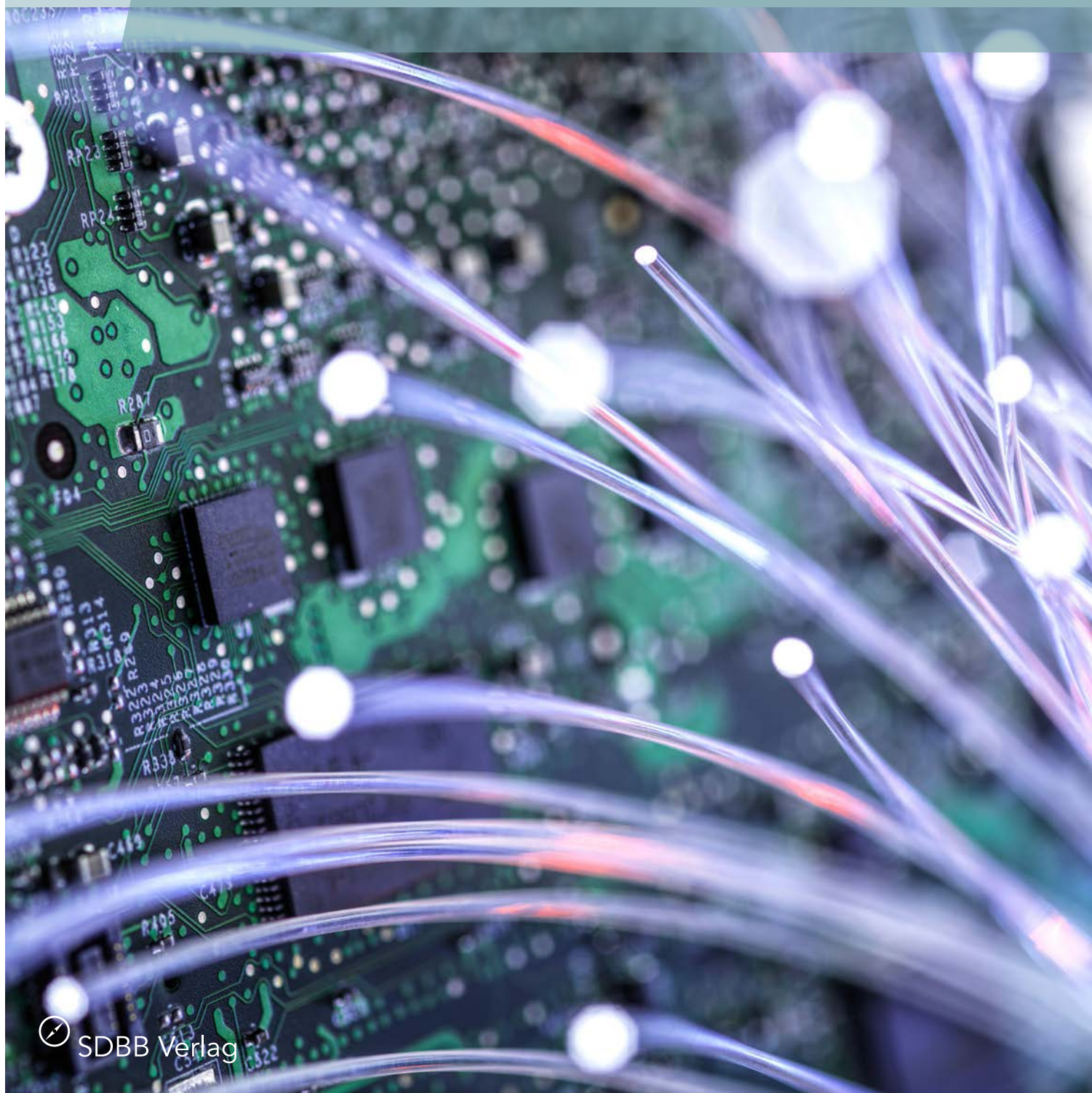


ELEKTROTECHNIK, INFORMATIONS- TECHNOLOGIE



Siegerteam
der FHNW
beim Finale der
European Rover
Challenge



Bachelor of Science FHNW in Elektro- und Informationstechnik

Das Ingenieurstudium, mit dem Sie
die Welt am Laufen halten

Wir machen Sie **fit für die Zukunft**:

- + Solide Grundausbildung für vielfältige Berufsperspektiven
- + Praxisorientiert vom ersten bis zum letzten Semester
- + Teamarbeit in interdisziplinären Projekten
- + Persönliche Betreuung und kurze Wege
- + Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten
- + Förderung von Eigeninitiative





Jonilla Keller

Amt für Jugend- und Berufsberatung
Kanton Zürich
Verantwortliche Fachredaktorin für
diese «Perspektiven»-Ausgabe

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER

Die Ursprünge der Elektrotechnik liegen mehr als zweitausend Jahre zurück. Aber besonders die rasanten Entwicklungen der letzten Jahre in diesem Bereich sind prägend für unseren heutigen Lebensstandard. Ein Tag ohne Nutzung von Handy oder Internet ist für viele undenkbar. In allen modernen Systemen stecken elektronische Elemente. Aber wie kommt der Strom vom Kraftwerk in die Steckdose? Wie kann Energie zuverlässig zur Verfügung gestellt werden, wenn vermehrt erneuerbare Quellen zur Stromproduktion genutzt werden, die natürlichen Schwankungen unterliegen?

Mit solchen Fragen beschäftigen sich Elektrotechnik und Informationstechnologie. Das Fachgebiet ist sehr vielseitig und durch den technologischen Wandel äusserst dynamisch. Das erfordert Neugier und Lernbereitschaft. Themen wie Mathematik, Physik und Informatik machen das Studienfach anspruchsvoll und besonders am Anfang braucht es oft etwas Durchhaltewillen. Wer sich aber die Grundlagen angeeignet hat, kann anschliessend aus einem spannenden Angebot an Vertiefungen wählen. Die Studiengänge eignen sich für alle, die sich für das Thema interessieren und ein technisches Verständnis mitbringen.

Dieses Heft bietet einen Überblick über das vielfältige Fachgebiet, die Studienmöglichkeiten, Studieninhalte, das Berufsfeld und zu Weiterbildungen. Sie gewinnen Einblicke in aktuelle Forschungsthemen und Fragestellungen sowie in den Alltag von Studierenden und Berufsleuten.

Viel Spass bei der Lektüre!

Jonilla Keller

Titelbild

In unserer digitalen Welt ist schnelle Datenübertragung mittels Lichtwellenleiter von zentraler Bedeutung. Studierende der Elektrotechnik und Informationstechnologie lernen die Grundlagen dieser Technologie.

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 «Perspektiven»-Heft.

› Editionsprogramm Seiten 64/65

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 erhältlich unter:
www.shop.sdbb.ch

Weitere Informationen zu den Heftreihen finden sich auf:

www.chancen.sdbb.ch

www.perspektiven.sdbb.ch

INHALT

ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE

6 FACHGEBIET

- 7 Vom Bernstein zum PC
- 10 Beispiele aus der Forschung
- 12 Wenn tausende Roboter gleichzeitig das Treppensteigen üben
- 14 Im Wasserstoffrausch
- 16 Im Tandem mehr Strom
- 18 Künstliche Muskeln – leichter, robuster, sicherer
- 20 Elektronik auf Pilzen
- 21 Clevere Landwirtschaft

16

Im Tandem mehr Strom: Aus zwei Typen kombinierte Solarzellen sind weit effizienter als konventionelle Siliziumzellen. Nun wollen Unternehmen in die Fertigung ganzer Module einsteigen. Die Technologie ist zwar noch nicht ausgereift, könnte aber künftig in Europa eine wichtige Rolle spielen. u.a. weil sie weniger kritische Rohstoffe wie Silber oder Indium benötigt.



22 STUDIUM

23 **Elektrotechnik und Informations-technologie studieren**

- 27 Studienmöglichkeiten in Elektrotechnik und Informationstechnologie
- 32 Besonderheiten an einzelnen Studienorten
- 34 Verwandte Studienrichtungen und Alternativen zur Hochschule

35 **Porträts von Studierenden:**

- 35 Laura Netti, Photonics
- 37 Hannes Scherrer, Electrical and Computer Engineering
- 38 Luzian Aufdenblatten, Elektrotechnik und Informationstechnologie
- 40 Ananya Amitabh, Elektrotechnik und Informationstechnologie
- 42 Leo Landolt, Elektrotechnik und Informationstechnologie

23

Studium: Elektrotechnik und Informationstechnologie können an der ETH Zürich, der EPF Lausanne sowie an fast allen Fachhochschulen studiert werden. Die angebotenen Vertiefungsrichtungen widerspiegeln die ganze Bandbreite der Elektrotechnik-Anwendungen. Wer sich für Technik interessiert, kann aus einem spannenden Studienangebot wählen.



46 WEITERBILDUNG

48 BERUF

49 Berufsfelder und Arbeitsmarkt

50 Berufsporträts:

- 51 Gabriela Hug, Professorin, Leiterin Institut für Elektrische Energieübertragung
- 54 Marcel Destraz, Application Engineer
- 56 Bettina Wyss, Gründerin, Entwicklerin und Wissenschaftliche Mitarbeiterin
- 58 Manuel Boss, Customer Service Engineer
- 60 Fabio Luzio, Gebietsleiter und Mitglied der Geschäftsleitung bei Boess Engineering AG

42

Studierendenporträts: Leo Landolt (22) ist sehr glücklich mit seiner Studienwahl. Er schätzt die hohe Qualität der Lehre und dass er im Master viel Wahlfreiheit hat im Bezug auf Fächer und Forschungsthemen. Er kann sich vorstellen, später in der akademischen Forschung oder in der Industrie im Feld der elektrischen Energieübertragung zu arbeiten.



62 SERVICE

- 62 Adressen, Tipps und weitere Informationen
- 63 Links zum Fachgebiet
- 64 Editionsprogramm
- 65 Impressum, Bestellinformationen

51

Berufsporträts: Gabriela Hug (44) hat nach ihrem Studium in Elektrotechnik und Informationstechnologie ein Doktorat gemacht und ein Jahr in der Industrie gearbeitet, bevor es sie wieder in die akademische Welt zurückzog. Heute arbeitet sie als Professorin an der ETH Zürich im Bereich elektrische Energie. Ihr gefällt es, einen Beitrag zum Netto-Null-Ziel zu leisten.



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 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. www.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 VOM BERNSTEIN ZUM PC
- 9 TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET



VOM BERNSTEIN ZUM PC

Elektrotechnik und Informationstechnologie sind überall in unserem Leben präsent. Ihre Entwicklung ist massgebend für den heutigen Lebensstandard. Ob Computer, Photovoltaikanlagen oder selbstfahrende Autos: Alle modernen Systeme enthalten elektronische Elemente. Das Gebiet der Elektrotechnik ist sehr vielseitig und richtungsweisend, wie der folgende Text aufzeigt.

Unsere technischen Geräte funktionieren nur dank Elektrotechnik und Informationstechnologie. Elektrotechnik beschäftigt sich mit der Umwandlung von primären Energieformen – wie Sonne, Wasser oder Erdöl – in elektrische Energie. Mit technischen Hilfsmitteln wie Photovoltaikanlagen wird die elektrische Energie zu Nutzenergie, mit der zum Beispiel der Fernseher oder Backofen betrieben werden kann. Eng verknüpft mit diesem Prozess ist die Informationstechnologie, welche zuständig ist für die Gewinnung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen und Daten. Diese Funktion übernehmen unter anderem Computer, die als wesentliche Bestandteile in fast allen technischen Geräten enthalten sind. Hinter all den Prozessen, bei denen heute Signale und Elektrizität erzeugt, verarbeitet und übertragen werden, stecken Hardware, Software, Mathematik und Physik. Die Wurzeln der Elektrotechnik reichen viele Jahrhunderte zurück und ihre Geschichte umfasst faszinierende wissenschaftliche Entdeckungen und technologische Neuerungen.

ENTWICKLUNG DER ELEKTROTECHNIK

Vor mehr als 2500 Jahren wurden in Griechenland erste Beobachtungen zu Elektrizität angestellt. Man bemerkte, dass Bernstein (Griechisch «Elektron»), wenn man ihn rieb, kleine Gegenstände anzog. Viele Entdeckungen, Forschungen und Erkenntnisse später und nachdem die notwendigen Gesetzmässigkeiten bekannt waren, setzte im ersten Drittel des 19. 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* begann 1833, als Morse den ersten brauchbaren Schreibtelegraphen baute und bald darauf das Morsealphabet entwickelt wurde. Im Sommer 1866 verband dann, nach jahrelangen Anstrengungen, ein Telegrafenkabel Europa mit Amerika – eine neue Epoche begann.

VERFLECHUNG VON REALER UND VIRTUELLER WELT

Gerade in den letzten Jahren hat sich die Informationstechnologie rasant entwickelt, ein Ende ist nicht absehbar. Internet und Handys prägen unseren Alltag, verändern unsere Gewohnheiten und beeinflussen unsere Arbeit sowie die Beziehungen zu unseren Mitmenschen und zur Umwelt. Die Corona-Pandemie – mit Homeoffice und Homeschooling – hat deutlich gezeigt, wie stark Wirtschaft und Gesellschaft schon von der Digitalisierung abhängig sind.

Seit einigen Jahren sind wir in eine neue Phase der Digitalisierung eingetreten: Wir können Informationen in einem beispiellosen Ausmass erfassen, speichern, verarbeiten und versenden. Das eröffnet neue Möglichkeiten der digitalen Vernetzung. In diesem Zusammenhang wird oft der Begriff der Industrie 4.0 verwendet: Die reale und die virtuelle Welt werden zunehmend miteinander verflochten, zum Internet of Things (IoT). Dieses verbindet eine grosse Anzahl von Objekten miteinander und mit uns. Dazu wird die Industrie mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik ausgestattet, die Produktion, Lieferkette, Handel und Service verknüpft.

Eine Anwendung des IoT in der Industrie ist beispielsweise die Paketverfolgung über das Internet. Hierbei wird bei der Transportstation eine eindeutige Identifikation der Sendung über einen Strichcode vorgenommen. Der aktuelle Status des Pakets wird automatisch an die Zentrale übertragen und der Paketempfänger kann seinen Weg über eine entsprechende Website mitverfolgen.

EIN VIELFÄLTIGES FACH

Elektrotechnik und Informationstechnologie sind hoch spezialisierte Fächer, die sich schnell weiterentwickeln. Eine Aufzählung der zahlreichen Teilgebiete ist daher immer unvollständig. Auch die Grenzen zwischen den einzelnen Bereichen sind fließend.

Erzeugung, Transport, Speicherung und Nutzung von Energie bilden das Rückgrat unserer Wirtschaft. Damit beschäftigen sich Elektroingenieurinnen und -ingenieure im Bereich der *Energiotechnik*. Ein Grossteil unserer täglich verfügbaren Energie wird als elektrische Energie in Kraftwerken bereitgestellt. Dabei werden verschiedene Arten von Energiequellen (zum Beispiel Uran, Kohle, Gas, Wasser,

Wind oder die Sonne) in Nutzenergie (beispielsweise 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 auch dezentral und mit Schwankungen produziert und auch von Einfamilienhäusern ins Energienetz eingespiessen. Um all das zu koordinieren, braucht es intelligente Netze, «smart grids», aber auch effizientere Batterien, welche 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 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,

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 Herstellung von miniaturisierten elektronischen Schaltungen – heute vor allem integrierten Schaltungen – beschäftigt. Die moderne Elektronik hat es mithilfe von Computer Aided Design (CAD) möglich gemacht, dass eine riesige Zahl von Bauteilen auf kleinstem Raum Platz findet. Mikrochips sind Teil unseres Alltags und finden sich in Smartphones, PC, Navigationsgeräten, aber auch in der Medizintechnik oder Autoelektronik.

Bedeutende Fortschritte in der Halbleitertechnologie haben neuartige elektronische Bauelemente hervorgebracht, die hohe Spannungen schalten und starke Ströme führen können. Die *Leistungselektronik* befasst sich mit der Umformung elektrischer Energie mithilfe von schaltenden elektronischen Bauele-

menten. Sie ermöglicht diese Umformung vor allem in Bezug auf Spannungsform, Höhe von Spannung und Strom sowie Frequenz. Ob Energieversorgung für ganze Industrieanlagen oder fürs Handy: Stets geht es darum, Strom effizient einzusetzen.

Bei der *Nachrichtentechnik* oder der *Telekommunikation* geht es um die Übertragung von «Information» – Daten, Bilder, Filme und Töne – mit Hilfe eines physischen Mediums 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.

Mithilfe der *Photonik* erzeugen Solarzellen Strom, liefern neues LED-Licht mit bisher unerreichten Wirkungsgraden und werden Daten fast verlustlos über haardünne optische Glasfasern transportiert. Die digitale Revolution, welche 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» beziehungsweise internetfähig, weil jede Mobilfunkantenne ans weltweite Glasfasernetz angeschlossen ist.

Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen: Die *Sensorik* setzt die menschlichen Sinne 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, das heisst in der zunehmenden Ausstattung von Maschinen, Prozessen und sogar Personen mit Sensoren. Nur dank modernster Sensorik werden dereinst Autos führerlos in unseren Strassen herumfahren.



Dank moderner Mikroelektronik findet eine riesige Zahl von Bauteilen auf kleinstem Raum Platz.



Informationstechnologie und Elektrotechnik gestalten die Zukunft der urbanen Mobilität mit und vereinen dazu Technologie, Effizienz und Nachhaltigkeit.

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 gehören 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 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 (zum Beispiel die Lufttemperatur im Kühlschrank) möglichst konstant zu halten oder gezielt zu verändern.

Eng verwandt mit der Automatisierungstechnik ist die *Robotik*. Sie befasst sich mit der Steuerung und Entwick-

lung von Robotern und umfasst Teilgebiete der Informatik – insbesondere der Künstlichen Intelligenz – der Elektrotechnik und des Maschinenbaus.

INTERDISZIPLINÄRES FACHGEBIET

Elektrotechnik und Informationstechnologie spielen in vielen anderen Fachgebieten eine Rolle, die Übergänge sind oft fließend. So ist etwa die Mikroelektronik ein wichtiges Anwendungsgebiet für Mikrotechnik. Überschneidungen gibt es auch im Maschinenbau oder mit Fachbereichen der erneuerbaren Energie beziehungsweise 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 Magnetresonanztomographie, kurz MRI, die in der Elektrotechnik massgeblich weiterentwickelt wird. Ein weiteres wichtiges Gebiet ist die Bioelektronik. Die hier entwickelten Instrumente ermöglichen zum Beispiel eine Vielzahl höchst empfindlicher Messungen an einzelnen Zellen.

Quellen

Websites der Hochschulen
de – das elektrohandwerk, 16. April 8/2024,
S. 70–73

TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET

Die folgenden Seiten bieten Einblicke in aktuelle Forschungsthemen und Fragestellungen im Fachgebiet Elektrotechnik und Informationstechnologie.

Beispiele aus der Forschung:

Aktuelle Themen an Fachhochschulen und ETH. (S. 10)

Tausende Roboter üben gleichzeitig das Treppensteigen: Der Artikel zeigt wie und warum. (S. 12)

Im Wasserstoffrausch: Vom weissen Gold oder dem grossen Run auf den möglichen Energieträger der Zukunft. (S. 14)

Im Tandem mehr Strom: Der Photovoltaik-Markt wächst, die vorwiegend benutzten Siliziumsolarzellen haben allerdings ihre Schwächen. Um Photovoltaik-Anlagen effizienter zu machen, arbeiten Wissenschaftler an Tandemzellen. (S. 16)

Künstliche Muskeln: Vom Traum, Roboter nicht nur aus Metall oder anderen harten Materialien zu bauen. (S. 18)

Elektronik auf Pilzen: Eine vielversprechende ökologische Alternative zu Leiterplatten für Computerchips aus Kunststoff oder Silizium. (S. 20)

Cleverer Landwirtschaft: Smarte Technologie im Kuhstall. (S. 21)

BEISPIELE AUS DER FORSCHUNG

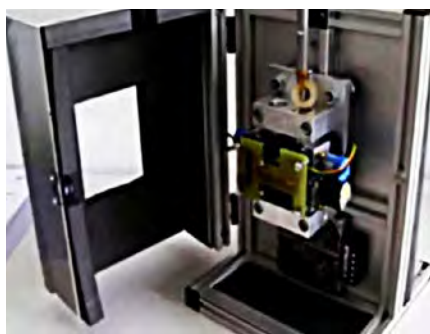
Die folgenden Kurzbeschreibungen geben Einblick in die Forschungstätigkeit im Bereich Elektrotechnik und Informationstechnologie an Schweizer Hochschulen.

AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Kalibrationsprüfstand für Gas-Luft-Verbund

Ein Gas-Luft-Verbund (GLV) besteht aus zwei elektromagnetischen Ventilen und der Regel-Elektronik für das Gemisch-Verhältnis in der Brennstoffzelle. Dem GLV muss dazu eine Betriebs-Kennlinie angelernt werden, was grossen personellen Aufwand bedeutet.

Im Projekt wurde ein automatisierter Prüfstand für die Kalibration der Gas-Luft-Verbunde entwickelt. Dazu wurde eine Software geschrieben, die es ermöglicht, den ganzen Kalibrationsvorgang völlig automatisch durchzuführen sowie die Funktionstüchtigkeit der Ventile zu kontrollieren.



Der Kalibrations-Vorgang mit seinen standardisierten Routinen verringert den Arbeitsaufwand, ermöglicht eine präzisere Kalibration, ein besseres Gas-Luft-Gemisch und reduziert den Energieverbrauch.

www.zhaw.ch

ENERGIETECHNIK

Flexibles Strommanagement

Bei der elektrischen Energieversorgung müssen Erzeugung und Verbrauch stets im Gleichgewicht sein. Traditionell wird dazu die Produktion

von Elektrizität in Grosskraftwerken dem Verbrauch angepasst. Zukünftig werden vermehrt kleinere Kraftwerke ins Netz einspeisen, die dem schwankenden Dargebot an Wind, Sonne und Wasser folgen. Um diese Schwankungen auszugleichen, kann die Flexibilität auf der Verbrauchsseite genutzt werden. Verbraucher haben aber kaum technische Möglichkeiten, ihr Verhalten an die Situation im



Energiesystem anzupassen. Der an der FHNW entwickelte «Home Manager» soll diese Aufgabe übernehmen. Auf Basis eines dynamischen Anreizes in Form eines Preissignals übernimmt er die optimale Steuerung der flexiblen Haushaltgeräte.

www.fhnw.ch

Artificial Intelligence for Power Systems

Wie können datenwissenschaftliche Techniken wie künstliche Intelligenz einen Mehrwert im Energiesektor schaffen? Was sind die vielversprechendsten Anwendungsfälle für Akteure im Energiesektor? Mit solchen Fragen beschäftigen sich die HSLU und Industriepartner im Projekt AI4Power. Der Fokus liegt auf der Identifizierung, Entwicklung und Nutzung von Anwendungsfällen für fortschrittliche Analytik in der Elektrizitätsversorgungsbranche. Untersucht werden Asset Management, Märkte, Echtzeitprozesse und Datenschutz in KI in Stromsystemen. Das Projekt umfasst auch die Analyse, Entwicklung und Verbreitung von frei zugänglichen KI-basierten Werkzeugen und wird nach Möglichkeit

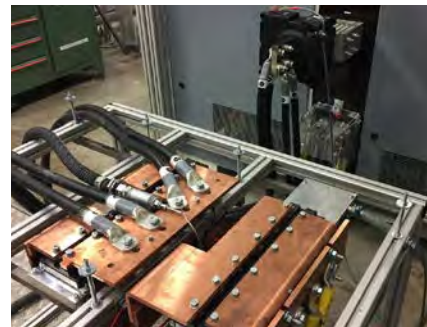
Beispieldatensätze verwenden, um den Wert von KI-Methoden zu beweisen.

www.hslu.ch

LEISTUNGSELEKTRONIK

Leistungshalbleiter auf dem Prüfstand

Wartungs- und Ersatzarbeiten bei einem verbauten DC-Breaker auf einem Hochseeschiff sollen durchgeführt werden können, wenn das Schiff im Hafen



steht. Wenn die Module auf See ausfallen und dort gewartet werden müssen, entstehen horrend Kosten. Deshalb soll ein zustandsorientiertes Monitoring-System für die in DC-Breaker verbauten Halbleiter-Module entwickelt werden, welches Temperatur-, Strom- und Spannungsverläufe am Modul und am Kühler misst. Eine Analyse und Auswertung der Messdaten soll es ermöglichen, die verbleibende Lebensdauer von einzelnen Halbleiter-Modulen abzuschätzen und ihren Alterungsprozess zu ermitteln.

www.fhnw.ch

MIKROELEKTRONIK

Berührungslose Überwachung der Vitalparameter



In der Tiermedizin müssen Lebenszeichen wie die Herzfrequenz (HR) und Atemfrequenz (RR) kontinuierlich und simultan überwacht werden. Aktuelle Sensortechnologien funktionieren nur bei physischem Kontakt mit dem zu überwachenden Lebewesen. Dies kann zu Signalartefakten, Hautreizungen und Unbehagen führen. Zudem können

die verfügbaren Geräte nicht gleichzeitig HR und RR messen, sie sind sperrig und kostspielig. Im Projekt wurde die patentierte MARTA-Sensortechnologie der Firma Vigilitech AG auf einen anwendungsspezifischen Mikrochip (ASIC) miniaturisiert. Dieser wurde in einen MRI-fähigen Prototyp integriert, der die Vitaldaten von Versuchstieren berührungslos überwacht.

www.ost.ch/imes

PHOTONICS

Unsichtbare Sicherheit mittels

Laser-Scanner

Die FH Graubünden hat gemeinsam mit dem Museum für Gestaltung Zürich eine flexible und unauffällige Sicherung von Exponaten mittels Laser-scannern entwickelt. So werden zum Beispiel über einem Tisch mit offen ausgestellten Objekten vier Scanner



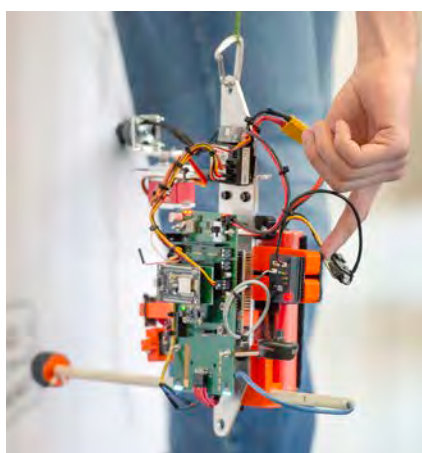
angebracht, um alle Seiten zu schützen. Die montierten Laserscanner-Einheiten funktionieren so wie eine unsichtbare Wand. Die Schaltschwellen für die Laserlinien werden über eine entsprechende Software eingestellt. Dringt etwas in den Scanbereich ein und überschreitet die Schaltschwelle, ertönt ein Alarm. Die Kalibrierung der einzelnen Schaltschwellen erfolgt pro Sensor. Dadurch ist es möglich, Exponate, die sich in der Laserlinie befinden, aus dem Überwachungsbereich auszuschliessen.

www.fhgr.ch

ROBOTIK

Assistenzsysteme für die alpine Rettung

Bei Bergrettungen mit dem Helikopter wird der Retter meistens per Longline-Technik mit einer Seilwinde vom Helikopter zum Verunfallten abgelassen. Die Einsätze können durch Stein-



schlag, Lawinen und Wind beeinträchtigt werden. Um solche Risiken zu minimieren, wurde ein Prototyp für einen navigierbaren Seilwinden-haken entwickelt, der ferngesteuert von einem Operator gelenkt wird. So kann sich der Pilot auf das Halten einer fixen Flugposition konzentrieren. Die Rettungskraft wird mithilfe von Kamerasystemen ferngesteuert zu einem Einsatzort manövriert und hat so beide Hände frei. Auch Gefahren wie Steinschlag, Lawinen oder Turbulenzen, welche durch den Helikopter bei zu kleinem Abstand zu Felswänden ausgelöst werden können, werden so reduziert.

www.fhgr.ch

Enable multiple robots

to work together

Roboter halten zunehmend Einzug in die Industrie, aber auch in unser tägliches Leben. Es gibt viele komplexe Aufgaben, die nicht von einem Roboter allein, sondern nur von einem Team von Robotern bewältigt werden können, zum Beispiel auf einer Baustelle, wo schwere oder grosse Gegenstände transportiert werden müssen. Hier müssen die Roboter arbeiten, interagieren und möglicherweise auch miteinander kommunizieren. Sowohl die Position des Objekts als auch die Interaktionskräfte müssen kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass das Objekt weder fallen gelassen noch gequetscht und beschädigt wird. Dazu werden Algorithmen entwickelt, die es mehreren Robotern ermöglichen, zusammenzuarbeiten.

<https://ee.ethz.ch>

SENSORIK

Personalized Detection of Epileptic Seizure in the Internet of Things (IoT) Era

Weltweit sind über 60 Millionen Menschen von Epilepsie betroffen. Ein Drittel von ihnen leidet trotz Behandlung unter unvorhersehbar wiederkehrenden Anfällen. Ziel des multidisziplinären Projekts ist es, nicht-invasive Überwachungsmethoden zu entwickeln, um Anfälle vorherzusagen und zu erkennen. Dazu soll ein komplexes, mit mehreren Biosensoren ausgestattetes tragbares Gerät mit maschinellem



Lernsystem entwickelt werden. Zudem ist eine zentrale Computerplattform zur Abstimmung der maschinellen Lerntechnologie und zur Entwicklung optimaler personalisierter Algorithmen zur Anfallserkennung und -vorhersage vorgesehen.

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

INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Immobilienbewirtschaftung mit SmartContracts

Für die Automatisierung und Vereinfachung der Immobilienverwaltung soll eine Blockchain-basierte Applikation entwickelt werden, die als dezentrale Datenbank die Speicherung sämtlicher Quittungen übernimmt, automatisch die Verwaltung von Transaktionen steuert sowie sicherstellt, dass es zu keinen Missbräuchen bei der Vergabe von Reparaturaufträgen kommt. Ein weiterer Vorteil, neben der automatisierten Administration, besteht beim Eigentumswechsel oder der Miete von Gebäuden und Wohnungen. Durch die transparente und sichere Speicherung in der Blockchain können sämtliche relevanten Daten künftigen Mietern und Eigentümern zugänglich gemacht werden.

www.hslu.ch

WENN TAUSENDE ROBOTER GLEICHZEITIG DAS TREPPENSTEIGEN ÜBEN

Die Roboter der Schweizer Firma Anybotics sind auf Ölplattformen, in Atomkraftwerken und im Bergbau unterwegs. Doch das Streben nach Spitzentechnologie hat eine Schattenseite.

Wie Ameisen kraxeln sie Stufe um Stufe hinauf. Tausende Roboter üben das Treppensteigen. Das tun sie nicht in der realen Welt, sondern in einem rein virtuellen Trainingsraum – sozusagen als digitale Zwillinge in den Weiten des Metaverse.

Auf Gittertreppen zu laufen, ist für Roboter schwierig wegen der vielen Leerräume. Auch wenn der Boden mit Schnee, Wasser oder Laub bedeckt ist, haben sie Mühe, vorwärtszukommen. Seit maschinelles Lernen eingesetzt werden kann, lernen sie schneller und besser.

NEUER ANSATZ BEI DER PROGRAMMIERUNG

Eine Schweizer Firma hat als weltweit erste bei der Programmierung einen neuen Ansatz gewählt. Sie programmiert die Roboter nicht einzeln, wie sie auf unterschiedlichem Gelände laufen sollen, sondern lässt sie das mit künstlicher Intelligenz in der Virtualität gleich selber lernen.

Diese Pionierarbeit zeigt exemplarisch auf, wie die rasanten Fortschritte bei der künstlichen Intelligenz die Robotik beflügeln. Im Grunde lernt der Roboter ähnlich wie ein Baby über Versuch und Irrtum. Durch stetes Ausprobieren gelingt es ihm immer besser, eine gewisse Strecke oder ein Hindernis zu überwinden. So tun es die Roboter in der virtuellen Welt.

Wenn im Metaverse Tausende Roboter gleichzeitig trainieren, wirkt das eigentümlich. Doch es funktioniert. «Anschliessend fügen wir alles, was all

diese Roboter gelernt haben, zu einem einzigen neuronalen Netz zusammen und übertragen dieses als Software auf den Roboter in der realen Welt», erklärt Péter Fankhauser, Chef von Anybotics in Zürich. Seine Firma wendet nun das an der ETH gewonnene Wissen an.

ROBUSTER, AGILER, SCHNELLER

Er sagt, das Netz sei sogar robuster und agiler, als wenn man dem Roboter die Bewegungsabläufe in den Code schreibe. Und es geht rasend schnell. «Das, wofür wir früher monatelang programmiert haben, geschieht jetzt innert nur 30 Minuten.»

Anybotics zählt in Sachen Robotik zur Weltspitze. Die Firma sei ein «absoluter Superstar in der Schweizer Start-up-Szene – eine der wenigen Firmen, die global einen Unterschied machen werden», sagt Start-up-Investor Daniel Gutenberg in der «Bilanz». Derzeit beschäftigt Anybotics 130 Mitarbeiter, bis Ende Jahr sollen es 150 sein. Zu den Kunden gehören die Gas- und Ölfirmen Shell und BP, der Chemiekonzern BASF, Vale im Bergbau oder Outokumpu im Metallbereich. Dort kontrollieren die Roboter Ölplattformen und Minen. Sie sind wasserdicht. Ablagerungen, etwa radioaktive oder giftige Stoffe, können abgeduscht werden.

8000 FRANKEN MONATSLOHN

Die «Anymals» werden dorthin geschickt, wo es für Menschen zu staubig, zu laut oder gefährlich ist. Im Bergbau oder bei Atomkraftwerken kann ein Roboter bei grossen Anlagen in extremer Hitze über akustische, visuelle und thermische Sensoren prüfen, ob alles korrekt läuft. Auch das Zürcher EWZ lässt eine Anlage Tag und Nacht von einem Anybotics-Roboter kontrollieren.

Anybotics verkauft die Roboter nicht nur, sondern vermietet sie auch. Dafür verlangt sie eine Art Salär. Kunden mieten den Roboter für 8000 Franken im Monat. Das passt zur Vision der Firma: «Creating a workforce of autonomous robots» – also das «Erschaffen einer Belegschaft aus autonomen Robotern».

Weltweit gibt es sehr wenige Firmen, die diese Art Robotik anbieten. Neben Anybotics die Firma Unitree in China und Boston Dynamics in den USA. Besonders mit Boston Dynamics sind die Schweizer im direkten Wettstreit. Doch gleichzeitig seien beide aufeinander angewiesen.

UNTERSCHIEDLICHE ZUGÄNGE

ZUR ROBOTIK

Boston Dynamics, die dem südkoreanischen Autobauer Hyundai gehört, ist spezialisiert auf menschenähnliche Roboter mit hohem Unterhaltungsfaktor. Ihre Roboter heissen «Spot», sie tanzen oder machen Rückwärtssaltos. Boston Dynamics habe einen anderen Zugang zur Robotik als Anybotics, sagt Fankhauser. «Sie treiben die Möglichkeiten der Hardware stark voran, jedoch kümmern sie sich weniger stark um die konkrete industrielle Anwendung.» Bei Anybotics sei das anders: «Wir kommen zwar ursprünglich von der Wissenschaft, wurden an der ETH gegründet, haben jedoch immer das Kundenproblem im Fokus.»

Die Nachricht, wonach das von Boston Dynamics mitfinanzierte AI Institute nach Zürich kommen wird, sieht Anybotics als eine grosse Bereicherung für den Robotikstandort Schweiz. Das AI Institute, das ebenfalls einen «Anymal-Roboter» verwende, sei «eine Bestätigung für das, was wir hier aufgebaut haben in den letzten Jahren», sagt Fankhauser. Und dieser Schritt werde wiederum «sehr viele Talente anziehen».

SCHWEIZ KANN BEIDES:

KI UND DIE MECHANIK

Tatsächlich haben die Eidgenössischen Technischen Hochschulen ETH Zürich und die EPFL in Lausanne in den letzten Jahren sehr viel in Grundlagenforschung in verschiedenen Feldern investiert. Das führte dazu, dass sich laufend

mehr Firmen hier angesiedelt haben, die Sensorik, maschinelles Sehen sowie Automatisierung auf Weltspitzenniveau betreiben – alles Kompetenzen, die in der Robotik verschmelzen.

Internationale Techkonzerne wie ABB, IBM und General Electric betreiben Robotik-Abteilungen in der Schweiz, daneben gibt es viele Roboter-Kleinfirmer. Die meisten in Zürich – einige davon haben im Tessin, in der Region Aargau-Solothurn oder in der Waadt ihren Sitz.

Künstliche Intelligenz wird in der Schweiz nicht im grossen Stil entwickelt. «Wir sind aber an der Spitze in der Weiterentwicklung von KI und deren Umsetzung, weil wir hier beides gut können: KI und die Mechanik», sagt Roland Siegwart, Professor für Robotik an der ETH Zürich, im Interview mit dieser Redaktion.

«Laufroboter etwa benötigen künstliche Intelligenz und ein handfestes Gehäuse, das präzise gebaut werden muss», sagt Siegwart. In der Schweiz sei neben der intellektuellen auch die

handwerkliche Kompetenz vorhanden. Das wirke sich konkret auf die Resultate aus: «Unsere Zürcher Roboter können besser laufen als jene von Boston Dynamics.»

IM KRIEG WERDEN ROBOTER UND DROHNEN MISSBRAUCHT

Diese Vorherrschaft hat jedoch dunkle Seiten. Dass Roboter nicht nur für Gutes eingesetzt werden, zeigt sich nirgends so deutlich wie zurzeit in den Kriegsgebieten. Der Krieg in der Ukraine ist auch der Krieg von Robotern und Drohnen, die den Gegner ausspionieren und Bomben tragen. Israel gehört zu den technologisch fortschrittlichsten Ländern weltweit – militärische Zwecke gelten seit je als Treiber verschiedener Technologien.

Fankhauser sagt: «Ich bin erschüttert, wenn ich im Internet sehe, was teilweise mit Robotern gemacht wird, die ähnlich aussehen wie unsere.» Einmal habe er einen gesehen, dem ein Maschinengewehr aufgeschnallt worden sei. «Das ist absolut unverantwortlich

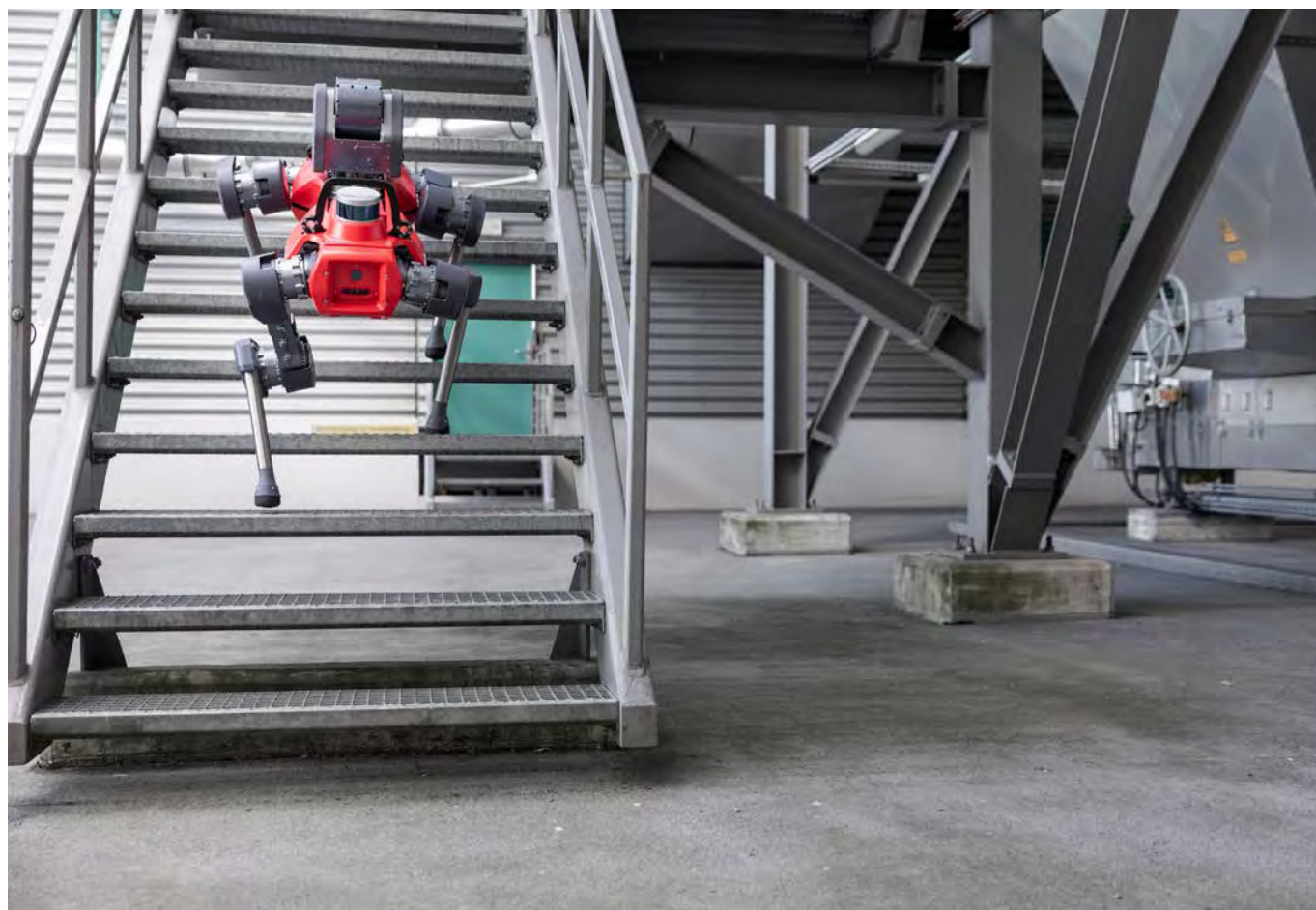
und extrem verstörend.» Anybotics habe von Anfang an und kürzlich auch in einem offenen Brief deutlich gemacht, dass die Firma alles unternehme, damit ihre Technologie nicht missbraucht werde.

Anybotics verkaufe die Roboter nicht im Laden oder in einem Onlineshop, denn das sei gefährlich. Stattdessen habe die Firma eine «enge Beziehung» zu den Kunden und könne garantieren, dass keiner ihrer Roboter im Kriegsgebiet eingesetzt werde. Gewissheit gebe auch das Tracking.

Fankhauser sagt, seine Firma wisse immer, wo die ausgelieferten Roboter gerade seien. «Wir könnten sie sogar deaktivieren, falls sie unzumutbar verwendet werden.»

Quelle

Edith Hollenstein, www.tagesanzeiger.ch, 18.11.2023 (gekürzt)



Wie Ameisen: Im virtuellen Raum trainieren Tausende Roboter gleichzeitig das Treppensteigen.

IM WASSERSTOFFRAUSCH

Forschung und Industrie wollen an das weisse Gold im Erdmantelgestein. Vom grossen Run auf den möglichen Energieträger der Zukunft.

Wasserstoff als Energiequelle der Zukunft: Diese Idee schien lange Zeit Science-Fiction-Romanen und der Gasforschung in der ehemaligen Sowjetunion vorbehalten. Romanautor Jules Verne und der US-amerikanische Ökonom Jeremy Rifkin stellten sich vor, dass sich der Energieträger aus der Spaltung von Wasser unerschöpflich gewinnen liesse. Ukrainische und russische Forscher glaubten, im Untergrund der UdSSR riesige Reserven davon finden zu können. Und bereits als klimaneutrale Energiequellen noch kein Thema waren, wurde Wasserstoff, der aus fossilen Energieträgern erzeugt worden war, industriell in immer grösseren Mengen eingesetzt.

SCHLÜSSELROLLE FÜR NETTO-NULL

Heute ist Wasserstoff in aller Munde: «Man hat erkannt, dass sich das Netto-Null-Ziel für Treibhausgasemissionen bis 2050, das immer mehr Länder anstreben, kaum erreichen lässt, ohne dass Wasserstoff eine Schlüsselrolle spielt», erklärt Christian Bauer, Forscher am Labor für Energiesystem-Analysen des PSI. Da Wasserstoff keinen Kohlenstoff enthält, scheint er prädestiniert für eine konsequente Klimapolitik, die CO₂-Ausstoss ganz vermeidet. Wasserstoff ist vielversprechend: Er enthält bei gleicher Masse zwei- bis dreimal so viel Energie wie Erdgas und Erdöl, und als Abfallprodukt entsteht nur Wasser. Es gibt aber auch Nachteile: Sowohl die saubere Produktion als auch Lagerung und Transport sind eine Herausforderung.

Der einfachste Ansatz scheint die Wasserstoffproduktion aus fossilen Energieträgern, weil er auf einer bereits eingespielten Produktionskette

aufbaut. Nach der Umwandlung muss Kohlendioxid abgeschieden und gespeichert werden, um den Wasserstoff zu säubern. Der so in der Bilanz emissionsfrei erzeugte Wasserstoff wird deswegen als blau bezeichnet, Wasserstoff aus fossilen Quellen, der ohne Abtrennung von CO₂ produziert wird, dagegen als grau. Ist denn ein Wechsel von grauem zu blauem Wasserstoff grundsätzlich möglich, zuverlässig und wirtschaftlich tragbar? «Das kommt darauf an. Ich weiss, die Medien mögen diese Antwort nicht, aber in diesem Fall ist sie wirklich treffend», sagt Bauer.

Der Forscher veröffentlichte 2022 zusammen mit europäischen und nordamerikanischen Forschenden einen Überblick zu dieser Frage, wobei sie zum Schluss kamen, dass eine klimaneutrale Produktion zwar möglich, aber noch nicht umsetzbar sei. Zuerst müsste das Entweichen von Erdgas, das zur Gewinnung von Wasserstoff genutzt wird, drastisch reduziert werden.

TECHNISCHER SPRUNG BEI ELEKTROLYSE

Der auf den ersten Blick umweltfreundlichste Weg ist dagegen die Gewinnung von sogenanntem grünem Wasserstoff, der durch Wasserspaltung mit Strom aus erneuerbaren Energien produziert wird. Ist das realistisch? «Die Elektrolyse von Wasser ist seit zwei Jahrhunderten bekannt, ihre Durchführung in grossem Massstab stand aber bis vor Kurzem vor unüberwindbaren Hürden. Jüngst bahnte sich bei der Produktion jedoch ein technologischer Sprung an, der diesen Weg gangbar machen könnte», glaubt Pasquale Cavaliere, Forscher für Innovationstechnik an der italienischen Universität Salento.

Ein grosser Schritt in die richtige Richtung war die Ablösung der klassischen Elektrolyse in alkalischer Lösung durch die Elektrolyse mit ei-

ner Polymerelektrolytmembran, die in den 50er-Jahren vom amerikanischen Raumfahrtprogramm entwickelt wurde.

UNTER DEN ERDÖLRESERVEN

Im Moment ist grüner Wasserstoff immer noch zwei- bis dreimal teurer als blauer, der wiederum zwei- bis dreimal teurer ist als grauer. Ein Vorteil könnte aber sein, dass erneuerbare Energie aus fluktuierenden Quellen – Sonne oder Wasserkraft – durch die Umwandlung in Wasserstoff in eine speicherbare Form gebracht werden könnte, was diese Formen der Stromerzeugung flexibler macht. Dabei wird intensiv in verschiedene Richtungen geforscht. So stellte beispielsweise ein Team der EPFL 2023 ein System vor, das mithilfe von Sonnenlicht den in der Umgebungsluft vorhandenen Wasserdampf in Wasserstoff umwandelt.

Eine überraschende Alternative könnte jedoch sogenannter weisser Wasserstoff sein, der natürlicherweise im Untergrund vorkommt. «Soweit wir wissen, gibt es aber nur sehr geringe Mengen davon», gibt Pasquale Cavaliere zu bedenken.

FELD MIT GASDETEKTOR

«Die Pioniere in diesem Bereich wurden oft für verrückt gehalten», erzählt Geochemiker Eric C. Gaucher, der seinerseits im Mai 2023 seine Stelle an der Universität Bern aufgab und sich ganz seiner Firma Lavoisier H2 Geoconsult zuwandte. Diese fokussiert auf die Erforschung, Exploration und Beratung im Bereich des natürlichen Wasserstoffs.

Bei seiner ersten Begegnung mit weissem Wasserstoff arbeitete Gaucher beim Unternehmen Total Energies. «Wir untersuchten, welche Rolle das Mantelgestein unter den Becken mit Erdölreserven bei den chemischen Vorgängen spielt. Man wusste, dass beim Kontakt mit Wasser im Rahmen der sogenannten Serpentinisierung Wasserstoff entsteht – und man fragte sich, wo dieser Wasserstoff blieb», erzählt er. «Wir führten einen Feld in den Pyrenäen durch, auf einer Verwerfung, die eine wichtige tektonische



In Oberhausen (Deutschland) wird auf herkömmliche Art sogenannter grauer Wasserstoff aus fossilen Brennstoffen gewonnen.

Grenze ist – und Bingo! Schon am ersten Tag fand der Gasdetektor Wasserstoff.»

NOCH WEISS MAN WENIG

Der Geochemiker will verstehen, wie während dreier verschiedener tektonischer Vorgänge in der Erdkruste Wasserstoff entsteht: Im ersten bricht die Kruste auf, es bildet sich ein Ozean, und der Erdmantel trifft auf Meerwasser. Während des zweiten Vorgangs

schiebt sich eine tektonische Platte unter eine andere, und es finden Reaktionen statt, bei denen Wasser entsteht, das wiederum mit dem Mantelmaterial zwischen den Platten reagiert. Im dritten Fall schliesslich werden Teile des Mantels, etwa bei der Entstehung einer Bergkette, in die Höhe geschoben und damit für Regenwasser zugänglich. Bei all diesen Vorgängen könnte immer noch laufend neuer Wasserstoff entstehen.

«Noch weiss man erst wenig über die Migration von Wasserstoff im Untergrund und die Reserven. Und die Untersuchungsmethoden stecken noch in den Kinderschuhen», räumt Gaucher ein. «Alles, was wir tun können, ist also zu bohren, zumindest dort, wo es die Bergbaugesetze erlauben. Solche Bohrungen werden in den USA bereits durchgeführt, sind in Australien geplant und werden in Brasilien in Betracht gezogen.

AUF EXPLORATION IM WALLIS

Und in der Schweiz? «Es gibt Hinweise darauf, dass Wasserstoff in den tektonischen Verwerfungen der Alpen zirkuliert. Wir müssen nun herausfinden, wo er sich gesammelt hat», antwortet Gaucher. Im Val d'Hérens im Wallis habe bereits eine Prospektion stattgefunden, «aber wir haben bisher wohl nur Spuren eines fossilen Systems gefunden, das in der Vergangenheit Wasserstoff produziert hat, nicht ein aktives System wie in den Pyrenäen».

Das ist vielleicht enttäuschend. Aber Gaucher sieht das anders: «Im Erdölgeschäft liegt die Erfolgsquote nach 200 Jahren Technologie und Milliarden investierter Dollars heute bei einem von zehn Bohrlöchern. Es gibt also noch keinen Grund zur Entmutigung.» Wenn man bedenkt, dass bis heute erst weniger als 0,7 Prozent des weltweit produzierten Wasserstoffs grün oder blau sind und ein Quantensprung bei dessen Herstellung selbst in optimistischen Szenarien zwei Jahrzehnte dauern dürfte, ergibt die Suche nach dem natürlichen Wasserstoff unter unseren Füßen durchaus Sinn.

Quellen

Nic Ulmi, «Horizonte» 139, Dezember 2023, S. 32–33 (gekürzt)

IM TANDEM MEHR STROM

Aus zwei Typen kombinierte Solarzellen sind weit effizienter als konventionelle Siliziumzellen. Nun wollen Unternehmen in die Fertigung ganzer Module einsteigen.

Rot ist die Farbe der Leidenschaft, sie steht für Feuer, Wärme, Energie. Blau dagegen strahlt Kühle, Ruhe und Gelassenheit aus. Physikalisch gesehen verhält es sich jedoch umgekehrt: Blaues Licht schwingt mit kürzerer Wellenlänge und damit schneller als rotes. Deshalb sind blaue Lichtteilchen energiereicher.

SCHWÄCHELNDE SOLARZELLEN

Die heute den Photovoltaik-Markt beherrschenden Siliziumsolarzellen schwächeln allerdings bei Blau – sie verwerten vor allem den roten und den infraroten Anteil des Sonnenlichts. Deshalb haben Wissenschaftler schon vor Jahrzehnten damit begonnen, nach Photovoltaik-Halbleitern zu suchen, die den energiereicheren Teil des Lichtspektrums für die Stromerzeugung erschliessen. In den letzten zehn Jahren haben sie sich hier vor allem auf die Materialgruppe der Perowskite konzentriert.

Sie setzen dabei auf ein Huckepackkonzept: Die Perowskite werden auf eine konventionelle Siliziumsolarzelle aufgetragen. Dort nutzen sie in erster Linie das blaue und das grüne Licht. Die rote Strahlung lassen sie zur darunterliegenden Siliziumschicht durch.

SCHNELLE FORTSCHRITTE IM LABOR

Mit dieser Zellenkombi ist es Wissenschaftlern gelungen, die Effizienzgrade herkömmlicher Solarzellen weit hinter sich zu lassen. So hat ein Forscherteam der ETH Lausanne und des Schweizer Innovationszentrums CSEM mit einer solchen Tandemzelle im Sommer 2022 einen Wirkungsgrad von rund 31 Prozent erzielt. Das war damals Weltrekord. Mittlerweile liegt der Spitzenwert bei fast 34 Prozent, erreicht vom chinesi-

schen Photovoltaik-Hersteller Longi. Die weltbeste Siliziumsolarzelle kommt derzeit nur auf gut 27 Prozent. Die Kluft zwischen den beiden Solarzellentypen zeigt sich auch beim theoretischen Maximum: Der höchste physikalisch mögliche Wirkungsgrad von Perowskit-Silizium-Tandemzellen liegt laut Forschern des deutschen Fraunhofer-Instituts für solare Energiesysteme bei 39,5 Prozent, der von herkömmlichen Siliziumzellen nur bei 29,4 Prozent.

IM VISIER DER BRANCHE

Angesichts der schnellen Fortschritte im Labor nimmt die Solarbranche nun die Produktion ganzer Module mit Tandemzellen ins Visier. «Es gibt heute kaum grössere Hersteller von Siliziumsolarzellen, die sich nicht mit dem Einstieg in die Fertigung von Perowskit-Silizium-Modulen beschäftigen», sagt Michael Saliba, Leiter des Instituts für Photovoltaik der Universität Stuttgart.

So arbeiten zum Beispiel das koreanische Unternehmen Hanwha Qcells und das Helmholtz-Zentrum Berlin mit Partnern daran, in Ostdeutschland eine kleine Produktion aufzubauen, um Erfahrungen mit den Fertigungstechnologien zu sammeln. Das Projekt wird von der EU und dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation gefördert.

Auch das britische Start-up Oxford PV richtet derzeit in Deutschland eine erste Fertigung von Tandemzellen ein. Anfang des Jahres hatte das Unternehmen den Prototyp eines gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme entwickelten Perowskit-Silizium-Moduls vorgestellt, das immerhin auf 25 Prozent Wirkungsgrad kommt – 4 Prozentpunkte mehr, als Standardmodule heute im Durchschnitt erreichen.

TECHNISCHE HÜRDEN

Um Perowskit-Silizium-Module in Serie produzieren zu können, habe die

Branche allerdings noch einige Aufgaben zu lösen, sagt der Perowskit-Spezialist Christian Wolff von der ETH Lausanne. Vor allem bei der Beschichtung: «Die Perowskite müssen sehr gleichmässig auf der gesamten Siliziumfläche verteilt werden», sagt der Forscher. Das bedeute für die Fertigung eine Herausforderung, da es noch keine etablierte Methode gebe.

Neben technischen Hürden gibt es ein weiteres Hindernis für die Tandemmodule: die Dominanz der etablierten Silizium-Photovoltaik. Deren Kosten sind mit dem Bau zahlreicher Multi-Gigawatt-Werke in Asien in den letzten Jahren stark gefallen. Perowskit-Silizium-Module zu produzieren, wird, bezogen auf die Leistung, wohl zunächst um einiges teurer sein, trotz der höheren Effizienz – vor allem, weil die Stückzahlen anfangs sehr viel geringer sein werden.

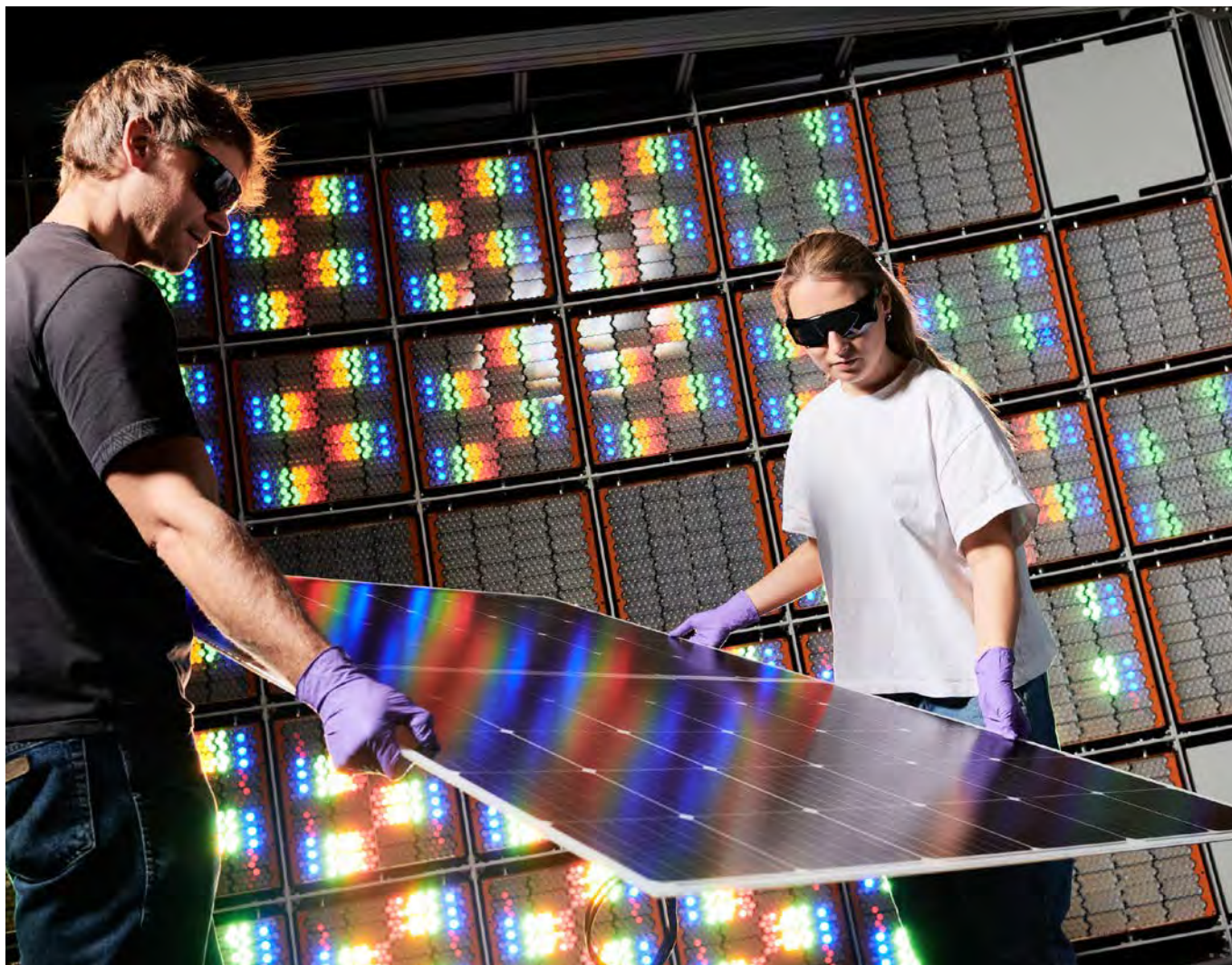
ZUKUNFTSMARKT MIT TÜCKEN

Die hohen Produktionskosten würden die Hersteller aber nicht davon abhalten, Tandemmodule intensiv auf ihre Markttauglichkeit zu prüfen, äussert der Stuttgarter Forscher Saliba seine Erwartungen. «Wartet die Konkurrenz mit wettbewerbsfähigen, hocheffizienten Perowskit-Silizium-Modulen auf, riskieren zögerliche Unternehmen, sich einen Zukunftsmarkt entgehen zu lassen.»

Manche Unternehmen dürften den Einstieg in dieses Segment aber schon deshalb scheuen, weil sich heute noch nicht abschätzen lässt, wie sich die Tandems über lange Zeiträume verhalten werden. Sie sind nämlich empfindlicher gegenüber Umwelteinflüssen als reine Siliziumzellen, sodass sie schneller an Leistung verlieren können. «Wissenschaft und Industrie haben mit Blick auf die Langzeitstabilität in jüngerer Zeit zwar viel erreicht, unter anderem durch eine bessere Verkapselung der Zellen», sagt Wolff. Ob das genüge, werde sich aber erst in einigen Jahren zeigen.

WENIGER KRITISCHE ROHSTOFFE

Hier sei Mut gefragt, so Saliba: «Wer zuerst eine belastbare Garantie für Tandemmodule ausweisen kann, si-



Noch sind Tandem-Solarzellen empfindlicher gegenüber Umwelteinflüssen als reine Siliziumzellen.

chert sich einen Vorsprung am Markt, der die Konkurrenz in Zugzwang versetzen würde.» Dabei muss es gar nicht eine Garantie über 30 Jahre sein, wie sie bei den konventionellen Modulen heute üblich ist. «Für Projektierer von Solarparks dürften schon 15 Jahre Garantie interessant sein. Nach dieser Zeit könnten sie die Module der ersten Generation im Rahmen eines sogenannten Repowerings gegen solche austauschen, die mit der Weiterentwicklung der Tandemmodule dann noch effizienter sein werden», meint Christian Wolff von der ETH Lausanne.

Manche Hausbesitzer könnte eine kürzere Lebensdauer abschrecken – auch wenn die Kosten pro erzeugte Kilowattstunde Strom wegen der höheren Wirkungsgrade niedriger sein sollten als bei den Standardmodulen. Gerade Eigentümer von Elektroautos und

Wärmepumpen würden aber von den ertragreicheren Perowskit-Silizium-Modulen profitieren, da ihr Strombedarf gross, die Dachfläche aber begrenzt ist.

Neben der höheren Effizienz kommt den Tandemzellen im Wettbewerb mit der etablierten Silizium-Photovoltaik noch ein weiterer Umstand zugute: «Sie benötigen verglichen mit den Siliziumzellen bis zu 75 Prozent weniger kritische Rohstoffe wie Silber oder Indium», sagt Wolff. Das sei vor allem im Hinblick auf die Zukunft wichtig. Denn diese Materialien würden zurzeit nicht in ausreichendem Masse abgebaut, um die Photovoltaik-Ausbauziele, die man sich gesetzt habe, zu erreichen. Weiten die Hersteller die Fertigung konventioneller Module stark aus, könnte es zu Rohstoffengpässen und steigenden Preisen kommen.

UNABHÄNGIGER VON FERNOST

Nicht zuletzt dürfte das Tandemkonzept davon profitieren, dass die EU eine Photovoltaik-Fertigung in Europa aufbauen will, um sich unabhängiger von Importen aus Fernost zu machen. Da ist es sinnvoll, auch auf eine Technologie zu setzen, die gegenüber der herkömmlichen Photovoltaik noch viel Entwicklungspotenzial hat. Saliba ist überzeugt: «Perowskit-Silizium-Zellen sind ein Hightech-Produkt, mit dem wir Europäer uns von den chinesischen Herstellern abheben könnten.»

Quelle

Ralph Diermann, in: NZZ am Sonntag, 05.05.2024 (gekürzt)

KÜNSTLICHE MUSKELN – LEICHTER, ROBUSTER, SICHERER

Von Forschenden neu entwickelte künstliche Muskeln, die Roboter antreiben, haben gegenüber bisherigen Technologien mehrere Vorteile. Sie könnten überall dort zum Einsatz kommen, wo Roboter nicht starr, sondern weich sein sollen oder sie mehr Gefühl im Umgang mit ihrer Umgebung brauchen.

Viele Robotikerinnen und Robotiker träumen davon, Roboter nicht nur aus Metall oder anderen harten Materialien und Motoren zu bauen, sondern sie weicher und anpassungsfähiger zu gestalten. Weiche Roboter könnten ganz anders mit ihrer Umwelt interagieren, sie könnten beispielsweise wie die Gliedmassen von Menschen Stösse abfedern oder mit Feingefühl etwas greifen. Auch aus energetischer Sicht wäre dies interessant, denn bisherige Antriebe benötigen meist viel Energie, um eine Position halten zu können, während weiche Systeme Energie auch gut speichern können. Was liegt also näher, als sich den menschlichen Muskel zum Vorbild zu nehmen und zu versuchen, dieses System nachzubauen?

Die Funktionsweise von künstlichen Muskeln orientiert sich deshalb an der Biologie. Wie ihr natürliches Gegenstück ziehen sich die künstlichen Mus-

keln bei einem elektrischen Impuls zusammen. Allerdings bestehen die künstlichen Muskeln nicht aus Zellen und Fasern, sondern aus einem Beutel, der mit einer Flüssigkeit – meist Öl – gefüllt ist und dessen Hülle Elektroden enthält. Erhalten diese eine elektrische Spannung, ziehen sie sich zusammen und drücken die Flüssigkeit in den Rest des Beutels. Der Beutel spannt sich und kann beispielsweise ein Gewicht anheben. Ein Beutel steht dabei analog für ein kurzes Bündel an Muskelfasern, verbindet man mehrere davon, entsteht ein volles Antriebselement, das auch als Aktuator bezeichnet wird oder eben als künstlicher Muskel.

ZU HOHE SPANNUNG

Die Idee, künstliche Muskeln zu entwickeln, ist nicht neu, nur gab es bis jetzt ein wesentliches Problem bei der Umsetzung: Die Aktuatoren funktionierten nur mit einer enorm hohen Spannung von ca. 6000 bis 10000 Volt. Das hat gleich mehrere Auswirkungen. So mussten diese bis jetzt an grosse, schwere Spannungsverstärker angeschlossen werden, sie funktionierten nicht in Wasser und waren auch für Menschen nicht ganz ungefährlich. Robert Katzschmann, Robotikprofes-

sor an der ETH Zürich, Stephan-Daniel Gravert und Elia Varini haben zusammen mit einem Forschungsteam in der Zeitschrift «Science Advances» ihre Version eines künstlichen Muskels vorgestellt, die gleich mehrere Vorteile aufweist.

NEUARTIGE HÜLLE

Gravert, der als wissenschaftlicher Assistent bei Katzschmann im Labor arbeitet, hat eine neuartige Hülle für den Beutel konzipiert. Die Forschenden nennen die neuen künstlichen Muskeln Halve-Aktuatoren, eine Abkürzung für «hydraulically amplified low-voltage electrostatic», zu Deutsch also hydraulisch verstärkter elektrostatischer Niederspannungs-Aktuator. «Bei anderen Aktuatoren liegen die Elektroden ausser an der Hülle. Bei unseren besteht die Hülle aus verschiedenen Schichten. Wir haben ein hoch-permittives ferroelektrisches Material, also eines, das verhältnismässig hohe Mengen an elektrischer Energie speichern kann, kombiniert mit einer Schicht aus Elektroden und diese dann mit einer Polymer-Hülle überzogen, die sehr gute mechanische Eigenschaften hat und den Beutel stabiler macht», erklärt Gravert. Dadurch konnten die Forschenden auch die benötigte Spannung reduzieren, weil die viel höhere Permittivität des ferroelektrischen Materials grosse Kräfte trotz geringer Spannung zulässt. Gravert und Varini haben die Hülle der Halve-Aktuatoren übrigens nicht nur mitentwickelt, sondern sie auch gleich noch selbst im Labor für zwei konkrete Roboter hergestellt.



Künstliche Muskeln unter Wasser im Einsatz.



Vergrösserte Ansicht: Aktuator in durchsichtiger Hülle. Auch mit über 30 Durchschlagslöchern war der neue Halve-Aktuator immer noch voll funktionsfähig.

GREIFER UND FISCH ZEIGEN, WAS DER MUSKEL DRAUFHAT

Die Forschenden veranschaulichen das Potenzial der Neuentwicklung in der Studie an zwei robotischen Beispielen. Ein elf Zentimeter hoher Greifer hat zwei Finger, die durch je drei hintereinander geschaltete Beutel des Aktuators bewegt werden. Er wird dazu über ein kleines, batteriebetriebenes Netzteil mit 900 Volt Spannung versorgt. Akku und Netzteil wiegen zusammen nur 15 Gramm. Der gesamte Greifer wiegt inklusive Leistungs- und Regelungselektronik nur 45 Gramm. Der Greifer kann ein glattes Kunststoffobjekt ausreichend fest greifen, um sein eigenes Gewicht zu tragen, wenn das Objekt mit einer Schnur in die Luft gehoben wird. «Dieses Beispiel zeigt sehr gut, wie klein, leicht und effizient diese Aktuatoren sind. Das bedeutet auch, dass wir dem Ziel, integrierte muskelbetriebene Systeme zu erschaffen, einen grossen Schritt nähergekommen sind», freut sich Katzschmann.

Das zweite Objekt ist ein knapp 30 Zentimeter langer Fisch, der geschmeidig durchs Wasser schwimmt. Der Roboterfisch besteht aus einem Kopf, der die Elektronik enthält, und einem flexiblen Körper, an dem die Halve-Aktuatoren befestigt sind. Diese Aktuatoren bewegen sich abwechselnd rhythmisch, was die Schwimmbewegung erzeugt. So er-

reicht der kabellose Fisch aus dem Stillstand in 14 Sekunden eine Geschwindigkeit von drei Zentimeter pro Sekunde – und das wohlgemerkt in normalem Leitungswasser.

WASSERDICHT UND SICH SELBST-VERSCHLIESSEND

Das ist wichtig, denn es zeigt eine weitere Neuerung der Halve-Aktuatoren: Da die Elektroden nicht mehr ungeschützt aussen an der Hülle sitzen, sind die künstlichen Muskeln nun wasserdicht und können auch in leitenden Flüssigkeiten eingesetzt werden. «Mit dem Fisch können wir auch einen generellen Vorteil dieser Aktuatoren veranschaulichen – die Elektroden sind vor der Umwelt geschützt und umgekehrt ist auch die Umwelt vor den Elektroden geschützt. Man kann diese elektrostatischen Aktuatoren also im Wasser betreiben oder zum Beispiel anfassen», erklärt Katzschmann. Und noch einen Vorteil hat der schichtartige Aufbau der Beutel: Die neuen Aktuatoren sind wesentlich robuster als andere künstliche Muskeln.

Die Beutel sollen sich ja idealerweise sehr viel und schnell bewegen. Nur schon kleinste Produktionsfehler – etwa ein Staubkorn zwischen den Elektroden – können dabei zu einem elektrischen Durchschlag führen – einer Art Mini-Blitzschlag. «Bei früheren

Modellen hiess das: die Elektrode verbrennt, es entsteht ein Loch in der Hülle, die Flüssigkeit tritt aus und der Aktuator ist defekt», erklärt Gravert. Bei den Halve-Aktuatoren ist dieses Problem gelöst, denn ein einzelnes Loch verschliesst sich durch die schützende Kunststoff-Aussenschicht quasi von selbst. Der Beutel bleibt auch nach einem Durchschlag meist voll funktionsfähig.

Die beiden Forschenden freuen sich sichtlich, die Entwicklung künstlicher Muskeln einen entscheidenden Schritt vorangebracht zu haben, doch sind sie auch realistisch. Katzschmann sagt: «Nun muss diese Technologie zur industriellen Reife gebracht werden, das können wir nicht hier im ETH-Labor leisten. Ohne zu viel verraten zu wollen, kann ich aber sagen, dass es bereits Interesse von Firmen gibt, die mit uns zusammenarbeiten möchten.» Möglich wäre zum Beispiel, dass künstliche Muskeln dereinst bei neuartigen Robotern, Prothesen oder sogenannten Wearables, also am Körper getragene Technologien, eingesetzt werden.

Quelle

Franziska Schmid, www.myscience.ch,
30.01.2024 (gekürzt)

ELEKTRONIK AUF PILZEN

Leiterplatten für Computerchips bestehen meist aus Kunststoff oder Silizium – doch es gibt eine ökologische Alternative. Bauen wir Rechner künftig mit Pilzen?

Man nehme ein Kilogramm Buchenspäne, etwas Dinkelvollkornmehl, Gips und Wasser, vermenge alles gründlich, erhitze die Mischung und füge nach dem Abkühlen noch Sporen des Baumpilzes Glänzender Lackporling, *Ganoderma lucidum*, hinzu. Die Rezeptur könnte aus dem Kochbuch einer Märchenhexe stammen, war aber kürzlich im Wissenschaftsmagazin *Science Advances* zu lesen.

Ein Forscherteam aus Österreich hat sie ausgetüftelt, um bioabbaubare elektronische Leiterplatten herzustellen, die beispielsweise für Elektronik in Fitnessarmbändern und Smartwatches genutzt werden können.

Die Gruppe um Doris Danninger von der Johannes-Kepler-Universität (JKU) Linz hatte den Mix dazu in eine flache, etwa aktenordnergrösse Plastikbox ge-

füllt und in einem dunklen Schrank gelagert. Innerhalb von Wochen wuchs in der Kiste ein Gewebe aus Pilzfasern, ein sogenanntes Myzel, mit einer papierähnlichen, weissen bis bräunlichen Haut. «Diese Haut muss man nur noch abziehen, trocknen und pressen, die passende Grösse ausschneiden, und man ist im Prinzip fertig», sagt Danninger. Das Verfahren sei besonders einfach, verbrauche deutlich weniger Energie und Wasser als die Leiterplattenproduktion aus konventionellen Materialien und auch als jene aus Papier oder Baumwolle.

PROTOTYP FUNKTIONIERT

Das Team konnte zeigen, dass sich die Myzelhäute wie konventionelle Leiterplatten mit elektronischen Bauteilen bestücken lassen. Zunächst wird eine hauchdünne Kupfer- oder Goldschicht auf das Myzel aufgedampft beziehungsweise elektrolytisch, also mithilfe von Strom, aus einer Flüssigkeit abgeschieden. Ein Lasercutter entfernt das Metall überall dort, wo es

nicht gebraucht wird. Übrig bleiben die Leiterbahnen, auf die anschliessend elektronische Bauteile aufgelötet werden können.

Den grössten Prototyp auf Pilzbasis, etwa so gross wie eine Streichholzschatel, haben die Forscher beispielsweise mit einem Feuchtesensor bestückt, mit einem Bluetooth-Chip, der das Sensorsignal an ein Laptop oder Smartphone senden kann, und mit einer Batterie der besonderen Art: Die Hülle und eine Art Membran im Inneren, die Plus- und Minuspol trennt, bestehen ebenfalls aus Myzel.

Erste Härtetests haben die Prototypen schon erfolgreich überstanden. Laut Danninger können sie mehr als 2000 Mal gebogen werden, ohne dass Leiterbahnen brechen. Und sie halten hohe Temperaturen bis zu 250 Grad Celsius aus. Auch die Entsorgung ist offenbar einfach. Die Elektronikbauteile können abgelötet und recycelt werden, die Platte selber ist wie Essensreste kompostierbar.

PROBLEME MIT KOMPLEXERER ELEKTRONIK

Gerhard Domann, der am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung in Würzburg an elektronischen Leiterplatten aus Papier forscht, findet die Studie zu den Myzel-Platten durchaus interessant. Gleichwohl gebe es noch Baustellen. Weder mit Papier noch mit Myzel sei es bisher möglich, mehrlagige Leiterplatten für komplexere und kompaktere Elektronik zu kreieren.

Das räumt auch Danninger ein. Das Team aus Österreich arbeitet deshalb gerade an verfeinerten Rezepturen, die eine noch glattere Myzelhaut liefern sollen. Gelingt das, könnten die pilzbasierten Leiterplatten nicht nur in mehreren Lagen verschaltet, sondern auch sehr kleine Elektronikbauteile aufgebracht werden, die, so die Hoffnung der Forscher, in Zukunft ebenfalls aus umweltfreundlichen, bioabbaubaren Materialien bestehen.



Das Myzel eines Pilzes.

Quelle

Andrea Hoferichter, www.sueddeutsche.de, 20.12.2022 (gekürzt)

CLEVERE LANDWIRTSCHAFT



Der Fütterungsroboter schiebt nicht nur das Futter zum Gatter, sondern berechnet auch die benötigte Futtermenge.

Die Landwirtschaft revolutioniert sich. Ein traditioneller Bauernhof im luzernischen Wolhusen setzt nach Brand auf Hightechnologie.

Beim Gedanken an Technologie denken wir selten zuerst an einen Bauernhof. Haben wir doch das Bild aus Kindheitstagen im Kopf, wo der Bauer mit dem Melkschemel noch in langwieriger Handarbeit die Milch für die Käserei bereitstellen muss. Doch auch in dieser Branche hat der technologische Fortschritt Einzug gehalten. Pionier in der Landwirtschaftstechnologie ist die holländische Firma Lely. Swiss Engineers' Fachgruppe Young Swiss Engineers besuchte den luzernischen Bauernhof in Wolhusen.

SMARTWATCH STATT KUHTREIBEN

Die Familie Dissler in Wolhusen hat ihren Bauernhof mithilfe von Lely in einen hochmodernen Betrieb verwandelt und setzt damit neue Standards.

Lukas Dissler und seine Familie stand aufgrund eines unglücklichen Brandes vor wenigen Jahren vor der schwierigen Entscheidung: Den Betrieb aufzugeben oder den Weg der Kompletterneuerung zu gehen. Heute gäbe es diese clevere Landwirtschaft nicht, hätte die Familie den Bauernhof aufgegeben. Beim Rundgang durch den Stall ist eine ruhige Atmosphäre zu spüren. Smarte Technologie optimiert beispielsweise die Milchproduktion. Ein Melkroboter ermöglicht den Kühen, selbst zu entscheiden, wann sie gemolken werden möchten. Wie bei einer Smartwatch wird die Kuh mittels eines Halsbandes ganztägig überwacht: etwa auf Wiederkäutätigkeit, körperliche Aktivität oder Melkhäufigkeit.

VOM WEIDEGRAS BIS ZUM KÄSETANK

Der Boden unter der Kuh ist eine Waage, die neben der Gewichtsverteilung auf die vier Hufe auch unnatürliche

Gewichtsschwankungen mit der Datenhistorie abgleicht und bei Bedarf direkt dem Bauern meldet. Mit patentierten, ausgeklügelten Systemen wird auch die Milchqualität bestimmt. Stellt sich heraus, dass gewisse Grenzwerte überschritten werden, wird wiederum der Landwirt via System informiert. Die Milch wird in separate Behälter für die Kälberaufzucht geleitet und das System wird gereinigt. Nur bei groben Abweichungen oder medikamentöser Behandlung der Milchkuh wird die Milch entsorgt. Wird die Milch für gut befunden, wird sie direkt in den Tank geleitet, der für die Käserei bestimmt ist.

MIT PRÄZISER DOSIERUNG ZUR QUALITÄTSMILCH

Die Futteraufbereitung wird ebenfalls automatisch gesteuert. Ein grosser Kran nimmt die benötigte Menge und Zusammensetzung des Futters individuell auf. Das variable Rezept definiert der Bauer, wobei er die Datenauswertung von Lely zu Rate zieht. Anschliessend speist der Kran das Futter direkt durch eine Bodenöffnung in den darunter geparkten Fütterungsroboter ein. Während der Rundfahrt schiebt der Roboter das noch vorliegende Futter ans Gatter und misst zugleich die Futterhügelhöhe. So wird berechnet, wie viel Futter es für den nächsten Durchgang benötigt.

DIE ZUKUNFT DER LANDWIRTSCHAFT

Das Fazit der Fachgruppe Young Swiss Engineers ist klar: Der Besuch auf dem modernen Bauernhof zeigt eindrücklich, wie Technologie die Landwirtschaft revolutioniert. Intelligente Lösungen verbessern nicht nur die Produktivität, sondern auch das Wohlbefinden der Tiere und die Nachhaltigkeit des Betriebs.

Quelle

Oliver Hermann, www.swissengineering.ch, 01.04.2024 (gekürzt)

STUDIUM

- 23 ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE STUDIEREN
- 27 STUDIENMÖGLICHKEITEN
- 32 BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN
- 34 VERWANDTE STUDIENRICHTUNGEN UND ALTERNATIVEN ZUR HOCHSCHULE
- 35 PORTRÄTS VON STUDIERENDEN



ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE STUDIEREN

Elektrotechnik und Informationstechnologie können an der ETH Zürich, der EPF Lausanne sowie an fast allen Fachhochschulen studiert werden. Die angebotenen Vertiefungsrichtungen widerspiegeln die ganze Bandbreite der Elektrotechnik-Anwendungen. Wer sich für Technik interessiert, kann aus einem spannenden Studienangebot wählen.

Neben technischem Verständnis und Interesse braucht es für dieses Fach solide Kenntnisse in Mathematik und Physik, die man sich vor allem zu Beginn des Studiums aneignet. Dabei spielt es keine Rolle, ob man an den ETH oder einer Fachhochschule studiert. Diese beiden Fächer bilden gemeinsam mit Informatik die Grundlagen der Elektrotechnik. Ob jemand das Fach an den ETH oder der Fachhochschule studiert, hängt oft von ihrem oder seinem bisherigen Bildungsweg ab. Wer eine gymnasiale Maturität absolviert hat, entscheidet sich häufig für ein ETH-Studium. Mit einer beruflichen Grundbildung und Berufsmaturität fällt die Wahl eher auf die Fachhochschule. Es sind aber auch andere Wege möglich, wie im Folgenden aufgezeigt wird.

FACHHOCHSCHULE ODER ETH?

Die Fachhochschulen bieten wissenschaftsbasierte, praxisorientierte Studiengänge an, die nach drei Jahren mit einem berufsbefähigenden Bachelor abschliessen. Neben dem Vollzeitstudium wird an den meisten Fachhochschulen auch ein Teilzeit- oder berufsbegleitendes Studium angeboten, das mindestens vier Jahre dauert. Insbesondere berufsbegleitend zu studieren hat den Vorteil, dass sich Studium und berufliche Tätigkeit gegenseitig befruchten können. Manchmal ist es auch möglich, sich einen Teil der beruflichen Tätigkeit ans Studium anrechnen zu lassen.

An den ETH hingegen sind Theorie und Grundlagenforschung stärker gewichtet als an den Fachhochschulen. Erst ein meist forschungsorientiertes Masterstudium ermöglicht hier die berufliche Tätigkeit als Elektroingenieurin oder Elektroingenieur. An den ETH wird kein Teilzeitstudium angeboten und vor allem in den unteren Semestern wird von einer Nebenbeschäftigung abgeraten. In den höheren Semestern ist ein Nebenjob mit einem kleinen Pensum denkbar, zum Beispiel als Hilfsassistent bei einer Professur.

ZUGANGSMÖGLICHKEITEN

In der Regel führt der Weg nach einer beruflichen Grundbildung mit Berufsmaturität an die Fachhochschule, mit einer gymnasialen Maturität an die ETH. Mit etwas Zusatzaufwand ist es aber durchaus auch möglich, mit einer beruflichen Grundbildung an den ETH oder einer gymnasialen Maturität an der Fachhochschule zu studieren.

Fachhochschule

Mit einem eidgenössischen Fähigkeitszeugnis und der Berufsmaturität in einem studienverwandten Beruf ist es möglich, direkt in die Fachhochschule einzutreten. An den meisten Fachhochschulen spielt es dabei keine Rolle, in welcher Ausrichtung die Berufsmaturität absolviert worden ist. An einigen Fachhochschulen werden bei einer nicht technischen Berufsmaturität Vorkurse in Mathematik und Physik empfohlen. Mit einer beruflichen Grundbildung und Berufsmaturität in einem Beruf, der nicht mit dem Studium verwandt ist, wird meist Arbeitswelterfahrung oder ein Praktikum von bis zu einem Jahr verlangt. Auch mit einer Fachmaturität wird in der Regel für den Eintritt ein Berufspraktikum oder Arbeitswelterfahrung im Bereich des Studiengangs von einem Jahr verlangt. Es ist ratsam, sich diesbezüglich rechtzeitig bei der gewünschten Fachhochschule zu erkundigen.

Wer mit einer gymnasialen Maturität an die Fachhochschule will, benötigt ein einjähriges Praktikum in einem mit der Studienrichtung verwandten Beruf. Dieses dient als Vorbereitung für die Ausbildung, in der es gilt, neben Studierenden zu bestehen, die bereits mehrjährige Berufserfahrung mitbringen. Für den Einstieg ins Praktikum sowie ins Studium leisten die Fachhochschulen den Maturandinnen und Maturanden unterschiedliche Hilfestellungen, zum Beispiel in Form von Vorpraktika oder Werkstattkursen in Elektrotechnik (s. Besonderheiten an einzelnen Hochschulen, S. 32).

Praxisintegriertes Bachelorstudium (PiBS)

Die Hochschule Luzern, die Berner Fachhochschule und die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften kennen zudem das praxisintegrierte Bachelorstudium für Maturandinnen und Maturanden. Das Praktikum ist hier Bestand-

ONLINE-INFORMATIONEN RUND UMS STUDIEREN

Was sind ECTS-Punkte? Wie sind die Studiengänge an den Hochschulen strukturiert? Was muss ich bezüglich Zulassung und Anmeldung beachten? Was kostet ein Studium? Weitere wichtige Informationen rund ums Studieren finden Sie auf www.berufsberatung.ch/studium.

teil des vierjährigen Studiums und muss nicht vorgängig absolviert werden. Der Praxisanteil in diesem Studium beträgt 40 Prozent. Das Praktikum wird in Form einer Teilzeittätigkeit während des ganzen Studiums absolviert. Je nach Hochschule besteht auch die Möglichkeit, das Praktikum nach dem ersten oder zweiten Studienjahr in Vollzeit während eines Jahres zu absolvieren. Die Hochschulen haben für die Praktika Partnerunternehmen, bei welchen sich die Studierenden direkt bewerben müssen. Ein Ausbildungsvertrag (Praktikumsvertrag) mit einem Unternehmen ist Voraussetzung für die Zulassung zum praxisintegrierten Studium.

Way-up.ch

Eine weitere Möglichkeit für Personen mit einer gymnasialen Maturität oder einer Fachmaturität bietet way-up.ch. Dies ist ein spezieller, von der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie organisierter zweijähriger Lehrgang (www.way-up.ch), bei dem innert zwei Jahren ein eidgenössisches Fähigkeitszeugnis in einem der angebotenen Grundberufe (z.B. Automatiker/in EFZ, Elektroniker/in EFZ) erlangt wird, das den Zugang zur Fachhochschule ermöglicht. Daneben können auch andere berufliche Grundbildungen, teilweise verkürzt, absolviert werden.

Eigenössische Technische Hochschulen

Direkter Zugang zu einer ETH besteht mit einem gymnasialen Maturitätsabschluss, wobei das Maturitätsprofil keine Rolle spielt. Ein mathematisch-naturwissenschaftliches Profil ist nicht unbedingt erforderlich (wie auch die Studierendenporträts bestätigen). Solides Vorwissen in Mathematik und Physik sowie Interesse an diesen Fächern ist aber von Vorteil. Hilfreich sind auch Kenntnisse in Informatik. Mit Zusatzaufwand verbunden ist es möglich, auch mit einer Berufsmaturität oder Fachmaturität an der ETH zu studieren. Bedingung ist die bestandene Ergänzungsprüfung «Passe-relle», 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.

VERGLEICH DER STUDIENPROGRAMME

An den Fachhochschulen sowie an den ETH werden zu Beginn des Studiums die Grundlagen gelegt. Wichtige Fächer sind dabei Mathematik, Physik und Informatik.

Wer seine Kenntnisse in diesen Fächern auffrischen möchte, hat die Möglichkeit dazu an den Fachhochschulen – diese bieten entsprechende Kurse an. Neben den Grundlagenfächern, welche in den unteren Semestern vermittelt werden, haben die Studierenden an den Fachhochschulen teilweise viele Freiheiten in Bezug auf Modulwahl und Stundenplangestaltung. Eine Spezialisierung findet in der Regel im letzten Studienjahr statt, welches mit der Bachelorarbeit abgeschlossen wird. Die Fachhochschulen bieten für die Spezialisierung zahlreiche Vertiefungen mit entsprechend unterschiedlichen Modulen an, zum Beispiel Energie- und Antriebssysteme, Technische Informatik, Embedded Systems Design oder Computer Engineering (s. Tabellen ab S. 28).

An den ETH ist der Stundenplan in den unteren Semestern mehr oder weniger gegeben, fast alle Fächer sind

obligatorisch. Es geht darum, die Voraussetzungen für eine spätere Spezialisierung zu schaffen. Mathematik und Physik machen im ersten Jahr nicht nur die Hälfte des Unterrichts aus, sondern bilden zusammen auch die eigentliche Basis für viele Fächer. Ein weiteres wichtiges Tool ist die Informatik.

Während Vorlesungen in grossen Hörsälen stattfinden, helfen Übungen und Versuche in kleineren Gruppen, die Theorie zu verstehen und den Vorlesungsstoff zu vertiefen.

Grosse Auswahl an Fächern

Je nach der gewählten Vertiefungsrichtung unterscheiden sich die Fächer im dritten ETH-Bachelorjahr und dann vor allem im Masterstudium (s. Tabellen ab S. 30). Diese beschäftigt sich entweder besonders mit der «Energieseite» der Elektrizität (Energy and Power Electronics, Smart Grids Science usw.) oder aber mit deren «Informationsseite» (Signal Processing and Machine Learning, Information Technologies usw.). Die entsprechenden Lehrveranstaltungen umfassen eine grosse Bandbreite: Kommunikationssysteme, High Voltage En-

BACHELORSTUDIUM AN EINER FH, BEISPIEL HES-SO

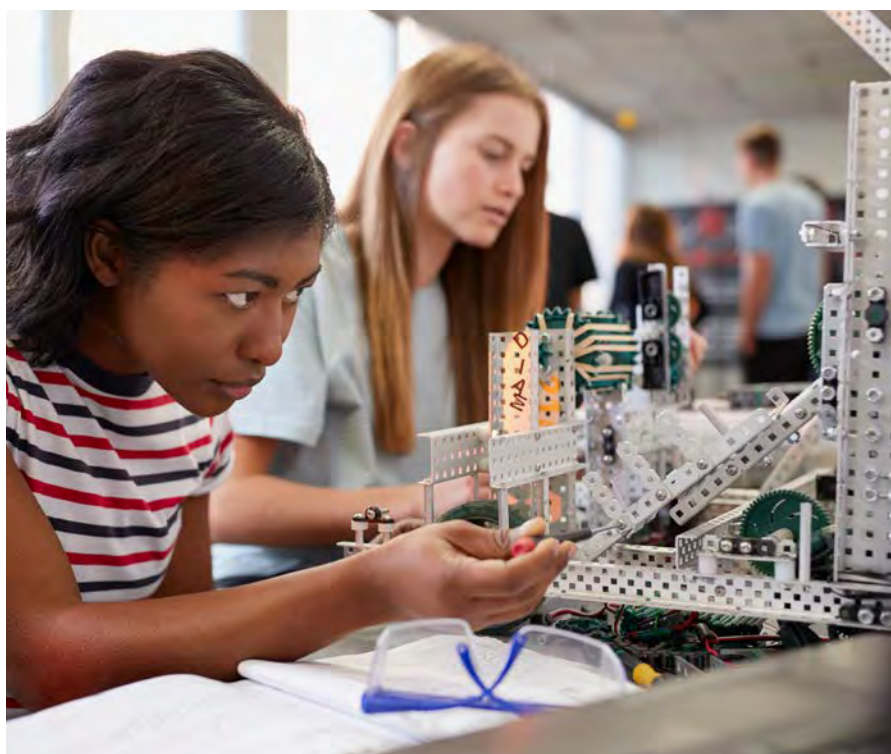
1. Studienjahr	GRUNDSTUDIUM – Mathematik, Physik, Materialkunde – Semesterprojekt 2 – Netzwerke und Komponenten		60 ECTS
	– Messtechniken – Informatik und Industrieelektronik – Sprachen und Kommunikation		
2. Studienjahr	HERBSTSEMESTER – Mathematik, Physik – Elektromechanik und Elektronik – Signale und Systeme – Informatik und Industrieelektronik – Projekt und Gesellschaft -> Wahl der Vertiefungsrichtung		30 ECTS
	FRÜHLINGSSEMESTER – Mathematik, Physik – Semesterprojekt 4 – Modellierung und Simulation – Informatik und Industrieelektronik		30 ECTS
3. Studienjahr	oder Berufsbildende Fächer Energiesysteme		
	oder Berufsbildende Fächer Eingebettete Elektronik und Signalverarbeitung		
3. Studienjahr	ENERGIESYSTEME – Semesterprojekte 5 und 6 – Bachelorarbeit – berufsbildende Fächer: elektrische Netze, Hochspannung, Maschinen und elektrische Antriebe, Automatik, Leistungselektronik – Unternehmertum		60 ECTS
	EINGEBETTETE ELEKTRONIK UND SIGNALVERARBEITUNG – Semesterprojekte 5 und 6 – Bachelorarbeit – berufsbildende Fächer: elektronische Entwicklung und Materialien, Signalverarbeitung und -übertragung, eingebettete Systeme – Unternehmertum		60 ECTS

Der Anteil an Labor- und Projektarbeiten nimmt im Laufe des Studiums zu. Quelle: www.heia-fr.ch

gineering, Embedded Systems, Security of Wireless Systems, Nanoscale Device Physics, Theory of Robotics and Mechatronics, Deep Learning und so weiter. 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 etwa Netzwerksicherheit, Signalverarbeitung, Schaltungen und Systeme, stochastische Modelle zur Kommunikation.

ÜBERGÄNGE INS MASTERSTUDIUM

Für Absolventinnen und Absolventen eines technisch orientierten FH-Bachelorstudiengangs besteht die Möglichkeit, sich im Master of Science in Engineering in ihrem Fachgebiet weiter zu vertiefen. Nur rund ein Fünftel der Absolventinnen und Absolventen einer Fachhochschule nimmt an-



Der Anteil an Labor- und Projektarbeiten nimmt im Laufe des Studiums zu – wobei es an den ETH etwas länger braucht, bis die Grundlagenfächer in Praxisorientiertes münden.

schliessend an den Bachelor ein Masterstudium in Angriff. Grundsätzlich ist es möglich, mit einem Bachelorabschluss an der Fachhochschule ein Masterstudium an einer der ETH aufzu-

nehmen, zum Beispiel Elektrotechnik und Informationstechnologie an der ETH Zürich. Die Hürden sind jedoch hoch: Es gilt, verschiedene fachliche sowie sprachliche Voraussetzungen zu erfüllen. Auch an der Fachhochschule wird für die Zulassung zum Masterstudium ein guter bis sehr guter Bachelorabschluss (mit einer Gesamtnote von mindestens einer 5) erwartet. Während für Studierende mit einem Bachelorabschluss in Elektrotechnik und Informationstechnologie der ETH ein Übertritt in den konsekutiven Masterstudiengang ohne weitere Bedingungen möglich ist, müssen sich alle anderen Studierenden für den Master bewerben. Nach dem Bachelorabschluss an den ETH stehen den Studierenden zudem interdisziplinäre, spezialisierte Masterstudiengänge offen, wie zum Beispiel 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 be-

STUDIUM AN EINER ETH, BEISPIEL ETH ZÜRICH

Bachelor of Science ETH in Elektrotechnik und Informationstechnologie

6 Semester

Grundstudium (1. – 4. Semester)

1. + 2. Semester, Basisjahr

Mathematik (25 KP)	Elektrotechnik (16 KP)	Physik (8 KP)	Informatik (4 KP)	Praktika Projekte Seminare (3 KP)
------------------------------	----------------------------------	----------------------	-----------------------------	--

3. + 4. Semester

Mathematik (16 KP)	Elektrotechnik (16 KP)	Physik (8 KP)	Informatik (8 KP)	Praktika Projekte Seminare (3 KP)
------------------------------	----------------------------------	----------------------	-----------------------------	--

Vertiefung

5. + 6. Semester

Kernfächer und weitere Grundlagenfächer (18 + 8 KP)	Wahlfächer (mind. 6 KP)	Science in Perspective (6 KP)	Praktika Projekte Seminare (ca. 10 KP)	Bachelorarbeit (12 KP)
---	-----------------------------------	---	--	----------------------------------

Zwischenjahr für Industriepraktikum (optional)

Master of Science ETH Elektrotechnik und Informationstechnologie

4 Semester (konsekutiver Master)

Interdisziplinäre/spezialisierte Masterstudiengänge

Doktor der Wissenschaften PhD (Dr. sc. ETH Zürich) 4 – 5 Jahre (optional)

Quelle: www.ethz.ch

suchen die Studierenden Kurse und beschäftigen sich selbstständig innerhalb einer Forschungsgruppe. Anschliessend arbeiten sie sechs Monate an ihrer Masterarbeit.

PRAKTIKA UND PRAXISBEZUG

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

Auch an den ETH sind Übungen und praktische Versuche in kleineren Gruppen sowie Praktika ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung. An der EPF Lausanne machen diese beispielsweise 40 Prozent der Unterrichtsstunden aus. Ebenfalls an der EPFL muss zudem vor beziehungsweise während des Masterstudiums oder als Teil des Masterprojekts ein Praktikum absolviert werden. Studierende der ETH Zürich machen meist 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.

ÜBERGANG INS BERUFSLEBEN

Die meisten Fachhochschulabsolventinnen und -absolventen treten nach dem Bachelorabschluss ins Berufsleben ein oder haben dieses mit einem Teilzeit- oder berufsbegleitenden Studium gar nie verlassen.

Nach einem ETH-Master schliesst ein Teil der Absolventinnen und Absolventen 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.



Nach dem Bachelorabschluss stehen u.a. interdisziplinäre Masterstudiengänge offen, wie zum Beispiel «Energy Science and Technology», «Quantum Engineering» oder «Robotics, Systems and Control».

Die überwiegende Mehrheit der Elektroingenieurinnen und -ingenieure ist rückblickend zufrieden mit ihrer Studienwahl und hatte, wie das nächste Kapitel zeigt, kaum Probleme beim Berufseinstieg.

Quellen

Websites der Hochschulen

ETH-MATHEMATIK-SELBSTEINSCHÄTZUNG

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/Studium

STUDIENMÖGLICHKEITEN IN ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Die folgenden Tabellen zeigen auf, wo in der Schweiz Elektrotechnik und Informationstechnologie studiert werden können. Es werden zuerst die Bachelor- und Masterstudiengänge der Fachhochschulen aufgeführt, anschliessend die Bachelor- und Masterstudiengänge der ETH. Zum Schluss werden interdisziplinäre Studiengänge und Spezialmaster der Fachhochschulen und ETH aufgeführt. Ebenfalls wird auf die Besonderheiten der einzelnen Studienorte und die Alternativen zur Hochschule eingegangen.

Zu Beginn des Studiums sind die Inhalte recht ähnlich. Forschungsschwerpunkte, mögliche Spezialisierungen und Masterstudiengänge unterscheiden sich hingegen. Es lohnt sich deshalb, die einzelnen Hochschulen und ihre Studiengänge genauer anzuschauen. Ebenso ist es empfehlenswert, den Übergang vom Bachelor- ins Masterstudium frühzeitig zu planen – allenfalls ist es sinnvoll, für die gewünschte Masterstudienrichtung die Hochschule zu wechseln. Je nach Hochschule ist es möglich, nach einem

Bachelorabschluss auch einen eher fachfremden Master zu wählen. Aktuelle und weiterführende Informationen finden Sie auf www.berufsberatung.ch sowie auf den Websites der Fachhochschulen und ETH.



www.berufsberatung.ch/elektrotechnik



Hier fließen Forschung und Praxis aus Elektrotechnik und Informationstechnologie zusammen – in Serverräumen.

BACHELORSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
Berner Fachhochschule BFH/Departement Technik und Informatik: www.bfh.ch/ti			
Elektrotechnik und Informationstechnologie BSc	BFH, Biel (BE)	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend, praxisintegriertes Studium PiBS	<ul style="list-style-type: none"> – Automation, Control and Robotics – Communication Technologies – Embedded Systems – Electrical Energy Systems – Electric Mobility
Fachhochschule Graubünden FHGR: www.fhgr.ch/photronics			
Photonics BSc	Chur (GR)	Vollzeit, Teilzeit, praxisintegriertes Studium PiBS	
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW/Hochschule für Technik: www.fhnw.ch/technik			
Elektro- und Informationstechnik BSc	Brugg-Windisch (AG)	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend, praxisintegriertes Studium PiBS	<ul style="list-style-type: none"> – Embedded Systems Design – Energie- und Antriebssysteme
Information Communication Systems (ICS) trinational BSc	trinationale Variante des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik (weitere Infos: S. 32) Brugg-Windisch (AG), Mulhouse (F), Furtwangen (D)	Vollzeit (7 Semester, inkl. 1 Semester Industriepraktikum)	<ul style="list-style-type: none"> – Data Science – Embedded Systems Design – Energie- und Antriebssysteme – Information and Communication Technology Systems Management – Spatial Computing – Web Engineering
Fachhochschule Südschweiz SUPSI/Dipartimento tecnologie innovative: www.supsi.ch/dti			
Ingegneria elettronica BSc	Lugano-Viganello (TI)	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Meccatronica e automazione – Produzione e distribuzione di energie elettrica – Smart Interconnected Electronic Systems
Fachhochschule Westschweiz HES-SO/Hochschule für Technik und Architektur Freiburg HTA-FR/Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud HEIG-VD/Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève HEPIA/Haut Ecole Arc HE-Arc: www.heia-fr.ch ; www.heig-vd.ch ; www.hesge.ch/hepia ; www.he-arc.ch			
Elektrotechnik BSc	Freiburg	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Elektrische Energie – Elektronik
Génie électrique BSc	Yverdon (VD)	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> – Electronique embarquée et Mécatronique – Electronique et Automatisation industrielle – Systèmes énergétiques <p>Ein Teilzeitstudium oder ein berufsbegleitendes Studium ist nicht in allen Vertiefungsrichtungen möglich.</p>
Génie électrique et Informatique Industrielle trinational BSc	trinationale Variante des Studiengangs Elektrotechnik (weitere Infos: S. 32) Hochschule Offenburg (D), IUT de Haguenau (F), Neuenburg	Vollzeit (7 Semester, inkl. Praktikum von 2 Tagen pro Woche im letzten Semester)	
Informatique et systèmes de communication BSc	Yverdon (VD)	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> – Informatique logicielle – Ingénierie des données – Réseaux et systèmes – Sécurité informatique – Systèmes informatiques embarqués
Informatique et systèmes de communication BSc	Neuenburg	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Informatique logicielle – Ingénierie des données – Systèmes informatiques embarqués
Informatique et systèmes de communication BSc	Genf	Vollzeit, Teilzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Informatique logicielle – Sécurité informatique – Systèmes informatiques embarqués
Informatik und Kommunikationssysteme BSc	Freiburg	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Data Engineering – Netzwerke und Systeme – Software Engineering
Hochschule Luzern HSLU: www.hslu.ch/elektrotechnik			
Elektrotechnik und Informationstechnologie BSc	Horw/Luzern	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> – Energie- und Antriebssysteme – KI und Signalverarbeitung – Mechatronik/Automation/Robotik – Technische Informatik

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
Ostschweizer Fachhochschule OST: www.ost.ch/de/studium/technik			
Electrical and Computer Engineering BSc	Rapperswil	Vollzeit, Teilzeit	Im dritten Studienjahr Wahl eines individuellen Schwerpunkts in mind. drei der folgenden Vertiefungen: Analog/Digital Microelectronics, Angewandter Elektromagnetismus: Felder und Wellen, Artificial Intelligence, Digital Signal Processing, Embedded Software Engineering, Embedded Systems, Energiesysteme und Leistungselektronik, Image Processing and Computer Vision, Regelungstechnik, Sensorik, Wireless Communications
Zürcher Fachhochschule ZFH/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften: www.zhaw.ch/engineering			
Elektrotechnik BSc	Winterthur	Vollzeit, Teilzeit, praxisintegriertes Studium PiBS, internationales Profil	Spezialisierung im letzten Studienjahr anhand eines wechselnden Angebots an frei wählbaren Wahlpflichtmodulen

MASTERSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

Bei einem Studium an einer Fachhochschule geht man vom Bachelor als Regelabschluss aus. Vielleicht ist aber der Wunsch vorhanden, weiterzustu-

dieren und einen Master zu erlangen. Mit dem Master vertieft man sich in einem Spezialgebiet und erwirbt spezifische Kompetenzen, die dann im Be-

rufsleben angewendet und mit entsprechenden Weiterbildungen ergänzt werden können.

MSc = Master of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
Kooperationsmaster der BFH, FHGR, FHNW, HES-SO, HSLU, OST, SUPSI, ZHAW: www.msengineering.ch			
Engineering MSc	Je nach gewählter Vertiefungsrichtung	Vollzeit oder Teilzeit	Diverse Vertiefungsrichtungen, z.B.: – Electrical Engineering – Energy and Environment – Mechatronics & Automation – Mechanical Engineering – Medical Engineering – Microengineering – Photonics and Laser Engineering

ENGINEERING MSE

Der Master of Science in Engineering (MSE) ist ein Kooperationsmaster aller acht öffentlich-rechtlichen Fachhochschulen der Schweiz. Er bietet 16 Profile in allen Ingenieursdiszipli-

nen und richtet sich an Studentinnen und Studenten mit einem sehr guten Bachelorabschluss aus den Bereichen Ingenieurwissenschaften, Bau- und Planungswesen oder Informationstechnologie. Die Theoriemodule finden an

zentralen Standorten in Lausanne, Lugano und Zürich statt, die fachliche Vertiefung im Profil an der gewählten Fachhochschule.

BACHELORSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN UND ETH

BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
EPF Lausanne: https://sti.epfl.ch; www.epfl.ch/schools/ic	
Génie électrique et électronique BSc	<ul style="list-style-type: none"> – Micro et nanoélectronique – Science et technologie des réseaux intelligents – Technologies de l'information et de la communication
Systèmes de communication BSc	
ETH Zürich: https://ee.ethz.ch	
Electrical Engineering and Information Technology/Elektrotechnik und Informationstechnologie BSc	<ul style="list-style-type: none"> – Biomedizinische Technik – Computer und Netzwerke – Elektronik und Photonik – Energie und Leistungselektronik – Kommunikation

MASTERSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN UND ETH

Bei einem Studium an einer universitären Hochschule geht man vom Master als Regelabschluss aus, obwohl auch ein erfolgreicher Abschluss eines Bachelorstudiums bei einigen Studien den Einstieg in den Arbeitsmarkt ermöglicht. 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 Studienleistungen während des Masterstudiums nachgeholt werden müssen. *Spezialisierte Master* sind meist interdisziplinäre Studiengänge mit spezia-

lisiertem 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
EPF Lausanne: www.epfl.ch	
Communication Systems/Systèmes de communication MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Computer Engineering – Computer Science Theory – Cybersecurity – Data Analytics – Foundations of Software – Internet Information Systems – Networking and Mobility – Signals, Images and Interfaces – Software Systems – Wireless Communications
Electrical and Electronic Engineering/ Génie électrique et électronique MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Bioelectronics – Data Science and Systems – Electronic Technologies and Device-Circuit Interactions – Internet of Things (IoT) – Microelectronics Circuits and Systems – Signal, Image, Video and Communication – Wireless and Photonics Circuits and Systems
ETH Zürich: https://ee.ethz.ch	
Electrical Engineering and Information Technology/Elektrotechnik und Informationstechnologie MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Communications – Computers and Networks – Electronics and Photonics – Energy and Power Electronics – Signal Processing and Machine Learning – Systems and Control

INTERDISZIPLINÄRE STUDIENGÄNGE UND SPEZIALMASTER

MSc = Master of Science **spez. MSc = spezialisierter Master of Science**

Studiengang	Inhalt
EPF Lausanne: https://sti.epfl.ch ; www.epfl.ch/schools/cdm ; https://sti.epfl.ch/smt	
Energy Science and Technology/ Science et technologie de l'énergie MSc	Das Masterstudium umfasst drei Schwerpunkte, wovon einer zu wählen ist: Geräte der Energieumwandlung, Energiesysteme, Energiemanagement und Nachhaltigkeit.
Management, Technology and Entrepreneurship/ Management, technologie et entrepreneuriat MSc	Der Masterstudiengang schlägt die Brücke zwischen den Welten der Technologie und des Managements. Aus den folgenden drei Schwerpunkten wird einer ausgewählt: Strategy, Innovation & Entrepreneurship; Operations Management & Systems Modeling; Business Analytics.
Nuclear Engineering/ Génie nucléaire, spez. Joint MSc	Der Master 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. Der Studiengang ist ein gemeinsames Angebot der ETH Zürich und der EPF Lausanne.
Robotics/Robotique MSc	Dieses Programm bietet eine Ausbildung in Theorie, Technologie und Praxis intelligenter Roboter. Angeboten werden die Vertiefungen Industrial robotics, Medical robotics und Mobile robotics.
Quantum Science and Engineering/ Science et ingénierie quantiques MSc	Durch Quantenwissenschaft und -technologie verändert sich die Art und Weise, wie wir mit Daten umgehen, kommunizieren, messen und rechnen. Der fakultätsübergreifende Master bereitet die Studierenden auf diesen Paradigmenwechsel vor und vermittelt eine breite Sicht auf verschiedene Aspekte des Fachgebiets. Angeboten werden die beiden Vertiefungen Quanteninformation und -berechnung sowie Quantenhardware und -technik.
ETH Zürich: https://ee.ethz.ch ; https://mtec.ethz.ch ; https://master-nuclear.ethz.ch ; https://istp.ethz.ch	
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/ Management, Technologie und Ökonomie MSc	Der Master bietet eine umfassende Ausbildung in Management und Wirtschaft und untersucht, wie sich Wissenschaft und Technologie auf Organisationen und Gemeinschaften auswirken.
Nuclear Engineering/ Génie nucléaire, spez. Joint MSc	Der Master 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. Der Studiengang ist ein gemeinsames Angebot der ETH Zürich und der EPF Lausanne.
Robotics, Systems and Control (Robotik), 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.
Quantum Engineering, MSc	Dieser Interdisziplinäre Master vermittelt Wissen und Fähigkeiten in der Technik und der Physik, die zum Verständnis und zur Entwicklung von Quantentechnologien erforderlich sind.
Science, Technology, and Policy, spez. MSc	Der Studiengang ermöglicht es den Studierenden, politische Analysekompetenzen zu erwerben und gleichzeitig ihre Kenntnisse in Naturwissenschaften und Technik zu vertiefen.
Universität Bern und Berner Fachhochschule BFH: www.sbpe.unibe.ch ; www.bfh.ch/ti	
Precision Engineering, spez. Joint Master	Der Master vermittelt anwendungsorientiertes und grundlagenorientiertes Wissen im Bereich Präzisionstechnik. Die Studierenden werden befähigt, sichere und nachhaltige Produkte zu planen und zu entwerfen. Eine Vertiefung erfolgt in einem der beiden Schwerpunkte: Ultraprecision Engineering oder Optical Engineering.
Fachhochschule Westschweiz HES-SO/Hochschule für Technik und Architektur/Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud: www.hevs.ch	
Systems Engineering/Systemtechnik BSc	Der Multidisziplinäre Bachelor verbindet Elektronik, Digitalisierung, Robotik, 3D-Druck und mechanisches Design. Angeboten werden die Vertiefungen Infotronics (Elektronik und Industrieinformatik), Power & Control (Automatisierung und Robotik), Design & Materials (Mechanisches Design und Werkstoffe).
Ostschweizer Fachhochschule OST: www.ost.ch/de/studium/technik	
Energie- und Umwelttechnik BSc	Der Studiengang kombiniert naturwissenschaftliche Grundlagen und Ingenieurskompetenz mit dem Wissen um die Bedeutung natürlicher Ressourcen für Wirtschaft und Gesellschaft. Angeboten werden die Vertiefungen Elektrische Energietechnik, Gebäudetechnik, Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeitsmanagement, Solartechnik, Wasser sowie Wasserstoff.
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch/engineering	
Energie- und Umwelttechnik BSc	Das Studium vermittelt energietechnische Grundlagen und ermöglicht die Spezialisierung in den Schwerpunkten elektrische erneuerbare Energien, thermische Energietechnik sowie Technologien und Nachhaltigkeit.

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN (FH)

Berner Fachhochschule BFH

Mehrsprachiges Studium: Elektro- und Kommunikationstechnik an der Berner Fachhochschule kann ein- oder mehrsprachig je nach Modul auf Deutsch, Französisch oder Englisch oder auch Deutsch und Französisch studiert werden. Leistungsnachweise (Tests, Prüfungen) können in der Sprache der Wahl (Deutsch oder Französisch) erbracht werden.

Auf Wunsch wird beim Studienabschluss ein Zertifikat für zweisprachige Kompetenzen Deutsch/Französisch BFH-TI ausgestellt. Dazu müssen neben dem Erwerb von zusätzlichen 4 ECTS-Punkten im Be-

reich «Französisch beziehungsweise Deutsch als Zweitsprache» oder «Zweisprachige Zusammenarbeit» weitere Auflagen erfüllt werden.

Fachhochschule Graubünden FHGR

Photonics: Die Fachhochschule Graubünden in Chur führt den spezifischen Bachelorstudiengang Photonics. Der noch junge Studiengang wurde zusammen mit Unternehmen unterschiedlicher Photonics-Branchen entwickelt. Wer sich von Beginn weg in diesem Teilgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnologie praxisnah spezialisieren will, ist hier richtig.

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW Hochschule für Technik

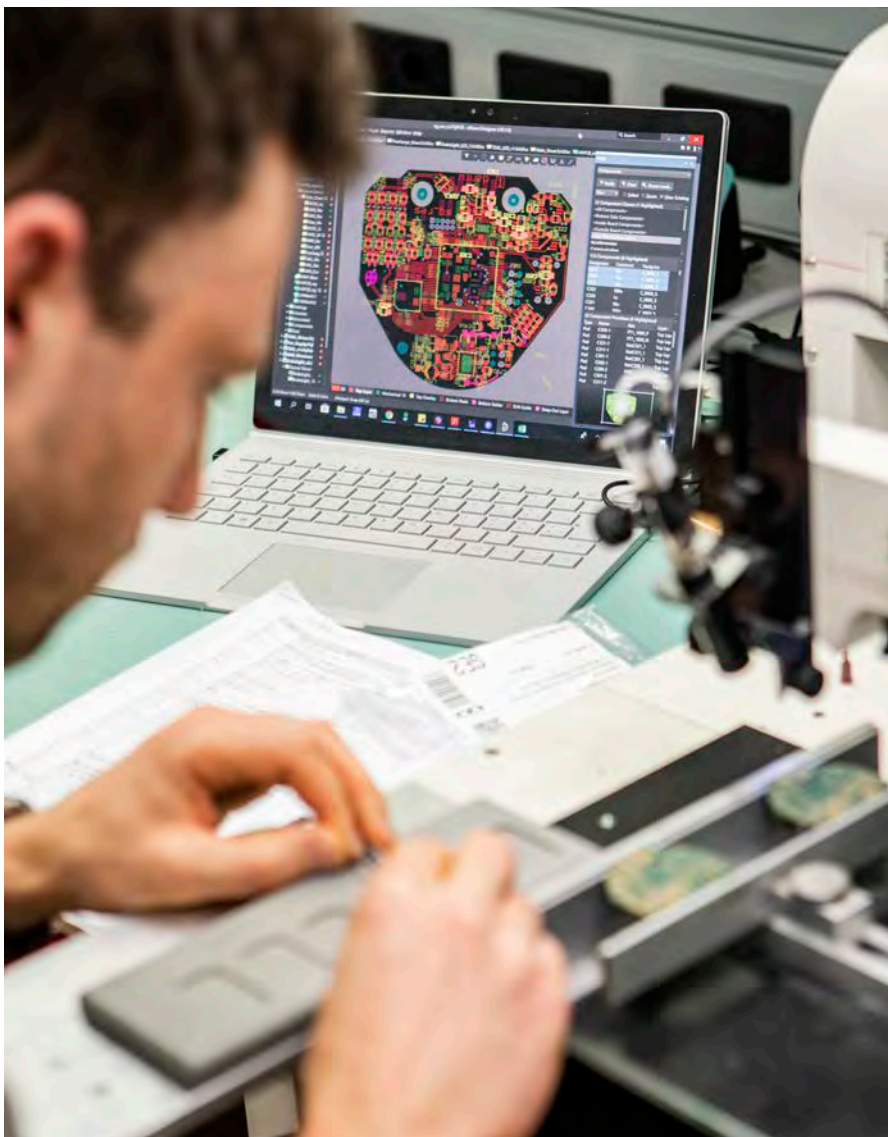
Information and Communication Systems (ICS) BSc Trinational: Dieser Studiengang bildet die trinationale Variante des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik und ist eine Kooperation der Hochschule für Technik FHNW mit der Hochschule Furtwangen in Deutschland und der Université de Haute-Alsace in 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 Studentinnen und Studenten schliessen das Studium mit den Bachelorzertifikaten aus jedem Land ab. Der trinationale Bachelor umfasst 210 ECTS-Punkte, 30 ECTS-Punkte mehr als ein herkömmlicher Bachelor.

Kurse zur Vorbereitung auf das Ingenieur-Studium: Es werden drei verschiedene Kurstypen angeboten. Die Auffrischkurse in Mathematik und Physik richten sich an zukünftige Studierende, die den früher erlernten Stoff in diesen Bereichen repetieren und festigen wollen. Um Lücken in den Bereichen Mathematik und Physik, beziehungsweise Programmieren zu schliessen, werden Brückenkurse angeboten. Der Vorbereitungskurs zur Erlangung der Zulassung richtet sich an künftige Studierende, die nicht über eine Berufsmaturität oder eine sonstige Zulassungsberechtigung verfügen und die Zulassung über die Aufnahmeprüfung oder Sur-Dossier erlangen.

HES-SO: Haute Ecole Arc Ingénierie Neuchâtel HE-Arc

Elektrotechnik und Informationstechnik BSc Trinational: Dieser Studiengang ist die trinationale Variante des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik und ein gemeinsames Angebot der HE-Arc in Neuenburg,



In der Elektrotechnik und Informationstechnologie sind Programmierkenntnisse zentral für die Entwicklung und Steuerung moderner technischer Systeme.

der Universität Strassburg in Frankreich und der Hochschule Offenburg in Deutschland. Die Studierenden absolvieren an jeder Hochschule ein Studienjahr. Die Bachelorarbeit wird an der Hochschule Offenburg oder in einem Unternehmen angefertigt. Die Studierenden sind an der Heimat-hochschule eingeschrieben, die Studiengebühren werden dort entrichtet. Das Studium schliesst mit den Bachelorzertifikaten aus jedem Land ab. Der trinationale Bachelor umfasst 210 ECTS-Punkte, 30 ECTS-Punkte mehr als ein herkömmlicher Bachelor.

HES-SO: 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.

Hochschule Luzern HSLU

Wechsel des Zeitmodells: Es besteht die Möglichkeit, das gewählte Zeitmodell – Vollzeit, Teilzeit oder berufsbe-gleitend – am Ende eines Semesters zu wechseln. Neben dem Studienbe-ginn im Herbst ist zudem auch ein Beginn im Frühling möglich.

Werkstattkurs Elektrotechnik: Der Werk-stattkurs vermittelt Studieninteressierten ohne entsprechende Berufserfahrung das notwendige Basiswissen und soll einen optimalen Einstieg ins Studium Elektro-technik und Informationstechnologie oder ein Berufspraktikum ermöglichen.

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

Internationales Profil: Während des ersten Studienjahres können sich Voll-zeitstudierende für das Internationale Profil anmelden. Sie belegen bestimmte Module an der ZHAW School of Engi-neering in Englisch, erwerben ein in-ternational anerkanntes Englischzer-tifikat (Level C1) und absolvieren entweder ein Auslandssemester, ein Auslandspraktikum oder schreiben ihre Bachelorarbeit im Ausland.

Pre-College vor dem Studium: Das Programm Youth2Engineers ist für jene gedacht, die eine gymnasiale

Maturität oder eine Berufsmaturität im nicht-technischen Bereich absol-viert haben und gerne an einer Fach-hochschule ein technisches Studien-fach in Angriff nehmen möchten. Nach dem zweimonatigen Youth2En-gineers-Vorpraktikum an der ZHAW School of Engineering in Winterthur absolvieren die Teilnehmenden ein zehnmonatiges Firmenpraktikum (die ZHAW ist behilflich bei der Su-che nach einem Praktikumsplatz). Nach Abschluss von Vor- und Fir-menpraktikum ist die benötigte Ar-beitswelterfahrung für ein Fach-hochschulstudium erreicht.

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN (ETH)

EPF Lausanne

Studiengang zu Kommunikationssys-temen: Neben «Génie électrique et électronique» führt die EPFL auch den Studiengang «Systèmes de communi-cation», der an der Schnittstelle von Mathematik, Informatik und Elektro-technik liegt.

Vorbereitung auf französischsprachi-gen Unterricht: Die EPFL bietet ei-nen kostenlosen Französisch-Inten-sivkurs vor dem Semester an sowie

weitere Kurse während des Semes-ters. 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 Auswahl an Vorlesungen auf Englisch. Das Masterstudium ist in Englisch.

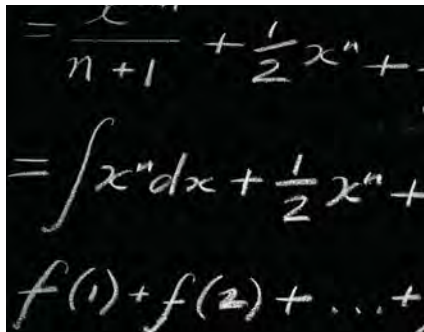
ETH Zürich

Interdisziplinäre Master: Die ETH Zü-richt bietet neben ihrem Haupt-Master-studiengang in Elektrotechnik und Informationstechnologie – und in Zu-sammenarbeit mit anderen Departemen-ten der ETH – mehrere interdiszip-linäre Master-Studiengänge an. Diese umfassen Fachgebiete wie Quantum Engineering, Nuclear Engineering, Ma-nagement, Technology, and Economics, oder Robotics, Systems and Control.

VERWANDTE STUDIENRICHTUNGEN

Die nebenstehenden Studienrichtungen befassen sich teilweise mit ähnlichen Themen wie diejenigen aus dem Bereich Elektrotechnik und Informationstechnologie.

Informationen dazu finden Sie in den entsprechenden «Perspektiven»-Heften: www.perspektiven.sdbb.ch oder unter www.berufsberatung.ch/studiengebiete.



Was alle technischen Fächer vereint: Mathematik.

«PERSPEKTIVEN»-HEFTE

Informatik, Wirtschaftsinformatik

Interdisziplinäres Ingenieurwesen

Maschineningenieurwissenschaften,
Automobil- und Fahrzeugtechnik

Materialwissenschaft, Mikrotechnik,
Nanowissenschaften

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. Zum Beispiel kann eine (verkürzte) berufliche Grundbildung mit Eidgenössischem Fähigkeitszeugnis EFZ als Einstieg in ein Berufsfeld dienen. Nach einer EFZ-Ausbildung und 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 Berufsinformationsfaltblätter 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.

Auf der Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung erhalten alle – ob mit EFZ-Abschluss mit oder ohne Berufsmaturität, mit gymnasialer Maturität

oder Fachmaturität – Informationen und Beratung zu allen Fragen möglicher Aus- und Weiterbildungswege (Adressen: www.adressen.sdbb.ch).

Im Folgenden einige Beispiele von alternativen Ausbildungen zu einem Hochschulstudium:

AUS- UND WEITERBILDUNGEN

Automatiker/in EFZ (s. auch: www.way-up.ch)

Elektroniker/in EFZ (s. auch: www.way-up.ch)

Elektroplaner/in EFZ

Elektrotechniker/in HF

Energie- und Effizienzberater/in HFP

Energie- und Umwelttechniker/in HF

Meister/in Schaltanlagen und Automatik HFP

Multimediaelektroniker/in EFZ

Physiklaborant/in EFZ

Telematik-Projektleiter/in BP



In die Telekommunikation einsteigen lässt sich auch über den Berufsbildungsweg.

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

LAURA NETTI

Photonics, Bachelorstudium,
Fachhochschule Graubünden
FHGR

HANNES SCHERRER

Electrical and Computer
Engineering, Bachelorstudium,
OST – Ostschweizer Fachhochschule

LUZIAN AUFDENBLATTEN

Elektrotechnik und Informations-
technologie, Bachelorstudium,
Hochschule Luzern HSLU

ANANYA AMITABH

Elektrotechnik und Informations-
technologie, Bachelorstudium,
ETH Zürich

LEO LANDOLT

Elektrotechnik und Informations-
technologie, Masterstudium,
ETH Zürich



Laura Netti, Photonics, Bachelorstudium, 1. Semester, Fachhochschule Graubünden FHGR, Chur (GR)

«BESONDERS GEFALLEN MIR DIE VIELEN LABORVERSUCHE»

Im Anschluss an ihre Lehre als Feinwerkoptikerin EFZ absolvierte Laura Netti (23) die Technische Berufsmaturität. Um sich im Bereich Optik weiterzubilden, entschied sie sich für das Studium in Photonics. Sie studiert Teilzeit und arbeitet 50 Prozent im erlernten Beruf. Dank guter Planung findet sie trotz vollen Tagen Platz für Freizeit.

Worum geht es im Studiengang Photonics?

Photonics sind lichtbasierende Technologien. Dazu gehören Bildverarbeitung, Optik, Lasertechnik, optische

Sensoren, Hardwareprogrammierung und mehr. Ein Anwendungsbeispiel ist FaceID/Gesichtserkennung. Am Anfang des Studiums wird viel Theorie in den Fächern Mathe, Physik,

Optik, Elektronik, Informatik und Photonics-Grundlagen vermittelt. Das kann etwas schwierig sein.

Besonders gefallen mir die vielen Labore, in denen wir an Praxisbeispielen und in Gruppen selbst Sachen erarbeiten. Dies hilft, motiviert zu bleiben, trotz den vielen Theoriefächern.

Wie sind die Studienatmosphäre und der Studienalltag an der FHGR?

Unter den Studierenden schliesst man sehr schnell Freundschaften und hilft sich gegenseitig, wenn jemand in einem Fach nicht ganz durchblickt. Zu Assistierenden und Dozenten besteht ein direktes Verhältnis. Da es nicht so viele Studierende in diesem Studiengang gibt, haben die Dozierenden Zeit, um Unklarheiten zu klären oder auf Fragen genauer einzugehen. Die Hemmschwelle, direkt auf die Dozierenden oder den Studienleiter zuzugehen, ist dadurch gering.

Wie sieht bei Ihnen eine typische Studienwoche aus?

Ich studiere Teilzeit. Montag und Dienstag sehen ähnlich aus. Ich habe von 8.15 bis 18.30 Uhr Schule in Chur und übernachtete jeweils dort. Am Dienstagabend reise ich mit dem Zug zurück nach Hause. Ich arbeite 50 Prozent, von Mittwoch bis Freitag, auf dem Beruf, den ich erlernt habe. Nach der Arbeit wird meistens noch für das

Studium gelernt. Während des Semesters lerne ich pro Tag ungefähr ein bis zwei Stunden. Wenn es auf die Prüfungen zugeht, lerne ich bis zu vier Stunden pro Tag. Ich finde schon Platz für

«Geduld und Freude zu haben, länger an einem Problem zu sitzen, um dieses zu lösen, ist hilfreich. Zum Beispiel kann es beim Programmieren lange dauern, bis man einen kleinen Fehler gefunden und behoben hat.»

Freizeit, muss diese jedoch gut planen und feste Lernzeiten freihalten, um den Anschluss im Studium nicht zu verlieren.

Wieso haben Sie sich für Photonics entschieden?

Ich habe meine Lehre als Feinwerkoptikerin EFZ abgeschlossen und danach in Teilzeit die Technische Berufsmaturität gemacht. Ich wollte mich im Themenbereich der Optik weiterbilden. Photonics basiert auch auf Optik und umfasst noch viel mehr. Da es sonst fast keinen Studiengang rund um die Optik gibt, habe ich mich mit diesem Studiengang auseinandergesetzt und gemerkt, dass ich dies sehr spannend finde.

Ich bin immer noch überzeugt von meiner Studienwahl. Da wir am Anfang des Studiums eher theoriebasierte Fächer

haben, wurden meine Erwartungen aber noch nicht ganz erfüllt.

Ich weiss, was in den oberen Semestern auf mich zukommt und freue mich auf die Fächer, die praxisorientierter sind. Fächer, auf die ich mich freue, sind zum Beispiel Optoelektronik oder Optische Messtechnik, da mich diese besonders interessieren.

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

Mathe und Physik sind wichtige Fächer, in denen man gut sein sollte. Auch sollte allgemein ein Interesse für Technik da sein. Geduld und Freude zu haben, länger an einem Problem zu sitzen, um dieses zu lösen, ist ebenfalls hilfreich. Zum Beispiel kann es beim Programmieren lange dauern, bis man einen kleinen Fehler gefunden und behoben hat.

Jedoch muss man nicht viel auswendig lernen. Es geht mehr darum, etwas zu verstehen, damit man es dann selber anwenden kann.

Haben Sie Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen, die sich für Photonics interessieren?

Besucht Infoveranstaltungen von verschiedenen Fachhochschulen und Anlässe für Neustudierende, um sicher zu gehen, dass es das richtige Studium und die passende Fachhochschule ist.

Wenn es möglich ist, empfehle ich, Vollzeit zu studieren. Ich werde zwar von meinen Eltern unterstützt. Trotzdem arbeite ich Teilzeit, weil ich mir auch gewisse Sachen leisten möchte, wie zum Beispiel ein Auto oder Ferien. Zudem halte ich es für wichtig, Berufserfahrung für später zu sammeln. Ich stelle mir aber vor, dass das Vollzeitstudium leichter zu absolvieren ist. Die Vollzeit-Studierenden können sich die ganze Woche nur aufs Studium konzentrieren, wir Teilzeitler haben noch die Arbeit, die uns in Anspruch nimmt.



Photonics basiert auf Optik, umfasst aber noch viel mehr: FaceID/Gesichtserkennung oder Lasertechnologie sind nur zwei von vielen Beispielen.

Interview
Jonilla Keller



Hannes Scherrer, Electrical and Computer Engineering, Bachelorstudium, 6. Semester, OST – Ostschweizer Fachhochschule

«ES LOHNT SICH, MANCHMAL DURCHZUBEISSEN»

Hannes Scherrer (25) hat nach der Maturität eine Lehre als Automatiker absolviert und anschliessend das Studium in Elektrotechnik an der OST in Angriff genommen. Er befindet sich bereits im letzten Studiensemester und schätzt es, dass er nun, aufbauend auf den Grundlagen aus den unteren Semestern, vertieft in ein Thema eintauchen kann.

Was sind zurzeit Ihre Studienschwerpunkte?

Ich bin im letzten Studienjahr und aktuell mit meiner Bachelorarbeit beschäftigt. Zusammen mit einem Kollegen entwickle ich ein Positionierungssystem, das beispielsweise als

Basis für Motion Capturing gebraucht werden könnte. So kann etwa ein Physiotherapeut die genauen Bewegungen eines Patienten untersuchen oder ein Golfer seinen Schlag analysieren. Unser System besteht aus zwei Spulen, die in drei Richtungen arbeiten kön-

nen. Um es stark vereinfacht zu erklären: Stell dir vor, du hast einen Magneten und einen Sensor, der die Stärke des Magnetfeldes messen kann. Damit können wir grob abschätzen, wie weit der Magnet vom Sensor entfernt ist. Dieser Prozess findet in drei Dimensionen statt, also können wir mithilfe einiger mathematischer Berechnungen sowohl die Position als auch die Ausrichtung des Magneten ermitteln.

Was gefällt Ihnen besonders am Studium, was nicht?

An meinem Studium gefällt mir besonders die Vielseitigkeit der Themen. Von Starkstrom über Mikroelektronik bis hin zu reiner Software ist alles dabei. Das Elektrotechnikstudium ist mathematiklastig, was meiner Meinung nach jedoch kein Nachteil ist. Das dritte und das vierte Semester waren manchmal anspruchsvoll, da in diesen viele Grundlagen unterrichtet werden. Dafür ist es jetzt im fünften und sechsten Semester umso interessanter. Wir tauchen mit den gelernten Grundlagen vertieft in ein Thema ein.

Wie ist die Studienatmosphäre an der OST?

Die Beziehung unter den Studierenden ist sehr gut. Durch gemeinsame Events lernt man auch schnell viele Studierende aus anderen Semestern kennen. Auch der Kontakt zu den Assistierenden und den Dozierenden ist sehr familiär. Ich kann zum Beispiel im sechsten Semester noch mit Fragen auf Dozierende zugehen, bei denen ich zuletzt vor zwei Jahren Unterricht hatte.

Ist Ihr Studium anstrengend?

Elektrotechnik beziehungsweise neu Electrical and Computer Engineering ist kein einfaches Studium. Trotzdem bleibt gerade in den ersten vier Semestern noch Zeit neben dem Studium. Ich habe teilweise am Wochenende oder am Abend als studentische Hilfskraft für ein Institut gearbeitet. Im fünften und sechsten Semester musste ich aber aufhören, damit ich mich voll aufs Studium konzentrieren kann. Ich werde von meinen Eltern unterstützt, da ich zu Hause wohnen

kann und sie einige meiner Kosten übernehmen. Den Rest finanziere ich über Ersparnisse aus meiner Lehre, vom Zivildienst und meiner Arbeit am Institut. Wenn man sich gut organisiert, bleibt genug Zeit für Hobbys. Erwähnenswert ist auch, dass wir in unserer Studienrichtung kaum auswendig lernen, sondern Zusammenhänge herstellen müssen. Es muss viel gerechnet oder programmiert werden – beides ist Übungssache.

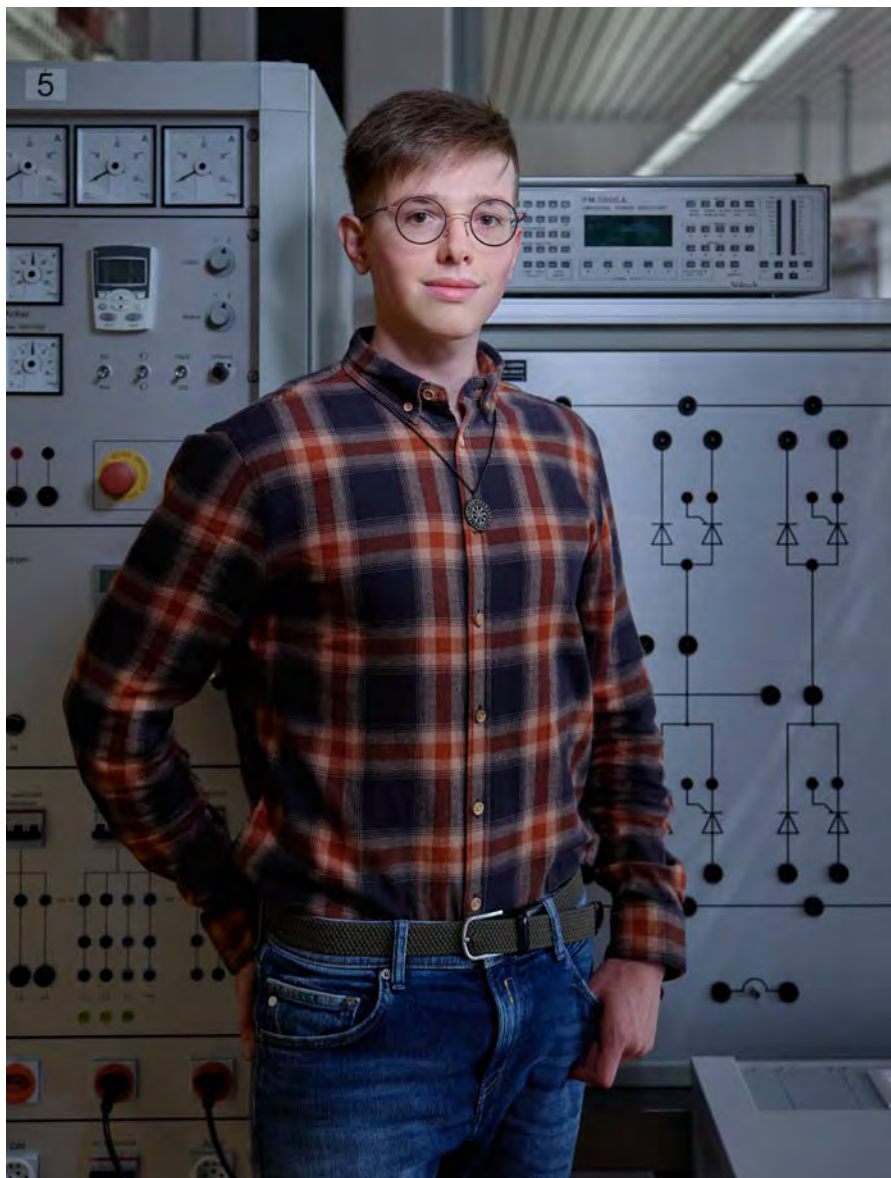
Wieso haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

Nach meiner Matura an der Kantonschule Glarus habe ich mich für eine Lehre als Automatiker entschieden. Ich wollte Praxiserfahrung sammeln für das Maschinenbaustudium, das ich ursprünglich geplant hatte. Mit der Zeit merkte ich aber, dass mich Elektrotechnik mehr interessiert. Vor allem die Vielseitigkeit dieser Studienrichtung hat mir mehr zugesagt.

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

Man braucht Freude an Mathematik sowie logisches und abstraktes Vorstellungsvermögen, um mit Elektrizität und Energie arbeiten zu können. Weiter ist Durchhaltewillen von Vorteil. Es lohnt sich, gerade bei den Grundlagen am Ball zu bleiben und manchmal auch durchzubeissen. Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die ein Studium suchen, das mehr Praxisnähe bietet als beispielsweise eine Ausbildung an der ETH, würde ich raten, mit der Dauer des Pflichtpraktikums vor dem Studium nicht zu geizen. Aus eigener Erfahrung kann ich eine verkürzte Lehre nach der Matura wärmstens empfehlen.

Interview
Jonilla Keller



Luzian Aufdenblatten, Elektrotechnik und Informationstechnologie, Bachelorstudium, 4. Semester, Hochschule Luzern, Horw (LU)

«DAS STUDIUM BEREITET GROSSES VERGNÜGEN»

Luzian Aufdenblatten (23) entdeckte seine Faszination für Elektrotechnik dank seiner Maturitätsarbeit zu diesem Thema. Er schätzt die persönliche Studienatmosphäre an der HSLU und den Enthusiasmus der Dozierenden. Nach dem Bachelor möchte er einen Master absolvieren, um sich in einer Unterdisziplin der Elektrotechnik zu vertiefen.

Wieso haben Sie sich für das Studium Elektrotechnik und Informationstechnologie entschieden?

Ursprünglich wollte ich Informatik studieren, was mir aber irgendwann zu programmierlastig erschien. Als ich

meine Maturaarbeit im Bereich der Elektrotechnik schrieb, lernte ich dadurch diese faszinierende Welt kennen. Damit war mein Studienwunsch besiegt. Auch nach drei Semestern bin ich immer noch der festen Überzeugung, das Richtige zu studieren.

Was gefällt Ihnen besonders an Ihrem Fach, was weniger?

Das Faszinierendste an meinem Studiengang ist für mich die Verbindung zwischen Logik, Problembewältigung und kreativem Schaffen, wie auch der Prozess, der von Idee bis Produkt durchlaufen wird. Als gutes Beispiel dafür dient das Entwerfen einer elektronischen Schaltung: Es wird mit dem logischen Teil begonnen: Welches

«Sehr gerne möchte ich zusätzlich ein Masterstudium absolvieren. In internationaler Hinsicht ergibt ein Mastertitel durchaus Sinn.»

Problem gilt es zu lösen? Welche Ansätze sind dafür geeignet? Danach findet der kreative Teil statt: Wie transformiert man seinen Plan vom Papier bis zu einer funktionierenden Platine in der Realität? Es gibt eine unendliche Anzahl von Möglichkeiten, wie man einen gefundenen Ansatz umsetzt. Das fertige Produkt spiegelt somit meinen eigenen Stil wider und erfüllt mich mit einer ganz speziellen Art von Genugtuung.

Was ich zum Teil etwas anspruchsvoll finde, ist das Erlernen der fundamentalen mathematischen und wissenschaftlichen Zusammenhänge, die für den praxisorientierten Teil des Studiums nötig sind.

Wie sind die Studienatmosphäre und der Studienalltag an der HSLU?

Da der Studiengang eher klein ist, kennt man seine Mitstudierenden relativ schnell. Zudem ist das Studium sehr modular aufgebaut, wodurch man in manchen Modulen auch Studierende aus anderen Studiengängen antrifft. So knüpft man nebst Freundschaften wertvolle Beziehungen für das spätere Berufsleben.

Im Bezug auf die Assistierenden und Dozierenden ist das Klima relativ persönlich. An der Hochschule Luzern sind wir in unserem Studiengang eine überschaubare Klasse von etwa 20 bis 40 Studierenden, was die Lernatmosphäre in meinen Augen immens verbessert.

Die Dozierenden möchten einem etwas beibringen und bringen ihren Enthusiasmus für das jeweilige Fach in die Vorlesungen mit ein.

Wie sieht bei Ihnen eine typische Studienwoche aus?

Gewöhnlich schreibe ich mich für anspruchsvollere Module am Anfang der Woche ein, damit ich noch frisch und bei der Sache bin. Module finden jeweils in Blöcken am Morgen, Nachmittag und Abend statt.

Am Montag wähle ich gerne Module während allen drei Blöcken aus, damit ich möglichst viel Unterrichtszeit für die Woche bereits abgeschlossen habe. Der Dienstag sieht meist sehr ähnlich aus wie der Montag, mit dem Unterschied, dass ich kein Abendmodul mehr besuche, dafür aber etwas Zeit fürs Fitnessstudio und Aufgaben der Schule habe. Am Mittwochnachmittag lege ich gerne eine Pause mit Modulen ein, damit ich Zeit für eventuelle Arbeiten, Aufgaben und einen sportlichen Ausgleich habe. Donnerstags und freitags finden oft Projektmodule statt. Sie fallen mir «leichter» als theorielastige Module, da man das Erlernte praxisnah anwenden kann. Am Abend habe ich dann Zeit, Aufgaben zu lösen und Vorlesungen nachzubereiten.

Am Freitagabend mache ich mich auf den Weg, um das Wochenende in meinem Heimatdorf im Wallis zu verbringen, Vorlesungen nachzubereiten und eventuelle Arbeiten zu erledigen.

Wie viele Stunden wenden Sie pro Tag durchschnittlich fürs Lernen auf?

Ausserhalb der Vorlesungszeiten wende ich pro Tag zwischen drei und fünf Stunden für das Studium auf. Ob dies lernen, Aufgaben lösen oder an Projekten arbeiten beinhaltet, hängt sehr von der jeweiligen Woche, beziehungsweise dem jeweiligen Semester ab.

Das Studium gibt viel zu tun. Da es aber an sich grosses Vergnügen bereitet, fühlt sich ein grosser Teil nicht nach «Arbeit» an. Persönlich bin ich leidenschaftlicher Musiker und Alpinist, was sich mit dem Studium meist problemlos vereinbaren lässt. Das erfordert aber Disziplin und gute Planung.

Welche Erfahrungen haben Sie mit Prüfungen gesammelt?

Die Prüfungen sind schwierig, aber lösbar und fair. Wer diszipliniert und regelmässig für ein Fach arbeitet, braucht sich nicht davor zu fürchten. Wichtig ist es, sich bereits während des Semesters immer wieder kleine Zusammenfassungen von einzelnen Themen der Module zu schreiben; so hat man nicht nur gutes Lernmaterial für die Lernphase, sondern auch bereits vieles im Gedächtnis verankert.

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

Die wichtigsten Voraussetzungen sind Motivation und Freude beziehungsweise Interesse an der Elektrotechnik. Die Elektrotechnik ist ein anspruchsvoller Studiengang. Das sollte aber auf keinen Fall abschreckend wirken. Es ist nicht so, dass man fürchten muss, man verliere jegliche Freizeit wegen des Studiums. Ich finde, dass alle, die sich für die Materie der Elektrotechnik und Informationstechnologie interessieren, die wichtigsten Voraussetzungen für das Studium bereits erfüllen.

Haben Sie bereits Vorstellungen davon, wie es nach dem Bachelor weitergeht?

Sehr gerne möchte ich zusätzlich ein Masterstudium absolvieren. In internationaler Hinsicht ergibt ein Mastertitel durchaus Sinn. Zusätzlich möchte ich mich in einer Teildisziplin der Elektrotechnik vertiefen können. Eine Masterarbeit bietet dazu eine sehr gute Gelegenheit.

Bezüglich eines Berufes bin ich noch sehr offen. Es gibt in der Schweiz und im Ausland eine Vielzahl an guten und interessanten Arbeitsangeboten für Studienabgänger der Elektrotechnik und Informationstechnologie. Ich lasse diese Entscheidung auf mich zukommen.

Interview
Jonilla Keller



Ananya Amitabh, Elektrotechnik und Informationstechnologie, Bachelorstudium, 5. Semester, ETH Zürich

«MICH INTERESSIEREN INTELLIGENZ UND INNENLEBEN VON UNSEREN MODERNEN GERÄTEN»

Ananya Amitabh (19) findet trotz anspruchsvollem Studium Zeit für Hobbys und Erholung. Von ihrer Studienwahl ist sie nach wie vor überzeugt und plant, anschliessend an den Bachelor ein interdisziplinäres Masterstudium zu absolvieren. Später möchte sie an Lösungen für Probleme tüfteln, welche einen direkten Einfluss auf die Gesellschaft haben.

Wieso haben Sie sich für das Studium Elektrotechnik und Informationstechnologie entschieden?

Ich wusste schon lange, dass ich Ingenieurin sein will, weil ich es liebe, Probleme zu lösen, so lange neue Ansätze zu testen und meine Kreativität aus-

zuleben, bis endlich eine funktionierende Lösung erreicht ist. Ich setzte mich jedoch viel mit der Frage auseinander, ob ich Electrical, Mechanical oder doch lieber Software-Engineer sein wollte. Das Informatikstudium habe ich ausgeschlossen, weil mich die Naturwissenschaften faszinieren und diese im Informatikstudium an der ETH zu wenig vorkommen. Zudem lernt man auch in Elektrotechnik und Maschinenbau die Grundlagen der Informatik und programmiert viel. Schlussendlich entschied ich mich für Elektrotechnik, weil mich die Intelligenz und das Innenleben von unseren modernen Geräten sehr interessieren. Ich bin immer noch überzeugt von meiner Studienwahl, mein Interesse am Fach hat sich im Laufe der letzten zwei Jahre sogar gesteigert.

Was gefällt Ihnen besonders am Studium, was nicht?

Mir gefällt besonders die Breite des Studiums. Ob man von der Therapie unheilbarer Krankheiten träumt oder der Entwicklung revolutionärer Quantencomputer: egal mit welcher Ambition, bei der Elektrotechnik ist man am richtigen Ort.

Diese Breite kann in den ersten zwei Jahren aber auch zu einer Schwierigkeit werden, weil man sich auch intensiv mit Fachrichtungen beschäftigt, in die man sich je nach Interesse in Zukunft nicht unbedingt weiter vertiefen will.

Wie sind die Studienatmosphäre und der Studienalltag an der ETH?

Die Elektrotechnik ist im Vergleich zu den verwandten Studiengängen Maschinenbau und Informatik, mit anfangs je ca. 600 Studierenden, ein recht kleiner Studiengang. In meinem Jahrgang waren wir am Anfang etwa 280 Studierende. Ich finde das vorteilhaft, da man dadurch eine stärkere Verbindung zu den Mitstudierenden hat. Zudem sind alle sehr sympathisch, hilfsbereit und kollaborativ.

Auch die Professorinnen und Professoren sind sehr hilfsbereit und freundlich, man spürt ihre Leidenschaft für das Unterrichten. Sie sind sehr offen

und man kann immer auf sie zugehen, um Fragen zu klären oder über ihre Forschung zu sprechen.

Wie sieht eine typische Studienwoche aus?

Im Basisjahr hat man oft viele Vorlesungen und dazugehörige Übungsstunden. Jeder Wochentag ist unterschiedlich – an gewissen Tagen hat man vielleicht von 08.15 Uhr bis 18.00 Uhr Unterricht (meist mit zweistündiger Mittagspause), an anderen hat man möglicherweise nur vormittags oder gar keinen Unterricht. Ab dem zweiten Jahr absolviert man auch vermehrt Praktika, in welchen man beispielsweise Drohnen mit den Gehirnsignalen steuert oder Roboter miteinander Fussball spielen lässt. Je nachdem, welche Praktika man macht und welche Fächer man wählt, hat man einen anderen Studienplan als die Mitstudierenden – es ist sehr individuell.

Ist Ihr Studium anstrengend?

Das Studium ist anstrengend, aber mit gutem Zeitmanagement bleibt genügend Raum für Erholung. Ich mache und unterrichte Karate und spiele auch gerne Gitarre oder singe. Es kann schwierig sein, Trainingszeiten mit den Unterrichtszeiten zu vereinen, aber meistens findet man einen Weg, Hobbys nachzugehen.

Ich habe das Glück, bei meinen Eltern zu wohnen, die mich auch in der Finanzierung des Studiums unterstützen. Es ist schwierig, während des ETH-Studiums nebenbei zu arbeiten, besonders in den ersten Jahren.

Welche Erfahrungen haben Sie mit Prüfungen gesammelt?

Vor den ersten Prüfungen war ich sehr nervös und fühlte mich auch nach gründlicher Vorbereitung in der Lernphase, die von Weihnachten bis Ende Januar dauert, unsicher. Doch die Prüfungen liefen super und waren alle sehr fair. Wenn man die Übungsblätter löst, die man während des Semesters wöchentlich erhält, und versucht, die Theorie gut zu verstehen, ist die Prüfung nichts Unvertrautes.

Haben Sie bereits Überlegungen zu Ihrer späteren Berufstätigkeit angestellt?

Direkt im Anschluss an den Bachelor werde ich das Masterstudium in Angriff nehmen. Ich bin momentan hin- und hergerissen zwischen den zwei interdisziplinären Studiengängen «Quantum Engineering» und «Biomedical Engineering», welche mich beide sehr faszinieren. Später würde ich sehr gerne Forschung betreiben und an Lösungen für Probleme tüfteln, welche einen direkten Einfluss auf unsere Gesellschaft

haben. Deswegen kann ich mir gut vorstellen, nach dem Master ein PhD in einer der spannenden Forschungsgruppen der ETH zu machen. Ob ich danach in der akademischen Welt bleibe oder zur Industrie wechsele und in Research & Development (R&D) arbeite, ist noch offen.

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

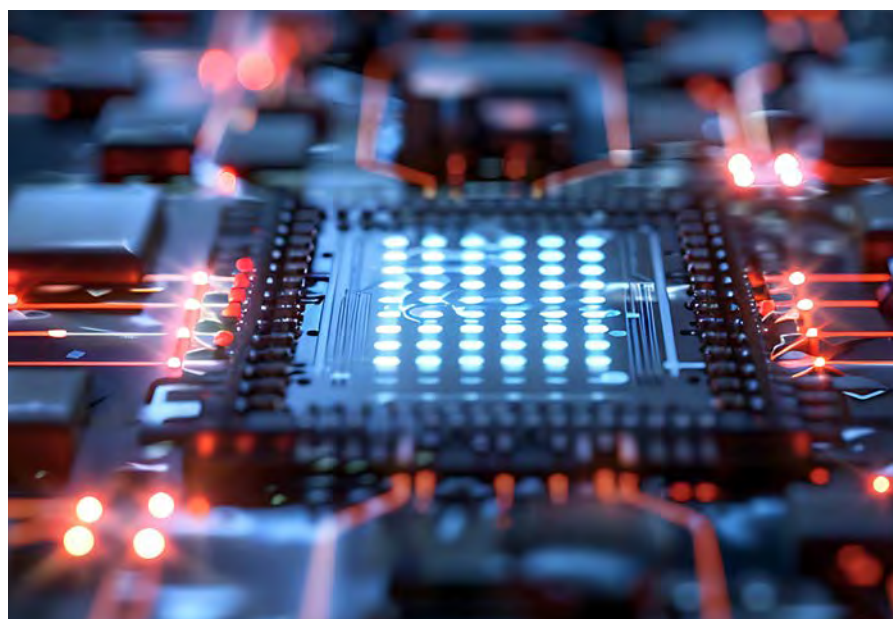
Mathe und Physik bilden die Grundlage der Elektrotechnik, weswegen wir sehr viele Vorlesungen haben, welche mathematischer oder physikalischer Natur sind. Ich würde daher sagen, dass ein Interesse an der Mathematik wichtig ist für das Studium. Man muss dabei nicht ein Riesenfan von abstrakter Algebra und rigorosen Beweisen sein. Es genügt für das Studium, wenn man gerne logisch denkt, mathematisch formuliert und Freude am Lösen von Problemen hat. Man muss auch keine Angst haben, wenn man nicht das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymi besucht hat. Ich kenne viele, die aus anderen Profilen kommen und sich trotzdem sehr wohl fühlen in diesem Studium.

Haben Sie Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen?

Mein wichtigster Tipp: Lasst euch nicht von anderen einschüchtern. Das Studium ist tatsächlich anspruchsvoll, doch wenn ihr euch damit befasst und gemeinsam mit euren Mitstudierenden den Lernstoff bewältigt, ist es ein äusserst wertvolles Studium und eine Zeit, die ihr immer in Erinnerung behalten werdet. Ja – es ist ein Studiengang, welcher viel von eurer Zeit in Anspruch nehmen wird, doch ich kenne keine Mitstudierenden, die nicht trotzdem ihren Hobbys nachgehen und ihre Freizeit genießen.

Zum Schluss nochmals: Die Elektrotechnik ist unglaublich spannend und breit – wenn es auch nur eine Nische gibt, die euch interessiert, bin ich mir sicher, dass ihr hier am richtigen Ort seid.

Interview
Jonilla Keller



Ananya Amitabh interessiert sich für interdisziplinäre Masterstudiengänge. Aktuell ist sie hin- und hergerissen zwischen «Biomedical Engineering» und «Quantum Engineering».



Leo Landolt, Elektrotechnik und Informationstechnologie, Masterstudium, 2. Semester, ETH Zürich

«FREUDE AN MATHEMATIK IST WICHTIG»

Leo Landolt (22) ist sehr glücklich mit seiner Studienwahl. Er schätzt die hohe Qualität der Lehre und dass er im Master viel Wahlfreiheit hat in Bezug auf Fächer und Forschungsthemen. Er kann sich vorstellen, später in der akademischen Forschung oder in der Industrie im Feld der elektrischen Energieübertragung zu arbeiten.

Worum geht es in der Elektrotechnik und Informationstechnologie?

Elektrotechnik ist ein wichtiger Bestandteil unseres Lebens: das Piepen

des Weckers, der Anruf der Freundin, das Pendeln mit dem Zug. Hinter all dem steckt Elektrotechnik. Das Studium Elektrotechnik und Informationstechnologie ist die Schnittstelle zwischen

Physik, Maschineningenieurwissenschaften und Informatik. Die Grundlagenfächer im Bachelor spiegeln dies. Die meisten machen danach den konsekutiven Master, mit dem wir die grösste Flexibilität haben. Daneben stehen uns spezialisierte Master offen wie Data Science, Quantum Engineering und Biomedical Engineering.

Was sind zurzeit Ihre Studienschwerpunkte?

Die Fächer im Master konnte ich selbstständig zusammenstellen unter Beratung meines Tutors. Meinen Schwerpunkt habe ich auf zwei Bereiche gelegt: elektrische Energieübertragung und Regelungstechnik.

Im Bereich elektrische Energieübertragung lernen wir zum Beispiel, den Strom zu berechnen, der nach einem Fehler durch die Hochspannungsleitungen fliesst. Das ist wichtig, um eine Überlastung zu verhindern. Die Regelungstechnik untersucht, wie man Systeme schnell und zuverlässig stabilisieren kann. Mit der Zunahme von Solarstrom, der nicht konstant erzeugt werden kann, gibt es für die elektrische Energieübertragung ganz neue Herausforderungen, die man mit Regelungstechnik angehen kann.

Was gefällt Ihnen besonders am Studium und was weniger?

Die Qualität der Lehre schätze ich allgemein als sehr hoch ein. Die Vorlesungen liefern mir gute Instrumente, um Probleme strukturieren und angehen zu können. Im Bachelor konnte ich in kleineren praktischen Projekten meine Skills anwenden. So habe ich zum Beispiel einen Algorithmus programmiert, der Jasskarten anhand von Farben und Zahlen erkennt.

Im Master werde ich dank den Semesterarbeiten und der Masterarbeit an relevanten Forschungsthemen arbeiten können. Dabei kann ich selbst wählen, wie theoretisch oder angewandt es sein soll.

Zudem gibt es mehr Möglichkeiten für Diskussionen und Gruppenarbeiten als im Bachelor, was mir gefällt. Ich würde mir trotzdem wünschen, dass mehr Dozierende ihre Vorlesung interaktiv gestalten.

Wie sind die Studienatmosphäre und der Studienalltag an der ETH?

Unter den Studierenden ist der Kontakt sehr freundschaftlich. Meine engsten Freunde habe ich im ersten Semester meines Bachelors kennengelernt. Da die Studierenden aus verschiedenen Ländern kommen, lerne ich auch immer etwas über die Welt.

Die Dozierenden und Assistierenden, mit denen ich zu tun habe, sind immer offen und hilfsbereit. Im Master bekommt man auch ein besseres Bild ihrer Forschung, da die Vorlesungen näher an ihrem Fachgebiet sind als im Bachelor, wo man die Grundlagen lernt.

Ist Ihr Studium anstrengend?

Ich belege zurzeit fünf Fächer, die je aus zwei Stunden Vorlesung und zwei Stunden Übung bestehen. Dafür gehe ich an die ETH, wo ich auch mit Freunden mittagesse. Nach dem Mittag bleibt uns oft auch noch Zeit für eine Runde «Töggele». Ab und zu nutze ich das Angebot des Akademischen Sportvereins Zürich (ASVZ), zum Beispiel Muscle Pump, Stand-up-Paddeln oder Tennis. Zu Hause löse ich Übungsreihen, um mich auf die Prüfungen vorzubereiten.

Im Bachelor habe ich oft von 8 bis 22 Uhr gearbeitet. Auch am Wochenende musste ich meistens Zeit für das Stu-

dium investieren. Ich konnte aber meine Hobbys Tischtennis und Geige reduziert weiterführen. Zudem habe ich als Hilfsassistent eine Übungsstunde geleitet, das entspricht einem 20-Prozent-Pensum. Im Master kann ich mir die Wochenenden meist freihalten, da die Fächer weniger arbeitsintensiv sind als im Bachelor. Unter dem Semester wende ich pro Tag sechs bis zehn Stunden für das Studium auf. An der ETH finden die Prüfungen in einer Prüfungssession, jeweils vier bis acht Wochen nach Semesterende, statt. In der Phase davor lerne ich in der Regel sechs Tage in der Woche für jeweils acht bis zehn Stunden.

Wieso haben Sie sich für Elektrotechnik und Informationstechnologie entschieden?

Zum Zeitpunkt der Studienwahl hätte ich mich für viele Studiengänge begeistern können. Die Ingenieurfächer an der ETH fand ich attraktiv, da sie für viele wichtige Themen wie Klimawandel, KI und Automatisierung relevant sind. Entscheidend für den Studiengang Elektrotechnik waren die vielen späteren Möglichkeiten sowie die Grösse des Jahrgangs, der mit 260 Studierenden pro Jahr kleiner ist als Maschineningenieurwissenschaften oder Informatik. Ich bin sehr glücklich mit meiner Entscheidung.

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

Am Studieninformationstag hat der Professor gesagt, dass Freude an der Mathematik die wichtigste Voraussetzung ist. Ich stimme der Aussage zu mit Betonung auf Freude. Ich habe meine Matura im Profil Latein/Englisch gemacht und viele meiner Freunde haben auch kein mathematisches Profil. Wichtiger als das bestehende Wissen ist die Motivation, Neues zu lernen.

Da es oft viel Stoff ist, sind Organisation und Zeitmanagement weitere wichtige Faktoren.

Haben Sie bereits Vorstellungen Ihrer beruflichen Zukunft?

Es ist mir wichtig, dass ich später eine relevante Arbeit leisten kann. Mit der Semesterarbeit und der Masterarbeit möchte ich herausfinden, ob die akademische Forschung etwas für mich ist und ein Doktorat in Frage kommt. Ich kann mir auch vorstellen, in der Industrie im Feld der elektrischen Energieübertragung zu arbeiten. Ich denke, für den Berufseinstieg ist es sinnvoll, bereits während des Studiums Kontakte zu Industriepartnern zu knüpfen. Zum Beispiel bei Semester- oder Masterprojekten in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie und dem Besuch der Polymesse, bei der sich jedes Jahr Unternehmen aus verschiedenen Branchen vorstellen. Auch ein Praktikum während des Studiums kann sehr hilfreich sein.

Haben Sie Tipps für jüngere Kollegen oder Kolleginnen?

Ich empfehle auf jeden Fall, neben dem Studium aktiv am Studierendenleben teilzunehmen. Es gibt viele Vereine mit verschiedenen Themen: zum Beispiel Hochschulpolitik, mentale Gesundheit, Debattieren oder Theater. Wenn man im Vorstand mitwirkt, lernt man wertvolle Skills wie Kommunikation, Delegation und Organisation. Als Mitglied hat man viele tolle Begegnungen und kann an lustigen Events teilnehmen.



Leo Landolt vertieft sich im Master auf Regelungstechnik und elektrische Energieübertragung. Er lernt u.a., wie der Strom berechnet wird, der durch Hochspannungsleitungen fliesst.

Interview
Jonilla Keller

Technik und Naturwissenschaften – Berufslaufbahnen zwischen Megabytes und Molekülen



Jobs von Forschung bis Management. Welche Berufslaufbahnen folgen auf ein Studium der Natur- oder der Ingenieurwissenschaften? Wie sieht das Studium aus, wie der Arbeitsmarkt für Architekten, Chemikerinnen oder Umweltnaturwissenschaftler?

Über 30 ausführliche und aktuelle Porträts illustrieren das Arbeitsfeld von Technik und Naturwissenschaft: Von der Forschung über die Produktion bis hin zum Management.

Sprache: Deutsch
 Auflage: 3. vollständig überarbeitete Auflage 2015
 Umfang: 200 Seiten
 Art.-Nr.: LI1-3076
 Preis: CHF 30.–

Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung | Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB
 SDBB Verlag | Belpstrasse 37 | Postfach | 3001 Bern | Tel. 031 320 29 00 | info@sdbb.ch | www.sdbb.ch
 SDBB Vertrieb | Industriestrasse 1 | 3052 Zollikofen | Tel. 0848 999 001 | vertrieb@sdbb.ch

 **SDBB | CSFO**

Online bestellen: www.shop.sdbb.ch



Zentrum für berufliche
Weiterbildung

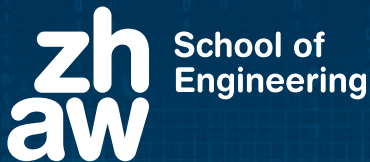
✓ Dipl. Elektrotechniker/in HF

Das visionäre modulare Ausbildungskonzept des ZbW passt das HF-Studium den individuellen Bedürfnissen der Studierenden an.

Dipl. Elektrotechniker/in HF

LERNEN. VERSTEHEN. UMSETZEN.

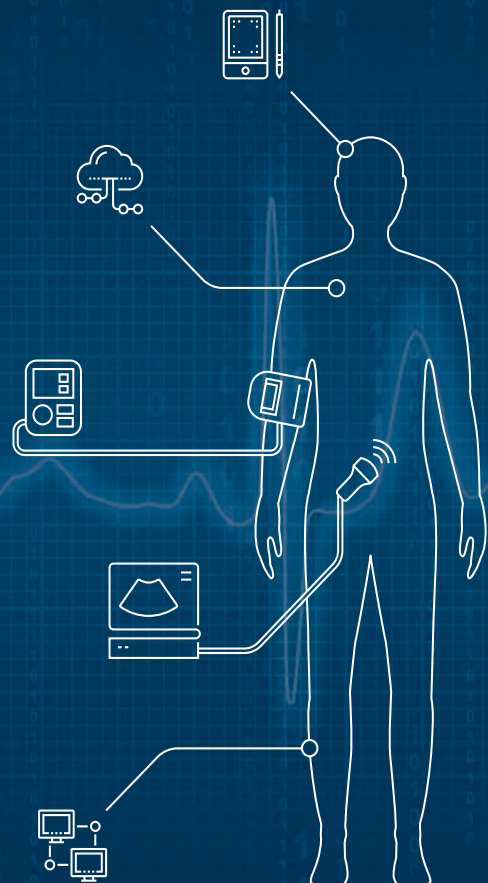
zbw.ch



Studium Medizininformatik

Die Medizin ist zunehmend daten- und technologiegetrieben. Informatiker:innen mit einem vertieften Verständnis der Prozesse in Spitälern und dem Gesundheitswesen sind daher sehr gefragt. Im interdisziplinären Studiengang Medizininformatik eignen Sie sich Kompetenzen an, die für die Arbeit an der Schnittstelle zwischen Medizin und Informatik wichtig sind.

www.zhaw.ch/engineering/mi



WEITERBILDUNG



Nach rund 15 Jahren Bildung in Volksschule, beruflicher Grundbildung oder Mittelschule und dem Abschluss eines Studiums liegt für viele Studienabgängerinnen und Studienabgänger 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 2024) kann ein *Doktorat* in der Schweiz nur an einer Universität erworben wer-

den. Viele Fachhochschulen konnten aber Kooperationen mit Universitäten eingehen, in denen Doktoratsprojekte auch für FH-Absolventinnen und -Absolventen 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 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

KOSTEN UND ZULASSUNG

Da die Angebote im Weiterbildungsbe- reich 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. Auch die Zulassungsbedingungen sind unterschiedlich. Während einige Weiterbildungsangebote nach einem Hochschulabschluss frei zugänglich sind, wird bei anderen mehrjährige und einschlägige Praxiserfahrung verlangt. Die meisten Weiterbildungen werden nur berufsbegleitend angeboten. Weitere Infos:

www.berufsberatung.ch/studienkosten

BEISPIELE VON WEITERBILDUNGEN NACH EINEM STUDIUM DER ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Der technologische Wandel verläuft in hohem Tempo und verändert laufend den Alltag der Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure. Dies erfordert die Bereitschaft, sich ständig in neue Situationen einzuarbeiten und sich weiterzubilden. Möglichkeiten dazu gibt es genug, hier einige Beispiele:

Didaktik-Zertifikat (DZ)

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

www.ethz.ch/didaktische-ausbildung

Digital Industry (CAS)

www.fhnw.ch

Embedded Security (CAS)

www.he-arc.ch

Eigenverbrauchsoptimierung (CAS)

www.hslu.ch/technik-architektur



Neben Vorbereitungen auf Führungsfunktionen oder Lehrtätigkeiten umfassen Weiterbildungsinhalte im Bereich Elektrotechnik insbesondere Vertiefungen in innovative Felder wie Sensorik/Robotik usw.

Industrie 4.0 – von der Idee zur Umsetzung (CAS)

www.zhaw.ch

Management, Technology, and Economics (MAS)

www.mas-mtec.ethz.ch

Medical Physics (MAS)

www.mas-mp.ethz.ch

Sensorik und Sensor Signal Conditioning (CAS)

www.ost.ch

Energiewirtschaft (MAS)

www.fhgr.ch

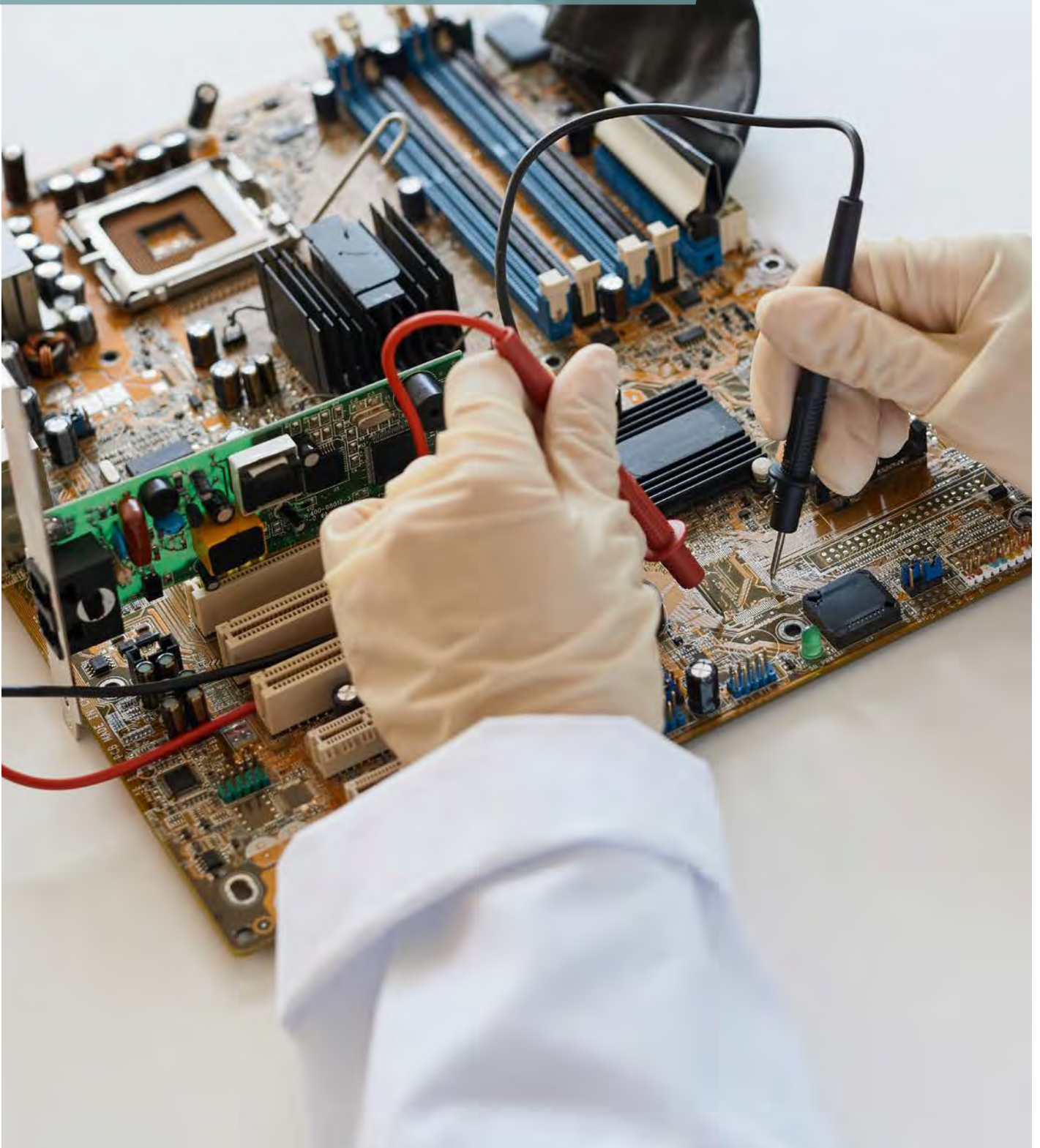
Wirtschaftsingenieurwesen (MAS)

www.zhaw.ch

Aktuelle Weiterbildungskurse und -lehrgänge zu allen Fachgebieten und Themen finden Sie in der Schweizer Aus- und Weiterbildungsdatenbank unter www.berufsberatung.ch/weiterbildung.

BERUF

- 49 BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT
- 50 BERUFSPORTRÄTS



BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT

Das Berufsfeld Elektrotechnik und Informationstechnologie ist geprägt von der elektronischen Durchdringung fast all unserer Lebensbereiche sowie den damit verbundenen Veränderungen. Dies macht Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure zu gefragten Fachkräften. Der rasante technische Fortschritt und die Globalisierung des Marktes erfordern aber Flexibilität und Lernbereitschaft.

Grundsätzlich kann die Beschäftigungssituation der Elektroingenieurinnen und -ingenieure als sehr gut bezeichnet werden. Auch wenn die Arbeitslosenquote je nach wirtschaftlicher Lage schwankt, ist sie grundsätzlich immer deutlich tiefer im Vergleich zu den übrigen Berufsfeldern.

BERUFSEINSTIEG NACH ETH-STUDIUM

Elektroingenieurinnen und -ingenieure haben vergleichsweise selten Probleme beim Berufseinstieg. Von den Absolventinnen und Absolventen einer ETH sind ein Jahr nach dem Masterabschluss weniger als zehn Personen arbeitslos, bis zu einer Anstellung schreiben sie im Schnitt zehn Bewerbungen. Die meisten finden eine Stelle mit inhaltlichem Bezug zum Studium. Im Rückblick würde denn auch eine grosse Mehrheit nochmals dasselbe Studium wählen.

Die Tätigkeitsbereiche von Absolventinnen und Absolventen der ETH nach dem Masterabschluss verteilen sich etwa zu gleichen Teilen auf den privaten Dienstleistungsbereich, die Industrie und die Hochschule. Im privaten Dienstleistungsbereich sind sie oft in Ingenieurbüros oder in Informatikbetrieben tätig.

Diejenigen, die an der Hochschule bleiben, betreiben Lehre und Forschung und arbeiten an einer Dissertation. Im Vergleich mit anderen technischen Studiengängen ist der Anteil der Personen, die ein Doktorat machen, sehr hoch.

BERUFSEINSTIEG NACH FH-STUDIUM

Absolventinnen und Absolventen der Fachhochschulen sind fast ausnahmslos in der Privatwirtschaft beschäftigt. Die Mehrheit arbeitet in der Industrie, rund ein Drittel in Planungs- und Ingenieurbüros. Etwa 20 Prozent absolvieren nach dem FH-Bachelorstudium einen Master, rund die Hälfte davon an einer ETH. Hier zeigt sich, dass die Stossrichtung der Fachhochschulen eher auf anwendungsbezogene Tätigkeiten ausgerichtet ist, während die ETH-Studiengänge stärker auf die Grundlagenforschung abzielen. Knapp ein Drittel der FH-Absolventinnen und -Absolventen mit einem Master ist in Lehre und Forschung an Fachhochschulen tätig.

Wer direkt nach dem Bachelor ins Berufsleben übertritt, hat oft schon beim Abschluss eine Anstellung; ein Jahr danach sind weniger als fünf Prozent noch auf Stellensuche.

Ob mit einem ETH- oder FH-Abschluss: Über 90 Prozent der Absolventinnen und Absolventen arbeiten Vollzeit. Teilstellen sind rar, wie auch ein Blick auf die Stelleninserate zeigt.

VIELFÄLTIGE JOBPROFILE

Wer auf Stellenplattformen nach Jobs für Elektroingenieure und Elektroingenieurinnen sucht, findet eine grosse Anzahl von Jobprofilen: Sie arbeiten als Elektroingenieur Antriebstechnik, Hardwareentwicklerin, Automationsingenieur, Verkaufsingenieurin, Embedded Software Engineer, Projektleiterin Schienenfahrzeuge, Audio Electronics Engineer, Elektroingenieur Energieanlagen, Electronics Test Engineer und vieles mehr. Einige gründen eine eigene Firma und versuchen, sich mit ihrem Produkt auf dem Markt zu behaupten. Diese Vielfalt der Tätigkeitsgebiete widerspiegelt die Breite des Fachgebietes.

Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure entwickeln, produzieren und betreiben Geräte und Anlagen, leiten Entwicklungs- und Kundenprojekte und sind verantwortlich, dass aus einer Idee ein marktfähiges Produkt entsteht. Sie sind als Messtechnikspezialist tätig, verbessern Soft- und Hardware und konzipieren komplexe Schaltungen. Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure beschäftigen sich auch damit, elektrische Energie in Kraftwerken zu erzeugen und eine hohe Zuverlässigkeit bei der Übertragung und Verteilung der Energie zu gewährleisten.

Oft arbeiten sie in interdisziplinären Teams, daher sind neben solidem Fachwissen soziale Kompetenz, Verhandlungsgeschick und Konfliktfähigkeit gefragt. In einer Grossfirma wie der ABB arbeiten zudem multikulturelle Teams, was Offenheit und Sensibilität für andere Kulturen voraussetzt. Aufgrund des schnellen technologischen Wandels verändert sich der Alltag der Elektroingenieurinnen und der Elektroingenieure fortwährend; nicht selten bestimmen Projektarbeit und Abgabetermine den Arbeitsalltag. Dies erfordert Flexibilität und die Bereitschaft, sich ständig in neue Situationen einzuarbeiten.

BREITES BETÄTIGUNGSFELD

Auch ausserhalb des Kerngebietes der Elektrotechnik und der Informationstechnologie besteht ein breites Betäti-

gungsfeld. Privatunternehmen und Industrie brauchen Ingenieurinnen und Ingenieure als Berater, Marketingfachleute, Produkt Managerinnen oder Spezialisten im Verkauf. In Versicherungen 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 Berufsschule unterrichten. Auch im Journalismus können fundierte technische Kenntnisse eingesetzt werden. Ausserdem sind zahlreiche Ingenieurinnen und Ingenieure mit einigen Jahren Berufserfahrung in Führungspositionen tätig oder übernehmen Managementaufgaben.

DYNAMISCHER ARBEITSMARKT

Aber auch wenn die Stellenaussichten gut sind: Es kann durchaus vorkommen, dass jemand Mühe hat, einen Job zu finden, der ihm gefällt. Etwas mehr als 20 Prozent der Absolventinnen und Absolventen der ETH mit Abschlussjahrgang 2020 gaben an, dass sie Schwierigkeiten hatten, eine den Erwartungen entsprechende Stelle zu finden.

Zudem suchen Arbeitgeber auch in Zeiten des Ingenieurmangels Mitarbeitende, die Arbeitserfahrung haben und möglichst gut zu einem genau definierten Stellenprofil passen. 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, Funktionen und Abteilungen kennenlernen bzw. sich auf eine spätere Spezialisierung vorbereiten kann.

Schwierigkeiten bei der Stellensuche nach einem ETH-Master in Elektrotechnik führt etwa ein Drittel der Betroffenen auf die fehlende Berufserfahrung zurück. Dennoch finden rund 80 Prozent aller Absolventinnen und Absolventen, ihr Studium sei eine gute Grundlage für den Berufseinstieg.

Im Gegensatz dazu haben Absolventinnen und Absolventen von Fachhochschulen grösstenteils eine Lehre absolviert. Sie verfügen über mehr Praxis- und Arbeitswelterfahrung und wissen eher, wie man sich erfolgreich bewirbt.

Der Arbeitsmarkt für Elektroingenieurinnen und -ingenieure ist vielfältig und dynamisch, nicht zuletzt wegen des rasanten technischen Wandels. Wer sich fachlich auf dem neusten Stand hält und allenfalls einen Umweg über den zweitbesten Job in Kauf nimmt, kann der beruflichen Zukunft optimistisch entgegen sehen.

Quellen

Websites und Auskünfte der Hochschulen
www.berufsberatung.ch/studium-arbeitsmarkt
 (SDBB 2023)
www.laufbahn.berufsberatung.ch
www.gateway.one
 Jobportale

BERUFSPORTRÄTS

Die folgenden Porträts geben Einblick in den Berufsalltag von Elektroingenieurinnen und Elektroingenieuren.

GABRIELA HUGI

Leiterin Institut für Elektrische Energieübertragung,
ETH Zürich

MARCEL DESTRAZ

Application Engineer
Polariton Technologies AG,
Adliswil (ZH)

BETTINA WYSS

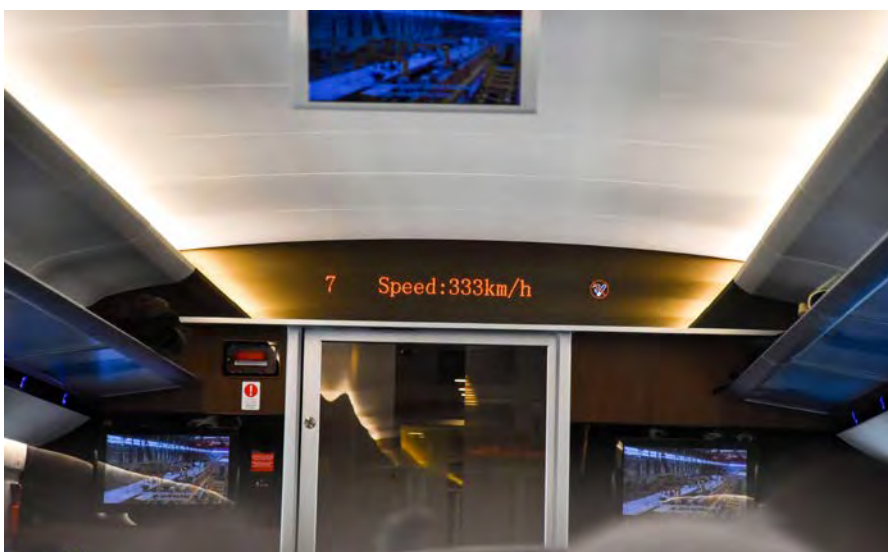
Gründerin und Entwicklerin,
Wyss Embedded Engineering GmbH,
Mauensee (LU)
und Wissenschaftliche Mitarbeiterin,
Hochschule Luzern

MANUEL BOSS

Customer Service Engineer,
ANNAX Schweiz AG, Bern

FABIO LUZIO

Gebietsleiter und Mitglied der
Geschäftsleitung,
Boess Engineering AG,
Landquart (GR)



Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure sorgen dafür, dass in Hochgeschwindigkeitszügen Displays für Fahrgastinformationen reibungslos funktionieren.



Gabriela Hug, Prof. Dr. in Elektrische Energiesysteme, Leiterin Institut für Elektrische Energieübertragung, ETH Zürich

BEITRAGEN ZUM NETTO-NULL-ZIEL

Gabriela Hug (44) hat nach ihrem Studium in Elektrotechnik und Informationstechnologie ein Doktorat gemacht und anschliessend ein Jahr in der Industrie gearbeitet, bevor es sie wieder in die akademische Welt zurückzog. Heute arbeitet sie als Professorin an der ETH Zürich im Bereich elektrische Energie. An ihrer Arbeit gefällt ihr, dass sie sich

mit spannenden Fragen auseinanderzusetzen kann, die für die Gesellschaft relevant sind.

«Den typischen Arbeitsalltag gibt es bei mir nicht. Als Professorin betreue ich Doktorierende, die an diversen Forschungsprojekten arbeiten, halte Vorlesungen, treffe mich mit anderen Forschenden, um über aktuelle Themen zu diskutieren sowie neue Forschungsprojekte zu entwickeln und helfe mit, Veranstaltungen zu organisieren. Auch wenn nur wenige nach einem Elektrotechnikstudium Professorin oder Professor werden ist es grundsätzlich so, dass es den typischen Arbeitsalltag von Elektroingenieurinnen und Elektroingenieuren nicht wirklich gibt. Allen gemeinsam ist aber wohl die Beschäftigung mit noch ungelösten Fragen in diversen Projekten, sei dies in der Produktentwicklung oder der Planung und dem Aufbau von technischen Anlagen und Systemen. Dabei sind Teamarbeit, Programmieren und Anwenden von Mathematik häufig wichtige Bestandteile der Arbeit.

RELEVANZ FÜR DIE GESELLSCHAFT

Was mir an meiner Arbeit am meisten gefällt, ist die Auseinandersetzung mit spannenden Fragen, die noch ungelöst und für die Gesellschaft relevant sind, zum Beispiel was es an Steuerungen braucht, um ein elektrisches System stabil zu halten, das sehr hohe Anteile an erneuerbaren Energien wie Solar- und Windenergie aufweist. Dass ich etwas mache, was Relevanz für die Gesell-

schaft hat und ich zur Lösung von einem wichtigen Problem beitrage, ist mir wichtig bei meiner Arbeit. Momentan sind wir zum Beispiel stark in die Diskussion eingebunden, wie das elektrische Energiesystem von 2050 aussehen könnte und sollte. Schwierig ist es, wenn Ansätze, die man entwickelt hat, nicht so funktionieren, wie man es erwartet hat oder man für eine bestimmte Arbeit bedeutend länger braucht, als man dachte. Das kann frustrierend sein, gehört aber zur Forschung und der Entwicklung von neuen Technologien einfach dazu. Genau das macht vielleicht auch den Reiz der Arbeit aus. Wenn man ein Problem dann trotzdem gelöst hat, ist es eine grosse Genugtuung.

OUT-OF-THE-BOX-DENKEN

Während des Masterstudiums hatte ich mich entschlossen, ein Doktorat zu machen. Das Doktorat gehört zwar immer noch zur Ausbildung, aber gleichzeitig ist man angestellt und bekommt ein Gehalt. Deshalb war dies eigentlich meine erste Arbeitsstelle. Während der Masterarbeit hatte ich sehr viel Freude daran, an einer offenen Forschungsfrage zu arbeiten und dafür eine Lösung zu entwickeln, die es bis zu diesem Zeitpunkt nicht gab. Dieses Out-of-the-box-Denken und das Forschen nach neuen Ansätzen haben mich fasziniert. Ich entschied mich, mein Doktorat im Bereich elektrische Energieversorgung zu machen. Dies war sicher eine gute Entscheidung, denn heute ist die Frage nach dem zukünftigen elektrischen Energiesystem in aller Munde und es gibt noch viele spannende Fragen, die gelöst werden müssen.

VIA KANADA UND USA NACH ZÜRICH

Nach meinem Doktorat wollte ich nicht in der akademischen Welt bleiben und habe deshalb eine Stelle in der Industrie gesucht. Ausserdem wollten ich und mein Mann Erfahrungen im Ausland sammeln. Wir haben uns dabei auf Nordamerika fokussiert. Die Herausforderung war, eine Stelle zu bekommen. Auch über Kontakte meines Doktorvaters hat es

nicht geklappt, da diverse Firmen den Aufwand für ein Arbeitsvisum scheuten. Für Kanada war das etwas einfacher, deshalb hat es schlussendlich bei dem Unternehmen Hydro One in Toronto geklappt, wo ich ein Jahr als Assistant Asset Management Engineer (Elektroingenieurin) gearbeitet habe.

Nach einem Jahr zog es mich doch wieder in die akademische Welt zurück, da ich stärker selber entscheiden wollte, an welchen Fragestellungen ich arbeiten möchte und mir auch das Unterrichten Spass machte. So habe ich zunächst als Professorin an der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, USA, gearbeitet.

«Der Vorteil in der akademischen Welt ist, dass man bis weit in die Zukunft denken und auch mal unrealistisch erscheinende Ideen ausprobieren kann. Der Vorteil in der Industrie ist, dass man näher an der Umsetzung ist und den Einfluss direkter sieht. Beides hat also einen Anreiz.»

Nach sieben Jahren im Ausland sind wir dann wieder zurück in die Schweiz gezogen, da sich für mich eine Gelegenheit an der ETH aufgetan hat. Dies ist jedoch nicht gerade ein typischer Werdegang von jemandem mit meinem Studienabschluss. Meine Studienkolleginnen und -kollegen sind in ganz vielen verschiedenen Berufen gelandet. Diese Vielfältigkeit empfinde ich als einen der grossen Vorteile dieses Studiums. Nur wenige haben ein Doktorat gemacht, da es auch mit einem Masterabschluss viele Arbeits- und Karrieremöglichkeiten gibt.

MATHEMATIK PRAKTISCH ANWENDEN

Ein paar Jahre vor der Maturität wollte ich noch Mathematik studieren. Nach der Teilnahme an einer Studienwoche von «Schweizer Jugend forscht» für Mädchen, in der man eine Woche lang einen Roboter baut, hat sich das geändert. In dieser Woche

BERUFLAUFBAHN

- | | |
|----|--|
| 19 | Gymnasiale Maturität: Zürich |
| 23 | Master im Bereich Informationstechnologie und Elektrotechnik, ETH Zürich |
| 26 | Lehrdiplom für Maturitätsschulen, ETH Zürich |
| 28 | Doktorat in Elektrische Energiesysteme, ETH Zürich |
| 28 | Elektroingenieurin, Hydro One, Toronto (Kanada) |
| 29 | Professorin, Carnegie Mellon University, Pittsburgh (USA) |
| 35 | Professorin, ETH Zürich |



Was braucht es an Steuerungen, damit elektrische Systeme mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien stabil bleiben?

habe ich realisiert, dass mir Mathematik zwar Spass macht, aber dass ich sie lieber praktisch anwenden möchte. So war die Weiche zur Ingenieurin gestellt. Zur Elektrotechnik bin ich gekommen, weil sie hinter ganz vielen Geräten und Infrastrukturen steckt, die wir täglich nutzen: zum Beispiel das Stromnetz, Computernetzwerke, medizinische Analysegeräte oder Gebäudetechnik. Im Bereich elektrische Energie bin ich gelandet, weil es wie die Wurzel der Elektrotechnik und von ganz vielem die Grundlage ist. Unser heutiger Alltag wäre ohne elektrische Energie nicht möglich.

LERNERFAHRUNG AUS DEM STUDIUM

Das Studium ist vielfältig und interessant, ich würde mich auf jeden Fall wieder dafür entscheiden. Es ist sicher auch arbeitsintensiv, aber das viele Lernen hat sich definitiv gelohnt. Ich habe während des Studiums gelernt, selbstständig zu werden, gleichzeitig aber auch im Team zu arbeiten.

Inhaltlich verwende ich im Berufsalltag sicher viel von den Grundlagen

aus dem Grundstudium aber auch aus den weiterführenden Fächern zu elektronischer Energieversorgung. Aber noch wichtiger als das inhaltliche Wissen ist die Lernerfahrung während des Studiums, wie man an eine Fragestellung herangeht und eine Lösung zu dieser Fragestellung entwickelt. Zudem habe ich gelernt, wie man Grundlagen aus verschiedenen Teilgebieten miteinander verknüpfen kann, um so Neues zu generieren. Gerade dieses interdisziplinäre Denken ist für Elektroingenieurinnen und -ingenieure wichtig.

AKADEMISCHE WELT VS. INDUSTRIE

Ich habe für mich meinen Traumberuf gefunden und ich könnte mir nicht vorstellen, einen anderen Beruf auszuüben. Ich möchte mit meiner Arbeit dazu beitragen, dass unser Energiesystem nachhaltig wird und wir das Netto-Null-Ziel erreichen können. In meiner jetzigen beruflichen Tätigkeit kann ich mich komplett darauf fokussieren. Der Vorteil in der akademischen Welt ist, dass man bis weit in die Zukunft denken und auch mal unrealistisch erscheinende Ideen ausprobie-

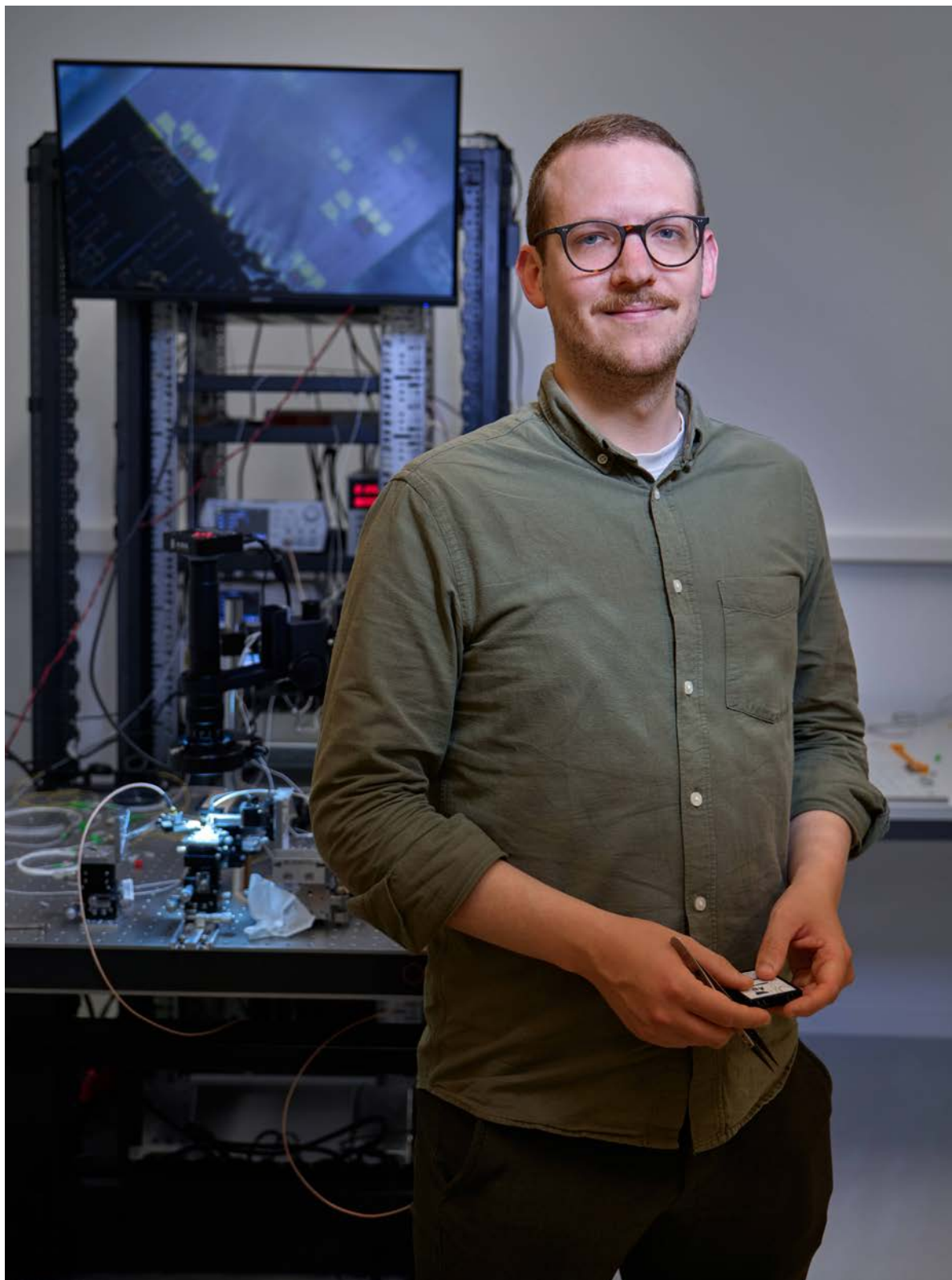
ren kann. Der Vorteil in der Industrie ist, dass man näher an der Umsetzung ist und den Einfluss direkter sieht. Beides hat also einen Anreiz.

EIN BREITES FELD

Allen, die sich für dieses Studium interessieren, würde ich raten, an die Studieninformationstage zu gehen, um sich ein besseres Bild vom Studium und den Möglichkeiten zu machen, die einem danach offenstehen. Unter dem Begriff 'Elektrotechnik' kann man sich häufig nicht so viel vorstellen. Ein Grund ist sicher, weil es ein sehr breites Feld ist und man sich erst während des Studiums etwas in eine Richtung spezialisiert. Aber in praktisch allen elektrisch betriebenen Geräten oder Systemen steckt Elektrotechnik und Informationstechnologie drin. Dabei geht es um die Hardware selber, aber auch darum, was alles dahinter steckt an Steuerungen oder an Auswertungen von Daten.»

Porträt

Jonilla Keller



Marcel Destraz, MSc ETH Electrical Engineering and Information Technology, Application Engineer bei Polariton Technologies AG, Adliswil (ZH)

UP TO DATE IN EINEM DYNAMISCHEN UMFELD

Marcel Destraz (30) schätzt die Soft Skills, die er sich im Studium angeeignet hat und kann vor allem das Wissen aus dem Masterstudium in seiner täglichen Arbeit anwenden. Er würde sich wieder für das Studium in Elektrotechnik entscheiden, auch wenn es ihm nicht immer

Spass gemacht hat. Heute arbeitet er in einem Jungunternehmen, welches in einem sehr dynamischen Bereich tätig ist. Dabei hilft er, Entwicklungen voranzutreiben, die in naher Zukunft den Alltag von uns allen beeinflussen werden.

«Aktuell arbeite ich als Application Engineer bei Polariton Technologies, einem Spin-off des Instituts für Elektromagnetische Felder an der ETH Zürich. Polariton ist im Bereich der Telekommunikation tätig und entwickelt die schnellsten, kleinsten und energieeffizientesten photonischen Schaltungen.

Unsere Technologie bildet eine nanoskopische Brücke zwischen elektronischer und optischer Welt. Während die Verarbeitung und Speicherung von Daten, zum Beispiel auf dem PC oder dem Mobiltelefon, in der elektronischen Domäne stattfindet, geschieht die Verteilung immer mehr in der optischen Domäne: Stichwort Glasfaser. Beinahe alle könnten also in Zukunft eines unserer Bauteile zu Hause im Router haben. Dabei ermöglicht unsere Technologie eine über 100 Mal schnellere Übertragung, als heute erreichbar ist.

ENTWICKLUNGEN VORANTREIBEN

Ein grosser Teil meiner Arbeit ist der Austausch mit Kunden, auch vor Ort. Dafür bin ich immer wieder im Ausland unterwegs. Auch für Projekte in grösseren Forschungskonsortien, Messen und Konferenzen bin ich viel unterwegs. An den Tagen im Office geht es dann oft um das Projektmanagement und Alignment mit allen internen Stakeholdern. Und wenn

es der Kalender zulässt oder das Engineering Team Unterstützung braucht, dann bin ich auch gerne mal selber im Labor aktiv.

Der Reiz meiner Arbeit kommt von der Abwechslung und der Aktualität meiner Themen. Wir bewegen uns in einem hochdynamischen Bereich mit ständigen Änderungen. Zusammen mit unseren Partnern und Kunden treiben wir Entwicklungen voran, die in fünf Jahren den Alltag von uns allen beeinflussen werden. So könnten diese Entwicklungen zu Quantum Computing, weit reichender Satellitenkommunikation oder schneller Datenverarbeitung für Artificial Intelligence führen. In meiner Aufgabe leite ich auch diverse Projekte, unter anderem solche im Forschungsprogramm Horizon Europe.

FACHARTIKEL, KONFERENZEN, WORKSHOPS

Die grösste Schwierigkeit besteht darin, up to date zu bleiben. Das Umfeld ist sehr dynamisch. Will man auf einem Level mit Partnern und Kunden sprechen können, so muss man auf dem Laufenden bleiben bei vielen Themen. Dafür muss man stetig marktrelevante Zeitungsartikel und wissenschaftliche Papers lesen, an Konferenzen Präsentationen zuhören und Workshops besuchen.

Zu spüren, dass ich eine Differenz mache, das ist mir extrem wichtig bei meiner Arbeit. Ich kann, darf und muss Einfluss nehmen in unserem Unternehmen. Bei einem Jungunternehmen, wie wir es sind, ist jede Person in einer Schlüsselrolle. Man hat viele Freiheiten, aber auch Pflichten und Verantwortungen, die den Erfolg unserer Firma prägen.

WICHTIGKEIT VON SOFT-SKILLS

Bereits während meines Bachelors und Masters habe ich in einem Teilpensum als Werkstudent gearbeitet. Das hat mich sehr gut auf das Berufsleben nach dem Studium vorbereitet. Im Master habe ich mich auf optische Kommunikation spezialisiert und dieses Wissen nutze ich in meinem aktuellen Job täglich. Viel mathematisches und physikalisches Wissen

kommt hingegen kaum zur Anwendung. Und die Hard Skills sind natürlich immer sehr jobspezifisch.

«Zu spüren, dass ich eine Differenz mache, das ist mir extrem wichtig bei meiner Arbeit. Ich kann, darf und muss Einfluss nehmen in unserem Unternehmen. Bei einem Jungunternehmen, wie wir es sind, ist jede Person in einer Schlüsselrolle.»

Als viel wichtiger erachte ich aber die Soft Skills. Man lernt im Studium, sowohl selbstständig zu sein als auch im Team mit anderen zu arbeiten und sich auf deren Stärken verlassen zu können. Am meisten schätze ich die Resilienz, die man sich während eines ETH-Studiums aneignet.

THEMENVIELFALT IM MASTER

Ich würde mich aktuell mehr denn je wieder für ein Elektrotechnikstudium entscheiden. Speziell im Master kann man einen deep dive machen in Themen, die kaum relevanter sein könnten für unser heutiges Leben. Von System Engineering über Robotik, Machine Learning, Artificial Intelligence, Big Data, bis hin zu Quantum Engineering ist unglaublich vieles abgedeckt.

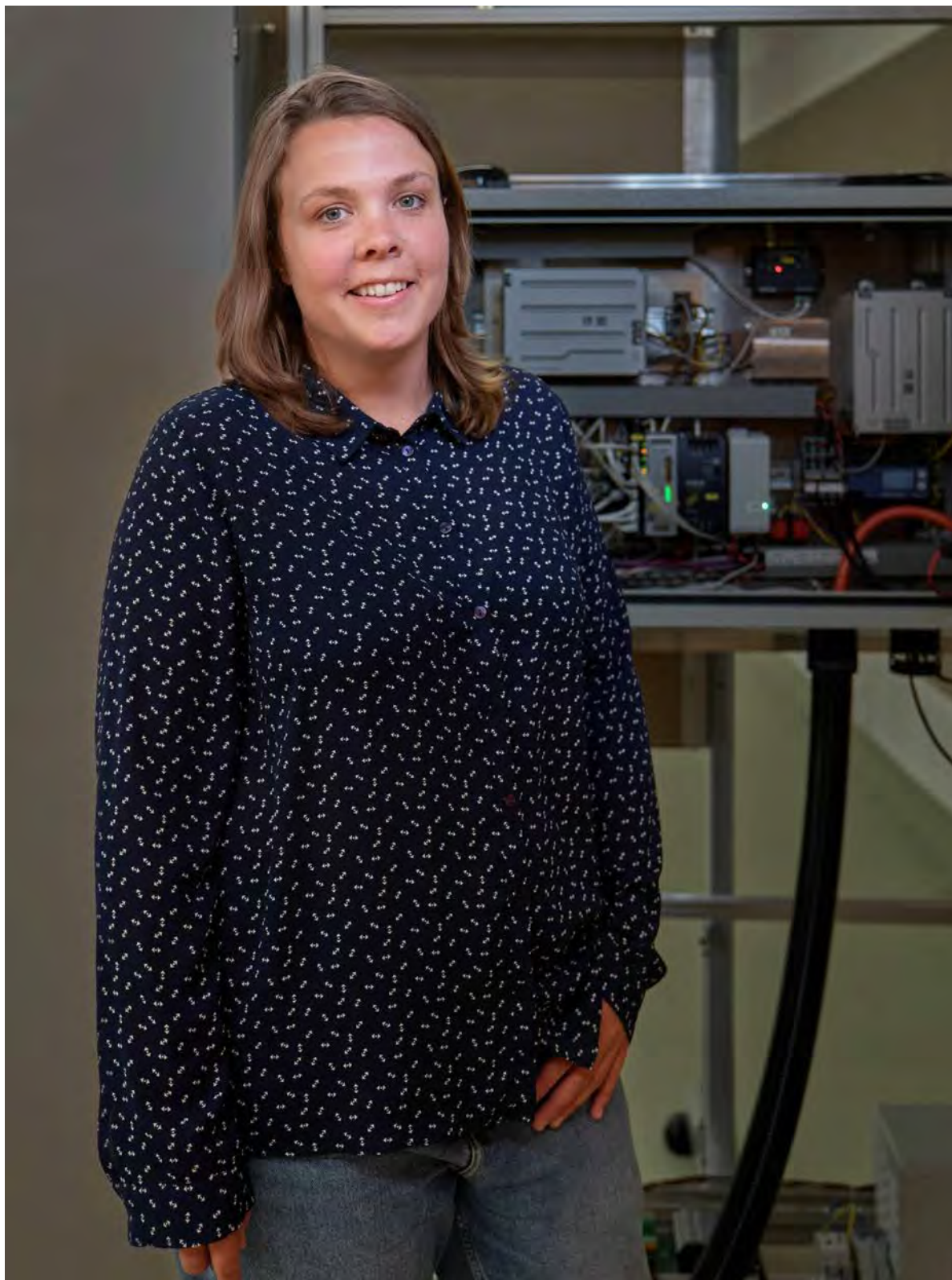
Dabei ist eine Grundfreude an Informatik, Technologie und Wissenschaft bereits die beste Voraussetzung für ein Studium in Elektrotechnik und Informationstechnologie. Ein Studium zu wählen, das einem Spass bereitet, macht vieles einfacher. Mir persönlich hat das Studium, vor allem im Bachelor, aber nicht immer nur Spass gemacht. Mit einem klaren Ziel vor Augen liessen sich aber auch die mühsameren Zeiten gut überstehen.»

BERUFSLAUFBAHN

- 19 Gymnasiale Maturität, Oerlikon (ZH)
- 20 Praktikum, Alpiq InTec (neu Bouygues Energies & Services Intec), Zürich
- 22 Werkstudent 60%, Guido Schilling AG, Zürich
- 27 Master in Electrical Engineering and Information Technology, ETH Zürich
- 27 Application Engineer, Polariton Technologies AG, Adliswil (ZH)

Porträt

Jonilla Keller



Bettina Wyss, MSc in Engineering HSLU, Gründerin und Entwicklerin bei Wyss Embedded Engineering GmbH, Mauensee (LU) und Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Hochschule Luzern HSLU

ERFOLGSERLEBNISSE BEIM PROBLEMLÖSEN

Der Weg von Bettina Wyss (32) führte über die gymnasiale Maturität, eine Way-up-Lehre und ein Studium an der Fachhochschule in Luzern. Nach dem Bachelor sammelte sie einige Jahre Berufserfahrung, bevor sie für ein Masterstudium an die Hochschule zurück-

kehrte. Gerade ist sie dabei, ihre eigene Firma aufzubauen und arbeitet nebenher in einem Teilpensum an der Hochschule Luzern als Wissenschaftliche Mitarbeiterin.

«An der HSLU arbeite ich in der Forschungsgruppe Kommunikationstechnik. Wir arbeiten momentan an der Automatisierung der Güterwageninfrastruktur: Im Vergleich zu jetzt, wo die Kupplung der einzelnen Güterwagen eine manuelle und gefährliche Arbeit ist, soll dies mittels Automatisierung per Knopfdruck geschehen. Dafür entwickeln wir in der Forschungsgruppe ein spezielles Modem, wobei ich für die Hardware dieses Modems zuständig bin.

In meiner eigenen Firma hängt die Tätigkeit vom jeweiligen Mandanten ab. Bei einem Mandanten bin ich als «Allrounderin» im Rahmen eines Projekts tätig und bearbeite zum Beispiel Themen im Bereich Software, aber auch Hardwareentwicklung. Bei einem anderen Mandanten nehme ich eine beratende Funktion ein, um sein Produkt weiterzuentwickeln. Die Anstellung gibt mir finanzielle Sicherheit, während ich besonders flexibel als Inhaberin meiner eigenen Firma arbeiten kann.

ARBEITEN AM BILDSCHIRM UND IM LABOR

Viel Arbeitszeit verbringe ich an meinem Schreibtisch vor dem Bildschirm, vor allem bei der Softwareentwicklung. Während der Hardwareentwicklung gibt es immer wieder Phasen, in denen man Messungen und Versuche im Labor durchführt. Es kann vorkommen, dass man die ersten Prototypen einer neu entwickelten Hardware selbst zusammenbaut, wobei handwerkliches Geschick gefragt ist. Ich arbeite oft in einem Team, sei es als Selbstständige im Team des Mandanten, oder als Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule.

An meinem Beruf schätze ich die Vielseitigkeit, sowie die Herausforderung, der man jeden Tag begegnet. Es ist ein besonderer Moment, wenn man eine Hardware zum ersten Mal

in den Händen hält, an welcher man lange entwickelt hat. Auch das Problemlösen macht mir besonders viel Freude, deshalb werde ich auch gerne als «Troubleshooterin» eingesetzt. Ich freue mich schon, wenn ich ein Problem lösen kann, das andere vor mir erfolglos bearbeitet haben.

Etwas schwierig ist es als Elektroingenieurin mit der Vereinbarkeit von Beruf und Familie. Dadurch, dass es immer noch ein von Männern dominierter Beruf ist, sind Teilzeitstellen rar. Diese Einschränkung ist mit ein Grund, wieso ich mich selbstständig mache.

JEDEN TAG PHYSIK-EXPERIMENTE

Den Ausschlag für diesen Berufsweg hat meine Freude an Physik in der Grundschule und dem Gymnasium gegeben. Die Elektrotechnik ist ein Teilgebiet der Physik, als Elektroingenieurin kann man somit jeden Tag Physikexperimente machen. Ausserdem hatte ich schon immer Freude am Werken, ich wusste also, dass etwas Technisches mir liegen würde.

Ich habe meinen Weg über die gymnasiale Matura, Way-up-Lehre und dann ein Studium an der Fachhochschule in Luzern nie bereut. Dadurch konnte ich bereits früh praktische Erfahrung sammeln, was mir später den Berufseinstieg erleichtert hat. Nach dem Bachelorstudium habe ich problemlos eine Stelle erhalten und im Beruf selbst habe ich mich schnell zurechtgefunden. Nach ein paar Jah-

ren als Elektroingenieurin in der Industrie habe ich mich für ein berufsbegleitendes Masterstudium an der Fachhochschule entschieden.

«Wir arbeiten momentan an der Automatisierung der Güterwageninfrastruktur: Im Vergleich zu jetzt, wo die Kupplung der einzelnen Güterwagen eine manuelle und gefährliche Arbeit ist, soll dies mittels Automatisierung per Knopfdruck geschehen.»

Ich wollte die Möglichkeit haben, mich mit Themen zu beschäftigen, die mich besonders interessieren, ohne dass das Know-how direkt in ein Produkt einfließen muss.

WERTVOLLE EINBLICKE IN DIE BERUFSWELT

Allen, die sich für Elektrotechnik interessieren, Freude am praktischen Arbeiten haben und sich optimal auf die Berufswelt vorbereiten möchten, würde ich den Weg an die Fachhochschule empfehlen. Mit einem Praktikum oder einer Way-up-Lehre gewinnt man wertvolle Einblicke in die Berufswelt, die man im Studium optimal mit der Theorie verknüpfen kann. Nach dem Bachelor in Elektrotechnik an der Fachhochschule ist man eine gefragte Persönlichkeit in der Industrie. Möchte jemand danach den akademischen Weg weiterverfolgen, kann nahtlos der Master an der Fachhochschule oder, mit etwas Zusatzaufwand, auch an der ETH absolviert werden.»

BERUFSLAUFBAHN

19	Gymnasiale Maturität
21	Way-up-Lehre Elektronikerin EFZ
24	Bachelor in Elektrotechnik, Hochschule Luzern
24	Teilprojektleiterin Elektronik, Sensile Medical, Olten (SO)
25	Entwicklungsingenieurin und Projektleiterin, Moser-Baer AG, Summiswald (BE)
30	Master in Elektrotechnik, Hochschule Luzern
31	Gründerin und Entwicklerin, Wyss Embedded Engineering GmbH ~20%, Mauensee (LU), und Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Hochschule Luzern 60%

Porträt

Andreas Demuth, aktualisiert von Jonilla Keller



Manuel Boss, BSc in Elektrotechnik BFH, Customer Service Engineer bei ANNAX Schweiz AG, Bern

PROJEKTE VON ANFANG BIS ENDE BEGLEITEN

Manuel Boss (33) hat während seiner Ausbildung zum Multimediaelektro-
niker gemerkt, dass er sich gern ein vertieftes Verständnis für Elektro-
technik aneignen möchte. So entschied er sich für das Studium Elektro-
technik an der Berner Fachhochschule. Nach dem Bachelorabschluss hat

er unkompliziert eine Anstellung bei einer Firma erhalten, bei der er bis heute tätig ist.

«Aktuell arbeite ich bei der ANNAX Schweiz AG, einem Unternehmen, das Fahrgast-Informationssysteme für Personenzüge herstellt. Dazu gehören die Displays im und am Zug zur Anzeige der Haltestellen, das Notruf- und Durchsagesystem, die Videoüberwachung und die Fahrgastzählung.

Angefangen habe ich bei der ANNAX als Test- und Inbetriebnahme-Ingenieur. Um meine als Tester und Inbetriebsetzer begonnenen Projekte weiterhin betreuen zu können, wechselte ich in die Support-Abteilung, wo ich nun in einem 80-Prozent-Pensum als Customer Service Engineer arbeite. Nebenher arbeite ich, wie bereits während des Studiums, als Lichttechniker für Partys und Konzerte.

MULTITASKING IST UNUMGÄGLICH

Einen typischen Arbeitsalltag gibt es als Customer Service Engineer nicht – gerade das gefällt mir an meinem Beruf. Hauptsächlich analysiere ich Kundenmeldungen von Fehlerfällen aus dem Betrieb und versuche, sie an den Testanlagen nachzustellen. Sobald die gefundenen Fehler durch die Abteilung Softwareentwicklung korrigiert wurden, prüfe ich wiederum an der Testanlage, ob sich die Software nun wie vom Kunden gewünscht verhält.

Mich reizen die Abwechslung und Vielseitigkeit meiner Arbeit. Trotz des im Bahnbereich üblich langen Projektzyklus kann ich Projekte von Beginn

bis zum Ende begleiten. Ein gutes Beispiel dafür ist das Projekt Giruno – ein Hochgeschwindigkeitszug. Für dieses Projekt habe ich zu Beginn meiner Tätigkeit bei der ANNAX beim Design des Netzwerks mitgeholfen, die Inbetriebsetzung geplant, durchgeführt, geschult und supportet. Weiterhin habe ich das Fahrzeug akustisch eingemessen – dadurch wird sichergestellt, dass die Durchsagen im ganzen Zug überall gleich laut zu hören und gut verständlich sind. Auch die anschliessenden Typen- und Abnahmetests inklusive Testfahrten nach Italien konnte ich begleiten. Mittlerweile ist das Projekt in der Gewährleistungsphase, hier leiste ich Support bei betrieblichen Problemen.

Eine Schwierigkeit besteht darin, dass Supportarbeiten meist nicht planbar sind. Ist man gerade in eine Arbeit vertieft, kann es durchaus sein, dass sich ein betriebliches Problem ereignet, welches sofort analysiert werden muss. Somit muss man den Überblick über verschiedene Projekte und deren Probleme behalten, Multitasking ist unumgänglich.

UNKOMPLIZIERT ZUR ERSTEN ANSTELLUNG

Im Anschluss an das Studium durfte ich ein halbes Jahr an der Fachhochschule als Assistent arbeiten. Parallel dazu war ich in Kontakt mit einem Personalvermittlungsbüro, welches mir laufend Jobangebote zukommen liess. Durch das Personalvermittlungsbüro bin ich sehr schnell und unkompliziert zu meiner heutigen Anstellung bei ANNAX gekommen. Ich hatte keine Schwierigkeiten, im Berufsleben als Ingenieur Fuss zu fassen. Durch meine Ausbildung als Multimediaelektroniker und meine Nebentätigkeit als Lichttechniker, die ich bereits während des Studiums ausgeübt habe, war mir das Berufsleben nicht fremd.

In meiner ursprünglichen Arbeit als Multimediaelektroniker wechselte ich täglich komplette Elektronikmodule aus, obschon häufig nur ein Bauteil defekt war oder ein Softwarefehler zu einem Fehlverhalten geführt hat. Ich wollte verstehen, was genau die Ursa-

che für den Defekt war und wie er allenfalls vermieden werden könnte. Deshalb interessierte ich mich für ein vertieftes Verständnis der Elektrotechnik, was zum Entscheid für dieses Studium führte.

PROFITIEREN VON DER AUSBILDUNG

Von der breit gefächerten Ausbildung im Studium kann ich im Berufsleben profitieren. Da unsere Systeme Linux-basiert sind, konnte ich bereits am ersten Arbeitstag meine im Studium erworbenen Kenntnisse betreffend Linux praktisch anwenden.

«Während des Studiums hatte ich immer das Gefühl, ich werde als Entwickler tagtäglich nur am Bildschirm arbeiten müssen. Nun habe ich eine abwechslungsreiche Stelle gefunden, welche nicht nur Arbeiten hinter dem Bildschirm beinhaltet.»

Da IT-Security auch in der Bahnindustrie immer wichtiger wird, habe ich nach dem Studium noch ein CAS im Bereich Networking und Security absolviert. Das Berufsleben ist besser, als ich es mir vorgestellt habe. Während des Studiums hatte ich immer das Gefühl, ich werde als Entwickler tagtäglich nur am Bildschirm arbeiten müssen. Nun habe ich eine abwechslungsreiche Stelle gefunden, welche nicht nur Arbeiten hinter dem Bildschirm beinhaltet. Ich möchte gerne auch in Zukunft praxisorientierte Arbeiten im technischen Umfeld wahrnehmen.»

BERUFSLAUFBAHN

20	Multimediaelektroniker EFZ, Fust AG, Niederwangen (BE)
22	Berufsmaturität, GIBB, Bern
25	Bachelor in Elektrotechnik, Berner Fachhochschule, Burgdorf (BE)
25	Assistent am Institut für Intelligente Industrielle Systeme, Berner Fachhochschule, Burgdorf (BE)
25	Ingenieur Test und Inbetriebnahme, ANNAX Schweiz AG, Bern
31	Customer Service Engineer, ANNAX Schweiz AG, Bern

Porträt

Jonilla Keller



Fabio Luzio, BSc in Elektrotechnik Hochschule für Technik Rapperswil (heute: OST), Gebietsleiter und Mitglied der Geschäftsleitung bei Boess Engineering AG, Landquart (GR)

ELEKTROPLANUNG VOM KRAFTWERK BIS ZUR STECKDOSE

Fabio Luzio (33) war schon immer fasziniert von Strommasten und Kraftwerken. Mit seiner Lehre als Elektroinstallateur und dem Studium in Elektrotechnik hat er eine solide Basis für eine Tätigkeit

in diesem Bereich geschaffen. So hat er nach dem Studium mühelos eine Stelle in seinem Wunschbereich gefunden, der elektrischen Energieversorgung. Heute ist er Gebietsleiter und Mitglied der Geschäftsleitung in einem Ingenieurbüro für Elektroplanungen aller Art.

«Ich arbeite bei der Boess Engineering AG. Wir sind ein national agierendes Ingenieurbüro im Bereich Elektroplanungen aller Art, vom Kraftwerk bis zur Steckdose. Ich bin als Gebietsleiter Graubünden und Tessin für unsere Büros in Graubünden (Landquart und Samedan) und Bellinzona verantwortlich. Dort bin ich zuständig für die Führung von acht Mitarbeitern sowie für die Akquise von Projekten. Zudem bin ich selber noch Projektleiter für Projekte, die viel Erfahrung benötigen. Als Mitglied der Geschäftsleitung bin ich ebenfalls involviert in übergeordnete strategische und operative Fragen.

DIE MENSCHEN IM MITTELPUNKT

Ich bin viel unterwegs zwischen den Standorten, für die ich zuständig bin sowie bei unseren Kunden. Jeder Arbeitstag ist anders und jede Arbeitswoche sieht anders aus, je nach Arbeitslastverteilung. Einmal bin ich mehrere Tage im Engadin, in anderen Wochen hauptsächlich in Landquart und ab und an auch in Bellinzona. Da ich neben meinem 100-Prozent-Job noch im

Kantonsparlament bin und auch sonst in vielen Gremien und Kommissionen vertreten bin, ist mein Leben zurzeit enorm vielseitig, abwechselnd aber auch herausfordernd.

Der Reiz an meiner Arbeit ist die Abwechslung zwischen Technik, Stakeholdermanagement, Unternehmensführung und Projektorganisation. Ich versuche immer, die Menschen im Mittelpunkt zu sehen, das ist mir enorm wichtig. Ich denke, dass dadurch vieles rundherum automatisch auch stimmt. Besonders stolz bin ich auf mein Team, eine tolle Truppe, die alles immer irgendwie schafft, auch wenn es einmal aussichtslos scheint.

VIELE GROSSPROJEKTE GLEICHZEITIG

Wir stemmen momentan viele Grossprojekte wie die Planung der Betriebs- und Sicherheitsanlagen im neuen Gotthardtunnel, wir haben verschiedene Funktionen inne bei Projekten für hochalpine Gross-Solaranlagen, wir machen Geschäftsführungen für kleine Energieversorgungsunternehmen oder Bauleitungen für Netzbauprojekte.

Allen Bereichen gerecht zu werden ist eine enorme Koordinationsübung. Der Fachkräftemangel trifft auch uns. Wenn sich früher Bewerber bei Arbeitgebern beworben haben, so ist es heute genau umgekehrt. Das ändert Führungsaufgaben und deren Priorisierung von Grund auf. Dieser Umstand ist noch nicht so alt und niemand hat Erfahrung, das macht es aber auch unheimlich spannend und motiviert, dazu, es besser zu machen als die Konkurrenz.

PROBLEMLOSER BERUFSEINSTIEG

Für das Studium Elektrotechnik habe ich mich entschieden, weil ich genau wissen wollte, woher der Strom aus der Steckdose kommt und wie er zu uns nach Hause gelangt. Strommasten und Kraftwerke haben auf mich schon immer sehr spannend und faszinierend gewirkt und mit meiner Berufslehre als Elektroinstallateur war der Grundstein gelegt.

Direkt nach dem Studium war ich erst einmal sieben Monate auf Weltreise, nach dieser durfte ich im elter-

lichen Betrieb arbeiten und mir eine Stelle suchen in meinem Wunschgebiet, der elektrischen Energieversorgung. Diese Stelle fand ich bei der Repower im Engadin, wo ich fast drei Jahre blieb. Der Übergang vom Studium in den Beruf verlief problemlos, da ich den Arbeitsalltag als solches schon von meiner Berufslehre her gekannt habe.

«Allen Bereichen gerecht zu werden ist eine enorme Koordinationsübung. Der Fachkräftemangel trifft auch uns. Wenn sich früher Bewerber bei Arbeitgebern beworben haben, so ist es heute genau umgekehrt. Das macht es aber auch unheimlich spannend und motiviert, dazu, es besser zu machen als die Konkurrenz.»

Aus dem Studium konnte ich vieles für den Berufsalltag mitnehmen, vor allem die Technik, wie man ein Problem angeht. Viele Fähigkeiten müssen aber noch erlangt werden, unter anderem auch spezifisches Fachwissen. Aber wenn man im Studium lernt, wie man lernt, geht das alles viel einfacher von der Hand.

In Zukunft möchte ich in der Energiebranche mehr Verantwortung übernehmen und irgendwann von der operativen in die strategische Ebene wechseln. Wer weiss, vielleicht hält die Zukunft für mich auch andere Sachen bereit, meine Neugierde ist gross und so ist auch die Welt. Derweil möchte ich in meiner Firma unser Team ausbauen und mit ihnen an tollen Projekten arbeiten.»

BERUFLAUFBAHN

- 20** Elektroinstallateur EFZ, Elektro Putzi GmbH, Surava (GR)
- 21** Technische Berufsmaturität, HTW Chur (GR)
- 25** BSc in Elektrotechnik, Hochschule für Technik (heute: OST) in Rapperswil (SG)
- 25** Teamleiter Elektroinstallationen und Netzbau, Elektro Luzio, Cunter (GR)
- 28** Standortverantwortlicher Netzplanung Engadin, Repower AG, Bever (GR)
- 29** Project Manager Substations & Lines, Swissgrid AG, Landquart (GR)
- 31** Gebietsleiter GR & TI und Mitglied der Geschäftsleitung, Boess Engineering AG, Landquart (GR)

Porträt

Jonilla Keller

SERVICE

ADRESSEN, TIPPS UND WEITERE INFORMATIONEN

STUDIEREN



www.berufsberatung.ch/studium

Das Internetangebot des Schweizerischen Dienstleistungszentrums für Berufsbildung, Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB bietet eine umfangreiche Dokumentation sämtlicher Studienrichtungen an Schweizer Hochschulen, sowie Informationen zu Weiterbildungsangeboten und Berufsmöglichkeiten.

www.swissuniversities.ch

Swissuniversities ist die Konferenz der Rektorinnen und Rektoren der Schweizer Hochschulen (universitäre Hochschulen, Fachhochschulen und Pädagogische Hochschulen). Auf deren Website sind allgemeine Informationen zum Studium in der Schweiz zu finden sowie zu Anerkennungsfragen weltweit.

www.studyprogrammes.ch

Bachelor- und Masterstudienprogramme aller Hochschulen.

Weiterbildungsangebote nach dem Studium

www.swissuni.ch



www.berufsberatung.ch/weiterbildung

Hochschulen

Die Ausbildungsinstitutionen bieten auch selbst eine Vielzahl von Informationen an: auf ihren Websites, in den Vorlesungsverzeichnissen oder anlässlich von Informationsveranstaltungen.

Informationen und Links zu sämtlichen Schweizer Hochschulen: www.swissuniversities.ch > Themen > Lehre & Studium > Akkreditierte Schweizer Hochschulen



www.berufsberatung.ch/hochschultypen

Noch Fragen?

Bei Unsicherheiten in Bezug auf Studieninhalte oder Studienorganisation fragen Sie am besten direkt bei der Studienfachberatung der jeweiligen Hochschule nach.

Antworten finden bzw. Fragen stellen können Sie zudem unter www.berufsberatung.ch/forum.

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.sdbb.ch/adressen.

Literatur zum Thema Studienwahl

Publikationen können in den Berufsinformationszentren BIZ eingesehen und ausgeliehen werden. Zudem kann man sie bestellen unter www.shop.sdbb.ch



FACHGEBIET

Verbände und Fachportale

www.electrosuisse.ch

Fachverband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik, mit Fachzeitschrift «bulletin».

<https://ingch.ch>

IngCH MINT for our future setzt sich für den Nachwuchs und Frauenförderung im MINT-Bereich ein.

www.strom.ch

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

www.svin.ch

Schweizerische Vereinigung der Ingenieurinnen, die Frauen in naturwissenschaftlich-technischen Berufen mit Unternehmen zusammenbringt.

www.swissengineering.ch

Swiss Engineering ist die führende interdisziplinäre Plattform der Ingenieurinnen und Ingenieure in der Schweiz.

www.elektrotechnik-fachwissen.de

Grundlegendes Wissen rund um die Elektrotechnik

Literatur

Technik und Naturwissenschaften – Laufbahnen zwischen Megabytes und Molekülen, SDBB (2015)

Hefte aus der Reihe «Chancen: Weiterbildung und Laufbahn», SDBB:

– *Energieversorgung und Elektroinstallation* (2021)

– *Maschinen- und Elektrotechnik* (2020)



Und noch ein hilfreiches Tool aus dem Köcher der Elektrotechnik und Informationstechnologie: satellitengestützte Navigationssysteme.

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 bezogen werden oder liegen in jedem BIZ sowie weiteren Studien- und Laufbahnberatungsinstitutionen auf. Weiterführende, vertiefte Informationen finden Sie auch unter www.berufsberatung.ch/studium



2022 | Agrarwissenschaften, Lebensmittelwissenschaften, Waldwissenschaften



2021 | Altertumswissenschaften



2021 | Anglistik



2022 | Architektur, Landschaftsarchitektur



2023 | Asienwissenschaften und Orientalistik



2022 | Bau



2020 | Biologie



2021 | Chemie, Biochemie



2022 | Geowissenschaften



2023 | Germanistik, Nordistik



2022 | Geschichte



2024 | Heil- und Sonderpädagogik



2020 | Informatik, Wirtschaftsinformatik



2023 | Internationale Studien



2023 | Interdisziplinäres Ingenieurwesen



2023 | Kunst, Kunstgeschichte



2020 | Medien und Information



2021 | Medizin



2024 | Medizinische Beratung und Therapie



2022 | Musik, Musikwissenschaft



2021 | Pflege, Geburtshilfe



2023 | Pharmazeutische Wissenschaften



2023 | Philosophie



2023 | Planung



2024 | Soziale Arbeit



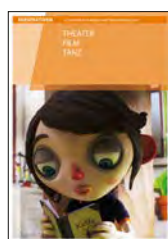
2021 | Soziologie, Politikwissenschaft, Gender Studies



2023 | Sport, Bewegung, Gesundheit



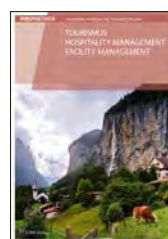
2021 | Sprachwissenschaft, Literaturwissenschaft, Angewandte Linguistik



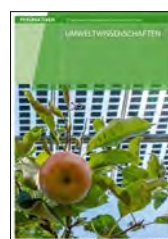
2021 | Theater, Film, Tanz



2024 | Theologie, Religionswissenschaft



2024 | Tourismus, Hospitality Management, Facility Management



2024 | Umweltwissenschaften

«Perspektiven»-Heftreihe

Die «Perspektiven»-Heftreihe, produziert ab 2012, erscheint seit dem Jahr 2024 in der 4. Auflage.

Im Jahr 2024 werden folgende Titel neu aufgelegt:

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



2022 | Design



2024 | Elektrotechnik,
Informationstechnologie



2021 | Erziehungswissen-
schaft, Fachdidaktik



2023 | Ethnologie,
Kulturanthropologie



2021 | Life Sciences



2022 | Maschineninge-
nieurwissenschaften,
Automobil- und
Fahrzeugtechnik



2024 | Materialwissen-
schaft, Mikrotechnik,
Nanowissenschaften



2021 | Mathematik,
Rechnergestützte
Wissenschaften, Physik



2024 | Psychologie



2023 | Rechtswissen-
schaft, Kriminalwissen-
schaften



2022 | Romanistik



2022 | Slavistik,
Osteuropa-Studien



2023 | Unterricht
Mittelschulen und
Berufsfachschulen



2022 | Unterricht
Volksschule



2022 | Veterinärmedizin



2021 | Wirtschafts-
wissenschaften

IMPRESSUM

© 2024, SDBB, Bern, 4., vollständig überarbeitete Auflage.
Alle Rechte vorbehalten.
ISBN 978-3-03753-277-5

Herausgeber

Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung
Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB, Bern, www.sdbb.ch
Das SDBB ist eine Fachagentur der Kantone (EDK) und wird
vom Bund (SBFI) unterstützt.

Projektleitung und Redaktion

Susanne Birrer, Roger Bieri, René Tellenbach, SDBB

Fachredaktion

Jonilla Keller, Amt für Jugend- und Berufsberatung des Kantons Zürich

Fachlektorat

Nadine Bless, Studien- und Laufbahnberaterin

Porträtbilder von Studierenden und Berufsleuten

Dieter Seeger, Zürich

Bildquellen

Titelseite: Alamy Stock Photo/TEK IMAGE/SCIENCE PHOTO LIBRARY
S. 6: Alamy Stock Photo/filmfoto; S. 8: Alamy Stock Photo/Hsyn; S. 9:
Alamy Stock Photo/Kuttig-Travel; S. 10: ZHAW, FHNW, FHNW, ost.ch;
S. 11: fhrg.ch/Livia Mauerhofer/Suedostschweiz/Fachhochschule
Graubünden, shutterstock.com/Panchenko Vladimir; S. 13: zvg/
Tagesanzeiger; S. 15: KEYSTONE/Mauritius Images/Rupert Oberhäuser;
S. 17: Fraunhofer ISE/Bernd Schumacher; S. 18: Gravert et al. Science
Advances 2024; S. 19: Gravert et al. Science Advances 2024; S. 20:
shutterstock.com/Makro Betz; S. 21: swissengineering.ch; S. 22: Alamy
Stock Photo/Natalia Makarovska; S. 25: Adobe Stock/Monkey Business;
S. 26: Alamy Stock Photo/Javier LARREA; S. 27: Alamy Stock Photo/
Westend61 GmbH; S. 32: Hochschule Luzern; S. 34: Alamy Stock Photo/
mediacolor's/Alamy Stock Photo/Clayton Majona; S. 36: Alamy Stock
Photo/Chris Brown; S. 41: Adobe Stock/Premium Graphics; S. 43:
shutterstock.com/KANITHAR AIUMLAOR; S. 46: Alamy Stock Photo/Larina
Elena; S. 47: shutterstock.com/asharkyu; S. 48: shutterstock.com/
SeventyFour; S. 50: Alamy Stock Photo/Dimas Rachmatsyah; S. 53: Alamy
Stock Photo/Framarzo; S. 63: Alamy Stock Photo/Guido Schiefer

Gestaltungskonzept

Cynthia Furrer, Zürich

Umsetzung

Andrea Lüthi, SDBB

Druck

Kromer Print AG, Lenzburg

Inserate

Gutenberg AG, Feldkircher Strasse 13, 9494 Schaan
Telefon +41 44 521 69 00, eva.rubin@gutenberg.li, www.gutenberg.li

Bestellinformationen

Die Heftreihe «Perspektiven» ist erhältlich bei:
SDBB Vertrieb, Industriestrasse 1, 3052 Zollikofen
Telefon 0848 999 001
vertrieb@sdbb.ch, 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.



Zentrum für berufliche
Weiterbildung

- ✓ Dipl. Informatiker/in HF
- ✓ Dipl. Wirtschaftsinformatiker/in HF
- ✓ ICT Fundamentals für Quereinsteiger/innen

Das visionäre modulare Ausbildungskonzept des ZbW passt das HF-Studium den individuellen Bedürfnissen der Studierenden an.

Dipl. Informatiker/in HF Dipl. Wirtschaftsinformatiker/in HF ICT Fundamentals für Quereinsteiger/innen

LERNEN. VERSTEHEN. UMSETZEN.

zbw.ch

Fokus Studienwahl



Die Studienwahl ist ein zeitintensiver Prozess und keine Entscheidung, die in kurzer Zeit gefällt wird. «Fokus Studienwahl» begleitet die Ratsuchenden durch diesen Prozess.

Das zum Buch gehörende Arbeitsheft (Art.-Nr. LI1-3068, CHF 5.–) regt zur aktiven Auseinandersetzung mit den entsprechenden Themen an. Das Paket eignet sich sowohl als Instrument für den Studienwahlunterricht, das Selbststudium von Maturandinnen und Maturanden, als auch für den Beratungsalltag in der Studienberatung.

Auflage: 6. aktualisierte Auflage 2024
Umfang: 76 Seiten
Art.-Nr.: LI1-3022
ISBN: 978-3-03753-291-1
Preis: CHF 18.–

Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung | Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB

SDBB Verlag | Belpstrasse 37 | Postfach | 3001 Bern | Tel. 031 320 29 00 | info@sdbb.ch | www.sdbb.ch

SDBB Vertrieb | Industriestrasse 1 | 3052 Zollikofen | Tel. 0848 999 001 | vertrieb@sdbb.ch



SDBB | CSFO

Online bestellen: www.shop.sdbb.ch

**Electrical and
Computer
Engineering**

**GESTALTE
DIE ZUKUNFT.
WERDE
INGENIEUR/IN.**



Mit dem Bachelorstudium Electrical and Computer Engineering gestaltest du den technischen Fortschritt mit und hast in jeder Branche spannende Karrieremöglichkeiten.
WO WISSEN WIRKT.



OST
Ostschweizer
Fachhochschule



Fachhochschule Graubünden
University of Applied Sciences

Jetzt zum
Infoanlass
anmelden!

Bachelorangebote

Computational and Data Science

AI in Software Engineering

Informatik, Künstliche Intelligenz und Computersimulation sind die Themen im Studium Computational and Data Science für Ihre Karriere als Data Scientist oder Simulation Engineer. Oder befassen Sie sich mit der effizienten **Software-Entwicklung mit KI** im Bachelorangebot Artificial Intelligence in Software Engineering. Jetzt mehr erfahren!

fhgr.ch/informatik

