

LIFE SCIENCES

Biomedizinische Wissenschaften und Technologie
Interdisziplinäre Naturwissenschaften
Life Sciences und Biotechnologie
Medizintechnik
Neurowissenschaften



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw

**Life Sciences und
Facility Management**

**Jetzt
informieren!**

Life Sciences und Facility Management

Studieren und Forschen in Wädenswil: praxisnah, kreativ, leidenschaftlich und reflektiert.

Entdecke unsere Studiengänge in:

- Master of Science in Life Sciences mit Vertiefungen in
 - Food and Beverage Innovation
 - Pharmaceutical Biotechnology
 - Chemistry for the Life Sciences
 - Applied Computational Life Sciences
- Master of Science in Preneurship for Regenerative Agro Food Systems

Bachelorstudiengänge in:

- Biomedizinische Labordiagnostik
- Biotechnologie
- Chemie
- Lebensmitteltechnologie

Zürcher Fachhochschule



www.zhaw.ch/lspm



Christina Ochsner Çanak
 Amt für Jugend und Berufsberatung
 Kanton Zürich
 Verantwortliche Fachredaktorin dieser
 «Perspektiven»-Ausgabe

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER

Mini-Organen aus dem 3-D-Drucker, Corona-erkennende Stethoskope, fühlende Beinprothesen, Fleisch aus dem Bioreaktor, Lebewesen ohne biologische Eltern oder magnetische Bakterien als Medikamententaxis in der Blutbahn – wer heute staunend oder schauernd die Life-Sciences-Forschung betrachtet, gewinnt Einblicke in die Welten von morgen und übermorgen.

Sind Sie fasziniert von solchen visionären Ideen? Bringen Sie Pioniergeist und Kreativität mit? Mögen Sie Naturwissenschaften wie Biologie, Chemie und Physik und sind Sie gleichzeitig interessiert an medizinischen Fragen und neuen Technologien? Dann sind Sie richtig bei Studiengängen wie Biotechnologie, Biomedizinische Wissenschaften, Medical Engineering oder Neurowissenschaften. Hier erhalten Sie fachübergreifendes Wissen für spannende Berufstätigkeiten in einer zukunftsträchtigen Branche.

Dieses «Perspektiven»-Heft bietet Ihnen einen breiten Überblick über das interdisziplinäre Fachgebiet, über Studien-, Weiterbildungs- und Berufsmöglichkeiten. Neben ausführlichen Informationen, Tabellen und Forschungsartikeln finden Sie auch persönliche Berichte von Studierenden und Berufsleuten. Sie beschreiben, wie sie die Muskel-signale von Amputierten analysieren, Milchsäurebakterien für Käse-starterkulturen erforschen, klinische Studien für personalisierten Hautersatz organisieren oder winzige Blutgefässe wachsen lassen.

Lassen Sie sich inspirieren und bleiben Sie neugierig! Ich wünsche Ihnen eine erfolgreiche Zukunft.

Christina Ochsner Çanak

Titelbild

Verbindet symbolisch Technik, Medizin und Biologie: ein Mikrochip mit der Darstellung eines menschlichen Gehirns.

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

ALLE INFORMATIONEN IN ZWEI HEFTREIHEN

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

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

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

> Editionsprogramm Seiten 80/81

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



Alle diese Medien liegen in den Berufsinformationszentren BIZ der Kantone auf und können in der Regel ausgeliehen werden. Sie sind ebenfalls unter www.shop.sdbb.ch erhältlich.

Weitere Informationen zu den Heftreihen finden sich auf:

www.chancen.sdbb.ch

www.perspektiven.sdbb.ch

INHALT

LIFE SCIENCES

Biomedizinische Wissenschaften und Technologie, Interdisziplinäre Naturwissenschaften, Life Sciences und Biotechnologie, Medizintechnik, Neurowissenschaften

6 FACHGEBIET

- 7 Interdisziplinäres Fachwissen für Schnittstellen
- 11 Forschungsprojekte
- 14 Beinprothese mit Gespür
- 15 Mini-Organen aus dem Bioprinter
- 17 Magnetische Bakterien als Mikropumpen
- 18 Lebewesen ohne genetische Eltern
- 19 Den Metastasen auf der Spur
- 21 Flexibles Handeln durch Umprogrammieren von Hirnzellen
- 22 Fachbegriffe aus den Life Sciences

17

Magnetische Bakterien als Mikropumpen: ETH-Forschende nutzen magnetische Bakterien, um auf der Mikroebene Flüssigkeiten zu beeinflussen. Sie denken bereits an einen Einsatz in der menschlichen Blutbahn, um damit Krebsmedikamente präzise zu einem Tumor zu bringen.



24 STUDIUM

25 Life Sciences studieren

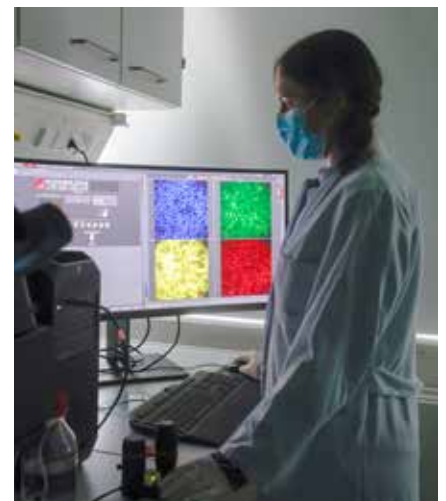
- 29 Studienmöglichkeiten in Life Sciences
- 37 Verwandte Studienfächer und Alternativen zur Hochschule
- 38 Kleines ABC des Studierens

42 Porträts von Studierenden:

- 42 Sophie Dössegger und Mirjam Oppliger, Bachelor Biomedizinische Wissenschaften
- 45 Timon Alder, Bachelor Biotechnologie
- 47 Mara Bless, Bachelor Interdisziplinäre Naturwissenschaften
- 49 Lena Bruhin, Master Life Sciences Engineering
- 51 Sandra Zwysig, Master Biomedical Engineering
- 53 Tom Christen, Master Gesundheitswissenschaften und Technologie

25

Studium: Die Studiengänge der Life Sciences liegen an den Schnittstellen von Naturwissenschaften, Medizin und Technik. Sie werden in der Schweiz an Universitäten, der ETH und an Fachhochschulen angeboten. Für ein erfolgreiches Studium braucht es ein breites Interesse, Pioniergeist und Neugierde auf die Zukunft.



56 WEITERBILDUNG

58 BERUF

59 Berufsfelder und Arbeitsmarkt

62 Berufsporträts:

- 63 Silvia Stüdeli, Clinical Specialist bei CUTISS in Schlieren
- 65 Pascal Behm, Biomechanical Engineer bei der Incomed AG in Zürich
- 67 Nadja Enz, Doktorandin am Trinity College in Dublin
- 69 Fabio Grasso, wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter bei Agroscope in Liebefeld-Posieux, Bern
- 71 Giuditta Rachele Romiti, Junior Product Manager Knee bei der Mathys AG in Bettlach
- 73 Matea Stopic, Sales Analyst im Sales Management bei der Credit Suisse AG in Zürich

47

Studierendenporträts: Mara Bless liebt Biologie und Chemie und ist fasziniert davon, welche Prozesse im menschlichen Körper ablaufen. Nach einem Pflegepraktikum entschied sie sich gegen eine Zukunft als Ärztin und studiert heute Interdisziplinäre Naturwissenschaften. Hier sieht sie all ihre Interessen vereint.

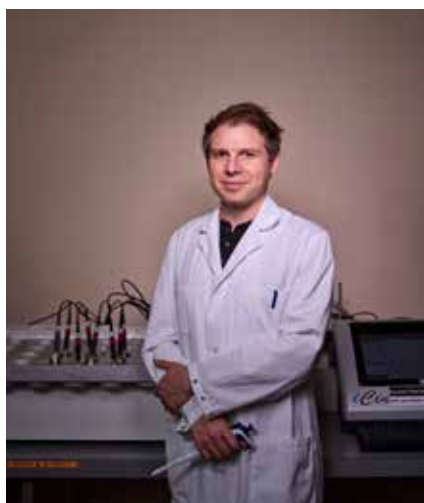


78 SERVICE

- 78 Adressen, Tipps und weitere Informationen
- 79 Links zum Fachgebiet
- 80 Editionsprogramm
- 81 Impressum, Bestellinformationen

69

Berufsporträts: Fabio Grasso hat an der ZHAW Life Sciences mit Vertiefung Pharmazeutische Biotechnologie studiert und trägt heute mit seinen biotechnologischen Fermentationsversuchen an Milchsäurebakterien zum unverwechselbaren Aroma von Schweizer Käse bei.



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.

- berufsberatung.ch/biomedizin
- berufsberatung.ch/inter-natur
- berufsberatung.ch/lifesciences
- berufsberatung.ch/medizintechnik
- berufsberatung.ch/neurowissenschaft

Weiterbildung

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

Laufbahnfragen

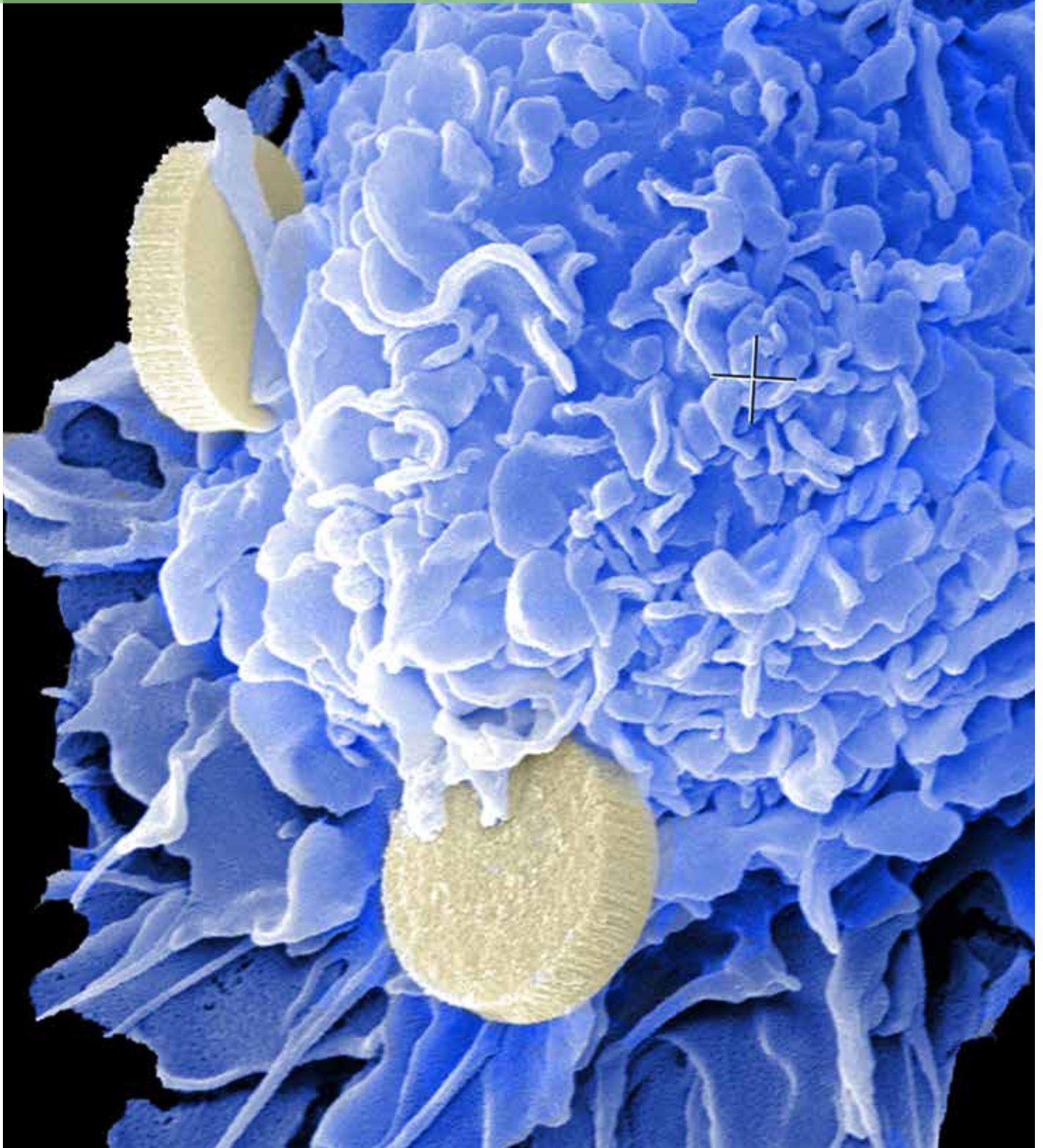
Welches ist die geeignete Weiterbildung für mich? Wie bereite ich mich darauf vor? Kann ich sie finanzieren? Wie suche ich effizient eine Stelle? Tipps zu Bewerbung und Vorstellungsgespräch, Arbeiten im Ausland, Um- und Quereinstieg u. v. m.

Adressen und Anlaufstellen

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

FACHGEBIET

- 7 INTERDISPLINÄRES FACHWISSEN FÜR SCHNITTSTELLEN
- 10 TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET



INTERDISZIPLINÄRES FACHWISSEN FÜR SCHNITTSTELLEN

Die interdisziplinären Fachgebiete der Life Sciences verknüpfen Naturwissenschaften, Medizin und Technologie. Sie erforschen das Leben in all seinen Facetten und setzen die Erkenntnisse um in zukunftssträchtige Produkte für Gesundheit, Ernährung und Umwelt.

Ein neues digitales Stethoskop erkennt die akustische Signatur von Covid-19-Husten und damit vier von fünf Infizierten. In 3D-Printern werden mit Zell-«Tinte» Gewebe ausgedruckt, die zu Mini-Organen heranwachsen. Neuartige bionische Bein-Prothesen lassen Amputierte ihren künstlichen Fuss spüren und mindern Phantomschmerzen. Das Rindfleisch von morgen wird im Bioreaktor aus Tierzellen gezüchtet. Mit einer Art Nahrungsergänzung werden Bakterien beim Abbau von Ölteppichen im Meer unterstützt. Magnetische Bakterien sollen dereinst, von aussen gelenkt, Krebsmedikamente präzise zu einem Tumor bringen. Und es wird über den Nutzen und die Risiken von Lebewesen diskutiert, die ohne biologische Eltern als künstliche Organismen entwickelt werden.

FACHGRENZEN ÜBERSCHREITEN

Beteiligt an solch zukunftssträchtigen Projekten sind Wissenschaftlerinnen und Forscher mit breitem Fachwissen aus Biologie, Chemie, Physik, Mathematik, Informatik, Medizin und Technik. Dieses Wissen haben sie sich oft nicht in einem traditionellen «Ein-Disziplinen-Studium» erarbeitet, sondern in fächerübergreifenden Studiengängen wie Interdisziplinäre Naturwissenschaften, Life Sciences, Biotechnologie, Gesundheitswissenschaften und Technologie, Biomedizinische Wissenschaften, Medizintechnik, Biomedical Engineering oder Neurowissenschaften.

Interdisziplinarität bedeutet, dass sich ein Forschungsgegenstand zwischen verschiedenen Disziplinen befindet. Die Forschenden beschäftigen sich über die disziplinären Grenzen hinweg mit dem Thema. Sie verknüpfen mehrere natur-, medizin- und ingenieurwissenschaftliche Fachgebiete, benutzen deren Methoden und Theorien sowie deren Geräte- und Analyseinventar. Interdisziplinär Ausgebildete beherrschen also Sprach-, Denk- und Arbeitsweisen aus verschiedenen Fachrichtungen und können an den Schnittstellen auch als eine Art «Übersetzer/in» fungieren. Gleichzeitig bewahren sie sich dank der vielseitigen Perspektiven einen weiten Horizont.

ZUKUNFT ERFORSCHEN

Viele der in diesem Heft vorgestellten interdisziplinären Studien-, Forschungs- und Arbeitsgebiete sind erst in den

letzten Jahren oder Jahrzehnten entstanden – in Zusammenhang mit bahnbrechenden Entdeckungen und neuen Technologien, mit Umstrukturierungen an den Hochschulen oder neuen Bedürfnissen des Marktes. Es herrscht also vielerorts Aufbruchstimmung. Wer hier glücklich werden will, braucht Interesse an der Forschung, Pioniergeist für unbekannte Wege und Offenheit für Zukunft und Veränderung. Das grosse gemeinsame Thema dieser interdisziplinär angelegten Gebiete ist das Leben in all seinen Erscheinungsformen, die in ihm ablaufenden Prozesse und die Strukturen der daran beteiligten Lebewesen. Man fasst sie deshalb gerne unter dem Begriff «Lebenswissenschaften», «Biowissenschaften» oder «Life Sciences» zusammen.

Life Sciences gelten als dynamische Leitwissenschaften des 21. Jahrhunderts, und die Schweiz gehört international gesehen zu den ganz wichtigen Forschungs- und Entwicklungsstandorten. Die neuen Erkenntnisse in diesem Wissenschaftsbereich, die Fortschritte in den dazugehörigen Technologien und ihre breite Anwendung werden weitreichende Auswirkungen auf unser gesamtes gesellschaftliches Leben haben.

LEBEN VERBESSERN

Das wichtigste Thema der Branche ist die Gesundheit. Man will herausfinden, wie Krankheiten entstehen, wie man sie verhindern könnte und welche Möglichkeiten zur Heilung bestehen. Dazu gehören die Entwicklung neuartiger Medikamente sowie medizinischer Technologien und Geräte im Zusammenhang mit Operationen, Therapie und Rehabilitation.

Das zweite wichtige Feld ist die Umwelt. Es umfasst die nachhaltige Bewirtschaftung, den Schutz und die Erhaltung von biologischen Ressourcen. Biotechnologische Verfahren mithilfe spezieller Mikroorganismen werden z.B. in der Abwasserreinigung, im Recycling, in der Gewinnung alternativer Treibstoffe oder in der Sanierung kontaminierter Böden eingesetzt.

Der dritte und älteste Life-Sciences-Bereich ist die Ernährung. Seit Jahrtausenden nutzt der Mensch Pilze und Bakterien zur Herstellung von Brot, Bier, Käse oder Essig. Heute geht es auch um neue biotechnologische Methoden zur Produktion und Konservierung von Lebensmitteln oder zu

ihrer Anreicherung mit gesundheitsfördernden Stoffen.

Damit ist ein weiter Bogen gespannt von der Arzneimittelentwicklung über Medizintechnik und Umwelttechnologien bis hin zur Lebensmittelveredelung. Die Disziplinen der Life Sciences vernetzen den ganzen Lebens-, Produkte- und Produktionszyklus bis hin zu logistischen, ökologischen und Management-Aspekten. Sie erarbeiten ihre Forschungs- und Entwicklungsprojekte anwendungsorientiert in enger Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft. Das bildet den Ausgangspunkt für faszinierende Berufsfelder und interessante Zukunftsperspektiven sowie die damit verbundenen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten.

BIOMEDIZINISCHE WISSENSCHAFTEN UND TECHNOLOGIE

Biomedizinische Wissenschaften vereinen die Inhalte und Fragestellungen der experimentellen Medizin mit den Methoden der Molekularbiologie und der Zellbiologie. Ihre Kernfelder sind die Erforschung des Humangenoms (Gesamtheit der Gene im Menschen) und des Proteoms (Gesamtheit aller Proteine in einem Lebewesen), zudem Systembiologie und Bioinformatik. Sie vermitteln ein Verständnis der komplexen und dynamischen Vorgänge des Lebens bis hin zu den molekularen Vorgängen in der Zelle, im Organis-

LIFE SCIENCES

«Life Sciences» und «Interdisziplinäre Naturwissenschaften» sind einerseits allgemein verwendete Sammelbegriffe für diverse Disziplinen übergreifende Fachgebiete, wie sie in diesem Heft vorgestellt werden. Andererseits werden spezifische Studiengänge so bezeichnet (vgl. Seite 9).

Neben den hier vorgestellten interdisziplinären Bereichen werden je nach Zusammenhang auch Fächer wie Biologie, Biochemie, Molekularbiologie, Pharmazie, Material- oder Umweltwissenschaften zu den Life Sciences gezählt. Mehr Informationen dazu finden Sie in den entsprechenden «Perspektiven»-Heften.



Mit technischen Mitteln dem Leben auf der Spur: DNA-Sequenzierungsanalyse-Software auf dem Laptop eines Gentechnik-Labors.

mus und im Körper. Dieses Wissen bietet die Voraussetzungen für die Erforschung menschlicher Erkrankungen und die Entwicklung von präventiven und therapeutischen Massnahmen, z.B. in den Bereichen Onkologie, Immunologie, Neurobiologie sowie in der Stammzellen- und Regenerativen Medizin. Warum bilden Tumore Metastasen? Wie unterscheidet das Immunsystem bei transplantierten Organen zwischen «eigen» und «fremd»? Lassen sich aus Nasenknorpelzellen gezüchtete Knorpelstücke im Knie verwenden? Wie lassen sich innovative Impfstoffe aufbauen?

Biomedizinische Technologie (Medizintechnik, Biomedical Engineering) verwendet elektrische, mechanische, chemische, optische und andere ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse und Methoden im medizinischen Bereich. Entwickelt und produziert werden Produkte zur Beobachtung physiologischer Funktionen oder zur Unterstützung von Diagnose und Therapie. Schon seit langem sind künstliche Gelenke, Hörgeräte, Herzschrittmacher oder Glukose-Messgeräte für viele Menschen unverzichtbare Hilfsmittel im Alltag.

In der Rehabilitation unterstützen Roboter die Wiederherstellung von Bewegungen. Chirurgen trainieren medizinische Eingriffe in der virtuellen Realität. Und in Zukunft sollen Gehirn-Computer-Schnittstellen die Steuerung von Maschinen durch Gedanken ermöglichen und so die Kom-

munikationsfähigkeit und Mobilität von Behinderten erhöhen.

Gesundheitswissenschaften und Technologie verbinden natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen mit spezifischen Fragestellungen aus den Bereichen Gesundheit, Rehabilitation, Bewegung und Sport. Sie untersuchen z.B. die molekularen Mechanismen von Krankheiten, die Regenerationsfähigkeit biologischer Gewebe, die neuronale Kontrolle von Bewegung oder die Auswirkungen von Alterung, Bewegung, Belastung und Medikamenten auf das System Mensch und seine Gesundheit. Gleichzeitig interessieren sie sich für den Einsatz moderner Technologien zur Erhaltung oder Verbesserung der Gesundheit.

BIOTECHNOLOGIE

Biotechnologie verbindet biologische, medizinische und technische Wissenschaften. Sie beschäftigt sich mit der technisch-industriellen Nutzung von biologischen Systemen und lebenden (Mikro-)Organismen sowie deren Stoffwechselprodukten.

Klassische biotechnologische Methoden, also z.B. die Nutzung von Hefepilzen, Essig- oder Milchsäurebakterien zur Herstellung von Lebensmitteln und Getränken, werden seit Urzeiten angewandt – wenn auch in Unkenntnis der dahinter stehenden chemischen Vorgänge. Die heutige Biotechnologie basiert wesentlich auf den Erkenntnissen und den Kultivierungsmethoden der Mikrobiologie sowie den Entwick-

lungen in Molekularbiologie und Genetik. Die verwendeten Bakterien, Pilze oder Zellen werden teilweise genetisch modifiziert und in Bioreaktoren durch gesteuerte Bedingungen so kultiviert, dass sie die gewünschten Stoffe produzieren.

Biotechnologie gilt als Schlüsseltechnologie der Moderne. Der gezielte Einsatz molekularer, chemischer und biologischer Vorgänge erlaubt es, die Welt stetig mit neuen Produkten und Innovationen zu versorgen.

Diese kommen vor allem in Medizin und Pharmazie zum Einsatz, werden aber auch in der Landwirtschaft, dem Umweltschutz oder der Lebensmittelherstellung verwendet: Wir hoffen auf gezüchtete Haut, Knorpel und Organe aus Stammzellen (Tissue Engineering). Wir erwarten die Entwicklung verschiedener Gentests und neue Therapieformen gegen Krebs oder degenerative Krankheiten. Wir schlucken Nahrungsergänzungsmittel, deren Vitamine und Mineralstoffe aus Mikroalgen gewonnen werden. Wir profitieren von intelligenten Materialien im Krankenhaus, lassen unser Trinkwasser durch Mikroorganismen kontrollieren und fahren mit Autos, die Biogas statt Benzin brauchen.

INTERDISZIPLINÄRE NATURWISSENSCHAFTEN

Interdisziplinäre Naturwissenschaftler legen ihre Schwerpunkte auf Chemie, Physik, Biologie, Informatik und Mathematik. Ein in der Schweiz einzigartiger Studiengang an der ETH bietet die Möglichkeit, sich aus naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern einen individuellen, fachübergreifenden Studiengang zusammenzustellen. Die Interdisziplinären Naturwissenschaften sind also kein klar definiertes und begrenztes Fachgebiet, sondern ein weites Wissensfeld für Studierende, die sich für Quantenelektronik ebenso begeistern können wie für Evolutionsbiologie und Genetik, für Kristallographie ebenso wie für informatikgestützte Chemie.

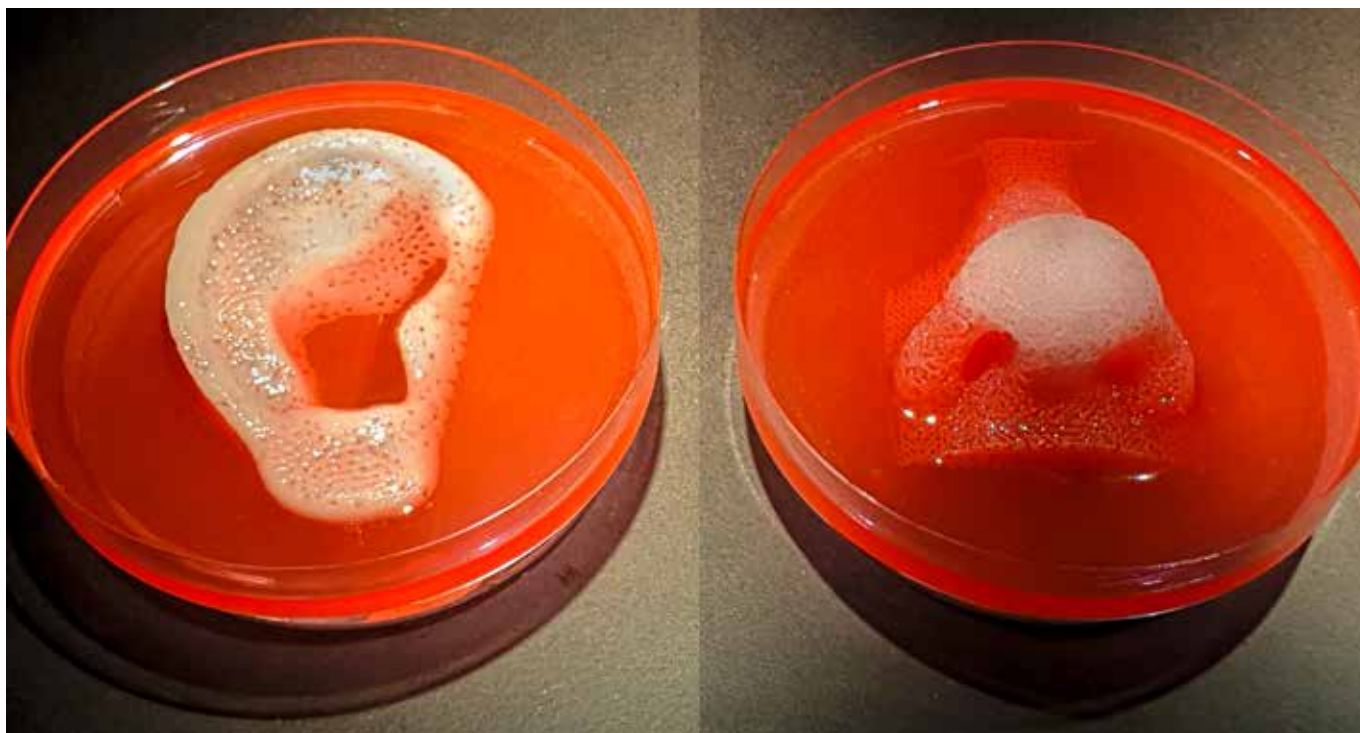
Zur freien Wahl angeboten werden eine physikalisch-chemische und eine biochemisch-physikalische Fachrichtung und entsprechende vertiefende Wahlfächer zur Kombination wie Anorganische, Analytische und Organische Chemie, Biochemie, Physikalische Chemie, Festkörperchemie, Festkörperphysik, Kernphysik, Theoretische Physik, Quantenelektronik, Informatik, Umweltpophysik, Umweltchemie, Molekularbiologie und Biophysik.

Je nach gewählter Kombination beschäftigen sich die interdisziplinären Naturwissenschaftler also entweder mit dem Aufbau, den Eigenschaften und der Umwandlung von Stoffen oder mit Materie und Energie und deren Wechselwirkungen in Raum und Zeit oder mit den Gesetzmässigkeiten lebender Systeme, dem Ursprung, der Entwicklung, der Eigenschaften und der Vielfalt der Lebensformen.

LIFE SCIENCES

Studiengänge und Forschungsbereiche mit der Bezeichnung *Life Sciences* vereinen Fachgebiete wie Biologie, Chemie und Biochemie mit Ingenieurwissenschaften und Medizin. Ihr Interesse reicht von der Untersuchung von Modellsystemen wie Hefe, Fruchtfliege oder Fadenwurm bis hin zur Etablierung neuer diagnostischer Methoden, zu praktischen Anwendungen von Erkenntnissen, ihrer verfahrenstechnischen Umsetzung und marktwirtschaftlichen Positionierung. Im Anwendungsbereich stehen sie der Biotechnologie nahe.

Der Erforschung von Modellsystemen verdanken die Lebenswissenschaften ihre Fortschritte im Verständnis des Gehirns und im Kampf gegen Krebs,



Dieses Ohr und diese Nase wurden mit einem 3D-Bioprinter aus patienteneigenen Zellen hergestellt.



Neurowissenschaften untersuchen Aufbau und Funktionsweise der zentralen Einheiten aller Nervensysteme (Neuronen, Gliazellen u.a.) und ihre Vernetzung zu neuronalen Netzwerken in komplexen Nervensystemen: konzeptuelles Bild eines mit elektrischer Ladung angeregten Neurons.

gegen Infektionskrankheiten und systemische Erkrankungen und gegen neurodegenerative Prozesse. Darüber hinaus führen entwicklungsbiologische Studien und Studien an Stammzellen zu einem besseren Verständnis der Gesetze, welche die Entstehung der Gewebe unseres Organismus bestimmen. Dies wiederum eröffnet die Möglichkeit, neue Behandlungsformen auf dem Gebiet der regenerativen Medizin zu entwickeln.

Neben der Gesundheit gehören auch Ernährung und Umwelt zu den Interessengebieten der Life Sciences, vor allem auf Fachhochschulstufe. Dort setzen sich die Studierenden je nach Vertiefungsrichtung auch z.B. mit der Wechselbeziehung zwischen natürlichen Ressourcen und der gesellschaftlichen Entwicklung auseinander oder analysieren produktspezifische, verfahrenstechnische, ökonomische und politische Zusammenhänge im Lebensmittel- und Getränkebereich.

NEUROWISSENSCHAFTEN

Neurowissenschaften erforschen Aufbau und Funktionsweise der zentralen Einheiten aller Nervensysteme (Neuronen, Gliazellen u.a.) und ihre Vernetzung zu neuronalen Netzwerken in komplexen Nervensystemen. Ihre Erkenntnisse stützen sich auf anatomische, histologische, physiologische, biochemische und mathematische Befunde. Nicht-invasive bildgebende Ver-

fahren wie die Magnetresonanztomographie oder die Elektroenzephalographie liefern neue Einsichten in die Funktion des lebenden Gehirns. Spektakuläre Fortschritte im Verstehen, wie das Nervensystem Informationen aufnimmt, weiterleitet und verarbeitet, machen die Neurowissenschaften zu einem aktiven und attraktiven Forschungsgebiet an der Schnittstelle der Disziplinen Physik, Biologie, Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Informatik sowie Psychologie und Medizinische Wissenschaft.

Von den Forschungsergebnissen erwartet man sich u.a. Einblicke in Ursachen und Therapiemöglichkeiten von Nervenkrankheiten wie Parkinson, Alzheimer oder Demenz, Verständnis für Entstehung und Ablauf emotionaler Reaktionen, aber auch neue Impulse bei der Entwicklung von Systemen mit künstlicher Intelligenz. Ebenso werden philosophische und ethische Fragen diskutiert, nach dem freien Willen zum Beispiel oder nach der Entstehung von Bewusstsein im Gehirn.

Quellen

www.wikipedia.org

www.berufsberatung.ch

Websites der Hochschulen

TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET

Die folgenden Texte bieten Einblicke in die interdisziplinäre Life-Sciences-Forschung im Bereich der Biotechnologie, der Biomedizin, der Medizintechnik und der Neurowissenschaften.

Forschungsprojekte der

Life Sciences haben die Zukunft im Blick: Fleisch aus dem Labor, OP-Roboter, Stammzellen im Weltall oder Corona im Atemgeräusch. (S. 11)

Eine Beinprothese mit Gespür soll Amputierten ein echtes Gefühl für das künstliche Glied vermitteln und Phantomschmerzen mindern. (S. 14)

Mini-Organe aus dem Bioprinter ermöglichen Forschenden, biologische Prozesse zu untersuchen und neue Behandlungen zu testen. (S. 15)

Magnetische Bakterien als Mikropumpen könnten in Zukunft Krebsmedikamente über die Blutbahn präzise zu einem Tumor bringen. (S. 17)

Es werde **Lebewesen ohne biologische Eltern** geben, sagt ein Wissenschaftler und zeigt Nutzen und Gefahren künstlicher Organismen auf. (S. 18)

Den Metastasen auf der Spur ist ein Forschungsteam, das untersucht, wie sich Krebszellen von einem Tumor ablösen und ins Blut gelangen. (S. 19)

Flexibles Handeln durch Umprogrammieren von Hirnzellen: Wie das funktioniert, wird erst allmählich verstanden. (S. 21)

Von Biopharmazeutika bis Zellkultur: Erläuterungen von Begriffen aus den Life-Sciences-Wissenschaften. (S. 22)

FORSCHUNGSPROJEKTE

Die Welt der interdisziplinären Life-Sciences-Forschung ist bunt, vielgestaltig, oft ziemlich visionär und manchmal etwas gruselig. Hier ein paar Beispiele von Projekten aus Hochschulen, Forschungszentren und Start-up-Firmen.

STAMMZELLEN IM WELTRAUM

Biomedizinische Technologie: Auf der internationalen Raumstation ISS wird zurzeit getestet, ob sich in der Schwerelosigkeit aus Zellen dreidimensionales Gewebe züchten lässt. 250 Teströhrchen, gefüllt mit menschlichen Stammzellen, wurden vor gut einem Jahr ins All geschickt. In einem geschlossenen und sterilen Mini-Labor sollen durch die Zugabe von Wachstumsfaktoren in Form von Proteinen Knorpel-, Knochen- und Organgewebe wachsen. Auf der Erde beeinflussen physikalische Kräfte wie die Schwerkraft, wie sich Stammzellen differenzieren und wie die Bildung und Regeneration von Geweben organisiert wird. Das Wachstum erfolgt hier in der Regel nur zweidimensional. Eine dreidimensionale Struktur lässt sich meist nur mit einem Wachstumsgerüst für die Zellen erreichen.



In der Raumstation ISS wird aus menschlichen Stammzellen dreidimensionales Gewebe gezüchtet.

Das Forschungsteam der Universität Zürich erhofft sich von der Gewebezucht im Weltraum neue Möglichkeiten für die personalisierte Präzisionsmedizin; es könnte z.B. dank künstlich erzeugtem Eigengewebe aus Patientenzellen ermittelt werden, welche Medikamentenkombination für die jeweiligen Patienten und Patientinnen ideal ist. Zudem dürften die im All gezüchteten menschlichen Gewebe und organähnlichen Strukturen helfen, die Zahl der Tierversuche zu reduzieren. www.uzh.ch

«HYOSPRAY» GEGEN KREBS

Medizintechnik: In der Kultserie «Star Trek» werden Medikamente dank des «Hyosprays» ohne Nadel durch die Haut injiziert. Ein neues Verfahren soll diese Vision nun Realität werden lassen und wird bereits zur Behandlung von Krebs getestet: Zum Einsatz kommen ein hauchdünner, hohler Stahlstift und 3000 Volt Spannung. Diese Strommenge ist so gering, dass die Patienten nichts davon spüren. Das Medikament befindet sich im Innern des Stahlstifts. Dieser wird in die Nähe des Tumors gebracht, ohne diesen jedoch zu berühren.

Dann wird der Strom eingeschaltet. Angetrieben von der elektrischen Spannung, schießt das Medikament in Form winziger Tröpfchen aus dem Stift wie bei einer Wasserpistole. Die Tröpfchen klatschen auf den Tumorzellen auf und dringen in diese ein. Warum sie das machen, wissen die Forschenden noch nicht genau. Aber es funktioniert. Erste Resultate zeigen, dass ein Tumor schrumpft, wenn er mit diesem Verfahren behandelt wird. Bei der herkömmlichen Behandlung mit einer Spritze schiebt sich die Nadel zwischen die Zellen und entlässt ihren Wirkstoff in den Zwischenräumen. So verpufft ein Grossteil der Wirkung

und der Tumor verlangsamt lediglich sein Wachstum.

www.fhnw.ch

NEUARTIGER WUNDVERBAND

Biomedizin: Dringen Keime in eine Wunde ein, können sie eine dauerhafte Infektion auslösen, die sich im Körper ausbreiten und zu einer lebensgefährlichen Blutvergiftung (Sepsis) führen kann. Gerade bei komplexen Wunden stellt sich heute immer häufiger das Problem der Antibiotika-Resistenz, da Bakterien wie etwa Staphylokokken unempfindlich gegen die einstige Wunderwaffe der Medizin geworden sind. Forschende der Empa haben jetzt Cellulose-Membranen entwickelt, mit denen sich derartige Infektionen im Keim ersticken lassen.

Die pflanzlichen Cellulosefasern mit einem Durchmesser unter einem Mikrometer wurden zusammen mit Polyurethan zu einem zarten dreidimensionalen Gewebe in mehreren Schichten gesponnen. Dann wurde das Gewebe mit einer Lösung aus Eiweissbausteinen – sogenannten Peptiden – behandelt. Die Peptide weisen eine antimikrobielle Aktivität auf und sind für menschliche Hautzellen gut verträglich. Für Bakterien wie Staphylokokken, die sich häufig in schlecht heilenden Wunden finden, sind die Peptide hingegen ein Todesurteil: In Bakterienkulturen wurden über 99.99 Prozent der Keime durch die peptidhaltigen Membranen abgetötet. Künftig sollen die antimikrobiellen Membranen zudem mit weiteren Funktionen ausgestattet werden. So könnten die Peptide beispielsweise mit Bindungsstellen funktionalisiert werden, die eine kontrollierte Abgabe von weiteren therapeutischen Wirkstoffen ermöglichen.

www.empa.ch

MULTISENSORISCHE OP-ROBOTER

Biomedizinische Technik: Chirurgen und Chirurginnen nutzen alle ihre Sinne, um schwierige Operationen zu meistern. Bei schlechter Sicht auf die Anatomie ertasten sie die anatomischen Gegebenheiten, oder sie achten auf akustische Signale, um festzustellen, wann sie mit dem Bohren auf-

hören müssen. Eine internationale Forschungs Kooperation will nun chirurgische Roboter entwickeln, deren sensorische Fähigkeiten mit denen des Menschen vergleichbar sind oder diese sogar übertreffen. Die Roboter lernen das Gewebe zu scannen, sie tasten, hören, fühlen, interpretieren und handeln. Das Ziel ist es, letztendlich eine herausragende «funktionelle» Genauigkeit zu erreichen.

Die Navigationssysteme des Roboters werden mit Ultraschall- und Hyperpektralkameras sowie mit auditiven und haptischen Sensoren ausgestattet. Die Signale der Sensoren werden dem autonomen Operationsroboter ermöglichen, so gut wie alle Parameter, die es zum Operieren braucht, zu erkennen – etwa den Gewebetyp, die Gewebe- oder Knochenqualität, den Gewebezustand, die Art Körperflüssigkeit, den Grad der Zerstörung oder Beschädigung des Gewebes, die Durchblutung, die Stabilität eines Implantats usw. Die Vielzahl von Sensoren wird es erlauben, hochpräzise neben lebenswichtigen Strukturen wie dem Rückenmark oder den Nerven operieren zu können. Dieser neue Ansatz, der Functionally Accurate RObotic Surgery (FAROS) genannt wird, soll an komplexen Wirbelsäuleneingriffen vorgestellt und validiert werden.

www.balgrist.ch, www.news.uzh.ch

BAKTERIEN IM ÖLTEPPICH

Biotechnologie: Das internationale EU-Projekt «Kill Spill» will ölverschmutzte Gewässer mit biotechnologischen Methoden sanieren. Die Grundidee: die Selbstreinigungskraft des Meeres unterstützen. Bereits im Meer vorhandene Mikroorganismen, vor allem Bakterien, sollen Teer und langkettige Kohlenwasserstoffe aus dem Erdöl abbauen. Das tun sie zwar bereits heute, brauchen aber viel zu lange dafür. Sie werden durch den Wasser abstossenden Ölteppich selber daran gehindert und müssten sich schneller vermehren, um die grossen Mengen an Kohlenwasserstoff zu bewältigen.

«Kill Spill» will deshalb einerseits mit einem Dispersionsmittel den Ölteppich verdünnen, damit die darin enthaltenen Moleküle für die Bakterien leicht



Durch Stärkung von bereits im Meer vorhandenen Bakterien, die Teer und langkettige Kohlenwasserstoffe abbauen, soll in einem Forschungsprojekt der FHNW die Selbstreinigungskraft des Meeres gegen die Verschmutzung mit Öl unterstützt werden.

ter zugänglich werden. Und andererseits den Bakterien mit einer Art Nahrungsergänzung aus Stickstoff und Phosphor bei der Vermehrung helfen. Damit dieses «Futter» im Meer nicht verdünnt wird, wurden poröse Nanopartikel aus Silica entwickelt, auf deren Oberfläche Wasser abweisende Moleküle verankert sind. Dadurch sammeln sie sich an den Ölflecken im Meer und öffnen dort ihre Poren. Stickstoff und Phosphor werden so genau dort freigesetzt, wo die Bakterien das Öl abbauen. Die Nanokügelchen sollen als Pulverspray vom Helikopter oder vom Boot aus auf Ölfilme gesprüht werden.

www.killspill.eu, www.fhnw.ch

VIRENSCHUTZ AUF KNOPFDRECK

Life Sciences: Masken aus Stoff oder Zellulose sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Ihre Schutzwirkung basierte bis anhin auf der Filterung der Aerosole oder zusätzlich auf der passiven Inaktivierung der Viren mittels geladener Oberflächen, zum Beispiel durch Silberkationen. Damit die Masken zuverlässig schützen, müssen sie richtig getragen und rechtzeitig ersetzt oder fachgerecht gewaschen werden.

Ein Forschungsteam der ZHAW hat jetzt eine Schutzmaske mit elektrochemischer Technologie entwickelt, mit der Viren und andere Krankheitserreger nicht nur passiv, sondern zusätzlich auch aktiv unschädlich gemacht

werden. Die neuartige Maske besteht aus einem mehrlagigen Spezialstoff sowie Elektroden und einer Spannungsquelle. Zwischen zwei leitenden Schichten liegt eine isolierende Membran. Dank einer integrierten und über einen USB-Anschluss aufladbaren Batterie wird auf Knopfdruck eine elektrische Spannung von wenigen Volt angelegt. Diese erzeugt reaktive Sauerstoffmoleküle, die Viren und auch Bakterien zuverlässig mit einer Wirkung von über 99 Prozent inaktivieren. Auf diese Weise lässt sich die Oberfläche der Maske in wenigen Minuten – und sogar während des Tragens – sterilisieren. Die angelegte Spannung und die erzeugten reaktiven Sauerstoffmoleküle sind dabei minimal und für Menschen absolut unbedenklich.

Die elektrochemische Sterilisation könnte auch gegen multiresistente Krankenhauskeime zum Einsatz kommen oder im Alltag nützlich sein. Beispielsweise könnte eine Handtasche der einfachen Sterilisierung von Gegenständen wie Schlüssel, Handy oder Münzen dienen.

www.zhaw.ch

CORONA IM ATEMGERÄUSCH

Biomedizinische Technik: Am Universitätsspital Genf wurde ein digitales Stethoskop mit künstlicher Intelligenz entwickelt, das anhand der akustischen Signatur von Covid-19 vier von fünf Infizierten am Atemgeräusch er-

kennt. Atemgeräusche wurden schon seit Jahren gesammelt, damit ein intelligentes «Pneumoskop» die Unterschiede erlernen konnte. Denn Asthma klingt nicht gleich wie eine Bronchitis, eine bakterielle Lungenentzündung oder eben Covid-19. Die Daten aus unzähligen Ultraschallbildern und Auskultationen (Abhören von Brust und Lunge) wurden von Forschenden der EPFL einem Algorithmus mit dem Namen «DeepBreath» gefüttert.

Die neuesten Studien deuten darauf hin, dass Veränderungen im Lungengewebe sogar festgestellt werden können, bevor die Krankheit ausbricht. Das Ziel ist es, mit einem einfach zu bedienenden Gerät eine Diagnose zu stellen, den Schweregrad der Krankheit zu beurteilen und z.B. asymptomatische Covid-19-Patienten frühzeitig zu erkennen. Gleichzeitig könnte das Pneumoskop dazu dienen, Patienten zu überwachen, den Krankheitsverlauf vorherzusagen oder sogar die beste Behandlung vorzuschlagen.

actu.epfl.ch

SCHWACHSTELLEN VON KREBSZELLEN

Biomedizin: Prostatakrebs gehört zu den häufigsten krebsbedingten Todesursachen. Klar lokalisierte Tumore können chirurgisch und mit Strahlentherapie erfolgreich entfernt werden. Ist der Krebs bereits fortgeschritten und metastasiert, wird eine Hormontherapie eingesetzt. Dauert diese länger, entwickeln die Tumorzellen jedoch Resistenzen und sprechen nicht mehr auf die Therapie an. Einige der behandlungsresistenten Tumoren weisen nur noch wenig Ähnlichkeit mit den Tumoren aus dem Frühstadium der Behandlung auf. Ein noch wenig erforschter Mechanismus (sogenannte «lineage plasticity») ermöglicht es den Zellen, ihr Aussehen und ihre Wachstumsmaschinerie zu verändern, um so der Therapie zu entgehen.

Eine internationale Forschungsgruppe an Universität und Inselspital Bern hat nun entdeckt, dass die «lineage plasticity» in epigenetischen Veränderungen zu liegen scheint. Diese regulieren die Genaktivität und -expression, ohne dabei den genetischen DNA-Code

zu verändern. Das Wachstum von Prostatakrebszellen scheint von einem Regulator namens SWI/SNF-Komplex abzuhängen. Dieser Komplex verändert die Struktur der DNA und bestimmt so, welcher Teil der Informationen für die Zelle zugänglich ist und welcher Teil «still» bleibt. Das kann u.a. das Wachstum oder die Bewegung von Zellen beeinflussen.

Die Forschenden konnten zeigen, dass bestimmte Einheiten des SWI/SNF-Komplexes in den aggressiven Prostatakrebstypen übermässig vorhanden sind und dass das Wachstum von diesen Schlüsseleinheiten abhängig ist. Diese Abhängigkeit ist gleichzeitig die Schwachstelle der therapieresistenten Tumoren und soll nun für die Entwicklung neuer Behandlungsansätze weiter untersucht werden. Zudem wurde ein Patent zur SWI/SNF-Regulierung als Biomarker und zur Therapie eingereicht.

www.unibe.ch

SCHALTKREIS DES SCHLAFS

Neurowissenschaften: Der Schlaf von Säugetieren und Menschen unterteilt sich in «leichten Schlaf» und «tiefen, träumenden Schlaf». Die Hauptschaltkreise im Gehirn für diese beiden Zustände sind bereits bekannt. Wie sie aber genau funktionieren – insbesondere wie sie den Schlaf sowie das Träumen auslösen, aufrechterhalten und

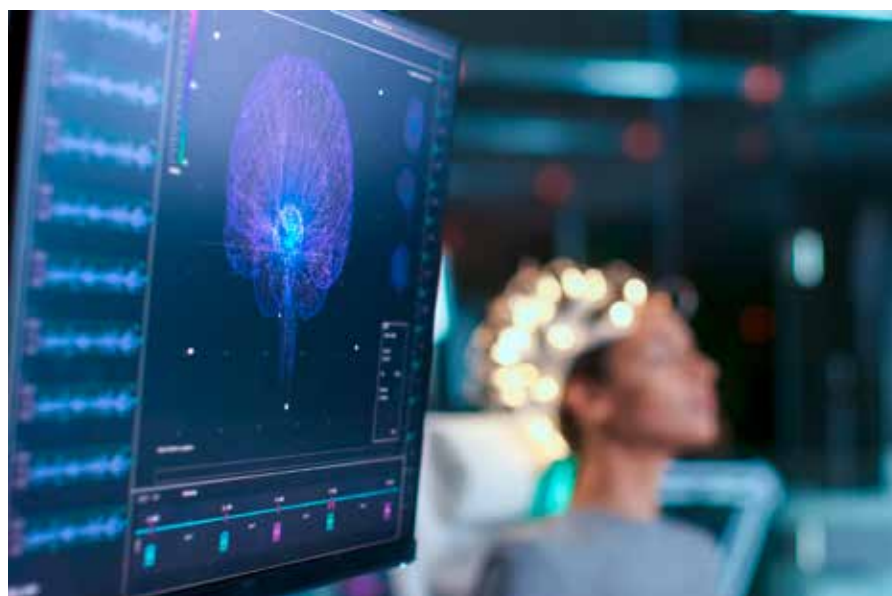
wieder anhalten –, ist noch weitgehend unerforscht.

Ein Team der Universität Bern hat einen neuronalen Schaltkreis zwischen zwei Hirnregionen des Zwischenhirns – dem Hypothalamus und dem Thalamus – entdeckt. Wird dieser Schaltkreis aktiviert, unterbricht er den leichten Schlaf. Mittels einer neuen Technologie, der sogenannten Optogenetik, kontrollierten die Forschenden Nervenzellen im Hypothalamus mit ultrakurzen Lichtpulsen im Millisekunden-Bereich. Eine vorübergehende Aktivierung der Zellen führte zu einem raschen Aufwachen aus dem leichten Schlaf. Ebenso führte die chronische Aktivierung zu einer längeren Wachphase. Blockierten die Forschenden hingegen diesen Schaltkreis, wurde der leichte Schlaf tiefer.

Analog dazu wird vermutet, dass eine Hyperaktivität dieses Schaltkreises zu Schlaflosigkeit führt, während dessen Unterbrechung verantwortlich sein könnte für Schlafsucht. Damit ist dieser Schaltkreis von Nervenzellen ein potenzielles Ziel für pharmazeutische Therapien gegen Schlafstörungen.

Ebenso interessant ist die «Weckkraft» des Schaltkreises: Sie ist so stark, dass bei einer Aktivierung sogar das Aufwachen aus einer Narkose und das Wiedererlangen des Bewusstseins ausgelöst werden.

www.unibe.ch



Neurowissenschaftliche Untersuchung: Mit einer speziellen Kopfhülle werden bei einer Frau in einem Labor Hirnwellen gescannt.

BEINPROTHESE MIT GESPÜR



Signale von Tastsensoren unter der Fußsohle sowie von Winkelsensoren im elektronischen Prothesen-Kniegelenk werden bei dieser neuartigen Prothese an das Nervensystem weitergeleitet.

Erstmals spüren zwei Personen mit Beinamputation oberhalb des Knies ihren künstlichen Fuss und ihr künstliches Bein in Echtzeit. Ermöglicht wird dies durch eine neuartige bionische Prothese mit Sensoren, die mit den Nerven im Oberschenkel verbunden sind. Dank dem Neurofeedback leiden Patienten und Patientinnen weniger unter Phantomschmerzen.

Menschen mit intakten Beinen spüren, wenn sie ihr Knie bewegen oder wenn ihre Füße den Boden berühren. Ihr Nervensystem nutzt ständig solche sensorischen Rückmeldungen, um die Muskeln präzise zu steuern. Wer eine Beinprothese tragen muss, weiss jedoch nicht so genau, wo sich die Prothese befindet und wie sie sich bewegt. Beim Gehen der Prothese zu vertrauen, ist für diese Personen schwierig, und sie verlassen sich deshalb oft zu stark lediglich auf ihr intaktes Bein. Ihre Beweglichkeit ist daher eingeschränkt, und sie ermüden schnell. Zudem leiden Menschen mit einer amputierten Extremität häufig unter Phantomschmer-

zen, welchen mit Medikamenten nur schwer beizukommen ist.

Ein internationales Forscherteam unter der Leitung der ETH Zürich und des Lausanner Start-ups Sensars hat nun eine Schnittstelle entwickelt, um eine Beinprothese mit den Nerven im Oberschenkel der Nutzer und Nutzerinnen zu verbinden und so sensorisches Feedback zu ermöglichen. In einer Studie in Zusammenarbeit mit der Universität Belgrad testeten die Forschenden dieses Neurofeedback-System an zwei freiwilligen Prothesenträgern, denen ein Bein oberhalb des Knies amputiert worden ist.

KÜNSTLICHE SIGNALE IN NATÜRLICHE UMWANDELN

In der Studie verwendeten die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen eine kommerziell erhältliche Prothese mit einem elektronischen Hightech-Kniegelenk. An der Sohle des Prothesenfusses befestigten sie Berührungssensoren. Während der dreimonatigen Studiendauer platzierte ein Chirurgieteam winzige Elektroden im Oberschenkel der Probanden und verband

sie mit den dort vorhandenen Beinerven. Das Ziel der Operation war es, Elektroden an den richtigen Stellen im Inneren des Nervs anzubringen, um die Wiederherstellung von lebens echtem sensorischem Feedback zu ermöglichen und die Stabilität der Elektroden zu gewährleisten.

Das Forschungsteam entwickelte Algorithmen, um die Informationen des Tastsensors an der Fußsohle sowie der Bewegungssensoren im elektronischen Kniegelenk in Stromimpulse – die Sprache des Nervensystems – zu übersetzen. Die Elektroden leiteten diese Pulse an den Nerv weiter, und die Natur kümmerte sich um den Rest: Die Nervensignale werden ans Gehirn weitergeleitet, die Träger konnten dadurch die Prothese wahrnehmen und ihren Gang entsprechend anpassen. Maschine und Körper wurden so zu einer Einheit.

GERINGERER KRAFTAUFWAND

BEIM GEHEN

Im Rahmen der Studie absolvierten die Probanden eine Reihe von Tests, abwechselnd mit und ohne Neurofeedback. Die Ergebnisse machten deutlich, wie vorteilhaft das Feedback war: Das Gehen mit Neurofeedback war für die Probanden körperlich viel weniger anstrengend, was sich in einem deutlich reduzierten Sauerstoffverbrauch zeigte. Auch mental war das Gehen mit Neurofeedback weniger anstrengend, wie die Forschenden mit Messungen der Gehirnaktivität zeigten. Die Probanden mussten sich nicht so sehr auf das Gehen konzentrieren und konnten ihre Aufmerksamkeit stattdessen auf andere Aufgaben richten. In einem schwierigen Test mussten die Probanden über Sand gehen. Das Feedback ermöglichte ihnen, deutlich schneller zu gehen. In Umfragen gaben die Probanden an, dass das Neurofeedback ihr Vertrauen in die Prothese stark erhöhte.

WENIGER PHANTOMSCHMERZEN

Die Schnittstelle zum Nervensystem kann auch dazu genutzt werden, die Nerven unabhängig von der Prothese zu stimulieren. Bevor sie mit der Studie begannen, klagten beide Studien-

teilnehmer über Phantomschmerzen. Einer wachte nachts oft wegen Phantomschmerzen auf: «Der Zeh, den ich nicht habe, tat mir weh – mein grosser Zeh, mein Fuss, meine Ferse, mein Knöchel und meine Wade, alles schmerzte, und dabei habe ich das alles gar nicht mehr.» Im Rahmen eines einmonatigen Neurostimulation-Therapieprogramms gelang es den Wissenschaftlern, diesen Schmerz beim einen Probanden deutlich zu reduzieren, beim anderen verschwand der Schmerz sogar vollständig. «Seitdem ich mit der Neurostimulation begonnen habe, habe ich keine Phantomschmerzen mehr», sagt dieser.

Diese Ergebnisse stimmen die Forschenden optimistisch. Sie weisen jedoch darauf hin, dass eine längere Untersuchung nötig ist, in der eine grössere Zahl von Probanden das System im Alltag testet, um zuverlässigere Schlussfolgerungen ziehen zu können. Für die zeitlich begrenzte klinische Studie wurden die Signale der Prothese über Kabel durch die Haut zu den Elektroden im Oberschenkel geleitet. Das bedeutete, dass sich die Versuchsteilnehmer regelmässig einer medizinischen Untersuchung unterziehen mussten.

Um dies zu vermeiden, wollen die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen ein vollständig implantierbares System entwickeln. Bei Sensars soll ein drahtloses Neurostimulationsgerät entwickelt werden, das wie ein Herzschrittmacher vollständig in den Patienten implantiert und auf den Markt gebracht werden kann.

Quelle

Medienmitteilung auf www.ethz.ch (News), 09.09.2019 (leicht gekürzt)

Weitere Informationen

An dem Projekt waren neben der ETH Zürich, den Universitäten Belgrad und Freiburg i.Br., Sensars und Össur auch Forschende der EPFL, der Scuola Superiore Sant'Anna in Pisa, der Universität Montpellier und der Firma mBrainTrain beteiligt.

MINI-ORGANE AUS DEM BIOPRINTER

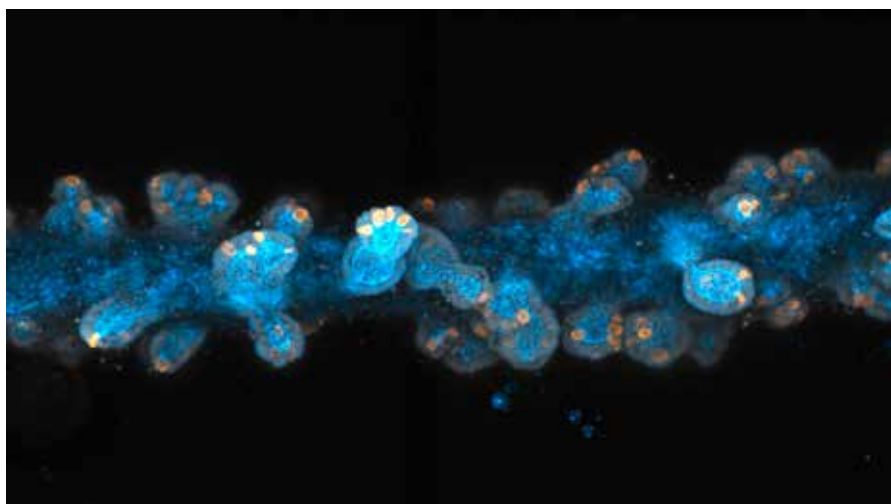
Forschende der EPFL haben einen Ansatz entwickelt, mit dem winzige Gewebe gedruckt werden können, die fast wie ihr Pendant in Originalgrösse aussehen und funktionieren. Mit einem Durchmesser von nur wenigen Zentimetern könnten die Mini-Gewebe den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglichen, biologische Prozesse zu untersuchen und sogar neue Behandlungsansätze zu testen, die bisher nicht möglich waren.

Seit Jahren werden Miniversionen von Organen wie Gehirn, Niere und Lunge, die als «Organoid» bezeichnet werden, aus Stammzellen gezüchtet. Organoiden versprechen, die Notwendigkeit von Tierversuchen zu verringern und bessere Modelle zu bieten, um zu untersuchen, wie menschliche Organe entstehen und wie dieser Prozess bei Krankheiten schief läuft. Herkömmliche Ansätze zur Züchtung von Organoiden führen jedoch dazu, dass sich Stammzellen zu mikro- bis millimetergrossen Hohlkugeln zusammensetzen. «Das ist unphysiologisch, denn

viele Organe, wie der Darm oder die Atemwege, sind röhrenförmig und viel grösser», sagt Matthias Lütolf, Professor am Institut für Bioingenieurwissenschaften der EPFL, der die kürzlich in «Nature Materials» veröffentlichte Studie leitete.

LEBENDE ZELLEN IN BIOTINTE

Um grössere Organoiden zu entwickeln, die ihren normalen Pendants ähneln, wandten sich Lütolf und sein Team dem Bioprinting zu. So wie die 3D-Drucker es den Menschen ermöglichen, Alltagsgegenstände herzustellen, kann eine ähnliche Technologie den Bioingenieurinnen und -ingenieuren helfen, lebendes Gewebe zusammenzusetzen. Doch anstelle der Kunststoffe oder Pulver, die in herkömmlichen 3D-Druckern verwendet werden, verwenden Bioprinter Biotinten-Flüssigkeiten oder Gele, die lebende Zellen einkapseln. «Bioprinting ist sehr überzeugend, weil man damit Zellen an beliebiger Stelle im 3D-Raum deponieren kann. Man könnte sich also vorstellen, die Zellen in einer organähnlichen Konfiguration wie einer Röhre anzuordnen», sagt Lütolf.



Aus einer Bio-Tinte mit eingekapselten lebenden Zellen können in einem 3D-Bioprinter winzige, dreidimensionale Strukturen gedruckt werden, die aussehen und funktionieren wie Mini-Organen (im Bild: ein Darm-Organoid).

MAGNETISCHE BAKTERIEN ALS MIKROPUMPEN



Magnetospirillum ist eine Gattung magnetotaktischer Bakterien, die in dieser Studie zum Transport von Medikamenten verwendet wurde.

ETH-Forschende nutzen magnetische Bakterien, um auf der Mikroebene Flüssigkeiten zu beeinflussen. Sie denken bereits an einen Einsatz in der menschlichen Blutbahn, um damit Krebsmedikamente präzise zu einem Tumor zu bringen.

Krebsmedikamente haben Nebenwirkungen. Deshalb verfolgen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen schon seit Jahren Ansätze, wie die Wirkstoffe im Körper möglichst präzise zu einem Tumor transportiert werden können. Die Medikamente sollen nur dort ihre Wirkung entfalten. Ein Ansatz ist, sie in die Blutbahn zu injizieren und ihren Transport in den feinen Blutgefässen von Tumoren mit winzigen Vehikeln zu steuern. So existieren in Forschungslabors Mikroroboter, die in Form und Antrieb von Bakterien inspiriert und klein genug sind, um sie in Blutgefässe einbringen zu können. Diese Mikrovehikel lassen sich von ausserhalb des Körpers über ein sich bewegendes Magnetfeld antreiben. Simone Schürle, Professorin am Departement Gesundheitswissen-

schaften und Technologie, geht nun einen Schritt weiter: Statt von Bakterien inspirierte Mikroroboter möchte sie echte Bakterien, die natürlicherweise magnetisch sind, verwenden. Forschende haben solche magnetotaktische Bakterien vor 45 Jahren im Meer entdeckt. Die Mikroorganismen nehmen das im Wasser gelöste Eisen auf. In ihrem Innern bilden sich Eisenoxid-Kristalle, die sich in einer Reihe anordnen. Wie eine Kompassnadel richten sich diese Bakterien am Erdmagnetfeld aus, um so im Gewässer navigieren zu können.

MIT MAGNETFELDERN PUNKTGENAU STEUERN

ETH-Professorin Schürle untersuchte mit ihrem Team, wie sich diese Bakterien im Labor ebenfalls über ein Magnetfeld steuern lassen, womit man den Fluss von Flüssigkeiten kontrolliert beeinflussen kann. In den Experimenten reichten bereits verhältnismässig schwache rotierende Magnetfelder, um die Bakterien zu steuern. Mit den rotierenden Feldern konnten die Wissenschaftler die Bakterien um ihre eigene Achse drehen lassen. Und mit vielen Bakterien in einem Schwarm war es möglich, die sie umgebende Flüssigkeit zu bewegen.

Die Bakterien erzeugen einen ähnlichen Effekt wie eine Mikropumpe und können so in der Flüssigkeit vorhandene Wirkstoffe in verschiedene Richtungen bewegen, wie zum Beispiel aus der Blutbahn heraus ins Tumorgewebe. Durch die Verwendung von sich überlagernden Magnetfeldern, die sich örtlich gegenseitig verstärken beziehungsweise auslöschen, kann man diese Pumpaktivität auf eine kleine Region punktgenau reduzieren, wie das Team um Schürle in Simulationen zeigen konnte. Zudem kann das Prinzip ausserhalb des Körpers genutzt

werden, um in kleinsten Gefässen verschiedene Flüssigkeiten lokal miteinander zu mischen, ohne mechanische Mikropumpen fabrizieren und steuern zu müssen.

TOTE ODER LEBENDE BAKTERIEN

In ihrer Arbeit ist es vor allem darum gegangen, den Ansatz zu erforschen und zu beschreiben, auf welche Weise die Bakterien den Fluss steuern können. Bevor solche Bakterien im menschlichen Körper angewandt werden können, muss erst noch deren Sicherheit untersucht werden. Bakterien aus medizinischen Gründen in den Körper zu bringen, ist allerdings ein Ansatz, den die Wissenschaft unter dem Begriff «Living Therapeutics» bereits verfolgt, wenn auch mit anderen Bakterienarten, wie zum Beispiel Kolibakterien.

Denkbar ist zudem, für eine künftige medizinische Anwendung andere als natürliche Bakterien zu verwenden. Mittels synthetischer Biologie lassen sich Bakterien mit optimalen funktionellen Eigenschaften konstruieren, die im menschlichen Körper auch sicher sind und zum Beispiel keine allergischen Reaktionen auslösen. Schürle kann sich sowohl den Einsatz von Bakterien vorstellen, die abgetötet werden, bevor sie in den Körper eingebracht werden, als auch von lebenden Bakterien.

EIGENER ANTRIEB FÜR FEINSTEUERUNG

Seit mehreren Jahrzehnten ist ausserdem bekannt, dass sich bestimmte Bakterien, die ohne Sauerstoff auskommen, in Krebspatienten bevorzugt im sauerstoffarmen Gewebe von Tumoren anreichern. Untersucht wurde das in anderen Bakterien als den von Schürles Team verwendeten. Mittels synthetischer Biologie könnten die Vorzüge mehrerer Bakterienarten vereint werden. So könnten Bakterien entstehen, die sich dank einem eigenen Antrieb mit Flagellen (Geisseln) dem Tumor annähern und die man mit magnetischen Kräften von aussen gezielt tief ins Tumorgewebe befördern kann.

Quelle

Fabio Bergamin, in: ETH-News, 08.12.2020

LEBEWESEN OHNE BIOLOGISCHE ELTERN



Ein Etappenziel auf dem Weg zu künstlichen Organismen: das erste vollständig künstliche Genom eines Bakteriums.

Bioingenieure werden schon bald künstliche Organismen entwickeln, die neue Anwendungen in Medizin und Industrie ermöglichen. Ein Professor für Experimentelle Systembiologie diskutiert deren Nutzen und Risiken.

Jedes Lebewesen auf der Erde hat Eltern, Grosseltern und Urgrosseltern und steht in einer ununterbrochenen Abstammungslinie zu den allerersten Organismen, die vor Milliarden von Jahren hier gelebt haben. Bald werden wir jedoch Lebewesen kennen, die keine solche direkte Abstammung haben. Die ersten dieser Lebewesen werden Bakterien sein. Bioingenieure und -ingenieurinnen werden solche Bakterien am Computer entwickeln, speziell zugeschnitten auf Anwendungen in Medizin, Industrie oder Landwirtschaft. Mithilfe von DNA-Synthesegeräten werden sie deren Genom von Grund auf neu herstellen und damit künstliche Organismen entwickeln. Gemeint sind damit nicht Organismen, bei denen nur einzelne Gene verändert werden, wie das in der Biotechnologie und der Nutzpflanzenzucht seit Jahrzehnten gemacht wird und heute mit der Genschere Crispr sehr einfach

möglich ist. Vielmehr geht es um Organismen, deren Genom Bioingenieure tatsächlich von Grund auf neu entwickeln und im Labor synthetisieren werden.

Solche künstlichen Lebewesen ohne Mutter oder Vater mögen nach Science Fiction klingen, werden aber schon bald Realität sein, davon bin ich überzeugt. Denn die wissenschaftlichen und technischen Voraussetzungen, solche Organismen herzustellen, sind heute gegeben.

TECHNOLOGISCHER FORTSCHRITT

Erstens können wir auf die Errenschaften mehrerer Jahrzehnte molekularbiologischer und systembiologischer Forschung zurückgreifen. Wir verstehen die Baupläne des Lebens heute sehr genau. In digitalen Datenbanken sind über 200 000 Genomsequenzen einer Vielzahl von Lebewesen gespeichert mit einer entsprechenden Fülle an Bauanleitungen. Indem Bioingenieure und -ingenieurinnen bekannte genetische Funktionen geschickt miteinander kombinieren oder abwandeln, ist es ihnen möglich, Mikroorganismen mit neuen nützlichen Eigenschaften zu entwickeln. Zweitens: Ganze Genome von Mikro-

organismen von Grund auf zu synthetisieren, war noch vor wenigen Jahren äusserst aufwendig und kam einem immensen – auch finanziellen – Kraftakt gleich. Dank Computeralgorithmen ist es heute jedoch möglich, Genome so weit zu vereinfachen, dass sie sich einfacher herstellen lassen. Und auch die DNA-Synthesemethoden sind dank technologischer Neuentwicklungen sehr viel leistungsfähiger geworden. Mittlerweile ist es möglich, DNA-Moleküle schnell und präzise direkt auf Silizium-Chips herzustellen. Diese Fortschritte werden es bald erlauben, Genome auf dem Reissbrett zu entwerfen, in Zellhüllen einzuschleusen und damit Mikroorganismen für neue nützliche Anwendungen zu entwickeln.

BREITE ANWENDUNGSFELDER

Chancen bieten solche Organismen zuhauf – allen voran solche im Bereich der Medizin und der biotechnologischen Herstellung von Wirkstoffen. Hier einige Beispiele. Erstens: die schnelle Herstellung von Impfstoffen. Nicht nur bei der saisonalen Grippe, sondern vor allem auch bei Ausbrüchen von neuen Krankheiten, wie wir mit der Coronavirus-Epidemie einen erlebten, ist die Entwicklung und Herstellung von Impfstoffen ein Rennen gegen die Zeit.

Künstliche Bakterien könnten als neuartige Impfstoffe genutzt werden: Es ist denkbar, für den menschlichen Körper völlig harmlose Bakterien herzustellen, die auf ihrer Oberfläche Bruchstücke von Krankheitserregern tragen. Solche Organismen können das Immunsystem lehren, die Krankheitserreger effizient zu erkennen und gegen sie vorzugehen. Dieser Ansatz ist deutlich günstiger und schneller als die herkömmliche aufwendige Herstellung von Protein-Impfstoffen.

Zweitens können künstliche Bakterien als Produktionsorganismen dienen. Sie würden die biotechnologische Herstellung von Wirkstoffen vereinfachen, und es könnten damit komplexere Moleküle als bisher produziert werden. Ausserdem können damit traditionelle chemische Produktionsprozesse, die oft erdölbasiert sind, auf nachhaltige

biotechnologische Herstellungsprozesse umgestellt werden.

Drittens machbar sind zellbasierte Diagnostik- und Therapieverfahren. Ein Beispiel hierfür sind Bakterienzellen, die im menschlichen Körper Krebszellen aufspüren und diese durch die Produktion von Wirkstoffen direkt bekämpfen. Ein anderes Beispiel sind künstliche Bakterien, die im Körper von Patienten mit Stoffwechselerkrankungen wichtige Metaboliten herstellen.

Ein weiteres Anwendungsfeld ist schliesslich die Landwirtschaft. Ernährungssicherheit, Nachhaltigkeit und Anpassung an den Klimawandel sind grosse globale Herausforderungen. Die Entwicklung von künstlichen Bodenmikroben, die Sämlinge schützen oder Dünger für Nutzpflanzen direkt aus dem Stickstoff in der Luft produzieren, ist ein vielversprechender Ansatz, um diese Herausforderungen zu meistern.

DISKUSSION UND REGULATION NÖTIG

Neben grossen Chancen birgt die neue Technologie allerdings auch das Risiko eines Missbrauchs. Als Wissenschaftler müssen wir uns der Tragweite dieser Technologie bewusst sein und diese vorausschauend und verantwortungsvoll verwenden. Auch ist es nötig, dass wir eine umfassende Diskussion mit allen Interessengruppen führen. Die bestehenden nationalen und internationalen Regelwerke über die Herstellung und den Handel von synthetischer DNA müssen erweitert werden. Letztlich sollte es unser Ziel sein, solche künstlichen Organismen zum Nutzen der ganzen Gesellschaft einzusetzen, gleichzeitig das Missbrauchsrisiko aber zu minimieren.

Wir Wissenschaftler, aber auch Entscheidungsträger und Politik, sind gefordert, dass die neue Technologie so verwendet wird und verwendet werden darf, dass sie der Gesellschaft grösstmöglichen Nutzen bringt.

Quelle

Prof. Beat Christen, in: ETH Zukunftsblog Gesundheit vom 15.02.2020

DEN METASTASEN AUF DER SPUR

Wenn sich Krebszellen vom Tumor ablösen und ins Blut gelangen, können daraus Metastasen entstehen. Wie das genau funktioniert, erforschen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen am Departement Biomedizin der Universität Basel – und entwickeln dabei neue Ideen für die Krebstherapie.

In den letzten Jahrzehnten hat die onkologische Medizin grosse Fortschritte gemacht. Viele Krebsarten sind mittlerweile gut heilbar, wenn der Tumor frühzeitig entdeckt wird. Doch sobald der Tumor streut, sinken die Überlebenschancen rapide: Für rund 90 Prozent aller Todesfälle durch Krebs sind Metastasen verantwortlich, gegen die gängige Behandlungsmethoden nicht wirken. Deswegen richtet sich der Fokus der Wissenschaft mehr und mehr auf die Bekämpfung von Metastasen. Wie diese entstehen, scheint im Prinzip klar: Aus dem Primärtumor lösen sich Krebszellen und gelangen über das Blut oder die Lympfhflüssigkeit in andere Gewebe wie Knochen, Lunge oder Leber, wo sie zu Metastasen heranwachsen. Die genauen Prozesse, die dabei ablaufen, sind allerdings noch weitgehend unbekannt. Eine Forschungsgruppe am Departement Biomedizin hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, mehr über die Tumorzellen herauszufinden, die als Vorläufer der Metastasen im Blut zirkulieren: «Wenn wir einen Weg finden, die Bildung dieser Zellen zu verhindern oder sie zu vernichten, dann können wir das Fortschreiten der Krankheit stoppen und die Lebenszeit der Patienten verlängern», sagt der Onkologe Prof. Dr. Nicola Aceto, Leiter des Cancer Metastasis Labors.

KREBSZELLEN AUF WANDERSCHAFT

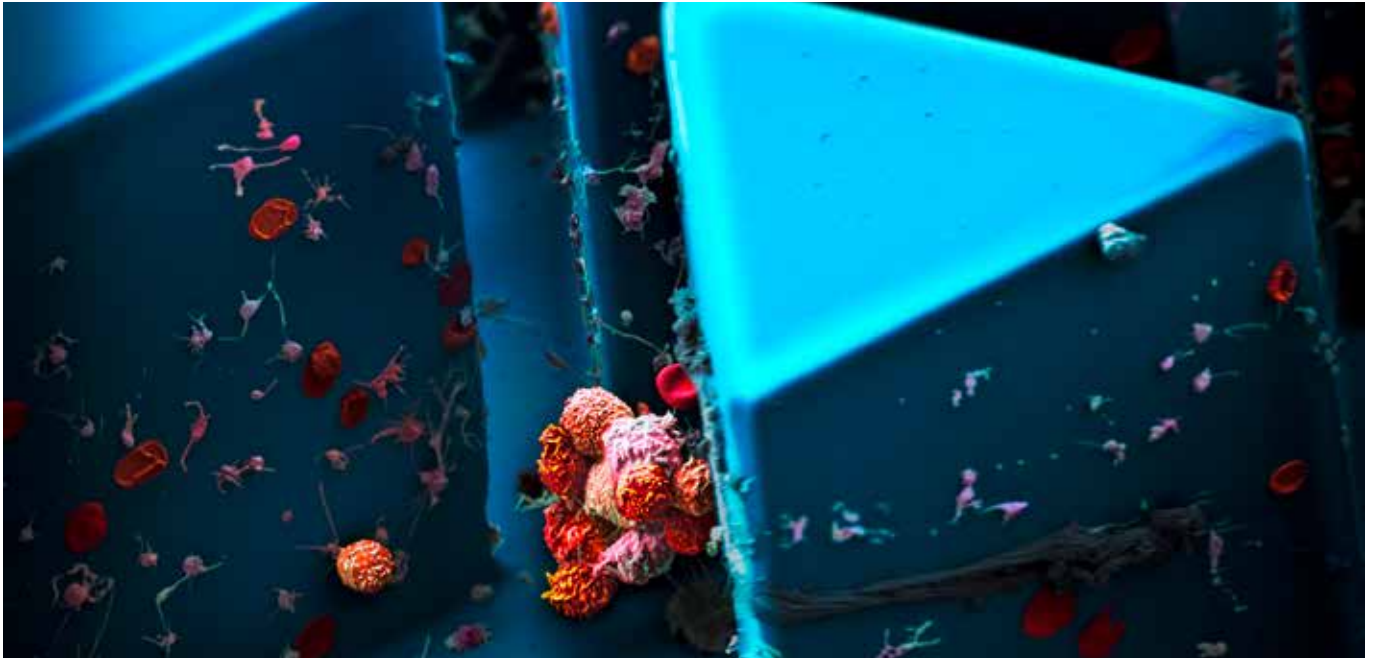
Für die Charakterisierung dieser sogenannten zirkulierenden Tumorzellen ist es zunächst nötig, diese aus dem

Blut der krebserkrankten Patientinnen und Patienten herauszufiltern. Und das ist gar nicht so einfach: «Ein Röhrchen Blut enthält etwa 50 Milliarden Blutzellen und nur ein bis zehn zirkulierende Tumorzellen», so Aceto. Allerdings sind die Tumorzellen ein paar Tausendstel Millimeter grösser als Blutzellen – diesen Grössenunterschied nutzen die Forschenden aus, um die Tumorzellen einzufangen. Dafür leiten sie die Blutprobe auf einer Art Mikrochip durch ein Labyrinth von immer enger werdenden Kanälen. Während die Blutzellen ungehindert hindurchfliessen können, bleiben die etwas dickeren Tumorzellen darin wie in einer Falle stecken.

Die durch diese Technik isolierten zirkulierenden Tumorzellen können dann mit molekularbiologischen Methoden genauer untersucht werden. Aceto ist es auch gelungen, diese Zellen in der Petrischale am Leben zu erhalten und zu vermehren. Dafür mussten die Forschenden allerdings tief in die Trickkiste greifen: Die Aufzucht benötigt speziell beschichtete Gefässe, ein besonderes Nährmedium und eine sauerstoffarme Umgebung. Solche Zellkulturen liefern nicht nur mehr Material



Prof. Dr. Nicola Aceto.



Elektronenmikroskopische Abbildung eines Clusters von zirkulierenden Tumorzellen, die aus dem Blut einer Patientin mit Brustkrebs in einer Aufnahme isoliert wurden.

für Experimente, Aceto hofft auch auf eine klinische Anwendung: «Wir können die zirkulierenden Tumorzellen eines Patienten isolieren, vermehren und an diesen Kulturen dann verschiedene Medikamente testen.» Das könnte in der Onkologie in Zukunft bei der Wahl der besten Therapie helfen, vor allem für Patienten und Patientinnen mit fortgeschrittenen Metastasen. Die Analyse der auf den Mikrochips eingefangenen Zellen hat in den letzten Jahren zu zahlreichen neuen Erkenntnissen geführt. So zeigten Versuche an Mäusen, dass Tumorzellen nur etwa für zehn Minuten im Blut zirkulieren, bevor sie wieder verschwinden. «Wir glauben, dass sich konstant Zellen vom Tumor lösen. Doch die meisten schaffen es nicht, Metastasen zu bilden, weil sie schnell absterben oder vom Immunsystem vernichtet werden», erklärt Aceto. Nur einem Bruchteil aller Zellen gelingt es offenbar, in das Gewebe einzuwandern und Metastasen zu bilden.

ZELLHAUFEN SIND GEFÄHRLICH

Eine weitere wichtige Erkenntnis war, dass die zirkulierenden Tumorzellen nicht immer einzeln unterwegs sind, sondern auch Verbände von zwei bis 50 Zellen bilden. Diese sogenannten Cluster spielen eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung von Metastasen: Im

Mausmodell führten Cluster von zirkulierenden Tumorzellen 20 bis 50 Mal effizienter zu Metastasen als Einzelzellen. Und bei Brustkrebs-Patientinnen ist die Anwesenheit von solchen Clustern im Blut mit einer kürzeren Lebenserwartung korreliert. Eine mögliche Erklärung dafür ist laut Aceto, dass solche Haufen von Zellen – öfter als einzelne Zellen – in den kleinen Blutgefäßen der Organe stecken bleiben und dann von dort in das Gewebe einwandern können.

Eine genaue Untersuchung dieser Cluster zeigte, dass sie sich aber auch auf andere Weise von den einzeln zirkulierenden Tumorzellen unterscheiden: So produzieren sie beispielsweise ein Eiweiß, das dabei hilft, den Verbund zusammenzuhalten. Die Clusterzellen wiesen ebenfalls Modifikationen am Erbgut auf, die bestimmte Untergruppen von Genen aktivieren. Dies verleiht den Zellen ähnliche Eigenschaften wie embryonale Stammzellen, die sich unbegrenzt teilen können. Auch das könnte ein wichtiger Faktor für die Entstehung von Metastasen sein.

ZELLCLUSTER AUFLÖSEN

Aceto sucht deshalb jetzt nach Substanzen, die den Zellverband dieser Cluster auflösen und so das Potenzial für die Bildung von Metastasen entschärfen. Mindestens einen vielver-

sprechenden Kandidaten hat er schon gefunden: Ein Screening von bereits zugelassenen Arzneimitteln zeigte, dass ein Präparat zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen die Zellcluster zumindest im Mausmodell auflösen kann. Und die Behandlung der Mäuse mit dieser Substanz führte auch zu einer Reduktion der Metastasenbildung. Jetzt testet Aceto diesen Wirkstoff in Zusammenarbeit mit medizinischen Onkologen des Unispitals Basel an Brustkrebspatientinnen. «In dieser Pilotstudie geht es aber zunächst einmal nur darum zu zeigen, dass das Konzept grundsätzlich funktioniert», sagt Aceto. Der Weg zu klinischen Studien und einer Therapie sei noch weit. Mittlerweile widmet sich seine Forschungsgruppe schon einer weiteren ungelösten Frage bei der Entstehung von Metastasen – nämlich, warum sich die Zellen überhaupt vom Primärtumor ablösen. «Ein Tumor besteht aus Milliarden von Zellen, und die meisten davon bleiben, wo sie sind. Nur ganz wenige verlassen den Tumor.» Auch hier sieht Aceto wieder vielversprechende Ansatzpunkte für zukünftige Therapien: Wenn man verhindert, dass die Zellen den Tumor verlassen, können sich auch keine Metastasen bilden.

Quelle

Yvonne Vahlensieck, in: Uni Nova 135, Mai 2020

FLEXIBLES HANDELN DURCH UMPROGRAMMIEREN VON HIRNZELLEN

Menschen wie Tiere haben die Fähigkeit, sich immer wieder auf neue Situationen einzustellen. Das Institut für Hirnforschung der Universität Zürich zeigt nun im Mausmodell, welche Nervenzellen im Gehirn hierbei das Kommando haben. Die Studie trägt so zum Verständnis von Entscheidungsprozessen bei gesunden und kranken Menschen bei.

Kein Händeschütteln zur Begrüssung, nur mit Maske in den Zug, in die Armbeuge niesen – die Covid-19-Pandemie zeigt, wie wichtig es für Menschen manchmal ist, gewohnte Verhaltensweisen abzulegen und neue zu erlernen. Und auch Tiere müssen in der Lage sein, sich schnell an veränderte Umweltbedingungen anzupassen.

«Die Grundlage für diese Fähigkeit ist die Plastizität des Gehirns», sagt Fritjof Helmchen, Co-Direktor am Institut für Hirnforschung der Universität Zürich und Leiter des Zentrums für Neurowissenschaften Zürich. «Doch die biologischen Prozesse, die diese erstaunlichen Leistungen ermöglichen, sind noch sehr unvollständig verstanden.» Seinem Team ist nun ein erster Schritt zur Aufklärung gelungen: Eine kürzlich in der Fachzeitschrift «Nature» veröffentlichte Studie zeigt, dass ein Teil der Grosshirnrinde – der hinter den Augen gelegene sogenannte orbitofrontale Kortex – die Nervenzellen in untergeordneten sensorischen Arealen umprogrammieren kann.

HIRNZELLEN BEIM UMLERNEN BEOBACHTEN

Für ihre Versuche simulierten die Forscher in Mäusen einen Prozess des Umlernens unter kontrollierten Bedingungen und untersuchten auf Ebene einzelner Nervenzellen, was dabei im Gehirn passiert. Zunächst trainier-

ten sie die Tiere darin, nach einer Berührung der Tasthaare mit grobkörnigem Sandpapier zu schlecken – was zu einer Belohnung mit Zuckerwasser führte. Bei Berührung mit feinkörnigem Sandpapier hingegen durften sie nicht schlecken, sonst löste dies ein unangenehmes Geräusch aus. Hatten die Mäuse dies verstanden, so wurde der Spiess umgedreht: Nun gab es die Belohnung bei feinkörnigem und nicht bei grobkörnigem Sandpapier. Dieses neue, gegenteilige Verhaltensmuster erlernten die Mäuse nach nur kurzer Übung. Während dieses Trainings analysierten die Neurowissenschaftler mithilfe von molekularbiologischen und bildgebenden Techniken die Funktion einzelner Nervenzellen in den beteiligten Hirnarealen. Es zeigte sich, dass eine Gruppe von Hirnzellen des orbitofrontalen Kortex während des Umlernens besonders aktiv ist. Diese Zellen haben lange Fortsätze, die bis in das Areal der sensorischen Nervenzellen reichen, die bei Mäusen Tastreize verarbeiten. In diesem Areal folgten die Zellen zunächst dem alten Aktivitätsmuster, ein Teil passte sich dann aller-



Forscher beobachteten die Hirnzellen von Mäusen, um herauszufinden, welche der Zellen beim Umlernen eine wichtige Rolle spielen.

dings der neuen Situation an. Wurden die betreffenden Hirnzellen des orbitofrontalen Kortex gezielt ausgeschaltet, so funktionierte das Umlernen nicht und die Nervenzellen im sensorischen Areal zeigten keine Anpassung ihrer Aktivität.

STÖRUNGEN BESSER VERSTEHEN

«Wir konnten also zeigen, dass eine direkte Verbindung vom orbitofrontalen Kortex zu sensorischen Hirnarealen besteht und dass dort ein Teil der Nervenzellen umgepolt wird», so Helmchen. «Die Plastizität dieser Zellen und die Instruktion durch die höhere Instanz des orbitofrontalen Kortex scheinen für die Flexibilität unseres Verhaltens und die Möglichkeit, sich auf neue Situationen einzustellen, entscheidend zu sein.»

Es ist schon länger bekannt, dass der orbitofrontale Kortex an Entscheidungsprozessen beteiligt ist. Er hat gewissermassen die Aufsicht darüber, dass Reaktionen auf äussere Umstände angemessen und erfolgreich sind. «Die dieser Funktion zugrundeliegenden Nervenschaltkreise waren aber bis jetzt nicht bekannt», sagt der Erstauteur der Studie, Abhishek Banerjee, seit kurzem Professor an der Universität Newcastle. «Diese Art der Kommunikation und Kontrolle über verschiedene Hirnareale hinweg ist wirklich bemerkenswert.»

Die Forschenden gehen davon aus, dass sich die fundamentalen Prozesse, die sie in der Maus beobachtet haben, in ähnlicher Weise auch im menschlichen Gehirn abspielen. «Dieses vertiefte Wissen über die komplizierten Vorgänge im Gehirn bei Entscheidungsprozessen kann wichtig sein», so Helmchen. «Unsere Forschungsergebnisse tragen etwa zum besseren Verständnis von Hirnkrankheiten bei, bei denen diese Flexibilität gestört ist, wie beispielsweise bei Formen von Autismus und Schizophrenie.» Denn für Menschen, die ihr Verhalten sehr schwer oder gar nicht anpassen können, sei dies tatsächlich ein grosses Problem.

Quelle

Medienmitteilung der Universität Zürich, 16.09.2020

VON BIOPHARMAZEUTIKA BIS ZELLKULTUR

FACHBEGRIFFE AUS DEN LIFE SCIENCES

In Fachtexten aus dem Bereich der interdisziplinären Life-Sciences-Wissenschaften finden sich immer wieder Begriffe, unter denen man sich nicht viel vorstellen kann. Hier werden einige Beispiele alphabetisch aufgelistet und erklärt.

BIOPHARMAZEUTIKA

sind Medikamente, die nicht chemisch, sondern biotechnologisch hergestellt werden. Ihre Wirkstoffe sind spezielle Proteine (Antikörper), die im Körper des Patienten ausschliesslich mit ihrem Zielmolekül, dem sogenannten Target, reagieren – wie ein Schlüssel, der in ein bestimmtes Schlüsselloch passt. Für jedes Medikament werden die Proteine spezifisch entwickelt und dann durch gentechnisch entsprechend veränderte Mikroorganismen oder Zellen in *>Bioreaktoren* produziert.

BIOPRINTER

sind spezielle 3D-Drucker, die Schicht für Schicht regelmässige Strukturen

(Bioarrays) oder Gewebe herstellen können. Die verwendete «Biotinte» sind vorgängig gezüchtete (*>Zellkultur*), in einem Gel eingeschlossene, lebendige Zellen. Zurzeit wird die Technik vorwiegend beim Druck von Gewebegerüsten für Haut, Knochen oder Knorpel angewendet. Die Forschung erhofft sich von dieser Technik jedoch so revolutionäre Entwicklungen wie künstliche Blutgefässe, Ersatzorgane aus patienteneigenen Zellen oder gar neuartige Lebensformen. Die Lebensmittelindustrie forscht mit ansprechenden aber noch teuren Resultaten an künstlichem Fleisch aus Muskelzellen.

BIOREAKTOREN

oder Fermenter sind Behälter, in denen eine Biomasse (Mikroorganismen, Zellen oder kleine Pflanzen) unter möglichst optimalen Bedingungen betreffend pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt in einem flüssigen Nährmedium kultiviert oder fermentiert wird. Je nach Zweck kommen ver-

schiedene Fermenter-Typen zur Anwendung mit einem Volumen von einigen wenigen bis mehreren tausend Litern. Eingesetzt werden die Fermenter z.B. bei der biotechnologischen Produktion von Wirkstoffen (Proteinen) für *>Biopharmazeutika*.

CRISPR/Cas9

ist eine biochemische Methode für gezielte Veränderungen im Erbgut sämtlicher Organismen. Während zuvor jeweils spezialisierte Werkzeuge kreiert werden mussten, um Ziel-Gene zu modifizieren, ist CRISPR quasi eine Allzweck-Schere, die zusammen mit zwei einfachen Molekülen jede gewünschte DNA-Stelle findet. Die Grundlage des Systems ist ein Enzym aus Bakterien namens Cas9, das mithilfe eines kurzen RNA-Moleküls, der sogenannten guide-RNA, an seine Ziel-DNA-Sequenz geführt wird. Dort zerschneidet es die DNA. So können Forscher Gene ausschalten, defekte durch intakte DNA-Teile ersetzen oder neue Gensequenzen einfügen.

GENTECHNIK

nennt man ein Repertoire an Labormethoden, mit denen man Gene innerhalb der DNA finden, kopieren, vervielfältigen und in die DNA einer anderen Zelle einfügen kann. Zusätzlich ermöglicht Gentechnik, Gene gezielt zu verändern oder sie aus Teilen mehrerer verschiedener Gene zusammensetzen. Es ist nicht nur möglich, einzelne Zellen gentechnisch zu verändern, sondern auch Tiere oder Pflanzen; diese nennt man dann «transgen». Die dank einer Genübertragung hergestellten Wirkstoffe für Biopharmazeutika heissen «rekombinante Proteine». Vgl. auch *>CRISPR/cas9*.

GENTHERAPIE

wird das Einfügen von Genen in Zellen oder Gewebe eines Menschen genannt mit dem Ziel, Erbkrankheiten oder Gendefekte zu behandeln. Üblicherweise werden dem Körper einige Zellen entnommen, um diesen im Labor, z.B. mittels modifizierten Viren, die entsprechenden Nukleinsäuren einzufügen. Anschliessend können die Zellen vermehrt (*>Zellkultur*) und wieder



Bioreaktoren sind Behälter, in denen eine Biomasse (Mikroorganismen, Zellen oder kleine Pflanzen) unter möglichst optimalen Bedingungen betreffend pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt in einem flüssigen Nährmedium kultiviert oder fermentiert wird.

in den Körper eingebracht werden. In der Praxis beschränken sich die gentherapeutischen Ansätze zurzeit auf zugängliche Stammzellen und ausdifferenzierte, sich nicht mehr teilende (postmitotische) Zellen.

NANOMEDIZIN

erforscht und verwendet die unvorstellbar winzigen Materialien und Prozesse der Nanotechnologie im medizinischen Bereich. Die damit verbundenen Hoffnungen sind gross, vor allem in der Krebstherapie. Die hochgiftigen Wirkstoffe der Chemotherapie sollen in Nanokapseln verpackt in die Blutbahn geleitet werden. Spezielle Oberflächenmoleküle der Kapseln erkennen entartete Tumorzellen und transportieren so das Medikament direkt zum Ziel (drug delivery), ohne auf dem Weg dahin allzu grossen Schaden anzurichten. Als spektakulärste Entwicklung und Zukunftsvision gelten die so genannten Nanobots, nur einige Nanometer grosse Roboter. Sie wären in der Lage, bis in einzelne Zellen von Lebewesen vorzudringen, nach Krankheitsherden zu suchen und diese zu beseitigen. Mehr über Nanowissenschaften ist im «Perspektiven»-Heft «Materialwissenschaft, Nanowissenschaften, Mikrotechnik» zu finden.

OPTOGENETIK

hat zum Ziel, bestimmte Ereignisse in Zellen oder Geweben mittels Licht gezielt und millisekundenschnell zu kontrollieren (optogenetische Schalter). Lichtempfindliche Proteine werden dazu auf >gentechnischem Wege durch Manipulation der codierenden DNA (d.h. des entsprechenden Gens) verändert und anschliessend z.B. ins Gehirn oder Nervensystem eingeschleust. Mit Lichtimpulsen werden sie aktiviert, es kommt zu Ionenverschiebungen und zur Anregung von Neuronen. Damit lässt sich spezifisch, nicht-invasiv und mit höchster räumlicher Auflösung die Aktivität einzelner Nervenzellen studieren und kontrollieren. Ziele der Methode sind z.B. ein besseres Verständnis neuronaler Schaltkreise und Erkrankungen oder die Wiederherstellung des Sehvermögens bei bestimmten Erblindungen.



In der Optogenetik werden die Impulse von Nervenzellen mit Licht kontrolliert.

PERSONALISIERTE MEDIZIN

umfasst diagnostische, präventive und therapeutische Massnahmen, die auf ein Individuum optimal zugeschnitten sind. Dazu werden individuelle molekularbiologische Konstellationen berücksichtigt (DNA, mRNA und Proteine). Diese können mit ein Grund sein, warum ein Wirkstoff beim einen Patienten wirkt, bei einem zweiten aber nicht. So kann mit personalisierter Medizin (auch Präzisionsmedizin genannt) einerseits der Behandlungserfolg frühzeitig abgeschätzt und erhöht werden. Andererseits lassen sich Kosten im Gesundheitswesen sparen und unnütze Behandlungen vermeiden.

TISSUE ENGINEERING

ist der Überbegriff für die künstliche Herstellung biologischer Gewebe durch die zielgerichtete Kultivierung von Zellen (>Zellkultur). Üblicherweise werden diese Zellen einem Spender entnommen und auf einem strukturellen Gerüst in einem Kulturmedium im Labor (in vitro) oder in einem lebenden Organismus (in vivo) vermehrt. Die Zellen können teilweise auch mit einem >Bioprinter auf eine Oberfläche gedruckt werden. Dann werden sie dem Empfänger wieder transplantiert. Der Vorteil dieser Implantate mit hohem patienteneigenem Zellanteil besteht darin, dass das Immunsystem sie als «eigene» erkennt und nicht abstösst. Besonders erfolgreich verlief bisher die Züchtung von Knorpelgewe-

be, Blutgefässen oder Haut. Bisher ist es nicht möglich, Gewebe aus verschiedenen Zelltypen, z.B. ganze Organe, herzustellen.

ZELLKULTUR

nennt man die Kultivierung tierischer, menschlicher oder pflanzlicher Zellen in einem spezifischen Nährmedium ausserhalb des Organismus. Die Primärkulturen werden direkt aus frisch isolierten Zellen angezchtet. Sie teilen und vermehren sich je nach Bedingungen und Zelltyp bis zu einer bestimmten Zelldichte (vgl. auch → *Tissue Engineering*). Dann können die Zellen erneut getrennt und in weiteren Kulturgefässen zur neuerlichen Teilung angeregt werden. Manche Zellen pflanzen sich dabei unbegrenzt fort, ohne abzusterben. Daraus kann man sogenannte etablierte Zelllinien gewinnen. Diese unsterblichen Zellen lassen sich dank ihrer gut bekannten Eigenschaften in der Grundlagenforschung einsetzen.

Quelle

de.wikipedia.org
www.gensuisse.ch
www.interpharma.ch
www.netdokter.ch
www.swissnanocube.ch

STUDIUM

- 25 LIFE SCIENCES STUDIEREN
- 29 STUDIENMÖGLICHKEITEN IN LIFE SCIENCES
- 37 VERWANDTE STUDIENFÄCHER UND ALTERNATIVEN ZUR HOCHSCHULE
- 38 KLEINES ABC DES STUDIERENS
- 42 PORTRÄTS VON STUDIERENDEN



LIFE SCIENCES STUDIERN

Die Studiengänge der Life Sciences liegen an den Schnittstellen von Naturwissenschaften, Medizin und Technik. Sie werden in der Schweiz sowohl an Universitäten und ETH als auch an Fachhochschulen angeboten. Wer ein solches Studium erfolgreich absolvieren will, braucht ein breites Interesse, Pioniergeist und Neugierde auf die Zukunft.

Biologie, Chemie, Physik, Mathematik, Informatik, Medizin, Ingenieurwissenschaften – aus allen diesen Fachgebieten können Sie Vorlesungen und Übungen auf Ihrem Stundenplan finden, wenn Sie sich für einen der Studiengänge im Bereich der Life Sciences entscheiden. Dabei werden je nach Studienprogramm und -ziel unterschiedliche Fächerkombinationen geboten und Schwerpunkte etwas anders gelegt.

Die Interdisziplinarität im Studium spiegelt die spätere Arbeitssituation in meist interdisziplinären und internationalen Teams an den Schnittstellen von Naturwissenschaften, Medizin und Technik. Viele der hier behandelten Fragen und erforschten Themen sind so vielgestaltig, vernetzt und komplex, dass das Wissen aus einem einzelnen Fachgebiet keine hinreichenden Antworten geben kann. «Wir haben den Überblick, der den einzelnen Fachspezialistinnen und -spezialisten fehlt», sagt eine Biomedizinstudentin. «Wir bringen Komplementarität und ermöglichen die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Richtungen.»

Diese fächerübergreifende Ausrichtung der Studiengänge ist Chance und Herausforderung zugleich. «Man muss sich bewusst sein», so eine Biotechnologiestudentin der ETH, «dass man die einzelnen Teildisziplinen weniger im Detail behandelt. Man weiss nachher überall etwas und bekommt einen guten Überblick, ist aber nirgends wirklich Spezialistin.» Und ein Fachkollege der ZHAW ergänzt: «Ich musste lernen, all die faszinierenden Details der Vorlesungen zu filtern und nicht alles bis ins Letzte verstehen zu wollen. Viel wichtiger ist es, die Zusammenhänge zu begreifen.»

PERSÖNLICHE VORAUSSETZUNGEN

Wer ein so breit gefächertes Studien- und Fachgebiet wählt, muss ebenso vielfältige Interessen und einen offenen Blick auf die Welt mitbringen. Die Hochschulen wünschen sich von ihren Studierenden ein Flair für Naturwissenschaften, Mathematik, Medizin und Technik und – wo möglich – entsprechendes solides Wissen auf Maturitätsniveau. Die Fähigkeit zum abstrakten und vernetzten Denken macht das Studieren ganz allgemein einfacher.

Das Studium verlangt ein hohes Mass an Engagement, Eigenständigkeit und Disziplin. Die Studierenden lernen wissenschaftliche Methoden anzuwenden, sich in ein interdisziplinäres Team zu integrieren und selbstständig zu arbeiten.

Beharrlichkeit und Experimentierlust, geschickte Hände, Sorgfalt und Genauigkeit sind wichtig für die Arbeit im Labor. Gute Englischkenntnisse sind unumgänglich: zum Lesen von Fachliteratur, zum Verstehen der meist in Englisch gehaltenen Vorlesungen sowie zum Verfassen eigener Artikel.

Life-Sciences-Studiengänge sind forschungs- und zukunftsorientiert. Das erfordert Freude an neuen, komplexen Technologien und an der Entwicklung neuer Wege und Produkte. Forschende brauchen Leidenschaft und Überzeugung für eine Idee, geistige Flexibilität, emotionale Stabilität und eine besonders hohe Frustrationstoleranz bei Misserfolgen. So sind sie für künftige Entdeckungsreisen ins Unbekannte gut gerüstet (vgl. auch den Artikel «Pioniergeist, Mut und Kreativität» auf Seite 28).

STUDIENANGEBOT

Interdisziplinäre Studiengänge im Bereich Life Sciences finden sich sowohl an Fachhochschulen als auch an Universitäten und ETH. Fachhochschulen bieten eher praxisnahe Ausbildungen mit berufsqualifizierendem Bachelorabschluss. Universitäten und ETH sind stärker theoretisch ausgerichtet und befähigen zu wissenschaftlichem Arbeiten und eigenständiger Forschung. Ein Masterabschluss ist hier die Regel.

Das Ausbildungsangebot ist gross, vor allem auf universitärer Masterstufe, und auch ein bisschen unübersichtlich mit ähnlich klingenden Namen und unterschiedlichen Ausrichtungen. Die Studiengänge sind fast ausschliesslich als Monofach konzipiert und werden ohne Nebenfächer, aber oft mit verschiedenen Vertiefungsmöglichkeiten studiert. Einerseits stehen Bachelor-Master-Studiengänge zur Auswahl, die aufeinander aufbauen. Andererseits gibt es auch eine ganze Reihe spezialisierter Masterprogramme, die nach einem passenden Bachelorstudium in einem naturwissenschaftlichen, medizinischen

KLEINES ABC DES STUDIENS

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

Im Kapitel «Kleines ABC des Studierens», ab Seite 38, haben wir die wichtigsten Grundinformationen zu einem Studium zusammengestellt.

oder ingenieurwissenschaftlichen Fach gewählt werden können. Attraktiv ist auch das Angebot an universitären interdisziplinären Doktorats- bzw. PhD-Programmen, die eine Kombination von weiteren Studien mit Unterrichts- und Forschertätigkeit für die eigene Dissertation ermöglichen.

BIOMEDIZINISCHE WISSENSCHAFTEN

Biomedizinische Wissenschaften eignen sich für alle, die sich für medizinische Fragen interessieren, aber nicht als Ärztin oder Arzt am Krankenbett arbeiten wollen. Die Studiengänge verbinden eine humanmedizinische Grundlagenausbildung mit modernster biologischer Forschungsmethodik, Zell- und Molekularbiologie, Biochemie und Chemie sowie sozialwissenschaftlichen Aspekten wie Bioethik, Recht auf Leben usw. Sie bereiten darauf vor, menschliche Erkrankungen zu erforschen und neue Therapien, Diagnostikverfahren oder präventive Massnahmen zu entwickeln. Die Studiengänge werden ausschliesslich an Universitäten geführt, in den vergangenen Jahren wurden einige neue Angebote geschaffen.

Biomedizinische Wissenschaften lässt sich als Bachelor an der Universität Freiburg (vgl. Studienporträt auf S. 42)

und als darauf aufbauender Master an der Universität Bern studieren. Zudem gibt es an der Universität Freiburg einen spezialisierten Master in *Recherche biomédicale expérimentale*, mit Schwerpunkten Richtung Herz-Kreislauf, Infektion, Entzündung und Krebs sowie Neurowissenschaften.

An der Universität Genf läuft seit einigen Jahren ein Bachelorstudiengang in *Sciences biomédicales*, seit 2020 wird ein darauf aufbauender Masterstudiengang angeboten. Die Universität Lausanne bietet einen Master in *Biologie médicale* für Bachelorabsolvent/innen in Biologie oder ähnlichen Fächern.

Die Universität Zürich wiederum hat *Biomedizin* als Bachelor-Masterstudiengang im Angebot und hält ein spezialisiertes Masterprogramm *Medizinische Biologie* bereit, das ausschliesslich für besonders begabte Absolventen und Absolventinnen eines medizinischen Bachelor- oder Masterstudiengangs zugänglich ist.

Der Bachelor-Masterstudiengang *Gesundheitswissenschaften und Technologie* der ETH versteht sich als umfassender naturwissenschaftlicher Ausbildungsgang mit medizinnaher Ausrichtung und breiten Berührungsfächern zur Technik. Im Vordergrund ste-

hen die menschliche Gesundheit sowie Lösungen für deren Erhalt und Verbesserung. Vermittelt wird grundlegendes Wissen über die Funktion des menschlichen Organismus von der zellulären und molekularen Ebene bis hin zum ganzen Menschen. Im Masterstudium sind breit gefächerte Vertiefungsrichtungen wie Bewegungswissenschaften und Sport, Gesundheit, Ernährung und Umwelt, Molekulare Gesundheitswissenschaften, Medizintechnik oder Neurowissenschaften wählbar.

BIOMEDIZINISCHE TECHNOLOGIE

Medizintechnik und Biomedical Engineering (BME) nutzen Verfahren und Methoden aus Technik, Mathematik und Physik, um Probleme aus Biologie und Medizin zu lösen, z.B. Diagnosen durch bildgebende Verfahren wie Ultraschall oder Magnetresonanz, künstliches Gewebe, Implantate, Biosensoren usw. Medizintechnik lässt sich an Fachhochschulen (FH) als eigener Bachelorstudiengang studieren und als Vertiefungsrichtung in Bachelor- oder Masterstudiengängen anderer Fächer.

Biomedical Engineering wird als spezialisiertes Masterprogramm an Universitäten und ETH oder als Vertiefungsrichtung anderer Fächer angeboten. Die

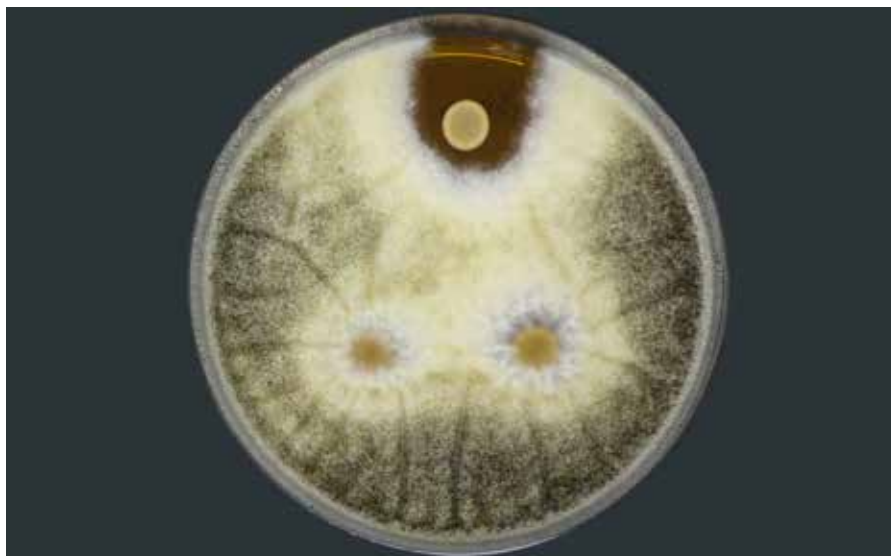


Biomedizinische Technologie hilft mit, die Funktionen des menschlichen Körpers zu verstehen und so z.B. Menschen mit einer Behinderung zu helfen.

Masterprogramme stehen Studierenden aus den oben erwähnten Fachbereichen offen und erfordern eine Bewerbung für einen der beschränkten Studienplätze. *Medizintechnik* steht im Angebot der Berner Fachhochschule BFH und der Hochschule Luzern HSLU. An der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, der Fachhochschule Westschweiz HES-SO und der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW lässt sich Medizintechnik als Vertiefungsrichtung anderer Studiengänge wie Life Sciences, Mikrotechnik oder Systemtechnik studieren. Medizintechnik eignet sich als Vorbildung für die Masterstudiengänge in Biomedical Engineering. An der ETH wird *Biomedical Engineering (BME)* als interdisziplinäres Masterprogramm der Bereiche Informationstechnologie, Maschinenbau, Gesundheitswissenschaften und Physik unterrichtet. An der Universität Basel wird BME an der Medizinischen Fakultät am Department of Biomedical Engineering angeboten. Auch an der Universität Bern ist BME der Medizinischen Fakultät angegliedert (vgl. Studienporträt auf S. 51). Der Berner Studiengang wird als Kooperation der Universität mit der Berner Fachhochschule durchgeführt. Ebenso lässt sich BME auf FH-Stufe im Rahmen des Kooperationsmasters Engineering (MSE) an diversen Fachhochschulen studieren oder als Vertiefung im Rahmen des Masterstudiums Life Sciences der FHNW.

BIOTECHNOLOGIE

Biotechnologie (Bioengineering) ist eines der grossen Teilgebiete der Life Sciences (vgl. unten). Sie beschäftigt sich mit der technischen Nutzung von biologischen Systemen sowie lebenden Organismen und ihren Stoffwechselprodukten. Angewendet werden biotechnologische Methoden und Produkte in der Pharma- und Lebensmittel-Industrie, in Medizin, Landwirtschaft oder Umweltschutz. Verschiedene Studiengänge an Universitäten, ETH und Fachhochschulen vermitteln die dazu nötigen Fachkenntnisse aus biologischen, medizinischen, pharmazeutischen und technischen Grundlagenwissenschaften. So stehen auf dem Stundenplan Fächer wie Zellbiologie, Zellkulturtechnik,



Unterdrückung von Lebensmittel verderbenden Schimmelpilzen durch ausgewählte Milchsäurebakterien (Quelle: Forschungsgruppe Lebensmittelbiotechnologie, ZHAW, Wädenswil).

Pharmakologie und Toxikologie, Analytische Chemie, Bioverfahrenstechnik, Mess- und Automatisierungstechnik, Steriltechnik, Umwelttechnologie oder Statistik.

An der Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW lässt sich *Biotechnologie* als berufsbefähigender Bachelor studieren (vgl. Studienporträt auf S. 45) sowie als Vertiefung Pharmaceutical Biotechnology in einem Life-Sciences-Masterstudium.

Auf universitärer Stufe werden Masterprogramme mit verschiedenen Vertiefungsmöglichkeiten unter dem Namen *Biotechnologie* an der ETH Zürich und der Universität Basel angeboten und als *Chemical Engineering and Biotechnology* an der EPF Lausanne.

INTERDISZIPLINÄRE NATURWISSENSCHAFTEN

Das Bachelor-Masterprogramm Interdisziplinäre Naturwissenschaften lässt sich einzig an der ETH Zürich studieren. Es bietet eine individuell zusammengestellte Kombination von Lehrinhalten aus dem Gesamtbereich der Naturwissenschaften an. Grundsätzlich orientiert sich der Studienplan an den in den Fachdisziplinen Mathematik, Physik, Chemie und Biologie vermittelten Lehr- und Prüfungsinhalten. Der Studiengang eignet sich für Studierende mit breiten naturwissenschaftlichen Interessen, die sich nicht auf ein einziges Fach beschränken wollen (vgl. Studienporträt auf S. 47).

Zu Beginn des Bachelorstudiums entscheiden sich die Studierenden für eine physikalisch-chemische oder eine biochemisch-physikalische Richtung. In den ersten beiden Jahren werden Grundlagen der Naturwissenschaften, der Mathematik und der Informatik vermittelt. Ab dem zweiten Studienjahr stellen sich die Studierenden aus einem breiten Angebot an Wahlfächern ihr individuelles Studienprogramm zusammen. Dabei werden die Lehrveranstaltungen jeweils mit den Studierenden der entsprechenden Fachrichtung besucht. Laborpraktika ergänzen die Vorlesungen.

Im Masterstudium wird als Vertiefungsrichtung eine freie Zweier-Kombination aus den Fächern Biologie, Chemie, Erdwissenschaften, Informatik, Materialwissenschaft, Mathematik, Physik oder Umweltnaturwissenschaften gewählt.

LIFE SCIENCES

Studiengänge mit der Bezeichnung Life Sciences werden auf Bachelor- und Masterstufe sowohl an universitären als auch an Fachhochschulen angeboten. So umfassend der Begriff «Lebenswissenschaften» verwendet wird, so weitgefächert sind die Studieninhalte, die sich oft auch einem anders benannten Studiengang zuordnen liessen. Biotechnologie ist dabei eines der grossen Teilgebiete, das sich in eigenständigen, gleichnamigen Studienprogrammen oder als Vertiefungsrichtung studieren lässt (vgl. oben).

An der School of Life Sciences der EPFL Lausanne kann man ein Bachelor-Masterprogramm *Life Sciences Engineering* wählen, das umfassende Kenntnisse aus Biologie, Ingenieurwissenschaften und Medizin vermittelt. Das ist auf universitärer Stufe nur hier möglich (vgl. Studienporträt auf S. 49). Im Masterprogramm werden sieben Vertiefungen von Biomechanical oder Biomedical Engineering über Biophotonics, Cellular and molecular Engineering oder Computational Biology bis zu Nanoscale Bioengineering oder Neuroengineering angeboten.

An den Fachhochschulen Nordwestschweiz FHNW und Westschweiz HES-SO gibt es die Bachelorstudiengänge *Life Sciences* bzw. *Life Technologies*. Nach einem naturwissenschaftlichen Grundstudium stehen verschiedene Vertiefungsrichtungen zur Auswahl, die das interdisziplinäre Feld abstecken.

Die FH-Bachelorstudiengänge sind berufsqualifizierend oder bereiten auf den Masterstudiengang *Life Sciences* vor, ein Kooperationsangebot der Fachhochschulen Nordwestschweiz FHNW und Westschweiz HES-SO, Bern BFH und Zürich ZHAW. Die Studierenden wählen hier zuerst aus einem Katalog von Advanced Life Sciences Skills und Entrepreneurial Skills verschiedene Module, welche die spätere fachliche Spezialisierung und die berufliche Tätigkeit im Life-Sciences-Bereich stützen. Die eigentliche Spezialisierung erfolgt an den einzelnen Fachhochschulen. Die Möglichkeiten reichen von molekularen, therapeutischen, pharmazeutischen oder biologischen Technologien bis hin zu Food and Beverage Innovation oder Food, Nutrition and Health.

NEUROWISSENSCHAFTEN

Neurowissenschaften erforschen mit interdisziplinären Methoden Struktur und Funktion der neuronalen Netzwerke Nerven, Gehirn und Rückenmark. Entsprechende Studiengänge werden ausschliesslich an Universitäten und ETH gelehrt: als spezialisierte Masterprogramme mit beschränkten Teilnehmerzahlen an den Universitäten Genf und Zürich sowie an der ETH Zürich oder als Nebenfach an den Universitäten Bern und Zürich. Zudem ist es in einigen anderen Masterstudiengängen möglich,



Wie verarbeitet das Gehirn Informationen und wie lassen sich diese Prinzipien in hilfreiche Technologien umwandeln? Das wird in den Neurowissenschaften untersucht.

Neurowissenschaften als Vertiefungsrichtung zu wählen: in Life Sciences Engineering an der EPFL, in Gesundheitswissenschaften und Technologie an der ETHZ (vgl. Studienporträt auf S. 53), in Recherche biomédicale expérimentale an der Universität Lausanne oder in einem Biologiestudium an den Universitäten Lausanne oder Zürich.

Das Berner Bachelornebenfach *Neurowissenschaften* und das Genfer Masterprogramm *Neurosciences* sind eher biologisch-medizinisch und psychologisch-pädagogisch orientiert und bieten z.B. Vorlesungen zu den neurobiologischen Grundlagen von Gedächtnis, Lernen, Sprache, Motivation oder Emotion. Die Masterprogramme *Neural Systems and Computation* bzw. das Nebenfach *Neuroinformatik* in Zürich untersuchen dagegen eher Fragen an den Schnittstellen von Biologie, Physik, Informatik und Ingenieurwissenschaften, beispielsweise wie das Gehirn Informationen verarbeitet und wie sich diese Prinzipien in hilfreiche Technologien umsetzen lassen.

Quelle

www.berufsberatung.ch
Websites der Hochschulen

PIONIERGEIST, MUT, KREATIVITÄT

Susanne Dombrowski, Studiengangleiterin Biotechnologie an der ZHAW, sagt, was die Hochschulen für ein Life-Sciences-Studium voraussetzen.

«Wer sich für ein Studium wie Biotechnologie oder andere Life Sciences entscheidet, entscheidet sich gleichzeitig für Schlüsseltechnologien der Zukunft und Forschungsfragen für morgen und übermorgen. Gesucht wird z.B. nach Wirkstoffen gegen Corona, Alzheimer oder Krebs; nach Nahrungsmitteln, welche die Weltbevölkerung auch noch in 100 Jahren ernähren, oder nach «Ersatzteilen» aller Art für kranke oder verletzte Körper.

Das erfordert Pioniergeist, geistige Flexibilität, Einsatzbereitschaft und den Mut, unbekannte Wege einzuschlagen. Kreativität und Neugierde können dabei helfen, Bekanntes ganz neu zu sehen und Lösungen ausserhalb bestimmter Denkmuster zu finden. Emotionale Stabilität und eine besonders hohe Frustrationstoleranz sind immer dann gefragt, wenn sich auf der Suche nach einem Resultat lange kein sichtbarer oder am Ende gar kein Erfolg einstellt. Alle diese Eigenschaften erleichtern Studierenden und Dozierenden den Arbeitsalltag und bereichern auch bei unerwarteten Ereignissen zum Vorteil.

In der Bildungslandschaft hat die ohnehin anstehende Digitalisierung in der jüngsten Vergangenheit und aktuellen Zukunft einen durch Corona bedingten «Boost» erfahren. Auch hier waren mutige Pionierinnen und kreative Köpfe gefragt, um das Unterrichtsgeschehen bis hin zu Prüfungen und Leistungsnachweisen so rasch als möglich auf «virtuell» umzustellen. So konnte die qualitativ hochstehende Ausbildung im tertiären Bildungssektor weiter gewährleistet werden. Dass uns dies gelungen ist, macht mich schon ein wenig stolz.»

STUDIENMÖGLICHKEITEN IN LIFE SCIENCES

Die folgenden Tabellen zeigen auf, wo in der Schweiz Studiengänge aus dem Bereich der interdisziplinär ausgerichteten Life Sciences angeboten werden. Es werden zuerst die Bachelor- und Masterstudienprogramme an Universitäten und ETH aufgeführt, dann die Studiengänge an Fachhochschulen.

Die Tabellen verdeutlichen die vielfältigen Möglichkeiten, sich im Studium mit dem grossen, interdisziplinären Feld der Life Sciences zu beschäftigen: mit Biomedizinischen Wissenschaften und Technologie, mit Medizintechnik, mit Biotechnologie, mit Interdisziplinären Naturwissenschaften, mit Life Sciences oder mit Neurowissenschaften. Besonders gross ist das Angebot auf universitärer Masterstufe, wo den Bachelorabsolventinnen und -absolventen aus verschiedenen medizinischen, naturwissenschaftlichen oder technischen Fächern spezialisierte Masterprogramme offenstehen. An Fachhochschulen lassen sich vorwiegend Life Sciences, Biotechnologie und Medizintechnik studieren.

Die Studienangebote an den Schweizer Hochschulen können sich laufend verändern. In den letzten Jahren sind verschiedene neue Studiengänge entstanden, Vertiefungsrichtungen und Masterangebote wurden neuen Bedürfnissen angepasst oder neu benannt. Es lohnt sich deshalb, die einzelnen Hochschulen und deren Studienprogramme genauer anzuschauen. Laufend aktualisierte und detaillierte Informationen finden Sie auf den in den Tabellen angegebenen Internetseiten der Hochschulen oder unter www.berufsberatung.ch.

Weitere Informationen



www.berufsberatung.ch/biomedizin



www.berufsberatung.ch/inter-natur



www.berufsberatung.ch/lifesciences



www.berufsberatung.ch/medizintechnik



www.berufsberatung.ch/neurowissenschaft

BACHELORSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN

BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
BIOMEDIZINISCHE WISSENSCHAFTEN UND TECHNOLOGIE	
ETH Zürich: https://hest.ethz.ch	
Gesundheitswissenschaften und Technologie BSc	
Universität Freiburg: www.unifr.ch/med/de	
Biomedizinische Wissenschaften/Sciences biomédicales BSc	
Universität Genf: www.unige.ch/medecine	
Sciences biomédicales BSc	
Universität Zürich: www.biomedizin.uzh.ch	
Biomedizin BSc	

Studiengang

Vertiefungsrichtungen

INTERDISZIPLINÄRE NATURWISSENSCHAFTEN

ETH Zürich: www.chab.ethz.ch

Interdisziplinäre Naturwissenschaften BSc

- Biochemisch-physikalische Fachrichtung
- Physikalisch-chemische Fachrichtung

LIFE SCIENCES/BIOTECHNOLOGIE

EPF Lausanne: sv.epfl.ch

Ingénierie des sciences du vivant BSc/Life sciences Engineering BSc

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN

EPF Lausanne

Nach dem *Bachelor in Sciences et technologies du vivant* ist es möglich, mit einem Passerellenprogramm in ein humanwissenschaftliches Masterstudium an der Universität Lausanne mit dem Ziel biomedizinische Forschung zu wechseln.

ETH Zürich

Der Studiengang *Gesundheitswissenschaften und Technologie* beinhaltet

übergreifende und fachspezifische Lehrinhalte aus Bewegungswissenschaften und Sport, Medizintechnik, molekulare Gesundheitswissenschaften und Neurowissenschaften. Im Masterstudiengang lassen sich je dazu passende Vertiefungen wählen. Unterrichtssprache im Basisjahr Deutsch, später Englisch.

Der Studiengang *Interdisziplinäre Naturwissenschaften* ist auf eine fachübergreifende Ausbildung in allen

Grundlagenfächern der Naturwissenschaften ausgerichtet. Aktuell liegen die Schwerpunkte im Bachelorstudium in Mathematik, Physik, Chemie, Biologie und Informatik. Nach dem ersten Studienjahr können innerhalb der belegten Richtung individuelle Fächerkombinationen gewählt werden. Die Vereinigung der Chemiestudierenden an der ETH (VCS) bietet individuelle Schnuppertage an.

Universität Freiburg

Der Studiengang *Biomedizinische Wissenschaften* ist ein koordiniertes Angebot der Universitäten Freiburg (Bachelor) und Bern (Master Biomedical Sciences). Das Hauptfach zu 120 ECTS wird kombiniert mit einem Minor zu 60 ECTS oder zwei Minors zu 30 ECTS. Biomedizinische Wissenschaften können selber auch als Minor studiert werden. Unterrichtssprachen sind Deutsch, Französisch und teilweise Englisch.

Universität Zürich

Biomedizin wird als Mono-Studienprogramm zu 180 ECTS, als Major zu 150 ECTS oder als Minor zu 30 ECTS angeboten. Biomedizin eignet sich nicht als «Wartejahr» fürs Humanmedizinstudium bei nicht bestandenem Eingangstest. Die Inhalte unterscheiden sich stark von den im Medizinstudium vermittelten Fächern, sodass eine wechselseitige Anrechnung von absolvierten Leistungen nicht vorgesehen ist.



Biomedizinische Technik und Biomedical Engineering (BME) nutzen Verfahren und Methoden aus Technik, Mathematik und Physik, um Probleme aus Biologie und Medizin zu lösen.

MASTERSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN

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

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

In der folgenden Tabelle sind Masterstudiengänge zu finden, die sich nach einem Bachelorstudium in einem naturwissenschaftlichen, medizinischen oder technischen Fach anbieten. Über Details dieser Masterstudiengänge und deren Aufnahmebedingungen gibt die betreffende Hochschule gerne Auskunft

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

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
BIOMEDIZINISCHE WISSENSCHAFTEN UND TECHNOLOGIE/BIOMEDICAL ENGINEERING	
EPF Lausanne: www.epfl.ch/schools/sv	
Life sciences Engineering MSc	Biomedical Engineering (1 von 7 wählbaren Vertiefungsrichtungen)
ETH Zürich: www.master-biomed.ethz.ch ; https://hest.ethz.ch	
Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik, spez. MSc	– Bioelectronics – Bioimaging – Biomechanics – Medical Physics – Molecular Bioengineering
Gesundheitswissenschaften und Technologie MSc	– Bewegungswissenschaften und Sport – Gesundheit, Ernährung und Umwelt – Medizintechnik – Molekulare Gesundheitswissenschaften – Neurowissenschaften
Universität Basel: www.unibas.ch	
Biomedical Engineering MSc	– Biomaterials Science and Nanotechnology – Image-Guided Therapy
Universität Bern: www.bme.master.unibe.ch ; www.medizin.unibe.ch	
Biomedical Engineering MSc	– Biomechanical Systems – Electronic Implants – Image-Guided Therapy
Biomedical Sciences (Biomedizinische Wissenschaften), spez. MSc	
Universität Freiburg: www.unifr.ch/med	
Recherche biomédicale expérimentale/Experimental Biomedical Research, spez. MSc	– Cardiovascular and Metabolic Health – Infection, Inflammation and Cancer – Neuroscience
Universität Genf: www.unige.ch/sciences	
Sciences biomédicales MSc	
Universität Lausanne: www.unil.ch/eb-mb	
Biologie médicale/Medical Biology MSc	– Immunology & cancer – Metabolism & Human health – Neuroscience – Pharmacology

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
Universität Zürich: www.biomedizin.uzh.ch ; www.med.uzh.ch	
Biomedizin/Biomedicine MSc	
Medizinische Biologie (Medical Biology) spez. MSc	
INTERDISZIPLINÄRE NATURWISSENSCHAFTEN	
ETH Zürich: www.chab.ethz.ch	
Interdisziplinäre Naturwissenschaften/Interdisciplinary Sciences MSc	Die Vertiefungsrichtung besteht aus einer frei gewählten Kombination von 2 der folgenden Disziplinen: <ul style="list-style-type: none"> – Biologie – Chemie – Erdwissenschaften – Informatik – Materialwissenschaft – Mathematik – Physik – Umweltnaturwissenschaften
LIFE SCIENCES/BIOTECHNOLOGIE	
EPF Lausanne: www.epfl.ch/education/master/programs/	
Chemical Engineering and Biotechnology/Génie Chimique et Biotechnologie MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Energy – Biotechnology – Materials and food engineering
Life sciences Engineering MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Biomechanical Engineering – Biomedical Engineering – Biophotonics and Bioimaging – Cellular and molecular Engineering – Computational Biology – Nanoscale Bioengineering – Neuroscience and Neuroengineering
ETH Zürich: https://bsse.ethz.ch	
Biotechnologie/Biotechnology, spez. MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Biomolekulare Orientierung – System-Orientierung
Universität Basel: www.biozentrum.unibas.ch ; esbs.unistra.fr	
Biotechnologie MSc (Europäischer Master Biotechnologie)	<ul style="list-style-type: none"> – Biotechnologie synthétique – Biotechnologie et analyse haut débit – Biotechnologie pharmaceutique
NEUROWISSENSCHAFTEN	
EPF Lausanne: www.epfl.ch/education/master/programs/	
Life sciences Engineering MSc	Neuroscience and Neuroengineering (1 von 7 wählbaren Vertiefungsrichtungen)
ETH Zürich: www.hest.ethz.ch ; www.nsc.uzh.ch	
Gesundheitswissenschaften und Technologie MSc	Neurowissenschaften (1 von 5 wählbaren Vertiefungsrichtungen)
Neural Systems and Computation, spez. Joint MSc	
Universität Freiburg: www.unifr.ch/med	
Recherche biomédicale expérimentale/Experimental Biomedical Research, spez. MSc	Neuroscience (1 von 3 wählbaren Vertiefungsrichtungen)
Universität Genf: https://neurocenter-unige.ch	
Neurosciences, spez. MSc	
Universität Lausanne: www.unil.ch/eb-mb	
Biologie médicale/Medical Biology MSc	Neuroscience (1 von 4 wählbaren Vertiefungsrichtungen)
Universität Zürich: www.biologie.uzh.ch ; www.nsc.uzh.ch	
Biology MSc	Neurosciences (1 von 14 wählbaren Vertiefungsrichtungen)
Neural Systems and Computation, spez. Joint MSc	

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN

EPF Lausanne

Zum Studiengang *Chemical Engineering and Biotechnology MSc* (Génie Chimique et Biotechnologie MSc) gehört ein Industriepraktikum oder ein Minorfach (Management, Technology and Entrepreneurship bzw. Science, Technology and Area Studies) im Umfang von 30 ECTS-Punkten. Unterrichtssprache ist Englisch.

Zum Studiengang *Life sciences Engineering MSc* sind Nebenfächer wählbar in den Bereichen Biotechnologie; Biocomputing, Biomedizinische Technologie, Computational Neurosciences u.ä. Integriert ist ein Industriepraktikum zu 8 ECTS. Unterrichtssprache ist Englisch.

ETH Zürich

Das Masterstudium in *Biotechnologie* findet vollständig am Sitz des ETH-Departements Biosystems Science and Engineering BSSE in Basel statt. Alle Studierenden können vor Ort auch vom Ausbildungsangebot der Universität Basel profitieren. Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch.

Mögliche Zusatzausbildungen zum Bachelor-Masterstudiengang *Gesundheitswissenschaften und Technologie* sind je nach Vertiefung ein Lehrdiplom Sport, ein Lehrdiplom Biologie oder ein Didaktikzertifikat Gesundheitswissenschaften. Unterrichtssprache ist Englisch.

Die Vertiefungen (Majors) in den *Interdisziplinären Naturwissenschaften* werden zu Beginn des Masterstudiums, bei der Festlegung des individuellen Studienprogramms gewählt. Jede Vertiefung besteht aus zwei der in der Tabelle aufgeführten Disziplinen. Je nach fachlicher Vorbildung kann die Wahlmöglichkeit eingeschränkt sein oder eine zusätzliche Vorbildung verlangt werden.

Der spezialisierte Joint-Master *Neural Systems and Computation* wird zusammen mit der Universität Zürich angeboten (vgl. nebenstehend).

Universität Basel

Der sechssemestriges trinationale Spezialstudiengang *Biotechnologie* wird

von den Universitäten Strassburg, Basel und Freiburg angeboten und führt zum europäischen Mastergrad. Bewerben kann sich, wer ein mindestens viersemestriges Grundstudium in naturwissenschaftlicher, medizinischer oder technischer Richtung nachweisen kann. Unterrichtssprachen in diesem Studiengang sind Deutsch, Französisch und Englisch.

Universität Bern

Der Masterstudiengang *Biomedical Engineering* lässt sich in vier bis sechs Semestern (u.U. auch in Teilzeit) absolvieren. Er wird in Zusammenarbeit mit der Berner Fachhochschule BFH angeboten und ermöglicht es auch Absolventen einschlägiger Fachhochschul-Bachelorstudiengänge (z.B. Mikro- und Medizintechnik BA), ohne weitere Vorbedingungen ein universitäres Masterprogramm zu belegen und anschliessend zu doktorieren. Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch.

Der Studiengang *Biomedizinische Wissenschaften* wird von den Universitäten Freiburg (für den Bachelor als Zulassungsvoraussetzung) und Bern (für den Master) koordiniert. Unterrichtssprache ist Englisch.

Nur als Nebenfach (Minor zu 30 ECTS) wird *Neurowissenschaft* angeboten. Es ist für Psychologiestudierende konzipiert, steht aber auch Studierenden anderer Fachrichtungen offen.

Universität Freiburg

Für den spezialisierten Masterstudiengang *Recherche biomédicale expérimentale* kann sich bewerben, wer ein Bachelordiplom in Biologie, Biochemie, Biomedizinischen Wissenschaften oder Medizin vorweisen kann. Unterrichtssprache ist vorwiegend Englisch.

Universität Genf

Zum Masterprogramm *Sciences Biomédicales* zugelassen sind Absolventen und Absolventinnen des gleichnamigen Bachelorprogramms der Universität Genf oder eines äquivalenten Studiengangs. Unterrichtssprachen sind Französisch und Englisch.

Der spezialisierte Masterstudiengang *Neuroscience* wird als interdisziplinäres Programm von der Medizinischen, Naturwissenschaftlichen und Psychologischen Fakultät angeboten und richtet sich vorwiegend an Bachelorabsolventen dieser Fachrichtungen. Unterrichtssprachen sind Englisch und Französisch

Universität Lausanne

Es ist möglich, nach *Biologie médicale* die Lehrberechtigung für den Unterricht an der Sekundarstufe II zu erwerben. Unterrichtssprache ist Englisch.

Die Medizinische Fakultät bietet für EPFL-Masterabsolventen in Bio-Ingénierie ein *Passerellenprogramm* zu einem Master in Medizin an. Dies ebnet den Weg in die biomedizinische Forschung.

Universität Zürich

Biomedizin lässt sich auch als Minor oder mit frei wählbarem Nebenfach studieren.

Der biologisch-naturwissenschaftlich ausgerichtete spezialisierte Masterstudiengang *Medizinische Biologie (Medical Biology)* richtet sich ausschliesslich an Absolventen von Medizinstudien und ist nicht zugänglich für Absolventen von Biologie, Biotechnologie u.ä. Studiengängen.

Der spezialisierte Joint-Masterstudiengang *Neuronale Systeme und Informationsverarbeitung* wird zusammen mit der ETH Zürich angeboten (Bewerbung ausschliesslich an der Universität). Die Studierenden stellen mit einem Tutor einen individuellen Studienplan zusammen. Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch. Nur als Nebenfach wird *Neuroinformatik* angeboten.

BACHELORSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
BIOMEDIZINISCHE WISSENSCHAFTEN			
Zürcher Fachhochschule ZFH/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch/de/lsfm			
Biomedizinische Labordiagnostik BSc (ab Herbst 2022)	Wädenswil und Winterthur	Vollzeit	
LIFE SCIENCES/BIOTECHNOLOGIE			
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW: www.fhnw.ch/lifesciences			
Life Sciences BSc	Muttenz	Vollzeit, Teilzeit oder berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> – Bioanalytik und Zellbiologie – Chemie – Chemie- und Bioprozesstechnik – Medizininformatik – Medizintechnik – Pharmatechnologie – Umwelttechnologie
Fachhochschule Westschweiz HES-SO: www.hevs.ch			
Life Technologies BSc	Sitten	Vollzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Analytische Chemie – Biotechnologie – Lebensmitteltechnologie
Zürcher Fachhochschule ZFH/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch/de/lsfm			
Biotechnologie BSc	Wädenswil	Vollzeit, Teilzeit oder als Praxisintegriertes Studium	<ul style="list-style-type: none"> – Bioprozessentwicklung und Bioengineering – Molekular-, Mikro- und Zellbiologie
MEDIZINTECHNIK			
Berner Fachhochschule BFH: www.bfh.ch/ti			
Mikro- und Medizintechnik BSc	Biel	Vollzeit, Teilzeit oder berufsbegleitend	Medizintechnik (1 von 5 Vertiefungsrichtungen)
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW: www.fhnw.ch/lifesciences			
Life Sciences BSc	Muttenz	Vollzeit, Teilzeit oder berufsbegleitend	Medizintechnik (1 von 7 Studienrichtungen)
Fachhochschule Westschweiz HES-SO: www.he-arc.ch			
Microtechniques BSc	Neuenburg	Vollzeit	Microtechnologies et électronique (dédiées à l'ingénierie biomédicale) (1 von 2 Vertiefungen)
Hochschule Luzern HSLU: www.hslu.ch/technik-architektur			
Medizintechnik BSc	Horw	Vollzeit oder Teilzeit	
Zürcher Fachhochschule ZFH/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch/de/engineering			
Systemtechnik BSc	Winterthur	Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend oder als Praxisintegriertes Studium	Medizintechnik (1 von 2 Vertiefungsrichtungen)

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN

Berner Fachhochschule BFH

Im Studiengang *Mikro- und Medizintechnik* müssen aus folgenden fünf Vertiefungen zwei gewählt werden: Medizintechnik, Optik/Photonik, Robotik, Sensorik und Management. Das Studium lässt sich Deutsch oder zweisprachig (D/F) absolvieren.

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Unter *Life Sciences* sind 7 Studienrichtungen aus Natur, Technik, Medizin und Umwelt zusammengefasst. Die Studierenden bearbeiten bereits während des Studiums konkrete Projekte aus Industrie und Wirtschaft, z.B. für diagnostische Methoden oder medizintechnische Produkte.

Fachhochschule Westschweiz HES-SO

Studierende der *Life Technologies* können einen Teil des Studiums in der zweiten Sprache (Deutsch bzw. Französisch) absolvieren und ein zweisprachiges Diplom erlangen. Künftigen Studierenden wird ein Schnuppertag angeboten.

Wer *Microtechnique* studiert, kann sich als eine von zwei Optionen auf das medizintechnisch ausgerichtete Microtechnologie et électronique spezialisieren.

Hochschule Luzern HSLU

Ein Beginn des Studiengangs *Medizintechnik* ist auch im Frühlingssemester (Februar) möglich. Das Studium dauert dann i.d.R. ein Semester länger (bei Vollzeit 7 statt 6 Semester)

Zürcher Hochschule für Angewandte

Wissenschaften ZHAW

Der Studiengang *Biotechnologie* lässt sich auch als Teilzeitstudium mit einer Berufstätigkeit von max. 50 Prozent oder als Praxisintegriertes Studium (Kombination aus Studium und Praxis) absolvieren. Im 5. Semester muss einer von 6 interdisziplinären Minors gewählt werden, auf Wunsch kann ein zweiter belegt werden.

Der Studiengang *Systemtechnik* wird auch im «International Profile» angeboten (mit englischsprachigen Fachmodu-

len, Auslandsaufenthalt usw.) und lässt sich als Praxisintegriertes Studium (Kombination aus Studium und Praxis) absolvieren. Die Vertiefung *Medizintechnik* fokussiert auf bildgebende Verfahren, Biosignale und biomedizinische Systeme.

Ab Herbst 2022 bietet die ZHAW als Schweizer Novum den Studiengang *Biomedizinische Labordiagnostik* an. In diesem Studium sollen die nötigen Kompetenzen vermittelt werden, um zentrale Funktionen im medizinischen Labor, in der biomedizinischen Forschung und Entwicklung oder in der biomedizinischen Diagnostik zu übernehmen. Die Inhalte der Module werden deshalb von zwei ZHAW-Departementen vermittelt: rund 80 Prozent am Departement Life Sciences und Facility Management und 20 Prozent am Departement Gesundheit. Absolvent/innen einer höheren Fachschule HF mit einem Diplom in Biomedizinischer Analytik BMA können das Studium verkürzt in 3 Semestern absolvieren.

MASTERSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

MSc = Master of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
LIFE SCIENCES/BIOTECHNOLOGIE			
Fachhochschule BFH: www.bfh.ch			
Life Sciences MSc	Zollikofen, Bern, Freiburg	Vollzeit oder Teilzeit oder berufsbegleitend	Food, Nutrition and Health (1 von 4 Vertiefungen)
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW: www.fhnw.ch/lifesciences			
Life Sciences MSc	Muttenz	Vollzeit oder Teilzeit oder berufsbegleitend	<ul style="list-style-type: none"> – Bioanalytics – Biomedical Engineering – Chemistry – Environmental Technologies – Pharmatechnology
Fachhochschule Westschweiz HES-SO: www.hes-so.ch ; www.hevs.ch			
Life Sciences MSc	Sitten	Vollzeit oder Teilzeit	Applied Biosciences (1 von 4 Vertiefungen)
Zürcher Fachhochschule/Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch/lisfm			
Life Sciences MSc	Wädenswil	Vollzeit oder Teilzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Applied Computational Life Sciences – Chemistry for the Life Sciences – Food and Beverage Innovation – Pharmaceutical Biotechnology

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
MEDIZINTECHNIK/BIOMEDIZINISCHE TECHNIK			
Berner Fachhochschule BFH: www.ti.bfh.ch/bme-master ; www.bme.master.unibe.ch			
Biomedical Engineering, spez. MSc	Bern	Vollzeit und Teilzeit/berufsbegleitend	– Biomechanical System – Electronic Implants – Image guided Therapy
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW: www.fhnw.ch/lifesciences			
Life Sciences MSc	Muttenz	Vollzeit oder Teilzeit oder berufsbegleitend	Biomedical Engineering (1 von 5 Vertiefungsrichtungen)
Kooperationsmaster Engineering (MSE) der BFH, HSLU, OST, SUPSI und ZHAW: www.msengineering.ch			
Engineering (MSE) MSc	diverse Studienorte	Vollzeit oder Teilzeit	Medical Engineering (1 von schweizweit 14 MSE-Profilen)

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN

Kooperationsmaster Engineering (MSE) Engineering (MSE) ist ein Masterstudiengang mit verschiedenen Profilen in allen Ingenieursdisziplinen, auch in Medical Engineering. Er wird als Kooperationsmaster aller Schweizer Fachhochschulen angeboten. Er richtet sich an Studierende mit einem sehr guten Bachelorabschluss. Die Theorie-Module finden an zentralen Standorten statt, die fachliche Vertiefung im Profil an der gewählten Fachhochschule. Ausnahme: An der FHNW ist Biomedical Engineering eine Vertiefung des Studienganges Life Sciences (vgl. dort). Für dieses Heft nicht relevante Profile werden in der Tabelle nicht aufgeführt.

FH-Kooperation im Bereich Life Sciences
Der Masterstudiengang *Life Sciences* ist ein Kooperationsangebot der Fachhochschulen Bern BFH, Nordwestschweiz FHNW, Westschweiz HES-SO und Zürich ZHAW. Ein Drittel des Unterrichts findet hochschulübergreifend statt, die fachliche Ausbildung erfolgt an der gewählten Hochschule. Unterrichtssprache ist Englisch. Für dieses Heft nicht relevante Vertiefungsrichtungen (z.B. Agrar- und Waldwissenschaften der BFH) werden in der Tabelle nicht aufgeführt.

Berner Fachhochschule BFH
Biomedical Engineering wird in Zusammenarbeit mit der Universität

Bern angeboten und ermöglicht es auch Absolventen und Absolventinnen einschlägiger Fachhochschul-Bachelorstudiengänge (z.B. Mikro- und Medizintechnik), ohne weitere Vorbedingungen ein universitäres Masterprogramm zu belegen und anschließend zu doktorieren. Unterrichtssprache ist in der Regel Englisch.

Fachhochschule

Nordwestschweiz FHNW

Ausgewählte Studierende der *Life Sciences* können durch ein zusätzliches Semester an der Partneruniversität University of Chemistry and Technology Prague einen Double Degree erwerben (zwei Diplome).



Stimmungsbild aus der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, hier in Muttenz, wo Life Sciences studiert werden kann.

BEISPIELE VERWANDTER STUDIENFÄCHER

In den nebenstehend aufgeführten «Perspektiven»-Heften finden Sie weitere Studiengänge an Universitäten oder Fachhochschulen, die sich teilweise mit ähnlichen Themen befassen wie die interdisziplinären Studiengänge der Life Sciences. Informationen dazu finden Sie unter:

www.perspektiven.sdbb.ch.

Mehr zu den entsprechenden Studiengebieten und -richtungen:

www.berufsberatung.ch/studiengebiete.

«PERSPEKTIVEN»-HEFTE

Agrarwissenschaften, Lebensmittelwissenschaften	Mathematik, Rechnergestützte Wissenschaften, Physik
Biologie	Medizin
Chemie, Biochemie	Pharmazeutische Wissenschaften
Elektrotechnik und Informationstechnologie	Psychologie
Maschinenbau, Maschineningenieurwissenschaften	Sport, Bewegung, Gesundheit
Materialwissenschaft, Nanowissenschaften, Mikrotechnik	Umweltwissenschaften
	Veterinärmedizin

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 bzw. einigen Jahren Berufspraxis stehen verschiedene Weiterbildung in der höheren Berufsbildung offen: höhere Fachschulen HF, Berufsprüfungen (BP), höhere Fachprüfungen (HFP).

Informationen und Beratung zu allen Fragen möglicher Aus- und Weiterbildungswege erhalten Sie in den Berufs-, Studien- und Laufbahnberatungstellen (Adressen unter www.adressen.sdbb.ch).

Über berufliche Grundbildungen sowie Weiterbildungen in der höheren Berufsbildung informieren die Berufsinformationfaltblätter und die Heftreihe «Chancen: Weiterbildung und Laufbahn» des SDBB Verlags. Sie sind in den Berufsinformationszentren BIZ ausleihbar oder erhältlich beim SDBB: www.shop.sdbb.ch.

AUSBILDUNGEN

Biomedizinische/r Analytiker/in HF	Laborant/in EFZ
Chemie- und Pharmatechnologe/-login EFZ	Laborant/in HFP
Chemietechnologe/-login HFP	Medizinproduktetechnologe/-login EFZ
Experte/Expertin in biomedizinischer Analytik und Labormanagement HFP	Naturwissenschaftliche/r Labortechniker/in HFP
Experte/Expertin für Zytodiagnostik HFP	Techniker/in HF Systemtechnik (Medizinaltechnik)
Kunststofftechnologe/-login EFZ	

Obenstehend finden Sie einige Beispiele von Ausbildungswegen ausserhalb der Hochschulen, die zu einer Berufstätigkeit im Life-Sciences-Bereich führen können. Mehr zu den einzelnen Berufen und Ausbildungen erfahren Sie unter www.berufsberatung.ch.

KLEINES ABC DES STUDIERENS

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

Weitere Informationen



www.berufsberatung.ch



www.swissuniversities.ch



ANMELDUNG ZUM STUDIUM

Universitäre Hochschulen

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

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

Fachhochschulen

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

ren Sie sich direkt bei den Fachhochschulen.

Pädagogische Hochschulen

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

AUSLÄNDISCHER VORBILDUNGS-AUSWEIS > s. Zulassung zum Bachelor

AUSLANDSEMESTER > s. Mobilität

BACHELOR UND MASTER

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

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

BERUFSBEGLEITENDES STUDIUM

> s. Teilzeitstudium

DARLEHEN

> s. Finanzierung des Studiums

EUROPEAN CREDIT TRANSFER SYSTEM ECTS

> s. Studienleistungen bis zum Abschluss

FINANZIERUNG DES STUDIUMS

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

Gesamtkosten eines Studiums

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

Folgende Posten sollten in einem Budget berücksichtigt werden:

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

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

Zusätzlich für auswärtiges Wohnen:

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

Beitrag der Eltern

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

Stipendien und Darlehen

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

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

HAUPTFACH, NEBENFACH

> s. Struktur des Studiums

HOCHSCHULTYPEN

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

TYPISCH UNIVERSITÄT	TYPISCH FACHHOCHSCHULE
In der Regel Zugang mit der gymnasialen Maturität	In der Regel Zugang mit Berufs- oder Fachmaturität
Wissenschaftlich ausgerichtetes Studium: Grundlagenforschung und Erwerb von Fach- und Methodenkenntnissen	Angewandte Forschung und hoher Praxisbezug, enge Zusammenarbeit mit der Wirtschaft und öffentlichen Institutionen
Meist keine spezifische Berufsausbildung, sondern Erwerb einer allgemeinen Berufsbefähigung auf akademischem Niveau	Oft Ausbildung zu konkreten Berufen inkl. Arbeitserfahrungen (Praktika) in verschiedenen Institutionen
Studium in der Regel gemäss vorgegebenen Richtlinien, individuell organisiert	Mehr oder weniger vorgegebene Studienstruktur mit wenig Wahlmöglichkeiten
Grössere Anonymität, oft grosse Gruppen	Studium im Klassenverband
Oft Möglichkeit, Neben- und Zusatzfächer zu belegen	Studiengänge als Monostudiengänge konzipiert, Wahl von Schwerpunkten möglich
Master als Regelabschluss	Bachelor als Regelabschluss (Ausnahmen: Kunst, Musik, Theater, Psychologie und Unterricht Sekundarstufe)
Lernkontrollen am Semesterende	Lernkontrollen laufend während des Semesters
Studium als Vollzeitstudium konzipiert	Studiengänge oft als Teilzeitstudium oder berufsbegleitend möglich

KREDITPUNKTE

> s. Studienleistungen bis zum Abschluss

MASTER

Übergang Bachelor–Master innerhalb desselben Hochschultyps

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

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

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

Wechsel des Hochschultyps

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

MASTER OF ADVANCED STUDIES (MAS)

sind nicht zu verwechseln mit konsekutiven und spezialisierten Masterstudiengängen. Es handelt sich hierbei um Weiterbildungsmaster, die sich an berufstätige Personen mit Studienabschluss richten (siehe Kapitel «Weiterbildung», Seite 56). Sie werden im Umfang von mindestens 60 ECTS angeboten.



MOBILITÄT

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

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

MAJOR, MINOR, MONOFACH

> s. Struktur des Studiums

PASSERELLE

> s. Zulassung zum Bachelor

STIPENDIEN

> s. Finanzierung des Studiums

STRUKTUR DES STUDIUMS

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

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

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

Ergänzungsfächer bestehen aus weiterführenden Lehrveranstaltungen ausserhalb der gewählten Vertiefung.

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

STUDIENFINANZIERUNG

> s. Finanzierung des Studiums

STUDIENLEISTUNGEN (ECTS) BIS ZUM ABSCHLUSS

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

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

STUDIERN IM AUSLAND

> s. Mobilität

TEILZEITSTUDIUM

(berufsbegleitendes Studium)

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

Universitäten

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

Fachhochschulen

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

Pädagogische Hochschulen

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

Fernhochschulen

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

ZULASSUNG ZUM BACHELOR

Universitäre Hochschulen

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

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

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

Fachhochschulen

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

In den meisten Studiengängen wird man mit einer gymnasialen Maturität aufgenommen, wenn man zusätzlich ein Jahr berufliche Praxis (z.B. ein Berufspraktikum) vorweisen kann.

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

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

Pädagogische Hochschulen

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

Studieninteressierte mit ausländischem Vorbildungsausweis

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

ZULASSUNG ZUM MASTER

> s. Master



PORTRÄTS VON STUDIERENDEN

In den folgenden Porträts und Interviews geben Studierende verschiedener Hochschulen Einblick in ihren Studienalltag. Sie berichten über Highlights und Herausforderungen, Praktika und Zukunftspläne.

SOPHIE DÖSSEGGER UND MIRJAM OPPLIGER

Biomedizinische Wissenschaften, Bachelorstudium, Universität Freiburg

TIMON ALDER

Biotechnologie, Bachelorstudium, ZHAW Wädenswil

MARA BLESS

Interdisziplinäre Naturwissenschaften, biochemisch-physikalische Fachrichtung, Bachelorstudium, ETH Zürich

LENA BRUHIN

Life Sciences Engineering mit Minor in Neuroprosthetics, Masterstudium, EPF Lausanne

SANDRA ZWYSSIG

Biomedical Engineering mit Vertiefung Biomechanical Systems, Masterstudium, Universität Bern

TOM CHRISTEN

Gesundheitswissenschaften und Technologie mit Vertiefung Neurowissenschaften, Masterstudium, ETH Zürich



Sophie Dössegger und Mirjam Oppliger, Biomedizinische Wissenschaften, Bachelorstudium, 3. und 5. Semester, Universität Freiburg

MEDIZINISCHER FORTSCHRITT DANK GRUNDLAGENFORSCHUNG

Mirjam Oppliger (23) studiert Biomedizinische Wissenschaften, weil sie so Medizin und Naturwissenschaften verbinden kann. Ihr Ziel ist es, Therapien für Langzeitkranke zu entwickeln. Sophie Dössegger (21) will mehr über die Komplexität des menschlichen Körpers wissen und könnte sich eine Karriere als Forscherin ebenfalls vorstellen. Sie sind sich einig, dass das anspruchsvolle Studium Motivation, Ehrgeiz und Durchhaltevermögen verlangt.

Was ist Biomedizin?

Mirjam Oppliger: Biomedizin ist vereinfacht gesagt Medizin ohne Patienten. Zusätzlich zu einem breiten Wis-

sen in Physiologie und Pathophysiologie erlernen wir die biochemischen Prozesse dahinter. Zusammen mit den Methoden der Zellbiologie und Moleku-

larbiologie bildet das Studium eine gute Basis, um menschliche Erkrankungen zu erforschen und neue Therapien, Diagnostikverfahren oder präventive Massnahmen zu entwickeln.

Sophie Dössegger: Das Studium ist stark ans Medizinstudium gekoppelt. Viele Vorlesungen besuchen wir gemeinsam mit den Mediziner:innen. In der Anatomie lernen wir, wie unser Körper aufgebaut ist, in der Physiologie liegt der Fokus auf der Regulierung der verschiedenen Systeme, in der Histologie schauen wir uns die verschiedenen Zelltypen der menschlichen Gewebe an usw. Wir haben aber zusätzlich noch Biologie-, Chemie-, Mathematik-, Physik- und Biochemievorlesungen und dazu passende Praktika.

Wieso haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

Mirjam: Ich hatte mein Medizinstudium abgebrochen, wollte mich aber nicht komplett von der Medizin trennen. Dann begann ich nach Alternativen zu suchen. Life Sciences, Biochemie, Mikro- oder Medizintechnik waren mir etwas zu technisch. Biomedizin verknüpft meine Hauptinteressen: Ich möchte Forschung betreiben, die einen direkten Nutzen für Patienten darstellt.

Sophie: Mich fasziniert die Komplexität des menschlichen Körpers. Wie funktioniert unser Hirn? Wieso empfindet man Schmerzen? Was unterscheidet eine Herzmuskelzelle von einer Hautzelle und wie werden Körperfunktionen reguliert? Wie Mirjam wollte ich, trotz einer Pflegefachfrau und einer Medizinstudentin in der Familie, nicht Ärztin werden, aber die Forschung reizt mich. Meine Studienalternative war Biochemie.

In welchem Schulfach waren Sie besonders gut? Wo lagen Ihre Schwächen?

Mirjam: In der Schule hatte ich eigentlich nie Probleme. Besonders fasziniert haben mich die Praktika in den Naturwissenschaften. Meine Schwächen lagen und liegen eher darin, mich motivieren zu können, wenn mich etwas nicht besonders interessiert.

Sophie: Auch ich kam recht einfach

durchs Gymnasium. Besonders gut war ich in Biologie, Chemie und Physik. Da ich zweisprachig aufgewachsen bin, fielen mir auch Sprachen leicht. Im Zwischenjahr habe ich zudem einen Sprachaufenthalt in England gemacht.

Was sollte man für dieses Studium mitbringen?

Sophie: Man braucht Durchhaltevermögen, Motivation und Ehrgeiz. Das erste Jahr beinhaltet viel Chemie, Mathematik, Biologie und Physik, welche eine unentbehrliche Basis für das wirklich Interessante im zweiten und dritten Jahr bilden, aber häufig nicht sehr beliebt sind. Neugierde für die Funktion und Dysfunktion des menschlichen Körpers sind unerlässlich. Zudem sind gute Französisch- und Englischkenntnisse gefragt. Es ist kein Studium, das man locker und ohne viel Einsatz bewältigen kann.

Welche Erwartungen hatten Sie vor Studienbeginn an dieses Fach?

Mirjam: Ich erwartete interessante Einblicke in den menschlichen Körper, eine Vertiefung und Erweiterung meines Wissens. Zu Studienbeginn hatte ich das Gefühl, viel über den menschlichen Körper und die Medizin zu wissen. Nach zwei Jahren Studium habe ich gemerkt, dass ich nichts wusste und auch jetzt nur oberflächliche Informationen über einen Teil des menschlichen Organismus besitze. Das motiviert mich ungemein. Ich sehe die unendlichen Möglichkeiten und Informationslücken, die noch immer bestehen.

Was hat Sie bisher besonders beeindruckt?

Mirjam: Die Anatomiedemonstrationen. Ich realisierte, wie privilegiert wir sind, am Mensch und nicht nur am Modell lernen zu dürfen. Dies hat mir bestätigt, dass die Forschung das Richtige für mich ist. Ich möchte mein Wissen zum Wohl der Gesellschaft einsetzen und die Menschen ehren, die ihren Körper der Wissenschaft gespendet haben.

Sophie: Die Praktika. Sie sind zwar anstrengend und man muss viel leis-

ten, doch sie bringen auch viel. Daneben fand ich von Studierenden organisierte Veranstaltungen hilfreich, an denen Ehemalige erzählten, wie sie den Einstieg in den Beruf geschafft haben.

Corona: Probleme oder Chancen?

Mirjam: Durch den fast kompletten Ausfall des Biochemiepraktikums und der Demonstrationen an Organpräparaten fehlt uns wichtige Übung im Umgang mit Laborgeräten und -techniken. Ein Vorteil von Corona ist, dass alle Vorlesungen in Videoformat zur Verfügung gestellt werden. Man kann zurückspulen, wenn man etwas nicht verstanden hat und seine Studienzzeit flexibler einteilen.

Sophie: Ich brauchte eine Weile, bis ich mich an die neue Studienorganisation gewöhnt hatte. Der soziale Kontakt zu anderen Studierenden fehlt mir. Online-Vorlesungen bieten aber mehr Freiheiten.

Haben Sie es schon einmal bereut, dieses Studienfach gewählt zu haben?

Mirjam: Man bekommt sehr viele Informationen in kurzer Zeit und sollte alles bereits zum nächsten Kurs repetiert und verstanden haben. Die Zeit bis zu den Prüfungen ist knapp und der Druck hoch. Natürlich habe ich mich da schon gefragt, wieso ich mir das antue. Doch wenn die Prüfungen dann vorbei sind und man im nächsten Semester merkt, dass doch so einiges hängen geblieben ist und logisch verknüpft werden kann, motiviert das sehr. Dann packt mich jeweils der Wissensdurst. In Momenten des Zweifels versuche ich, mich mit der Vorfreude auf dieses Gefühl nach den Prüfungen zu motivieren.

Sophie: Ich habe es noch nie bereut, auch wenn ich mich ab und zu ein bisschen pushen muss, weil es so anstrengend ist.

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

Mirjam: Mein Ziel ist es, pro Tag sieben bis acht Stunden produktiv zu sein – in Lehrveranstaltungen und beim

Selbststudium. Ich versuche, mir realistische Ziele zu setzen, damit ich bis zum Semesterende keinen zu grossen Rückstand bekomme.

Sophie: Sicher fünf bis sieben Stunden pro Tag habe ich Vorlesungen oder Laborarbeit an der Uni, dazu kommen ein bis drei Stunden eigenständige Vor- oder Nachbereitung. Ich musste lernen, genügend Pausen zu machen und das Hirn abzuschalten.

Interdisziplinarität: Vor- oder Nachteil?

Mirjam: Ich sehe die Interdisziplinarität als Chance. Wir haben die Möglichkeit, die Klinik mit der Forschung zu verknüpfen. Wir wissen zwar nicht alles, was eine Ärztin oder ein Molekularbiologe weiss, aber wir wissen genug, um die Zusammenarbeit dieser wichtigen Branchen zu ermöglichen. Trotzdem betrachten uns manche als gescheiterte Medizinstudierende, und die Gesellschaft weiss auch noch nicht so genau, was Biomedizin eigentlich ist. Das ändert sich hoffentlich langsam.

Sophie: Wir haben den Überblick, der den einzelnen Fachspezialistinnen und -spezialisten fehlen kann. Wir bringen Komplementarität und ermöglichen Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Richtungen. Das ist definitiv ein Vorteil.

Womit beschäftigen Sie sich im Moment?

Mirjam: Ich bereite mich in verschiedenen Labors auf meine Bachelorarbeit vor. In der Biomedizin ist die Bachelorarbeit an ein Forschungsprojekt gebunden. Wir schliessen uns einer Forschungsgruppe an, erlernen die Methoden und Techniken, führen unsere eigenen Experimente durch und verfassen am Ende eine Arbeit dazu. In meiner Arbeit werde ich die Mechanismen von Bortezomib, einer Krebstherapie unter anderem gegen Prostatakrebs, weiter untersuchen, da der Wirkmechanismus noch nicht vollständig klar ist.

Sophie: Ich lerne momentan für die Semesterprüfungen, freue mich aber schon darauf, im nächsten Jahr an einem Forschungsprojekt teilzunehmen.

Wie erleben Sie die Studienatmosphäre?

Sophie: Im ersten Jahr studierte ich neben 110 weiteren Studierenden. Darunter waren viele, die den Numerus clausus für die Medizin nicht geschafft hatten und «abwarten» wollten. Im nächsten Jahr waren wir noch 35. Jetzt kennen wir uns alle und lernen gemeinsam. Auch der Kontakt zu Dozierenden und Assistierenden ist gut.

Mirjam: Ja, die Studierendenzahlen reduzieren sich massiv im Verlaufe der Studienjahre. Viele wechseln in einen anderen Studiengang oder wiederholen das erste Jahr. Im dritten Jahr fühlt man sich wie in einer Schulklasse, und der Austausch von Notizen, Zusammenfassungen und Informationen ist sehr gross. Die Vorlesungen werden immer spezifischer auf die Biomedizin zugeschnitten, der Unterricht wird interaktiver und die Dozierenden sind immer mehr an unseren Beiträgen interessiert. Man ist nicht mehr einfach eine Studentin unter vielen.

Haben Sie neben dem Studium Zeit für Freunde und Hobbys?

Mirjam: Durch den variablen Stundenplan, welcher zum Teil auch noch kurzfristig geändert wird, muss man flexibel sein. Ich arbeite 30 Prozent Teilzeit neben meinem Studium. Es ist stressig und man muss gut vorausplanen, aber es ist möglich. Ich habe mich allerdings entschieden, nächstes Semester nicht zu arbeiten, um mich auf das Studium zu fokussieren und trotzdem noch etwas Freizeit zu haben. Es ist wichtig, dass man sein Engagement von Zeit zu Zeit überdenkt, damit nicht plötzlich ein Teil des Lebens vernachlässigt wird.

Sophie: Das Studium ist stressig und zeitraubend. Zeit für meine Familie und Freunde ist mir aber sehr wichtig. An den Wochenenden arbeite ich einen Morgen lang in einer Bäckerei. Das ist eine befriedigende Abwechslung zum Lernen. Daneben nutze ich so oft wie möglich das Sportangebot der Uni oder gehe spazieren.

Wie sehen Ihre Pläne für die nächsten Jahre aus?

Mirjam: Ich würde gerne einen Master

in Biomedical Engineering in Bern anhängen und später in der Forschung arbeiten. Ich bin Diabetikerin und mein Alltag hat sich dank Insulinpumpe und Blutzuckersensoren sehr vereinfacht. Mein Ziel wäre, an der Forschung von neuen oder optimierten Hilfsmitteln beteiligt zu sein, die den Alltag von Langzeiterkrankten erleichtern können.

Wie schätzen Sie Ihre persönlichen Chancen auf dem Arbeitsmarkt ein?

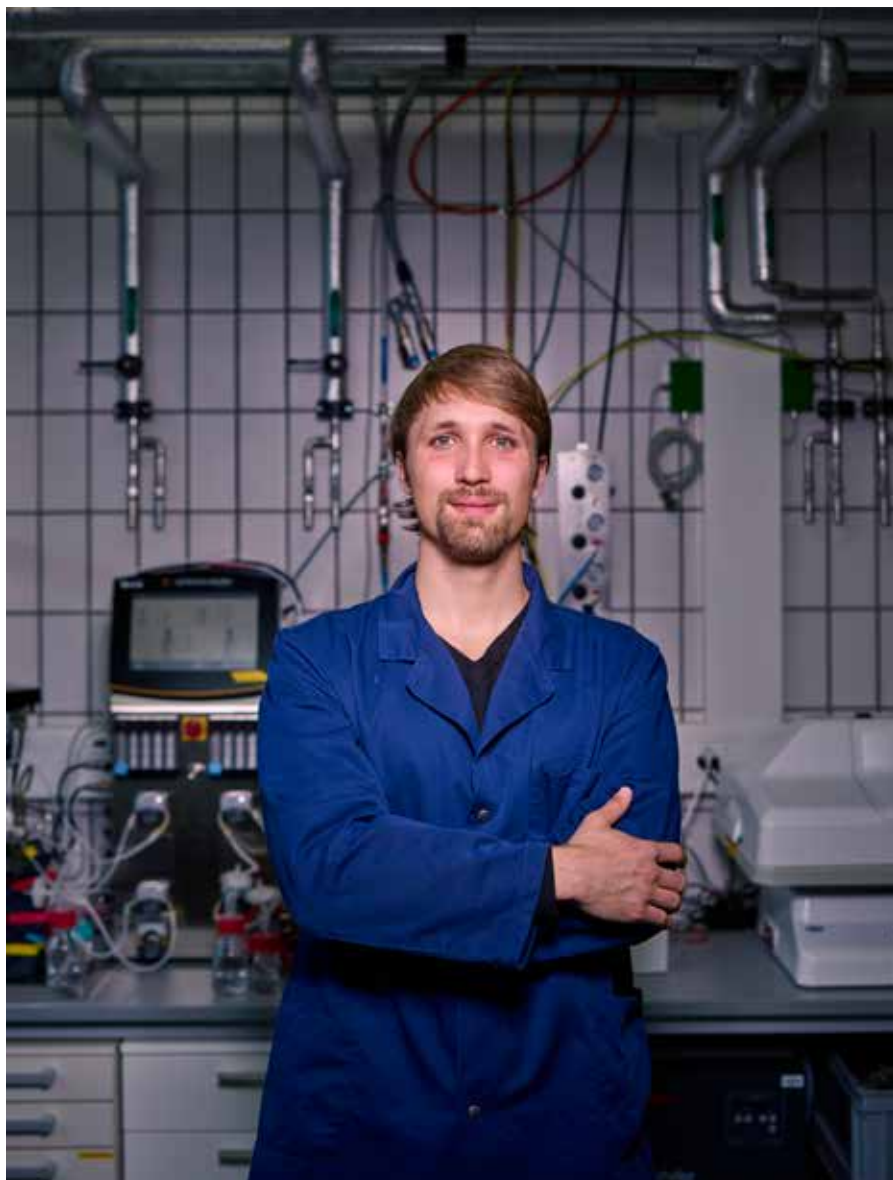
Mirjam: Die Forschung in Bezug auf menschliche Erkrankungen ist vielfältig, Biomedizin wird dabei immer öfters erwähnt. Daher sehe ich gute Chancen für mich.

Sophie: Zurzeit ist das noch schwierig abzuschätzen. Ich denke aber, dass meine Zweisprachigkeit, meine guten Englischkenntnisse und mein Engagement von Vorteil sein können.

Wie wird sich der Studiengang in den nächsten Jahren entwickeln?

Mirjam: Unser Studiengang ist noch immer recht neu und ständig im Wandel, die Studierenden haben die Möglichkeit, ihre Ideen und Kritik anzubringen und Anpassungen zu erwirken. Das hier erarbeitete fundierte und breit gefächerte Wissen ist eine solide Basis für Forschung und Fortschritt.

Sophie: Gerade Corona hat gezeigt, dass es neben Ärzteschaft, Spitalpersonal und Politikern auch Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen braucht, die z.B. Krankheiten erforschen und Impfstoffe suchen, um eine Pandemie in den Griff zu bekommen. Deshalb denke ich, dass die Biomedizin immer wichtiger werden wird.



Timon Alder, Biotechnologie, Bachelorstudium, 3. Semester, ZHAW Wädenswil

DIE PERFEKTE VERBINDUNG ZWISCHEN NATUR UND TECHNIK

Timon Alder (28) sammelte einige Jahre als Elektroniker Berufserfahrung. Eine Rucksackreise quer durch Südamerika konfrontierte ihn mit den dringlichsten Problemen der Zeit: Nahrung, Energie, Krankheiten, Umwelt und Klima. Er holte die Berufsmaturität nach und entschied sich für ein Studium der Biotechnologie. Von ihr erhofft er sich neuartige Lösungen und eine sinnstiftende Tätigkeit.

Wieso haben Sie sich für Ihr Studienfach entschieden?

Als gelernter Elektroniker war ich bereits einige Jahre im Aussendienst und als Service-Techniker in der In-

dustrie tätig und durfte da wertvolle Erfahrungen sammeln. Eine viermonatige Rucksackreise quer durch Südamerika zeigte mir dann unmittelbar auf, dass die Menschheit vor immen-

sen Problemen steht. Wie können wir die bald acht Milliarden Menschen mit Nahrung und Energie versorgen, Krankheiten bekämpfen oder ökologisch nachhaltig wirtschaften?

Nun kann eine einzelne Person zwar nicht die Welt retten, jedoch halte ich es für wichtig, sein Potenzial zu entfalten. Ich hatte das Gefühl, dass mir ein Studium in einem Bereich, der mir am Herzen liegt, dabei helfen wird. Und so meldete ich mich direkt nach meiner Reise für die Berufsmaturität für Erwachsene (BM2) an. Mit dem Bachelor in Biotechnologie als kurzfristiges und einer sinnstiftenden Tätigkeit als langfristiges Ziel bereitet mir das tägliche Lernen nach wie vor viel Freude.

Was fasziniert Sie an der Biotechnologie?

Die Biotechnologie stellt für mich die perfekte Verbindung zwischen Technik und Natur dar. Zudem bietet sie Antworten auf die dringlichsten Fragen unserer Zeit. Biotechnologische Verfahren nutzen die kleinste lebende Einheit, die Zelle, um revolutionäre Pharmazeutika und Nahrungsmittel herzustellen, Abwässer zu reinigen, Biogas zu erzeugen oder um in der Landwirtschaft chemische durch natürliche Pflanzenschutzmittel zu ersetzen. Von den biochemischen Vorgängen in pro- und eukaryontischen Zellen bis hin zu verfahrenstechnischen Prozessen und deren Apparaturen begeistert mich die Biotechnologie immer wieder aufs Neue.

In welchem Schulfach waren Sie besonders gut?

Während der BM2 entdeckte ich mein Flair für Mathematik, Physik und Chemie. Es hat sich gelohnt, in diesen Fächern vorgängig etwas mehr Zeit zu investieren, weil im Studium ein sehr schneller Takt vorgegeben wird. Etwas überrascht haben mich Anfang Studium die Fächer Biologie und Mikrobiologie, wo einiges an Vorwissen vorausgesetzt wird. Letztendlich gleicht sich die unterschiedliche Vorbildung der Studierenden in den ersten beiden Semestern jedoch schnell aus. Wer beispielsweise bereits die physikalischen Grundlagen beherrscht, aber noch nie

etwas von Nukleinsäuren gehört hat, muss sich seine Wissenslücken einfach selbstständig füllen.

Welche Erwartungen hatten Sie vor Studienbeginn an dieses Fach?

Meine Erwartungen an ein Studium waren zu Beginn wohl etwas blauäugig. In der BM2 musste innerhalb kürzester Zeit ein grosser Umfang an Wissen aufgenommen und verarbeitet werden. Ich dachte, im Studium hätte ich dann richtig Zeit, um mich im Detail mit Fragestellungen zu beschäftigen. Dem ist leider nicht so.

Tatsächlich nimmt der Zug im Bachelorstudium erst richtig Fahrt auf und es wird immer wichtiger, seine Zeit effizient einzusetzen. Ich musste auch lernen, all die faszinierenden Details der Vorlesungen zu filtern. Diese Einsicht war für mich anfangs schwierig, startete ich doch mit dem Anspruch, sämtliche Inhalte bis ins Letzte verstehen zu wollen. Viel wichtiger scheint mir heute, dass Zusammenhänge verstanden werden, und dies gelingt mir meist erst im Selbststudium mit Fachliteratur.

Was war bis jetzt speziell interessant und motivierend?

Im dritten Semester ging es jetzt richtig los mit Biotechnologie-relevanten Praktika. Wir liessen z.B. aus einem Pflanzenblatt einen Kallus wachsen, d.h. einen kleinen Haufen von Zellen, die sich nach einer Verletzung bilden. Diese Zellen überführten wir in eine Suspensionskultur, eine Zellvermehrungsmethode in einem flüssigen Nährmedium, um später im grossen Massstab in einem Bioreaktor einen Wirkstoff herzustellen. Wir erlernen nicht nur die biologischen Grundlagen, wie es zum Wachstum dieses undifferenzierten Zellkomplexes kommt, sondern eignen uns auch verfahrenstechnische Kompetenzen an, um den Prozess im industriellen Massstab umzusetzen. Diese Interdisziplinarität ist herausfordernd, jedoch auch unglaublich spannend.

Weitere Praktika in der Zellkulturtechnik erlaubten uns, tierische Zellen in ihren verschiedenen Zellzyklus-Phasen zu beeinflussen und zu beobachten. Zellen wurden auf ihre Vitalität geprüft, DNA wurde angefärbt,

Apoptose (programmierter Zelltod) herbeigeführt und beobachtet, wie das Membranpotenzial der Mitochondrien (Kraftwerk der Zelle) abnahm. Zudem lernten wir die ersten grundlegenden Protein-Analyse-Methoden kennen und analysierten Proben auf ihren Gehalt an spezifischen Antikörpern. Es ist beeindruckend, wie viel Basiswissen aus den ersten Semestern nun richtig erlebt werden kann, und ich freue mich sehr auf die weiteren Semester, welche noch praxisnaher werden dürften.

Welche beruflichen und privaten Ziele würden Sie gerne umsetzen?

Beruflich kann ich mir gut vorstellen, wieder eine Stelle mit Aussendienst-Aktivität zu besetzen. Es hat mir bereits als Elektroniker grosse Freude bereitet, Kunden und Kundinnen bei ihren Herausforderungen auch vor Ort zur Seite zu stehen. Ich hoffe, mit dem Bachelorstudium in Biotechnologie eine solide Grundlage zu schaffen, um eine solche Funktion übernehmen zu können. Falls ich merke, dass mir noch etwas Fachkompetenz zur Erreichung meiner Ziele fehlt, kann ich mir auch gut vorstellen, einen Master zu absolvieren. Weiter schliesse ich es nicht aus, später einmal an einer Hochschule zu unterrichten und Studierenden bei der Entfaltung ihres Potenzials zu helfen. Auf jeden Fall möchte ich mir im Laufe meines Lebens einen gewissen Expertenstatus auf einem Gebiet erarbeiten, um meinen Teil zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft beizutragen.



Im Labor Basiswissen aus den ersten Semestern erleben (im Bild ein Kallus): «Im dritten Semester ging es jetzt richtig los mit Biotechnologie-relevanten Praktika», sagt Timon Alder.

Interview
Christina Ochsner



Mara Bless, Interdisziplinäre Naturwissenschaften, biochemisch-physikalische Fachrichtung, Bachelorstudium, 5. Semester, ETH Zürich

ERKENNTNISSE AUS VERSCHIEDENEN BLICKWINKELN

Mara Bless (20) liebt Biologie und Chemie und ist fasziniert davon, welche Prozesse im menschlichen Körper ablaufen. Was macht Lebewesen unterschiedlich? Weshalb entstehen Krankheiten? Wie kann man sie behandeln? Nach einem Pflegepraktikum entschied sie sich gegen eine Zukunft als Ärztin und liess sich an der ETH beraten. Heute studiert sie Interdisziplinäre Naturwissenschaften und sieht hier all ihre Interessen vereint.

Können Sie Ihr Studienfach kurz vorstellen?

In meinem Studium untersuche ich die chemischen und biologischen Vorgänge

auf molekularer Ebene – in der Natur und speziell im menschlichen Körper. Was interagiert womit und weshalb? Was unterscheidet Menschen vonein-

ander, weshalb treten Krankheiten auf und wie kann man sie mithilfe von Chemie und Biologie behandeln? Um diese Prozesse zu modellieren, brauche ich zusätzlich Informatikkenntnisse. Wie der Name schon sagt, ist das Studium sehr interdisziplinär. Ich betrachte Dinge aus verschiedenen Blickwinkeln, kombiniere die Erkenntnisse und bekomme so ein grösseres, genaueres Bild.

Was sollte man für dieses Studium mitbringen?

Es braucht neben soliden naturwissenschaftlichen Kenntnissen vor allem Neugierde und ein grosses Interesse an den Studienthemen, sonst wird es hart, so viel Aufwand ins Studieren zu stecken. Zudem braucht es viel Selbstdisziplin, Selbstständigkeit und Offenheit; man muss ab dem zweiten Jahr seinen Stundenplan selbst zusammenstellen und besucht die Vorlesungen meist mit Studierenden anderer Fächer.

Was war bis jetzt speziell interessant und motivierend?

Besonders gefallen hat mir mein zweites Praktikum in der Anorganischen Chemie. Da musste ich Experimente planen, Informationen recherchieren, Abläufe erstellen, Produkte untersuchen und Ergebnisse dokumentieren. Durch das selbstständige Arbeiten habe ich mehr vom Thema verstanden, als wenn wir es in einer Vorlesung behandelt hätten.

Weitere spannende Veranstaltungen waren ein Online-Blockkurs zu RNA-Biologie, die Vorlesungen Anorganische Chemie I im dritten und Nucleic Acids and Carbohydrates im fünften Semester.

Was haben Sie als schwierig erlebt?

Wir haben zwar einerseits eine grosse Wahlfreiheit bei den Fächern und können ein paar auch abwählen, andererseits sind einige dann doch obligatorisch. Es fällt mir immer schwerer, für diese obligatorischen Fächer motiviert zu lernen. Denn es sind meist nicht die, die mich auch wirklich interessieren. Ausserdem habe ich wegen der

langen Lern- und Prüfungsphase den vergangenen Sommer verpasst. Der fehlt mir jetzt.

Wie erleben Sie die Studienatmosphäre?

Das Studium ist anstrengend und zeitaufwendig. Aber die Atmosphäre zwischen Studierenden und Assistierenden ist sehr offen, man kann sich bei Fragen ungeniert melden. Zudem bietet die ETH auch Orte, wo sich die Studierenden nach einem langen Lerntag gemütlich zusammensetzen und entspannen können.

Wie sieht Ihr regulärer Studienalltag aus?

Vor der Epidemie verbrachte ich während des Semesters die Morgenstunden in den Vorlesungssälen am Hönggerberg. In den Pausen tauschte ich mich mit Mitstudierenden aus: über

«Interdisziplinarität wird weiterhin wichtig sein: Je vielseitiger der Mensch und seine Umwelt erforscht werden, desto mehr Wissen haben wir zur Verfügung, um auf auftretende Probleme reagieren zu können.»

das eben Gehörte, eine Aufgabe, die wir nicht lösen konnten, oder über Privates. Am Nachmittag war ich meistens im Labor, führte chemische Reaktionen durch und hielt das Ganze in einem Laborjournal fest. Gegen 18 Uhr ging ich nach Hause, löste eine Aufgabenserie oder arbeitete an einem Bericht, den ich dann am Wochenende vervollständigte.

Und in Zeiten von Corona-Massnahmen?

Zurzeit werden die Vorlesungen nur online gehalten und das Labor findet nur begrenzt statt. Das hat auch Vorteile, z.B. dass die Vorlesungen aufgezeichnet werden. Bis anhin mussten wir uns bei Überschneidungen im Stundenplan immer für ein Fach entscheiden, nun können wir uns die Vorlesung aus dem zweiten einfach später an-

schauen. Dadurch ist mein Alltag etwas flexibler geworden, ich kann länger schlafen und schalte dann von zu Hause aus meinen Zoom ein.

Manchmal arbeite ich in einem Café, um ein besseres Arbeitsklima zu erreichen, oder ich häufe mehrere Vorlesungen zu einem Fach an, um mehr in den «Flow» zu kommen. Der grosse Nachteil ist der fehlende soziale Kontakt.

Was ist Ihnen in den Lernphasen wichtig?

Eine regelmässige Tagesstruktur. Dafür stehe ich jeden Tag früh auf, nehme mir mein Müesli mit und suche mir an der ETH einen Lernplatz, am liebsten an einem Tisch neben Studierenden meiner Fachrichtung. Dort lerne ich konsequent bis in den Abend, schreibe Zusammenfassungen, löse Übungen und wage mich dann an die Prüfungen. Meist muss ich um 18 Uhr ins Training rennen, aber dadurch kann sich mein Gehirn von dem ganzen Informationsfluss etwas erholen.

Was findet neben Ihrem Studium noch Platz?

Ich betreibe Rudern als Leistungssport und konnte sogar schon an den Studenten-Europameisterschaften teilnehmen. Zudem besuche und leite ich als Präsidentin unserer Studierendenvereinigung viele hochschulpolitische Sitzungen. In meiner Freizeit unternehme ich gerne etwas mit Freunden oder besuche meine Eltern. Ich mag Ausflüge in die Berge, gemütliche Abendessen, Theater und Museen. Mir ist ein Ausgleich neben dem stressigen Studienalltag sehr wichtig.

Womit beschäftigen Sie sich zurzeit besonders?

Momentan bereite ich meinen Auslandsaufenthalt vor. Ich werde in ein paar Monaten nach Schweden gehen, um dort eine kleine Forschungsarbeit zum Thema Amyloid-Formation bei Alzheimer zu schreiben, die dann zu meinen Praktikumscredits im Bachelor zählt.

Konnten Sie Ihr Wissen schon berufspraktisch umsetzen?

Ich erteile als Assistentin Übungs-

stunden an der ETH und kann hier meine Kenntnisse an Studierende tieferer Semester weitergeben.

Welche Pläne haben Sie für die nächsten Jahre?

Momentan könnte ich mir vorstellen, in die Forschung zu gehen. Mit einem ETH-Masterabschluss bin ich dafür sicher gut ausgestattet.

Welche Trends und Ziele sehen Sie in Ihrem Gebiet?

Aktuelle Themen sind z.B. personalisierte Medizin, Sequenzierung von Genomen, Fragen zur Vererbung und die Rolle der RNA. Die Chemie wird eine grosse Rolle spielen im Kampf gegen die Klimaerwärmung: Nachhaltige Werkstoffe, Recycling, Generierung von erneuerbaren Energien sind hier Stichworte. Interdisziplinarität wird weiterhin wichtig sein: Je besser und vielseitiger der Mensch und seine Umwelt erforscht werden, desto mehr Wissen haben wir zur Verfügung, um auf auftretende Probleme reagieren zu können.

Interview
Christina Ochsner



Lena Bruhin, Life Sciences Engineering mit Minor in Neuroprosthetics, Masterstudium, 4. Semester, EPF Lausanne

LEBENSQUALITÄT DURCH INNOVATIVE TECHNOLOGIEN

Lena Bruhin (24) ist nicht nur von der EPF Lausanne als Hochschule begeistert, sondern auch von ihrem Studienfach Life Sciences Engineering. Die interdisziplinäre Mischung aus Technik, Medizin und Naturwissenschaften umfasst alles, was sie fasziniert. Ihr grosses Ziel: mit innovativen Neuroprothesen die Lebensqualität von Menschen erhöhen, die Körperteile oder -funktionen verloren haben.

Was ist Life Sciences Engineering?

In diesem Fachgebiet geht es darum, die neuesten Technologien und Methoden so anzuwenden, dass man die Lebensqualität des Menschen verbessern

kann. Beispiele sind neue Krebstherapien, die Entwicklung neuer Medikamente und Impfungen, aber auch Prothesen, die das Fühlvermögen wieder herstellen, oder Computerspiele, die

bei der Rehabilitation helfen. Dazu muss man einerseits den menschlichen Körper sehr gut kennen und seine Funktionen verstehen, andererseits aber auch über die neuesten Technologien Bescheid wissen und über alles, was sich an der Schnittstelle dieser beiden Bereiche befindet.

Weshalb haben Sie sich für dieses Studienfach entschieden?

Der menschliche Körper hat mich einerseits schon immer fasziniert, ich wollte aber auf keinen Fall Medizin studieren. Andererseits war ich in der Schule sehr gut in Mathematik und mag Technik. Drum sind die Life Sciences genau das Richtige: Biologie und Physiologie kombiniert mit Mathematik, Physik und Informatik.

Und warum studieren Sie an der EPFL?

In der Deutschschweiz fand ich zwar ähnliche Studiengänge (z.B. Gesundheitswissenschaften), aber sie waren mir zu wenig technisch. Und ich wollte gerne einen universitären Ingenieurtitel. Ich habe mir auch die ETH angeschaut, fühlte mich aber in Lausanne viel willkommener und wohler. Der Campus ist toll, die Atmosphäre und die Lage sind wunderbar. Es ist wie eine kleine Stadt, in der alle das Ziel haben, innovativ zu sein. Zudem wollte ich gerne mein Französisch verbessern. Bereut habe ich meinen Entscheid noch nie.

Welche Erwartungen hatten Sie vor Studienbeginn an dieses Fach?

Ich wünschte mir ein sehr interdisziplinäres Studium, das mir erlaubt, in viele Bereiche einen Einblick zu erlangen, um so am Ende genau das zu finden, was mir entspricht. Und so war es dann auch. Nach intensiven Laborprojekten spezialisiere ich mich jetzt Richtung Robotik, Informatik und Prothesen.

Gibt es etwas, was Sie besonders fasziniert und in Ihrem Studienentscheid bestätigt hat?

Meine Mutter ist Physiotherapeutin und behandelt amputierte Patienten.

Vor zwei Jahren durfte ich sie zu einem Patienten begleiten, der seinen Arm verloren hatte und eine Prothese mit einer Roboterhand bekam. Diese Roboterhand konnte er schliessen oder öffnen, indem er verschiedene Muskeln in seinem Arm anspannte. Innerhalb einer Stunde hatte der Patient gelernt, wie er mit seiner Prothese umgehen muss. Das hat mich extrem beeindruckt und motiviert, mich in diesem Bereich zu vertiefen.

Haben Sie es schon einmal bereut, dieses Studienfach gewählt zu haben?

Nein. Am Anfang hatte ich zwar Mühe mit all den mathematischen und physikalischen Fächern, aber spätestens ab dem zweiten Jahr weiss man, wofür man schuftet. Meine Motivation war immer, mit jedem Stück Wissen etwas anderes zu begreifen. So half mir z.B. die Physik des ersten Jahres dabei, die Funktionsweise einer Hirnzelle zu verstehen, oder die Mathematik, den Tag-Nacht-Rhythmus von Fliegen zu modellieren.

Die Interdisziplinarität ist eine Herausforderung. Auch eine Chance?

Auf jeden Fall. Wenn ich meine Fähigkeiten mit Studierenden von spezialisierteren Studiengängen vergleiche, sehe ich, dass ich mich viel schneller in ein Thema einarbeiten und die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Bereichen sehr rasch erkennen kann.

Wie sieht Ihr Studienalltag aus?

Oft beginnt der Tag um 8 Uhr mit Unterricht oder Übungen und endet erst abends um 19 Uhr. Dazwischen gibt es aber immer wieder freie Stunden. In den ersten Jahren ist der Alltag geprägt von Übungen und Vorlesungen über Mathematik und Physik. Dazu gibt es kleinere oder grössere Projektarbeiten in Gruppen und ab dem zweiten Jahr auch Laborarbeiten. Es ist also schon früh ein «Hands-on-Studium».

In normalen Zeiten habe ich die meisten Tage auf dem Campus verbracht. Das Sportzentrum und der See sind

nahe, und so kann man gut Pausen machen. Daneben gibts nicht nur eine Migros, sondern auch verschiedene Restaurants, Cafés und Foodtrucks, also alles, was man benötigt. Und am Ende eines langen Tages kann man sich in der Campusbar entspannen.

Was findet neben Ihrem Studium noch Platz?

Im ersten Semester bestand mein Leben fast nur aus Studium. Ich habe aber schnell gelernt, dass ich viel besser funktioniere, wenn ich mir nebenbei noch Dinge gönne wie z.B. Jogging, Pilates, Yoga oder Bouldern. Mindestens einmal im Monat besuche ich meine Familie. Ab und zu arbeite ich neben dem Studium. Sich aber den ganzen Lebensunterhalt neben dem Studium zu verdienen, ist fast unmöglich, denn der Studienaufwand ist gross.

Welche Schwierigkeiten ergaben sich durch Corona?

Ich fand es sehr schwierig, dass sich das Studium zu 100 Prozent zu Hause abspielte. Im Masterstudium basiert

«Meine Chancen auf dem Arbeitsmarkt beurteile ich als recht gut. Die Branche entwickelt sich im Eiltempo, es werden viele neue Arbeitskräfte benötigt.»

vieles auf Gruppenprojekten und ich musste mit Leuten zusammenarbeiten, die ich nur vom Computerbildschirm her kannte. Zudem hatte ich Mühe, mich zu konzentrieren. Das Positive war, dass ich mehr Zeit fürs Kochen oder Backen hatte und oft mit meinen Mitbewohnern zusammensitzen konnte. Trotzdem hoffe ich sehr, dass bald wieder Präsenzunterricht möglich ist.

Welche Themen haben Sie für Bachelor- und Masterarbeit gewählt?

Ich habe meine Bachelorarbeit im Rahmen eines internationalen Biologie-Wettbewerbes geschrieben. Wir

waren ein Team von zehn Studierenden und haben in zehn Monaten einen Detektionsmechanismus entwickelt, der schnell und ohne viel Labormaterial die Präsenz eines Proteins bestimmt. Später durften wir unser Projekt während mehreren Tagen in Boston, USA, präsentieren. Da waren über 300 Teams aus der ganzen Welt und es war wahnsinnig spannend.

Zurzeit bin ich an meinen letzten Prüfungen, bevor ich meine Masterarbeit beginne. Während mehreren Monaten werde ich daran arbeiten, die Muskelsignale bei einem Unterarmamputierten genau zu analysieren, um eine Roboterhand zu verbessern. Bis anhin ist es erst möglich, bei einer solchen Hand einen Finger entweder ausgestreckt oder ganz eingezogen zu haben. Mein Ziel ist es, neue Positionen zwischen den beiden Extremen zu ermöglichen.

Welche beruflichen Ziele würden Sie gerne umsetzen?

Ich habe keine spezifische Arbeit im Kopf, aber es ist mir wichtig, einen Beitrag zur Lebensqualität von Menschen zu leisten. Ich möchte jenen helfen, die durch einen Unfall oder eine Krankheit etwas verloren haben, seien es gewisse Körperteile oder -funktionen. Meine Chancen auf dem Arbeitsmarkt beurteile ich als recht gut. Die Branche entwickelt sich im Eiltempo, es werden viele neue Arbeitskräfte benötigt. Vielleicht hänge ich noch ein Doktorat an, bevor ich in die Industrie gehe.

Interview
Christina Ochsner



Sandra Zwysig, Biomedical Engineering mit Vertiefung Biomechanical Systems, Masterstudium, 4. Semester (Masterarbeit abgeschlossen), Universität Bern

TECHNIK FÜR DIE MEDIZIN VON MORGEN

Sandra Zwysig (28) hat sich schon während ihres Bachelorstudiums in Biotechnologie für die Mischung aus Technik und Naturwissenschaften begeistert. Im Biomedical Engineering kann sie dieses interdisziplinäre Wissen für neuartige medizinische Methoden und Geräte einsetzen. Für ihre Masterarbeit hat sie eine Gel-Membran mit menschlichen Endothelzellen entwickelt, die zu einem Netzwerk winziger Blutgefäße wachsen sollen.

Was tun biomedizinische Ingenieurinnen?

Wir entwickeln technische Systeme für die Medizin, z.B. Herzschrittmacher mit wieder aufladbaren Batterien durch Solarzellen unter der Haut;

Mini-Organen wie eine kleine atmende Lunge mit menschlichen Zellen oder ein Computer-Programm, welches die Erfolgsquote verschiedener Operationen patientenspezifisch berechnen und der Ärzteschaft bei der Entschei-

dung für die vielversprechendste Operation helfen kann.

Was hat Sie an diesem Masterstudiengang begeistert?

Dass er als Ingenieurstudium der Medizinischen Fakultät der Universität Bern angegliedert ist und auch Grundwissen in Anatomie, Physiologie und bildgebenden medizinischen Verfahren vermittelt. Biomedical Engineering wurde mir empfohlen als «tough», aber geschätzt in der Industrie, da wir im Vergleich zu anderen universitären Studiengängen einen guten Praxisbezug hätten. Zudem bietet es die Möglichkeit, mit einem Fachhochschulabschluss nahtlos an einer Universität weiter zu studieren.

Was sollte man an Vorwissen mitbringen?

Ein technischer Hintergrund ist unumgänglich. Quereinsteigende können in Vorbereitungskursen während des ersten Semesters die Grundlagen in Informatik, Elektronik, Mechanik und Mathematik nachholen. Mit dem Bachelor in Biotechnologie und der Lehre als Physiklaborantin hatte ich keine Auflagen und ich habe die Kurse nur sporadisch besucht, um meine Kenntnisse aufzufrischen.

Was war bis jetzt speziell interessant und motivierend?

Besonders gefällt mir der enge Bezug zur Medizin. Ich konnte an präparierten Körperteilen den Verlauf von Muskeln, Sehnen und Bändern mit meinen Händen erfahren, verschiedene Gewebetypen histologisch einfärben und mikroskopieren oder ihre mechanischen Eigenschaften untersuchen. Erstaunlich, wie leicht Knochen, wie geleeartig Knorpel und wie elastisch Sehnen und Blutgefäße sind. Ein weiteres Highlight war das zweiwöchige Praktikum in der orthopädischen Chirurgie. Dort durften wir Ärzte im Spital begleiten und bekamen einen Einblick in Sprechstunden, Operationsvorbereitungen und chirurgische Eingriffe. Es war sehr interessant zu beobachten, wann, wo und wie Implantate zum Einsatz kommen, aber auch welche Bedingungen in einem Operationssaal herrschen.

Auch während der Masterarbeit hat man die Möglichkeit, eng mit Ärztinnen und Ärzten zusammenzuarbeiten, damit die entwickelten Produkte und Lösungen den Anforderungen in ihrem Alltag entsprechen.

Was hat sich unter Corona im Studium verändert?

In den bereits stark digitalisierten Fächern wie Computer Assisted Surgery, Computergraphics oder Applied Optimization war die Umstellung auf Fernunterricht kaum zu spüren. Die Dozierenden hatten im Vorfeld schon viele Ressourcen online zur Verfügung gestellt und beantworteten unsere Fragen zeitnah in einem Forum. Der Frontalunterricht wurde aufgenommen und hochgeladen oder gestreamt. Fragestunden, Repetitionen und Gruppenarbeiten funktionierten online erstaunlich gut.

Wir Studierenden tauschten uns über WhatsApp-Gruppen, Slack (eine Chat-Plattform) und GitHub (so eine Art Dropbox für Programmierer und Programmierinnen) aus. In den anderen Fächern war die Umstellung etwas holpriger, vor allem wenn mehrere Dozierende aus verschiedenen Institutionen (andere Universitäten, Fachhochschulen, Forschungsinstituten, Spitälern) involviert waren.

Interdisziplinarität: Nachteil oder Chance?

Ganz klar eine grosse Chance. Wir lernen, Probleme und Fragestellungen aus verschiedenen Blickwinkeln zu sehen und erkennen, wo in der Zusammenarbeit der verschiedenen Fachspezialisten und -spezialistinnen Missverständnisse durch unterschiedliche Normen und Gewohnheiten auftreten können. Wir erhalten einen Blick dafür, was wissenschaftlich möglich und was unmöglich realisierbar ist, was einfach implementiert werden kann und was zeitintensiv ist, was relevant und was vernachlässigbar ist, was nützlich ist und was überflüssig. Ich sehe auch den Vorteil, dass viele Studierende aus unserem Programm einen Praxisbezug haben und somit als wertvolle Arbeitskräfte direkt eingesetzt werden können.

Kann man denn neben dem Studium arbeiten?

Ja, dann dauert es aber in der Regel länger. Ich würde bei der Jobauswahl auf flexible Arbeitszeiten und einen möglichst kurzen Arbeitsweg achten und nicht mehr als 20 Prozent neben einem Vollzeitstudium arbeiten. Auch die Masterarbeit im letzten Semester kann berufsbegleitend (empfohlen sind 40 Prozent) durchgeführt werden. Sie dauert dadurch neun statt sechs Monate.

Konnten Sie Ihr Wissen schon irgendwo berufspraktisch umsetzen?

Ich konnte im Berner ARTORG-Center in der Forschungsgruppe «Organ-on-Chip Technologies» neben dem Studium als Technical Collaborator arbeiten und das Forschungsteam bei

«Während der Masterarbeit hat man die Möglichkeit, eng mit Ärztinnen und Ärzten zusammenzuarbeiten, damit die entwickelten Produkte und Lösungen den Anforderungen in ihrem Alltag entsprechen.»

der Entwicklung einer künstlichen Lunge in einem Mikrofluidik-Chip unterstützen. Anschliessend habe ich dort meine Masterarbeit durchgeführt.

Was haben Sie für Ihre Masterarbeit erforscht?

Ich habe eine freistehende Gel-Membran in einem kleinen Silikon-Mikrofluidik-Chip entwickelt, in der bei der Herstellung direkt menschliche Endothelzellen eingebettet werden können. Diese Endothelzellen wachsen dann zu einem Netzwerk aus mikroskopisch kleinen Blutgefässen zusammen und könnten für die Durchblutung von künstlichen Organen verwendet werden.

Das Ziel wäre es, diese künstlichen Organe einzusetzen, um Medikamente zu testen. Damit könnten Tierversuche minimiert und die Vorhersage be-

züglich Wirksamkeit und Nebenwirkungen verbessert werden. In der personalisierten Medizin könnten direkt Patientenzellen kultiviert werden und medikamentöse Behandlungen patientenspezifisch abgestimmt werden. In Zukunft wären auch Anwendungen in der regenerativen Medizin denkbar, beispielsweise die Wiederherstellung der Durchblutung des Herzmuskels nach einem Herzinfarkt.

Welche biomedizinischen Produkte wird man in Zukunft antreffen?

Computerprogramme werden für die Bildanalyse zur Diagnosestellung, Operationsplanung und intra-operativ zur Instrumentennavigation in Kombination mit Robotik eingesetzt. Roboterunterstützte Exoskelette und Virtual Reality verbessern die Patientenrehabilitation. Die Medikamente von morgen werden an dynamischen, dreidimensionalen In-vitro-Modellen mit menschlichen Zellen getestet. Es erwartet uns eine aufregende Zukunft!

Interview
Christina Ochsner



Tom Christen, Gesundheitswissenschaften und Technologie mit Vertiefung Neurowissenschaften, Masterstudium, 3. Semester, ETH Zürich

EINBLICK IN KOMPLEXE HIRNFUNKTIONEN

Tom Christen (24) stiess per Zufall auf die Gesundheitswissenschaften und traute sich zuerst die komplexe neurowissenschaftliche Mastervertiefung nicht zu. Motiviert wird er heute durch die Alzheimer-Demenz seines Grossvaters und die Hoffnung, eines Tages etwas zur Therapie solcher Erkrankungen beitragen zu können. Er sagt: «Die Zukunft wird Science Fiction. Wir werden noch viele unglaubliche Erkenntnisse gewinnen.»

Was motivierte Sie dazu, im Masterstudium Neurowissenschaften zu wählen?

Ich war schon lange fasziniert vom Hirn und vom menschlichen Körper.

Zudem litt mein Grossvater sehr schwer an Alzheimer. In Zukunft etwas zur Therapie dieser Krankheit beitragen zu können, motivierte mich enorm, obwohl ich mir eigentlich das

anspruchsvolle Masterstudium wegen seiner Komplexität nicht wirklich zugebraut hatte. Im Nachhinein muss ich aber sagen, dass meine Unsicherheit unbegründet war. Wenn das Interesse und die Motivation da sind, dann ist es sehr gut zu bewältigen.

In welchem Schulfach waren Sie besonders gut? Wo lagen Ihre Schwächen?

Meine Lieblingsfächer waren Biologie und Mathematik, aber auch in den anderen naturwissenschaftlichen, wie auch in wirtschaftlichen und soziologischen Fächern ging mir alles leicht von der Hand. Mühe hatte ich vor allem in Französisch und im Bildnerischen Gestalten.

Gab es Studienalternativen?

Ich hätte wahrscheinlich Wirtschaft studiert. Ich bin jedoch sehr glücklich, dass es nicht so gekommen ist. Ich setzte mich am Tag der offenen Tür per Zufall in die Vorstellung von Gesundheitswissenschaften und Technologie und das hatte mich sofort gepackt. Wenn ich heute neu entscheiden könnte, würde ich vielleicht Informatik wählen und eine biologische Anwendung dafür suchen.

Was lernt man in den Neurowissenschaften?

Zentrale Themen sind Strukturen und Funktionsweisen von Gehirn und Nervensystem, z.B. wie Erinnerungsvorgänge und komplexe Verhaltensweisen gesteuert oder Muskeln aktiviert werden oder aber wie der Lernprozess – sei es für Bewegungen oder Wissen – abläuft. Einen grossen Teil des Studiums nehmen Krankheiten und Verletzungen des Gehirns und des Nervensystems ein, z.B. Alzheimer, MS, Schlaganfälle aber auch Verletzungen wie Querschnittlähmung oder psychische Störungen. Interessant sind auch die Schnittstellen zwischen Hirn, Informatik und Neurorobotik sowie die Modellierung komplexer neuronaler Schaltkreise.

Ganz wichtig: Die Studiengänge Gesundheits- und Neurowissenschaften bilden keine praktizierenden Ärztinnen und Ärzte aus und sind kein Er-

satzstudium für die, die den Numerus clausus fürs Medizinstudium nicht bestehen. Mein Studium ist ganz auf die Forschung ausgelegt.

Haben Sie es schon einmal bereut, dieses Studienfach gewählt zu haben?

Ich hatte vor allem im Bachelor grosse Zweifel nach meinem zweiten Jahr in Gesundheitswissenschaften und hätte beinahe abgebrochen. Dies hatte keinen spezifischen Grund, es war einfach etwas zu viel von allem und zu wenig von dem, was mich interessierte. Als ich dann im Master meinen

«Es ist noch so wenig erforscht vom menschlichen Hirn, und ich glaube in den nächsten Jahren werden ganz viele und unglaubliche neue Erkenntnisse hinzukommen.»

Schwerpunkt auf Neurowissenschaften setzen konnte, war dies motivationstechnisch wieder einfacher. Was mich zusätzlich durch dieses Loch brachte, war ein Austauschsemester in Groningen NL. Eine super Erfahrung.

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

Da bin ich sicherlich ein schlechter Massstab. Ich mache während des Semesters wenig und krampfe dann in der zweimonatigen Lernphase täglich acht Stunden während fünfeinhalb Tagen pro Woche. Theoretisch könnte man das ETH-Studium zu 90 Prozent von zu Hause aus absolvieren, denn es gibt kaum präsenzpflichtige Vorlesungen. Ich habe jedoch den Kontakt zu meinen Mitstudierenden immer sehr geschätzt und war deshalb meistens vor Ort.

Wie beurteilen Sie das Betreuungsverhältnis?

Man arbeitet meist alleine, kann aber selbstständig Studierendengruppen organisieren. Die ersten Ansprechpersonen bei Schwierigkeiten sind die As-

sistenten und Assistentinnen, zu denen man ein ziemlich kollegiales Verhältnis hat. Die Dozierenden bleiben eher distanziert.

Womit beschäftigen Sie sich aktuell?

Zuletzt absolvierte ich ein Praktikum am Forschungsstandort Schwerzenbach, im nächsten Monat werde ich mit der Masterarbeit am Unispital Zürich starten. Ich wirke bei einer Studie mit, bei der Geh-Parameter und Herzfrequenzvariabilität von chronischen Schlaganfall-Patienten während ihrer Spaziergänge untersucht werden. Ich werde die Studienteilnehmenden rekrutieren, Messungen durchführen und Daten analysieren. Es geht darum herauszufinden, ob smarte Garmin-Uhren tatsächlich messen, was sie sollen (Validität) und auch bei wiederholter Durchführung der Messungen zuverlässige Ergebnisse bieten (Reliabilität).

Sind Life-Sciences-Studienfächer eine Männerwelt?

Überhaupt nicht! Die ETH an sich hat zwar eine starke Überzahl an Männern, die Life Sciences sind da jedoch die grosse Ausnahme. In meinem Jahrgang waren es etwa 55 Prozent Frauen, und auch in der Übung, die ich als Assistent leitete, hatte ich immer etwas mehr Frauen als Männer im Raum.

Was findet neben Ihrem Studium noch Platz?

Ich bin in einer langjährigen Beziehung, welche nicht unter meinem Studium gelitten hat, daneben spiele ich Tennis und führe eine eigene Tennisschule in Bremgarten, wo ich etwa 20 bis 30 Prozent beschäftigt bin. Dies alles zusammen ist womöglich etwas viel, aber für mich stimmt es. Ich lasse mich nicht schnell stressen. Es ist sicherlich möglich, neben dem Studium an ein, zwei Abenden oder am Wochenende zu arbeiten oder Sport zu treiben.

Wie schätzen Sie Ihre persönlichen Chancen auf dem Arbeitsmarkt ein?

Als ziemlich gut. Ich habe ein breites

interdisziplinäres Wissen und den ETH-Abschluss im Rücken, bin ein offener Mensch und kann sehr gut mit Menschen umgehen. Ich denke, ich kann mich gut verkaufen und potenzielle Arbeitgeber davon überzeugen, dass ich für sie wertvoller sein kann als jemand, der auf «nur» einem Gebiet sehr viel kann.

Und wie sehen Sie die Zukunft der Neurowissenschaften?

Ich denke, Neurowissenschaften ist eines der Fächer mit dem grössten Zukunftspotenzial. Es ist noch so wenig erforscht vom menschlichen Hirn, und ich glaube, in den nächsten Jahren werden ganz viele und unglaubliche neue Erkenntnisse hinzukommen. In Kombination mit den technischen Fortschritten im Gebiet der Künstlichen Intelligenz können wir gespannt sein, wie sehr sich alles in Richtung Science Fiction entwickelt.

Interview
Christina Ochsner

CHANCEN WEITERBILDUNG UND LAUFBAHN

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

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



ALLE CHANCENHEFTE IM ÜBERBLICK

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

WEITERBILDUNG



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

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

FORSCHUNGSORIENTIERTE WEITERBILDUNG

Wer eine wissenschaftliche Laufbahn plant, muss eine Doktorarbeit (*Dissertation*) schreiben. Voraussetzung dafür ist der Abschluss eines Masterstudiums. Zurzeit (Stand 2021) kann ein Doktorat in der Schweiz nur an einer Universität erworben

werden. Viele Fachhochschulen konnten aber Kooperationen mit Universitäten eingehen, in denen Doktoratsprojekte auch für FH-Absolvent/innen 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 An-

schluss 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 Weiterbildungsbereich in der Regel nicht subventioniert werden, sind die Kosten um einiges höher als diejenigen bei einem regulären Hochschulstudium. Sie können sich pro Semester auf mehrere tausend Franken belaufen. Gewisse Arbeitgeber beteiligen sich an den Kosten einer Weiterbildung.

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 IM LIFE-SCIENCES-BEREICH

Weiterbildungen sind für Absolventinnen und Absolventen von Studiengängen im Bereich der Life Sciences häufig wichtiger als für andere. Man kann zwar auch mit einem BSc-Abschluss interessante Jobs finden, ein MSc-Abschluss bringt aber oft Vorteile. Ein Doktorat ist in der Regel unumgänglich für alle, die eine Forscherlaufbahn anstreben, oft kommt noch ein Postdoc im Ausland dazu. Je nach Tätigkeitsfeld und Position können andere oder zusätzliche Weiterbildungen verlangt sein. Auf dem Arbeitsmarkt ebenso gefragt ist neben dem Fachwissen vor allem Berufserfahrung. Berufspraktika, die während des Studiums absolviert werden, zahlen sich aus. Nach ein bis zwei Jahren Tätigkeit in einem Berufsfeld lässt sich besser erkennen, in welchem Bereich noch eine Vertiefung oder eine Ergänzung des eigenen Fachwissens nötig ist.

Applied Ethics (MAS)

Ziel: Kompetenzen zu einer methodisch kontrollierten Analyse und Beurteilung ethischer Probleme.
Inhalte: Grundlagen der Ethik,

klinische Ethik, Bio-, Pflege-, Wirtschafts-, Umweltethik, politische Ethik. www.asae.uzh.ch

Clinical Trial Practice and Management (DAS)

Ziel: theoretisches und praktisches Wissen für die Arbeit (auch in leitender Position) in der klinischen Forschung. Inhalte: Phasen des klinischen Forschungsprozesses, Projektmanagement, behördliche Registrierung (Regulatory Affairs). dkf.unibas.ch

Labormedizin (FAMH)

Ziel: Qualitätssicherung im Bereich der labormedizinischen Diagnostik in den Fachgebieten Hämatologie, Klinische Chemie, Klinische Immunologie und Medizinische Mikrobiologie. www.famh.ch

Management of Biotech, Medtech & Pharma Ventures (CAS)

Ziel: Managementkompetenzen und fachliches Wissen von der Planung eines Produkts über die Produktion bis zum Vertrieb in der Life-Sciences-

Branche, insbesondere in Medtech-, Biotech- und in Pharmaunternehmen.

executive.epfl.ch/cas-bio-program

Medizinphysik (MAS)

Ziel: fachliche Kenntnisse für die Arbeit in einem Spital (Radio-Onkologie, Nuklearmedizin, Diagnostik usw.), in der Industrie (Forschung und Entwicklung, Strahlenschutz) oder in Forschung und Lehre. Inhalte: Strahlenbiologie und -physik, Medizinische Optik, Biomechanik, biokompatible Werkstoffe, bildgebende Verfahren, Neuroinformatik usw.

www.mas-mp.ethz.ch

Pharmaceuticals – From Research to Market (CAS)

Ziel: Überblick über Prozesse, die ein Arzneimittel von der Entwicklung bis zur Vermarktung durchläuft. Inhalte: pharmazeutische Entwicklung und Produktion, gesetzliche und regulatorische Anforderungen, Marketing und Kommunikation. www.postgraduate.pharma.ethz.ch

BERUF

59 BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT

62 BERUFSPORTRÄTS



BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT

Ob in einem universitären Forschungslabor oder in der chemisch-pharmazeutischen Industrie, ob im Vertrieb medizintechnischer Geräte oder als Chefin in der eigenen Biotech-Firma – wer einen der interdisziplinären Life-Sciences-Studiengänge absolviert hat, findet ein interessantes Berufsspektrum in einer zukunftssträchtigen Branche.

Die Life-Sciences-Branche gehört zu den Pfeilern der Schweizer Wirtschaft und ist mitverantwortlich für ihr Wachstum. International gesehen, gilt die Schweiz in diesem Sektor als eigentlicher «Hotspot». Die Jahresumsätze von grossen Pharmaunternehmen, Medizintechnik- oder Biotech-Firmen sind immens, ihre Produkte werden in die ganze Welt verkauft. Im Corona-Krisenjahr 2020 gingen fast 52 Prozent der Schweizer Exporte (total 225 Milliarden Franken) auf das Konto der Pharmaindustrie. In der Medizintechnik wurden von 1400 Unternehmen Produkte im Wert von 17,9 Milliarden Franken umgesetzt und für 12 Milliarden Franken exportiert. Die Biotechnologie-Branche mit rund 250 Unternehmen, 40 neu gegründeten Start-ups und über 15000 Mitarbeitenden investierte 2019 etwa 2 Milliarden Franken in Forschung und Entwicklung und erwirtschaftete einen Umsatz von knapp 5 Milliarden Franken.

HERAUSFORDERNDE ZUKUNFT

Die Branche hat Zukunft. Sie hat das Potenzial, unser Leben positiv zu beeinflussen, Gesundheitsversorgung und Wohlstand weltweit zu verbessern sowie nachhaltige Strukturen zu etablieren. Immer neue Fortschritte in der Medizin, eine stetig älter werdende Bevölkerung, die Zunahme chronischer Erkrankungen und eine wachsende Inanspruchnahme von Lifestyle-Behandlungen werden die Nachfrage nach Produkten aus dem Pharmabereich und der Medizintechnik auf hohem Niveau halten. Von der Biotechnologie erhofft man sich innovative Lösungen für pharmazeutisch-medizinische oder kosmetische Anwendungen sowie für Umwelt-, Energie- oder Ernährungsfragen. Die Forschungsergebnisse der Neurowissenschaften sollen neue Therapiekonzepte für Nervenkrankheiten ermöglichen oder innovative Systeme mit künstlicher Intelligenz.

Die Branche steht aber auch vor Herausforderungen. Der Weg vom Entwicklungslabor zum Konsumenten ist enorm lang und mit zahlreichen Hindernissen gepflastert. Der Wettbewerb ist hart und der Franken stark, die aufsichtsrechtlichen Vorschriften werden zunehmend strenger, der Preisdruck wächst. Die Gesellschaft erhofft sich zwar bessere Lebensqualität, kritisiert aber gleichzeitig Gentechnologie und Tierversuche und fürchtet sich vor genetisch veränderten Orga-

nismen. Vor allem kleine und mittelständische Firmen haben es manchmal schwer, Geldgeber und potenzielle Kunden und Kundinnen vom Nutzen ihrer noch in Entwicklung befindlichen Produkte zu überzeugen.

INTERDISZIPLINÄRE VERMITTLUNG

Was bringen die Absolvent/innen von interdisziplinären Life-Sciences-Studiengängen mit, um in diesem dynamischen Umfeld bestehen zu können? Und was bringen sie mit, um sich von Biologinnen, Chemikern, Pharmazeuten, Medizinerinnen oder Umweltwissenschaftlern zu unterscheiden, die sich als Konkurrenz in ähnlichen Berufsfeldern bewegen?

Neues Wissen wird heutzutage immer öfter an den Schnittstellen zwischen etablierten Disziplinen geschaffen. Das ist spannend und lohnend, aber auch herausfordernd in der Kommunikation und dem Einbinden von unterschiedlichen Denkweisen. Die interdisziplinär ausgebildeten Wissenschaftler/innen verfügen einerseits über breit angelegte Fachkenntnisse aus Naturwissenschaften sowie technischen oder medizinischen Disziplinen, andererseits bringen sie die Fähigkeit mit, sich in Disziplinen-übergreifenden Projekten als eine Art Vermittler/in bewegen zu können. Sie verstehen die einzelnen «Fachsprachen», Denkweisen, Fragestellungen und Lösungsansätze und sind dadurch optimal vorbereitet auf Generalistenjobs an Schnittstellen in multi- und interdisziplinären Teams.

Bei der Stellensuche ist es deshalb vor allem wichtig, dass die Life-Sciences-Wissenschaftler und -Wissenschaftlerinnen dieses generalistische «Vermittler-Wissen» in die Waagschale werfen können. So heben sie sich von Mitbewerbenden ab, die stärker spezialisiertes Wissen in einer einzigen Fachrichtung erworben haben.

THEORIE UND PRAXIS

Wer an einer Universität oder ETH studiert hat, bringt viel Grundlagenwissen in Form von Modellen und Theorien mit, kann komplexe Probleme auf einer analytischen Ebene bearbeiten, Wissen von einem Kontext in einen anderen transferieren sowie unabhängig und selbstverantwortlich arbeiten. Trotz Industriepraktika während des Studiums fehlt aber vielen die Erfahrung mit der praktischen Anwendung des

theoretischen Grundwissens. Das prädestiniert primär für die (Grundlagen-) Forschung und für Aufgaben, bei denen ein vertieftes theoretisches Wissen und der Blick für die grossen Zusammenhänge nötig sind.

Wer eine Fachhochschule absolviert hat, konnte oft bereits während des Studiums konkrete Projekte aus Industrie und Wirtschaft bearbeiten, kennt die anwendungsorientierte Entwicklung und die Ausrichtung der Forschung an der Praxis. Viele Absolventen bringen aus einer eventuell vorausgegangenen beruflichen Grundbildung (Lehre) Berufserfahrung mit und kennen die Abläufe in gewissen Branchen. Dadurch haben sie für Arbeitgeber in der Industrie ein klares Profil und können dort beruflich rascher Fuss fassen.

Ob Universität oder Fachhochschule: Ein Masterabschluss verbessert die Chancen auf dem Arbeitsmarkt, bietet im Beruf mehr Entwicklungsmöglichkeiten und letztendlich ein höheres Einkommen. Mehr als in anderen FH-Studiengängen entscheiden sich Absolventinnen und Absolventen von Life-Sciences-Bachelors dafür, noch einen Master anzuhängen. Im Bereich der Forschung gehört ein Master oder gar ein universitäres Doktorat zu den Standardanforderungen.

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Die Arbeit in Forschungslabors von Hochschulen und Industrieunternehmen gehört zu den Haupttätigkeiten der jungen Wissenschaftler und bildet einen nahtlosen Übergang vom Studium ins Berufsleben.

Grundlagenforschung wird an Hochschul- und weiteren staatlich finanzierten Forschungsinstituten (Paul Scherrer Institut, Empa usw.) betrieben. In den Labors arbeiten meist interdisziplinäre Teams von befristet angestellten Doktorandinnen und wissenschaftlichen Mitarbeitern an terminierten Forschungsprojekten. Sie stellen neue wissenschaftliche Thesen auf, prüfen sie in Experimenten, diskutieren die Resultate und legen die Grundlagen für weitergehende Forschung (vgl. das Porträt der Neurowissenschafts-Doktorandin Nadja Enz auf Seite 67).

Die Tätigkeiten im Bereich Forschung

und Entwicklung der grossen Industrieunternehmen und ihren angegliederten Forschungsinstituten sind zum Teil vergleichbar mit denen der Hochschullabors, sind aber in sehr hohem Masse anwendungsorientiert auf der Suche nach neuen Wirkstoffen, Verfahren und Produkten (vgl. das Porträt des Biomedical Engineers Pascal Behm auf Seite 65). Das führt zu einem grossen und direkten Erfolgs- und Finanzierungsdruck, aber auch zu höheren Löhnen als in der Hochschulforschung. Regelmässige Berichte über die neuesten Erkenntnisse werden verlangt, unbefriedigende Ergebnisse können schnell auch zum Abbruch des Forschungsprojektes führen.

Die Zeit, die die Forschenden im Labor verbringen, ist deutlich geringer als in der Grundlagenforschung. Im Gegenzug steigt der Aufwand für Meetings, Telefongespräche und administrative Tätigkeiten (vgl. das Porträt des Biotechnologen Fabio Grasso auf Seite 69).

KLINISCHE STUDIEN UND DIENSTLEISTUNGEN

Zwischen der angewandten Forschung und der eigentlichen Produktion und Vermarktung eines neuen Produkts stehen ausgedehnte klinische Studien mit Freiwilligen und Patienten. Die Studien erfordern ein Projektmanagement, sind in verschiedene Phasen eingeteilt und streng reguliert. Vorab müssen Genehmigungen von Behörden und



Viele Absolventinnen und Absolventen von Life-Sciences-Studiengängen arbeiten später in der klinischen Forschung.

Ethikkommissionen beantragt, Finanzierungen gesichert, Dokumente eingeholt und Dossiers erstellt werden (Regulatory Affairs). Untersucht werden dann in mehreren Etappen und Auswertungsphasen die Sicherheit, Wirksamkeit und die Nebenwirkungen von Medikamenten bzw. Medizinprodukten oder medizinischen Interventionen (vgl. das Porträt der interdisziplinären Naturwissenschaftlerin Silvia Stüdeli auf Seite 63).

Eine Vielzahl von kleinen bis mittelgrossen Labors bietet für die Pharma-, Lebensmittel-, Chemie- und Biotechnologieindustrie sogenannte forschungsnaher Dienstleistungen an. Sie erhalten Proben aller Art von Arztpraxen, Restaurants, Bauern, Grossverteilern usw. und untersuchen sie z.B. auf Gendefekte, Bakterien, Viren oder schädliche Inhaltsstoffe. Dabei kann es auch darum gehen, neue Methoden zu entwickeln und zu validieren.

PRODUKTION UND QUALITÄTSMANAGEMENT

In grossen Pharma-, Kosmetik-, Food- oder Biotechnologieunternehmen und Diagnostiklaboren finden die interdisziplinären Life-Sciences-Wissenschaftler/innen auch Aufgaben im Bereich der Produktion: bei der Planung, Koordination und Implementierung von Bioprozessen (z.B. bei der Zellvermehrung in Bioreaktoren) oder bei Bau und Planung von Apparaten und Anlagen für die biopharmazeutische Industrie.

Ebenso ist eine Tätigkeit im Qualitätsmanagement denkbar. Damit werden alle organisierten Massnahmen und Aktivitäten bezeichnet, die der Optimierung von Produkten, Abläufen, Prozessen oder Leistungen jeglicher Art im Unternehmen dienen. Es sollen Fehler vermieden und dadurch Kosten reduziert werden. Viele Qualitätsstandards, Zertifizierungen und Vorschriften, z.B. zur Biosicherheit, sind national oder international geregelt.

WEITERE MÖGLICHE BERUFSFELDER

Die Life-Sciences-Studiengänge sind noch junge Disziplinen. Wie es für ein Studium eine gute Portion Pioniergeist braucht, müssen Absolventinnen und Absolventen dieser Studiengänge sich

auch ihre Nischen im Arbeitsmarkt zum Teil noch erobern. So liegt sowohl bei den Bachelor- als auch bei den Masterabsolvent/innen eines Life-Sciences-Studiengangs an der Fachhochschule der Anteil an Personen, die angeben, bei der Suche nach einer ihren Vorstellungen entsprechenden Stelle auf Schwierigkeiten gestossen zu sein, bei fast 50 Prozent. Somit ist er damit insbesondere bei den Bachelorabsolvent/innen deutlich höher als unter den FH-Absolvent/innen insgesamt.

Die Bachelorabsolventen und -absolventinnen der Life Sciences FH sind hinsichtlich Beschäftigungsbereiche sehr stark auf eine Tätigkeit in der Privatwirtschaft ausgerichtet. Die UH-Abgänger und -Abgängerinnen vergleichbarer Studiengänge arbeiten dagegen viel häufiger an Hochschulen oder anderen staatlichen Forschungsinstituten, wo sie meistens doktorieren. Die Datenlage zum Berufseinstieg der Absolventen dieser noch jungen Disziplinen ist jedoch bisher dürftig.

Es gibt aber noch andere Berufsfelder, in welchen die gut ausgebildeten Absolvent/innen der Studiengänge einen Einstieg finden. So können sie unterschiedliche Funktionen in pharmazeutischen oder medizintechnischen Firmen übernehmen, z.B. im *Produktmanagement*, *Verkauf*, *Vertrieb* oder *Marketing* (vgl. das Porträt der Medizintechnikerin Giuditta Romiti auf Seite 71), oder sie wirken als *Beratende* in der Unternehmens- oder Personalberatung oder der Produktentwicklung; andere spezialisieren sich auf Regulierungen oder technische Dokumentationen. Auch bei *Banken und Versicherungen* kann interdisziplinäres Lifs-Sciences-Wissen gefragt sein, um Chancen und Risiken neuer Technologien abzuschätzen. Daraus lassen sich Strategien für Investment, Risikoportfolios, Haftpflichtfälle usw. entwickeln.

Ebenso können die generellen analytischen Fähigkeiten, die Programmierkenntnisse und das statistisch-mathematische Wissen aus dem Studium eingesetzt werden, z.B. in der Analyse von Vertriebs- und anderen Daten (vgl. das Porträt der Biomedizinerin Matea Stopic auf Seite 73).

Schliesslich können diese Fachleute auch



Forschungen zu neuen Bindungsstellen für Wirkstoffe – etwa gegen Krebs – am Paul Scherrer Institut PSI, einem möglichen Arbeitgeber nach dem Abschluss eines Studiengangs in Life Sciences.

für Schulungen eingesetzt werden, während *Unterrichtstätigkeiten* an Gymnasien, Universitäten oder Fachhochschulen denkbar sind, aber auf jeden Fall Zusatzqualifikationen erfordern und eher selten sein dürften.

Möglich sind auch Tätigkeiten im *Wissenschaftsjournalismus*, im Patentwesen oder bei *Behörden und öffentlichen Verwaltungen* (z.B. im BAG, im BAFU oder in kantonalen Labors). Hier stehen Strategiefragen, Zulassungsregelungen, Gesetzesvorschriften oder die Information der Bevölkerung im Vordergrund.

BERUFSFELDER NACH ABSCHLÜSSEN Biomedizinische Wissenschaften (UNI und ETH)

Absolvent/innen von *Biomedizinischen Wissenschaften* (Medical Biology, Biomedical Sciences) streben in der Regel eine Karriere in der medizinischen Grundlagen- oder klinischen Forschung an, z.B. an Hochschulen und Universitätsspitalern, in einem Forschungszentrum oder in der Pharma- oder Biotech-Industrie. Zudem gibt es Arbeitsmöglichkeiten in der molekularen Diagnostik in Kliniken oder anderen Untersuchungslabors (Umwelt- oder Gesundheitsämter), einzelne finden mit der entsprechenden Weiterbildung auch ihren Weg in Bereiche wie Wissenschaftsmanagement, Medien oder das Patentwesen.

Für die Absolventen und Absolventinnen des ETH-Studienganges *Gesundheitswissenschaften und Technologie* sind je nach Vertiefungsrichtung Arbeitsmöglichkeiten in Forschung und Entwicklung denkbar (Hochschulen, Fachhochschulen, Medizinaltechnik, Biomedizin, Rehabilitations-, Arbeits-, Sportmedizin), in Lehre (Hochschulen, Fachhochschulen) und Beratung (Gesundheitsförderung, Prävention, Leistungsdiagnostik, Trainingsberatung, Gesundheitspolitik, Versicherungswesen).

Biomedical Engineering und Medizintechnik (ETH, UH und FH)

Nach einem FH-Bachelorstudium in *Medizintechnik* stehen Beschäftigungsmöglichkeiten in Produktion, Montage, Service und Verkauf offen. Arbeitsorte sind Medizintechnik-Unternehmen, Spitäler, Kliniken, Laboratorien sowie Ingenieurbüros, Beratungsfirmen und Versicherungen.

Masterabsolventinnen und -absolventen in *(Bio)Medical Engineering* bieten sich zusätzlich primär Tätigkeiten in Forschung und Entwicklung sowie im Vertrieb und Marketing in einem der vielen grossen und kleinen Medizintechnik-Unternehmen an. Einige Absolventen und Absolventinnen finden (meist befristete) Forschungsjobs in Universitätsspitalern und Hochschulen.

Biotechnologie (ETH und FH)

Das Studium in *Biotechnologie* befähigt dazu, Fach- und Führungsaufgaben in der Forschung, Entwicklung und Produktion neuer Präparate und Wirkstoffe zu übernehmen. Absolvent/innen sind nicht nur in Biotechnologieunternehmen, sondern auch in der Pharmabranche, der Lebensmittelindustrie, der Biomedizin, der Chemie-, Kosmetik- und der Umweltbranche gefragte Fachleute. Neben den weltweit aktiven Grossunternehmen behaupten sich in der Biotechnologie auch viele Klein- und Mittelunternehmen (KMU) sowie Start-up-Firmen aus dem Hochschulumfeld auf dem Markt.

Tätigkeitsbereiche können sein: die Entwicklung von Bioprozessen, pharmazeutischen Produktionsprozessen und Laborverfahren; molekularbiologische, zellbiologische oder biomedizinische Forschung; Anlagenbau und -steuerung; Bioanalytik; Qualitätsmanagement und Biosicherheit; Umweltschutz; Aus- und Weiterbildung.

Interdisziplinäre Naturwissenschaften (ETH)

Wohin die Ausbildung in *Interdisziplinären Naturwissenschaften* führt, ist abhängig von der jeweiligen Fächerkombination. Die breite, gut fundierte Ausbildung in mehreren Naturwissenschaften macht aber flexibel gegenüber Strukturveränderungen im Arbeitsmarkt und öffnet generell den Weg zu vielseitigen Tätigkeiten in Forschung und Lehre an Hochschulen, in Industrie, Wirtschaft und Verwaltung (insbesondere in der Forschung der pharmazeutischen und chemischen Industrie, in Instrumentenfirmen, in der verarbeitenden Industrie und in Beratungsunternehmen, Patentämtern, Verbänden und Organisationen).

Life Sciences (EPF und FH)

Der Studiengang *Life Sciences Engineering* der EPF Lausanne erschliesst Berufsperspektiven in Forschung und Entwicklung z.B. in der regenerativen Medizin, im Bereich der Biomaterialien oder der innovativen diagnostischen Verfahren. Arbeitgeber sind Pharma-, Biotechnologie- und Medizintechnikunternehmen, aber auch Spitäler und Un-

tersuchungslabors. Dank ihres Spezialwissens kommt für die Absolventen auch eine Tätigkeit als Berater oder Beraterin für Investments und Portfolioverwaltung im Bereich der biomedizinischen Innovation, der Biotechnologie oder Pharmaindustrie in Frage. Ein Doktorat eröffnet zudem interessante Perspektiven für eine Karriere als Forscher/in im Hochschuldienst oder in einem Unternehmen und ermöglicht darüber hinaus auch die Gründung eines eigenen Unternehmens zur Vermarktung der Forschungsergebnisse. Ein typischer Arbeitsplatz von Fachhochschul-Masterabsolventinnen und -absolventen der *Life Sciences* ist eine Einstiegsposition in einem Unternehmen aus den Gebieten Chemie, Biotechnologie, Umweltschutz, Ernährung, Pharma oder Medizintechnik, Dort leiten sie, aufbauend auf ihren Fachkenntnissen, Projekte in der angewandten Forschung oder nehmen daran teil. Möglich ist es auch, in der industrienahen Forschung an einem (Fach-)Hochschulinstitut zu bleiben.

Neurowissenschaften (UNI und ETH)

Die *Neurowissenschaften* gelten als sehr junges Fachgebiet und befinden sich grösstenteils noch im Stadium der Grundlagenforschung. Hauptarbeitgeber für Absolventinnen und Absolventen sind deshalb Forschungsinstitute und Universitäten. Der Master ist die Voraussetzung für eine Dissertation und damit eine weitere Karriere in der neurowissenschaftlichen Forschung. Die thematische Spezialisierung bei der Promotion entscheidet meist über das künftige Berufsfeld. Denkbar sind neben einer Karriere in Forschung und/oder Lehre auch Tätigkeiten in der klinischen Praxis, in der Pharma- oder Medizintechnikindustrie, im Patentwesen, im Consulting oder im Wissenschaftsjournalismus.

Quellen

www.berufsberatung.ch
www.swissbiotech.org
www.fasmed.ch
www.interpharma.ch
www.gate2lifesciences.de
 Websites der Hochschulen

BERUFSPORTRÄTS

In den nachfolgenden Porträts erzählen Berufsleute mit einem Abschluss im Bereich der Life Sciences über ihre Laufbahn, ihren Berufsalltag und ihre Zukunftsvisionen.

SILVIA STÜDELI

Clinical Specialist bei CUTISS in Schlieren

PASCAL BEHM

Biomechanical Engineer bei der Incremed AG in Zürich

NADJA ENZ

Doktorandin am Trinity College in Dublin

FABIO GRASSO

Wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter bei Agroscope in Liebefeld-Posieux, Bern

GIUDITTA RACHELE ROMITI

Junior Product Manager Knee bei der Mathys AG in Bettlach

MATEA STOPIC

Sales Analyst im Sales Management bei der Credit Suisse AG in Zürich



Silvia Stüdeli, MSc ETH in Interdisziplinären Naturwissenschaften mit biochemisch-physikalischer Vertiefung, Clinical Specialist bei CUTISS in Schlieren

SPEZIALISTIN FÜR KLINISCHE STUDIEN

Silvia Stüdeli (32) kennt den langen Weg, den ein neues medizinisches Produkt von den Labors bis zur Anwendung im klinischen Alltag zurücklegen muss. Nach dem Studium der Interdisziplinären Naturwissenschaften war sie mit der Organisation von klinischen Studien beauftragt und absolvierte entsprechende Weiterbildungen. Heute

sorgt sie dafür, dass ein neuartiges Hauttransplantat an Patienten im In- und Ausland getestet werden kann.

«Ich bin Clinical Specialist bei CUTISS, einer Firma, die personalisierten Hautersatz aus Patientenzellen herstellt. Zu meinen Aufgaben gehören das Management von klinischen Studien, regelkonforme Dokumentationen und Regulatory Affairs, also das Einholen der nötigen behördlichen Genehmigungen für Entwicklung, Herstellung, Vermarktung und Vertrieb eines Produkts. Besonders gefällt mir, dass ich ganz vorne bei der Forschung dabei sein kann, dass eine Anwendung in Reichweite ist und man hoffentlich eines Tages vielen Patienten und Patientinnen helfen kann.

HAUT ZÜCHTEN

Menschliche Haut aus dem Labor soll z.B. brandverletzten Patienten transplantiert werden können, sich ohne Abstossung oder Narbenbildung in den Körper einfügen und mitwachsen. Erstmals ist das 2014 an der Universitäts-Kinderklinik Zürich gelungen. Für die Herstellung wird dem Patienten ein kleines Stück gesunde Haut entnommen, mithilfe von Enzymen in die einzelnen Zelltypen zerlegt und dann in einem Nährmedium dazu gebracht, sich zu vermehren. Dabei entsteht eine ca. 7 x 7 cm grosse, transplantierbare Hautfläche.

Um die Entwicklung der Hautsubstitute weiterzuführen und zu finanzieren, wurde 2017 die CUTISS AG mit etwa fünf Mitarbeitenden als Spin-off der Universität Zürich gegründet. Heute arbeiten über 30 Leute im Research und Development Labor, in der Herstellung, im Quality Department oder in der Administration. Meine Chefin und ich sind für die klinischen Studien zuständig.

STUDIEN DURCHFÜHREN

Bevor ein neues Produkt auf den Markt kommt, sind umfangreiche klinische Studien mit Freiwilligen und Patienten zur Untersuchung der Sicherheit, Wirksamkeit und Nebenwirkungen nötig. Die Studien sind in ver-

schiedene Phasen eingeteilt und streng reguliert. In den international anerkannten Richtlinien zur «guten klinischen Praxis» (good clinical practice GCP) wird definiert, welche Rollen die Beteiligten spielen, von den Forschenden und den Teilnehmenden über die Prüfärzte bis zu Sponsoren und Ethikkommissionen.

Die Grundlagenforschung zum neuartigen Hautersatz, die präklinischen Studien und die klinische Phase-I-Studie wurden in der Tissue Biology Research Unit (TBRU) der Universität Zürich und dem Kinderspital Zürich durchgeführt. Ich arbeitete damals als Lab Technician sowohl in der Herstellung der Hautsubstitute für die Studienteilnehmenden als auch in der Organisation der Studien und konnte viele Erfahrungen sammeln.

Heute sind auch die Studien zur Sicherheit von denovoSkin™ weitgehend abgeschlossen. Im Moment beschäftige ich mich mit Studien zur Wirksamkeit des Produkts an verschiedenen Spitälern in der Schweiz und der EU. Meine Chefin und ich sorgen gemeinsam dafür, dass sie GCP-konform durchgeführt und dass auftauchende Probleme gelöst werden. Dazu stehen wir in stetem Kontakt mit den teilnehmenden Spitälern, mit unserem Herstellungs-Team und weiteren Partnern.

NEUES LERNEN

Ich arbeite seit Ende 2018 bei CUTISS. Zu Beginn war ich «Mädchen für alles»: Ich habe in der Herstellung ausgeholfen, habe Project Management gemacht, war in die Regulatory Affairs eingebunden. Später wurde ich in den Bau der neuen Herstellungslabore involviert und musste das Projekt koordinieren. Da hatte ich plötzlich mit Architekten, Bauvorschriften und Laborplanung zu tun, wovon ich eigentlich nichts verstand. Aber in einem Start-up lernt man viel und schnell und genau das hat mir riesigen Spass gemacht.

Nach dem Mutterschaftsurlaub im vergangenen Jahr hat sich mein Aufgabenspektrum erneut verändert und ich konnte mein Pensum auf 60 Prozent reduzieren. Als Clinical Specialist habe ich wieder mehr mit Themen zu

tun, die ich von Weiterbildungen und meiner letzten Stelle als Clinical Project Manager in der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Klinische Krebsforschung (SAKK) in Bern kenne.

WISSEN EINBRINGEN

Ein Studium der Interdisziplinären Naturwissenschaften ist sicher nicht der einzige Weg in ein Arbeitsgebiet wie meines. Bei mir war das im Studium erworbene Wissen und meine Masterspezialisierung in Tissue Engineering aber sicher ausschlaggebend dafür, dass ich die erste Stelle als Lab Technician bei der TBRU überhaupt bekommen habe. Auch die praktische Erfahrung aus Laborkursen, Bachelor-, Semester- und Masterarbeit war gefragt.

Eine ideale Ergänzung war die CAS-Weiterbildung in Clinical Trial Management an der Uni Zürich, wo die Grundlagen und praktischen Aspekte von klinischen Studien vermittelt werden. Dieses Wissen konnte ich dann auch bei meiner zweiten Stelle als Clinical Project Manager bei der SAKK in Bern anwenden. Dort durfte ich zusätzlich eine Weiterbildung in Projektmanagement absolvieren.

WERTVOLL BLEIBEN

Es ist schwierig zu sagen, wie meine Zukunft an der jetzigen Stelle aussehen wird. Das Start-up ist noch jung, wächst und ist extrem wandelbar. Es könnte sein, dass die Hauttransplantate in den klinischen Studien doch nicht überzeugen, dann hätte ich vielleicht plötzlich keine Arbeit mehr.

Als Optimistin denke ich aber lieber an die Möglichkeiten, falls alles klappt und die Firma zu einem erfolgreichen Biotechnologiebetrieb wird. Sehr wahrscheinlich werde ich noch mehrere Weiterbildungen absolvieren. Ich würde gerne für CUTISS wertvoll bleiben und das Unternehmen mitformen.»

Porträt

Christina Ochsner

Weitere Informationen

www.skengineering.ch

www.cutiss.swiss



Pascal Behm, MSc ETH in Biomedical Engineering mit Vertiefung Biomechanics, Biomechanical Engineer bei der Increded AG in Zürich

ENTWICKLER VON NEUARTIGER OPERATIONSSOFTWARE

Pascal Behm (35) entwickelt medizintechnische Software, mit deren Hilfe Diagnosen und chirurgische Eingriffe patientenspezifisch geplant und durchgeführt werden können. Am Anfang seines Berufsweges steht seine Masterarbeit, mit der er zeigen konnte, dass biomechanische Messungen bereits während einer Operation möglich sind.

Am meisten liebt er seinen Beruf, wenn ein Arzt zu einem neuen Produkt sagt: «Cool! Damit werde ich gerne arbeiten.»

«Ich arbeite als biomechanischer Entwicklungsingenieur bei der Incomed AG. Wir unterstützen Ärzte und Chirurgen mit neuen Technologien bei der Planung und Durchführung von medizinischen Eingriffen. Dazu gehören z.B. biomechanische Analysen oder Mixed Reality, also die Kombination von natürlicher und computererzeugter Wahrnehmung. In meinem Team entwickeln wir muskuloskeletale Modelle für die individuelle biomechanische Planung von Operationen an der Wirbelsäule.

Biomechanik basiert auf Mechanik, Anatomie, Physiologie und Neurophysiologie. Sie beschreibt, untersucht und beurteilt den Bewegungsapparat und die mit ihm erzeugten Bewegungen. Die Bandbreite reicht von der Erforschung muskulärer Aktivität über Kraftmessungen, Bewegungsstudien oder Ganganalysen bis hin zur Computersimulation der Arbeit von Skelett und Muskulatur.

SOFTWARE UND MEDIZIN

Die Incomed AG ist ein Joint Venture der Comerge AG und des Universitätsospitals Balgrist und spezialisiert auf die Entwicklung von medizintechnischer Software für den Einsatz in der Klinik. Wir wollen der Ärztin oder dem Chirurgen zusätzliche Hilfen, quantitative, objektive und patientenspezifische Informationen zur Verfügung stellen, damit Diagnosen und Eingriffe schneller, intuitiver und sicherer werden. Dadurch können die Häufigkeit und das Ausmass unerwünschter Behandlungsfolgen reduziert werden.

Unser zwanzigköpfiges, interdisziplinäres Team besteht aus Softwareentwicklerinnen, Ärzten und Designern. Ich selber habe ursprünglich eine Lehre als Physiklaborant an der ETH gemacht, später die Maturität nachgeholt und an der Fachhochschule Nordwestschweiz einen Bachelor in Life Science Technologies Richtung Medical Engineering absolviert. Das Masterstudium in Biomedical Engineering

habe ich an der ETH besucht und mit einer biomechanisch ausgerichteten Masterarbeit abgeschlossen.

Zur Weiterführung dieser Masterarbeit wurde ich dann an der Schulthess Klinik Zürich als Project Manager angestellt. Dort lernte ich mehr über den Umgang mit Patienten, die kliniknahe, interdisziplinäre Entwicklung eines Messgerätes und die Zusammenarbeit mit der Ärzteschaft. Neben meinem biomechanischen Wissen aus dem Studium waren vor allem auch die konzeptuelle und methodische Herangehensweise an neue Probleme sowie eine vernetzte Denkweise zur Erarbeitung von Lösungen entscheidend.

DAUMENSATTEL UND WIRBELSÄULE

Schon seit vielen Jahren war es ein Bedürfnis orthopädischer Chirurgen, bereits während einer Operation messen zu können, welche Auswirkungen die verschiedenen möglichen Behandlungsstrategien haben. Ich konnte in meiner Masterarbeit am Beispiel des Daumensattelgelenkes aufzeigen, dass solche intraoperativen Messungen möglich sind. Dieses wichtige Gelenk an der Daumenwurzel muss oft wegen Arthritis operiert werden, z.B. durch Entfernung von Knochen oder in Kombination mit der Stabilisierung durch einen Sehnenstreifen. Durch die Messungen kann festgestellt werden, ob und in welchem Mass die Gelenkstabilität durch die gewählte OP-Technik wieder hergestellt wird.

An der Schulthess Klinik entwickelte ich das Konzept weiter und setzte es im Rahmen einer Studie mit Freiwilligen um. Dazu musste ich ein Ethikgesuch erstellen, die Messungen am Daumen perfektionieren, diese in die Klinik- und Operationsabläufe integrieren, Patienten rekrutieren, präoperative Messungen zur Handfunktion und Auswertungen durchführen. Die Studie konnte vor kurzem abgeschlossen werden, eine Publikation der Daten ist in Arbeit. Parallel dazu machte ich am Institut für Biomechanik muskuloskeletale Modellierungen von Gelenkkraften im Bereich der Wirbelsäule. Die Modellierungen sollten eine von den Ärzten verwendete Klassifizierung von Krankheitsbildern ergänzen und

bei Versteifungen von mehreren Wirbeln Aufschluss über mögliche postoperative Komplikationen im Anschlusssegment geben.

Hier in der Incomed AG arbeite ich momentan an einem ähnlichen Projekt im Bereich der Wirbelsäule. Chirurgische Eingriffe am Bewegungsapparat werden zurzeit noch nach Grundsätzen geplant, die sich von Durchschnitten-Anatomien ableiten. Die individuellen anatomischen Gegebenheiten und ihr möglicher Einfluss auf den Ausgang einer Operation werden noch nicht systematisch berücksichtigt. In Zukunft sollen der Chirurgen oder dem Arzt bereits in der Planung der Operation patientenspezifische biomechanische Risiken aufgezeigt werden, die für individualisierte chirurgische Eingriffe an der Wirbelsäule berücksichtigt werden können.

ALLTAG UND ZUKUNFT

Bei der Incomed AG arbeitet jede und jeder relativ selbstständig an den einzelnen Aufgaben und organisiert sich den Tag selbst. Bei mir wechseln sich Literaturstudium, biomechanische Modellierung, Programmierung und Dokumentation ab. Wir tauschen uns täglich in sogenannten «Dailies» aus, damit alle im Team wissen, woran die anderen arbeiten. Jede Woche werden die Ergebnisse präsentiert und alle vier Wochen definieren wir gemeinsam, was bis zum nächsten Treffen umzusetzen und zu liefern ist. Ebenso analysieren wir in einer regelmässigen «Retrospective», was gut gelaufen ist und was hätte besser gemacht werden können.

Das ganze Umfeld und die Aufgabenstellungen gefallen mir sehr. Seit meinem Stellenantritt im vergangenen Jahr lerne ich, wie man professionell Software entwickelt bzw. ein solches Projekt plant und durchführt. Ich denke, Technologien wie Mixed Reality und biomechanische Modellierungen haben grosses Entwicklungspotenzial. Ich schaue gespannt in die Zukunft und bin gerne weiter dabei.»

Porträt

Christina Ochsner

Weitere Informationen

www.incomed.com



Nadja Enz, MSc in Gesundheitswissenschaften und Technologie mit Vertiefung Neurowissenschaften, Doktorandin am Trinity College in Dublin

ERFORSCHERIN DES KONTROLLIERENDEN GEHIRNS

Nadja Enz (27) tut das, was viele junge Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen nach Masterabschluss tun: Sie verbindet Erfahrungen und Kenntnisse aus dem Studium und ersten Forschungsstellen zu einer Dissertation. Im irischen Dublin untersucht sie in neurowissenschaftlichen Experimenten, wie Handlungsabläufe kontrolliert oder

gehemmt werden – und warum diese inhibitorische Kontrolle manchmal nicht funktioniert.

«Ich bin Doktorandin der kognitiven Neurowissenschaften am Trinity College Dublin in Irland. Drei Jahre lang forsche ich hier an mehreren zusammenhängenden Projekten, aus welchen dann eine Doktorarbeit resultieren soll. Der geplante Titel: «How can brain-computer interface and direct neurofeedback be used to investigate and improve the brain's inhibitory control system?». Meine Hauptaufgabe ist es, unter Betreuung von Supervisors, Studien selbstständig zu entwickeln, durchzuführen und die Resultate zu veröffentlichen.

IDEALE VORAUSSETZUNGEN

Ich habe an der ETH ein Studium in Gesundheitswissenschaften und Technologie mit der Vertiefung Neurowissenschaften absolviert und schon meine Masterarbeit in Dublin geschrieben. Während und nach meinem Studium habe ich zwei Forschungspraktika absolviert und als Research Assistant (wissenschaftliche Mitarbeiterin) gearbeitet. Dabei habe ich die praktische Anwendung sowie die Analyse neurowissenschaftlicher Untersuchungsmethoden erlernt wie z.B. die Elektroenzephalographie (Messung der elektrischen Hirnaktivität) oder die Transkranielle Magnetstimulation (gezielte Stimulierung gewisser Hirnbereiche durch Magnetfelder). Ebenfalls konnte ich da den Umgang mit den Personen üben, die sich für die Versuche zur Verfügung stellen.

In meinem Forschungsalltag lese ich vorhandene Literatur meines Themenbereichs, entwickle Experimente im Labor, teste Versuchsprobanden, schreibe Codes für die Datenanalyse oder -visualisierung, analysiere die resultierenden Daten und verfasse Publikationen. Ebenfalls bringen die Studien viel Administration mit sich, wie z.B. Ethikgesuche, die geschrieben oder angepasst werden müssen.

INHIBITORISCHE KONTROLLE

Das übergreifende Thema meiner Forschungsprojekte ist die inhibitorische

Kontrolle. Darunter versteht man die Fähigkeit des Gehirns, impulsive oder automatische Reaktionen und Verhaltensweisen zu hemmen, zu kontrollieren oder zu korrigieren. So ist es auch möglich, eine begonnene motorische Handlung aufgrund eines externen Stimulus sofort abzubrechen. Wenn man z.B. auf der Strasse läuft und plötzlich ein Auto kommt, muss man so schnell wie möglich stehenbleiben bzw. den nächsten Schritt stoppen. Personen mit Suchtverhalten und ältere Menschen haben grössere Schwierigkeiten damit als andere. Gerade bei Älteren ist das mit ein Grund für sich häufende Stürze.

In meiner Grundlagenforschung untersuche ich, was genau sich im Gehirn beim Stoppen einer Handlung abspielt. Dafür benutze ich Neurofeedback. Ich messe die Hirnströme der Probanden mit Elektroenzephalographie und gebe ein Echtzeit-Feedback zu einem spezifischen Teil ihrer Hirnströme. Mit einem Computerspiel müssen die Probanden dann versuchen, diese Hirnströme zu verstärken bzw. abzuschwächen. Dies ist nicht nur ein gutes Tool, um eine gewisse Hirnregion zu untersuchen, sondern gleichzeitig ein möglicher Therapieansatz, um die inhibitorische Kontrolle zu verbessern und Stürze zu vermeiden.

SELBSTSTÄNDIGE ARBEIT

Der Reiz eines Doktorats besteht für mich vor allem darin, dass ich drei Jahre lang selbstständig an einem Projekt arbeiten kann. Gleichzeitig ist das aber auch die grösste Schwierigkeit. Man kann sich sehr hilflos fühlen, wenn man lange alleine mit einem Problem kämpft. Viele Doktoranden leiden am sogenannten «Impostor-Syndrom», sehen sich als Hochstapler ohne Ergebnisse und leiden an massiven Selbstzweifeln.

Ich liebe es, lösungsorientiert zu arbeiten. In einem Doktorat muss man ein Problem nach dem anderen angehen, da man oftmals die erste Person ist, die an etwas Spezifischem arbeitet. Das kann mühsam sein, ist aber umso befriedigender, wenn man etwas erreicht hat. Bei Problemen bin ich jeweils froh, dass ich meine Supervisors

fragen kann. Ein Doktorat bietet auch Möglichkeiten zum Reisen und Netzwerken, z.B. an internationalen Konferenzen. Dort trifft man Leute, die ebenfalls an sehr spezifischen Problemen im selben Gebiet arbeiten. Der Austausch ist immer sehr bereichernd. Was mir ebenfalls an meiner Forschung gefällt, ist die Interaktion mit den Testprobanden. Alles ist ein ständiger Lernprozess, der nicht nur für zukünftige Forschungsprojekte wertvoll ist, sondern auch für alle möglichen Stellen in der Arbeitswelt.

WICHTIGER KARRIERESCHRITT

Ein Doktorat nach dem Masterabschluss ist ein typischer und wichtiger Schritt für Studierende, die eine akademischen Laufbahn planen oder weiterhin in der Forschung als Forscher oder Forscherin tätig sein wollen. Es ist jedoch nicht die einzige Möglichkeit nach unserem Studium. Viele meiner Studienkolleginnen und -kollegen haben eine Stelle in der Industrie gefunden, z.B. in der Medizintechnik- oder der Pharmabranche, aber auch in Beratung und Verkauf.

Wenn man ein Doktorat schreiben will, sollte man mit möglichst vielen Leuten sprechen, mit denen man schon gearbeitet hat, die bereits mit dem Doktorat angefangen haben und die in Gebieten forschen, an denen man interessiert ist. Das hilft dabei zu entscheiden, in welchen Forschungsgebieten man sich bewerben soll, oder um von offenen Stellen zu erfahren. Extrem wichtig ist die Wahl des Supervisors, der einen während des Doktorats betreut. Sie kann die ganze Doktorarbeit signifikant beeinflussen. Ich für meinen Teil habe meine bisherigen Schritte nicht bereut.»

Porträt

Christina Ochsner

Weitere Informationen

www.tcd.ie

www.whelanlabtcd.org



Fabio Grasso, MSc ZHAW in Life Sciences mit Vertiefung in Pharmazeutischer Biotechnologie, wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter bei Agroscope in Liebefeld-Posieux, Bern

FACHMANN FÜR EIDGENÖSSISCHE MILCHSÄUREBAKTERIEN

Fabio Grasso (39) trägt mit seinen biotechnologischen Fermentationsversuchen an Milchsäurebakterien zum unverwechselbaren Aroma von Schweizer Käse bei. Seine bisherigen Berufserfahrungen stammen aus Forschung und Entwicklung von Antikörper produzierenden Mikroben und neuen Impfstoffen. Weiteres Wissen sammelt er zurzeit

nebenberuflich in einem zweiten Masterstudium.

«Ich bin wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter bei Agroscope in Bern. Im Bereich Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln in der Forschungsgruppe Biotechnologie bin ich für die Planung, Durchführung und Auswertung von biotechnologischen Versuchen mit Milchsäurebakterien zuständig. Daneben leite und plane ich wechselnde Teilprojekte und berate die Gruppe bei bio-informatischen Fragestellungen.

BAKTERIEN IM ARCHIV

Agroscope ist das Kompetenzzentrum des Bundes für Forschung und Entwicklung im Agrar-, Ernährungs- und Umweltbereich und beschäftigt rund 1000 Mitarbeitende an verschiedenen Standorten in der ganzen Schweiz. Dem Bundesamt für Landwirtschaft angegliedert, forscht sie in den Bereichen Pflanzen, Tiere, Lebensmittel, Umwelt und Wettbewerb entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Land- und Ernährungswirtschaft *from farm to fork*.

Seit über 100 Jahren untersucht, entwickelt und produziert Agroscope auch Starterkulturen aus Milchsäurebakterien für die Käseherstellung. Die Bakterien verwandeln Laktose in Milchsäure und bauen Eiweisse ab. Das macht das Produkt haltbarer und beeinflusst die Aromen. Dass die Schweiz als kleines Land eigene Bakterienkulturen produziert, ist erstaunlich, denn der Produktionsaufwand ist gross. Zum Vergleich: 80 Prozent der Käsekulturen für die ganze Welt kommen aus Dänemark. Agroscope verkauft ausschliesslich im Inland an rund 600 traditionelle Käsereien und Alpbetriebe und trägt so zur unverwechselbaren Qualität des Schweizer Käses bei.

Unsere Schatzkammer: eine wertvolle Stammsammlung von gut 12000 Bakterienstämmen. Sie wurden seit etwa 1900 in unzähligen Schweizer Käsereien gesammelt und isoliert. Die Biodiversität und genetische Vielfalt dieser Sammlung ist weltweit einzigartig. Damit die Bakterien nicht absterben, werden sie etwa alle zehn Jahre aktiviert und neu konserviert.

Ich bin für die Organisation der gruppeninternen Stammsammlung verantwortlich. Für unsere Versuche bestellen wir die einzelnen Bakterienstämme aus der «Master»-Stammsammlung, reproduzieren sie in unserem Labor und lagern sie in einem Tiefkühlschrank bei minus 40° C, bis sie für die Laborversuche eingesetzt werden. In der Forschungsgruppe Biotechnologie geht es darum, die Starterkulturen zu charakterisieren, deren Herstellungsprozesse zu entwickeln und in die Produktion zu transferieren.

RESISTENZEN IN STARTERKULTUREN

Mein Arbeitspensum beträgt 80 Prozent. Etwa 50 Prozent verbringe ich im Labor und den Rest am Schreibtisch. Ich helfe bei Fermentationsexperimenten mit, werte die Daten von Laborversuchen aus, interpretiere die Resultate und erstelle Versuchsberichte. Bei Problemen recherchiere ich in der Literatur nach Lösungsansätzen. Dann plane ich Folgeversuche und gebe in Absprache mit dem Laborteam die Arbeitsaufträge zur Durchführung der Fermentations-Experimente an die Laboranten weiter.

Am meisten beschäftigte mich in letzter Zeit die Projektleitung für die Beschaffung eines neuen Parallelbioreaktorsystems. Dabei handelt es sich um sechs Ein-Liter-Bioreaktoren, welche zur Entwicklung von Herstellprozessen der Starterkulturen dienen. Dabei können in einem einzelnen Experiment mehrere Kulturbedingungen wie verschiedene Nährlösungen sowie verschiedene Bakterienisolate getestet und verglichen werden.

Ein aktuelles Projekt ist die Erstellung eines Skripts zur automatischen Aufarbeitung von Datensätzen aus routinemässigen Antibiotikaresistenzmessungen. Die zur Herstellung fermentierter Lebensmittel verwendeten Mikroorganismen dürfen keine klinisch relevanten, erworbenen und übertragbaren Gene aufweisen, die gegen Antibiotika resistent sind. Damit soll vermieden werden, dass Antibiotika-Resistenz-Gene von den harmlosen Milchsäurebakterien auf gefährliche Krankheitserreger übertragen werden.

ERFAHRUNGEN IM BERUFSALLTAG

Ich arbeite jetzt seit gut zwei Jahren bei Agroscope. Ursprünglich habe ich an der ZHAW Biotechnologie studiert und anschliessend einen Master in Life Sciences mit der Vertiefung Pharmazeutische Biotechnologie gemacht. Nach der Masterarbeit konnte ich bei der Novartis Pharma AG in Basel für zehn Monate ein Praktikum in der Optimierung und im «Scale-up» von Fermentationsprozessen absolvieren. Die zu kultivierenden Zellen waren gentechnisch veränderte Mikroben, welche therapeutische Proteine wie z.B. Antikörper produzierten. Die Herausforderung dabei war, die entwickelten Herstellungsprozesse vom Labormassstab auf den Pilotmassstab zu transferieren.

Anschliessend arbeitete ich rund drei Jahre lang als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Limmatech Biologics AG in Schlieren und habe u.a. neue Impfstoffkandidaten für präklinische Studien produziert und charakterisiert. Dabei ging es darum, in kleineren Mengen Impfstoffmaterial für toxikologische Studien herzustellen.

Knapp drei weitere Jahre war ich bei der Hamilton Bonaduz AG in der Business Unit Life Science Robotics für die Planung und Leitung von Kundenprojekten verantwortlich, bei denen Laborabläufe auf einem Pipettierroboter automatisiert wurden. Ich führte Projekt-Teams, kalkulierte Kosten, schätzte den Aufwand, erstellte Dokumentationen.

Zurzeit absolviere ich berufsbegleitend ein zweites Masterstudium, diesmal in Molecular Life Sciences mit Vertiefung in Mikrobiologie und Immunologie an der Universität Bern. Agroscope ist Weiterbildungen gegenüber sehr offen und fördert ihre Mitarbeitenden. Ich bin gespannt, wohin mein Weg mich weiter führt. Bisher bin ich sehr zufrieden.»

Porträt

Christina Ochsner

Weitere Informationen

www.agroscope.admin.ch



Giuditta Rachele Romiti, BSc in Medizintechnik HSLU, Junior Product Manager Knee bei der Mathys AG in Bettlach

PRODUKTVERANTWORTLICHE FÜR KÜNSTLICHE KNIEGELENKE

Giuditta Rachele Romiti (25) ist als Junior Product Manager einer Medizintechnikfirma zuständig für die Vermarktung verschiedener Kniegelenkprothesen. Besonders gefallen ihr dabei die abwechslungs-

reichen Arbeitstage sowie die Verbindung von technischen Aspekten, Medizin und den Anliegen von Patienten und Patientinnen. Für die Zukunft erhofft sie sich weitere Schritte im Produktmanagement: «Ich würde gerne Geschäftsszenarien erstellen und Produktportfolios entwickeln.»

«Ich arbeite als Junior Product Manager Knee bei der Mathys AG im solothurnischen Bettlach. Das 1946 gegründete Medizinaltechnik-Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt synthetisches Ersatzmaterial für Knochen sowie Produkte für den künstlichen Gelenkersatz in Schulter, Hüfte und Knie. Die Firma beschäftigt über 500 Angestellte und ist mit zwölf Tochtergesellschaften auf der ganzen Welt tätig.

DAS PORTFOLIO

Im Bereich der Knie-Prothesen gibt es drei Produktfamilien: Teil- oder Totalprothese sowie ein modulares Revisionssystem, jeweils mit Produktvarianten für verschiedene Bedürfnisse wie Grössen- und Höhenabstufungen oder Beschichtungen. Aus diesem Knie-Portfolio wurden mir einige Produkte zugewiesen, für deren Entwicklung und Betreuung ich jetzt während des gesamten Produktlebenszyklus zuständig bin.

Es geht u.a. darum, neue Produktentwicklungen zu begleiten, die Produkte im Markt zu positionieren, bei den anwendenden Ärzten und Chirurgen einzuführen, einen konkreten Handlungsplan für den Markteintritt (Go-to-Market-Plan) zu erstellen oder verkaufssteigernde Massnahmen für Kernprodukte zu erarbeiten. Zu meinen weiteren Aufgaben gehören Aufbau und Pflege der technischen Dokumentationen zu einzelnen Produkten und Systemen sowie die Durchführung von Schulungen im zugewiesenen Produktportfolio.

DER ARBEITSTAG

Das Schöne an meiner Tätigkeit im Produktmanagement ist, dass es keinen typischen Arbeitstag gibt. Es gibt

Monate, an denen operative Tätigkeiten überwiegen und man sehr stark an PC und Bürotisch gebunden ist. Tage, an denen man von Meeting zu Meeting springt, um ein Projekt voranzubringen. Tage, die man im Spital verbringt, um die Kontakte zur Ärzteschaft zu pflegen oder sich medizinisches Fachwissen anzueignen. Es gibt jedoch auch Zeiten, in denen man für mehrere Tage das Land verlässt, Kongresse und Seminare besucht, Workshops und Schulungen unterstützt. Durch Corona hat sich der Arbeitsalltag entschleunigt und wir fokussieren seit nun fast einem Jahr im Homeoffice auf die wesentlichen Aufgaben. Es gibt keine Kongresse, Schulungen oder Arztbesuche mehr, in vielen Ländern sind die Operationen entfallen.

Trotzdem arbeiten wir weiter an Projekten, an Dokumentationen und bereiten uns für Einreichungen und Audits vor. Meetings finden ausschliesslich digital statt, was anfangs eine grosse Umstellung und Herausforderung war, nun jedoch zum Alltag geworden ist. Auch die Kaffeepausen verbringen wir in virtuellen Räumen, damit der persönliche Kontakt zu den Kollegen nicht komplett entfällt.

DIE KENNTNISSE

Während des Studiums konnte ich meine Produktmanagement-Kenntnisse in verschiedenen Modulen aufbauen. Wir haben Fallstudien bearbeitet und gelernt, wie man als Product Manager (PM) produktrelevante Themen von der Idee über die Entwicklung und Produktion bis hin zu Marketing und Vertrieb behandelt. Theorie ist leider nicht gleich Praxis, trotzdem hatte ich eine gute Basis, um die Strukturen und Aufgaben meiner Tätigkeit als Junior PM zu verstehen und schrittweise selbstständig anzuwenden. Das meiste wird jedoch am Arbeitsplatz nach dem Prinzip *learning by doing* gelernt.

Ein weiterer Schwerpunkt im Studium war der Umgang mit den Regularien und der Erwerb von Wissen über die regulatorischen Aspekte. So konnte ich mein Fachwissen in den Bereichen Risikomanagement, Gebrauchstauglichkeit, klinische Evaluation und Qualitätsmanagement erweitern. Ob-

wohl diese Bereiche nicht zu meinen Verantwortungen zählen, hängen sämtliche Bereiche einer in der Medizintechnikbranche tätigen Firma stark zusammen. Mein Wissen hilft mir, die Abhängigkeiten zu verstehen und die Schwerpunkte bereits im Vorfeld zu beachten.

Das Produktmanagement gehört zu den typischen Tätigkeiten nach einem Medizintechnikstudium. Weiter sind Tätigkeiten in der Produktentwicklung, im Qualitätsmanagement, in den Clinical Affairs bzw. allgemein in den regulatorischen Bereichen denkbar.

DAS MORGEN

Durch das globale Bevölkerungswachstum und den zunehmenden Anteil älterer Menschen wird auch die Nachfrage nach Medizintechnik weiter steigen. Gefragt sind innovative Produkte und schnelle, aber sichere Lösungen mit kürzeren Entwicklungszyklen. Relevante Themen sind Augmented Reality und Künstliche Intelligenz, 3-D-Druck und neue Werkstoffe für verbesserte Produkteigenschaften. Herausgefordert wird die Branche durch die aussergewöhnlich starken Regulierungen und die rasant steigende Menge digitaler Patientendaten.

Den nächsten Schritt meiner eigenen Zukunft sehe ich in der Tätigkeit des Product Managers. Ich würde gerne mehr wissen über wirtschaftliche Aspekte, Marktzahlen und Trends, Geschäftsszenarien erstellen und ein Produktportfolio anhand der Marktbefürfnisse weiterentwickeln. Mein bisheriger Weg war genau richtig für mich. Neben meinem Teilzeitstudium konnte ich durch Industriepraktika und Assistenzstellen bereits viel fachliches Wissen aufbauen. Das Produktmanagement würde ich ebenfalls wieder wählen. Es ist für mich eine perfekte Mischung aus technischer Nähe zu einem medizinischen Produkt und sozialen Interaktionen mit den Anwendern.»

Porträt

Christina Ochsner

Weitere Informationen

www.mathysmedical.com



Matea Stopic, MSc Universität Zürich in Biomedizin, Sales Analyst im Sales Management bei der Credit Suisse AG in Zürich

ANALYSTIN VON FINANZWIRTSCHAFTLICHEN VERTRIEBSDATEN

Matea Stopic (27) hat nach ihrem Biomedizinstudium den klassischen Weg Richtung Forschung links liegenlassen und ist bei einer Bank als Sales Analyst eingestiegen. Hier hat sie zwar thematisch nicht mehr so

viel mit Naturwissenschaften zu tun, kann aber ihre analytischen Fähigkeiten, ihre Programmierkenntnisse und ihr statistisch-mathematisches Wissen aus dem Studium einsetzen. Sie sagt: «Für mich ist es der perfekte Schritt in die Zukunft.»

«Ich absolvierte eine Lehre als Fachfrau Gesundheit EFZ im Zürcher Stadtspital Triemli und besuchte gleich anschliessend drei Jahre lang die Kantonale Maturitätsschule für Erwachsene KME. Dann wechselte ich an die Uni Zürich, belegte Biomedizin und schloss mit dem Master ab. Meine Arbeit im Spital behielt ich neben KME und Studium bei. Nach meinem Studium habe ich ein Praktikum bei der Credit Suisse im Projektmanagement begonnen und nach wenigen Monaten das Angebot für eine Festanstellung im Sales Management erhalten. Da arbeite ich jetzt als Sales Analyst und fühle mich sehr wohl.

LEBENDIGES UMFELD

Ich habe mich während meines Studiums intensiv mit der Frage beschäftigt, was ich nach meiner Studienzeit machen möchte. Für die Masterarbeit mit dem Schwerpunkt Krebsbiologie untersuchte ich ein Protein, dessen Fehlen im Pankreas die Entwicklung von Tumoren begünstigt. Ich habe zwar mit einer sehr guten Note abgeschlossen und viele Jobangebote erhalten, aber es ist mir auch klar geworden, dass mich eine Forscherkarriere nicht begeistern oder völlig erfüllen würde.

Forschen heisst in der Regel, sich mehrere Jahre lang auf ein spezielles, oft stark eingegrenztes Thema zu fokussieren. Ich arbeite aber sehr gerne an verschiedenen Themen gleichzeitig und geniesse ein agiles und schnell wechselndes Umfeld, wo man auch technologisch grosse Sprünge macht. Da ich zu dem Zeitpunkt schon ungefähr zehn Jahre im Gesundheitswesen gearbeitet hatte, wollte ich etwas völlig Neues kennenlernen. Zudem interessierte ich mich schon länger auch für Wirtschafts- und Finanzthemen. So war meine Entscheidung für den Job bei einer Bank keineswegs eine Notlösung, weil ich sonst nichts Besseres

gefunden hätte, sondern der perfekte Schritt in meine Zukunft.

ANALYSIERTE DATEN

Als Sales Analyst sammle, analysiere und überwache ich Daten, welche regelmässig zu Vertrieb und Verkauf unserer Dienstleistungen wie Kredite, Leasing, strategische Dialoge oder Transaktionen auf dem Devisenmarkt erhoben werden. Dabei lassen sich meine Aufgaben grob in zwei grosse Kategorien unterteilen: Einerseits erstelle ich Reports, um sichtbar zu machen, welche Erfolge die Kundenbetreuer/innen in der letzten Woche bzw. im letzten Monat erreicht haben. Andererseits entwickle ich diese Reports weiter oder analysiere die Daten für kurzfristige Projekte. Dafür programmiere ich entweder die bestehenden Reports um oder erstelle völlig neue Tools und Programme für eine möglichst effiziente Datenanalyse. Mit diesen Analysen können Vertriebsmassnahmen bewertet, Empfehlungen für eine Umsatzsteigerung formuliert, Prognosen für die Zukunft abgegeben oder Leitlinien für Entscheidungsprozesse entwickelt werden.

Ich wurde eingestellt, weil ich aus dem Studium schon gute Vorkenntnisse im Programmieren sowie eine schnelle Auffassungsgabe hatte und starke analytische Fähigkeiten mitbrachte. Dadurch erhoffte man sich, dass ich die neuen Programmiersprachen schnell lerne und selbstständig Projekte angehen kann. Einen ersten Beweis meiner Flexibilität und meines Könnens konnte ich gleich in den ersten Arbeitswochen zu Beginn der Corona-Pandemie erbringen: Vom Homeoffice aus habe ich intensiv am Projekt «Covid-19-Kredite» mitgewirkt.

GESAMMELTES WISSEN

Auf den ersten Blick hat Biomedizin nicht viel mit dem Sales Management zu tun. Meine ehemaligen Mitstudierenden arbeiten denn auch mehrheitlich in der Pharmaindustrie, schreiben an einem Doktorat oder forschen in einem Labor. Trotzdem ist das Studium keine Einbahnstrasse, und Naturwissenschaftler und -wissenschaftlerinnen wie wir sind in vielen Branchen

sehr gefragt. Das stark interdisziplinäre Studium besteht ja nicht nur aus Biologie und Medizin, sondern vermittelt auch einen enormen naturwissenschaftlichen Background. Es wird sehr viel Statistik, Mathematik, Physik, physikalische Chemie, Programmieren (Python, R, SPSS usw.) und anderes gelehrt. Das Bachelorstudium besteht in den ersten zwei Jahren zu fast drei Vierteln aus Modulen dieser Fächer. Ausserdem werden das verknüpfte Denken gefördert und das analytische Auswerten grosser Datensätze geübt. Im Studium habe ich gelernt, wie man sich in sehr kurzer Zeit sehr viel Wissen aneignen kann, wie man Probleme mit Bedacht angehen und rasche Lösungen finden kann. Und während der Prüfungsperioden habe ich meine Ausdauer trainiert. Das alles kommt mir jetzt entgegen. Während des Masterstudiums habe ich zudem am «Female Talent Program» von Accenture teilgenommen und mehrtägige Workshops zu Consulting und Selbstentwicklung besucht. Mein fehlendes Finanzwissen habe ich in der Freizeit durch entsprechende Lektüre aufgebossert.

NEUE CHANCEN

Bisher bin ich mit meiner Laufbahn sehr zufrieden. Ich bin immer meinen momentanen Wünschen und Interessen gefolgt und konnte mir dadurch die Motivation auch im anspruchsvollen Studium erhalten. Ob ich je in den Gesundheitsbereich zurückkehren werde, weiss ich nicht. Ich bin mir sicher, dass ich zurzeit an der perfekten Stelle bin, um mein Wissen immer mehr auszubauen und von vielen interessanten Personen zu lernen.

Künftigen Biomedizin-Studierenden kann ich nur raten: Überlegt euch früh und immer wieder, welche Fähigkeiten ihr im späteren Berufsleben integrieren bzw. einsetzen möchtet. Es ist immer möglich, auch in völlig neuen Branchen Fuss zu fassen. Man muss nur wissen, was man möchte, und entsprechend dafür arbeiten.»

Porträt

Christina Ochsner

Weitere Informationen

www.accenture.com

www.credit-suisse.com



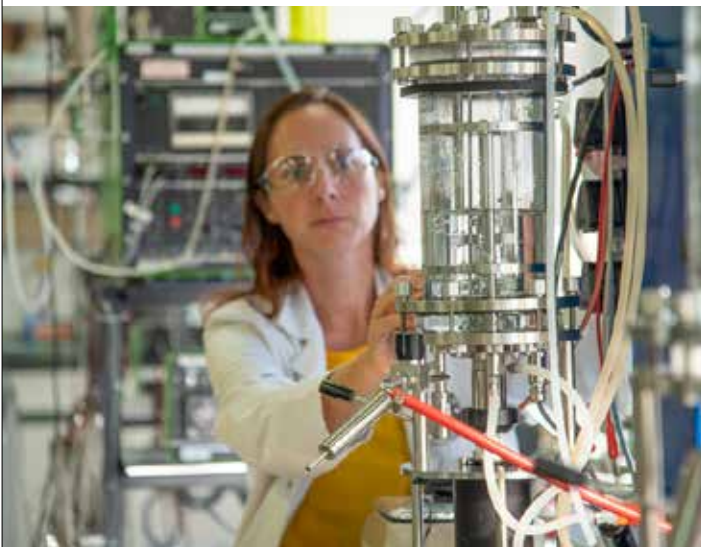
Hes·SO VALAIS WALLIS

Haute Ecole d'Ingénierie
Hochschule für Ingenieurwissenschaften π

NEUER
HOCHMODERNER
CAMPUS

Studium BSc in Life Technologies

Vertiefungsrichtungen *Biotechnologie, Analytische und Bioanalytische Chemie, Lebensmitteltechnologie*



- **Neu: Biotechnologie komplett auf Deutsch**
- **Neuer Campus, moderne Labors und Pilothallen**
- **Zweisprachig studieren**

Die Ingenieurinnen und Ingenieure in Life Technologies sind aufgrund ihrer praktischen Fähigkeiten und theoretischen Kenntnisse auf dem Arbeitsmarkt sehr gefragt.

Ein Studium für alle, die sich für Naturwissenschaften und Ingenieurtechnik in den Bereichen Biotech, Pharma, Biomedizin, Chemie, Lebensmittel, Nachhaltigkeit, Umwelt interessieren.



www.hevs.ch/lt



HES-SO Valais-Wallis • rue de l'Industrie 23 • 1950 Sitten
+41 58 606 85 12 • info.tevi@hevs.ch • www.hevs.ch/lt

swissuniversities



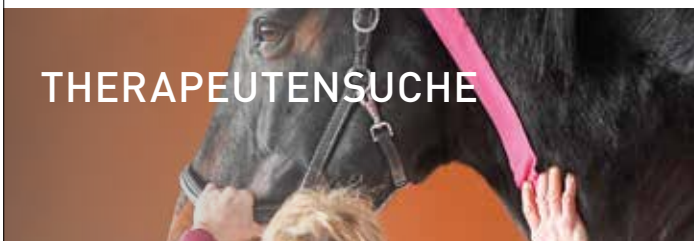


TIERPHYSIOTHERAPIE

TierphysiotherapeutInnen analysieren und definieren **funktionelle Probleme im Körper des Tieres**, erstellen die Physiotherapie-Diagnose und bieten Lösungswege mit adäquaten physiotherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten an. Ziel der Tierphysiotherapie ist das Erreichen einer optimalen, möglichst physiologischen Bewegungsfunktion, die dem individuellen Potenzial des Tieres entspricht.



Erfahren Sie mehr über die vielfältigen **Einsatzgebiete der Tierphysiotherapie**, die individuellen Behandlungsmöglichkeiten und den Ablauf einer tierphysiotherapeutischen Behandlung.



THERAPEUTENSUCHE

Der Schweizerische Verband für Tierphysiotherapie SVTPT wurde 1998 gegründet und ist die **offizielle Berufsorganisation der TierphysiotherapeutInnen**.



Auf der Homepage können Sie nach Regionen einen geeigneten Tierphysiotherapeuten suchen und direkt online mittels **Überweisungsf formular für Tierärzte** entsprechend die Überweisung initialisieren.



AUSBILDUNG HF

Die Zusatzausbildung als Vorbereitung auf die **Höhere Fachprüfung Tierphysiotherapeutin/Tierphysiotherapeut mit eidg. Diplom** wird im Modulsystem angeboten. Vom Bund subventioniert ist es der einzige in der Schweiz anerkannte vorbereitende Lehrgang zum eidgenössisch reglementierten Beruf TierphysiotherapeutIn.



Informieren Sie sich über die aktuellen Kursdaten, die Ausbildungsinhalte und Zulassungskriterien auf unserer **Homepage**:

www.svtpt.ch



SCHWEIZERISCHER VERBAND FÜR TIERPHYSIOTHERAPIE
FEDERATION SUISSE DE PHYSIOTHERAPIE POUR ANIMAUX
FEDERAZIONE SVIZZERA DELLA FISIOTERAPIA PER ANIMALI
FEDERAZIUN SVIZRA DELLA FISIOTERAPIA PER BES CHAS

Fokus Studienwahl

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

Das zum Buch gehörende Heft **«Fokus Studienwahl: Arbeitsheft»** (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, wie auch für den Beratungsaltag in der Studienberatung.

Online bestellen: www.shop.sdbb.ch



«Fokus Studienwahl» orientiert sich an der Systematik des Studienwahlprozesses und gliedert sich in vier Teile:

- Interessen, Fähigkeiten, Wertvorstellungen
- Sich informieren
- Entscheiden
- Realisieren

Auflage: 3. aktualisierte Auflage 2016

Umfang: 80 Seiten

ISBN: 978-3-03753-012-2

Art.-Nr: LI1-3022

Preis: **CHF 18.-**

Schweizerisches Dienstleistungszentrum
Berufsbildung | Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung
SDBB | Haus der Kantone | Speichergasse 6 | 3000 Bern 7
Telefon 031 320 29 00 | Fax 031 320 29 01



SDBB | CSFO

Jetzt informieren:
ost.ch/technikstudieren



Mit einem Technik-Studium

Perspektiven finden

Entwickeln Sie den technologischen Fortschritt mit, gestalten Sie die Lösungen von morgen und begegnen Sie den Herausforderungen der Zukunft.

Mit einem Bachelor-Studium in

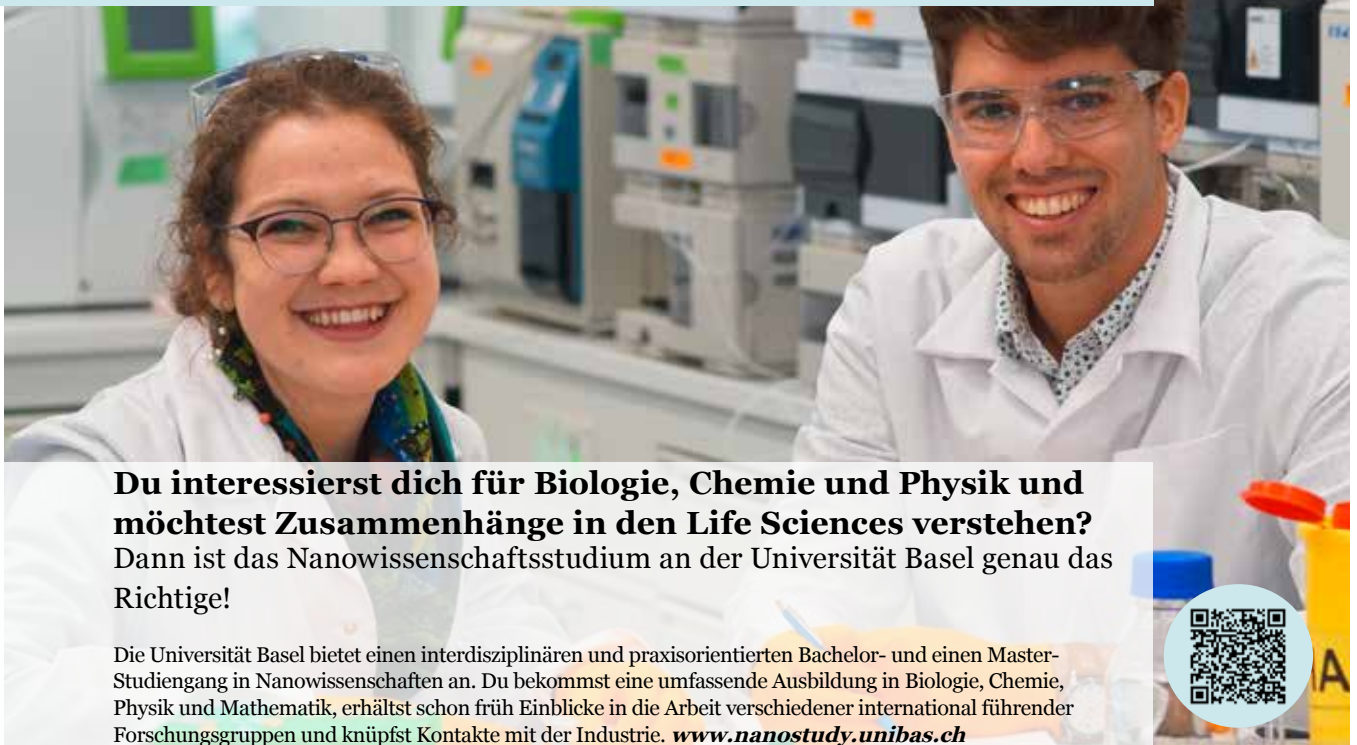
- Elektrotechnik
- Erneuerbare Energien und Umwelttechnik
- Maschinenteknik | Innovation
- Systemtechnik
- Wirtschaftsingenieurwesen

ost.ch/technikstudieren



Universität
Basel

Swiss Nanoscience Institute



Du interessierst dich für Biologie, Chemie und Physik und möchtest Zusammenhänge in den Life Sciences verstehen?
 Dann ist das Nanowissenschaftsstudium an der Universität Basel genau das Richtige!

Die Universität Basel bietet einen interdisziplinären und praxisorientierten Bachelor- und einen Master-Studiengang in Nanowissenschaften an. Du bekommst eine umfassende Ausbildung in Biologie, Chemie, Physik und Mathematik, erhältst schon früh Einblicke in die Arbeit verschiedener international führender Forschungsgruppen und knüpfst Kontakte mit der Industrie. www.nanostudy.unibas.ch



SERVICE

ADRESSEN, TIPPS UND WEITERE INFORMATIONEN

STUDIERN

www.berufsberatung.ch

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

www.swissuniversities.ch

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

www.studyprogrammes.ch

Bachelor- und Masterstudienprogramme aller Hochschulen.

www.swissuniversities.ch/de/services/studieren-im-ausland

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

Studium in Sicht –

Studienrichtungen und Berufsperspektiven, SDBB Verlag, 2018



Universitäre Hochschulen

www.epfl.ch: Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne

www.ethz.ch: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

www.unibas.ch: Universität Basel

www.unibe.ch: Universität Bern

www.unifr.ch: Universität Freiburg

www.unige.ch: Universität Genf

www.usi.ch: Universität der italienischen Schweiz

www.unil.ch: Universität Lausanne

www.unilu.ch: Universität Luzern

www.unine.ch: Universität Neuenburg

www.unisg.ch: Universität St. Gallen

www.uzh.ch: Universität Zürich

www.fernuni.ch: Universitäre Fernstudien der Schweiz

Fachhochschulen

www.bfh.ch: Berner Fachhochschule BFH

www.fhgr.ch: Fachhochschule Graubünden FHGR

www.fhnw.ch: Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

www.supsi.ch: Fachhochschule Südschweiz SUPSI

www.hes-so.ch: Fachhochschule Westschweiz HES-SO

www.hslu.ch: Hochschule Luzern HSLU

www.ost.ch: Ostschweizer Fachhochschule OST

www.zfh.ch: Zürcher Fachhochschule ZFH

www.fernfachhochschule.ch: Fernfachhochschule Schweiz

www.kalaidos-fh.ch: Fachhochschule Kalaidos FH Zürich

Pädagogische Hochschulen

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

www.berufsberatung.ch/ph oder www.swissuniversities.ch

Links zu allen Hochschulen und Studienfächern

www.berufsberatung.ch/studium

Weiterbildungsangebote nach dem Studium

www.swissuni.ch

www.berufsberatung.ch/weiterbildung

Informationsveranstaltungen zum Studium

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

Vorlesungsverzeichnisse, Wegleitungen, Vorlesungsbesuche

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

Noch Fragen?

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

Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung

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

Antworten finden – Fragen stellen

Auf www.berufsberatung.ch/forum sind viele Antworten zur Studienwahl zu finden. Es können dort auch Fragen gestellt werden.

FACHGEBIET

Fachartikel

biotechlerncenter.interpharma.ch: Biotechnologie einfach erklärt
www.transgen.de: Beispiele aus Gen- und Biotechnik
www.psi.ch: Forschung >Mensch und Gesundheit
www.scienia.ch: CH-Forschung >Gesundheitswissenschaften
www.sciencedaily.com: internationales Forschungsnews-Portal

Verbände

gensuisse.ch: Stiftung Gen Suisse für den Dialog Forschung–Öffentlichkeit
ingch.ch: Ingenieurverband Engineers Shape our Future
naturwissenschaften.ch: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz
www.interpharma.ch: Verband der forschenden pharmazeutischen Firmen der Schweiz
www.satw.ch: Schweiz. Akademie der technischen Wissenschaften
www.scienceindustries.ch: Wirtschaftsverband Chemie, Pharma, Life Sciences
www.sglwt.ch: Schweiz. Gesellschaft für Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie
www.svc.ch: Schweiz. Verband Diplomierter Chemiker FH
www.swissbiotech.org: Schweizer Biotech-Gesellschaft
www.swissengineering.ch: Berufsverband der Ingenieure und Architekten
www.swiss-medtech.ch: Schweizer Medizintechnikverband

Netzwerke

baselarea.swiss: Netzwerk zur Unterstützung von Start-ups und Institutionen (u.a. im Bereich Life Sciences) in der Region Basel
www.bionity.com/de: Fachportal für Biotechnologie, Pharma und Life Sciences
www.biotechnet.ch: Kompetenznetz Biotechnologie der Schweizer FH
www.bio-technopark.ch: Life-Sciences-Firmen im Technopark Zürich
www.lifescience-zurich.ch: Kooperationsnetzwerk Uni und ETH Zürich

Printmedien

- *Technik und Naturwissenschaften*. Berufslaufbahnen zwischen Megabytes und Molekülen. SDBB Verlag
- *Die erste Stelle nach dem Studium*. Beschäftigungssituation von Neuabsolventen und Neuabsolventinnen von Hochschulen. SDBB Verlag

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.



2018 | Agrarwissenschaften
Lebensmittelwissenschaften
Waldwissenschaften



2017 | Altertumswissenschaften



2021 | Anglistik



2018 | Architektur,
Landschaftsarchitektur



2019 | Asienwissenschaften
und Orientalistik



2018 | Bau und Planung



2020 | Biologie



2021 | Chemie,
Biochemie



2018 | Geowissenschaften



2019 | Germanistik,
Nordistik



2018 | Geschichte



2020 | Heil- und
Sonderpädagogik



2020 | Informatik,
Wirtschaftsinformatik



2021 | Life Sciences



2019 | Internationale
Studien



2019 | Kunst



2020 | Medien und
Information



2017 | Medizin



2020 | Medizinische
Beratung und Therapie



2018 | Musik,
Musikwissenschaft



2017 | Pflege,
Geburtshilfe



2019 | Pharmazeutische
Wissenschaften



2019 | Philosophie



2020 | Psychologie



2017 | Soziologie, Politik-
wissenschaft, Gender
Studies



2019 | Sport, Bewegung,
Gesundheit



2021 | Sprachwissenschaft,
Literaturwissenschaft,
Angewandte Linguistik



2021 | Theater, Film, Tanz



2020 | Theologie,
Religionswissenschaft



2020 | Tourismus, Hotel
Management, Facility
Management



2020 | Umweltwissen-
schaften



2019 | Unterricht
Mittel- und
Berufsschulen

«Perspektiven»-Heftreihe

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

Im Jahr 2021 werden folgende Titel neu aufgelegt:

Theater, Film, Tanz
 Chemie, Biochemie
 Anglistik
 Mathematik, Rechnergestützte Wissenschaften, Physik
 Sprachwissenschaft, Literaturwissenschaft, Angewandte Linguistik
 Life Sciences (Interdisziplinäre Naturwissenschaften)
 Pflege, Geburtshilfe
 Wirtschaftswissenschaften
 Soziologie, Politikwissenschaft, Gender Studies
 Erziehungswissenschaft
 Medizin
 Altertumswissenschaften



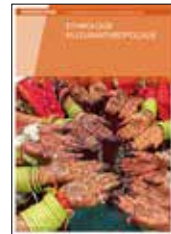
2018 | Design



2020 | Elektrotechnik und Informationstechnologie



2017 | Erziehungswissenschaft



2019 | Ethnologie, Kulturanthropologie



2019 | Kunstgeschichte



2018 | Maschinenbau, Maschinenbauingenieurwissenschaften



2020 | Materialwissenschaft, Nanowissenschaften, Mikrotechnik



2021 | Mathematik, Rechnergestützte Wissenschaften, Physik



2019 | Rechtswissenschaft, Kriminalwissenschaften



2018 | Romanistik



2018 | Slavistik, Osteuropa-Studien



2020 | Soziale Arbeit



2018 | Unterricht Volksschule



2018 | Veterinärmedizin



2017 | Wirtschaftswissenschaften

IMPRESSUM

© 2021, SDBB, Bern, 3., vollständig überarbeitete Auflage.
 Alle Rechte vorbehalten.

Herausgeber

Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung
 Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB, Bern, www.sdbb.ch
 Das SDBB ist eine Institution der EDK.

Projektleitung und Redaktion

Heinz Stauer, René Tellenbach, SDBB

Fachredaktion

Christina Ochsner Çanak, Amt für Jugend und Berufsberatung
 Kanton Zürich

Fachlektorat

Barbara Friebe, BIZ Berufsberatungs- und Informationszentren, Bern;
 Nadine Bless, Studien- und Laufbahnberaterin

Porträtbilder von Studierenden und Berufsleuten

Dieter Seeger, Zürich

Bildquellen:

Titelbild: www.shutterstock.com/HQuality
 S. 6, 58: unsplash.com/National Cancer Institute; S. 8: www.shutterstock.com/angellodeco; S. 9: www.shutterstock.com/de/Adrian Mars; S. 10: www.shutterstock.com/ktsdesign; S. 11: www.shutterstock.com/Dima Zel; S. 12: www.shutterstock.com/Signature Message; S. 13: www.shutterstock.com/Gorodenkoff; S. 14: ETH Zürich; S. 15, 16: EPFL; S. 17: Keystone, Science Photo Library SPL/Dennis Kunkel Microscopy; S. 18: ETH Zürich, Agnieszka Wormus; S. 19: Studio Nippoldt, Berlin; S. 20: Martin Oeggerli/Micronaut, supported by Nicola Aceto & Ali Fatih Sarioglu; S. 21: www.shutterstock.com/Oleg Senkov; S. 22: www.shutterstock.com/Kallayanee Naloka; S. 23: www.shutterstock.com/peterschreiber.media; S. 24: Keystone/Rupert Pberhauser; S. 26: www.shutterstock.com/Gorodenkoff; S. 27: Forschungsgruppe Lebensmittelbiotechnologie, ZHAW, Wädenswil; S. 28: www.shutterstock.com/DC Studio; S. 30: ETH Zürich; S. 36: Gataric Fotografie; S. 46: Wikimedia Commons; S. 56: www.shutterstock.com/HQuality; S. 60: unsplash.com/CDC; S. 61: Paul Scherrer Institut/Mahir Dzambegovic; Bilder aus den Hochschulen (S. 38-41): Dominic Büttner, Zürich

Gestaltungskonzept

Cynthia Furrer, Zürich

Umsetzung

Viviane Wälchli, Zürich

Lithos, Druck

Kromer Print AG, Lenzburg

Inserate

Gutenberg AG, Feldkircher Strasse 13, 9494 Schaan
 Telefon +41 44 521 69 00, steven.hercod@gutenberg.li, 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

PE1-1017

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.

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw Life Sciences und
Facility Management

Dank dem
Studium verstehe ich
nun Prozessvorgänge
und kann gezielt nach neuen
Geschmackserlebnissen
suchen.



Making you a food star

Im Bachelorstudium Lebensmittel-
technologie lernen Sie, Lebensmittel
verstehen, kreieren und managen.

Studieren Sie das „Making of“ genussvoller,
gesunder und nachhaltiger Lebensmitteln.
Werden Sie zum Food-Experten und gestalten
Sie die Zukunft unserer Lebensmittel
und Ernährung mit!

Voll- oder Teilzeitstudium.

 [zhaw.lebensmittel](https://www.instagram.com/zhaw.lebensmittel)
www.zhaw.ch/ilgi/bachelor

Zürcher Fachhochschule

u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**

Do you want to develop engineering solutions to unmet medical challenges?

Our master's programs are your path to a successful career
in medical technology innovation. In Bern, biomedical
engineers, AI experts and clinicians work together to bring
better treatments to patients. **Be part of this team!**



More info:



Master of Science | Artificial Intelligence in Medicine

- › Two-year full-time program in English
 - › Rotations in university hospital departments to be instructed in medical specialities
 - › Fundamental and applied courses in AI
- www.caim.unibe.ch/msc_aim

Master of Science | Biomedical Engineering

- › In collaboration with Bern University of Applied Sciences
 - › Two-year full-time program in English
 - › Compatible with 40% part-time work
 - › Clinically-oriented program affiliated with a leading medical faculty
- www.bme.master.unibe.ch

Admission with bachelor's degrees in a variety of STEM subjects.

Study at the Swiss medical technology hub with strong ties to industry and the clinic!

 INSELGRUPPE



Universität
Basel

Philosophisch-Naturwissenschaftliche
Fakultät



Life Sciences Cluster Basel

Das neue Biozentrum der Universität Basel ist ein Wahrzeichen der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Es ist ein technisch hochkomplexes Gebäude, einzigartig in Europa und bietet die optimalen Rahmenbedingungen für Spitzenforschung auf höchstem Niveau. Gelehrt wird Biologie, Chemie, Computational Sciences, Computer Science, Geowissenschaften, Mathematik, Nanowissenschaften, Physik, Pharmazeutische Wissenschaften sowie Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie.

philnat.unibas.ch



Bilder: Christian Flierl (Innenansichten), Mark Niedermann (Aussenansicht)



Fachhochschule Graubünden
University of Applied Sciences

Bachelorstudium

Computational and Data Science

Neu ab
Herbst 2021

Gestalten Sie die datengetriebene Zukunft. Lernen Sie, wie das Potential umfangreicher Datenbestände durch rechnergestützte Datenwissenschaften genutzt werden kann.

Werden auch Sie Teil der datengetriebenen Zukunft:
fhgr.ch/cds

Bildung und Forschung. **graubünden**