Informationen in einem beispiellosen Ausmass erfassen, speichern, verarbeiten und versenden. Das eröffnet neue Möglichkeiten der digitalen Vernetzung. Über Sensoren werden die reale und die virtuelle Welt zunehmend miteinander verflochten. Das Internet der Dinge (Internet of Things) verbindet eine grosse Anzahl von Objekten miteinander und mit uns. Die Industrie wird mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik ausgestattet und verknüpft Produktion, Lieferkette, Handel und Service. Immer mehr Daten werden ausgewertet, sodass immer schneller und effizienter auf Situationen reagiert werden kann.

Aber auch Landwirte und Züchterinnen könnten bereits in einigen Jahren durch eine Vielzahl von Sensoren in ihrer Arbeit unterstützt werden. Sie werden dann beispielsweise Krankheiten besser erkennen und sich gezielter über mögliche Gegenmassnahmen informieren können.

## EIN ÄUSSERST VIELFÄLTIGES FACH

Elektrotechnik und Informationstechnologie ist heute ein hoch spezialisiertes Fach, das sich schnell weiterentwickelt. Eine Aufzählung der zahlreichen Teilgebiete ist daher immer unvollständig. Auch sind die Grenzen zwischen den einzelnen Bereichen fließend.

Erzeugung, Transport, Speicherung und Anwendung von Energie bilden das Rückgrat unserer Wirtschaft. Damit beschäftigen sich Elektroingenieurinnen und -ingenieure im Bereich der *Energietechnik*. Ein Grossteil unserer täglich verfügbaren Energie wird als elektrische Energie in Kraftwerken bereitgestellt. Dabei werden verschiedene Arten von Energiequellen (z.B. Uran, Kohle, Gas, Wasser, Wind oder die Sonne) in Nutzenergie (z.B. Licht, Wärme, mechanische Arbeit) umgewandelt. Elektroingenieurinnen und -ingenieure beschäftigen sich auch mit den Energienetzen der Zukunft. Zunehmend werden Sonne und Wind Energie liefern, das heisst, Strom wird vermehrt dezentral und mit Schwankungen produziert; auch Einfamilienhäuser können Strom ins Energienetz einspeisen. Um all das zu koordinieren, braucht es intelligente Netze, «smart grids», aber auch effizientere Batterien, die Schwankungen im Netz lokal ausgleichen können.

Die *Antriebstechnik* setzt elektrische Energie mittels elektrischer Maschinen – vor allem Elektromotoren – in mechanische Energie um. Der Anwendungsbereich von Antrieben wächst





Elektrotechnik und Informationstechnologie waren unverzichtbar für die Entwicklung von Smartphones: Die Mikroelektronik entwickelte Mikrochips, wesentliche Bestandteile eines heutigen Handys, die Leistungselektronik sorgt dafür, dass Strom effizient und sparsam eingesetzt wird.

und es werden immer mehr Funktionalität und noch höhere Effizienz verlangt. Der Gegenstand der *Elektronik* ist die Steuerung des elektrischen Stroms durch elektronische Schaltungen. Dabei geht es um die Entwicklung und die Anwendung elektronischer Bauelemente. Dazu gehören beispielsweise Transistoren, die in fast allen elektronischen Schaltungen verwendet werden und die meist niedrige elektrische Spannungen und Ströme steuern.

Die *Mikroelektronik* ist ein Teilgebiet der Elektronik, das sich mit der Entwicklung und der Herstellung von miniaturisierten elektronischen Schaltungen – heute vor allem integrierten Schaltungen – beschäftigt. Die moderne Elektronik hat es mit Hilfe von CAD (Computer Aided Design) möglich gemacht, dass eine geradezu fantastische Zahl von Bauteilen auf kleinstem Raum Platz findet. Mikrochips sind Teil unseres Alltags und finden sich in Smartphones, PCs, Navigationsgeräten, aber auch in der Medizintechnik oder in der Autoelektronik.

Bedeutende Fortschritte in der Halbleitertechnologie haben neuartige elektro-

nische Bauelemente hervorgebracht, die hohe Spannungen schalten und starke Ströme führen können. Die *Leistungselektronik* ist das Teilgebiet der Elektrotechnik, das sich mit der Umformung elektrischer Energie mit schaltenden elektronischen Bauelementen befasst. Sie ermöglicht diese Umformung vor allem in Bezug auf die Spannungsform, die Höhe von Spannung und Strom sowie der Frequenz. Ob Energieversorgung für ganze Industrieanlagen oder fürs Handy: Stets geht es darum, Strom effizient und sparsam einzusetzen.

Die Mehrzahl der technischen Geräte wie auch komplexe Maschinen der Industrie enthalten als wesentlichen Bestandteil Computer, die in einen technischen Kontext eingebunden sind, sogenannte «Embedded systems». Sie beruhen auf Mikroprozessoren und sogenannten Microcontrollern. Sie übernehmen Überwachungs-, Steuerungs- und Regelfunktionen oder sind für eine Form der Daten- bzw. Signalverarbeitung zuständig.

Bei der Nachrichtentechnik oder *Telekommunikation* geht es um die Übertragung von Information – Daten, Bilder,

Filme, Töne – mit Hilfe von physischen Medien wie Drähten, optischen Fasern oder elektromagnetischen Wellen im freien Raum. Im fahrenden Eisenbahnzug telefonieren, Videos streamen oder zusammen mit anderen ein Dokument in der Cloud bearbeiten – was heute selbstverständlich ist, war vor nicht allzu langer Zeit noch Science-Fiction. Die Herausforderung besteht darin, die Übertragung möglichst effizient und sicher zu gestalten, trotz der vielen Einschränkungen des jeweiligen Mediums. Mit Hilfe der *Photonik* erzeugen Solarzellen Strom, liefern neue LEDs Licht mit bisher unerreichten Wirkungsgraden und werden Daten fast verlustlos über haardünne, optische Glasfasern transportiert. Die digitale Revolution, die auf dem Transport von Daten, Bildern, Sprache oder Musik aufbaut, wäre ohne die Entwicklung in der optischen Kommunikation nie so weit gekommen. Ein Smartphone ist nur deshalb «intelligent» bzw. internetfähig, weil jede Mobilfunkantenne ans weltweite Glasfasernetz angeschlossen ist.

Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen: Die *Sensorik* setzt die menschlichen Sin-



ne in Technik um. Sensoren bilden die Schnittstelle zwischen der Umwelt und der digitalen Signalverarbeitung. Sie nehmen Messgrößen – wie Temperatur, Druck oder optische Signale – auf und wandeln sie in elektrische Signale um, die dann weiterverarbeitet werden können. Die Wichtigkeit von Sensoren zeigt sich in deren vermehrtem Einsatz in Produktionsprozessen, d.h. in der zunehmenden Ausstattung von Maschinen, Prozessen und sogar Personen mit Sensoren. Und nur dank modernster Sensorik werden in unseren Strassen Autos dereinst führerlos herumfahren. Die *Messtechnik* befasst sich mit Geräten und Methoden zur Bestimmung physikalischer Größen wie beispielsweise Ladung, Strom und Spannung. Wichtige Teilgebiete der Messtechnik sind die Entwicklung von Messsystemen und Messmethoden sowie die Erfassung, Modellierung und Korrektur von Messfehlern und unerwünschten Einflüssen. Dazu gehört auch die Justierung und Kalibrierung von Messgeräten.

Die *Automatisierungstechnik* arbeitet darauf hin, dass Maschinen oder Anlagen selbstständig und unabhängig vom Menschen arbeiten. Die Automatik übernimmt Routinetätigkeiten und sorgt für reibungslose und sichere Abläufe. Je besser dieses Ziel erreicht wird, umso höher ist der Automatisierungsgrad. Häufig bleiben für den Menschen nur noch Überwachung, Nachschub, Fertigteilabtransport, Wartung und ähnliche Arbeiten übrig.

Die *Regelungstechnik* veranlasst Systeme, sich wie gewünscht zu verhalten. Als Teil der Automatisierungstechnik hat sie zum Ziel, Regelgrößen eines technischen Systems (z.B. die Lufttemperatur im Kühlschrank) möglichst konstant zu halten oder so zu beeinflussen, dass sie einer vorgegebenen zeitlichen Änderung folgen.

Eng verwandt mit der Automatisierungstechnik ist schliesslich die *Robotik*. Sie befasst sich mit der Steuerung und Entwicklung von Robotern und umfasst Teilgebiete der Informatik – insbesondere der Künstlichen Intelligenz –, der Elektrotechnik und des Maschinenbaus.

Elektrotechnik und Informationstechnologie spielt in vielen anderen Fachge-

bieten eine Rolle, die Übergänge sind oft fließend. So ist etwa die Mikroelektronik ein wichtiges Anwendungsgebiet für Mikrotechnik. Überschneidungen gibt es auch mit dem Maschinenbau oder mit Fachbereichen der erneuerbaren Energie bzw. der Energie- und Umwelttechnik. Die Biomedizinische Technik wiederum ist ein wachsendes Feld an der Schnittstelle zwischen Ingenieurwissenschaften, Biologie und Medizin. Ein Paradebeispiel für medizintechnische Errungenschaften überhaupt ist die Magnetresonananz-Bildgebung, kurz MRI, die in der Elektrotechnik massgeblich weiterentwickelt wird. Ein weiteres wichtiges Gebiet ist die Bioelektronik. Die hier entwickelten Instrumente ermöglichen z.B. eine Vielzahl höchst empfindlicher Messungen an einzelnen Zellen.

So vielfältig, wie sich das Fachgebiet präsentiert, so mannigfaltig sind die Studienmöglichkeiten an den ETH und Fachhochschulen (siehe Kapitel «Studium»).

#### Quellen

Websites der Hochschulen

## TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET

**Die Artikel auf den folgenden Seiten bieten punktuelle Einblicke in das Fachgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnologie.**

#### **Bachelor- und Studierendenarbeiten an Fachhochschulen:**

Ein paar Forschungsbeispiele (meist) nahe am Alltagseinsatz. (S. 10)

#### **Grundlagenforschung an der**

**ETH Zürich:** Spitzenforschung für Anwendungen der Zukunft – einige Beispiele. (S. 11)

#### **Wenn der Sturm das Licht löscht:**

Was bedeuten die durch Klimawandel herbeigeführten extremen Wetterereignisse für Stromnetz und Energiewirtschaft? (S. 13)

#### **Den Blackout verhindern:**

Besitzer von Elektroautos und Fotovoltaikanlagen sollen helfen, die Stromversorgung der Zukunft zu sichern. (S. 14)

#### **Stark wie ein Roboter, flexibel**

**wie ein Mensch:** Wie bringt man die Kraft und Präzision des Roboters mit der Intelligenz und Flexibilität des Menschen zusammen? (S. 16)

**Ein superschneller «Lichtschalter»** für künftige Autos und Computer. (S. 18)

#### **Mit Strom Gene regulieren:**

Forschende der ETH Zürich haben ein Implantat entwickelt, bei dem Gene direkt mit elektrischen Signalen reguliert werden können. (S. 19)

**Strom aus Schweiß:** Eine Alternative für herkömmliche Akkus; sie kann in die Sportkleidung integriert werden und funktioniert mit Hilfe von Schweiß. (S. 21)

# BACHELOR- UND STUDIERENDEN-ARBEITEN AN FACHHOCHSCHULEN

Die folgenden Abstracts zeigen ein paar Beispiele, womit sich Studierende in Arbeiten des Fachgebiets Elektrotechnik und Informationstechnologie beschäftigen.

## POWERTRAILER

In der Schweiz werden seit dem 1. Januar 2018 die analogen Telefonanlagen ausser Betrieb genommen. Dies stellt vor allem Alpbetriebe vor ein Problem, da die nötige Stromversorgung für ein digitales Telefon oft nicht vorhanden ist.

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

*Berner Fachhochschule BFH*

## SIGNALIDENTIFIKATION MITTELS

### SOFTWARE DEFINED RADIO

Von Mobiltelefonen bis zu Garagentüröffnern ist praktisch jedes drahtlose Gerät vom Zugriff auf das Spektrum abhängig. Das Frequenzspektrum ist aber begrenzt, und diese Knappheit wird mit der Einführung mehrerer neuer Technologien zu einem der Hauptprobleme im Telekommunikationsbereich. Cognitive Radio ist eine mögliche Lösung für dieses Problem, indem es unlicenzierten Benutzern den Zugriff auf lizenzierte Bänder ermöglicht, ohne den lizenzierten Benutzer zu stören. Damit das Cognitive Radio effizient arbeitet, muss es die ungenutzten Frequenzbänder effektiv identifizieren. Daher ist Spectrum Sensing die kritische Komponente der Cognitive Radio Technologie.



Mobile Photovoltaikanlagen sollen, auf Anhängern montiert, die Stromversorgung in abgelegenen Gebieten gewährleisten.

In der Literatur wurden mehrere Spektrum-Sensing-Methoden vorgeschlagen. In dieser Arbeit wurden diese Methoden überprüft und unter ihnen der eigenwertbasierte Detektor gewählt, da keine Vorkenntnisse über das Rauschsignal und das primäre Benutzersignal erforderlich sind.

*Berner Fachhochschule BFH*

## NICHT HÖREN, SONDERN FÜHLEN

Moderne Smartphones verfügen über diverse interne Sensoren. Der Nachteil: Diese Sensoren werden oft von der hardwareeigenen Wärme beeinflusst. Die Folge sind ungenaue Messwerte, beispielsweise bei der Temperatur. Zwei Elektrotechnikabsolventen haben in ihrer Bachelorarbeit eine Anwendung entwickelt, die einen Sensor extern über den Headset-Stecker des Smartphones betreibt und ausliest. Der Sensor benötigt dabei keine eigene Batterie, sondern wird über den Stecker mit Strom versorgt. Für ihr System haben die Absolventen sowohl eine App für das Android-Betriebssystem als auch eine Software für einen Mikrocontroller sowie die Elektronik entwickelt.

*Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW*

## CUBETH TMTC MODEM – ECSS/CCSDS INSPIRED SPACE LINK

The CubETH is a pico-satellite of the size of 10 to 10 to 10 centimeters. Such CubSats can be carried as secondary

load of rockets to the low earth orbit. CubETH's main mission goal is to measure its position in space with one meter accuracy and its exact attitude, too. Therefore, GNSS receivers are placed on the payload board of the satellite. The SwissCube currently in space uses a radio amateur protocol, which performs not very reliable.

A professional space link conform to ECSS/CCSDS standards brings some obvious advantages. The main one is the forward error correction feature. Only one bit error makes a complete packet unusable. Forward error correction is capable of not only detecting such errors, but also correcting them.

The end product of this work is the CubETH TMTC modem, which implements the by the standards recommended coding layer. The modem uses the soundcard to interface the transceiver. Therefore, FSK modulation, demodulation and bit synchronization have been topics of this work, too.

*Hochschule Luzern HSLU*

## SMART-HELM

Laut der Beratungsstelle für Unfallverhütung verletzen sich im Strassenverkehr pro Jahr rund 800 Velofahrende schwer und über 30 tödlich. Das Tragen eines Helms reduziert dabei die Wahrscheinlichkeit von auftretenden Kopfverletzungen bis zu 40 Prozent.

## MASTERARBEITEN AN DER ETH

- Characterization of the Gate-Source Capacitance of SiC MOSFETs
- Designing an Optimal SiC MOSFET for High Power Applications
- Electron transport in non-homogeneous electric fields
- UWB Measurements for Human Posture Capturing
- Embedded Predictive Control of Quadcopters
- Deep Reinforcement Learning for Mini-Racing Cars
- Development of a Test Setup for Optical E-Field Sensors
- Model-based and Bandpass Filtering Approaches for Water Leak Detection
- Optoelectronics with two-dimensional atomic crystals
- Design and Implementation of Hardware and Control Systems for an MV-DC-Converter
- AI in Financial markets

Quelle: <https://ee.ethz.ch>

Schwere Verletzungen am Kopf, die zu einer körperlichen Behinderung oder zum Tode führen können, werden meist durch Schläge ausgelöst, die durch das Tragen eines Helms nicht immer verhindert werden können. Die Idee des Smart-Helms ist es, genau diese Schläge zu erfassen, zu analysieren und gegebenenfalls zu alarmieren. Die Schläge werden mithilfe von Druckschläuchen im Helm lokalisiert und die Aufschlagskraft wird ermittelt. Aus den Daten des Ortes und der Kraft lässt sich berechnen, ob es zu einer Verletzung gekommen ist. Ist dies der Fall, soll der Smart-Helm den Benutzer alarmieren und feststellen, ob dieser noch bei Bewusstsein ist. Falls er das Bewusstsein verloren hat, ist der Smart-Helm imstande, eine Meldung an eine Notfallzentrale abzusetzen, die den Unfallort sowie Ort und Kraft des Schlags übermittelt.

*Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW*

#### ENERGIEAUTARKE SENSORIK FÜR HAUSHALTSGERÄTE

Eine Waschmaschine soll so umgebaut werden, dass Messungen innerhalb der Waschmaschinentrommel (möglichst nahe an der Wäsche) vorgenommen werden können. Diese Messungen sollen helfen, die Wäscheprozedur zu steuern. Um die Sensoren mit Energie zu versorgen, muss entweder Energie aus der Umgebung im Inneren der Waschmaschine extrahiert werden oder Energie muss von ausserhalb an die bewegliche Trommel gesendet werden. Zusätzlich soll eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Sensoren und einem Anwender-PC bereitgestellt werden.

Vorgehen: Grundsätzlich wurde das Bottom-up-Prinzip verwendet. Das heisst, zunächst wurden verschiedene Ideen mithilfe von Evaluations-Kits, vorgefertigten Leiterplatten und verschiedensten Messungen auf die Realisierbarkeit überprüft. Danach wurde das System in Funktionsblöcke aufgeteilt und realisiert. Dadurch konnten früh die nicht realisierbaren Ideen verworfen werden. Schliesslich wurden die Komponenten, die sich bewährt haben, kombiniert und in die Waschmaschine eingebaut.

*Hochschule für Technik Rapperswil HSR (heute: OST Ostschweizer Fachhochschule)*

## GRUNDLAGENFORSCHUNG AN DER ETH ZÜRICH



Ein Teamschweisroboter in der Automobilteileindustrie. An der ETH wird geforscht, wie mehrere Roboter in einem Team arbeiten, interagieren und evtl. sogar miteinander kommunizieren können.

**Die vier Kernbereiche der Forschung an der ETH Zürich beinhalten Energie, Elektronik und Photonik, Information und Kommunikation sowie Biomedizinische Technik und Neuroinformatik.**

Die Forschung befasst sich mit der Entwicklung von Smart Grids für eine effiziente Energieversorgung und -verteilung sowie mit der Integration erneuerbarer Energiequellen. Sie umfasst die Miniaturisierung und Leistungssteigerung von elektronischen und photonischen Komponenten, aber auch den Einsatz neuer Materialien und Prozesse. Ebenso aktiv ist die ETH-Forschung in den Bereichen Signal- und Bildverarbeitung, Regelungstechnik, Informationstheorie, Distri-

buted Computing, drahtlose Netzwerke und zukünftige Internettechnologien. Geforscht wird zudem am autonomen Fahren, an der Blockchain-Technologie, am Internet der Dinge, an der elektrischen Mobilität oder auch an Augmented Reality. Die Verbindung von Elektrotechnik und Biologie wiederum ist von wesentlicher Bedeutung für alle Bereiche der Medizin, von Prävention und Diagnose bis hin zu Therapie und Rehabilitation. Dabei geht es um Bioimaging, bildbasierte Modellierung und Bioelektronik. Im Folgenden einige Beispiele von Arbeiten in der ETH-Grundlagenforschung.

#### ERKUNDUNG NEUER HORIZONTE FÜR KITE-POWER

Die Welt sieht sich einer wachsenden



Nachfrage nach erneuerbaren Energien gegenüber. Windenergieerzeuger in der Luft sind ein vielversprechendes Instrument, um mehr solcher erneuerbaren Energien zu niedrigen Kosten bereitzustellen.

Die automatische Steuerung ist entscheidend dafür, dass Airborne-Wind-Energy-Systeme effizient und zuverlässig arbeiten. Windenergieanlagen in der Luft ernten Windenergie, indem sie die aerodynamischen Kräfte nutzen, die von autonomen angebondenen Flügeln erzeugt werden, die bei Seitenwindbedingungen schnell fliegen. Diese Technologie kann höhere Höhen als herkömmliche Windkraftanlagen erreichen. Dort ist der Wind im Allgemeinen stärker und gleichmässiger, während gleichzeitig die Bau- und Installationskosten des Generators gesenkt werden.

#### **INTELLIGENTER TRANSFORMATOR FÜR DIE ENERGIEWENDE**

Ein neuer, intelligenter Mittelspannungstransformator, der an der ETH Zürich entwickelt wurde, verfügt über modernste Halbleitertechnologie und ist damit äusserst kompakt und energieeffizient. Zukünftige Anwendungen reichen von Lokomotiven über Schnellladestationen für Elektrofahrzeuge bis hin zu Stromversorgungen für Rechenzentren zur Verwendung in zukünftigen Stromnetzen.

#### **AUTONOMER SEGELTRIMARAN AM ZÜRICHSEE**

Die Forscher rüsteten einen handelsüblichen, funkgesteuerten Trimaran mit Sensoren zur Erfassung des Windes und seiner Position, Aktuatoren zum Lenken und Regulieren der Segel und einen Bordprozessor aus, der die Aktuatoren steuert und es dem Boot ermöglicht, autonom zu segeln. Die aktuelle Forschung konzentriert sich darauf, Informationen von unzuverlässigen Sensoren zu sammeln und zusammenzuführen, um eine stabile und genaue Windmessung zu erhalten. Dies ist von grösster Bedeutung, da die Algorithmen für das autonome Segeln stark von einer genauen Schätzung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung abhängen.

#### **AKTIVIEREN MEHRERER ROBOTER FÜR DIE ZUSAMMENARBEIT**

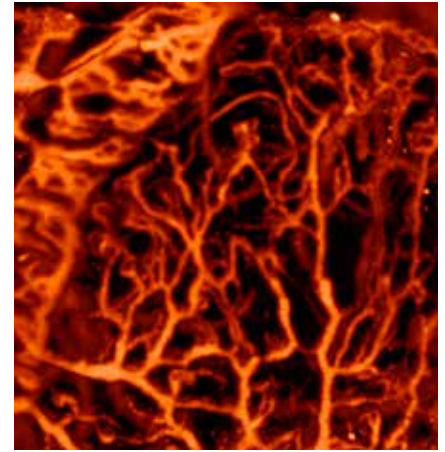
Roboter betreten zunehmend die Industrie und unseren Alltag. Es gibt viele komplexe Aufgaben, die nicht von einem Roboter alleine erledigt werden können, sondern nur von einem Roboterteam, z.B. auf einer Baustelle, wo schwere oder grosse Gegenstände getragen werden müssen. Hier müssen die Roboter arbeiten, interagieren und möglicherweise auch miteinander kommunizieren. Sowohl die Position des Objekts als auch die Wechselwirkungskräfte müssen gesteuert werden, um sicherzustellen, dass das Objekt weder fallen gelassen noch zusammengedrückt und beschädigt wird. Es wird daher an Algorithmen geforscht, mit denen mehrere Roboter zusammenarbeiten können.

#### **LUFTQUALITÄTSSENSOREN PENDELN MIT DER STRASSENBAHN ZUR ARBEIT**

Im Rahmen des OpenSense-Forschungsprojekts setzte das Forschungsteam Sensorboxen auf zehn Strassenbahnen in der Stadt Zürich ein. Diese Boxen haben ungefähr die Grösse eines Schuhkartons und enthalten verschiedene kleine und billige Gassensoren. Durch ihren Einsatz können sie die Konzentrationen hochgiftiger und schädlicher Schadstoffe wie Ozon, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und ultrafeiner Partikel mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung messen. Bis heute verfügen sie über einen der grössten offen verfügbaren Luftqualitätsdatensätze mit über 150 Millionen Sensorproben, die seit 2011 in der ganzen Stadt Zürich aufgezeichnet wurden. Verschiedene Forschungseinrichtungen haben diese Daten bereits verwendet, um detaillierte und genaue Luftqualitätskarten zu erstellen.

#### **ULTRASCHALLBILDGEBUNG VON BRUSTKREBS**

Röntgenmammographie ist die derzeitige Wahl für das Brustscreening. Es erfordert jedoch Strahlenexposition und verursacht Unbehagen. Ultraschall ist sicher, aber herkömmliche Bilder, die auf Gewebestreuung basieren, sind nicht krebsempfindlich. Andererseits sind Tumore steifer als das



Insbesondere Blutgefässe lassen sich mit optoakustischer Bildgebung sichtbar machen. Die kostengünstige Technologie kann auch bei der Diagnose von Brustkrebs helfen.

umgebende Gewebe, und infolgedessen wandert der Schall schneller durch sie hindurch. Wenn man also die lokale Schallgeschwindigkeit messen kann, kann daraus geschlossen werden, ob ein Punkt ein Krebs oder ein normales Gewebe ist. Diese kostengünstige Technologie kann ein Screening in einzelne Arztpraxen bringen.

#### **DER SCHNELLSTE ELEKTROMOTOR DER WELT**

Der vom Power Electronic Systems Laboratory der ETHZ entwickelte Elektromotor ist in der Lage, Drehzahlen von mehr als 4000000 Umdrehungen pro Minute zu erreichen. Dies ist der Weltrekord für die höchste Drehzahl, die jemals mit einer solchen Maschine erreicht wurde – im Vergleich dazu dreht sich ein Automotor mit weniger als 10000 Umdrehungen pro Minute. Um solch hohe Geschwindigkeiten zu erreichen, wird eine sehr kleine Kugel mit einem Durchmesser von weniger als 1 Millimeter als Rotor verwendet, der durch den Einsatz von Elektromagneten ohne Reibung frei schwebend ist. Bei voller Geschwindigkeit erreicht ein Punkt am Äquator der Kugel eine Geschwindigkeit von mehr als 3000 Kilometer pro Stunde.

#### **Quellen**

[www.ee.ethz.ch](http://www.ee.ethz.ch) (Texte vom Englischen ins Deutsche übersetzt)

# WENN DER STURM DAS LICHT LÖSCHT



Während «Sabine» wütete, machte die Windenergie rund 65 Prozent der elektrischen Energie Deutschlands aus: Windrad bei der ostfriesischen Insel Borkum.

**Der Klimawandel führt zu mehr extremen Wetterereignissen. Forscher und Forscherinnen der EPF Lausanne haben untersucht, was das für die Energiewirtschaft bedeutet.**

Als der Wintersturm «Sabine» zu wüten begann, drehten sich die Windräder wie verrückt. In Deutschland machte die Windenergie an diesem Tag rund 65 Prozent der gesamten elektrischen Energie aus. Insgesamt brachten es die erneuerbaren Energien auf einen Anteil von fast 75 Prozent. Auch wenn «Sabine» in keinem direkten Zusammenhang mit dem Klimawandel steht, ist klar: Der Klimawandel bringt Extremereignisse mit sich – sei es Trockenheit, Hitze, Stürme, Starkregen oder Flaute. Und derartige Extremereignisse können das Stromnetz ins Wanken bringen. Zum Beispiel kann der Strombedarf für die Klimatisierung an extrem heißen Sommertagen massiv ansteigen. An kalten Wintertagen indes braucht es künftig mehr Strom für Wärmepum-

pen. Und im Extremfall kann ein Sturm auch mal Hochspannungsmasten knicken. Eine Studie im Wissenschaftsmagazin «Nature Energy» legt nun das Augenmerk auf den in Zukunft möglicherweise grossen Einfluss des Klimawandels und den damit zusammenhängenden Extremwetterereignissen auf die Energiewirtschaft. Dazu haben Forscher um Dasun Perera von der ETH Lausanne 13 Klimawandelszenarien auf 30 schwedische Städte angewandt und die sogenannte klima-induzierte Energieunsicherheit bestimmt.

## KÜNFTIGE ENERGIESYSTEME IN ZÜRICH 30 PROZENT TEURER

Das Resultat: Extreme Wetterereignisse könnten die Zuverlässigkeit der Stromversorgung in Schweden um 16 Prozent reduzieren, was laut Dasun Perera von der EPFL «zu Blackouts und damit verknüpften wirtschaftlichen Schäden führen kann». Die elektrische Leistung könne wegen der Schwankungen bei den Regenerativen um bis zu 34 Prozent variieren. Das

zeige, dass Klimawissenschaftler und Energieexpertinnen gemeinsam an dieser Thematik arbeiten müssten.

Wie Schweden besitzt die Schweiz einen hohen Anteil an Wasserkraft und zumindest vorerst auch noch an Kernenergie, die jedoch zunehmend durch erneuerbare Energien ersetzt werden soll. «Die Methode lässt sich direkt auf die Schweiz anwenden», sagt Perera. «Wir haben bereits begonnen, das für Zürich zu tun.» Demnach könnten durch den Klimawandel ausgelöste Unsicherheiten die Kosten des dezentralen künftigen Energiesystems für Zürich um bis zu 30 Prozent erhöhen. Die entsprechende Studie ist noch nicht publiziert, sondern wird derzeit von Experten begutachtet.

Tatsächlich projizieren Klimamodelle für Europa gegen Ende des 21. Jahrhunderts einige Veränderungen. Insbesondere dürften Hitzewellen länger und heftiger ausfallen. Vergleichsweise gering und unsicherer ist indes die erwartete Entwicklung bei Hochwasser und bei Winterorkanen wie «Sabine». Laut Joaquim Pinto vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung am Karlsruher Institut für Technologie ist gegen Ende des 21. Jahrhunderts nur mit geringfügigen Veränderungen des mittleren jährlichen Windenergiepotenzials für Europa zu rechnen. Grösser würden indes die Unterschiede im Windenergiepotenzial zwischen Sommer und Winter. «Darüber hinaus zeigt sich eine Häufung von Schwachwindphasen, was die Volatilität der Windstromerzeugung erhöhen könnte.»

## AUCH EXTREME LASSEN SICH BEWÄLTIGEN, WIE «SABINE» ZEIGT

Extreme Klimaereignisse seien eine Herausforderung für jegliches Energiesystem, egal, ob konventionell oder regenerativ, sagt Claudia Kemfert, Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung in Berlin. «Auch konventionelle Kraftwerke sind von extremen Klimaereignissen stark betroffen, da beispielsweise Atom- oder Kohlekraftwerke bei extremer Hitze und Wasserknappheiten aufgrund unzureichender Kühlung vom Netz ge-

nommen werden müssen.» Erneuerbare Systeme sind laut Kemfert aufgrund der Dezentralität grundsätzlich nicht anfälliger für Extremereignisse als konventionelle. Nur die Wirkungen und Anpassungen seien andere und somit auch die Herausforderungen an das Energiesystem. «Die bei extremer Hitze steigende Energienachfrage für Kühlung kann insbesondere durch dezentrale Solaranlagen passgenau gedeckt werden.» Mögliche Abschaltungen von Windanlagen bei extremen Stürmen müssten indes durch Biomasse, Wasserkraft, Geothermie, Solaranlagen und Speicher aufgefangen werden. Zudem könne eine intelligente Netzsteuerung mittels Digitalisierung vor solchen Extremereignissen schützen.

Dass sich Extreme durchaus bewältigen lassen, zeigt auch der Wintersturm «Sabine». «Um eine Überproduktion zu verhindern, wurden insbesondere Offshore-Windparks morgens ab 9 Uhr schrittweise in ihrer Leistung von circa 5 Gigawatt auf 1 Gigawatt gedrosselt», sagt Bruno Burger vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg im Breisgau. «So wurde Platz für den zunehmenden Solarstrom geschaffen. Nachmittags, mit abnehmender Sonne, wurde die Drosselung wieder zurückgenommen, sodass um 18 Uhr wieder 5 Gigawatt eingespeist wurden.»

#### AKTIV REAGIEREN

Burger bezweifelt, dass solche regelnden Eingriffe des Menschen in der «Nature»-Studie berücksichtigt wurden. «Aber der Mensch wird bei Extremwetterereignissen nicht tatenlos zusehen, sondern aktiv reagieren», sagt er. «Die Übertragungsnetzbetreiber lernen ständig, mit dem komplexer werdenden System umzugehen und haben auch konkrete Berechnungen dazu angestellt, wie das Stromsystem umgebaut werden muss, um die Herausforderungen der Energiewende zu meistern.»

#### Quelle

Joachim Laukenmann, in: «Tages-Anzeiger», 18.2.2020 (gekürzt)

## WIE DIE BEVÖLKERUNG HELFEN KANN, EINEN BLACKOUT ZU VERHINDERN



Wie kann man die Stromversorgung der Zukunft bei schwankendem Bedarf sichern? Die Bevölkerung soll hier einbezogen werden und ihren Beitrag dazu leisten.

**Wer eine Fotovoltaikanlage besitzt, ein Elektroauto fährt oder über eine Wärmepumpe verfügt, soll in Zukunft mithelfen können, die Stromversorgung zu sichern.**

Es wird viel schwarzgemalt, wenn es um die Stromversorgung der Zukunft geht. Elektroautos und Wärmepumpen verbrauchen in Zukunft deutlich mehr Strom. Gleichzeitig ist in der Schweiz und in Deutschland der Ausstieg aus der Kernkraft beschlossen. Dafür werden neben Wasserkraft Wind- und Solarenergie zu den wichtigsten Stromquellen in Europa. Das ist ein einschneidender Wandel für das bewährte Energiesystem.

Deshalb soll in Zukunft die Bevölkerung in der Schweiz aktiv teilnehmen, um ein störungsfreies Hochspannungsnetz rund um die Uhr garantieren zu können. Der Schweizer Betreiber des Übertragungsnetzes Swissgrid schafft dafür zusammen mit deutschen und italienischen Partnern die internationale Plattform Equigy: Besitzer und Besitzerinnen von Fotovoltaikanlagen und Batteriespeichern,

Hauseigentümerinnen mit Wärmepumpen, Elektroautobesitzer oder Betreiber und Betreiberinnen von Kleinwasserkraftwerken können schon bald einen eigenen Beitrag für eine sichere Stromversorgung leisten. Noch diesen Sommer wird ein Pilotprojekt in der Schweiz gestartet.

Für Swissgrid ist das Angebot entscheidend, damit in der Schweiz die Energiestrategie 2050 und der «Green Deal» der EU überhaupt realisierbar werden. Das Übertragungsnetz ist das Rückgrat der europäischen Energieversorgung mit Strom. Ein Zusammenbruch des Systems kann nur verhindert werden, wenn Stromproduktion und -verbrauch im Sekundenkontakt stets im Gleichgewicht sind. Heute stehen Gas-, Kohle- und Wasserkraftwerke als Reserve zur Verfügung, die automatisch zusätzlichen Strom ins Netz einspeisen, sobald der Verbrauch unvorhergesehen zunimmt oder ein Kraftwerk aussteigt. Sinkt die Energienachfrage stärker als prognostiziert, wird die Produktion gedrosselt. Die Fachleute sprechen dabei von Regelstrom.



## GROSSER STROMVERLUST

Dieses bewährte System ist jedoch mit dem schrittweisen Ausstieg aus der fossilen Energie und aus der Kernkraft überholt. Diese Kraftwerke, die rund um die Uhr eine konstante Menge elektrischen Stroms einspeisen können, werden sukzessive aus dem Netz genommen. Wind- und Sonnenenergie, die künftigen Hauptquellen, produzieren jedoch nicht mehr kontinuierlich, sondern zu unterschiedlichen Zeiten Strom.

So mussten deutsche Betreiber während des Sturmtiefs «Sabine» im Februar 210 Gigawattstunden kostbaren Windstrom abregeln, um Engpässe im Stromnetz zu verhindern. Das ist der Jahresbedarf einer Kleinstadt. Wird die Energiestrategie 2050 des Bundesrats verwirklicht, werden Fotovoltaikanlagen im Sommer einen grossen Stromüberschuss erzeugen. Andererseits wird je nach Wetterlage Solar- oder Windstrom fehlen.

Das dezentrale Energiesystem erfordert deshalb flexible Stromquellen und -speicher für ein stabiles Übertragungsnetz. Die Swissgrid greift bereits heute auf Angebote von Unternehmen zurück, welche die Leistung «virtueller Kraftwerke» anbieten. Diese «Energiebündel» bestehen zum Beispiel aus Kleinwasserkraftwerken und Kühlhäusern, die ihre Kühlung bei zu grosser Stromlast vorübergehend senken. In Zukunft könnten Wärmepumpen eine Rolle spielen, die bei zu hohem

Stromaufkommen am Mittag statt in der Nacht Wasser aufheizen. Batterien von Elektroautos wären hervorragende Puffer, weil sie Energie bei Bedarf ins Netz einspeisen, bei Überlast jedoch auch Strom speichern können.

## IN ECHTZEIT ÜBERWACHEN

Es liegt in der Natur der Sache: Je dichter das Netz solcher kleiner Energiedienstleister ist, desto sicherer wird die Energieversorgung in Zukunft. «Dafür braucht es aber eine sichere und einfache Koordination der vielen einzelnen Anbieter, damit wir in Echtzeit sehen können, wo welche Anlage zur Verfügung steht», sagt Maurice Dierick, Leiter Market bei Swissgrid. Dazu braucht es bei jedem einzelnen Energieanbieter einen Smart Meter, der jeweils Stromproduktion und -verbrauch überwacht.

Die Daten werden über eine sogenannte Blockchain-Technologie verwaltet, die keine zentrale Administration mehr verlangt. Die Software generiert eine Art dezentrales Registrierbuch, in dem alle Energietransaktionen abgelegt sind und überprüft werden können. Die Daten sind für alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Plattform einsehbar. Das Angebot von Swissgrid ist grundsätzlich für alle zugänglich, solange sie bestimmte Anforderungen erfüllen. Dazu gehört unter anderem eine Garantie, die angebotene Strommenge jederzeit ins Netz einspeisen zu können.

## STROM FÜR BATTERIEN, BATTERIEN FÜR STROM

Zu den Gründern der internationalen Plattform gehören neben der Swissgrid der deutsch-niederländische Netzbetreiber Tenne T und das italienische Unternehmen Terna. Das deutsche Unternehmen hat das System laut eigenen Angaben bereits erfolgreich getestet. Ebenso machte es Versuche mit der Einbindung von Elektroautos ins Regelstromsystem. Dabei wurde im Norden Deutschlands überschüssiger Windstrom nicht abgeregelt, sondern zum Laden von Batterien genutzt. Im Süden lieferten vollgeladene Autobatterien Strom ins Netz, anstatt die fossile Energie aus Kohlekraftwerken zu erhöhen.

Nun zieht die Swissgrid nach. Das Pilotprojekt in der Schweiz soll bis Ende 2020 dauern. Das Konsortium hat aber weit grössere Pläne. Es erhofft sich, dass die Plattform zu einem europäischen Standard für den Regelstrommarkt wird. «Je mehr dezentrale Energietechnologien an das europäische Netz angeschlossen werden, desto grösser wird der verfügbare Pool mit flexiblem und grünem Strom», sagt Maurice Dierick.

Die Plattformgründer wollen nicht nur mit Energieanbietern zusammenarbeiten, sondern auch mit Auto-, Batterie- und Heizungsherstellern. Heute fehlen zum Beispiel ausser im Nissan Leaf Batteriesysteme, die eine Schnittstelle haben, um Strom ins Netz einzuspeisen und umgekehrt Energie zu speichern. Je grösser der Pool wird, desto eher seien die Hersteller bereit, standardisierte Schnittstellen einzubauen, hofft die Swissgrid.



Batterien von Elektroautos wären hervorragende Puffer, weil sie Energie bei Bedarf ins Netz einspeisen, bei Überlast aber auch Strom speichern können.

### Quelle

Martin Läubli, in: «Tages-Anzeiger»,  
25.4.2020

# INDUSTRIE 4.0

## STARK WIE EIN ROBOTER, FLEXIBEL WIE EIN MENSCH



«Ecostrippair» entfernt Flugzeuglack schonend mit Maisstärke. Damit die Sicherheit im Arbeitsbereich jederzeit gewährleistet ist, verfügt das System über eine zweite Steuerung, die der Überwachung dient.

**Industrieroboter in grossen Produktionsstätten verrichten ihre Arbeit vollautomatisiert. Geht es um individualisierte Produkte oder flexible Einsätze, könnten künftig Mensch-Roboter-Kollaborationen zum Zuge kommen.**

Roboter sind dazu da, dem Menschen Arbeit abzunehmen. Wirtschaftlich betrachtet, sollen sie die Arbeit ausserdem effizienter und günstiger verrichten. Damit sich die Kosten für die Anschaffung und die Programmierung auszahlen, muss ein Industrieroboter für längere Zeit die exakt gleiche Arbeit verrichten, für die er programmiert worden ist. Er tut dies abgeschottet vom Menschen in einer Produktionsstrasse. «Je grösser die Stückzahl, desto mehr zahlt sich diese Vollautomatisierung aus», sagt Hans Wernher van de Venn, Leiter des Instituts für Mechatronische Systeme (IMS) an der ZHAW School of Engineering.

### VON MENSCHEN GEFÜHRT, NICHT PROGRAMMIERT

«Die programmierten Roboter sind einerseits sicher, da sie nicht direkt mit Menschen in Kontakt kommen, andererseits schränkt dies aber auch die Möglichkeiten ein, da die Roboter in diesem Fall nur die programmierte Aufgabe ausführen können.» Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach individualisierten Produkten und flexiblen Einsatzmöglichkeiten für Roboter. Die Aufgaben eines Roboters müssten möglichst einfach angepasst werden können.

Die Industrie 4.0 und damit die Digitalisierung stellt die Weichen auf grösstmögliche Flexibilität und Mobilität. «Heute soll der Roboter dieses machen und morgen jenes», so van de Venn. «Das steht im Gegensatz zum klassischen Industrieroboter, der über Wochen oder Monate genau das Gleiche macht, damit sich die teure Programmierung auch gelohnt hat.» Bei

sogenannten kollaborativen Robotern versucht man, auf das vorgängige Einrichten zu verzichten. Stattdessen kann der Roboter beispielsweise vom Menschen geführt werden oder dessen Handlungsvorgaben einfach imitieren. «Man geht weg von der spezialisierten Programmierung hin zu einer Art Tool», sagt van de Venn. «Wir wollen erreichen, dass der Roboter als Werkzeug benutzt werden kann, so wie man heute beispielsweise eine Bohrmaschine anwendet.» Das ist zum Teil bereits gelungen, aber immer noch Gegenstand von Forschung und Entwicklung.

### STARK, PRÄZISE UND FLEXIBEL

Am IMS hat man in den vergangenen Jahren bereits erfolgreiche Prototypen für die Mensch-Roboter-Kollaboration entwickelt und getestet. Im Rahmen des EU-Forschungsprojekts ECHORD wurde die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Industrieroboter am Beispiel der Montage von Flugzeugteilen untersucht. Der Mensch befindet sich dabei innerhalb des Arbeitsbereichs eines Industrieroboters und kann diesen durch Ziehen und Stossen intuitiv von Hand steuern. Auf diese Weise lassen sich relativ einfach schwere Flugzeugkomponenten greifen und in die Zielposition bringen. «Das System vereint die Kraft und Präzision des Roboters mit der Flexibilität des Menschen», sagt van de Venn.

Die gleiche Methode kommt im EU-Projekt «Ecostrippair» zum Einsatz. Auch hier wird der Industrieroboter von Hand geführt – in diesem Fall, um eine Sandstrahldüse präzise über die Flugzeugoberfläche zu führen. Ziel ist hier, dünne Lackschichten exakt zu entfernen, ohne das Flugzeug zu beschädigen. Überwacht wird der Roboter zu jeder Zeit von Menschen. Der Benutzer bringt den Roboterarm mit der aufgesetzten Sandstrahldüse manuell in die Ausgangsposition. Der Roboter regelt sowohl die Ausrichtung als auch den Abstand der Düse zur Oberfläche selbstständig und steuert die Geschwindigkeit präzise.

Mit einem Schweizer KMU hat das IMS eine Lösung für die automatisierte Verdrahtung von Schaltschränken





Der Mensch ist noch immer das flexibelste «System» in der Produktion: Das tragbare Exoskelett Robo-Mate kann ihm helfen, Lasten zu tragen und so stark wie mehrere Menschen zu sein. Es wurde in einem von der ZHAW koordinierten EU-Projekt entwickelt.

entwickelt; laut van de Venn ein Paradebeispiel für die effiziente Mensch-Roboter-Kollaboration: «Hier können mehrere Roboter selbstständig arbeiten und der Mensch überwacht und führt sie zentral.» Aufgrund der Individualität der Produkte lohne sich keine vollautomatische Lösung. Ausserdem gebe es bei der Verdrahtung von Schaltschränken häufig Situationen, in denen der Roboter an seine Grenzen komme. «Da kann der Mensch ihm quasi kurz unter die Arme greifen.» Dieser Prototyp wird nun zu einer industriellen Lösung weiterentwickelt.

#### SICHERHEIT DURCH KI

Noch sind nur wenige dieser Mensch-Roboter-Kollaborationen in der indus-

triellen Umgebung anzutreffen. Neben der Wirtschaftlichkeit bilden derzeit die Sicherheitsvorgaben die grössten Hürden. «Es muss zu 100 Prozent sichergestellt sein, dass der Roboter den Menschen in keiner Weise verletzen kann», so van de Venn. «Vor allem wegen der Unberechenbarkeit des menschlichen Handelns ist das eine schwierige Aufgabe. Menschen sind nun mal naturgemäss unvorsichtig. Der Roboter sieht nichts und hört nichts, aber muss trotzdem derjenige sein, der aufpasst. Also müssen wir ihn mit den fehlenden Sinnen ausstatten.»

Kameras und Bewegungssensoren alleine reichen dafür aber nicht aus. Um Kollisionen zu vermeiden, arbeitet man am IMS derzeit an einer soge-

nannten Human Intention Detection. Roboter sollen dazu fähig sein, menschliche Bewegungen richtig zu interpretieren, um entsprechend darauf reagieren zu können. «Steht dieser Mensch nur zufällig da oder will er den Roboter anfassen und ihn führen? Dies gilt es, aus diversen Sensorinformationen innert Sekundenbruchteilen zu erkennen. Dazu braucht es Künstliche Intelligenz im Sinne von selbstlernenden Algorithmen», sagt der Leiter des IMS. Roboter sollen also mit jedem Handlungsschritt dazulernen. «Und wenn die Roboter miteinander vernetzt sind wie in unserem Industrie-4.0-Labor, können sie auch voneinander lernen.»

#### SELBSTLERNENDE SOFTWARE SOLL KOSTEN SENKEN

Künstliche Intelligenz ist nicht nur der Schlüssel zur Sicherheit, sondern auch zur Wirtschaftlichkeit der Mensch-Roboter-Kollaboration. «Die Fixkosten sind umso tiefer, je weniger programmiert werden muss. Selbstlernende Software senkt somit die Kosten weiter», so van de Venn. Gegenüber der Vollautomation kommt bei der Mensch-Roboter-Kollaboration hingegen der Mensch als Kostenfaktor dazu. Er ist aber auch nach wie vor das flexibelste «System», das man in der Produktion einsetzen kann.

#### Quelle

Impact, September 2019, Dossier «Arbeit 4.0»; Autor: Matthias Kleefoot



# SUPERSCHNELLER «LICHTSCHALTER» FÜR KÜNFTIGE AUTOS UND COMPUTER



Optisches Netzwerk mit elektrooptomechanischen Schaltern: Je nach Spannung lenken die Schalter einen Lichtstrahl entweder um 90 Grad ab (vorne links) oder lassen ihn ungestört im Wellenleiter passieren (vorne rechts).

**Lichtstrahlen schnell zu schalten, ist in vielen technischen Anwendungen wichtig. ETH-Forschende haben jetzt einen «elektrooptomechanischen» Schalter für Lichtstrahlen entwickelt, der deutlich kleiner und schneller ist als heutige Modelle. Bedeutsam ist das für selbstfahrende Autos und optische Quantentechnologien.**

Selbstfahrende Autos werden seit einigen Jahren immer besser und zuverlässiger. Bevor sie womöglich bald schon vollkommen autonom auf den Strassen unterwegs sein dürfen, sind allerdings noch einige Hürden zu nehmen. Vor allem die blitzschnelle Erfassung der Umgebung und das Erkennen von Personen und Hindernissen bringen heutige Technologien an ihre Grenzen.

Wissenschaftler um Jürg Leuthold vom Institut für Elektromagnetische Felder an der ETH Zürich haben nun gemeinsam mit Kollegen des National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA und der Chalmers University in Göteborg (Schweden) einen neuartigen elektrooptomechanischen Schalter entwickelt, mit dem sich vielleicht in Zukunft beide Probleme elegant lösen lassen.

## PLASMONIK ALS ZAUBERMITTEL

Das Zaubermittel, das die Forscher dabei verwendeten, heisst Plasmonik. Bei dieser Technik werden Lichtwellen in Strukturen gezwängt, die viel kleiner sind als die Wellenlänge des Lichts, was eigentlich nach den Gesetzen der Optik gar nicht geht. Möglich wird es dadurch, dass man das Licht an der Grenzfläche zwischen einem Metall und einem Dielektrikum, also einer elektrisch schwach oder nichtleitenden Substanz wie etwa Luft oder Glas, entlang leitet. Die elektromagnetischen Wellen des Lichts dringen dabei teilweise in das Metall ein und regen dort Elektronen zum Schwingen an, wodurch ein Zwitterwesen aus Lichtwelle und elektronischer Anregung entsteht, das Plasmon.

## STÄRKEN DER PLASMONIK AUSGENUTZT

Vor mehr als zehn Jahren prophezeiten namhafte Physiker bereits, dass auf Plasmonen basierende optische Schalter eine Revolution in der Datenübertragung und Datenverarbeitung einläuten könnten, da beides mit Photonen viel schneller geht als mit herkömmlicher Elektronik. Bislang scheiterten kommerzielle Anwendungen allerdings an

den grossen Verlusten, die beim Transport von Photonen durch plasmonische Bauteile entstehen, sowie an den hohen benötigten Schaltspannungen. «Diese Probleme haben wir nun gelöst, indem wir die guten Eigenschaften der Plasmonik ausgenutzt und die schlechten minimiert haben», sagt Postdoktorand Christian Haffner, der als Erstautor des soeben erschienenen Science-Artikels das Projekt geleitet hat.

Herzstück des von Haffner und Kollegen entwickelten elektrooptomechanischen Schalters ist eine nur 40 Nanometer dünne und wenige Mikrometer breite Goldmembran, die durch eine Aluminiumoxidscheibe von einem Siliziumsubstrat getrennt ist. Die Grösse des Spalts zwischen Goldmembran und Substrat kann dabei durch elektrische Kräfte mechanisch kontrolliert werden. Legt man eine Spannung an, so biegt sich die Membran leicht, und der Spalt wird kleiner.

Die Grösse des Spalts wiederum entscheidet darüber, ob eine Lichtwelle einfach geradeaus weiterfliegt oder um die Goldmembran herum abgelenkt wird. Hier kommen die Plasmonen ins Spiel: Für eine bestimmte Spaltbreite lassen sich nur Plasmonen mit einer bestimmten Wellenlänge auf der Goldmembran anregen. Hat das Licht eine andere Wellenlänge, so wird es nicht an die Membran gekoppelt und breitet sich gradlinig im Silizium-Wellenleiter aus.

## GERINGE VERLUSTE UND SCHALTSPANNUNG

«Dadurch, dass wir Plasmonen nur für das kurze Stück um die Schaltmembran herum benutzen, haben wir wesentlich geringere Verluste als in bisherigen elektrooptischen Schaltern», erklärt Haffner. «Zudem haben wir die Goldmembran sehr klein und dünn gemacht, sodass wir sehr schnell und mit geringer Spannung schalten können.» Bereits jetzt konnten die Wissenschaftler zeigen, dass ihr neuer Schalter mehrere Millionen Mal in der Sekunde ein- und ausgeschaltet werden kann, und das mit einer elektrischen Spannung von nur etwas mehr als einem Volt.

Dadurch werden sperrige und stromfressende Verstärker, wie sie bisher für elektrooptische Schalter üblich waren,

überflüssig. In Zukunft wollen die Forscher ihren Schalter weiter verbessern, indem sie den Spalt zwischen Gold und Silizium noch kleiner machen. Dadurch lassen sich sowohl die Lichtverluste als auch die Steuerspannung deutlich verringern.

#### VOM AUTO BIS ZU QUANTEN-TECHNOLOGIEN

Anwendungspotenzial für den neuen Schalter gibt es reichlich. So könnten etwa LIDAR-Systeme («Light Detection and Ranging», deutsch: Lasergestützte Abstandsmessung) für selbstfahrende Autos, bei denen die Intensität und Ausbreitungsrichtung von Lichtstrahlen extrem schnell verändert werden muss, von den schnellen und kompakten Schaltern profitieren. Und auch die Mustererkennung, die für die Steuerung der Autos nötig ist, kann mit solchen Schaltern schneller gemacht werden.

Dazu könnte man die Schalter in optischen neuronalen Netzwerken einsetzen, die dem menschlichen Gehirn nachempfunden sind. Dort würden sie dann als Gewichtungselemente genutzt, mit denen das Netzwerk «lernt», bestimmte Objekte zu erkennen, und das praktisch mit Lichtgeschwindigkeit.

Solche optischen Umsetzungen von Schaltkreisen, die normalerweise mit elektrischem Strom funktionieren, sind auch in anderen Bereichen ein brandaktuelles Thema. Für die Realisierung von Quantentechnologien beispielsweise werden auch optische Quantenschaltkreise intensiv erforscht. Bislang werden solche von klassischen optischen Schaltern unterstützt. Diese Schalter beruhen zu meist auf einer Änderung des Brechungsindex eines Materials durch Erhitzen, wodurch die Lichtstrahlen verschieden stark abgelenkt werden. Das funktioniert allerdings nur langsam und ist auf lange Sicht unvereinbar mit den niedrigen Temperaturen, bei denen andere Quantenelemente in der Regel funktionieren. Ein schneller Schalter, der sich praktisch überhaupt nicht erhitzt, dürfte deshalb auch für solche Anwendungen höchst willkommen sein.

#### Quelle

Oliver Morsch, in: [www.myscience.ch](http://www.myscience.ch), 15.11.2019 (gekürzt)

## MIT STROM GENE REGULIEREN



Mittels elektrischer Schaltung Gene aktivieren? ETH-Forschenden ist dieser Schritt gelungen.

**Einem Forschungsteam um ETH-Professor Martin Fussenegger ist es erstmals gelungen, Gene direkt mit elektrischem Strom zu kontrollieren. Damit schafft es die Grundlage für medizinische Implantate, die durch elektronische Geräte außerhalb des Körpers ein- und ausgeschaltet werden können.**

Ein Diabetiker trägt in seinem Körper ein Implantat, das insulinproduzierende Zellen enthält, und eine elektronische Steuereinheit. Sobald der Patient etwas isst und der Blutzucker steigt, kann er über sein Smartphone mittels App ein elektrisches Signal absetzen oder die App übernimmt dies automatisch, wenn der Speiseplan einprogrammiert ist. Wenig später schütten die Zellen die notwendige Menge des hergestellten Insulins aus, welches den Blutzuckerspiegel reguliert.

#### GENEXPRESSION MIT ELEKTRIZITÄT STEUERN

Das klingt nach Science-Fiction, ist es aber vielleicht bald nicht mehr. Forschende um Martin Fussenegger, ETH-Professor für Biotechnologie und Bioingenieurwissenschaften am Departement für Biosysteme in Basel, haben soeben in der Fachzeitschrift

«Science» den Prototyp eines solchen Implantats vorgestellt. Es ist das erste, bei dem Gene direkt mit elektrischen Signalen aktiviert und reguliert werden können. Getestet haben es die Forschenden an Mäusen, wo es einwandfrei funktioniert hat.

Die Basler Wissenschaftler haben viel Erfahrung bei der Entwicklung von genetischen Netzwerken und Implantaten, die auf einen bestimmten physiologischen Zustand des Körpers antworten, wie zum Beispiel auf zu hohe Blutfettwerte oder einen zu tiefen Blutzuckerspiegel. Solche Netzwerke reagieren auf biochemische Signale. Alternativ kann man sie von extern mit Licht steuern. «Wir hatten aber schon lange den Wunsch, Genexpression direkt mit Elektrizität zu steuern, das ist hier zum ersten Mal gelungen», sagt Fussenegger.

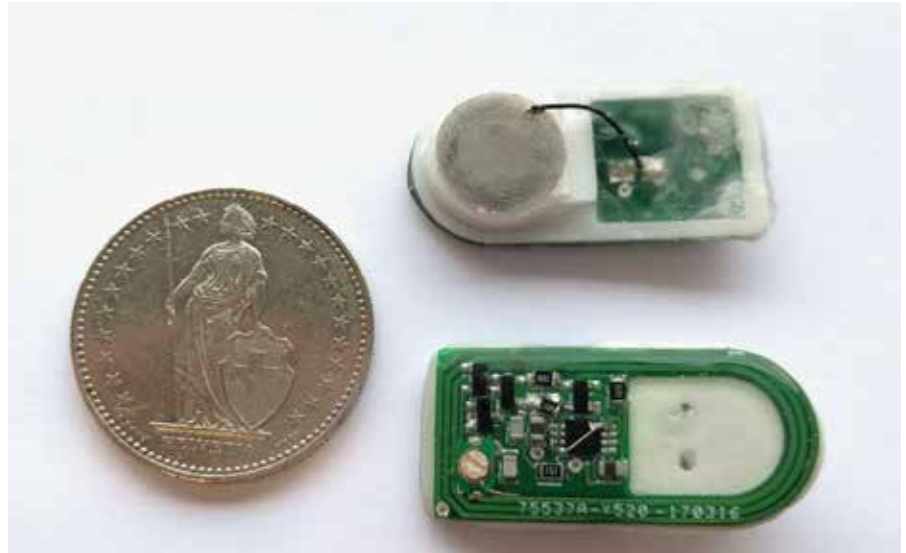
#### SO SIEHT ES AUS: EINE PLATINE UND EIN ZELLBEHÄLTER

Das Implantat, das die Forschenden konstruierten, ist aus mehreren Teilen aufgebaut: Auf der einen Seite sitzt eine Platine mit der Empfangs- und Steuerelektronik, auf der anderen eine Kammer, welche menschliche Zellen enthält. Über ein Kabel ist die Platine mit dem Zellbehälter verbunden.

Ein Funksignal von ausserhalb des Körpers aktiviert die Elektronik im Implantat, diese überträgt elektrische Signale direkt an die Zellen. Die elektrischen Signale stimulieren eine spezielle Kombination von Kalzium- und Kaliumkanälen, die eine Signalkaskade in der Zelle aktiviert, welche das Insulin-Gen steuert. Die Zellmaschinerie verpackt das Insulin in Vesikeln, die durch das elektrische Signal mit der Zellmembran verschmelzen und so das Insulin innerhalb weniger Minuten freisetzen.

#### INTERNET OF THE BODY AM HORIZONT

Martin Fussenegger sieht mehrere Vorteile dieser neusten Entwicklung. «Das Implantat könnte mit dem Cyberspace verbunden werden.» Arzt oder Patient könnten via App direkt intervenieren und die Insulinproduktion hochfahren. Dies auch aus der Ferne übers Internet, sobald die physiologischen Daten aus dem Implantat übermittelt werden. «Mit einem solchen Gerät könnte der Mensch voll in die digitale Welt integriert werden und



Prototyp des Implantats: Ein Kabel verbindet die runde zellengefüllte Kammer mit der Steuerungselektronik (grün). Das gesamte Konstrukt ist etwa so gross wie ein Schweizer Zweifränkler.

ein Teil des Internet of Things oder sogar zum Internet of the Body werden», sagt der ETH-Professor. Die Gefahr eines Hackerangriffs sieht er eher gelassen. «Schon heute tragen Menschen Herzschrittmacher, die theoretisch angreifbar, aber dementsprechend gut geschützt sind. Das müssen

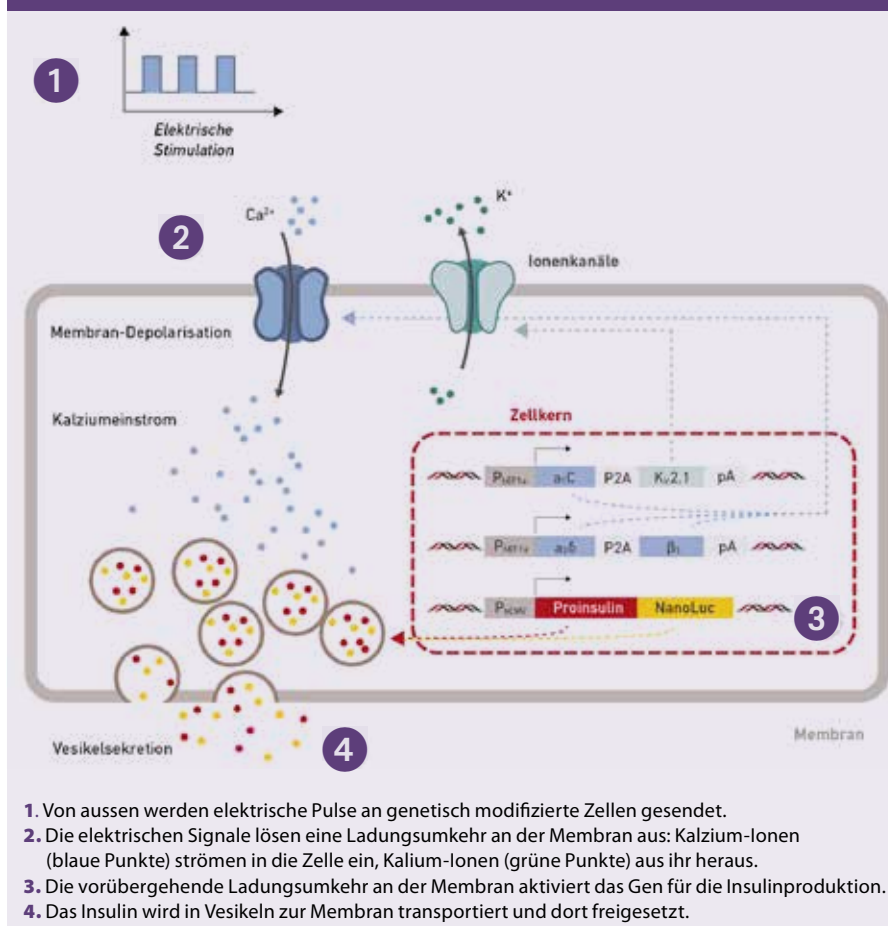
wir auch bei unseren Implantaten so implementieren», so Fussenegger.

Die grösste Herausforderung sieht er zurzeit auf genetischer Seite. Wie gross die Stromstärke maximal sein darf, damit die Zellen und Gene keinen Schaden nehmen, müssen er und seine Gruppe weiter erforschen. Auch müssen die Forschenden die Verbindung zwischen Elektronik und Zellen weiter optimieren.

Und nicht zuletzt müssen sie einen neuen Weg finden, wie sie die Zellen im Implantat einfacher und bequemer ersetzen können. Die verwendeten Zellen müssen nach rund drei Wochen ersetzt werden. An ihrem Prototyp haben die Forscher zwei Einfüllstutzen angebracht. Damit haben sie in ihren Experimenten Zellen ausgetauscht. Dieses System wollen Fussenegger und sein Team aber durch eine praktischere Lösung ersetzen.

Bis ein solches System beim Menschen zur Anwendung kommt, muss es jedoch noch viele klinische Tests bestehen.

#### AKTIVIERUNG DER ELEKTRONIK IM IMPLANTAT: SCHEMA DES VORGANGS



#### Quelle

Peter Rüegg, in: ETH-News, 28.5.2020



# STROM AUS SCHWEISS

## Flexible Superkondensatoren – in Sportkleidung integriert – speichern elektrischen Strom beim Schwitzen.

Pulsmesser, Smartphones, Bluetooth-Kopfhörer – auch beim schweisstreibenden Sport wollen viele Menschen nicht auf ihre elektronischen Helfer verzichten. Kleine Akkus versorgen diese zwar zuverlässig mit Strom, doch sie sind nicht flexibel und müssen nach ihrer Lebenszeit aufwendig recycelt werden. Britische Forscher stellen nun mit einem biegsamen Superkondensator in der Fachzeitschrift «Advanced Materials» eine vielversprechende Alternative vor. Das Besondere an diesem effizienten Stromspeicher: Der Schweiß des Sportlers dient als flüssiger Elektrolyt.

Ravinder Dahiya und seine Kollegen von der University of Glasgow nutzten für ihren Stromspeicher-Prototyp ein Mischgewebe aus Cellulose und Polyester. Solche Stoffe werden auch für die Produktion von Sportkleidung genutzt und können den Schweiß eines Sportlers gut aufnehmen. Ein Stoff-

stück von der Grösse einer Briefmarke beschichteten die Forscher beidseitig mit einem speziellen, mit Dimethylsulfoxid dotierten Polymer: PEDOT:PSS. So entstand ein flexibler Superkondensator, der schneller als Batterien kleine Strommengen speichern und auch wieder abgeben kann.

### SCHWEISS ALS LEITFÄHIGER ELEKTROLYT

Um aktiviert zu werden, benötigen Superkondensatoren allerdings einen elektrisch leitfähigen Elektrolyten zwischen zwei Elektroden. Diese Aufgabe übernahm in dem neuen Prototyp menschlicher Schweiß. Auf sonst verwendete flüssige Elektrolyten, die teils auch giftig sind, konnte so verzichtet werden. Getränkt mit einer Salzlösung – also künstlichen Schweiß –, erreichte der Superkondensator eine hohe Energiedichte von 1,36 Wattstunden pro Kilogramm und eine Leistungsdichte von knapp 330 Watt pro Kilogramm. Die elektrische Spannung betrug 1,31 Volt. So konnte dieser Superkondensator genug Strom

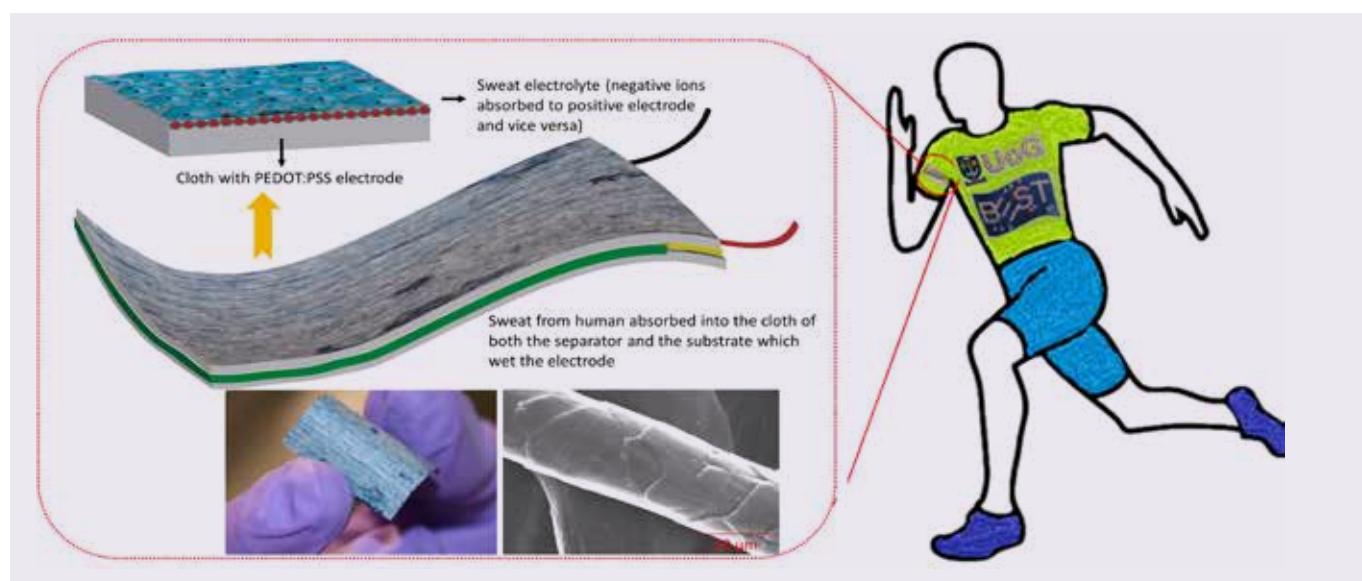
für den Betrieb einiger Leuchtdioden bereitstellen.

### SOLARZELLE AM UNTERARM

In einem weiteren Versuch hefteten die Forscher einen ihrer flexiblen Superkondensatoren auf das T-Shirt eines Läufers. Nach kurzer Zeit drang der Schweiß des Sportlers in den Superkondensator ein. Als Quelle für den zu speichernden Strom diente bei diesen Versuchen eine kleine Solarzelle, die der Sportler um seinen Unterarm gespannt hatte. Die Energiedichte reduzierte sich mit natürlichem Schweiß zwar deutlich auf 0,25 Wattstunden pro Kilogramm. Doch genügt auch dieses Potenzial zum Stromspeichern, um mit etwas grösseren Superkondensatoren genug Strom für Sensoren oder mobile Elektronikgeräte liefern zu können.

Zudem hielt der Prototyp mühelos einem Waschvorgang und mehr als 1000 Verbiegungen stand. Auch nach 4000 Ladezyklen funktionierte der Prototyp einwandfrei. So zeigen diese Versuche, dass flexible, in Kleidung integrierte Superkondensatoren durchaus herkömmliche Akkus als Stromspeicher ersetzen können.

Quelle  
Jan Oliver Löffken, in: [wissenschaft-aktuell.de](http://wissenschaft-aktuell.de), 5.11.2020

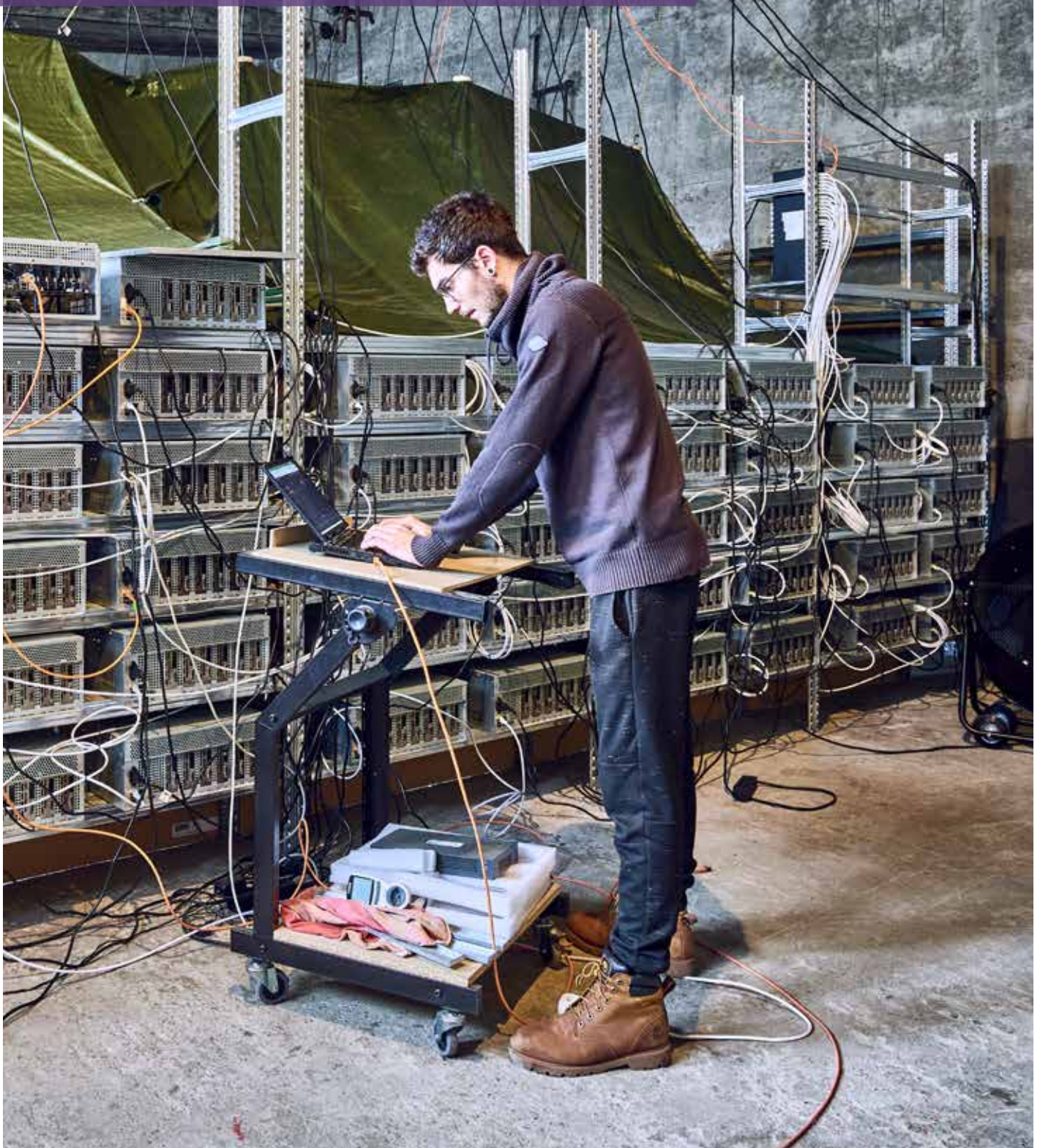


Beschichtungen aus speziellen Kunststoffen und menschlicher Schweiß als Elektrolyt verwandeln Textilien in Superkondensatoren, um effizient Strom zu speichern.



# STUDIUM

- 23 ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE STUDIEREN
- 25 STUDIENMÖGLICHKEITEN IN ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE
- 30 VERWANDTE STUDIENFÄCHER UND ALTERNATIVEN ZUR HOCHSCHULE
- 31 KLEINES ABC DES STUDIERENS
- 35 PORTRÄTS VON STUDIERENDEN





# ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE STUDIERN

Elektrotechnik und Informationstechnologie kann an der ETH Zürich oder an der EPF Lausanne sowie an fast sämtlichen Fachhochschulen studiert werden. Neben technischem Verständnis, Neugier und Kreativität braucht es solide Kenntnisse in Mathematik und Physik, die man sich vor allem zu Beginn des Studiums aneignet.

Ob jemand dieses zukunftssträchtige Fach an der ETH oder an der Fachhochschule studiert, hängt meistens von seinem oder ihrem bisherigen Bildungsweg ab. Wer eine gymnasiale Maturität hat, entscheidet sich häufig für ein ETH-Studium. Mit Lehre und Berufsmaturität fällt die Wahl meist auf eine Fachhochschule. Andere Wege sind aber durchaus möglich. So hatte im Jahr 2019 rund ein Sechstel der Elektrotechnik-Studierenden an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften eine gymnasiale Maturität.

## ETH ODER FACHHOCHSCHULE

An den ETH sind Theorie und Grundlagenforschung stärker gewichtet als an den Fachhochschulen. Erst ein – meist forschungsorientiertes – Masterstudium ermöglicht hier die berufliche Tätigkeit als Elektroingenieurin oder Elektroingenieur. Fachhochschulen bieten dagegen wissenschaftsbasierte, praxisorientierte Studiengänge an, die nach drei Jahren mit einem berufsbefähigenden Bachelor abschliessen. Im Unterschied zu den ETH bieten die meisten Fachhochschulen neben dem Vollzeitstudium auch ein Teilzeit- bzw. berufsbegleitendes Studium an, das mindestens vier Jahre dauert. Insbesondere berufsbegleitend zu studieren, hat den Vorteil, dass sich Studium und berufliche Tätigkeit gegenseitig befruchten können (siehe Berufsporträt ab S. 48). Auch ist es manchmal möglich, sich einen Teil der beruflichen Tätigkeit ans Studium anrechnen zu lassen.

Wer mit einer gymnasialen Maturität an die Fachhochschule will, benötigt ein einjähriges Praktikum in einem der Studienrichtung verwandten Beruf. Dieses soll Maturandinnen und Maturanden auf eine Ausbildung vorbereiten, in der sie neben Studierenden bestehen müssen, die bereits mehrjährige Berufserfahrungen mitbringen. Die Fachhochschulen leisten ihnen hierbei unterschiedliche Hilfestellungen. Die Hochschule für Technik der Fachhochschule Nordwestschweiz etwa bietet als Einstieg in das Praktikum einen zweimonatigen Crashkurs Engineering an. Dort können erste grundlegende manuelle und maschinelle Fertigkeiten erworben werden. Die Hochschule Luzern führt einen Werkstattkurs Elektrotechnik durch. Er vermittelt Basiswissen aus der Elektronikausbildung und soll einen optimalen Einstieg ins Studium der Elektrotechnik und Informationstechnologie oder in ein Berufspraktikum ermöglichen. Die Hochschule Luzern, die Berner Fachhochschule

und die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften kennen zudem das praxisintegrierte Bachelorstudium. Das Praktikum ist hier Bestandteil des vierjährigen Studiums und muss nicht vorgängig absolviert werden.

Wiederum eine andere Möglichkeit bietet [way-up.ch](http://way-up.ch): Maturandinnen und Maturanden können hier einen zweijährigen praxisorientierten Lehrgang – z.B. als Elektroniker/in – absolvieren, der mit dem eidgenössischen Fähigkeitszeugnis abschliesst und damit ebenfalls ein Fachhochschulstudium ermöglicht. Umgekehrt, und ebenfalls mit Zusatzaufwand verbunden, ist es möglich, mit einer Berufsmaturität an der ETH zu studieren. Bedingung ist die bestandene Ergänzungsprüfung Passerelle, auf die man sich an einer öffentlichen oder privaten Schule vorbereiten kann. Je nach Anbieter ist mit einer Vorbereitungszeit von zwei bis drei Semestern zu rechnen.

Wer an der Fachhochschule einen Bachelorabschluss in Elektrotechnik gemacht hat, kann grundsätzlich ein Masterstudium an einer der ETH aufnehmen, z.B. Elektrotechnik und Informationstechnologie an der ETH Zürich. Die Hürden sind jedoch hoch: «Mit einer Durchschnittsnote von 5 werden Sie in der Regel zwar zugelassen; für einen erfolgreichen Abschluss an der ETH sollten Sie aber zu den Besten an der FH gehören», schreibt die ETHZ dazu. Darüber hinaus sind Auflagen zu erfüllen, für die knapp zwei Semester aufgewendet werden müssen. Geprüft wird der Unterrichtsstoff des zweiten und dritten ETH-Studienjahres.

## ETH

In den unteren Semestern ist der Stundenplan an den ETH mehr oder weniger gegeben, fast alle Fächer sind obligatorisch. Es geht darum, die Voraussetzungen für eine spätere Spezialisierung zu schaffen. Zentral sind Mathematik und Physik: Sie machen im ersten Jahr nicht nur die Hälfte des Unterrichts

### KLEINES ABC DES STUDIENS

Was sind ECTS-Punkte? Wie sind die Studiengänge an den Hochschulen strukturiert? Was muss ich bezüglich Zulassung und Anmeldung beachten? Was kostet ein Studium?

Im Kapitel «Kleines ABC des Studierens», ab Seite 31, haben wir die wichtigsten Grundinformationen zu einem Studium zusammengestellt.



aus, sondern bilden zusammen auch die eigentliche Basis für viele Fächer. Ein weiteres wichtiges Tool ist die Informatik.

Während die Vorlesungen in grossen Hörsälen stattfinden, helfen Übungen und praktische Versuche in kleineren Gruppen, die Theorie zu verstehen und den Vorlesungsstoff zu vertiefen. Diese Übungen und Praktika sind ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung und machen zum Beispiel an der EPF Lausanne 40 Prozent der Unterrichtsstunden aus. Hier muss zudem vor bzw. während des Masterstudiums oder als Teil des Masterprojektes ein Praktikum absolviert werden. Die meisten Studierenden der ETH Zürich machen in einem Zwischenjahr nach dem Bachelorabschluss ebenfalls ein Industriepraktikum. Sie bekommen so einen ersten Einblick in die Berufswelt und können Kontakte zu späteren Arbeitgebern knüpfen. Oft bestehen dafür auch interessante Möglichkeiten im Ausland.

#### SELBSTEINSCHÄTZUNGSTEST

Um seine Mathematik-Kenntnisse überprüfen zu können, bietet die ETH Zürich online einen Selbsteinschätzungstest an. Wer diesen absolviert hat, kann im Bedarfsfall im Online-Brückenkurs Mathematik seine Lücken gezielt schliessen.  
[www.ethz.ch](http://www.ethz.ch) > Studium > Bachelor > Studienwahlberatung



#### GROSSE AUSWAHL AN FÄCHERN

Je nach der gewählten Vertiefungsrichtung unterscheiden sich die Fächer im dritten Bachelorjahr und dann vor allem im Masterstudium (siehe Tabellen im nächsten Kapitel). Dieses beschäftigt sich entweder besonders mit der «Energie-seite» der Elektrizität (Energy and Power Electronics, Smart Grids Science usw.) oder aber mit deren «Informations-seite» (Signal Processing and Machine Learning, Information Technologies usw.). Die entsprechenden Lehrveranstaltungen umfassen eine grosse Bandbreite: Kommunikationssysteme, High Voltage Engineering, Embedded Systems, Security of Wireless Systems, Nanoscale Device Physics, Theory of Robotics and Mechatronics, Deep Learning, Image Analysis usw.

Die EPF Lausanne bietet neben dem Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnologie auch den Studiengang Kommunikationssysteme an, der an der Schnittstelle zwischen Mathematik, Informatik und Elektrotechnik liegt. Im ersten Jahr finden die Vorlesungen für Informatik- und Kommunikationssysteme-Studierende gemeinsam statt. Im zweiten und dritten Jahr beinhaltet die Ausbildung nebst Mathematik und Physik dann spezifischere Fächer wie Netzwerksicherheit, Signalverarbeitung, Schaltungen und Systeme, stochastische Modelle zur Kommunikation usw.

Nach dem Bachelorabschluss stehen den Studierenden zudem interdisziplinäre, spezialisierte Masterstudiengänge offen, wie etwa Energy Science and Technology, Quantum Engineering oder Robotics, Systems and Control. Für diese Master gelten spezielle Aufnahmebedingungen, die Platzzahl ist meist beschränkt.

Auf Masterstufe wird zusammen mit einer Professorin oder einem Professor ein individueller Stundenplan erstellt. Die Forschung macht dabei einen wesentlichen Bestandteil aus. An der ETH Zürich besuchen die Studierenden Kurse und beschäftigen sich selbstständig innerhalb einer Forschungsgruppe mit den Themen. Anschliessend arbeiten sie sechs Monate an ihrer Masterarbeit. Ein Teil der Studierenden schliesst daran ein Doktorat an und verbringt nochmals drei bis vier Jahre an der ETH. Dort sind sie in der Regel als wissenschaftliche Mitarbeitende angestellt und betreuen meist auch studentische Projekte. Die Doktorierenden lernen, sich in ein eigenes Forschungsprojekt einzuarbeiten und dieses ins Ziel zu bringen.

#### FACHHOCHSCHULE

Auch an den Fachhochschulen werden zuerst die Grundlagen gelegt. Mathematik, Physik und Informatik sind hierbei ebenfalls wichtig. Und auch die Fachhochschulen – wie z.B. die Hochschule Luzern oder die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften – führen Kurse im Angebot, mit denen die Mathematik- oder auch die Physikkenntnisse aufgefrischt werden können.

Eine Spezialisierung findet in der Regel erst im letzten Studienjahr statt und

schliesst mit der Bachelorarbeit ab. Die Fachhochschulen bieten dafür zahlreiche Vertiefungen mit entsprechend unterschiedlichen Modulen an, wie z.B. Embedded Systems, Energie- und Antriebssysteme, Signal Processing oder Sensorik.

Erst wenige Jahre alt ist der Studiengang Photonics der Fachhochschule Graubünden. Studieninhalte sind hier das Verstehen, Anwenden und Weiterentwickeln von lichtbasierten Technologien. Dazu gehören u.a. Lasertechnik, Bildverarbeitung oderameratechnik. An der Fachhochschule Westschweiz kann seit Herbst 2020 der Studiengang Informatik und Kommunikationssysteme (Informatique et systèmes de communication) studiert werden. Diese neue Bachelorausbildung ersetzt die bisherigen Studiengänge Informatik, Telekommunikation und Informationstechnologien. Die Vertiefungen umfassen ein breites Spektrum und befassen sich mit Softwareentwicklung, Netzwerken, Embedded Systems, Data Engineering und IT-Sicherheit.

#### STARKER PRAXISBEZUG

Auch wer nicht berufsbegleitend studiert, hat während des Fachhochschulstudiums einen starken Bezug zur Praxis. An der Hochschule Luzern z.B. sind rund 30 Prozent der Module Projektmodule, welche sich mit Problemstellungen aus der Praxis beschäftigen. Während den Projekt- oder Bachelorarbeiten werden meist – und oft in Zusammenarbeit mit Industriepartnern – konkrete Projekte umgesetzt.

Die meisten Fachhochschulabsolventinnen und -absolventen treten nach dem Bachelorabschluss ins Berufsleben ein oder haben dieses mit einem Teilzeit- oder berufsbegleitenden Studium gar nie verlassen. Nur rund ein Fünftel nimmt anschliessend ein Masterstudium in Angriff. Während an der ETH nach dem Bachelorabschluss ein Übertritt in den entsprechenden Masterstudiengang ohne Auflagen möglich ist, wird an der Fachhochschule für die Zulassung zum Masterstudium ein guter bis sehr guter Bachelorabschluss erwartet.

#### Quellen

Websites der Hochschulen

# STUDIENMÖGLICHKEITEN IN ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Die folgenden Tabellen zeigen auf, wo Sie in der Schweiz Elektrotechnik und Informationstechnologie studieren können. Es werden zuerst die Bachelor-, Master- und interdisziplinären Masterstudiengänge der ETH aufgeführt, dann die Bachelor- und Masterstudiengänge der Fachhochschulen. Im Anschluss an die Tabellen sind Hinweise auf Besonderheiten an einzelnen Studienorten zu finden.



[www.berufsberatung.ch/elektrotechnik](http://www.berufsberatung.ch/elektrotechnik)

Da sich die Studienangebote der Hochschulen verändern, lohnt es sich, die einzelnen Programme genauer anzuschauen. Aktuelle und weiterführende Informationen dazu finden Sie auf [www.berufsberatung.ch](http://www.berufsberatung.ch) sowie auf den Websites der Universitäten.

## BACHELORSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN UND ETH

### BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
<b>EPF Lausanne:</b> <a href="http://sti.epfl.ch">http://sti.epfl.ch</a> ; <a href="http://www.epfl.ch/schools/ic">www.epfl.ch/schools/ic</a>	
Génie électrique et électronique BSc	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Micro- et nanoélectronique</li> <li>– Technologies de l'information</li> <li>– Energie</li> </ul>
Systèmes de communication BSc	
<b>ETH Zürich:</b> <a href="http://www.ee.ethz.ch">www.ee.ethz.ch</a>	
Elektrotechnik und Informationstechnologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kommunikation</li> <li>– Computer und Netzwerke</li> <li>– Elektronik und Photonik</li> <li>– Energie und Leistungselektronik</li> <li>– Biomedizinische Technik</li> </ul>



Ein brandneuer Elektro-Rennwagen aus dem Kreativitäts- und Innovationslabor des Lausanne Racing Teams der EPF Lausanne.

## MASTERSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN

Bei einem Studium an einer universitären Hochschule geht man vom Master als Regelabschluss aus. Mit dem Master wird üblicherweise auch ein Spezialgebiet gewählt, das dann im Berufsleben weiterverfolgt und mit entsprechenden Weiterbildungen vertieft werden kann.

Es gibt folgende Master:

*Konsekutive Masterstudiengänge* bauen auf einem Bachelorstudiengang auf und vertiefen das fachliche Wissen. Mit einem Bachelorabschluss einer schweizerischen Hochschule wird man zu einem konsekutiven Masterstudium in derselben Studienrichtung, auch an einer anderen Hochschule, zugelassen. Es ist möglich, dass bestimmte Studienleistun-

gen während des Masterstudiums nachgeholt werden müssen.

*Spezialisierte Master* sind meist interdisziplinäre Studiengänge mit spezialisiertem Schwerpunkt. Sie sind mit Bachelorabschlüssen aus verschiedenen Studienrichtungen zugänglich. Interessierte müssen sich für einen Studienplatz bewerben; es besteht keine Garantie, einen solchen zu erhalten.

*Joint Master* sind spezialisierte Master, die in Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen angeboten werden und teilweise ebenfalls nach Bachelorabschlüssen verschiedener Studienrichtungen gewählt werden können.

**MSc** = Master of Science

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
<b>EPF Lausanne:</b> <a href="http://www.epfl.ch/schools/ic">www.epfl.ch/schools/ic</a> ; <a href="http://sti.epfl.ch">http://sti.epfl.ch</a>	
Communication Systems MSc	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Computer Engineering</li> <li>– Data Analytics</li> <li>– Foundations of Software</li> <li>– Cyber Security</li> <li>– Networking and Mobility</li> <li>– Signals, Images and Interfaces</li> <li>– Software Systems</li> <li>– Wireless Communications</li> <li>– Computer Science Theory</li> <li>– Internet Information Systems</li> </ul>
Electrical and Electronic Engineering MSc	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bioelectronics</li> <li>– Data Science and Systems</li> <li>– Electronic Technologies and Device-Circuit Interactions</li> <li>– Internet of Things (IoT)</li> <li>– Microelectronics Circuits and Systems</li> <li>– Signal, Image, Video and Communication</li> <li>– Wireless and Photonics Circuits and Systems</li> </ul>
<b>ETH Zürich:</b> <a href="http://www.ee.ethz.ch">www.ee.ethz.ch</a>	
Electrical Engineering and Information Technology MSc	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Communications</li> <li>– Computers and Networks</li> <li>– Electronics and Photonics</li> <li>– Energy and Power Electronics</li> <li>– Signal Processing and Machine Learning</li> <li>– Systems and Control</li> </ul>



# INTERDISZIPLINÄRE STUDIENGÄNGE UND SPEZIALMASTER

**MSc = Master of Science**

Studiengang	Inhalt
<b>EPF Lausanne:</b> <a href="http://sti.epfl.ch">http://sti.epfl.ch</a> ; <a href="http://www.epfl.ch/schools/cdm">www.epfl.ch/schools/cdm</a> ; <a href="https://nanotech.grenoble-inp.fr">https://nanotech.grenoble-inp.fr</a>	
Energy Science and Technology, spez. MSc	Das Masterstudium umfasst drei Schwerpunkte: Geräte der Energieumwandlung, Energiesysteme sowie Energiemanagement und Nachhaltigkeit.
Management, Technology and Entrepreneurship, spez. MSc	Der Masterstudiengang schlägt eine Brücke zwischen den Welten der Technologie und des Managements. Er bietet eine grundlegende Ausbildung in den Bereichen Strategie, Finanzen, Buchhaltung, Personalmanagement und Wirtschaft.
Micro- and Nanotechnologies for Integrated Systems, spez. Joint MSc	Ein gemeinsamer Master des Politecnico di Torino (Italien), des Grenoble INP (Frankreich) und der EPF Lausanne. Nur das dritte (und allenfalls vierte) Semester findet in Lausanne statt.
Robotics MSc	Dieses Programm bietet Ausbildung in Theorie, Technologie und Praxis intelligenter Roboter, wie z.B. mobile Roboter, tragbare Roboter oder hirnverbundene Roboter.
<b>ETH Zürich:</b> <a href="https://ee.ethz.ch">https://ee.ethz.ch</a> ; <a href="https://mtec.ethz.ch">https://mtec.ethz.ch</a> ; <a href="https://master-nuclear.ethz.ch">https://master-nuclear.ethz.ch</a>	
Energy Science and Technology, spez. MSc	Der Studiengang will den Studierenden die Komplexität und Vielfalt der Energiefragen aufzeigen und Lösungsansätze aus den Fachgebieten Elektrotechnik, Maschinenbau, Umweltwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften u.a. vermitteln.
Management, Technology, and Economics, spez. MSc	Der Master integriert Technik und Wirtschaft: marktgerechte Produkte entwerfen und realisieren, neue Technologien wirtschaftlich und menschengerecht einsetzen.
Nuclear Engineering, spez. MSc	Der Master in Nuclear Engineering bildet Ingenieur/innen aus, um die Kernspaltung für die Energieversorgung zu nutzen. Das Portfolio kann um die Bereiche Kernfusion und Nukleartechnologie in der Medizin erweitert werden.
Quantum Engineering, spez. MSc	Dieser Master vermittelt Wissen und Fähigkeiten in der Technik und der Physik, die zum Verständnis und zur Entwicklung von Quantentechnologien erforderlich sind.
Robotics, Systems and Control, spez. MSc	Ziel dieses Studiengangs ist, die Kluft zwischen den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zu überbrücken: eine multidisziplinäre Ausbildung an der Schnittstelle von Maschineningenieurwissenschaften, Elektrotechnik und Informatik.

## BESONDERHEITEN AN EINZELNEN HOCHSCHULEN

### EPF LAUSANNE

Studiengang zu Kommunikationssystemen: Neben Génie électrique et électronique führt die EPFL auch den Studiengang Systèmes de communication, der an der Schnittstelle von Mathematik, Informatik und Elektrotechnik liegt.

Vorbereitung auf französischsprachigen Unterricht: Die EPFL bietet einen kostenlosen Französisch-Intensivkurs vor dem Semester an sowie weitere Kurse während des Semesters. Im ersten Semester werden in allen Ingenieur-Studienrichtungen die zwei wichtigsten Vorlesungen (Analysis und Physik) auf Deutsch angeboten. Zudem gibt es im ersten Jahr eine Aus-

wahl an Vorlesungen auf Englisch. Das Masterstudium ist in Englisch.

### ETH ZÜRICH

Interdisziplinäre Studiengänge: Die ETH Zürich bietet neben ihrem Haupt-Masterstudiengang in Elektrotechnik und Informationstechnologie – und in Zusammenarbeit mit anderen Departementen der ETH – mehrere interdisziplinäre Master-Studiengänge an. Diese umfassen Fachgebiete wie Quantum Engineering, Neural Systems and Computation, Micro and Nanosystems oder Robotics, Systems and Control.

# BACHELORSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

## BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
<b>Berner Fachhochschule BFH/Departement Technik und Informatik: <a href="http://www.ti.bfh.ch">www.ti.bfh.ch</a></b>			
Elektrotechnik und Informationstechnologie BSc	Biel oder Burgdorf	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Communication Technologies</li> <li>– Electric Energy and Renewable Systems</li> <li>– Embedded Systems</li> <li>– Industrial Automation and Control</li> <li>– Management</li> </ul>
<b>Fachhochschule Graubünden FHGR: <a href="http://www.fhgr.ch/photonics">www.fhgr.ch/photonics</a>; <a href="http://www.fhgr.ch/mobile-robotics">www.fhgr.ch/mobile-robotics</a></b>			
Photonics BSc	Chur	Vollzeit, Teilzeit	
Mobile Robotics	Chur	Vollzeit, Teilzeit	Abschluss: Photonics BSc, Major Mobile Robotics
<b>Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW/Hochschule für Technik: <a href="http://www.fhnw.ch/technik">www.fhnw.ch/technik</a></b>			
Elektro- und Informationstechnik BSc	Brugg-Windisch	Vollzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energie- und Antriebssysteme</li> <li>– Mikroelektronik und Kommunikationssysteme</li> </ul>
Information Communication Systems (ICS) trinational BSc	trinationale Variante des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik (weitere Infos: S. 29)	Vollzeit (7 Semester, inkl. Industriepraktikum von einem Semester)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektronik</li> <li>– Technische Informatik</li> <li>– Nachrichtentechnik</li> </ul>
<b>Fachhochschule Südschweiz SUPSI/Dipartimento tecnologia innovativa: <a href="http://www.supsi.ch/dti">www.supsi.ch/dti</a></b>			
Ingegneria elettronica BSc	Manno/Lugano	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elettronica del segnale e controllo</li> <li>– Energia</li> </ul>
<b>Fachhochschule Westschweiz HES-SO/Hochschule für Technik und Architektur Freiburg/Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud/ Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève/Haute Ecole Arc: <a href="http://www.heia-fr.ch">www.heia-fr.ch</a>; <a href="http://www.heig-vd.ch">www.heig-vd.ch</a>; <a href="http://www.hesge.ch/hepia">www.hesge.ch/hepia</a>; <a href="http://www.he-arc.ch">www.he-arc.ch</a></b>			
Elektrotechnik BSc	HTA-FR, Freiburg	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrische Energie</li> <li>– Elektronik</li> </ul>
Génie électrique BSc	HEIG-VD, Yverdon	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Electronique et Automatisation industrielle</li> <li>– Electronique embarquée et Mécatronique</li> <li>– Systèmes énergétiques</li> </ul>
Informatique et systèmes de communication BSc	HEIG-VD, Yverdon	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informatique logicielle</li> <li>– Ingénierie des données</li> <li>– Réseaux et systèmes</li> <li>– Sécurité informatique</li> <li>– Systèmes informatiques embarqués</li> </ul>
Informatique et systèmes de communication BSc	HE-Arc, Neuenburg	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ingénierie des données</li> <li>– Informatique logicielle</li> <li>– Systèmes informatiques embarqués</li> </ul>
Informatique et systèmes de communication BSc	hepia, Genf	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informatique logicielle</li> <li>– Sécurité informatique</li> <li>– Systèmes informatiques embarqués</li> </ul>
Informatik und Kommunikationssysteme BSc	HTA-FR, Freiburg	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Data Engineering</li> <li>– Netzwerke und Systeme</li> <li>– Software Engineering</li> </ul>
<b>Hochschule Luzern HSLU: <a href="http://www.hslu.ch/elektrotechnik">www.hslu.ch/elektrotechnik</a></b>			
Elektrotechnik und Informationstechnologie BSc	Horw/Luzern	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energie- und Antriebssysteme</li> <li>– Mechatronik/Automation/Robotik</li> <li>– Nachrichtentechnik/Signal Processing</li> <li>– Technische Informatik</li> </ul>
<b>OST Ostschweizer Fachhochschule (bisher Hochschule für Technik Rapperswil): <a href="http://www.ost.ch/elektrotechnik">www.ost.ch/elektrotechnik</a></b>			
Elektrotechnik BSc	Rapperswil	Vollzeit, Teilzeit	Individueller Studienschwerpunkt in mind. drei der folgenden Vertiefungen: Digital/Analog Microelectronics, Angewandter Elektromagnetismus, Felder & Wellen, Artificial Intelligence, Digital Signal Processing, Digital Image Processing, Embedded Software Engineering, Embedded Systems, Energiesysteme und Leistungselektronik, Regelungstechnik, Sensorik, Wireless Communications
<b>Zürcher Fachhochschule ZFH/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften: <a href="http://www.zhaw.ch/engineering">www.zhaw.ch/engineering</a></b>			
Elektrotechnik BSc	Winterthur	Vollzeit, Teilzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automation, Drives and Energy Systems</li> <li>– Computer Engineering</li> <li>– Wireless Communications, Signal Processing and Sensor Electronics</li> </ul>

## MASTERSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

Bei einem Studium an einer Fachhochschule geht man vom Bachelor als Regelabschluss aus. Vielleicht ist aber der Wunsch vorhanden, weiterzustudieren und einen Master zu erlangen. Mit dem Master vertieft man sich in einem Spe-

zialgebiet und erwirbt spezifische Kompetenzen, die dann im Berufsleben angewendet und mit entsprechenden Weiterbildungen ergänzt werden können.

Studiengang	Modalität	Vertiefungsrichtungen
<b>ENGINEERING</b>		
Kooperationsmaster der BFH, HSLU, FHNW, OST, SUPSI und ZHAW: <a href="http://www.msengineering.ch">www.msengineering.ch</a>		
Engineering MSc	Vollzeit oder Teilzeit	Diverse Vertiefungsrichtungen, z.B.: – Electrical Engineering – Energy & Environment – Mechatronics & Automation – Medical Engineering – Photonics

### ENGINEERING MSE

Der MSE ist ein Kooperationsmaster aller acht öffentlich-rechtlichen Fachhochschulen der Schweiz. Er bietet 14 Profile in allen Ingenieursdisziplinen

Er richtet sich an Studierende mit einem sehr guten Bachelorabschluss aus den Bereichen Ingenieurwissenschaften, Informationstechnologie oder Bau- und Planungswesen. Die Theoriemo-

dule finden für alle Studierenden an zentralen Standorten statt, die fachliche Vertiefung im Profil an der gewählten Fachhochschule.

## BESONDERHEITEN AN EINZELNEN HOCHSCHULEN

### Berner Fachhochschule BFH

Zweisprachiges Studium: Wer Elektro- und Kommunikationstechnik an der Berner Fachhochschule studiert, kann den Studiengang in Burgdorf oder Biel in Deutsch absolvieren. In Biel besteht auch die Möglichkeit, zweisprachig zu studieren. Bei erfolgreichem Studienabschluss wird ein zusätzliches Zertifikat Bilingue ausgestellt. Die vor dem Studium vorhandenen Sprachkenntnisse müssen mit dem entsprechenden Nachweis (Maturitätszeugnis oder andere akzeptierte Diplome) belegt werden.

### Fachhochschule Graubünden FHGR

Photonics: Die Hochschule für Technik und Wirtschaft in Chur führt seit Kurzem einen spezifischen Bachelorstudiengang Photonics, den sie zusammen mit Unternehmen unterschiedlicher Photonics-Branchen entwickelte. Wer sich von Beginn an in diesem Teilgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnologie praxisnah spezialisieren will, ist hier richtig.

### Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW/ Hochschule für Technik

Information and Communication Systems (ICS) BSc Trinational: Dieser Studiengang ist die trinationale Variante des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik und ist eine Kooperation der Hochschule für Technik FHNW mit der Hochschule Furtwangen in Deutschland und der Université de Haute-Alsace in Frankreich.

Die Studierenden absolvieren an jeder Hochschule ein Studienjahr und machen zusätzlich ein Praktikumssemester in der Industrie. Am jeweiligen Standort sind sie in den dortigen Studiengang Elektro- und Informationstechnik vollumfänglich integriert. Die Studierenden schliessen das Studium mit den Bachelor-Zertifikaten aus jedem Land ab.

### Hochschule für Technik und Architektur, Freiburg HTA-FR

Zweisprachiges Studium: Die HTA-FR bietet nicht das ganze Studium in deutscher Sprache an. Die Studierenden können wählen zwischen dem zweisprachigen Studium (mindestens

ein Drittel auf Deutsch, der Rest auf Französisch) und dem französischsprachigen Studium. Die Kurse in deutscher Sprache erleichtern den Deutschsprachigen den Einstieg ins Studium. Mit zunehmendem Anteil der Kurse in französischer Sprache im zweiten und dritten Jahr können die Französischkenntnisse perfektioniert werden.

### ZFH/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

Internationales Profil: Während des ersten Studienjahres können sich Vollzeitstudierende für das Internationale Profil anmelden. Sie belegen bestimmte Module an der ZHAW School of Engineering in Englisch, erwerben ein international anerkanntes Englischzertifikat (Level C1) und absolvieren entweder ein Auslandssemester, ein Auslandspraktikum oder schreiben ihre Bachelorarbeit im Ausland.

### Quellen

Websites der Institute



## VERWANDTE STUDIENFÄCHER

In den nebenstehend aufgeführten «Perspektiven»-Heften finden sich Studienfächer, die sich teilweise mit ähnlichen Themen befassen wie das Studium der Elektrotechnik und Informationstechnologie.

Informationen dazu finden sich in den entsprechenden Heften (s. [www.perspektiven.sdbb.ch](http://www.perspektiven.sdbb.ch)) und auf [www.berufsberatung.ch/Studiengebiete](http://www.berufsberatung.ch/Studiengebiete).

### «PERSPEKTIVEN»-HEFTE

Informatik, Wirtschaftsinformatik

Interdisziplinäres Ingenieurwesen/  
Life Sciences

Maschinenbau, Maschineningenieur-  
wissenschaften

Materialwissenschaft, Nanowissenschaften,  
Mikrotechnik

Mathematik, Rechnergestützte  
Wissenschaften, Physik

Umweltwissenschaften

## ALTERNATIVEN ZUR HOCHSCHULE

Vielleicht sind Sie nicht sicher, ob Sie überhaupt studieren wollen. Zu den meisten Fachgebieten der Hochschulen gibt es auch alternative Ausbildungswege. Für jemand mit einer gymnasialen Maturität kann eine (verkürzte) berufliche Grundbildung mit Eidgenössischem Fähigkeitszeugnis EFZ als Einstieg in ein Berufsfeld dienen.

Nach einer EFZ-Ausbildung bzw. einigen Jahren Berufspraxis stehen verschiedene Weiterbildungen in der höheren Berufsbildung offen: höhere Fachschulen HF, Berufsprüfungen (BP), höhere Fachprüfungen (HFP). Über berufliche Grundbildungen sowie Weiterbildungen in der höheren Berufsbildung informieren die Berufsinformationfaltblätter und die Heftreihe «Chancen: Weiterbildung und Laufbahn» des SDBB Verlags. Sie sind in den Berufsinformationszentren BIZ ausleihbar oder erhältlich beim SDBB: [www.shop.sdbb.ch](http://www.shop.sdbb.ch).

Auf der Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung erhalten alle – ob mit EFZ-Abschluss, mit oder ohne Berufsmaturität, mit gymnasialer Maturität oder Fachmaturität – entsprechende Informationen und Beratung zu allen Fragen möglicher Aus- und Weiterbildungswege.

Adressen: [www.adressen.sdbb.ch](http://www.adressen.sdbb.ch)

Nebenstehend einige Beispiele von alternativen Ausbildungen zu einem Hochschulstudium:

### AUSBILDUNGEN

Automatiker/in EFZ (Maturandinnen und Maturanden siehe: [www.way-up.ch](http://www.way-up.ch))

Elektroniker/in EFZ (Maturandinnen und Maturanden siehe: [www.way-up.ch](http://www.way-up.ch))

Elektroplaner/in EFZ

Energie- und Effizienzberater/in (HFP)

Meister/in Schaltungen und Automatik (HFP)

Multimediaelektroniker/in EFZ

Physiklaborant/in EFZ

Techniker/in HF Elektrotechnik

Techniker/in HF Energie und Umwelt

Telematik-Projektleiter/in BP

# KLEINES ABC DES STUDIERENS

Die folgenden Informationen gelten grundsätzlich für alle Studienfächer an allen Hochschulen in der Schweiz. Spezielle Hinweise zu den Fachgebieten finden Sie weiter vorne im Heft bei der Beschreibung des jeweiligen Studiums.

Weitere Informationen



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



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



## ANMELDUNG ZUM STUDIUM

### Universitäre Hochschulen

Die Anmeldefrist endet an den universitären Hochschulen jeweils am 30. April für das Herbstsemester. An einigen Universitäten ist eine verspätete Anmeldung mit einer Zusatzgebühr möglich. Bitte informieren Sie sich direkt bei der jeweiligen Universität. Ein Studienbeginn im Frühjahrssemester ist nur teilweise möglich und wird nicht empfohlen, da viele Veranstaltungen und Kurse für Erstsemestrige im Herbstsemester stattfinden.

Das Portal [www.swissuniversities.ch](http://www.swissuniversities.ch) wartet mit einer Vielzahl von Informationen auf zu Anerkennung, Zulassung, Stipendien usw. Informationen zum Ablauf des Anmelde- und Immatrikulationsverfahrens sind jedoch sind auf der Website der jeweiligen Universität zu finden.

### Fachhochschulen

Bei den Fachhochschulen sind die Anmeldefristen und -verfahren unterschiedlich, je nachdem, ob obligatorische Informationsabende, Aufnahmeprüfungen und/oder Eignungstests stattfinden. Informie-

ren Sie sich direkt bei den Fachhochschulen.

### Pädagogische Hochschulen

Bei den meisten Pädagogischen Hochschulen ist eine Anmeldung bis zum 30. April für das Herbstsemester möglich. Bitte informieren Sie sich auf den jeweiligen Websites.

**AUSLÄNDISCHER VORBILDUNGS-AUSWEIS** > s. Zulassung zum Bachelor

**AUSLANDSEMESTER** > s. Mobilität

## BACHELOR UND MASTER

An den Hochschulen ist das Studium aufgeteilt in ein Bachelor- und ein Masterstudium. Das Bachelorstudium dauert drei Jahre, das Masterstudium eineinhalb bis zwei Jahre. Voraussetzung für die Zulassung zu einem Masterstudium ist ein Bachelorabschluss in der Regel in derselben Studienrichtung.

An den Universitäten gilt der Master als Regelabschluss. An den Fachhochschulen ist der Bachelor der Regelabschluss. Es werden aber auch an Fachhochschulen in vielen Studienrichtungen Masterstudiengänge angeboten. Hier gelten jedoch teilweise spezielle Aufnahmekriterien.

### BERUFSBEGLEITENDES STUDIUM

> s. Teilzeitstudium

## DARLEHEN

> s. Finanzierung des Studiums

## EUROPEAN CREDIT TRANSFER SYSTEM

> s. Studienleistungen bis zum Abschluss

## FINANZIERUNG DES STUDIUMS

Die Semestergebühren der Hochschulen liegen zwischen 500 und 1000 Franken. Ausnahmen sind 2000 Franken an der Università della Svizzera italiana bzw. mehrere 1000 Franken an privaten Fachhochschulen. Für ausländische Studierende und berufsbegleitende Ausbildungsgänge gelten teilweise höhere Gebühren.

### Gesamtkosten eines Studiums

Wer bei den Eltern wohnt, muss mit 800 bis 1200 Franken pro Monat rechnen (exkl. auswärtiges Essen); bei auswärtigem Wohnen können sich die Kosten fast verdoppeln.

Folgende Posten sollten in einem Budget berücksichtigt werden:

- Studienkosten (Studiengebühren, Lehrmittel)
- Feste Verpflichtungen (Krankenkasse, AHV/IV, Fahrkosten, evtl. Steuern)
- Persönliche Auslagen (Kleider/Wäsche/Schuhe, Coiffeur/Körperpflege, Taschengeld, Smartphone)

- Rückstellungen (Franchise, Zahnarzt/Optiker, Ferien, Sparen)
- Auswärtige Verpflegung (Mensa)

### Zusätzlich für auswärtiges Wohnen:

- Miete/Wohnanteil
- Wohn-Nebenkosten (Elektrizität, Telefon/Radio/TV, Hausrat-/Privathaftpflichtversicherung)
- Nahrung und Getränke
- Haushalt-Nebenkosten (Wasch- und Putzmittel, allg. Toilettenartikel, Entsorgungsgebühren)

### Beitrag der Eltern

Gesetzlich sind die Eltern verpflichtet, die Ausbildung ihrer Kinder (Ausbildungs- und Lebenshaltungskosten) bis zu einem ersten Berufsabschluss zu bezahlen. Für Gymnasiasten und Gymnasiastinnen bedeutet das bis zum Abschluss auf Hochschulstufe.

### Stipendien und Darlehen

Das Stipendienwesen ist kantonal geregelt. Kontaktieren Sie deshalb frühzeitig die Fachstelle für Stipendien Ihres Wohnkantons. Stipendien sind einmalige oder wie-

derkehrende finanzielle Leistungen ohne Rückzahlungspflicht. Sie decken die Ausbildungskosten sowie die mit der Ausbildung verbundenen Lebenshaltungskosten in der Regel nur teilweise. Als Ersatz und/oder als Ergänzung zu Stipendien können Darlehen ausbezahlt werden. Dies sind während des Studiums zinsfreie Beträge, die nach Studienabschluss in der Regel verzinst werden und in Raten zurückzuzahlen sind. Die finanzielle Situation der Eltern ist ausschlaggebend dafür, ob man stipendien- oder darlehensberechtigt ist.

## HAUPTFACH, NEBENFACH

> s. Struktur des Studiums

### HOCHSCHULTYPEN

Die Schweiz kennt drei verschiedene Hochschultypen: Universitäre Hochschulen (UH) mit den kantonalen Universitäten und den Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH), Fachhochschulen (FH) und Pädagogische Hochschulen (PH). Die PH sind für die Lehrer/innenausbildungen zuständig und werden in den meisten Kantonen den FH angegliedert.

### TYPISCH UNIVERSITÄT

In der Regel Zugang mit der gymnasialen Maturität

Wissenschaftlich ausgerichtetes Studium: Grundlagenforschung und Erwerb von Fach- und Methodenkenntnissen

Meist keine spezifische Berufsausbildung, sondern Erwerb einer allgemeinen Berufsbefähigung auf akademischem Niveau

Studium in der Regel gemäss vorgegebenen Richtlinien, individuell organisiert

Studium in wechselnden Gruppen

Oft Möglichkeit, Neben- und Zusatzfächer zu belegen

Master als Regelabschluss

Lernkontrollen am Semesterende

Studium als Vollzeitstudium konzipiert

### TYPISCH FACHHOCHSCHULE

In der Regel Zugang mit Berufs- oder Fachmaturität

Angewandte Forschung und hoher Praxisbezug, enge Zusammenarbeit mit der Wirtschaft und öffentlichen Institutionen

Oft Ausbildung zu konkreten Berufen inkl. Arbeitserfahrungen (Praktika) in verschiedenen Institutionen

Mehr oder weniger vorgegebene Studienstruktur mit wenig Wahlmöglichkeiten

Studium oft in fixen Gruppen

Studiengänge als Monostudiengänge konzipiert, Wahl von Schwerpunkten möglich

Bachelor als Regelabschluss (Ausnahmen: Kunst, Musik, Theater, Psychologie und Unterricht Sekundarstufe)

Lernkontrollen laufend während des Semesters

Studiengänge oft als Teilzeitstudium oder berufsbegleitend möglich



## KREDITPUNKTE

> s. Studienleistungen bis zum Abschluss

## MASTER

### Übergang Bachelor–Master innerhalb desselben Hochschultyps

Mit einem Bachelorabschluss einer schweizerischen Hochschule wird man zu einem *konsekutiven Masterstudium* in derselben Studienrichtung auch an einer anderen Hochschule zugelassen. Es ist möglich, dass man bestimmte Studienleistungen während des Masterstudiums nachholen muss. Konsekutive Masterstudiengänge bauen auf einem Bachelorstudiengang auf und vertiefen das fachliche Wissen. Teilweise werden auch verschiedene konsekutive Master in Teildisziplinen einer Fachrichtung angeboten.

*Spezialisierte Master* sind meist interdisziplinäre Studiengänge mit spezialisiertem Schwerpunkt. Sie sind mit Bachelorabschlüssen aus verschiedenen Studienrichtungen zugänglich. Interessierte müssen sich für einen Studienplatz bewerben.

*Joint Master* sind spezialisierte Master, die in Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen angeboten werden und teilweise ebenfalls nach Bachelorabschlüssen verschiedener Studienrichtungen gewählt werden können.

### Wechsel des Hochschultyps

Wer mit einem Fachhochschulbachelor an eine universitäre Hochschule wechseln will oder umgekehrt, kann zu fachverwandten Studienrichtungen zugelassen werden. Es müssen je nach Fachrichtung Zusatzleistungen im Umfang von 20 bis 60 ECTS erbracht werden. Erkundigen Sie sich am besten direkt bei der Hochschule, an die Sie wechseln möchten.

### MASTER OF ADVANCED STUDIES (MAS)

sind nicht zu verwechseln mit konsekutiven und spezialisierten Masterstudiengängen. Es handelt sich hierbei um Weiterbildungsmaster, die sich an berufstätige Personen mit Studienabschluss richten (siehe Kapitel «Weiterbildung», Seite 46). Sie werden im Umfang von mindestens 60 ECTS angeboten.



## MOBILITÄT

Je nach individuellen Interessen können Module oder Veranstaltungen an Instituten anderer Hochschulen besucht werden. Solche Module können aber nur nach vorheriger Absprache mit den Instituten an das Studium angerechnet werden.

Sehr zu empfehlen für Studierende ab dem vierten Semester des Bachelorstudiums ist ein ein- oder zweisemestriger Studienaufenthalt im Ausland. Das Erasmus-Programm (für die Schweiz SEMP) bietet dazu gute Möglichkeiten innerhalb Europas. Zusätzlich hat fast jedes Hochschulinstitut bilaterale Abkommen mit ausgewählten Hochschulen ausserhalb Europas.

Weitere Informationen zur Mobilität erhalten Sie bei der Mobilitätsstelle Ihrer Hochschule.

## MAJOR, MINOR, MONOFACH

> s. Struktur des Studiums

## PASSERELLE

> s. Zulassung zum Bachelor

## STIPENDIEN

> s. Finanzierung des Studiums

## STRUKTUR DES STUDIUMS

Das *Bachelorstudium* an einer universitären Hochschule besteht entweder aus einem *Hauptfach (Major)*, kombiniert mit einem oder mehreren *Nebenfächern (Minor)*, zwei Hauptfächern oder einem Monofach, wie es z.B. in vielen Naturwissenschaften und technischen Wissenschaften der Fall ist. Je nach Universität können diese Modelle variieren.

Auch das *Masterstudium* kann in Haupt- und Nebenfächer unterteilt sein. Ein Vergleich von Studienangeboten an unterschiedlichen Hochschulen kann sich lohnen.

Die Studiengänge an den *Fachhochschulen* sind als Monostudiengänge organisiert. Häufig stehen – vor allem in den letzten Studiensemestern – bestimmte *Vertiefungsrichtungen* zur Wahl.

*Ergänzungsfächer* bestehen aus weiterführenden Lehrveranstaltungen ausserhalb der gewählten Vertiefung.

Mit *Wahlfächern* kann das Ausbildungsprofil den eigenen Interessen angepasst werden; sie können in der Regel aus dem gesamten Angebot einer Hochschule ausgewählt werden.

## STUDIENFINANZIERUNG

> s. Finanzierung des Studiums

## STUDIENLEISTUNGEN (ECTS) BIS ZUM ABSCHLUSS

Alle Studienleistungen (Vorlesungen, Arbeiten, Prüfungen usw.) werden in Kreditpunkten (ECTS) ausgewiesen. Ein Kreditpunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von 25 bis 30 Stunden.

Bei einem Vollzeitstudium erwirbt man 60 ECTS-Punkte pro Jahr. Die ECTS-Punkte erhält man, wenn ein Leistungsnachweis wie z.B. eine Prüfung oder ein Referat erfolgreich absolviert wurde. Für einen Bachelorabschluss braucht es 180 ECTS, für einen Masterabschluss weitere 90 bis 120 ECTS.

## STUDIERN IM AUSLAND

> s. Mobilität

## TEILZEITSTUDIUM

### (berufsbegleitendes Studium)

Ein Bachelorabschluss (180 ECTS) dauert in der Regel drei Jahre, ein Masterabschluss (90 bis 120 ECTS) eineinhalb bis zwei Jahre. Je nach individueller Situation kann das Studium länger dauern. Wenn Sie aus finanziellen oder familiären Gründen von einer längeren Studienzzeit ausgehen, erkundigen Sie sich rechtzeitig über Möglichkeiten zur Studienzzeitverlängerung an Ihrer Hochschule.

### Universitäten

An den Universitäten sind die Studienprogramme als Vollzeitstudien konzipiert. Je nach Studienrichtung ist es aber durchaus möglich, neben dem Studium zu arbeiten. Statistisch gesehen wirkt sich eine Arbeit bis 20 Stellenprozent positiv auf den Studienerfolg aus. Der Kontakt zum Arbeitsmarkt und der Erwerb von beruflichen Qualifikationen erleichtern den Berufseinstieg. Es gilt also, eine sinnvolle Balance von Studium und Nebenjob während des Semesters oder in den Ferien zu finden.

### Fachhochschulen

Zusätzlich zu einem Vollzeitstudiengang bieten viele Fachhochschulen ihre Studiengänge als viereinhalbjähriges Teilzeitstudium (Berufstätigkeit möglich) bzw. als berufsbegleitendes Studium an (fachbezogene Berufstätigkeit wird vorausgesetzt).

### Pädagogische Hochschulen

Viele Pädagogische Hochschulen bieten an, das Studium in Teilzeit bzw. berufsbegleitend zu absolvieren. Das Studium bis zum Bachelor dauert dann in der Regel viereinhalb Jahre. Fragen Sie an den Infoveranstaltungen der Hochschulen nach Angeboten.

### Fernhochschulen

Eine weitere Möglichkeit, Studium und (Familien-)Arbeit zu kombinieren, ist ein Fernstudium. Dieses erfordert aber grosse Selbstständigkeit, Selbstdisziplin und Ausdauer.

## ZULASSUNG ZUM BACHELOR

### Universitäre Hochschulen

Bedingung für die Zulassung zum Bachelor an einer universitären Hochschule ist eine eidgenössisch anerkannte gymnasiale Maturität oder ein gleichwertiger Ausweis sowie die Beherrschung der Studien-sprache.

Für die Studiengänge in Medizin sowie Sportwissenschaften gibt es spezielle Eignungsverfahren.

Eine Berufs- oder Fachmaturität mit bestandener Passerellen-Ergänzungsprüfung gilt als gleichwertig zur gymnasialen Maturität. An den Universitäten Bern, Freiburg, Genf, Lausanne, Luzern, Neuenburg, Zürich und der italienischen Schweiz sowie an der ETHZ ist es möglich, auch ohne gymnasiales Maturitätszeugnis zu studieren. Dabei kommen besondere Aufnahmeverfahren zur Anwendung, die von Universität zu Universität, von Fakultät zu Fakultät verschieden sind. Unter anderem wird ein bestimmtes Mindestalter vorausgesetzt (30 in Bern und Freiburg, 25 in Genf, Luzern und Tessin).

### Fachhochschulen

Wer sich an einer Schweizer Fachhochschule einschreiben will, benötigt eine abgeschlossene berufliche Grundbildung meist in einem mit der Studienrichtung verwandten Beruf plus Berufsmaturität oder eine entsprechende Fachmaturität.

In den meisten Studiengängen wird man mit einer gymnasialen Maturität aufgenommen, wenn man zusätzlich ein in der Regel einjähriges Berufspraktikum absolviert hat.

Ebenfalls ein in der Regel einjähriges Praktikum muss absolvieren, wer eine berufliche Grundbildung in einem fachfremden Beruf absolviert hat.

In einigen Studienrichtungen werden Aufnahmeprüfungen durchgeführt. In den Fachbereichen Gesundheit, Soziale Arbeit, Kunst, Musik, Theater, Angewandte Linguistik und Angewandte Psychologie werden ergänzend Eignungsabklärungen und/oder Vorkurse verlangt.

### Pädagogische Hochschulen

Die Zulassungsvoraussetzung für die Pädagogischen Hochschulen ist in der Regel die gymnasiale Maturität. Je nach Vorbildung gibt es besondere Aufnahmeverfahren bzw. -regelungen. Erkundigen Sie sich direkt bei der entsprechenden Hochschule.

### Studieninteressierte mit ausländischem Vorbildungsausweis

Die Zulassungsstellen der einzelnen schweizerischen Hochschulen bestimmen autonom und im Einzelfall, unter welchen Voraussetzungen Studierende mit ausländischem Vorbildungsausweis zum Studium zugelassen werden.

## ZULASSUNG ZUM MASTER

> s. Master



## PORTRÄTS VON STUDIERENDEN

Auf den folgenden Seiten berichten Studierende von verschiedenen Hochschulen aus ihrem Studienalltag und über ihre Zukunftspläne.

### RAFFAEL ANKLIN

Elektro- und Informationstechnik,  
Bachelorstudium, 6. Semester,  
Fachhochschule Nordwestschweiz

### NINA MÖRGEL

Elektrotechnik und Informations-  
technologie,  
Bachelorstudium, 7. Semester,  
ETH Zürich

### NICOLA ANESINI

Photonics,  
Bachelorstudium, 2. Semester,  
Fachhochschule Graubünden

### BARBARA BÖSCH

Elektrotechnik,  
Bachelorstudium, 4. Semester,  
Zürcher Hochschule für  
Angewandte Wissenschaften

### SANDRO BAUMGARTNER

Elektrotechnik und Informations-  
technologie,  
Masterstudium, 2. Semester,  
ETH Zürich



**Raffael Anklin**, Elektro- und Informationstechnik, Bachelorstudium, 6. Semester, Fachhochschule Nordwestschweiz

## «BESONDERS GEFALLEN MIR DIE PROJEKTARBEITEN»

**Raffael Anklin (25) ist bereits in der Schlussphase seines Bachelorstudiums angelangt. Er überlegt sich, ob er noch ein Masterstudium in Angriff nehmen oder direkt in die Arbeitswelt einsteigen soll. In seinem Beruf möchte er seine eigenen Ideen umsetzen können und damit die Welt zu einem besseren Ort machen.**

### **Womit beschäftigen Sie sich aktuell? Was ist Ihr Schwerpunkt im Studium?**

Aktuell beginne ich mit der Bachelorarbeit zum Thema «Wireless Controller for Smart Systems». Die Arbeit dient dazu, Drahtlosnetzwerke, die in

der Industrie oder Heimautomation eingesetzt werden, zu vergleichen (Bluetooth, Thread und Zigbee). Anschliessend soll dem Endanwender das am besten geeignete Netzwerk gezeigt werden. Mein Schwerpunkt im Studium liegt auf der Energietechnik, die



sich mit dem Energienetz der Zukunft befasst. Dabei wird die gesamte Kette vom Erzeuger über die Übertragung und die Verteilung bis zur Aufbereitung und zum Verbraucher behandelt.

### Was gefällt Ihnen besonders am Studium?

Die Projektarbeiten, bei denen wir innovativ sein können, um eine geeignete Lösung zu finden. Durch den Mix aus Kreativität und breitem Wissen entstehen die spannendsten Ideen. Speziell interessant finde ich Module wie Microcontroller oder Embedded Systems, wo die Funktionsweise eines Smartphones bis auf die Hardware erklärt wird. Dies ermöglicht es, alltägliche Dinge von Grund auf zu verstehen. Zu Beginn wollte ich Energie- und Umwelttechnik studieren, um Energie- und Umweltprobleme zu lösen. Durch Fächer wie Elektrische Energietechnik oder Leistungselektronik wurde mir jedoch viel fundierter bewusst, wo überall Energie eingespart werden kann. Die Funktionsweise eines Elektroautos und dessen stark umstrittene Akku-Technologie wurden sehr detailliert analysiert. Dadurch habe ich gelernt, ein Problem von Grund auf zu verstehen und anzupacken.

### Was haben Sie als schwierig erlebt?

Sich durch die Grundlagen durchzukämpfen, war zu Beginn des Studiums etwas mühsam, hat sich jedoch gelohnt. Der Studienalltag ist zudem sehr vielseitig; man rennt von der einen Vorlesung zur nächsten und muss dabei den Überblick behalten. Sich zu organisieren und die Zeit gut einzuteilen, war eine der grössten Herausforderungen. Enttäuschend fand ich, dass es bei der Einschreibung in die Module einen Kampf um die Plätze gab.

### Wie erleben Sie die Studienatmosphäre und den Studienalltag?

Der Umgang unter den Studierenden ist sehr offen und freundlich, das Verhältnis zu den Dozierenden sehr angenehm. Diese gehen auf die Fragen der Studierenden ein und sind allgemein überaus hilfsbereit. Der Unterricht ist in der Regel sehr gut und als Student

komme ich mir nie blöd vor, eine Frage zu stellen.

### Wie kann man sich den Studienalltag vorstellen?

Ein typischer Tag beginnt mit Vorlesungen morgens um 8 Uhr und kann bis spätabends dauern. Dazwischen hat man längere Mittagspausen und kann die Freizeit mit den Mitstudierenden geniessen oder sich auf Prüfungen vorbereiten. Eine normale Woche beinhaltet drei bis vier Tagen effektive Unterrichtszeit. Der fünfte Tag kann zum Lernen und Vorbereiten genutzt werden. Es gibt auch intensivere Phasen, wo zusätzlich am Wochenende Zeit aufgewendet werden muss. Wer jedoch während des Unterrichts mitmacht, benötigt nicht mehr allzu viel Aufwand, um die Prüfungen zu bestehen.

### Ist Ihr Studium anstrengend?

Das Studium absorbiert einen schon sehr stark. Durch das viele Sitzen und Studieren wird einem ganz «Sturm im Kopf». Da ist ein guter Ausgleich wichtig. Ich drehe dann gerne eine Runde auf dem Vitaparcours oder nehme bei sonnigem Wetter die Arbeit mit nach draussen.

### Wieso haben Sie sich für Elektro- und Informationstechnik entschieden?

Die Wahl fiel auf diesen Studiengang, da ich nach meiner Lehre als Automatiker ein Grundlagenstudium absolvieren wollte. Die Materie ist etwas anspruchsvoller als bei Energie- und Umwelttechnik, dafür steht einem ein viel breiteres Wissen zur Verfügung. Da ich noch nicht wusste, in welche Richtung es mich zieht, habe ich mir so nichts für die Zukunft verbaut.

### Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Voraussetzungen für dieses Studium?

Am wichtigsten ist Durchhaltevermögen. Ein Teil der Fächer ist anspruchsvoll und kann nur mit viel Fleiss oder genügend Motivation bestanden werden. Besonders zu Beginn, bei der Vermittlung der Grundlagen, ist Biss gefragt. Wer aber wirklich will und ge-

nügend Ehrgeiz hat, schafft dieses Studium.

### Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen?

Weniger ist oftmals mehr. Lieber mal weniger als 30 Credits wählen und sich dafür richtig auf die gewählten Fächer konzentrieren. Die spannenden Module sind erst später ab dem dritten, vierten Semester verfügbar. Dadurch die Motivation nicht verlieren und abwarten, bis es wieder spannender zur Sache geht.

### Haben Sie Überlegungen zu Ihrer späteren Berufstätigkeit angestellt?

Ich bin momentan an der Entscheidung, ob ich den Master absolvieren soll oder direkt in die Berufswelt einsteigen will. Die Arbeitslage ist gegenwärtig sehr gut, eine Stelle zu bekommen ist nicht sehr schwierig. Jedoch sollte man sich unbedingt genügend Zeit nehmen, um eine passende Stelle zu finden, die einem auch längerfristig Freude bereitet.

Die Fachhochschule bietet bei der Stellenwahl Unterstützung an. Es gibt einen offiziellen Messetag, an dem viele Arbeitgeber mit einem Stand an der Fachhochschule vertreten sind. Daneben gibt es die Möglichkeit, Teilzeit zu studieren oder die Bachelor- bzw. Masterarbeit in Zusammenarbeit mit einem Arbeitgeber aus der Industrie zu bewerkstelligen.

### Wo sehen Sie sich in zehn Jahren? Was ist Ihr Traum?

Sehr gerne möchte ich einen Beruf ausüben, bei dem ich die Freiheiten behalte, meine eigenen Ideen umzusetzen. Damit möchte ich die Welt zu einem besseren Ort machen. Ich könnte mir vorstellen, bei der Entwicklung und dem Testen von Elektroautos mitzuhelfen. Oder erneuerbare Energiequellen besser in das Stromnetz einzugliedern und dadurch zu fördern.

#### Interview

Andreas Demuth



**Nina Mörgeli**, Elektrotechnik und Informationstechnologie, Bachelorstudium, 7. Semester, ETH Zürich

## «ELEKTROTECHNIK IST VIEL BREITER, ALS ICH DACHTE»

**Nina Mörgeli (23) schätzt an ihrem Studium die Vielfalt und Breite des Stoffangebots. Trotz der anspruchsvollen und sehr zeitintensiven Ausbildung findet sie aber Zeit für Hobbys und Privatleben. Sie sieht ihre berufliche Zukunft in der Medizintechnik und schätzt ihre Chancen auf dem Arbeitsmarkt, in diesem Bereich etwas zu finden, als sehr hoch ein.**

### Womit beschäftigen Sie sich aktuell und was sind Ihre Studienschwerpunkte?

Ich spezialisiere mich momentan in Richtung Medizintechnik. Das beinhaltet zum einen biologische Aspekte des

Körpers, zum anderen aber auch die technische Seite, zum Beispiel wie Magnetresonanztherapie MRI funktioniert oder wie ein Sensor in die Haut implantiert werden kann, der bei Diabetes den Zuckergehalt misst.

### Was gefällt Ihnen besonders am Studium?

Der Studiengang ist sehr vielfältig und die Fächer, die ich jetzt besuche, unterscheiden sich stark von den Fächern des ersten Jahres. Während der Stundenplan in den ersten beiden Jahren vorgegeben ist, kann man im dritten Jahr alle Fächer frei wählen. Dies ermöglicht einen Einblick in verschiedene Vertiefungsrichtungen, wie zum Beispiel Energieproduktion, Kommunikation, Computerwissenschaften oder eben Medizintechnik. Diese Freiheit gestattete mir ausserdem, das dritte Jahr in drei Semester aufzuteilen und so neben dem Studium eigene Projekte zu verfolgen.

Nächstes Semester werde ich ein Praktikum bei einem Start-up absolvieren, welches das Ziel hat, Menschen mit Blutvergiftung mithilfe von Nanopartikeln zu heilen. Dies bestätigt mich sehr in meiner Studienwahl, da ich das Projekt wahnsinnig spannend finde und ich dort sehr interdisziplinär arbeiten werde.

### Wie erleben Sie die Studienatmosphäre und den Studienalltag?

Der Zusammenhalt unter den Studierenden ist sehr gross. Ich habe sehr selten Konkurrenz oder Unfreundlichkeiten erlebt. Von der ETH selbst fühle ich mich ebenfalls unterstützt. Es gibt ein breites Angebot an Beratungsstellen, und in den ersten Wochen wird man von verschiedenen Seiten in den Studienalltag eingeführt. Der Kontakt mit den Assistierenden war für mich äusserst wertvoll. Diese unterrichten oft die Übungen, welche eine Vorlesung begleiten. Da die Assistierenden häufig Studierende aus den höheren Semestern sind, können sie auf die Fragen eingehen und viele gute Tipps geben.

### Wie kann man sich den Studienalltag oder eine typische Studienwoche vorstellen?

In den ersten zwei Jahren hatte ich jeden Morgen Vorlesungen und am Nachmittag Übungsstunden. Meistens hat man ein oder zwei Nachmittage in der Woche frei. Diese habe ich aber fast

immer für das Absolvieren von Übungen genutzt. Am Abend habe ich selten etwas für das Studium gemacht, dafür meistens am Wochenende einige Stunden für Aufgaben aufgewendet. Ich kenne aber auch Studierende, die abends arbeiten, um dann das Wochenende frei zu haben.

### **Ist Ihr Studium anstrengend?**

Das Studium ist sehr zeitintensiv, Hobbys finden aber immer noch Platz daneben. Das Gerücht, dass man neben dem Studium kein Privatleben hat, stimmt definitiv nicht. Der Fachverein AMIV bietet fast jede Woche einen Event an, da ist für alle etwas dabei. An diesen Events konnte ich auch neue Freundschaften schliessen und schon bestehende festigen. In den ersten beiden Jahren ist es schwierig, neben dem Studium zu arbeiten, da die Tage bereits mit Unterricht und Aufgaben sehr voll sind. Ab dem dritten Jahr ist es aber kein Problem mehr, einen Nebenjob zu haben.

### **Weshalb haben Sie sich für Elektrotechnik und Informationstechnologie entschieden?**

Als Alternative stand bei mir am Schluss noch ein sozialer Studiengang. Für die technische Richtung habe ich mich entschieden, da ich Mathematik und Physik sehr spannend fand. Ich wusste, dass ich diese Interessen sonst

kaum weiterverfolgen kann, weil ich kein technisches Hobby hatte. Soziale Aspekte sind viel einfacher in den Alltag einzubauen, ich kann das bereits jetzt bei einem Engagement in einer studentischen Kommission umsetzen.

### **Wurden Ihre Erwartungen erfüllt?**

Meine Erwartungen wurden übertroufen, weil Elektrotechnik noch viel breiter ist, als ich dachte. Am ersten Studientag sagte ein Direktor zu uns: «Falls Sie sich nicht sicher sind, ob dies die richtige Studienwahl ist, kann ich Ihnen sagen: Sie ist es. Dieses Feld ist so breit, dass ich überzeugt davon bin, dass jeder hier drin einen passenden Weg finden wird.» Von dieser Aussage bin ich mittlerweile vollständig überzeugt. Wer ein Interesse an Mathematik und Physik mitbringt, wird in diesem Studium etwas finden, was ihm oder ihr gefällt.

### **Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Voraussetzungen für dieses Studium?**

Die Begeisterung für Mathematik und Physik ist zentral. Zudem sind Durchhaltewille und Ehrgeiz sicher nicht schlecht, um auch durch anstrengende und schwierige Lern- und Prüfungsphasen zu kommen.

### **Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen?**

Das Wichtigste für mich war mein Freundeskreis, der meinen Studienalltag bereicherte und das erfolgreiche Bestreiten des Studiums unterstützte. Mein Tipp wäre daher, möglichst schon am Anfang des Studiums viele Leute anzusprechen und so Freunde zu finden. Das Studium macht so viel mehr Spass, mich hat das aus einigen Krisen gerettet.

### **Haben Sie Überlegungen zu Ihrer späteren Berufstätigkeit angestellt?**

Ich möchte später gerne in der Medizintechnik arbeiten. Meine Chancen dafür schätze ich als sehr hoch ein, da ich schon für die Praktikumsstelle im nächsten Semester aus mehreren Angeboten wählen konnte. Ausserdem würde ich gerne an einer Fachhochschule unterrichten. Es gibt dafür eine ETH-interne Didaktikausbildung, die dies ermöglicht und die ich bereits gestartet habe. Ich hoffe, mein Praktikum gibt mir die Bestätigung für meine Pläne.

### **Wo sehen Sie sich in zehn Jahren? Was ist Ihr Traum?**

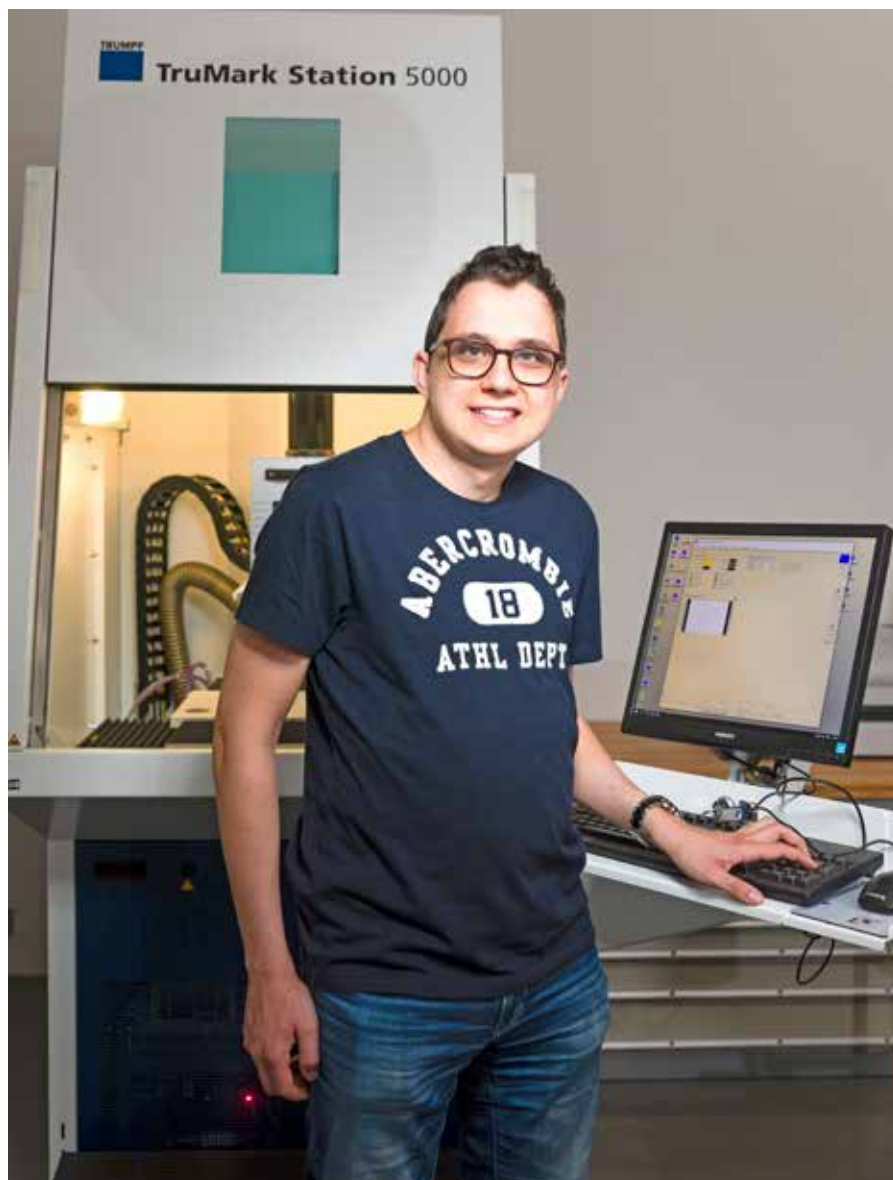
Mein Traum wäre es, an einem medizinischen Gerät mitzuarbeiten, das Menschenleben rettet oder ein Leben mit Krankheiten verbessert.

Interview  
Andreas Demuth



In «intelligenten» Geräten steckt meist die Arbeit von Elektroingenieuren und Elektroingenieurinnen. Mit Physik, Mathematik und Erfindungsgeist gestalten sie die Technik der Zukunft.





Nicola Anesini, Photonics, Bachelorstudium, 2. Semester, Fachhochschule Graubünden

## «ICH KANN DIE ZUKUNFT MITGESTALTEN»

**Nicola Anesini (23) hat sich schon immer für Technik interessiert. Nach seiner Lehre als Automatiker hat er sich für den relativ neuen Studiengang Photonics der Fachhochschule Graubünden entschieden. Mit diesem zukunftssträchtigen Studium fühlt er sich gut für den Arbeitsmarkt gewappnet.**

### Womit beschäftigen Sie sich aktuell?

Im Moment beschäftige ich mich in meinem Studium mit dem elektrischen Feld und damit, wie sich dieses Feld auf bestimmte elektrische Bauelemente auswirken kann.

### Was gefällt Ihnen besonders am Studium?

Mir gefallen der praxisbezogene Unterricht und die grosse Freiheit, die in gewissen Fächern herrscht. Die Dozierenden geben uns teilweise nur Richtwerte an, aber ansonsten haben wir

freie Hand. Ebenso entspricht mir die Auswahl der Dozierenden, bei denen viele aus der Branche kommen, wie auch das zukunftsorientierte Denken des Studienleiters.

Ich werde mich sehr wahrscheinlich in Richtung Bildverarbeitung spezialisieren, da dies ein sehr spannendes Gebiet ist. Eine Kamera nimmt ein Bild auf, und aufgrund dessen, was auf dem Bild zu erkennen ist, wird eine Aktion ausgelöst. Damit kann zum Beispiel eine Qualitätskontrolle bei der Herstellung von Werkzeugen durchgeführt werden. Bei der Produktion von Schrauben beispielsweise kann mit Hilfe einer Kamera und einer Bildverarbeitungssoftware deren Länge und Form geprüft werden.

### Wie erleben Sie die Studienatmosphäre und den Studienalltag?

Es herrscht ein sehr angenehmes Klima unter den Studierenden und den Dozierenden. Auch werden Probleme und Anregungen wahrgenommen, und es wird versucht, diese umzusetzen.

### Ist Ihr Studium anstrengend?

Drei bis vier Tage sind gefüllt mit Vorlesungen, meist von 8 Uhr morgens bis 18.30 Uhr abends. Dies ist manchmal sehr ermüdend. Ich besuche aber alle Vorlesungen, da der Unterricht wirklich informativ ist und ich einfach nichts verpassen will. Zusätzlich arbeite ich ungefähr 8 bis 20 Stunden für das Studium.

Die ersten beiden Semester sind sehr intensiv und anstrengend. Es handelt sich um das Aufbaujahr, da lernt man alles Nötige für die späteren Semester. Danach wird es ein bisschen einfacher und auch interessanter. Denn dann fangen die spannenden Fächer an, wie zum Beispiel Konstruktion, Fertigung, Programmierung C++ usw. Und es bleibt noch Zeit für anderes, Hobbys und ähnliches. Für einen Nebenerwerb wird es beim Vollzeitstudium aber sehr knapp.

### Wieso haben Sie sich für Photonics entschieden?

Technik interessierte mich von klein auf, weshalb ich auch eine technische Lehre als Automatiker absolvierte.

Dadurch war für mich klar, dass auch das Studium in diese Richtung zielen soll. Schliesslich entschied ich mich für Photonics. Da Photonics sich mit lichtbasierten Technologien befasst, ist es ein sehr zukunftssträchtiges Studium, ich kann damit die Zukunft mitgestalten. Meine Erwartungen wurden bis jetzt komplett erfüllt, ich bin immer noch vollkommen davon überzeugt, dass dies der richtige Studiengang für mich ist.

### Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Voraussetzungen für dieses Studium?

Ein gutes mathematisches/technisches Verständnis oder entsprechende Erfahrung sind von Vorteil. Ansonsten sollte man Spass an der Technik haben.

### Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen?

Überlegt euch, was euch Spass macht oder was euch interessiert. Dann schaut, ob es Studiengänge gibt, die eure Interessen abdecken. Nutzt auf jeden Fall die Besuchstage des jeweiligen Studiums, damit ihr ein Gefühl dafür bekommt, ob dieses Studium etwas für euch ist.

### Haben Sie Überlegungen zu Ihrer späteren Berufstätigkeit angestellt?

Ich schätze meine Chancen auf dem Arbeitsmarkt als recht gut ein, da meine Fachhochschule über viele Partnerfirmen verfügt. Was die spätere Berufstätigkeit anbelangt, zieht es mich in zwei Richtungen: Die eine ist die Entwicklung neuer Produkte, die andere der Vertrieb solcher Produkte. Auf die berufliche Zukunft werde ich mich mit Praktika vorbereiten. Die Hochschule unterstützt die Studierenden bei der Suche nach Praktika tatkräftig.

### Wo sehen Sie sich in zehn Jahren? Was ist Ihr Traum?

Mein Traum wäre, mit einer neuen von mir entwickelten Technologie die Welt zu verändern und zu verbessern.

Interview  
Andreas Demuth



Barbara Bösch, Elektrotechnik, Bachelorstudium, 4. Semester, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

## «MIR GEFÄLLT DIE VERKNÜPFUNG VON THEORIE UND PRAXIS»

**Barbara Bösch (21) ist von ihrer Studienwahl hundertprozentig überzeugt. An der Fachhochschule schätzt sie vor allem die Verbindung der Theorie mit der praktischen Anwendung. Ihr berufliches Ziel ist es, im medizinischen Bereich zu arbeiten, um die Menschen dort mit nützlichen Dingen zu unterstützen.**

### Was sind aktuell Ihre Studienschwerpunkte?

Vom ersten bis zum dritten Semester haben alle die gleichen Grundlagenvorlesungen. Erst im vierten Semester kann man zwischen zwei Vorlesungen

wählen: Leistungselektronik oder Electronics for Analog Signal Processing. Ich habe mich für Letzteres entschieden, da mich das kleine Feine sowie Niederspannung und Niederstrom mehr interessieren.

### Was gefällt Ihnen besonders am Studium?

Mir gefällt alles am Studium, man erhält in sehr viele Bereiche einen Einblick. Durch die vielen Praktika und Projektarbeiten, bei denen man die Theorie gleich anwenden kann, weiss ich, dass ich mich richtig entschieden habe.

### In welche Richtung wollen Sie sich spezialisieren?

Im fünften und sechsten Semester können wir unseren Stundenplan selbst zusammenstellen und uns auf ein bestimmtes Gebiet spezialisieren. Zurzeit interessiert mich die Medizintechnik enorm. Ich werde in einem Forschungsinstitut ein Praktikum in diesem Bereich absolvieren, damit ich weiss, ob diese Branche das Richtige für mich ist.

### Wie sind Studienatmosphäre und Studienalltag an Ihrer Hochschule?

In unserem Jahrgang ist die Studienatmosphäre sehr gut. In der Pause wird zum Teil Uno gespielt, und nach einem anstrengenden Studientag geniessen wir manchmal zusammen ein Bier. Durch den interaktiven Unterricht an der Fachhochschule ist das Verhältnis zu den Dozierenden enger als an einer Universität. Man hat die Möglichkeit nachzufragen, wenn man etwas nicht verstanden hat. Zudem gibt es während den Prüfungsvorbereitungen Fragestunden, in der die Dozierenden offene Fragen beantworten.

### Wie kann man sich den Studienalltag oder eine typische Studienwoche vorstellen?

Im vierten Semester haben wir acht verschiedene Vorlesungen. Die meisten dauern 90 Minuten, ausser die Mathavorlesungen, die 180 Minuten lang sind. Diese Vorlesungen sind auf zwei Tage verteilt. Zusätzlich investiere ich pro Doppelkation Vorlesung ungefähr eine Stunde. Zu je vier Vorlesungen kommt ein Praktikum dazu, das auch zwischen 90 und 180 Minuten dauert. Ausserdem gibt es eine Projektschiene. Im vierten Semester haben wir den Auftrag, ein Moodlight selbst herzu-

stellen. Diese Projektschiene ist eine willkommene Abwechslung zum Studienalltag, da man hier seiner Kreativität und seinen Ideen freien Lauf lassen kann. Als Studentin, die alle Vorlesungen und auch alle Praktika besucht, bin ich jeden Tag von 8 bis ca. 17 Uhr an der ZHAW.

### Ist Ihr Studium anstrengend?

Ein Studium ist nur so anstrengend, wie man sich es selbst macht. Da ich eine eher ehrgeizige Person bin, setze ich mir hohe Ziele und arbeite entsprechend viel. Da mich das alles jedoch sehr interessiert, fällt es mir nicht schwer, mich dafür zu motivieren. In meiner Freizeit jedoch ist Sport sehr wichtig. Ich spiele Fussball und fahre mit dem Velo zur Schule. Das Training wie auch die Matches am Wochenende sind etwas, das ich nie auslasse. Auch nicht, um für die Schule zu lernen. Ein Ausgleich ist sehr wichtig, und man kann nicht immer nur lernen und für die Schule arbeiten. Zudem nehme ich mir Zeit für die Familie, um Freunde zu treffen oder für andere Aktivitäten.

### Wieso haben Sie sich für Elektrotechnik entschieden?

Ich habe vor dem Studium eine Lehre als Elektronikerin absolviert. Für diese Lehre und für das anschliessende Studium habe ich mich deshalb entschieden, weil mich interessiert, was hinter all diesen kleinen Geräten steckt und wie das genau funktioniert. Nach der Lehre wollte ich mich in dieses Gebiet vertiefen, da man in der Lehre erst einen groben Überblick erhält.

### Wurden Ihre Erwartungen an das Studium erfüllt?

Meine Erwartungen wurden definitiv erfüllt. Auch fühle ich mich wohl hier und bin mir zu 100 Prozent sicher, dass ich die richtige Wahl getroffen habe. Auch wegen den vielen Abwechslungen im Studienalltag durch die diversen Vorlesungen und Praktika.

### Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Voraussetzungen für dieses Studium?

Ich denke, man sollte Freude an der Technik haben, sich nicht nur für das

Oberflächliche interessieren, sondern stets neugierig sein, was dahinter oder darin steckt. Auch sollte man damit klarkommen, dass man nicht immer alles von Anfang an versteht und auch in der Freizeit fürs Studium arbeiten muss.

### Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen?

Studiert das, was euch gefällt und euch interessiert! Das Interesse ist das Wichtigste für ein Studium. Während des Studiums ist es sicher von Vorteil, wenn ihr euch gut in der Klasse versteht und euch zusammentut. Zum Beispiel, um die Zusammenfassungen für Abschlussprüfungen aufzuteilen, damit nicht alle eine eigene schreiben müssen.

### Haben Sie bereits Überlegungen zu Ihrer späteren Berufstätigkeit angestellt?

Ich möchte in der Medizin arbeiten, entweder in der Entwicklung oder in der Forschung, das weiss ich noch nicht so genau. Mein Ziel ist es, den Menschen zu helfen, und zwar mit nützlichen Dingen. Ich möchte Ärztinnen und Ärzte dabei unterstützen, Operationen präziser durchführen zu können. Oder mich engagieren, damit Krankheiten frühzeitig erkannt und möglichst früh behandelt werden können. Vielleicht werde ich aber auch in der Grundlagenforschung arbeiten: Wenn man besser versteht, warum Krankheiten ausbrechen, können sie besser behandelt werden. Oder es können sogar Vorkehrungen getroffen werden, damit sie gar nicht erst ausbrechen.

Wenn man Elektrotechnik studiert hat, vor allem an einer Fachhochschule, hat man meines Wissens sehr gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Solche Leute werden gesucht, da sie bereits mit Praxiserfahrung ins Berufsleben starten.

---

#### Interview

Andreas Demuth





**Sandro Baumgartner**, Elektrotechnik und Informationstechnologie, Masterstudium, 2. Semester, ETH Zürich

## «MEIN ZIEL IST EIN JOB, DER MIR FREUDE MACHT»

**Sandro Baumgartner (26) hat nach der Maturität eine verkürzte Berufshochschule abgeschlossen und ein Jahr gearbeitet. Aufgrund seines technischen und mathematischen Interesses kam für ihn nur ein ETH-Studium infrage. Schliesslich entschied er sich für das Studium der Elektrotechnik, bei dem ihn die Nähe zur Praxis besonders motiviert.**

### Was sind aktuell Ihre Studienswerpunkte?

Ich habe die grosse Freiheit, dass ich in meinem Masterstudium keine vorgeschriebenen Fächer habe. Daher konnte ich meine Vorlesungen nach

meinen Interessen zusammenstellen. Ich habe meine Schwerpunkte auf die Bereiche Kommunikation, Computer und Netzwerke sowie Data Science gelegt. Dabei habe ich mich mehr auf die mathematischen Grundlagen dieser

drei Gebiete spezialisiert als auf deren technische Umsetzung.

### Was gefällt Ihnen besonders am Studium?

Seit Beginn meines Studiums schätze ich es sehr, dass ich hier in den Vorlesungen immer gefordert bin und von Woche zu Woche Neues lerne. Während mir im Gymnasium oft der Bezug zur Praxis fehlte, kann ich mich im Studium meist gut motivieren, weil ich die Verwendung für den behandelten Stoff sehe.

Am Elektrotechnikstudium gefällt mir zudem besonders, dass es so interdisziplinär ist. Man hat Vorlesungen in Mathematik, Physik, Informatik, Elektronik und Mechanik. Für mich ist entscheidend, dass ich Grundlagen in verschiedenen Fachgebieten lerne, die ich dann als angehender Elektroingenieur kombinieren kann.

### Was gefällt Ihnen nicht?

Da gibt es nur sehr wenig. Die überfüllten Mensen fallen mir ein und die etwas engen Platzverhältnisse an der ETH. Zudem gibt es keine einheitliche Plattform, über die Studienunterlagen und Informationen veröffentlicht werden. Jeder Professor hat sein eigenes System. Ein einheitliches System würde mir einiges an Organisationsaufwand ersparen.

### Wie erleben Sie die Studienatmosphäre und den Studienalltag?

Mir gefällt die Atmosphäre unter den Studierenden an der ETH sehr. Die meisten sind offen, innovativ und unternehmungslustig. Auch der Zusammenhalt ist gut, man hilft sich gerne gegenseitig, und negatives Konkurrenzdenken gibt es trotz Leistungsdruck wenig. Es bestehen zudem viele Möglichkeiten, sich zu engagieren. Ich persönlich nutze beispielsweise regelmässig das breite Sportangebot des ASVZ (Akademischer Sportverband Zürich) und spiele in einer Studenten-Gruppe Theater.

Das Verhältnis zu den Dozierenden ist eher unpersönlich, werden doch die meisten Vorlesungen von vielen Leuten besucht. Wirklich in Kontakt kommt man erst, wenn man eine Do-

zentin oder einen Dozenten als Betreuungsperson für eine Studienarbeit hat. Persönlicher ist der Kontakt mit den Assistierenden, die die relativ kleinen Übungsgruppen leiten.

**Wie kann man sich eine typische Studienwoche vorstellen?**

Generell läuft es im Elektrotechnikstudium an der ETH so, dass man in jedem Fach Vorlesungen und Übungen hat. Diese finden in der Regel wöchentlich statt. Für die meisten Vorlesungen werden Übungen veröffentlicht. In den Übungsstunden besteht dann die Möglichkeit, der Assistentin oder dem Assistenten Fragen zu stellen.

Momentan belege ich von Montag bis Donnerstag Vorlesungen bzw. Übungsstunden, gesamthaft etwa 20 Stunden. Jeder Stundenplan ist allerdings individuell. Das tönt nach wenig, jedoch kommt noch einiges an Arbeit hinzu. Diese besteht aus dem Absolvieren von Übungen sowie der Vorlesungsvor- und -nachbereitung. Zudem müssen während dem Semester kleinere Projekte fertiggestellt werden. Die zusätzlich benötigte Zeit kann stark variieren. Bei mir ergeben sich in diesem Semester schätzungsweise 10 bis 20 Stunden zusätzlicher Aufwand pro Woche.

**Ist Ihr Studium anstrengend?**

Für mein Studium insgesamt benötige ich sicher nicht mehr Arbeitszeit als für einen 100-Prozent-Job. Im Studium fällt die Arbeit jedoch sehr unregelmässig an. Es kann schon vorkommen, dass kurz vor einer Prüfung oder der Abgabe einer Arbeit mal ein Wochenende durchgearbeitet werden muss. Im Gegenzug gibt es auch Zeiten, in denen ich ohne schlechtes Gewissen unter der Woche einen Tag Skifahren gehen kann.

Der Schlüssel für ein erfolgreiches und stressfreies Studium liegt in der Selbstorganisation und in der Selbstdisziplin. Verpflichtend sind an der ETH nur Prüfungen und Abgabetermine für Arbeiten. Ich persönlich schätze die Möglichkeit sehr, meine Zeit während des Studiums fast komplett frei einzuteilen, da sie mir Freiheiten gibt, die ich später im Berufsleben wohl nicht mehr haben werde.

Ich selbst finde neben dem Studium noch genügend Zeit für Sport, Hobbys und Freunde. Gerade Sport und Hobbys bieten einen notwendigen Ausgleich zur stark kopflastigen Arbeit fürs Studium, die ja auch sehr ermüdend sein kann. Einem Nebenerwerb nachzugehen, ist aber während den ersten beiden Studienjahren nicht zu empfehlen. Danach können viele Fächer frei gewählt werden und es gibt je nachdem genügend freie Zeit, um sein Studentenbudget etwas aufzubessern. Ich arbeite seit dem fünften Semester etwa 10 bis 20 Prozent in einem Nebenjob, ohne überlastet zu sein.

**Haben Sie sich bereits Überlegungen zu Ihrer späteren Berufstätigkeit gemacht?**

Konkrete Vorstellungen habe ich noch nicht. Speziell interessieren würde mich vor allem eine Arbeitsstelle im Bereich Forschung und Entwicklung. Generell schätze ich meine Chancen auf dem Arbeitsmarkt als sehr gut ein. Dies zeigt sich auch daran, dass je-

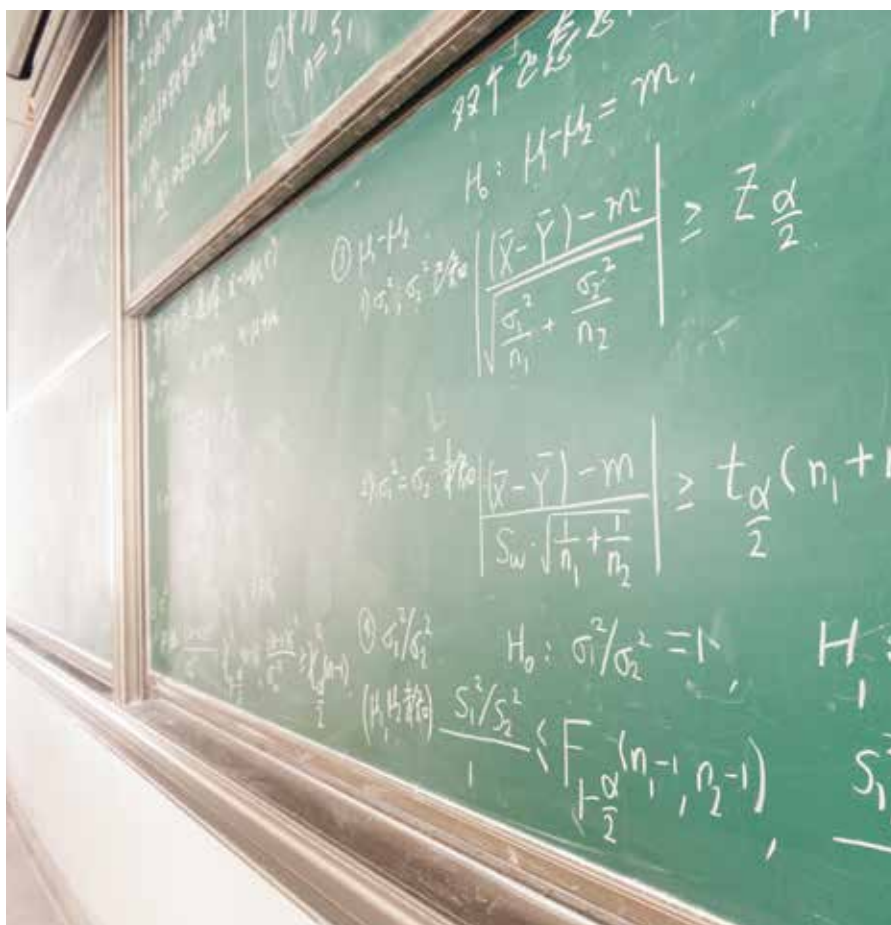
weils sehr viele Firmen auf der Jobmesse präsent sind.

**Welche beruflichen Ziele möchten Sie umsetzen? Was wäre Ihr Traum?**

Mein wichtigstes Ziel für mein Berufsleben ist, einen Job auszuüben, der mir Freude macht. Wenn ich in zehn Jahren einmal zurückblicke, möchte ich auf technische Innovationen schauen können, an deren Entwicklung ich massgeblich beteiligt war.

Ein Traum von mir wäre, kurz nach Studienabschluss ein Start-up zu gründen und damit erfolgreich zu sein. Es gibt ja einige Beispiele von ehemaligen Elektrotechnikstudierenden, die nach dem Studium erfolgreich mit einem Start-up gestartet sind. Ob dies für mich einmal so kommt, ist jedoch völlig offen.

**Interview**  
Andreas Demuth



Vertiefte Grundlagenkenntnisse in Mathematik, Physik, Informatik, Elektronik und Mechanik sind im Elektrotechnikstudium die Basis für einen guten Studienabschluss.

# WEITERBILDUNG



**Nach rund 15 Jahren Bildung in Volksschule, beruflicher Grundbildung oder Mittelschule und dem Abschluss eines Studiums liegt für viele Studienabgänger und Studienabgängerinnen der Gedanke an Weiterbildung fern – sie möchten nun zuerst einmal Berufspraxis erlangen oder die Berufstätigkeit intensivieren und Geld verdienen. Trotzdem lohnt sich ein Blick auf mögliche Weiterbildungen und Spezialisierungen; für gewisse Berufe und Funktionen nach einem Studium sind solche geradezu unerlässlich.**

Direkt nach Studienabschluss ist es meist angezeigt, mit Berufserfahrung die eigenen Qualifikationen zu verbessern. Ausgenommen sind Studienrichtungen, die üblicherweise mit einer Dissertation abschliessen (z.B. Naturwissenschaften) oder in stark reglementierte Berufsbereiche führen (z.B. Medizin). Weiterbildungen sind dann sinnvoll, wenn sie für die Übernahme von bestimmten Aufgaben oder Funktionen qualifizieren. Wo viele Weiterbildungen zur Wahl stehen, empfiehlt es sich herauszufinden, welche Angebote im angestrebten Tätigkeitsfeld bekannt und bewährt sind.

## FORSCHUNGSORIENTIERTE WEITERBILDUNG

Wer eine wissenschaftliche Laufbahn plant, muss eine Doktorarbeit (Dissertation) schreiben. Voraussetzung dafür ist der Abschluss eines Masterstudiums. Zurzeit (Stand 2020) kann ein Doktorat in der Schweiz nur an einer Universität erworben

werden. Viele Fachhochschulen konnten aber Kooperationen mit Universitäten eingehen, in denen Doktoratsprojekte auch für FH-Absolventen und -absolventinnen möglich sind. Die Einführung von Doktoratsprogrammen an Fachhochschulen ist in Diskussion. In einer Dissertation geht es um die vertiefte Auseinandersetzung mit einem Thema bzw. einer Fragestellung; daraus entsteht eine umfangreiche, selbstständige Forschungsarbeit. Ein Doktoratsstudium dauert in der Regel zwei bis vier Jahre. Viele kombinieren das Schreiben einer Dissertation mit einer Teilzeitbeschäftigung, oft im Rahmen einer Assistenz an einer Universität, zu der auch Lehraufgaben gehören. Das Doktoratsstudium kann auch an einer anderen Hochschule als das Bachelor- oder Masterstudium – auch im Ausland – absolviert werden. Die offizielle Bezeichnung für den Dokortitel lautet PhD (philosophiae doctor). Auf die Dissertation kann eine weitere Forschungsarbeit folgen: die Habilitation. Sie ist die Voraussetzung dafür, um an einer Universität bzw. ETH zum Professor bzw. zur Professorin gewählt zu werden.

## BERUFSORIENTIERTE WEITERBILDUNG

Bei den Weiterbildungen auf Hochschulstufe sind die CAS (*Certificate of Advanced Studies*) die kürzeste Variante. Diese berufsbegleitenden Nachdiplomstudiengänge erfordern Studienleistungen im Umfang von mindestens 10 ECTS-Punkten. Oftmals können die CAS kombiniert und allenfalls je nach Angebot zu einem MAS weitergeführt werden.



Mit *Diploma of Advanced Studies DAS* werden berufsbegleitende Nachdiplomstudiengänge bezeichnet, für die mindestens 30 ECTS-Punkte erreicht werden müssen.

Die längste Weiterbildungsvariante sind die *Master of Advanced Studies MAS*. Sie umfassen mindestens 60 ECTS-Punkte. Diese Nachdiplomstudiengänge richten sich an Personen mit einem Studienabschluss, welche bereits in der Berufspraxis stehen.

Nach einem fachwissenschaftlichen Studium kann eine pädagogische, didaktische und unterrichtspraktische Ausbildung (*Lehrdiplom-Ausbildung*) im Umfang von 60 ECTS absolviert werden. Mit diesem Abschluss wird das Lehrdiplom für Maturitätsschulen erworben (Titel: «dipl. Lehrerin/Lehrer für Maturitätsschulen [EDK]»). Diese rund einjährige Ausbildung zur Lehrerin, zum Lehrer kann im Anschluss an das fachwissenschaftliche Masterstudium absolviert werden oder

sie kann ganz oder teilweise in dieses integriert sein. Das gilt grundsätzlich für alle Unterrichtsfächer, unabhängig davon, ob der fachliche Studienabschluss an einer Universität oder an einer Fachhochschule (Musik, Bildnerisches Gestalten) erworben wird.

*Traineeprogramme, Praktika, Stages, Volontariate* u.a. sind eine besondere Form der berufsorientierten Weiterbildung. Sie ermöglichen, sich in einem bestimmten Gebiet «on the job» zu qualifizieren. Je nach Tätigkeitsfeld und Programm existieren sehr unterschiedliche Bedingungen punkto Entlohnung, Arbeitszeiten usw. Im Vordergrund steht der rasche Erwerb berufspraktischer Erfahrungen, was die Chancen auf dem Arbeitsmarkt erheblich verbessert. Weitere Infos: [www.berufsberatung.ch/berufseinstieg](http://www.berufsberatung.ch/berufseinstieg)

#### KOSTEN UND ZULASSUNG

Da die Angebote im Weiterbildungsbereich in der Regel nicht subventioniert werden, sind die Kosten um einiges

höher als diejenigen bei einem regulären Hochschulstudium. Sie können sich pro Semester auf mehrere tausend Franken belaufen. Gewisse Arbeitgeber beteiligen sich an den Kosten einer Weiterbildung. Weitere Infos: [www.berufsberatung.ch/studienkosten](http://www.berufsberatung.ch/studienkosten)

Auch die Zulassungsbedingungen sind unterschiedlich. Während einige Weiterbildungsangebote nach einem Hochschulabschluss frei zugänglich sind, wird bei anderen Angeboten mehrjährige und einschlägige Praxiserfahrung verlangt. Die meisten Weiterbildungen werden nur berufsbegleitend angeboten.

## BEISPIELE VON WEITERBILDUNGEN NACH EINEM STUDIUM DER ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Der technologische Wandel verläuft in hohem Tempo und verändert laufend den Alltag von Elektroingenieurinnen und Elektroingenieuren. Dies erfordert die Bereitschaft, sich ständig in neue Situationen einzuarbeiten und sich weiterzubilden. Hier ein paar Beispiele dazu:

#### **Didaktik-Zertifikat (DZ, ETHZ)**

Das Didaktik-Zertifikat eignet sich für das Unterrichten an Fachhochschulen, höheren Fachschulen und Schulen, welche für die eidgenössischen Berufs- und höheren Fachprüfungen vorbereiten sowie für Berufsfachschulen. Der erforderliche Zeitaufwand entspricht mindestens einem Jahr Vollzeitstudium und kann sich über maximal vier Jahre erstrecken.

[www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

#### **Applied Health Technologies (MAS, BFH)**

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

#### **Digital Industry (CAS, FHNW)**

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

#### **Eigenverbrauchsoptimierung (CAS, HSLU)**

[www.hslu.ch/technik-architektur](http://www.hslu.ch/technik-architektur)

#### **Industrie 4.0 (CAS, ZHAW)**

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

#### **Management, Technology and Economics (MAS, ETH)**

[www.mas-mtec.ethz.ch](http://www.mas-mtec.ethz.ch)

#### **Medical Physics (MAS, ETH)**

[www.mas-mp.ethz.ch](http://www.mas-mp.ethz.ch)

#### **Mikroelektronik und Sensorik (MAS, HSR)**

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

#### **Optoelektronik (CAS, FHGR)**

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

#### **Wirtschaftsingenieurwesen (MAS, ZHAW)**

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

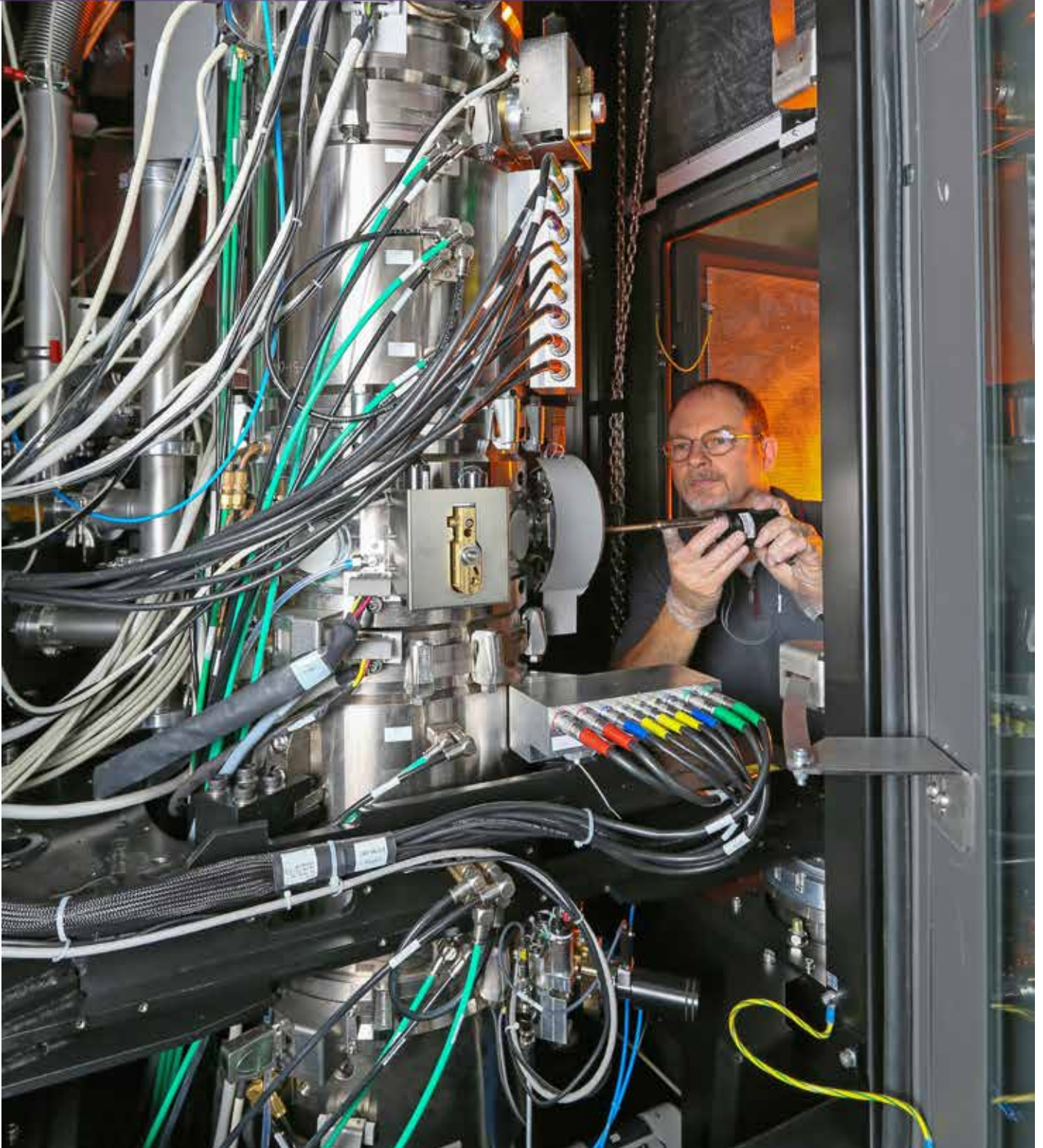
Aktuelle Weiterbildungskurse und -lehrgänge zu allen Fachgebieten und Themen finden Sie in der Schweizer Weiterbildungs-Datenbank.

[www.berufsberatung.ch/weiterbildung](http://www.berufsberatung.ch/weiterbildung)

Dieses Angebot hält Informationen zu weit über 30 000 Kursen und Lehrgängen bereit, von der beruflichen Weiterbildung über Hochschulangebote bis zur allgemeinen Erwachsenenbildung. Die Datenbank wird von den Berufs-, Studien- und Laufbahnberatungsstellen der Kantone laufend aktualisiert, verfügt über differenzierte Suchfunktionen und steht allen Interessierten kostenlos zur Verfügung.

# BERUF

- 46 BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT
- 48 BERUFSPORTRÄTS





# BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT

Die rasante technologische Entwicklung und zunehmende elektronische Durchdringung fast sämtlicher Lebensbereiche machen Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure zu gefragten Fachkräften. Aber auch in diesem dynamischen Berufsfeld kann sich eine wirtschaftliche Abkühlung negativ auf dem Stellenmarkt bemerkbar machen.

Insgesamt kann die Beschäftigungssituation der Elektroingenieurinnen und -ingenieure aber als sehr gut bezeichnet werden. Sie haben vergleichsweise selten Probleme beim Berufseinstieg und kaum jemand ist an einer Stelle beschäftigt, die keinen inhaltlichen Bezug zum Studium aufweist. Rückblickend betrachtet, würde denn auch eine grosse Mehrheit nochmals dasselbe Studium wählen.

Schon ein Blick auf die Porträts weiter hinten in diesem Kapitel lässt etwas von der Vielfalt der möglichen Tätigkeiten von Elektroingenieurinnen und -ingenieuren erahnen: Sie beschäftigen sich mit dem Antrieb von Lokomotiven, bauen Funknetze auf, arbeiten als Testingenieur/in, entwickeln Hard- und Software und sorgen für die Sicherheit von IT-Produkten.

Fast die Hälfte der Absolventinnen und Absolventen der ETH tritt nach dem Masterabschluss in den privaten Dienstleistungsbereich über. Hier arbeiten sie vornehmlich in Planungs- und Ingenieurbüros. 30 Prozent bleiben an der Hochschule, betreiben Lehre und Forschung und arbeiten an einer Dissertation; ein Fünftel ist in der Industrie tätig.

Im Unterschied dazu sind Absolventinnen und Absolventen der Fachhochschulen fast ausnahmslos in der Privatwirtschaft beschäftigt. Die Mehrheit arbeitet in der Industrie, rund ein Drittel in Planungs- und Ingenieurbüros. Hier zeigt sich, dass die Stossrichtung der Fachhochschulen eher auf anwendungsbezogene Tätigkeiten ausgerichtet ist, während die ETH-Studiengänge stärker auf die Grundlagenforschung abzielen. Etwas anders sehen die Beschäftigungsbereiche bei den FH-Studiengängen nach einem Masterstudium aus, das aber nur etwa 20 Prozent nach dem FH-Bachelor beginnen. Knapp ein Drittel der betreffenden Absolventinnen und Absolventen ist an Hochschulen tätig, meist in Lehre und Forschung an Fachhochschulen.

## VIELFÄLTIGE JOBPROFILE

Wer auf Stellenplattformen nach Jobs für Elektroingenieure und Elektroingenieurinnen sucht, findet rasch eine grosse Anzahl von Jobprofilen. Sie arbeiten als Elektroingenieur Antriebstechnik, Hardwareentwicklerin, Automationsingenieur, Verkaufingenieurin, Embedded Software Engineer, Projektleiterin Schienenfahrzeuge, Audio Electronics Engi-

neer, Electronic Engineer for Medical Devices, Elektroingenieur Energieanlagen, Electronics Test Engineer und vieles mehr. Einige gründen gleich selbst eine Firma und versuchen, sich mit ihrem Produkt auf dem Markt zu behaupten. Diese Vielfalt der Tätigkeitsgebiete widerspiegelt die Breite des Fachgebiets.

Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure entwickeln, produzieren und betreiben Geräte und Anlagen; das können Schienenfahrzeuge, aber ebenso Hörgeräte sein. Sie leiten Entwicklungs- und Kundenprojekte und sind verantwortlich, dass aus einer Idee ein marktfähiges Produkt entsteht. Sie bauen Prototypen und machen Versuchsaufbauten, überprüfen Produkte auf Funktionsstörungen und arbeiten an deren Optimierung. Sie sind als Messtechnikspezialist tätig, planen die Automation von Anlagen, verbessern Soft- und Hardware und konzipieren komplexe Schaltungen. Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure beschäftigen sich auch damit, elektrische Energie in Kraftwerken zu erzeugen. Sie sorgen für eine hohe Zuverlässigkeit bei der Übertragung und Verteilung der Energie und sind zudem an der Realisierung von Fotovoltaikanlagen beteiligt.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit in einem Team mit Spezialisten aus den verschiedensten Gebieten prägt den Berufsalltag. Neben solidem Fachwissen sind daher Fähigkeiten wie soziale Kompetenz, Verhandlungsgeschick und Konfliktfähigkeit gefragt. In einer Grossfirma wie etwa der ABB arbeiten zudem multikulturelle Teams, was Offenheit und Sensibilität für andere Kulturen voraussetzt. Aufgrund des schnellen technologischen Wandels verändert sich der Alltag von Elektroingenieurinnen und Elektroingenieuren fortwährend; nicht selten bestimmen Projektarbeit und Abgabetermine den Arbeitsalltag. Dies erfordert Flexibilität und die Bereitschaft, sich ständig in neue Situationen einzuarbeiten.

## BERATUNG, MARKETING, MANAGEMENT, FORSCHUNG UND LEHRE

Auch ausserhalb des Kerngebiets der Elektrotechnik und der Informationstechnologie besteht ein breites Betätigungsfeld. Privatunternehmen und Industrie brauchen Ingenieurinnen und Ingenieure als Berater, als Marketingfachleute, als Produktmanager oder als Spezialisten im Verkauf. In Versiche-





Elektrotechnikingenieure und -ingenieurinnen engagieren sich auch gerne in der Medizintechnik, wo sie zum Beispiel Geräte für die medizinische Überwachung konstruieren.

rungen sind sie als Schadenexperten und Analystinnen tätig. Sie können sich in der Forschung und Entwicklung an einer Hochschule oder in einem Unternehmen engagieren oder an einer Hochschule bzw. einer Berufsfachschule unterrichten. Auch im Journalismus können fundierte technische Kenntnisse eingesetzt werden.

Ausserdem sind zahlreiche Ingenieurinnen und Ingenieure mit einigen Jahren Berufserfahrung in Führungspositionen tätig, speziell in technologieorientierten Firmen.

#### NICHT IMMER LÄUFT ALLES RUND

Aber auch wenn die Stellenaussichten gut sind: Es kann durchaus vorkommen, dass jemand Mühe hat, einen Job zu finden, der ihm gefällt. Immerhin hatten rund 30 Prozent der Absolventinnen und Absolventen Schwierigkeiten, eine ihren Erwartungen entsprechende Stelle zu finden, wie eine Befragung des BfS zeigt.

Zudem suchen auch in Zeiten des Ingenieurmangels Arbeitgeber Mitarbeitende, die Arbeitserfahrung haben und möglichst gut zu einem genau definierten Stellenprofil passen, gute Noten hin oder her. Wer das nicht bieten kann, muss weitersuchen oder den Weg über ein Praktikum oder ein Traineeprogramm gehen. Konzerne wie Siemens oder ABB beispielsweise bieten Einstiegsprogramme an, in denen man verschiedene Geschäftseinheiten, Funk-

tionen und Abteilungen kennenlernen bzw. sich auf eine spätere Spezialisierung vorbereiten kann.

Angetroffene Schwierigkeiten bei der Stellensuche führen die Masterabsolventinnen und Masterabsolventen der Elektrotechnik an den ETH aber meist auf die fehlende Berufserfahrung zurück. Andererseits finden beinahe 90 Prozent, ihr Studium sei eine gute Grundlage für den Berufseinstieg.

Im Vergleich dazu haben Absolventinnen und Absolventen von Fachhochschulen grösstenteils eine berufliche Grundbildung absolviert. Sie haben mehr Praxis- und Arbeitsmarkterfahrung und wissen eher, wie man sich erfolgreich bewirbt.

Der Arbeitsmarkt für Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure ist sehr vielfältig und dynamisch. Wer sich fachlich auf dem neusten Stand hält und gegebenenfalls einen Umweg über den zweitbesten Job in Kauf nimmt, kann seiner beruflichen Zukunft optimistisch entgegensehen.

#### Quellen

*Die erste Stelle nach dem Studium.* Neuabsolvent/innen der Schweizer Hochschulen auf dem Arbeitsmarkt, SDBB 2019  
Websites der Institute  
Jobportale

## BERUFSPORTRÄTS

**Die folgenden Porträts geben Einblick in den Berufsalltag von Menschen, die im Bereich Elektrotechnik und Informationstechnologie tätig sind.**

#### FABIAN VOGT

Geschäftsführer ErvoCom Engineering AG

#### FRANZISKA BOSSHARD

System Engineer Traction und Technische Projektleiterin bei der ABB

#### JOËL GONSETH

Elektro- und -Testingenieur an der Universität Bern

#### BETTINA WYSS

Elektronikentwicklerin Hard- und Software bei Moser-Baer AG

#### THOMAS KUNZ

Head of IT Architecture bei aroov AG



**Fabian Vogt**, BSc FHO in Electrical Engineering, Geschäftsführer ErvoCom Engineering AG

## **GESCHÄFTSFÜHRER MIT PRAKTISCHEM GESCHICK**

**Fabian Vogt (30) hat bereits eine eindrucksvolle Berufskarriere hinter sich. Nach einer Elektroniker-Lehre mit Berufsmaturität absolvierte er das Vollzeit-Bachelorstudium Elektrotechnik an der Hochschule für Technik Rapperswil, der heutigen Fachhochschule OST. Anschliessend arbeitete er zwei Jahre als Hardware- und Softwareentwickler im**

**Familienunternehmen ErvoCom, wo er jetzt als Geschäftsführer tätig ist. Das hierfür benötigte betriebswirtschaftliche Know-how holte er sich mit einem Master of Advanced Studies in Wirtschaftsingenieurwesen.**

«An einem normalen Arbeitstag als Geschäftsführer habe ich immer wieder Kontakt mit dem Produktionsleiter sowie den Projekt- und Teamleitern und -leiterinnen. Dabei diskutieren wir Probleme, Risiken, Projektstände, Grösse der Produktionslose usw. Wir besprechen Lösungsansätze und bestimmen die weiteren Schritte. Wichtig ist, dass hierbei Entscheidungen getroffen werden, damit die zuständigen Teams weiterarbeiten und die Produktionen starten können. Neben dieser internen Koordination gibt es immer wieder Anfragen von Kunden oder Ausschreibungen, die häufig kurzfristig bearbeitet werden müssen. Dabei analysiere und koordiniere ich zusammen mit der Akquisition und der Entwicklung die technischen und kommerziellen Anforderungen und erstelle ein mögliches Lösungskonzept, das zur Bewertung von Risiken und Gewinnchancen verwendet wird. Aus den Erkenntnissen wird eine Offerte erstellt sowie eine interne Kalkulation, die bei Erhalt des Auftrags als Planungsgrundlage dient.

**BEDÜRFNISSE DER KUNDEN IM MITTELPUNKT**

Neben dem täglichen Geschäft gibt es jedoch auch strukturelle und kommerzielle Belange, die ständig überwacht und laufend angepasst werden müssen: Firmenorganisation, interne Prozesse, Firmenwachstum, Überwachen von Risiken, Cashflow-Management, Export- und Währungsabsicherungen, Personalmanagement, Marketingaufgaben und vieles mehr.

Als Geschäftsführer bin ich zudem für einen Teil des technischen Verkaufs, die Akquisition, zuständig, die das Pflegen von Vertriebspartnern und Stammkunden beinhaltet. Durch diese direkten Kundenkontakte ist es möglich, Marktanalysen durchzuführen und Produkte zu entwickeln, die

auf den Kunden und den Markt zugeschnitten sind. Meine Aufgabe ist es, die technischen Bedürfnisse der Kundinnen und Partner zu erfassen und diese zusammen mit der Entwicklungsabteilung zu analysieren und entsprechende Lösungen zu erarbeiten. Aus den laufenden Aufträgen und den Analysen wird eine Produkt-Roadmap zusammengestellt. Zusammen mit den Projektleitern können dann die entsprechenden Ressourcen für Entwicklung und Produktion koordiniert und geplant werden.

**KOMMUNIKATIONSLÖSUNGEN FÜR HOHE ANSPRÜCHE**

Die Kernprodukte der ErvoCom sind Zugfunksysteme, die international verkauft werden. Zusätzlich hat sich das Unternehmen im Blaulicht-Markt positioniert und liefert dort Funkarbeitsplätze sowie spezialisierte Fahrzeugrechner für Ortung, automatische

---

*«Eine Berufslehre mit Berufsmaturität und einem nachfolgenden Bachelorstudium ist meiner Meinung nach eine ausgezeichnete Ausbildung, die ich nur weiterempfehlen kann.»*

---

Zielführung, Auftragsmanagement usw. von Fahrzeugen. Für die Industrie mit höchsten Sicherheitsanforderungen baut das Unternehmen ganze Funknetze auf und ergänzt sie mit selber entwickelten Produktelösungen wie Inhouse-Ortungssystemen. Die Produktion der Eigenprodukte hat das Unternehmen mehrheitlich an externe Firmen ausgelagert.

Die ErvoCom ist ein Familienunternehmen, das 2001 als Aktiengesellschaft von meinem Vater Erich Vogt gegründet wurde. Die Firmengruppe besteht aus den Tochterfirmen ErvoCom Engineering AG, ErvoCom International AG und ErvoCom Schweiz AG. Mit der Reorganisation des Unternehmens in den Jahren 2014 bis 2015 haben mein Bruder Patrick und ich die Nachfolge angetreten und übernehmen schrittweise die Firma. Mein Bru-

der, der nach seiner Elektroniker-Lehre ein Betriebswirtschaftsstudium absolviert hat, ist als Geschäftsführer der ErvoCom International für den kommerziellen Bereich des Unternehmens zuständig, ich selbst aufgrund meines technischen Werdegangs für den technischen Bereich. Als Firmengründer mit langjähriger Erfahrung unterstützt uns unser Vater jedoch in technischen und kommerziellen Fragen und ist als Geschäftsführer der ErvoCom Schweiz AG weiterhin vollumfänglich in das operative Geschäft eingebunden.

**DER WEG DER PRAXIS**

Ich habe mich damals für eine Berufslehre als Elektroniker entschieden, da mich die Praxis interessierte. Eine rein akademische Karriere war nie ein Thema. Eine Berufslehre mit Berufsmaturität und einem nachfolgenden Bachelorstudium ist meiner Meinung nach eine ausgezeichnete Ausbildung, die ich nur weiterempfehlen kann. Wer eine Lehre macht, sieht aus erster Hand, welche möglichen Aufgaben nach dem Studium auf ihn warten. Die Wahl des Studiengangs basiert somit auf konkreten Eindrücken und widerspiegelt einen möglichen späteren Arbeitsalltag. Durch die vielseitigen Weiterbildungsmöglichkeiten können sich Ingenieure und Ingenieurinnen zudem in eine technische Richtung vertiefen oder mehr in Richtung Wirtschaft fortbilden, was Aufgaben im mittleren Kader oder als Produktmanager ermöglicht.

Nach der Lehre habe ich in einem dreijährigen Vollzeitstudium an der Hochschule für Technik Rapperswil meinen Bachelor in Elektrotechnik erworben. Schon während meiner Studienzeit habe ich als Freelancer in der ErvoCom gearbeitet. Nach meinem Abschluss hat sich der Wechsel in die Berufswelt somit einfach gestaltet. Zuerst habe ich dann zwei Jahre als Hard- und Softwareentwickler gearbeitet. Bei meiner neuen Tätigkeit als Geschäftsführer ab dem Jahr 2015 musste ich feststellen, dass gewisse Wissenslücken in betriebswirtschaftlichen Bereichen wie Bilanzen, Marktanalysen, Marketing, Arbeitsrecht



usw. vorhanden sind. Der Weiterbildungsstudiengang MAS Wirtschaftsingenieur half mir, diese Lücken zu schliessen. Er ist für Ingenieure und Ingenieurinnen konzipiert und vermittelt grundlegende betriebswirtschaftliche Kenntnisse.

### MUT ZU ENTSCHEIDUNGEN

In der heutigen Zeit kann nahezu kein Geschäft abgeschlossen werden, ohne gewisse Risiken einzugehen. In meiner Tätigkeit müssen immer wieder Entscheidungen getroffen werden, auch sehr schwierige und auch solche, die sich im Nachhinein als falsch erweisen können. In diesen Situationen ist es umso wichtiger, den Mut nicht zu verlieren, mit vollem Elan nach vorne zu schauen und neue Chancen wahrzunehmen.

Als Unternehmer freue ich mich daher immer, wenn ich sehe, dass Projekte im gegebenen kommerziellen Rahmen erfolgreich umgesetzt wurden und die Kunden und Kundinnen vollumfänglich zufrieden sind. Dies zeigt uns, dass wir die Bedürfnisse der Kundenschaft richtig erkannt und die Risiken im Projekt korrekt eingeschätzt ha-

ben. In öffentlichen Ausschreibungen werden neben den kommerziellen Aspekten wie Preise, Lieferzeiten usw. auch die technischen Lösungskonzepte bewertet und gegenüber den Konkurrenten verglichen. Solche Ausschreibungen zu gewinnen, ist schon ein toller Moment und eine Bestätigung, dass das Unternehmen die richtige Strategie gewählt hat und der Konkurrenz einen Schritt voraus ist.

Die ErvoCom hat das Ziel, weiter zu wachsen und neue Marktsegmente zu erschliessen. Durch das Wachstum gibt es stets neue Herausforderungen zu bewältigen, wie zum Beispiel die Finanzierung von Projekten, das Finden von geeignetem Personal oder die Anpassung und Erweiterung bestehender Prozesse. Da liegen spannende Aufgaben vor mir, und ich hoffe, dass ich noch lange bei der ErvoCom arbeiten kann.»

#### Porträt

Andreas Demuth

#### Weitere Informationen

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



Die ErvoCom, bei der Fabian Vogt als Geschäftsführer tätig ist, hat sich u.a. auf Zugfunksysteme spezialisiert, die international verkauft werden. Im Bild ein Zug der Firma Stadler Rail, für welche die ErvoCom eine Fahrgastinformation entwickelt hat.



**Franziska Bosshard**, MSc ETH in Elektrotechnik und Informationstechnologie, System Engineer Traction und Technische Projektleiterin bei der ABB

## INGENIEURIN IM INTERNATIONALEN GROSSKONZERN

**Franziska Bosshard (31) sammelte bereits während ihres Studiums an der ETH viel praktische Erfahrung. Nicht zuletzt deshalb hatte sie schon vor dem Masterabschluss einen Arbeitsvertrag mit einem Grosskonzern in der Tasche. Auf ihre berufliche Zukunft blickt sie optimistisch; sie weiss, dass ihr zahlreiche spannende Wege offenstehen.**

«Ich arbeite bei einem internationalen Grosskonzern, der in den Bereichen Automatisierung und Energieübertragung tätig ist. Das Arbeitsumfeld ist multikulturell: Es ist normal, im Grossraumbüro verschiedene Sprachen zu hören, und in vielen Projekten arbeite ich auch mit Standorten im Ausland zusammen.

Als Elektroingenieurin im Eisenbahnbereich beschäftige ich mich mit dem elektrischen Antriebsstrang von Loks, Triebzügen und Elektrobussen, d.h., mein System umfasst normalerweise Transformatoren, Eingangsfiler, Stromrichter und Motoren; neuerdings auch zunehmend Batterien. Zurzeit arbeite ich gerade an einem Doppelstockzug für Deutschland.

#### INGENIEURIN UND PROJEKTLITERIN

Als Systemingenieurin bin ich für die Auslegung und Überprüfung des elektrischen Antriebstrangs zuständig. Es geht darum sicherzustellen, dass alle Anforderungen erfüllt werden und dass das System zum Schluss korrekt funktioniert. Wichtige Themen sind zum Beispiel Energieeffizienz, thermische Auslegung oder auch die Interaktion mit anderen Systemen, etwa den Sicherungsanlagen im Gleisbereich. In der Designphase eines Projekts mache ich viele Simulationen und Berechnungen am Computer und stimme mich mit anderen Teilbereichen ab. Dementsprechend stehen auch etliche Meetings in der Agenda und es finden viele technische Diskussionen «spontan am Tisch des Kollegen» statt.

Sobald das erste Stück einer Serie gebaut ist, verschiebt sich der Fokus aufs Testen. Ich verbringe dann auch Zeit im Labor und überprüfe, ob sich das System wie erwartet verhält und alle Ansprüche erfüllt. Danach bin ich immer wieder mal auf dem fertig gebauten Zug auf Messfahrten dabei. Hier überprüfen wir ebenfalls, ob das fertig eingebaute System die Anforderungen erfüllt.

In der Rolle als Technische Projektleiterin beschäftige ich mich mit den typischen Projektleitungsaufgaben: Zeitplan aufstellen, Arbeitspakete definieren, Ressourcen sicherstellen, das Projektteam koordinieren, mit

dem Kunden kommunizieren und die reibungslose Abwicklung des Projekts aus technischer Sicht sicherstellen.

#### OPTIMISMUS UND DURCHHALTEWILLEN

Am schönsten in meinem Beruf sind die Momente, wenn die Lösung für ein herausforderndes Problem gefunden wurde. Oder wenn man am Ende eines Projekts das fertiggestellte System vor sich hat, alles so läuft, wie es sollte und man sieht, dass der Kunde damit einen echten Mehrwert bekommen hat.

Vor diesen Momenten liegen oft wochen- bis monatelange Design- und Testphasen. Es tauchen Probleme – technische, bürokratische und auch menschliche – auf, und manchmal weiss man schlicht nicht mehr, wie man den Projektplan einhalten oder alle Anforderungen erfüllen kann. Hier nicht aufzugeben, sondern weiter nach Lösungsansätzen zu suchen und im Team mit vollem Einsatz weiterzukämpfen, ist nicht immer ganz einfach. Aber gerade diese Phasen schweissen einen auch zusammen und lassen die Freude umso grösser sein, wenn schliesslich alle Probleme gelöst werden konnten. Lösungen findet man immer, aber es hilft, als Ingenieurin einen gewissen Grundoptimismus zu haben.

#### WERTVOLLE PRAXIS WÄHREND DES STUDIUMS

Der Übergang ins Berufsleben gestaltete sich relativ einfach – ich hatte bereits vor Abschluss der Masterarbeit einen Arbeitsvertrag. Ich habe mich im letzten Studienjahr intensiv an Firmenmessen umgeschaut, war an Anlässen des Career Centers und sprach mit möglichst vielen Kollegen und Kolleginnen, die bereits den Sprung in die Berufswelt gemacht hatten. Geholfen hat auch, dass ich bereits Erfahrung aus mehreren Praktika mitbrachte. Auslandsaufenthalte, Engagements in Vereinen und breites Interesse auch ausserhalb meines Fachgebiets wurden positiv gewertet. Für den Einstieg via Traineeprogramm hat mir sicher geholfen, dass ich bereits während des Studiums erste Erfahrungen mit Assessment Centers gemacht hatte.

Das ABB-Traineeprogramm umfasste – in verschiedenen Geschäftsfeldern und Funktionen – drei Stationen zu sechs Monaten, eine davon in Neuseeland. Danach stieg ich als Systemingenieurin in die Abteilung Traktion ein. Zu Beginn war ich rein technisch tätig, seit September 2019 bin ich auch als Technische Projektleiterin aktiv.

#### VIELE MÖGLICHKEITEN ZUR WEITERENTWICKLUNG

Von meiner jetzigen Position aus gibt es verschiedene Möglichkeiten, mich beruflich weiterzuentwickeln: Technisch, indem ich mein «System» erweitere, also zum Beispiel vom Antriebsstrang auf Level Zug wechsele. Oder es ändere, indem ich zum Beispiel in ein anderes Gebiet wechsele wie alternative Energien oder Medizintechnik. Bezüglich Funktion, indem ich etwa in Richtung Verkauf gehe und somit in die Phase vor dem eigentlichen Projektstart, in der man mit dem Kunden erstmal eine grobe Lösung ausarbeitet. Auch Vollzeit-Projektleitung wäre eine interessante Möglichkeit, ebenso eine Weiterentwicklung in eine Führungsfunktion. Und schliesslich bezüglich Industriezweig: Ein Wechsel von der Zulieferindustrie zu einem Betreiber wie zum Beispiel den SBB wäre sicher spannend. Aber auch ein Wechsel von einem Grosskonzern zu einem Startup wäre eine bereichernde Erfahrung. Kurz, es gibt sehr viele Möglichkeiten und ich bin überzeugt, dass jeder dieser Wege mir etwas zu bieten hat. Das Wichtigste für mich ist, dass mir meine Tätigkeit Spass macht, ich Verantwortung übernehmen kann, jeden Tag gefordert bin und ich in einem angenehmen Arbeitsumfeld arbeiten kann.»

#### Porträt

Andreas Demuth

#### Weitere Informationen

<https://new.abb.com/ch>





Joël Gonseth, BSc Elektrotechnik und Informationstechnologie, Elektro- und Testingenieur an der Universität Bern

## PROBLEMLÖSER MIT GROSSER WERKZEUGKISTE

Joël Gonseth (26) arbeitet in der Abteilung Space Research & Planetary Sciences des Physikalischen Instituts der Universität Bern. Hier trägt er dazu bei, dass Experimente im Weltraum erfolgreich durchgeführt werden können. Sein Studium hat er berufsbegleitend absolviert und bereut es keine Sekunde. Denn die gegenseitige Befruchtung von

## Theorie und Praxis fand er äusserst hilfreich und spannend.

«Ich bin eine Kombination aus Elektronikingenieur und Testingenieur für verschiedene Labore. Meine Tätigkeit umfasst mehrere Aufgaben, unter anderem den Unterhalt der Anlagen. Diese Anlagen bestehen aus Vakuumkammern und deren Versuchseinrichtung. Das sind hochkomplexe, von der Universität Bern selbst entwickelte Unikate, für welche die Universität weltweit einen guten Ruf geniesst. Aus diesem Grund kommen Wissenschaftler aus der ganzen Welt zu uns nach Bern, beispielsweise von der NASA oder der ESA. Sie kommen, um ihre Massenspektrometer in unseren Anlagen zu kalibrieren.

Vereinfachtes Beispiel: Wir produzieren einen Argon-Ionenstrahl und schießen damit auf das zu kalibrierende «Device Under Test». Die Wissenschaftler wissen nun, wie ein Argon-Ionenstrahl auf ihrem Massenspektrometer aussieht. Die Messdaten aus dem Weltraum können interpretiert werden, indem sie mit den Messdaten von der Messkampagne hier in Bern verglichen werden.

## ZWEI UNTERSCHIEDLICHE FUNKTIONEN

Falls wir solche Kunden haben, bin ich in dieser Zeit als Testingenieur für die Infrastruktur der Vakuumkammer sowie den Ionen- und Neutralgasstrahl verantwortlich. Vor einer solchen Messkampagne besteht meine Hauptaufgabe darin, die Infrastruktur auf die Besonderheiten des Experiments vorzubereiten. Hier übernehme ich die Rolle eines Elektroingenieurs, meines eigentlichen Berufs. Die Vakuumkammer wird laufend an die neuen Herausforderungen angepasst. Häufig sind neue Systeme erforderlich, wie etwa ein beweglicher Tisch in der Vakuumkammer zur Positionierung des «Device Under Test». Solche Systeme sind in der Regel nicht ab der Stange erhältlich, da alles vakuumtauglich sein und in die Vakuumkammer passen muss. Sie müssen daher speziell für das anstehende Experiment entwickelt werden.

Zu diesem Zweck werden elektronische Schaltungen entwickelt und programmiert, immer mit dem Ziel, eine absolut komplikationsfreie Messkampagne durchführen zu können. Weltraummissionen haben immer einen genauen Zeitplan, der eingehalten werden muss. Oft hat man nur ein sehr kleines Zeitfenster für den Start der Rakete. Danach stehen die Planeten wieder ungünstig zueinander und man muss mehrere Jahre auf die nächste geeignete Konstellation warten.

## ELEKTROINGENIEUR ALS PROBLEMLÖSER

Mein typischer Arbeitstag hängt also von der Phase ab, in der wir uns befinden. In der Vorbereitungsphase werden Systeme entwickelt, welche die Anforderungen des neuen Experiments erfüllen. Der Elektroingenieur steht immer vor Problemen. Er ist ein

---

*«Man schafft etwas Neues und kann so kreativ mit seinen Lösungen sein, wie man will. Am Ende entsteht ein Gerät oder System, das genau das macht, was der Kunde oder die Kundin gefordert hat.»*

---

Problemlöser, der über eine sehr breite Palette von Werkzeugen zur Entwicklung von Lösungen verfügt.

Der Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Systemen, Geräten und Software. Man schafft etwas Neues und kann so kreativ mit seinen Lösungen sein, wie man will. Am Ende entsteht ein Gerät oder System, das genau das macht, was der Kunde oder die Kundin gefordert hat. Je nach Auftrag erfolgt die Entwicklung unter bestimmten Vorgaben. In der Weltraumforschung zählen Zuverlässigkeit, Sauberkeit und Genauigkeit.

## GROSSE VERANTWORTUNG ALS TESTINGENIEUR

Während einer Messkampagne sieht meine Aufgabe ein wenig anders aus. Ich schlüpfte in die Rolle des Testingenieurs. Ich bediene nun alle meine ent-

wickelten Geräte und Anlagen. Ein typischer Tag sieht so aus, dass ich morgens früh komme, um den am Vortag mit den Kunden abgemachten Ionenstrahl zu generieren. Nach einer Stunde kommen meine Kunden und wir messen den Tag durch. Am Abend gilt es, die Anlage wieder in einen sicheren Zustand zu bringen. Ich bin der Erste, der in diesen Tagen zur Arbeit kommt und der Letzte, der nach Hause geht.

Fehlmanipulationen meinerseits können schnell mehrere Millionen Franken kosten und zur Zerstörung eines Weltraumexperiments führen. Hier trage ich eine grosse Verantwortung und bin persönlich für die Vakuumkammer und das zu testende Experiment verantwortlich. Auch als Testingenieur gilt es, Probleme zu lösen. Wie können wir etwas Bestimmtes messen? Wie können wir an die Grenzen gehen, ohne diese zu überschreiten? Sehr wichtig an solchen Tagen ist die Interaktion mit den Wissenschaftlern. Eine direkte Kommunikation verhindert Katastrophen und ist wesentlich, um Missverständnisse zu vermeiden.

## AUCH SCHWIERIGE ZEITEN

In meiner Arbeit geht es darum, Probleme zu lösen, die vor mir niemand gelöst hat. Dies kann von Zeit zu Zeit frustrierend sein. Lösungsansätze können nicht funktionieren und man muss nach alternativen Lösungen suchen. Es gibt Tage, an denen ich abends das Gefühl habe, nicht weiter als am Morgen zu sein. Das stimmt natürlich nie ganz, da ich schon etwas gelernt habe. Selbst wenn es nur das Wissen ist, dass dieser Versuch nicht funktioniert. Aber solche Tage sind nicht besonders motivierend. Resilienz ist in solchen Momenten wichtig.

Ich habe noch keine Elektroingenieurin und keinen Elektroingenieur kennengelernt, die oder der nicht belastbar ist. Das gehört zum Job einfach dazu. In solchen Momenten gehe ich jedoch oft ein wenig demotiviert nach Hause und grübele unbewusst weiter über das Problem. Häufig kommt die Lösung unerwartet unter der Dusche oder in einer schlaflosen Nacht. Und dann kommt man am nächsten Tag

mit einer brillanten Idee zur Arbeit zurück. Ich habe dann vielleicht nicht gut geschlafen, aber das macht nichts, wenn ich am nächsten Tag eine funktionierende Lösung auf dem Laborisch habe.

### WACHSEN AN SCHWIERIGKEITEN

Schwierige Situationen lassen mich menschlich wachsen. Ich erinnere mich an eine Situation während des Studiums, in der ich nahe an meine Grenzen kam. Ich hatte chinesische Gäste im Labor, die ihr Massenspektrometer hier in Bern kalibriert haben. Zugleich hatten wir im Studium viele zeitaufwendige Projekte, und Ende Monat standen viele Abschlussprüfungen an, die wir vorbereiten mussten.

Bei Messkampagnen beträgt der Arbeitstag immer deutlich mehr als zwölf Stunden. Die zusätzliche Belastung durch das Studium führte für mich zu einem Monat mit kompletter Arbeitsbelastung. Ich hatte keine Zeit für etwas anderes. Durchschnittlich habe ich in diesen Monaten drei bis vier Stunden pro Nacht geschlafen. Abgesehen von Arbeiten, Pendeln, Lernen und Schlafen gab es einen Monat lang nichts anderes. 16- bis 18-Stundentage waren an der Tagesordnung. Das war die schwierigste Situation im gesamten Studium. Das ist ein Problem, das man nur im berufsbegleitenden Studium hat.

Was habe ich in dieser Situation gelernt? In erster Linie, wo meine Grenzen liegen und wozu ich fähig bin. Ich denke, darum geht es beim Studium. Vielleicht muss man sich manchmal beweisen, wozu man fähig ist? Als Ingenieur gibt es ja ähnliche Phasen, wenn auch nicht ganz so ausgeprägt. Denn Entwicklung und Forschung sind schwierig zu planen. Es gibt Wochen, in denen man im Verzug ist und liefern muss, Wochen, in denen die Arbeit zur Priorität Nummer eins wird. Das sind aber auch aufregende Zeiten, die ich nicht missen will.

### STUDIUM MIT ARBEITSERFAHRUNG

Ich habe berufsbegleitend studiert und war während meines Studiums immer angestellt. Nach meinem Abschluss hatte ich bereits fünf Jahre Berufser-

fahrung in meinem Bereich. Ich beschloss, beim Arbeitsgeber zu bleiben, den ich während meines Studiums hatte. Natürlich änderten sich Stellenbeschreibung und Gehalt.

Das ist der immens grosse Vorteil des berufsbegleitenden Studiums: Man macht sich auf dem Arbeitsmarkt wertvoll, indem man mit Arbeitserfahrung und eventuell auch mehr Reife gegenüber Vollzeitstudierenden punktet. Allerdings gehört man im Studium wohl nie zu den Besten. Dafür fehlt durch die zusätzliche Arbeitsbelastung schlicht die Zeit.

### GEGENSEITIGE BEFRUCHTUNG

Ich würde definitiv wieder berufsbegleitend studieren. Ich konnte meine Berufserfahrung im Studium immer nutzen. In vielen Situationen war die Theorie für mich viel einleuchtender, weil ich Probleme bei der Arbeit hatte, die mir im Studium erklärt wurden. Mit dem praktischen Bezug hatte ich für vieles einen visuellen Vergleich. Das hat mir das Verständnis ungewein erleichtert. Ein schönes Gefühl, wenn plötzlich alles Sinn macht, wenn ein Problem plötzlich sonnenklar ist. Das Studium wiederum erweitert den Horizont und die Werkzeugpalette, um ein Problem zu lösen. Indem man sich

---

*«Entwicklung und Forschung sind schwierig zu planen. Es gibt Wochen, in denen man im Verzug ist und liefern muss, Wochen, in denen die Arbeit zur Priorität Nummer eins wird.»*

---

die Grundlagen der verschiedensten Bereiche aneignet, kann man später eigene, fundierte Entscheidungen treffen. Man weicht ab von Kochbuchlösungen und kann massgeschneiderte Lösungen selber entwickeln.

Neben dem Studium zu arbeiten, macht das Ganze sehr viel spannender. Die Erfahrungen während dieser Zeit sind unbezahlbar und nicht mit Gold aufzuwiegen. Zudem ist es eine Genugtuung, das Studium selbst finanzieren zu können. Vielleicht braucht es

mehr Motivation und mehr Eigenverantwortung. Aber ich habe mir Qualitäten angeeignet, die mir in meiner persönlichen Entwicklung sehr geholfen haben. Ich würde daher jedem ein berufsbegleitendes Studium empfehlen. Zudem kann man immer zu Vollzeit wechseln, falls die Mehrbelastung zu gross wird.

### AM LIEBSTEN EIN START-UP

In meiner derzeitigen Position habe ich nicht allzu viele Möglichkeiten, mich intern weiterzuentwickeln. Ich erachte meine aktuelle Position jedoch als eine gute erste Beschäftigung nach dem Studium. Logischerweise braucht es aber bald neue Erfahrungen.

Ich möchte die Zügel so bald wie möglich selbst in die Hand nehmen und ein Entwicklungsteam leiten oder, noch lieber, ein Start-up aufbauen. Selber die Richtung bestimmen und etwas Eigenes grossziehen. Mein Ziel ist es, die gesamte Entwicklung eines Produkts zu leiten und zu verfolgen. Das wird mein nächster grosser Schritt sein.»

---

#### Porträt

Andreas Demuth

#### Weitere Informationen

[www.space.unibe.ch](http://www.space.unibe.ch)





**Bettina Wyss**, BSc in Elektrotechnik HSLU, Elektronikentwicklerin Hard- und Software bei Moser-Baer AG

## ENTWICKLERIN MIT VIELSEITIGEN AUFGABEN

**Bettina Wyss (27) hat nach dem Gymnasium die Praxis gesucht und eine Way-up-Lehre als Elektronikerin absolviert. Der Berufseinstieg nach dem anschliessenden Bachelorstudium fiel ihr nicht schwer, auch weil sie durch die Fachhochschule gut darauf vorbereitet wurde.**

## Jetzt kehrt sie wieder zurück an die Hochschule Luzern, um ein Masterstudium in Angriff zu nehmen.

«Ich entwickle Hardware und Software für Zeitsysteme. Darunter versteht man Uhrensysteme, wie man sie zum Beispiel in einem Schulhaus oder einem Spital verwendet, aber auch Zeitserver. Zeitserver dienen dazu, ein System mit sehr genauer Zeit zu versorgen. Präzise Zeit wird in immer mehr Bereichen immer wichtiger. Sie spielt zum Beispiel in der Automation, der Telekommunikation oder auch in der Stromversorgung eine wichtige Rolle.

Momentan arbeite ich an einer neuen Elektronik für ein Uhrwerk. Es braucht ein Re-Design von Hard- und Software; ausserdem wird das Produkt optimiert. Beispielweise wird die Ansteuerung des Motors im Uhrwerk überarbeitet, sodass dieses weniger vibriert, dadurch leiser ist und so weniger Verschleiss aufweist. Meine Arbeit ist eng mit der Mechanik, aber auch mit der Informatik verknüpft.

### VIELSEITIGE TÄTIGKEIT IN TRADITIONSUNTERNEHMEN

Meine Tätigkeiten sind sehr abwechslungsreich. Einerseits entwickle ich neue Hardware und Software, andererseits betreue ich aber auch bestehende Produkte. Ein Kunde möchte etwa bei einem Produkt ein zusätzliches Feature, oder manchmal hat ein Produkt einen Bug, den man zuerst reproduzieren und dann beheben muss. Ausserdem plane und leite ich diverse Projekte. Da die Entwicklungsabteilung klein ist, beinhaltet meine Arbeit alles: von der Machbarkeitsabklärung über die Entwicklung bis hin zur Industrialisierung und Betreuung der Produkte auf dem Markt.

Die Moser-Baer AG ist ein Traditionsunternehmen, das im Jahre 1938 gegründet wurde. Die Holding beschäftigt weltweit gegen 400 Personen. In Sumiswald im Emmental arbeiten ca. 130 Personen in der Produktion von Zeitsystemen und Medizinaltechnik. Die Produktpalette ist sehr gross, was zum Teil auch historisch bedingt ist.

So werden hier neben den bekannten Bahnhofsuhren z.B. auch die Postautohupen produziert. Diese breite Produktpalette ist eine grosse Herausforderung, weil die Entwicklungsabteilung vergleichsweise klein ist und jede und jeder Mitarbeitende mehrere Produkte betreuen muss. Die Produkte sind zudem langlebig und werden lange von der Moser-Baer supportet. Speziell ist auch, dass der Grossteil der Arbeit in Sumiswald gemacht und fast nichts ausgelagert wird. Das finde ich in der heutigen Zeit toll.

Ganz besonders gefällt mir meine Arbeit, wenn ich etwas zum Laufen bringe. Wenn ich also eine Zeitlang an einem Problem sitze und es dann endlich gelöst habe. Ich mag auch den kreativen Aspekt an meiner Tätigkeit, etwas, was man von diesem Beruf ja nicht unbedingt erwarten würde. Doch es gibt immer verschiedene Lösungen, die zum Ziel führen, jede Entwicklerin und jeder Entwickler würde es etwas anders machen. Die Herausforderung dabei ist, die Geduld nicht zu verlieren, falls etwas nicht auf Anhieb funktioniert oder man lange braucht, um ein Problem zu beheben.

### SCHNELL IM BERUF ANGEKOMMEN

Ich habe mich bei verschiedenen Firmen direkt beworben und wurde überall für Gespräche eingeladen. Zum Schluss hatte ich gar die Wahl zwischen zwei Stellen, obwohl es der Wirtschaft nur mässig gut ging.

Im Beruf selbst habe ich mich schnell zurechtgefunden. Die Fachhochschule bereitet einen gut darauf vor. Geholfen hat mir auch, dass ich nach der Maturität die Way-up-Lehre als Elektronikerin gemacht habe. Dadurch konnte ich bereits praktische Erfahrungen sammeln. Ausserdem traf ich bei meiner ersten Anstellung auf ein super Team. Ich hatte dort einen kompetenten Mentor und wurde besonders auch von den erfahrenen Mitarbeitenden sofort integriert.

### GUT VORBEREITET DURCH DIE HOCHSCHULE

Ich habe meinen Weg über die gymnasiale Maturität, Way-up-Lehre und dann Studium an der Fachhochschule

in Luzern nie bereut. Durch die Maturität habe ich eine gute Allgemeinbildung und war in Mathematik und Naturwissenschaften sehr gut vorbereitet. Während der Way-up-Lehre konnte ich mir im Klaren darüber werden, ob mir diese Arbeit überhaupt gefällt. Ich lernte dort Elektroingenieure kennen und wusste also ungefähr, was im Studium und danach auf mich zukommt. Und weil ich im Studium die Theorie mit meinen beruflichen Erfahrungen verknüpfen konnte, fiel es mir viel einfacher, die Theorie zu erlernen.

Das Fachhochschulstudium hilft einem, ein Problem strukturiert anzugehen und bietet viele Lösungsansätze für Aufgaben, die man im Beruf dann tatsächlich lösen muss. Bei einer Aufgabe im Beruf erinnere ich mich oft an einen Ansatz aus dem Studium, schaue in den Unterlagen oder im Internet nach und wende ihn an. Natürlich muss man sich dann mit der Thematik noch tiefer beschäftigen, aber man hat eine Idee, wie man ansetzen könnte.

### VIELES IST MÖGLICH

Für meine berufliche Zukunft habe ich viele Ideen und Träume. Nach vier Jahren in der Industrie möchte ich einen Schritt weiter gehen und mache deshalb den Master of Science in Engineering an der Hochschule Luzern. Das Institut Intelligent Sensors and Networks wird neben dem berufs begleitenden Studium auch mein Arbeitgeber werden. Hier möchte ich ausprobieren, wie sehr mir das wissenschaftliche Arbeiten liegt. Wenn es mir zusagt, könnte ich mir gut vorstellen, in diese Richtung weiterzugehen. Ein anderer Traum ist es, mich selbstständig zu machen. Oder eine Zeitlang als digitaler Nomade zu leben. Wir werden ja sehen, mit diesem Beruf ist vieles möglich!»

#### Porträt

Andreas Demuth

#### Weitere Informationen

[www.moser-baer.ch](http://www.moser-baer.ch)

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



**Thomas Kunz**, MSc EPFL in Communication Systems, Head of IT Architecture bei aroov AG

## KOMMUNIKATIONSINGENIEUR IN EINEM START-UP

**Thomas Kunz (37) suchte eine spezielle Herausforderung und ging als Deutschschweizer für sein Studium nach Lausanne an die EPF. Sein Englisch verbesserte er dann in einem Austauschjahr in Kanada und in einem halbjährigen Praktikum in Kalifornien. Die guten Sprach-**



**kenntnisse und der Abschluss an einer renommierten Hochschule erlaubten ihm einen reibungslosen Start ins Berufsleben. Zurzeit arbeitet er bei einem Start-up an einem Portal, welches das Leben für Mieterinnen und Mieter einfacher machen soll.**

Das Start-up aroov baut an einem Portal, das Mieter und Immobilienbewirtschaftlerinnen während des gesamten Mietprozesses verbinden soll – von der Bewerbung über den Einzug bis zur Kündigung der Mietwohnung. Aktuell kann man sich über aroov auf elegante Art online statt mit Papier auf eine Wohnung bewerben. Laufend werden nun neue Funktionen eingebaut: elektronische Terminfindung für die Wohnungsübergabe, Mängellistenerfassung, Schadensmeldungen, elektronische Kündigung des Mietvertrags usw.

«Zurzeit beschäftige ich mich mit der Frage, wie die Effizienz von Liegenschaftsverwaltungen gesteigert werden kann. Dazu muss man verstehen, wie die Bewirtschafter arbeiten, wie sie mit den Mietenden kommunizieren, welche Schnittstellen zu anderen Systemen bestehen und welche Firmen welches Interesse haben, bei diesen Schnittstellen dabei zu sein. Diese Fragestellungen erfordern nicht viele Programmierkenntnisse, aber genau jene analytischen Fähigkeiten, die man im Studium «eingepflegt» bekommt.

#### DATEN UND SCHNITTSTELLEN

Als Head of IT Architecture und Mitglied der Geschäftsleitung ist es meine Hauptaufgabe, die technischen Belange aller Schnittstellen zu Kundinnen und Partnern zu analysieren. Ausserdem muss ich prüfen, ob und wie wir über diese Schnittstellen Daten austauschen können. Danach geht es um die technische Spezifikation, welche Daten wann und wie ausgetauscht werden. Ich muss allfällige Risiken identifizieren und umschreiben, wie die Daten in unserem System aufbereitet werden müssen, damit die Entwickler den Code schreiben können. Ich selbst programmiere nur noch wenig; mein Beitrag ist vor allem zu er-

kennen, wo sich wie viel Investition lohnt und auf welche Stolpersteine man treffen könnte. Daneben bin ich für die Sicherheit unseres Produkts sowie für den sicheren Umgang der Mitarbeitenden mit unseren Daten und Geschäftsgeheimnissen zuständig.

In einem Start-up fallen auch viele Arbeiten an, die nicht direkt mit dem Produkt zu tun haben, für das Unternehmen jedoch unabdingbar sind: Bereitstellen der Infrastruktur, Überprüfen der Sicherheit der Software, die wir entwickeln, Präsentationen gegenüber den Geldgebern und Kunden u.a.

#### SELTEN AM ARBEITSPLATZ

Aktuell arbeiten gut 20 Personen für aroov, einige intern, andere als externe Mitarbeitende von Agenturen, die aber vollständig ins Team integriert sind.

Wenn ich im Büro arbeite, starte ich den Tag auf meiner fast 90-minütigen Pendelstrecke mit dem Beantworten von Fragen von Mitarbeitenden und

---

*«Es geht nicht um die Inhalte, die man im Studium gelernt hat, sondern um die Methodik und die Gründlichkeit sowie darum, die Zusammenhänge zu verstehen. Das Inhaltliche kommt von selbst.»*

---

Kunden. Dazu kommen Arbeiten, die in der Geschäftsleitung immer anfallen: Budgetplanung, Roadmap erstellen, Präsentationen für den Verwaltungsrat usw. Einmal im Büro, sitze ich nur selten an meinem Arbeitsplatz. Die meiste Zeit verbringe ich mit anderen Mitarbeitenden, um Ideen zu konkretisieren, Spezifikationen für neue Funktionen zu erarbeiten und auch einmal gemeinsam Fehler zu beheben. Wir machen uns Gedanken darüber, wie wir ein bestimmtes Problem angehen und was wir als Nächstes tun sollen oder ob sich eine Investition rentieren könnte.

Immer wieder finden zudem Workshops mit Kunden und Partnerfirmen statt, für die ich alle technischen Fra-

gestellungen verantworte. Ab und zu entwickle ich selbst etwas Software. Das sind meist kleinere Sachen, die nicht im Kern des Produkts sind oder Prototypen, um eine Idee auszutesten. Das hilft mir auch zu verstehen, wie unsere Software aufgebaut ist und wo es noch Potenzial gibt, etwas zu optimieren.

Wie in den meisten Berufen gibt es daneben sehr herausfordernde nicht-technische Dinge: Termine von Lieferanten etwa, die nicht eingehalten werden und zu Verzögerungen bei Projekten führen. Oder man hat selbst etwas nicht beachtet und muss danach in teilweise auch unangenehmen Situationen versuchen, konstruktiv eine Lösung zu finden.

#### MÜHELOSER EINSTIEG INS BERUFSLEBEN

Eine Anstellung zu finden, war überhaupt kein Problem. Schwieriger war die Entscheidung, was ich eigentlich machen will und wo die Fähigkeiten aus meinem Studium am meisten gefragt sind. In kurzer Zeit ist man aber mittendrin im Berufsleben, das dann allerdings komplett anders aussieht als das Studium. Was jedoch wichtig bleibt: Es geht nicht um die Inhalte, die man im Studium gelernt hat, sondern um die Methodik und die Gründlichkeit sowie darum, die Zusammenhänge zu verstehen. Das Inhaltliche kommt von selbst.

Eingestiegen bin ich bei einer Firma, die globale Netzwerke von grossen Unternehmen absichert. Damals waren wir rund 30 Personen, und ich habe als Security Engineer die technische Betreuung von Kundenprojekten übernommen. Durch das Wachstum der Firma konnte ich mich weiterentwickeln und nach einigen Jahren als Key-Account-Manager die komplette Verantwortung für Kunden und Kundinnen übernehmen. Ich fühlte mich aber weiterhin in den technischeren Themen wohl und habe darum das Thema Architektur und später das Produktmanagement übernommen. Dabei durfte ich mit meinem kleinen Team den Einsatz und die zukünftige Ausrichtung der Firmenprodukte mitprägen.

Nach zehn Jahren brauchte ich einen Wechsel und habe bei einem anderen Unternehmen als IT-Architekt angefangen. Das ist klassisches technisches Consulting, wo man in gemischten Teams für einige Monate direkt bei den Kunden arbeitet. Dabei lernt man in sehr kurzer Zeit sehr viele Arbeitsformen, Leute und Technologien kennen, ist allerdings oft unterwegs und hat längere Pendelzeiten.

Vor gut einem halben Jahr erhielt ich von einem ehemaligen Studienkollegen das Angebot, beim Start-up aroov einzusteigen und hier mit einem ebenfalls früheren Studienkollegen die technische Leitung zu übernehmen. Das zeigt, wie wichtig das Netzwerk ist, das man sich während des Studiums aufbaut: Man kennt einander und weiss, wem man vertrauen kann und wer welche Fähigkeiten hat.

#### HAUPTSACHE KEINE LANGEWEILE

Die Start-up-Szene ist äusserst dynamisch. Sehr viele Firmen wechseln in den ersten Jahren ihren Fokus, um sich dem Markt anzupassen. Wir sind

überzeugt, dass wir mit aroov etwas schaffen, das nachhaltig Wert generiert und erfolgreich sein wird. Dies nicht zuletzt, weil wir in einem super Team arbeiten und von sehr soliden Aktionären mit viel Branchen-Know-how unterstützt werden.

Dabei ist es aber entscheidend, schnell zu reagieren, wenn sich der Markt verändert. Deshalb ist völlig unklar, was ich in zwei, drei oder fünf Jahren machen werde. Jeder springt bei uns dort ein, wo er oder sie etwas beitragen kann; das alleine birgt bereits riesige Entwicklungsmöglichkeiten, bis hin zu ganz anderen Tätigkeitsfeldern. Da wir ein Team mit ganz unterschiedlichen Ausbildungs- und Erfahrungshintergründen sind, kann ich ausserdem sehr viel von meinen Kollegen und Kolleginnen lernen und zudem meine Erfahrungen weitergeben.

Am liebsten würde ich in einigen Jahren zurückschauen und mit Stolz feststellen, dass ich Teil des Teams war, das ein Start-up aufgebaut hat und damit eine ganze Branche digitalisieren konnte. Auch in Zukunft ist es mir

wichtig, als Teil eines motivierten Teams zu arbeiten, in dem ich meine Erfahrungen an Jüngere weitergeben kann und in dem Kollegen sind, zu denen ich aufschauen und von denen ich lernen kann. Inhaltlich bin ich da sehr flexibel; Hauptsache, es bleibt nicht zu lange dasselbe, sodass keine Langleweile aufkommt.

Was mich sicher immer begleiten wird, ist das Thema IT-Sicherheit. Das war schon im Studium mein Fokus und war mir bei meinen bisherigen Jobs ebenfalls ein wichtiges Anliegen. Ich bin überzeugt, dass die IT längerfristig nur dann weiterhin so viel Erfolg haben kann, wenn deren Sicherheit unter Kontrolle ist. Dazu will ich meinen Beitrag leisten.»

---

#### Porträt

Andreas Demuth

Weitere Informationen

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



Von erfahrenen Kollegen lernen und seine eigene Erfahrung an Jüngere weitergeben: Die gemeinsame Entwicklung in einem motivierten Team ist Thomas Kunz sehr wichtig in seiner Tätigkeit.

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur  
Informatik

# Mehr verstehen ...

... mit einem Bachelor-Studium in  
Elektrotechnik, Digital Ideation,  
Informatik oder Wirtschaftsinformatik  
an der Hochschule Luzern.

Informieren Sie sich über Ihre Möglichkeiten.

[www.hslu.ch/elektrotechnik](http://www.hslu.ch/elektrotechnik)

[www.hslu.ch/digital-ideation](http://www.hslu.ch/digital-ideation)

[www.hslu.ch/bachelor-informatik](http://www.hslu.ch/bachelor-informatik)

[www.hslu.ch/bachelor-wirtschaftsinformatik](http://www.hslu.ch/bachelor-wirtschaftsinformatik)

FH Zentralschweiz



-  Elektroengineering
-  Gebäudeautomation
-  Sicherheit
-  Brandschutz
-  Consulting
-  Lichtplanung
-  Energie
-  Digitalisierung
-  Gesamtplanung

## Ihre Karriere auf den Punkt gebracht.

Aarau · Baden · Bern · Crissier · Luzern · Pratteln · Rotkreuz · Schlieren · St. Gallen  
[www.hkg.ch](http://www.hkg.ch) · +41 58 360 60 60 · [info@hkg.ch](mailto:info@hkg.ch)

 **hkg.ch**





**Von der Idee  
zur Innovation.**

Dipl. Techniker/in HF Elektrotechnik  
(berufsbegleitend)

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



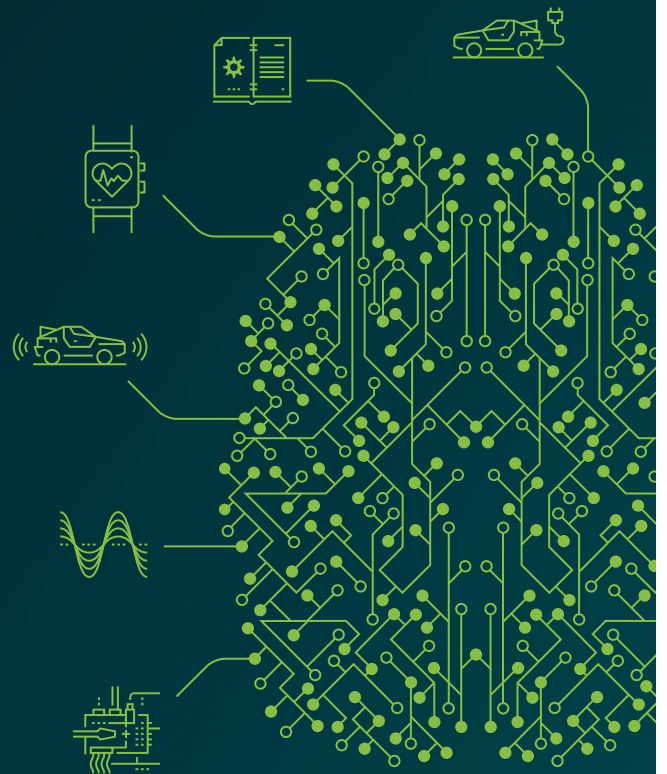
Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften



**Studium Elektrotechnik**

Ein Bachelorabschluss in Elektrotechnik ebnet den Weg in viele Berufsfelder. Denn Elektrotechnik begegnet uns überall. Tragen Sie mit Ihren kreativen Ideen und intelligenten Lösungen massgeblich zur Erleichterung unseres Alltags bei!

[www.zhaw.ch/engineering/et](http://www.zhaw.ch/engineering/et)



# CHANCEN WEITERBILDUNG UND LAUFBAHN

Die 32-teilige Heftreihe bietet einen umfassenden Einblick in die jeweilige Branche. Dabei werden **Berufe, Funktionen und Weiterbildungsmöglichkeiten** übersichtlich aufgezeigt. Die Laufbahnbeispiele bieten interessante Einblicke in die Berufspraxis von Fachleuten.

Die Hefte werden im Vier-Jahres-Rhythmus überarbeitet. Pro Jahr erscheinen acht Hefte zu unterschiedlichen Branchen, die sowohl im Abonnement wie auch als Einzelheft erhältlich sind.



## ALLE CHANCENHEFTE IM ÜBERBLICK

- Banken und Versicherungen
- Bau
- Begleitung und Betreuung, Therapie
- Beratung
- Bewegung und Sport, Wellness und Schönheit
- Bildung und Unterricht
- Bühne
- Chemie, Kunststoff, Papier
- Energieversorgung und Elektroinstallation
- Fahrzeuge
- Gastgewerbe und Hauswirtschaft/ Facility Management
- Gebäudetechnik
- Gesundheit: Medizinische Technik und Therapie
- Gesundheit: Pflege und Betreuung
- Handel und Verkauf
- Holz- und Innenausbau
- Informatik und Mediamatik (ICT)
- Kunst & Design
- Logistik
- Management, Immobilien, Rechnungs- und Personalwesen
- Marketing, Werbung, Public Relations
- Maschinen- und Elektrotechnik
- Medien und Information 1
- Medien und Information 2
- Nahrung
- Natur
- Öffentliche Verwaltung und Rechtspflege
- Sicherheit
- Textilien, Mode und Bekleidung
- Tourismus
- Metall und Uhren
- Verkehr

Fachhochschule SÜDSCHWEIZ

**SUPSI**

# Die Universität der Erfahrung

**Bachelorstudiengänge**

- > Data Science & Artificial Intelligence (EN)
- > Elektrotechnik (IT)
- > Informatik (D)
- > Informatik (IT)
- > Maschinentechnik (IT)
- > Wirtschaftsinformatik (D)
- > Wirtschaftsingenieurwesen (D)
- > Wirtschaftsingenieurwesen (IT)

Weitere Studiengänge,  
Infos & Anmeldung  
[www.supsi.ch](http://www.supsi.ch)



**Masterstudiengänge**

- > Engineering (EN) with specialization:
  - ◆ Aviation
  - ◆ Business Engineering
  - ◆ Civil Engineering
  - ◆ Computer Science
  - ◆ Data Science
  - ◆ Electrical Engineering
  - ◆ Energy & Environment
  - ◆ Mechatronics & Automation
  - ◆ Mechanical Engineering
  - ◆ Medical Engineering
  - ◆ Photonics



**Semestergebühren**

SUPSI **CHF 800.-**  
 SUPSI Bildungsausländer-  
 Innen **CHF 1'600**  
 Fernfachhochschule Blended  
 Learning **CHF 1'800**

**Anzahl Studierende  
(inkl. Teilschulen)**

Stand 2019/2020  
 Bachelor **4'613**  
 Master **763**

**Standorte in der Schweiz**

**Basel, Bern, Brig, Lugano,  
Manno, Mendrisio, Zürich**



**Kontakt**

Fachhochschule SÜDSCHWEIZ  
 Le Gerre, 6828 Manno  
 T +41(0)58 666 60 24  
[orientamento@supsi.ch](mailto:orientamento@supsi.ch)  
[www.supsi.ch](http://www.supsi.ch)





# SERVICE

## ADRESSEN, TIPPS UND WEITERE INFORMATIONEN

### STUDIERN

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

Das Internetangebot des SDBB (Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung, Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung) ist das Portal für Berufswahl, Studium und Laufbahnfragen. Eine umfangreiche Dokumentation sämtlicher Studienrichtungen an Schweizer Hochschulen, Informationen zu Weiterbildungsangeboten und zu den Berufsmöglichkeiten nach einem Studium.

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

Das Internet-Portal von swissuniversities, der Rektorenkonferenz der Schweizer Hochschulen (Universitäre Hochschulen, Fachhochschulen und Pädagogische Hochschulen). Allgemeine Informationen zum Studium in der Schweiz und zu Anerkennungs- und Mobilitätsfragen sowie die Konkordanzliste zur Durchlässigkeit der Hochschultypen.

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

Bachelor- und Masterstudienprogramme aller Hochschulen.

[www.swissuniversities.ch/de/services/studieren-im-ausland](http://www.swissuniversities.ch/de/services/studieren-im-ausland)

Allgemeine Informationen zu einem Auslandssemester, einem Studium oder Praktikum im Ausland mit umfangreicher Linkliste zu Ländern auf der ganzen Welt.

Studium in Sicht –

Studienrichtungen und Berufsperspektiven, SDBB Verlag, 2018



### Universitäre Hochschulen

[www.epfl.ch](http://www.epfl.ch): Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne

[www.ethz.ch](http://www.ethz.ch): Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

[www.unibas.ch](http://www.unibas.ch): Universität Basel

[www.unibe.ch](http://www.unibe.ch): Universität Bern

[www.unifr.ch](http://www.unifr.ch): Universität Freiburg

[www.unige.ch](http://www.unige.ch): Universität Genf

[www.usi.ch](http://www.usi.ch): Universität der italienischen Schweiz

[www.unil.ch](http://www.unil.ch): Universität Lausanne

[www.unilu.ch](http://www.unilu.ch): Universität Luzern

[www.unine.ch](http://www.unine.ch): Universität Neuenburg

[www.unisg.ch](http://www.unisg.ch): Universität St. Gallen

[www.uzh.ch](http://www.uzh.ch): Universität Zürich

[www.fernuni.ch](http://www.fernuni.ch): Universitäre Fernstudien der Schweiz

### Fachhochschulen

[www.bfh.ch](http://www.bfh.ch): Berner Fachhochschule BFH

[www.fhgr.ch](http://www.fhgr.ch): Fachhochschule Graubünden FHGR

[www.fhnw.ch](http://www.fhnw.ch): Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

[www.supsi.ch](http://www.supsi.ch): Fachhochschule Südschweiz SUPSI

[www.hes-so.ch](http://www.hes-so.ch): Fachhochschule Westschweiz HES-SO

[www.hslu.ch](http://www.hslu.ch): Hochschule Luzern HSLU

[www.ost.ch](http://www.ost.ch): Ostschweizer Fachhochschule OST

[www.zfh.ch](http://www.zfh.ch): Zürcher Fachhochschule ZFH

[www.fernfachhochschule.ch](http://www.fernfachhochschule.ch): Fernfachhochschule Schweiz

[www.kalaidos-fh.ch](http://www.kalaidos-fh.ch): Fachhochschule Kalaidos FH Zürich

### Pädagogische Hochschulen

Eine vollständige Liste aller Pädagogischen Hochschulen sowie weiterer Ausbildungsinstitutionen im Bereich Unterricht und pädagogische Berufe ist zu finden auf:

[www.berufsberatung.ch/ph](http://www.berufsberatung.ch/ph) oder [www.swissuniversities.ch](http://www.swissuniversities.ch)

### Links zu allen Hochschulen und Studienfächern

[www.berufsberatung.ch/studium](http://www.berufsberatung.ch/studium)

### Weiterbildungsangebote nach dem Studium

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

[www.berufsberatung.ch/weiterbildung](http://www.berufsberatung.ch/weiterbildung)

### Informationsveranstaltungen zum Studium

Die Schweizer Hochschulen bieten jedes Jahr Informationsveranstaltungen für Studieninteressierte an. Dabei erfahren Sie Genaueres über Anmeldung, Zulassung und Studienaufbau. Ebenso lernen Sie einzelne Dozentinnen und Dozenten (mancherorts auch Studentinnen und Studenten) sowie die Örtlichkeiten kennen. Die aktuellen Daten finden Sie auf den Websites der Hochschulen und Fachhochschulen bzw. unter [www.swissuniversities.ch](http://www.swissuniversities.ch).

### Vorlesungsverzeichnisse, Wegleitungen, Vorlesungsbesuche

Die Ausbildungsinstitutionen bieten selbst eine Vielzahl von Informationen an. Schauen Sie sich ein kommentiertes Vorlesungsverzeichnis (auf den meisten Internetseiten der einzelnen Institute zugänglich) des gewünschten Fachbereichs an, konsultieren Sie Wegleitungen und Studienpläne oder besuchen Sie doch einfach mal eine Vorlesung, um ein wenig Uniluft zu schnuppern.

### Noch Fragen?

Bei Unsicherheiten in Bezug auf Studieninhalte oder Studienorganisation fragen Sie am besten direkt bei der Studienfachberatung der jeweiligen Universität nach. Vereinbaren Sie einen Besprechungstermin oder stellen Sie Ihre Fragen per E-Mail. Dies ist auch schon vor Aufnahme des Studiums möglich. Die verantwortliche Person beantwortet Unklarheiten, die im Zusammenhang mit dem Studium auftreten können. Für Studienanfängerinnen und Studienanfänger führen viele Universitäten Erstsemestrigentage durch. Bei dieser Gelegenheit können Sie Ihr Studienfach sowie Ihr Institut kennenlernen.

### Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung

Die Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung Ihrer Region berät Sie in allen Fragen rund um Ihre Studien- und Berufswahl bzw. zu Ihren Laufbahnmöglichkeiten. Die Adresse der für Sie zuständigen Berufs-, Studien- und Laufbahnberatungsstelle finden Sie unter [www.adressen.sdbb.ch](http://www.adressen.sdbb.ch).

### Antworten finden – Fragen stellen

Auf [www.berufsberatung.ch/forum](http://www.berufsberatung.ch/forum) sind viele Antworten zur Studienwahl zu finden. Es können dort auch Fragen gestellt werden.

## FACHGEBIET

### Verbände und Vereinigungen

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

Fachverband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

<https://ingch.ch>

Der Verband «Engineers Shape our Future IngCH» will das Technikverständnis der Gesellschaft, insbesondere der Jugend fördern. Dazu veranstaltet er unter anderem Technik- und Informatikwochen an Gymnasien: eine Woche lang eintauchen in die Berufswelten von Ingenieurinnen und Ingenieuren.

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

Der Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) ist der Dachverband, die Bildungsstätte und das politische Sprachrohr der schweizerischen Elektrizitätsbranche.

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

Schweizerische Vereinigung der Ingenieurinnen, die Frauen in naturwissenschaftlich-technischen Berufen und Unternehmen zusammenbringt. Sie setzt sich für die Anliegen des Berufsstands der Ingenieurin ein und will junge Frauen für die MINT-Berufe (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) motivieren.

### Fachwissen

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

Schweizer Fachzeitschrift im Bereich Elektrotechnik und Elektrizitätswirtschaft. Herausgegeben wird sie von den Verbänden VSE und Electrosuisse.

[www.elektrotechnik-fachwissen.de](http://www.elektrotechnik-fachwissen.de)

Grundlegendes Wissen rund um die Elektrotechnik.

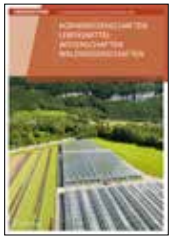
### Einstieg in die Berufswelt

*Technik und Naturwissenschaften – Laufbahnen zwischen Megabytes und Molekülen*, SDBB 2015

*Die erste Stelle nach dem Studium*. Neuabsolventen und -absolventinnen der Schweizer Hochschulen auf dem Arbeitsmarkt, SDBB 2019

# PERSPEKTIVEN EDITIONSPROGRAMM

Die Heftreihe «Perspektiven» vermittelt einen vertieften Einblick in die verschiedenen Studienmöglichkeiten an Schweizer Universitäten und Fachhochschulen. Die Hefte können zum Preis von 20 Franken unter [www.shop.sdbb.ch](http://www.shop.sdbb.ch) bezogen werden oder liegen in jedem BIZ sowie weiteren Studien- und Laufbahnberatungsinstitutionen auf. Weiterführende, vertiefte Informationen finden Sie auch unter [www.berufsberatung.ch/studium](http://www.berufsberatung.ch/studium).



2018 | Agrarwissenschaften  
Lebensmittelwissenschaften  
Waldwissenschaften



2017 | Altertumswissenschaften



2017 | Anglistik



2018 | Architektur,  
Landschaftsarchitektur



2019 | Asienwissenschaften  
und Orientalistik



2018 | Bau und Planung



2016 | Biologie



2017 | Chemie,  
Biochemie



2018 | Geowissenschaften



2019 | Germanistik,  
Nordistik



2018 | Geschichte



2020 | Heil- und  
Sonderpädagogik



2016 | Informatik,  
Wirtschaftsinformatik



2017 | Interdisziplinäre  
Naturwissenschaften



2019 | Internationale  
Studien



2019 | Kunst



2016 | Medien und  
Information



2017 | Medizin



2020 | Medizinische  
Beratung und Therapie



2018 | Musik,  
Musikwissenschaft



2017 | Pflege,  
Geburtshilfe



2019 | Pharmazeutische  
Wissenschaften



2019 | Philosophie



2019 | Physik



2020 | Soziale Arbeit



2017 | Soziologie, Politik-  
wissenschaft, Gender  
Studies



2019 | Sport, Bewegung,  
Gesundheit



2017 | Sprachwissenschaft,  
Vergleichende Literatur-  
wissenschaft, Angewandte  
Linguistik



2017 | Theater, Film, Tanz



2020 | Theologie,  
Religionswissenschaft



2020 | Tourismus, Hotel  
Management, Facility  
Management



2020 | Umweltwissen-  
schaften



## «Perspektiven»-Heftreihe

Die «Perspektiven»-Heftreihe, produziert ab 2012, erscheint seit dem Jahr 2020 in der 3. Auflage.

### Im Jahr 2020 werden folgende Titel neu aufgelegt:

Medizinische Beratung und Therapie  
Theologie, Religionswissenschaft  
Psychologie  
Soziale Arbeit  
Umweltwissenschaften  
Materialwissenschaft, Nanowissenschaften, Mikrotechnik  
Tourismus, Hotel Management, Facility Management  
Heil- und Sonderpädagogik  
Elektrotechnik und Informationstechnologie  
Biologie  
Informatik, Wirtschaftsinformatik  
Medien und Information



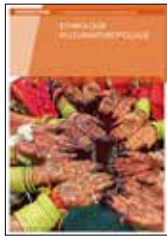
2018 | Design



2020 | Elektrotechnik und Informationstechnologie



2017 | Erziehungs-  
wissenschaft



2019 | Ethnologie,  
Kulturanthropologie



2019 | Kunstgeschichte



2018 | Maschinenbau,  
Maschineningenieur-  
wissenschaften



2016 | Materialwissen-  
schaft, Nanowissen-  
schaften, Mikrotechnik



2017 | Mathematik,  
Rechnergestützte  
Wissenschaften



2020 | Psychologie



2019 | Rechtswissen-  
schaft, Kriminalwissen-  
schaften



2018 | Romanistik



2018 | Slavistik,  
Osteuropa-Studien



2016 | Unterricht  
Mittel- und  
Berufsfachschulen



2018 | Unterricht  
Volksschule



2018 | Veterinärmedizin



2017 | Wirtschafts-  
wissenschaften

## IMPRESSUM

© 2020, SDBB, Bern. 3., vollständig überarbeitete Auflage.  
Alle Rechte vorbehalten.

### Herausgeber

Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung  
Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB, Bern, [www.sdbb.ch](http://www.sdbb.ch)  
Das SDBB ist eine Institution der EDK.

### Projektleitung und Redaktion

Heinz Stauer, René Tellenbach, SDBB

### Fachredaktion

Andreas Demuth, Amt für Jugend und Berufsberatung Kanton Zürich

### Fachlektorat

Nadine Bless, Studien- und Laufbahnberaterin

### Porträtbilder von Studierenden und Berufsleuten

Dieter Seeger, Zürich

### Bildquellen:

Titelbild: [www.shutterstock.com/Connect world](http://www.shutterstock.com/Connect world)  
S. 6: [www.shutterstock.com/HQuality](http://www.shutterstock.com/HQuality); S. 8: [www.shutterstock.com/Chuyuko Sergey](http://www.shutterstock.com/Chuyuko Sergey); S. 10: [www.shutterstock.com/Juan Enrique del Barrio](http://www.shutterstock.com/Juan Enrique del Barrio); S. 11: [www.shutterstock.com/TUM2282](http://www.shutterstock.com/TUM2282); S. 12: ETH Zürich/Daniel Razansky; S. 13: Paul Langrock (Laif); S. 14: [www.shutterstock.com/Trong Nguyen](http://www.shutterstock.com/Trong Nguyen); S. 15: [www.shutterstock.com/Roman Zaiets](http://www.shutterstock.com/Roman Zaiets); S. 16: ZHAW; S. 17: Conradin Frei, Zürich; S. 18: Science/Haffner; S. 19: Colourbox; S. 20: Krzysztof Krawczyk/ETH Zürich; S. 22: Keystone/Rene Ruis; S. 25: EPFL; S. 38: ETH Zürich/Luxwerk; S. 43: [www.shutterstock.com/Humannet](http://www.shutterstock.com/Humannet); S. 44: [www.shutterstock.com/vchal](http://www.shutterstock.com/vchal); S. 46: EPFL/Alain Herzog; S. 48: [www.shutterstock.com/Sergey Ryzhov](http://www.shutterstock.com/Sergey Ryzhov); S. 51: Keystone/Walter Bieri; S. 61: [www.shutterstock.com/Joyseulay](http://www.shutterstock.com/Joyseulay);

### Gestaltungskonzept

Cynthia Furrer, Zürich

### Umsetzung

Viviane Wälchli, Zürich

### Lithos, Druck

KROMER PRINT AG, Lenzburg

### Inserate

Gutenberg AG, Feldkircher Strasse 13, 9494 Schaan  
Telefon +41 44 521 69 00, [steven.hercod@gutenberg.li](mailto:steven.hercod@gutenberg.li), [www.gutenberg.li](http://www.gutenberg.li)

### Bestellinformationen

Die Heftreihe «Perspektiven» ist erhältlich bei:  
SDBB Vertrieb, Industriestrasse 1, 3052 Zollikofen  
Telefon 0848 999 001  
[vertrieb@sdbb.ch](mailto:vertrieb@sdbb.ch), [www.shop.sdbb.ch](http://www.shop.sdbb.ch)

### Artikelnummer

PE1-1003

### Preise

Einzelheft	CHF 20.–
Ab 5 Hefte pro Ausgabe	CHF 17.–/Heft
Ab 10 Hefte pro Ausgabe	CHF 16.–/Heft
Ab 25 Hefte pro Ausgabe	CHF 15.–/Heft

### Abonnemente

1er-Abo (12 Ausgaben pro Jahr)	
1 Heft pro Ausgabe	CHF 17.–/Heft
Mehrfachabo (ab 5 Hefte pro Ausgabe, 12 Hefte pro Jahr)	CHF 15.–/Heft

Mit Unterstützung des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation SBFI.



# Vom Bach direkt Berufsleb

## Werden Sie Software oder Network Engineer

### **Bachelor in Informatik**

Informatik-Expertise ist in vielen Branchen gefragt. Im Studium an der OST lernen Sie, professionelle Softwaresysteme zu entwickeln oder modernste Cloudtechnologien sicher einzusetzen. Gut vernetzte Fachleute aus Industrie und Forschung unterrichten genau die Inhalte, die Sie für einen optimalen Berufsstart benötigen.

Vertiefen Sie sich in Application Design, Cybersecurity, Data Engineering oder Software Engineering, oder wählen Sie Ihre Schwerpunkte frei nach Ihren Interessen. Fließende Übergänge zwischen Teilzeit- und Vollzeitstudium erlauben Ihnen höchste Flexibilität – in jedem Semester wieder neu.

[www.ost.ch/informatik](http://www.ost.ch/informatik)



## Werden Sie Systemtechnik- Ingenieur/in

### **Bachelor in Systemtechnik**

Dank interdisziplinärer Ausbildung beherrschen Sie die Komplexität moderner Technologien. Sie denken und handeln vernetzt, lösen komplexe Herausforderungen der Zukunft und sichern sich damit eine erfolgreiche Karriere. Absolvieren Sie das Bachelorstudium in Vollzeit oder berufsbegleitend.

Wählen Sie eine der attraktiven und für Sie passende Vertiefungsrichtung: Maschinenbau, Photonik, Mikrotechnik, Elektronik und Regelungstechnik, Ingenieurinformatik oder Computational Engineering. Damit sind Sie fit für den Schritt in die Digitalisierung und Industrie 4.0!

[www.ost.ch/systemtechnik](http://www.ost.ch/systemtechnik)



# elorstudium ins pulsierende en

## Werden Sie Electrical and Computer Engineer

### Bachelor in Elektrotechnik

Arbeiten Sie am Puls des technologischen Fortschritts. Electrical and Computer Engineers sind in allen Branchen gefragt. Spannende und anspruchsvolle Aufgaben in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Embedded Systems, Microelectronics oder Wireless Communications warten auf Sie, um die Digitalisierung voranzubringen.

Das Elektrotechnikstudium an der OST gibt Ihnen das Rüstzeug mit auf Ihren Weg. Wählen Sie flexibel Module aus den Profilen: Artificial Intelligence; Electronics, Sensors and Wireless; Automation, Control and Robotics; Embedded Hard- and Software oder Energy and Power.

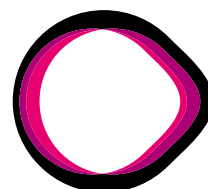
[www.ost.ch/elektrotechnik](http://www.ost.ch/elektrotechnik)



## Wir sind die OST.

Sie möchten Praxis und Theorie im Studium verbinden? Bei uns gehen Sie aktuellen Fragestellungen aus der Wirtschaft und Gesellschaft mit wissenschaftlichen Methoden auf den Grund. Als Absolventin und Absolvent sind Sie eine gesuchte Fachperson, welche die Innovationskraft der Schweiz stärkt und zu einer Entwicklung unseres Lebens- und Wirtschaftsraums beiträgt.

Die OST – Ostschweizer Fachhochschule ist aus den drei Hochschulen **FHS St.Gallen**, **HSR Rapperswil** und **NTB Buchs** entstanden und seit dem 1. September 2020 operativ tätig.



**OST**  
Ostschweizer  
Fachhochschule





Bachelorstudium

# Photonics

Schweizweit  
einzigartiges  
Bachelorstudium

Autonom fahrende Fahrzeuge, VR-Brillen, Drohnen – viele der neuen Technologien, die auf Photonics basieren, stehen erst am Anfang. Studieren Sie Photonics – und es wartet eine leuchtende Zukunft voller technischer Herausforderungen auf Sie.

[fhgr.ch/photonics](http://fhgr.ch/photonics)

Photonics ist auch:

**Elektronik**  
**Informatik**  
**Lasertechnik**  
**Messtechnik**