

CHEMIE BIOCHEMIE



Studieren und Forschen in Wädenswil

Food, Health und Environment – das sind die drei inhaltlichen Schwerpunkte des ZHAW Departements Life Sciences und Facility Management in Wädenswil.

Das Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT) betreibt angewandte Forschung zu hochaktuellen Themen rund um Gesundheit, Chemie, Biotechnologie und Umwelt. Drei verschiedene Bachelorstudiengänge liefern die Grundlagen für eine Karriere im Wachstumsmarkt der «Life Sciences», im Masterstudium lässt sich das erworbene Fachwissen individuell vertiefen:

- Bachelor of Science in Biomedizinischer Labordiagnostik
- Bachelor of Science in Biotechnologie
- Bachelor of Science in Chemie

- Master of Science in Life Sciences
 - mit Vertiefung Pharmaceutical Biotechnology
 - mit Vertiefung Chemistry for the Life Sciences





Barbara Kunz
Berufs-, Studien- und Laufbahnberaterin, Nidau
Verantwortliche Fachredaktorin dieser «Perspektiven»-Ausgabe

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER

«Chemie ist nicht alles, aber fast alles ist Chemie!» steht auf der Website der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW. Im Chemieunterricht haben Sie bereits einiges davon gelernt. Vielleicht haben Sie die Wirkung von Abwaschmitteln untersucht, vielleicht haben Sie den pH-Wert von Erde bestimmt, vielleicht haben Sie den Wasser- und Fettgehalt von bestimmten Nahrungsmitteln herausgefunden.

Hier im Heft finden Sie weitere spannende Forschungsthemen in Chemie, Biochemie und Chemieingenieurwissenschaften. Zum Beispiel erfahren Sie,

- wie seltene Erden aus Elektroschrott geschürt werden sollen,
- wie Forschende einen Zweikomponentenkleber für Moleküle entwickelten und dafür den Nobelpreis erhielten,
- wie chemisches Kunststoffrecycling funktioniert,
- wie die künstliche Intelligenz in der Chemie sinnvoll eingesetzt werden kann.

Im Kapitel «Studium» lesen Sie, was Sie im Chemie- oder Biochemiestudium lernen, wie viel Zeit Studierende im Labor verbringen und was Chemieingenieurwissenschaft oder Wirtschaftschemie sind. Porträts von Studierenden ergänzen das Kapitel.

Porträts finden Sie auch im Kapitel «Beruf» ebenso wie Informationen zu Berufsmöglichkeiten nach einem Chemie- oder Biochemiestudium.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre – sie soll Ihnen eine gute Grundlage für Ihren Studienwahlentscheid bieten.

Barbara Kunz

Titelbild

Ausstellung von Proben der Elemente, die im Periodensystem angeordnet sind, im Griffith Observatory in Los Angeles, Kalifornien, USA

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

ALLE INFORMATIONEN IN ZWEI HEFTREIHEN

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

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

Wenn Sie sich für ein Hochschulstudium interessieren, finden Sie also Informationen zu jeder Studienrichtung in einem «Perspektiven»-Heft.

› Editionsprogramm Seiten 64/65

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



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

Weitere Informationen zu den Heftreihen finden sich auf:

www.chancen.sdbb.ch
www.perspektiven.sdbb.ch

INHALT

CHEMIE, BIOCHEMIE

6 FACHGEBIET

- 7 Wissenschaft und Handwerk
- 10 Beispiele aus der Forschung
- 12 Seltene Erden schürfen aus Elektroschrott
- 13 Nachhaltige Lösungsmittel – gibt's das?
- 15 Wie Kieselalgen CO₂ so effektiv binden können
- 16 Zweikomponentenkleber für Moleküle
- 17 Bislang unbekannte Verbindung in chloraminiertem Trinkwasser identifiziert
- 18 Im Roboterlabor zu nachhaltigem Treibstoff
- 20 Chemisches Kunststoffrecycling ist startklar

22 STUDIUM

- 23 Chemie und Biochemie studieren
- 26 Studienmöglichkeiten
- 33 Verwandte Studienrichtungen und Alternativen zur Hochschule
- 34 Porträts von Studierenden:
- 34 Viviane Sennesberger, Chemie
- 36 Simon Raphael Waldmann und Valentine Sophie Zürcher, Chemie
- 38 Larissa Ziegler, Biochemie und Molekularbiologie
- 40 Josef Schobel, Chemie- und Bioingenieurwissenschaften
- 42 Nina Vonlanthen, Wirtschaftschemie

18

Im Roboterlabor zu nachhaltigem Treibstoff: Künstliche Intelligenz und eine automatisierte Laborinfrastruktur beschleunigen die Entwicklung neuer chemischer Katalysatoren massiv. Forschende der ETH Zürich entwickelten auf diese Weise Katalysatoren für die effiziente und kostengünstige Synthese des Energieträgers Methanol aus CO₂.



23

Studium: Die Studiengänge Chemie, Biochemie und Chemieingenieurwissenschaften basieren auf der gleichen grundlegenden wissenschaftlichen Ausbildung. Eng damit verzahnt ist die praktische Umsetzung des Gelernten. Im zweiten Teil des Bachelorstudiums sowie im Master erfolgt eine Vertiefung in einzelne Teilgebiete.



44 WEITERBILDUNG

46 BERUF

47 Berufsfelder und Arbeitsmarkt

49 Berufsporträts:

- 50 Astrid Kammerer, Verifikations- und Validationsspezialistin
- 52 Andreas Ostertag, Doktorand (PhD Student)
- 54 Nina Nowka, Head of Regulatory Affairs
- 56 Luca Scherrer, Gründer und CEO
- 58 Patricia Jacomet, Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz Bereich Chemie

40

Studierendenporträts: Chemie- und Bioingenieurwissenschaften liegen genau an der Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis, mit Schwerpunkt auf der Anwendung von chemischen und biochemischen Konzepten. Genau diese Verbindung hat Josef Schobel (23) ange- sprochen.



62 SERVICE

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

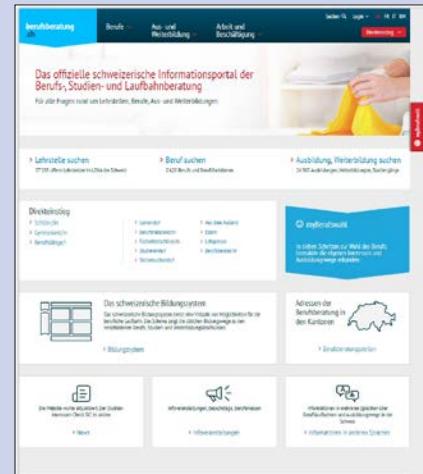
50

Berufsporträts: Vom ersten Schritt ins Labor bis hin zu einer vielseitigen Karriere: Der Weg von der Chemielaborantin zur Chemikerin FH eröffnet spannende Perspektiven. Im Interview berichtet Astrid Kammerer (26) von ihrem abwechslungsreichen Berufsalltag als Verifikations- und Validationsspezialistin.



ERGÄNZENDE INFOS AUF WWW.BERUFSBERATUNG.CH

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



Zu allen Studienfächern finden Sie im Internet speziell aufbereitete Kurzfassungen, die Sie mit Links zu weiteren Informationen über die Hochschulen, zu allgemeinen Informationen zur Studienwahl und zu Zusatzinformationen über Studienfächer und Studienkombinationen führen.

www.berufsberatung.ch/chemie
www.berufsberatung.ch/biochemie

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 WISSENSCHAFT UND HANDWERK
9 TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET



WISSENSCHAFT UND HANDWERK

Chemie und Biochemie sind zentrale Disziplinen der Naturwissenschaften. Die Chemie untersucht vor allem die unbelebte Materie, während sich die Biochemie auf die Vorgänge und Stoffe in lebenden Organismen konzentriert.

Die Chemie untersucht die Anordnung von Atomen in Molekülen, Werkstoffen und lebenden Organismen. Sie erforscht, wie sich diese Atome umordnen, um Prozesse des Alltags zu ermöglichen. Die Biochemie erforscht die chemischen und physikalisch-chemischen Grundlagen in der belebten Natur. Sie leitet ihre molekularen Grundlagen direkt aus der Chemie ab. Aufgrund ihrer Forschungsfelder zählt sie jedoch zu den Biowissenschaften.

CHEMIE: ENTWICKLUNG NEUER SUBSTANZEN UND PROZESSE

Chemische Prozesse sind im Alltag allgegenwärtig und lassen sich in chemischen Formeln darstellen – seien es die Wirkung der Abwaschmittel oder die Zusammensetzung von Salatsaucen. Viele technologische Errungenschaften der letzten Jahrzehnte sind der chemischen Forschung zu verdanken, etwa in der Entwicklung moderner Werkstoffe, in der Computertechnik, der Mikroelektronik oder beim Maschinenbau. Auch Fortschritte im Bau von leichteren und weniger entzündlichen Batterien und der Wasserstoffzellentechnologie beruhen auf Erkenntnissen aus der Chemie. Als Grundlagenwissenschaft ist die Chemie für viele andere Disziplinen unverzichtbar, darunter Biochemie, Biologie, Materialwissenschaften, Medizin, Pharmazie, Geowissenschaften und Agronomie.

Forschungsschwerpunkte der Chemie

Chemikerinnen und Chemiker arbeiten an der Entwicklung neuer Substanzen, Synthesemethoden, deren Analyse und Bewertung. Dabei sind viele heutige Entdeckungen fachübergreifend und finden auf molekularer Ebene statt. Die chemische Industrie gilt als besonders innovativ und liefert wichtige Beiträge zu Zukunftsthemen wie Energie, Gesundheit, Umweltschutz und Mobilität. Hierzu werden etwa seltene Erden aus Elektroschrott geschürft (S. 12). Forschende entwickeln nachhaltige Lösungsmittel, die die bisher verwendeten toxischen Substanzen ablösen sollen (S. 13). Selbstverständlich wird auch die künstliche Intelligenz unter anderem für die Synthese eingesetzt (S. 18).

Arbeitsmethoden in der Chemie

In der Chemie werden Hypothesen aufgestellt und systematisch durch Experimente im Labor überprüft. Die prakti-

sche Laborarbeit ist in der Chemie zentral. Im Labor werden Substanzen synthetisiert und analysiert, Stoffgemische getrennt, verschiedenste chemische Reaktionen und Messungen durchgeführt. Der sichere Umgang mit Chemikalien, deren Gefahren und die Präzision bei der Anwendung apparativer Methoden sind essenziell.

Klassische Disziplinen der Chemie

- *Anorganische Chemie* befasst sich hauptsächlich mit Verbindungen ohne Kohlenstoffgerüst. Es geht um Aufbau und dadurch beeinflusster Eigenschaften «toter» Stoffe und die Entwicklung neuer Materialien.
- *Organische Chemie* behandelt kohlenstoffbasierte Verbindungen, die die Grundlage pflanzlicher Farbstoffe, Zucker, Fette, Proteine, Nukleinsäuren und letztlich Lebewesen bildet. Neben Naturstoffen werden auch synthetische Verbindungen, wie Arzneimittel, untersucht.
- *Physikalische Chemie* bewegt sich zwischen Physik und Chemie. Erforscht werden chemische Reaktionen unter unterschiedlichen physikalischen Bedingungen, zum Beispiel Druck, UV-Bestrahlung. Oft werden die Resultate mit mathematischen Modellen beschrieben.

WEITERE TEILGEBIETE

- *Analytische Chemie* bestimmt, welche Stoffe in welchen Mengen in Proben enthalten sind. Dazu werden Proben entnommen, aufgearbeitet, getrennt, charakterisiert und bestimmt.
- *Elektrochemie* ist ein Teilgebiet der physikalischen Chemie und untersucht chemische Reaktionen im Zusammenhang mit elektrischen Prozessen.
- *Festkörperchemie* befasst sich mit Strukturen und Anwendungen von Feststoffen, vorwiegend anorganischen Verbindungen. Verwandte Bereiche sind: Festkörperphysik, Mineralogie, Metallurgie, Kristallografie.
- *Komplexchemie* ist ein Teilbereich der anorganischen Chemie und studiert Verbindungen, bei denen ein Zentralatom von Molekülen oder Ionen umgeben ist.
- *Polymerchemie* entwickelt neue Materialien, oft im Rahmen der Materialwissenschaften.

Teilgebiete als eigene Studiengänge

- *Wirtschaftschemie*: verbindet chemisches Wissen mit wirtschaftlichem Know-how, zum Beispiel zur Vermarktung neuer Werk- und Wirkstoffe.
- *Computational Chemistry* verknüpft chemisches Fachwissen mit Mathematik und Informatik für computergestützte Analysen. Weitere Informationen dazu sind im «Perspektiven»-Heft «Mathematik, Rechnergestützte Wissenschaften, Physik» zu finden.
- *Chemieingenieurwissenschaft* übersetzt Verfahren aus dem Labor in den industriellen Massstab. Dabei müssen Umwelt-, Energie- und Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden. Chemieingenieurwis-

senschaft bildet ein Bindeglied zwischen Naturwissenschaften und Maschinenbau.

Angrenzende Disziplinen

- Zur Chemie angrenzende Wissenschaften sind neben der Biochemie:
- *Biotechnologie* konzentriert sich auf industrielle biotechnologische Verfahren, die chemisches Wissen erfordern. Mehr über dieses Studium ist im «Perspektiven»-Heft «Interdisziplinäre Naturwissenschaften» zu erfahren.
 - *Molekularbiologie* untersucht die Struktur und Funktion von DNA und RNA sowie die Interaktion von Molekülen. Mehr über dieses Gebiet ist im «Perspektiven»-Heft «Biologie» zu entdecken.

– *Life Sciences* ist ein stark interdisziplinäres Feld, das Biologie, Chemie, Physik, Medizin, Gentechnologie, Pharmakologie, Mathematik, und Informatik umfasst. Mehr über dieses Studium steht im «Perspektiven»-Heft «Interdisziplinäre Naturwissenschaften».

- *Materialwissenschaft* beschäftigt sich mit der Erforschung, Charakterisierung, Herstellung und Verarbeitung von Materialien. Mehr über dieses Studium erfahren Sie im «Perspektiven»-Heft «Materialwissenschaft, Mikrotechnik, Nanowissenschaften».
- *Nanowissenschaften* untersuchen die Welt in Nanogrösse. Dabei werden Gebiete der Chemie, Medizin, Biologie und Physik berührt. Mehr über dieses Studium ist im Perspektiven-Heft «Materialwissenschaft, Mikrotechnik, Nanowissenschaften» zu erfahren.

BIOCHEMIE: MOLEKULARE GRUNDLAGEN DES LEBENS

Die Biochemie befasst sich mit den chemischen und physikalischen Prozessen, die Lebensvorgänge auf molekularer Ebene ermöglichen. Untersucht werden Stoffwechselwege, die die Produktion von Molekülbausteinen und deren Zusammenbau zu Makromolekülen und Zellstrukturen ermöglichen. Weitere Themen sind die Regulierung und Anpassung zellulärer Prozesse an veränderte Umweltbedingungen. Die biologischen Prozesse in der Zelle laufen in zeitlichen und räumlichen Dimensionen ab. Dies zu erfassen, ist die Biochemie für ihre Messungen auf Methoden der Chemie und Physik angewiesen. Fragestellungen und Anwendungen der Biochemie sind bedeutsam für Medizin, Biologie, Umweltwissenschaften und für Industrie und Technik (Biotechnologie). Die biotechnologische Produktion von Antibiotika, von Hormonen und von Grundstoffen für die chemische Synthese gewinnt an Bedeutung. Die grossen Fortschritte in der Pharmakologie, der medizinischen Diagnostik, der Prävention von viralen und bakteriellen Infektionskrankheiten, der Agrochemie und der Lebensmittel- und



Wenn es darum geht, Verfahren aus dem Labor in die Industrie zu übertragen, kommt die Chemieingenieurwissenschaft ins Spiel. Zentral sind dabei auch Umwelt-, Energie- und Sicherheitsaspekte.



Biochemie trägt durch das Erforschen molekularer Grundlagen biologischer Prozesse auch zur Entwicklung von Medikamenten bei. Eine Forscherin beim Testen von Antibiotika.

Umwelttechnologie sind unter anderem auf Erkenntnisse der biochemischen Grundlagenforschung zurückzuführen.

Forschung in der Biochemie

Biochemikerinnen und Biochemiker erforschen die molekularen Grundlagen biologischer Prozesse, mit einem besonderen Fokus auf Proteine, RNA und andere Biomoleküle. Das Ziel ist, die Mechanismen und die Regulation von biologischen Prozessen auf molekularer Ebene zu verstehen. Die Forschenden nutzen viele unterschiedliche methodische Ansätze und Modellsysteme. Zudem sind die molekularen Grundlagen von Krankheiten ein zentrales Thema, mit Anwendungen in Prävention, Diagnostik und Therapie.

Teilbereiche der Biochemie

Die Biochemie gliedert sich je nach Forschungsfokus in Teilgebiete wie Medizinische Biochemie, Ökologische Biochemie, Pflanzenbiochemie, Proteinchemie,

Immunbiochemie, Neurobiochemie, Enzymologie, Naturstoffbiochemie, Physikalische Biochemie.

Verwandte Disziplinen

Die Biochemie ist eng mit der Zellbiologie und Genetik verknüpft, die häufig unter dem Begriff Molekularbiologie gefasst werden. Zellbiologie und Genetik sind Teilbereiche der Biologie und tragen wesentlich zum Verständnis biochemischer Prozesse bei. Weitere Angaben dazu sind im «Perspektiven»-Heft «Biologie» zu finden.

Quellen

Fachbeschreibungen der Universitäten und Fachhochschulen
Websites der Fachverbände

TEXTE UND THEMEN ZUM FACHGEBIET

Die folgenden Texte geben Einblicke in Forschungsthemen von Chemie und Biochemie.

Beispiele aus der Forschung:

Zusammenfassungen von Forschungsprojekten zeigen die Vielfalt der Fragestellungen im Fachgebiet. (S. 10)

Seltene Erden schürfen aus Elektroschrott.

Forschende der ETH Zürich setzen sich zum Ziel, Seltenerdmetalle zu recyceln. (S. 12)

Nachhaltige Lösungsmittel – gibt's das? Forschende aus Basel, Bern und Zürich schaffen Grundlagen, um schädliche Flüssigkeiten durch unbedenkliche zu ersetzen. (S. 13)

Wie Kieselalgen CO₂ so effektiv binden können. Diese grundlegende Entdeckung aus einem Basler Labor ermöglicht neue biotechnische Ansätze für den Klimaschutz. (S. 15)

Zweikomponentenkleber für Moleküle.

Für dessen Entdeckung erhielten drei Forschende den Nobelpreis für Chemie. (S. 16)

Bislang unbekannte Verbindung in chloraminiertem Trinkwasser identifiziert. Dies gelang einem Forscherteam aus den USA und der Schweiz. (S. 17)

Im Roboterlabor zu nachhaltigem Treibstoff. Die künstliche Intelligenz unterstützt Forschende bei der Suche nach optimalen Katalysatoren. (S. 18)

Chemisches Kunststoffrecycling ist startklar. Chemieingenieur/innen hielten den dafür nötigen Prozess in einer Formel fest. (S. 19)

BEISPIELE AUS DER FORSCHUNG

Forschende der Bereiche Chemie und Biochemie suchen Antworten auf eine grosse Bandbreite spannender Fragestellungen. Hier finden Sie die Beschreibung einer kleinen Auswahl.

ANORGANISCHE CHEMIE

Oberflächenchemie und Katalyse

anorganischer Materialien

Die heterogene Katalyse ist für die meisten industriellen chemischen Prozesse unerlässlich. Um diese Prozesse nachhaltiger zu gestalten, werden hocheffiziente und hochselektive Katalysatoren benötigt, die auf häufig vorkommenden Materialien basieren und nicht auf den üblichen Edelmetallen.

www.unibas.ch

ORGANISCHE CHEMIE

Transfektion von CRISPR/Cas9-Plasmid-DNA mit Peptid-Dendrimer

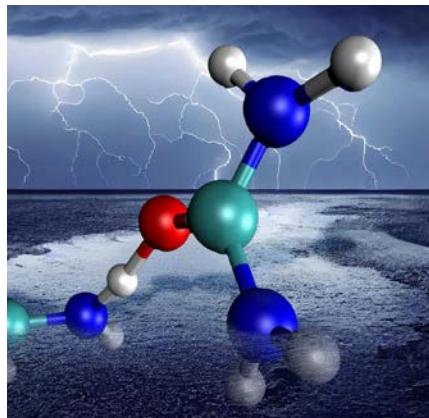
Die Forschenden optimieren ein Peptid-Dendrimer-Transfektionsreagenz, um eine grosse CRISPR/Cas9-Plasmid-DNA in Zellen zu bringen, klären ihren Verabreichungsmechanismus und demonstrieren ihre Effizienz bei der Geneditierung.

www.dcb.unibe.ch

PHYSIKALISCHE CHEMIE

Vom Harnstoff zum Leben

Nach gängigen Theorien könnte sich Harnstoff auf der Erde in warmen Tümpeln angereichert haben.



Unter dem Einfluss kosmischer Strahlung könnte sich Malonsäure gebildet haben, woraus die Bausteine der RNA und der DNA entstanden sein könnten. Von dieser langen Abfolge chemischer Reaktionen konnten Forschende der ETH Zürich und der Universität Genf nachweisen, dass sich hochreaktive Harnstoffradikale bilden, die mit grosser Wahrscheinlichkeit mit anderen Molekülen reagieren, unter anderem zu Malonsäure. Mit der neuen Methode kann man zeitliche Abläufe von chemischen Reaktionen in Flüssigkeiten nachvollziehen. Dies kann für die Industrie relevant sein.

www.ethz.ch (ETH GLOBE 3/2023)

ELEKTROCHEMIE

Kochsalz im Tank

Der Durchbruch bei Natrium-Ionen-Akkus scheint nah.



Eine Natrium-Ionen-Batterie funktioniert prinzipiell wie die Lithium-Variante: Sie enthält zwei Elektroden, die als Minus- und Pluspol fungieren und die positiv geladenen Natriumionen aus der Batterieflüssigkeit aufnehmen können. Wird die Batterie über einen äusseren Stromkreis geladen, wandern die Natriumionen gen Minuspol. Wird dem Akku Strom abgezapft, sind sie am Pluspol. Allerdings sind Natriumionen schwerer und voluminöser als Lithiumionen und verlangen andere Elektrodenmaterialien. Deshalb entwickelte ein führender Batterien-

hersteller (www.catl.com) ein stabiles Kohlenstoffmaterial mit einer einzigartigen porösen Struktur, in der sich die Natriumionen schnell bewegen können. Am Pluspol wiederum finden sie im Farbstoff Berliner Blau Platz. Die neuen Natrium-Batteriezellen lassen sich in nur 15 Minuten zu 80 Prozent aufladen, überstehen mindestens 1000 Ladezyklen und funktionieren auch bei Tiefsttemperaturen von minus 20 Grad Celsius.

Andrea Hoferichter, Der Bund, 10.09.2021

CHEMIEINGENIEURWISSENSCHAFTEN

Schnelltests aus Graphenpapier

Schnelltests haben gegenüber anderen medizinischen Analysen einen grossen Vorteil: Sie sind so einfach, dass sie jeder fast überall selbst anwenden kann. Schwieriger kann sich dagegen die optische Beurteilung der Resultate auf dem Papierstreifen gestalten. Ein Forschungsteam der ETH Zürich konnte die Messungen der Tests empfindlicher, schneller und genauer gestalten. Sie verwandelten die Cellulose im Papier per Laser in Graphen. Durch dieses leitfähige Material können leitende Elektroden direkt innerhalb des Testpapierstreifens gebildet werden.



Beim Vorkommen eines gesuchten Stoffs entsteht so direkt ein elektronisches Signal, was zu verlässlicheren Testergebnissen führt.

www.ethz.ch

Filter für (fast) alle Fälle

Eine neuartige Filtermembran aus Molkeproteinen und Aktivkohle: Diese Innovation des ETH-Spin-offs BluAct entfernt praktisch alle Verunreinigungen im Wasser – einschliesslich Blei, Quecksilber, Arsen und sogar nuklear-

rer Elemente. Die Filtrationsprodukte können sowohl zur Reinigung von Industrieabwässern als auch direkt in den Haushalten zur Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden. Doch nicht nur das: Die Membran ermöglicht auch die Rückgewinnung wertvoller Metalle wie Platin, Gold oder Silber.

www.ethz.ch

GEOCHEMIE

Dem Mikroplastik auf der Spur

Menschgemachtes Plastik verschmutzt die Umwelt. Aber wie kommt es überhaupt dorthin? «Je mehr wir über die Wege der Plastikpartikel und deren schädliche Auswirkungen wissen, desto besser können wir in Zukunft verhindern, dass Plastik in die Umwelt gelangt.»



Denise Mitrano, Geochemikerin an der ETH Zürich, entwickelte ein Verfahren, mit dem sich Mikro- und Nanoplastik in Gewässern, Böden und sogar Organismen nachverfolgen lässt.

www.ethz.ch

PHARMAZEUTISCHE CHEMIE

Künstliche Intelligenz findet Wege zu neuen Medikamenten

Ein neues KI-Modell von Chemikern der ETH Zürich kann vorhersagen, an welchen Stellen ein Wirkstoffmolekül gezielt chemisch verändert werden kann und auch, wie dies am besten gemacht wird. Dadurch lassen sich neue pharmazeutische Wirkstoffe schneller finden und bestehende verbessern.

www.ethz.ch

BIOCHEMIE

Gesundheit von Fischen verbessern

In Zusammenarbeit mit dem Ozeanographischen Institut von Monaco startet ein Projekt mit dem Ziel, ein bio-

kompatibles Pflaster zu entwickeln, das die Freisetzung von Arzneimitteln in Fischen überwacht.

www.heia-fr.ch

Zähneputzen ohne Seife

Enzymzahnpasta ermöglicht sanftere Mundhygiene mit weniger Chemie, hat jedoch eine kürzere Haltbarkeit. Forschende optimierten die Formel, sodass ein stabiles, wirksames Produkt entwickelt wurde.

www.fhnw.ch

Entwickler eines gesunden Geschmacksverstärkers

Daniel Batora hat während seines Doktorats in der Forschungsgruppe von Jürg Gertsch eine neue Klasse von pflanzlichen Molekülen identifiziert, die das Geschmacksempfinden intensivieren. «Wie Aromat, aber besser und gesünder», sagt er.



Er hat die Substanzen patentieren lassen. Und will nun als Venture Fellow mit Lebensmittelherstellern zusammenarbeiten. Wenn sie seine pflanzlichen Wundermittel verwenden, können sie ihren Produkten weniger Salz, Zucker und Fett beifügen, ohne Einbussen im Geschmack hinnehmen zu müssen.

www.uniaktuell.unibe.ch

Nachhaltige Düfte

Der weltweite Markt für Duftstoffe beläuft sich auf über acht Milliarden US-Dollar. Die meisten der rund 3000 existierenden Duftstoffe beruhen auf fossilen Rohstoffen. In der Natur ermöglichen Enzyme zahlreiche chemische Reaktionen. Dies will die ETH-Chemikerin Freideriki Michailidou nutzen, um neue und vor allem nachhaltige Duftstoffe aus natürlichen und wiederverwertbaren Rohstoffen zu gewinnen. Sie analysiert Duftstoffe

seltener Blumen. Mit einem Plastikbeutel (Headspace-Trap), der vorsichtig über die Blume gestülpt wird, können die Duftstoffe eingefangen und konserviert werden (s. Bild). Mit einem Gerät, das eine Koppelung aus einem Gaschromatographen und einem Massenspektrometer ist, identifiziert Michailidou die natürlichen Duftstoffe.



Um die richtigen Enzyme zur Produktion von Duftstoffen zu finden, setzt sie neben einer der natürlichen Evolution nachempfundenen Testmethode auch auf computergestütztes Proteindesign und maschinelles Lernen.

www.ethz.ch

BEISPIELE VON BACHELORARBEITEN

- Bestimmung der Kristallisationsparameter von PET-Recyclaten
- Creating artificial cells
- Mitochondrielle Qualitätskontrolle in *T. brucei*
- Normalisierung funktioneller Gruppen in der Chemieinformatik
- Synthesis of Janus Kinase Inhibitors

BEISPIELE VON MASTERARBEITEN

- Attosecond Spectroscopy of Gases
- Digital Chemistry
- Microfluidic reactors for small molecule and nanomaterial synthesis
- Novel materials for batteries
- Synthesis of medicinally relevant molecules

SELTENE ERDEN SCHÜRFEN AUS ELEKTROSCHROTT

ETH-Forschende entwickeln ein von der Natur inspiriertes Verfahren, das Europium effizient aus alten Leuchtstofflampen zurückgewinnt. Der Ansatz könnte zum lang erhofften Recycling von Seltenerdmetallen führen.

So selten, wie ihr Name suggeriert, sind seltene Erden zwar nicht. Für die moderne Wirtschaft sind sie aber unabdingbar. Denn diese 17 Metalle sind essenzielle Rohstoffe für die Digitalisierung und die Energiewende: Sie stecken in Smartphones, Computern, Bildschirmen und Batterien – ohne sie läuft kein Elektromotor und dreht sich kein Windrad. Weil Europa fast vollständig auf Importe aus China angewiesen ist, gelten diese Rohstoffe als «kritisch».

Kritisch sind seltene Erden aber auch wegen ihrer Gewinnung. In natürlichen Erzen kommen sie stets gemischt vor – doch da sich diese Elemente chemisch sehr ähnlich sind, lassen sie sich nur schwer voneinander trennen. Traditionelle Trennverfahren sind daher sehr chemikalien- und energieintensiv und erfordern etliche Extraktionsschritte. Das macht die Förderung und Reinigung der Metalle teuer, aufwändig und für die Umwelt enorm schädlich.

«Trotzdem werden seltene Erden in Europa noch kaum wiederverwertet», sagt Victor Mougel, Professor am Laboratorium für Anorganische Chemie der ETH Zürich. Ein Team von Forschenden unter Mougels Leitung will das ändern. «Es braucht dringend nachhaltige und unkomplizierte Methoden zur Trennung und Rückgewinnung dieser strategischen Rohstoffe aus unterschiedlichen Quellen», fordert der Chemiker.

In einer kürzlich im Fachjournal *Nature Communications* publizierten Studie präsentierte das Team eine

überraschend einfache Methode, mit der sich das Seltenerdmetall Europium effizient aus komplexen Gemischen von anderen seltenen Erden abtrennen und wiederverwerten lässt.

VON DER NATUR INSPIRIERT

Marie Perrin, Doktorandin in Mougels Gruppe und Erstautorin der Studie, erklärt: «Bestehende Trennverfahren beruhen auf Hunderten von sogenannten Flüssig-Flüssig-Extraktionsschritten und sind ineffizient, und das Recycling von Europium war bislang wenig praktikabel.» In ihrer Studie zeigten sie nun, dass ein einfaches anorganisches Reagenz diese Trennung erheblich verbessern kann. «Damit gewinnen wir Europium in wenigen einfachen Schritten – und das in Mengen, die mindestens 50-mal höher sind als mit bisherigen Trennmethoden», so Perrin.

Der Schlüssel zu dieser Technik liegt in kleinen anorganischen Molekülen mit vier Schwefelatomen, die um ein Wolfram- oder Molybdänatom herum angeordnet sind: Tetrathiometallate.

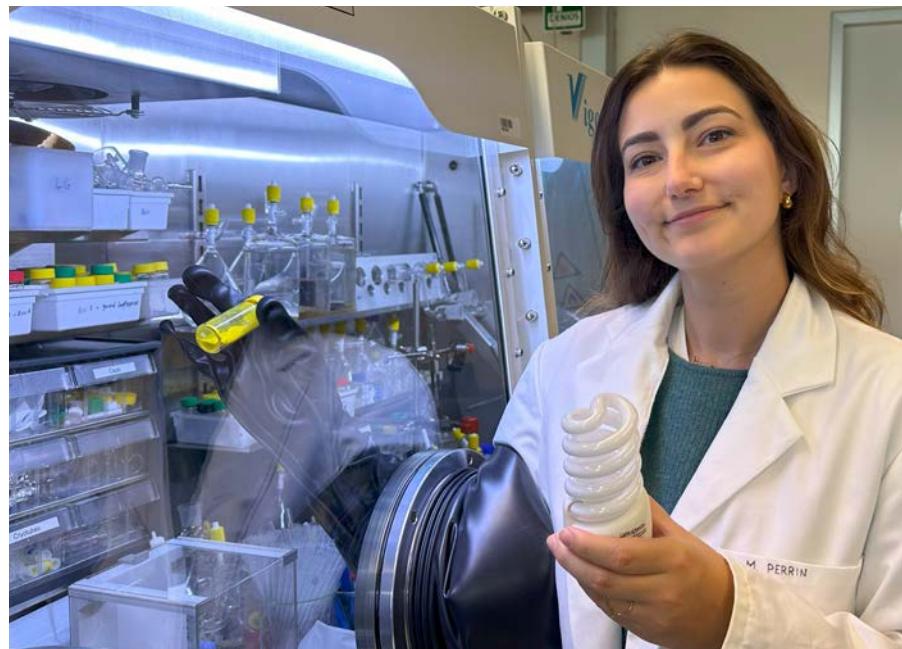
Die Forschenden ließen sich dabei von der Welt der Proteine inspirieren. Tetrathiometallate kommen oft als Bindungsstelle für Metalle in natürlichen Enzymen vor und dienen als Wirkstoff gegen Krebs und Störungen des Kupferstoffwechsels.

Erstmals werden Tetrathiometallate nun auch als Liganden für die Trennung von Seltenerdmetallen eingesetzt. Dabei kommen ihre einzigartigen Redox-Eigenschaften zum Tragen, die Europium in seinen ungewöhnlichen zweiseitigen Zustand reduzieren und so die Trennung von den anderen dreiwertigen Seltenerdmetallen vereinfachen.

«Das Prinzip ist dabei so effizient und robust, dass wir es direkt auf verbrauchte Leuchtstofflampen anwenden können, ohne dass die sonst üblichen Vorbehandlungsschritte erforderlich sind», hält Mougel fest.

EUROPIUM IM KREISLAUF FÜHREN

Elektronikschrott stellt eine wichtige, aber bislang wenig genutzte Quelle für Seltenerdmetalle dar. «Würde diese Quelle erschlossen, dann könnten die Lampenabfälle, welche die Schweiz derzeit ins Ausland schickt, um sie in Deponien zu entsorgen, stattdessen hier in der Schweiz recycelt werden», meint Mougel. So könnten Lampenabfälle als urbane Minen für Europium



In der linken Hand der Rohstoff «Leuchtstofflampe», in der rechten das gelbe Reagenz, das seltene Erden trennen kann: ETH-Doktorandin Marie Perrin präsentiert den neuen Recycling-Ansatz.

dienen und die Schweiz unabhängiger von Importen machen.

In der Vergangenheit wurde Europium hauptsächlich als Leuchtstoff in Leuchtstofflampen und Flachbildschirmen verwendet, was zu hohen Marktpreisen führte. Da Leuchtstofflampen nun sukzessive aus dem Verkehr gezogen werden, ist die Nachfrage gesunken, sodass die bisherigen Recyclingmethoden für Europium wirtschaftlich nicht mehr rentabel sind. Effizientere Trennstrategien sind dennoch wünschenswert und könnten helfen, die Unmengen an günstigen Leuchtstofflampenabfällen zu verwerten, deren Gehalt an Seltenerdmetallen etwa 17-mal höher ist als in natürlichen Erzen.

DIE NACHFRAGE SENKEN

Umso dringlicher erscheint es, seltene Metalle am Lebensende von Produkten zurückzugewinnen und im Kreis zu führen – doch die Rückgewinnungsrate von Seltenerdelementen liegt in der EU weiterhin unter einem Prozent. Im Prinzip ist jedes Trennverfahren für seltene Erden sowohl bei der Förderung aus Erzen als auch bei der Rückgewinnung aus Abfällen einsetzbar. Die Forschenden konzentrieren sich mit ihrer Methode aber bewusst auf das Recycling der Rohstoffe, weil dies ökologisch und ökonomisch viel sinnvoller sei. «Unser Recycling-Ansatz ist deutlich umweltfreundlicher als alle herkömmlichen Methoden zur Gewinnung von Seltenerdmetallen aus Mineralerzen», sagt Mougel.

Die Forschenden haben ihre Technologie patentiert und sind daran, ein Start-up namens Reecover zu gründen, um sie künftig zu vermarkten. Derzeit arbeiten sie daran, das Trennverfahren für weitere Seltenerdmetalle wie etwa Neodym und Dysprosium, die in Magneten vorkommen, anzupassen. Wenn das gelingt, will Marie Perrin nach ihrem Doktorat das Start-up aufbauen und das Recycling seltener Erden in der Praxis etablieren.

Quelle

Michael Keller, ETH News, 09.07.2024

NACHHALTIGE LÖSUNGSMITTEL – GIBT'S DAS?

Viele der in der Industrie verwendeten Lösungsmittel sind giftig und müssen aufwändig entsorgt werden. Forschende aus Basel, Bern und Zürich schaffen Grundlagen, um die schädlichen Flüssigkeiten durch neue, unbedenkliche zu ersetzen.

Sei es fürs Färben von Kleidung, um Kunststoffe oder Lacke herzustellen oder um Altlasten aus verseuchten Böden zu entfernen: Viele Industrie- und Gewerbezweige benötigen für ihre Prozesse Lösungsmittel. Manche davon sind unbedenklich, viele aber giftig und krebserregend. Sie müssen aufwändig aufbereitet und entsorgt werden – das kostet viel Geld und Energie. Darum untersuchen Forschende seit einigen Jahren eine bestimmte Klasse von Lösungsmitteln, die künftig gesundheitsschädigende Mittel ersetzen könnten: sogenannte eutektische Flüssigkeiten. Der komplizierte Name bezeichnet etwas einigermassen Simples, nämlich eine Mischung aus zwei Substanzen, die einen tieferen Schmelzpunkt hat als die einzelnen Komponenten. Einen ähnlichen Effekt hat im Winter das Salzen der Strassen: Salzwasser hat einen tieferen Schmelzpunkt als reines Wasser, darum gefriert es erst bei tieferen Temperaturen zu Eis.

LÖSUNGSMITTEL MIT SOFT SKILLS

Genau wie konventionelle Lösungsmittel, können eutektische Flüssigkeiten Moleküle lösen und so prinzipiell für die gleichen Aufgaben genutzt werden. Für die praktische Anwendung haben sie aber entscheidende Vorteile: Erstens sind sie leicht herzustellen, man muss sie nur im richtigen Verhältnis mischen. Zweitens ist besonders eine bestimmte Gruppe dieser Flüssigkeiten gesundheitlich und für die Umwelt völlig unbedenklich und darum auch deutlich einfacher zu entsorgen als

herkömmliche Lösungsmittel. «Dadurch wären eutektische Lösungsmittel gleichzeitig nachhaltiger und günstiger», sagt Markus Meuwly, Professor für Physikalische Chemie an der Universität Basel. Allerdings: Sie werden erst seit rund 20 Jahren untersucht, darum gibt es über sie noch viel herauszufinden.

«In der Chemie gibt die Struktur von Substanzen deren Funktion vor.»

Markus Meuwly

Ein Knackpunkt war bisher, dass kaum etwas über die molekulare Struktur eutektischer Mischungen bekannt war. Es gab auch kein Verfahren, um strukturelle Informationen zu gewinnen. «So liess sich nicht feststellen, wie ihre Funktion zustande kommt und wie sich ihre Eigenschaften für praktische Anwendungen beeinflussen lassen», sagt Meuwly. «In der Chemie gibt die Struktur von Substanzen deren Funktion vor», erklärt er. «Umgekehrt lässt sich die Funktion anpassen, indem man die Struktur verändert. Dazu benötigen wir aber eine Methode, um die Anordnung der Bestandteile solcher Flüssigkeiten zu bestimmen.» Eine solche hat Meuwlys Team nun zusammen mit Forschenden der Universitäten Bern und Zürich entwickelt. Damit hat das Team die Grundlage geschaffen, um in eutektischen Flüssigkeiten Struktur-Funktionsbeziehungen zu untersuchen.

EXPERIMENT UND COMPUTERMODELL

Entwickelt und validiert haben die Forschenden das neue Verfahren an Mischungen aus Kaliumthiocyanat und Acetamid, einer Art Modellsubstanz unter den eutektischen Flüssigkeiten. Einerseits nutzten sie spezialisierte Methoden der Infrarotspektroskopie, um

bestimmte Wechselwirkungen zwischen den Molekülen und Ionen der Flüssigkeiten zu untersuchen. Daraus wiederum konnten sie Rückschlüsse auf die Abstände und die Anordnung der Teilchen untereinander ziehen. Andererseits hat Kai Töpfer, Postdoc in der Forschungsgruppe von Markus Meuwly, die Strukturen der Mischungen am Computer simuliert. Dazu hat er ein Modell entwickelt, das die Wechselwirkungen zwischen den Molekülen und Ionen beschreibt.

Diese Interaktionen sind in eutektischen Flüssigkeiten vielfältig: Zum einen sind gewisse Teilchen elektrisch geladen – in der untersuchten Mischung etwa das Thiocyanat-Ion (SCN^-) oder das Kalium-Ion (K^+) – und darum starker elektrostatischer Anziehung oder Abstossung unterworfen. Zum anderen bilden die Bestandteile untereinander ein Netzwerk aus sogenannten Wasserstoffbrücken, das sind schwächere elektrostatische Anziehungskräfte. Unter anderem kommen sie in Wasser vor und halten Wassertropfen zusammen. «All diese Eigenschaften und Interaktionen ermöglichen erst, dass andere Moleküle von den Flüssigkeiten aufgenommen – eben gelöst – werden können», erklärt Kai Töpfer. «Auch der Wasseranteil spielt eine grosse Rolle, da Wassermoleküle polar sind und ein dichtes, stabiles Netzwerk von Wasserstoffbrücken bilden, wobei positiv und negativ geladene Atome eines Wassermoleküls mit entgegengesetzt geladenen Atomen eines andern Wassermoleküls wechselwirken.»

DER NÄCHSTE SCHRITT: VORHERSAGEN

Soweit die Theorie. Die spektroskopischen Experimente an den Universitäten in Zürich und Bern sowie die Computersimulationen der Basler Forschenden zeigten nun, wie die Bestandteile der Kaliumthiocyanat-Acetamid-Mischungen räumlich angeordnet sind und wovon dies abhängt. Unter anderem wurde dadurch klar, wie sich die Struktur der Flüssigkeiten mit zunehmendem Wasseranteil veränderten. Beispielsweise lagen die Thiocyanat-Ionen (SCN^-)



Kai Töpfer simuliert die Wechselwirkungen zwischen Molekülen und Ionen in eutektischen Mischungen am Computer.

bei einem tiefen Wasser- und entsprechend hohen Acetamid-Anteil meist weit auseinander und kamen in ganz verschiedenen Orientierungen zueinander vor. Mit einem höheren Wasseranteil nahmen die Ionen fixere Orientierungen ein und rückten näher zusammen – obwohl sich zwei negativ geladene SCN^- -Ionen eigentlich stark abstoßen. Gleichzeitig lagerten sich um die Ionen immer grössere Cluster aus Wassermolekülen an. Durch diese Beobachtungen versteht das Forschungsteam nun besser, wie die Eigenschaften der eutektischen Mischung zustande kommen.

Das wichtigste Ergebnis für die Forschenden war aber, dass die Resultate ihrer Computersimulationen grundsätzlich mit jenen der spektroskopischen Messungen übereinstimmten. «Damit haben wir unser Computermodell validiert», sagt Töpfer. Aufgrund der Ergebnisse hat er inzwischen sein Modell unter anderem mit Machine-Learning-Methoden weiter verbessert, sodass dieses die Wechselwirkungen in den Mischungen noch besser abbildet. «Nun können wir ei-

nen Schritt weiter gehen und damit anfangen, die Strukturen von Flüssigkeiten und deren Eigenschaften vorherzusagen.» In Zukunft wollen die Forschenden am Computer gezielt eutektische Mischungen modellieren und deren Eigenschaften vorhersagen. Auf diese Weise, so die Idee, liesse sich deren Zusammensetzung von vornherein so entwerfen, dass sie eine gewünschte Funktionalität aufweisen. Denkbar wären etwa eutektische Lösungsmittel, die sich ideal dafür eignen, Schwermetalle aus Böden zu entfernen – und zwar auf nachhaltige Weise, ohne dass sie selbst zum Umweltproblem werden.

Quelle

Santina Russo, UNI NOVA 141/2023, S. 53 f.

WIE KIESELALGEN CO₂ SO EFFEKTIV BINDEN KÖNNEN

Winzige Kieselalgen im Ozean sind Meister darin, Kohlendioxid (CO₂) aus der Umwelt zu binden. Sie speichern bis zu 20 Prozent des CO₂ auf der Erde. Ein Team der Universität Basel hat nun in genau diesen Algen eine Proteinhülle entdeckt, die für eine effiziente CO₂-Fixierung sorgen. Diese grundlegende Entdeckung kann neue Ideen für biotechnische Ansätze liefern, um so das CO₂ in der Atmosphäre zu reduzieren.

Kieselalgen sind so klein, dass man sie mit dem blassen Auge nicht sehen kann. Und doch sind sie eine der produktivsten Algenarten im Ozean und spielen eine wichtige Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Durch Fotosynthese absorbieren sie grosse Mengen aus der Umwelt und wandeln es in Nährstoffe um, mit denen sie einen Grossteil des Lebens im Ozean ernähren. Trotz ihrer Bedeutung ist wenig darüber bekannt, wie sie diesen Prozess so effizient durchführen.

Forschende um Prof. Dr. Ben Engel am Biozentrum der Universität Basel haben nun gemeinsam mit Forschenden der University of York, Grossbritannien,

und der Kwansei-Gakuin University, Japan, eine Proteinhülle entdeckt, die bei der CO₂-Fixierung der Kieselalgen eine Schlüsselrolle spielt. Mithilfe modernster bildgebender Technologien wie der Kryo-Elektronenmikroskopie (Kryo-EM) konnten die Forschenden die molekulare Architektur der sogenannten PyShell-Proteinhülle aufklären und ihre genaue Funktionsweise entschlüsseln. Die Ergebnisse sind in zwei Studien in «Cell» veröffentlicht.

EFFEKTIVE CO₂-FIXIERUNG DURCH PYSHELL

Fotosynthese findet in Pflanzen und Algen statt, genauer gesagt in ihren Chloroplasten, wo die Energie der Sonne von den sogenannten Thylakoidmembranen gesammelt wird. Die Energie wird dann verwendet, um dem Enzym Rubisco bei der Fixierung von CO₂ zu helfen. Die Kryo-Elektronentomografie zeigt die molekulare Architektur des Kieselalgenpyrenoids und wie Rubisco von der PyShell umgeben ist. Dies erhöht die Effizienz der CO₂-Fixierung in den Algen. Algen haben dabei einen Vorteil: Sie packen ihr gesamtes Rubisco in kleine Kompartimente, sogenannte Pyrenoiden, in denen das CO₂ effizienter gebunden

werden kann: «Wir haben jetzt herausgefunden, dass die Pyrenoiden der Kieselalgen von einer gitterartigen Proteinhülle umgeben sind», sagt Dr. Manon Demulder, Mitautorin beider Studien. «Diese PyShell verleiht dem Pyrenoid nicht nur seine Form, sondern sorgt auch für eine hohe CO₂-Konzentration in diesen Kompartimenten. Dadurch können die Rubiscoproteine effizient CO₂ aus dem Ozean binden und in Nährstoffe umwandeln.»

Als die Forschenden die PyShell-Proteinhülle in den Algen entfernten, konnten diese das CO₂ deutlich schlechter binden. Die Photosynthese war weniger effizient und das Zellwachstum verringerte sich. «Das hat uns gezeigt, wie wichtig die PyShell für eine effiziente CO₂-Fixierung ist – ein Prozess, der für das Leben im Ozean und das globale Klima von entscheidender Bedeutung ist», sagt Manon Demulder.

BIOTECHNOLOGIE ZUR CO₂-REDUKTION?

Die Entdeckung der PyShell könnte auch vielversprechende Wege für die biotechnologische Forschung zur Bekämpfung des Klimawandels eröffnen – einer der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit. «In erster Linie müssen wir Menschen unseren CO₂-Ausstoss reduzieren, um das Tempo des Klimawandels zu verlangsamen. Dies erfordert sofortiges Handeln», sagt Ben Engel. «Das CO₂, das wir jetzt ausstossen, wird noch Jahrtausende in unserer Atmosphäre verbleiben. Wir hoffen, dass Entdeckungen wie die der PyShell dazu beitragen können, neue biotechnologische Anwendungen anzuregen, die die Fotosynthese verbessern und mehr CO₂ aus der Atmosphäre binden. Dies sind langfristige Ziele, aber angesichts der Irreversibilität der CO₂-Emissionen ist es wichtig, dass wir jetzt Grundlagenforschung betreiben, um mehr Möglichkeiten für zukünftige Innovationen zur Kohlenstoffabscheidung zu eröffnen.»



Auf einem Kupfer-Gitter festgefrorene Kieselalgen, entstanden bei der Probenvorbereitung für die Kryo-Elektronentomographie.

Quelle

Heike Sacher, ETH News, 17.10.2024

ZWEIKOMPONENTENKLEBER FÜR MOLEKÜLE

Nobelpreis für «Click-Chemie»:
Carolyn Bertozzi, Morten Meldal und Barry Sharpless werden ausgezeichnet für Methoden zum Molekülaufbau. Damit haben sie die Medikamentenentwicklung enorm beschleunigt.

Barry Sharpless erhielt 2001 schon einmal den Nobelpreis für Chemie. Kurz darauf verkündete er eine neue wegweisende Idee: Er stellte das Konzept der «Click-Chemie» vor. Sie soll ein Problem lösen, das Chemikern schon immer das Leben erschwert hat. Wollen sie Moleküle aneinanderbinden, tun die oft nicht, was die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sich wünschen. Häufig sind nicht die passenden Bindungsstellen vorhanden, mit der sich eine Substanz an die andere ketten kann. Oder es kommt zwar zur Bindung, aber nur in Einzelfällen, weil Bindungsstellen von anderen, unerwünschten Molekülen blockiert werden. Und selbst wenn alles läuft wie gewünscht, ist nicht gesagt, dass die Bindung auch von Dauer ist.

«ROBUST UND VERLÄSSLICH»

Darum hat Sharpless eine Art Zweikomponentenkleber entwickelt. Sowohl für die eine Komponente, Azid genannt, wie auch die andere, das Alkin, lassen sich auf den meisten Molekülen Bindungsstellen finden. Wird das Azid an das eine Zielmolekül und das Alkin an das andere gehaftet und dann als Reaktionsbeschleuniger Kupfer dazugegeben, macht es gewissermassen klick: Beide kleben zusammen.

«Robust, verlässlich und ohne das Entstehen der meisten unerwünschten Substanzen», schwärmt Chemiker und Juror Olof Ramström. «Ein geniales Werkzeug, um neue Moleküle zu erschaffen», nennt es Johan Åqvist. Dem 68-jährigen Chemiker Morten Meldal ist mehr oder weniger dasselbe gleichzeitig an der Universität Kopenhagen gelungen. Das Ergebnis dieser Forschung findet etwa bei der Entwicklung von Lacken, Klebstoffen und funktionellen Materialien oder in der Medikamentenforschung erste Anwendungen.

Die US-Amerikanerin Carolyn Bertozzi beschäftigt sich vor allem mit sogenannten Glykanen, Zuckerketten, die als eine Art Erkennungszeichen auf den Oberflächen von Zellen sitzen. Und zum Beispiel Immunzellen helfen, ihre Ziele zu finden. Mit den herkömmlichen Labormethoden war aber schwer festzustellen, wie sich die Glykane im lebenden Organismus verändern und welche Reaktionen sie durchmachen.

BESSERE SUBSTANZENAUSWAHL

Die Wissenschaftlerin machte sich deshalb auf die Suche nach einem Klebstoff, um Glykane und Fluoreszenz-Moleküle aneinanderzubinden. Schliesslich gelang es ihr, «Sharpless» Kleberkomponente eins, das Alkin, in einen Ring mit anderen Atomen einzubauen. Und zwar so, dass es eigentlich

«Ein geniales Werkzeug, um neue Moleküle zu erschaffen.»

Johan Åqvist, Vorsitzender des Nobel-Komitees

nur noch an ein bestimmtes Ziel bindet, an Komponente Nummer zwei, das Azid. 2004 zeigte Bertozzi: Werden Glykan und Leuchtmolekül per Click-Reaktion aneinandergekoppelt, lässt sich auch das Verhalten von Zellglykanen exzellent beobachten.

Die Entwicklung von Krebsmedikamenten etwa hat diese Entdeckung massiv beschleunigt. Denn Alkinring und Azid sind auch ein geeigneter Klebstoff für viele andere Dinge in der Zelle. Dank der Click-Reaktion lässt sich zum Beispiel genau beobachten, an welche Ziele in der Zelle ein Wirkstoff bindet. Das ermöglicht eine viel bessere Auswahl der als zukünftiges Medikament infrage kommenden Substanzen. Und all das funktioniert sehr verlässlich und in den unterschiedlichsten Umgebungen. Weil sich die eine Komponente jeweils nur an ihr Gegenstück anheftet.



Johan Åqvist, Hans Ellegren und Olof Ramström vom Nobel-Komitee verkünden die Preisträger des diesjährigen Nobelpreises für Chemie.

Quelle

Michael Brendler, Der Bund, 06.10.22 (gekürzt)

BISLANG UNBEKANNT VERBUNDUNG IN CHLORAMINIERTEM TRINKWASSER IDENTIFIZIERT



Es dauerte mehr als 40 Jahre, um den Abbau anorganischer Chloramin-Desinfektionsmittel in US-amerikanischen Trinkwassersystemen zu verstehen.

Seit den 80ern ist bekannt, dass sich in chloraminiertem Trinkwasser eine mysteriöse Verunreinigung bildet – doch erst jetzt konnte ein Schweiz-amerikanisches Forschungsteam das unbekannte Produkt in US-Trinkwassерanlagen identifizieren.

Ein Forscherteam aus den USA und der Schweiz hat eine bisher unbekannte Verbindung in chloraminiertem Trinkwasser entdeckt. Anorganische Chloramine werden häufig zur Desinfektion von Trinkwasser eingesetzt, um die öffentliche Gesundheit vor Krankheiten wie Cholera und Typhus zu schützen. Schätzungen zufolge trinken allein in den USA mehr als 113 Millionen Menschen chloraminiertes Wasser.

Die Forschenden haben nun das Chlornitramid-Anion (chemisch ausgedrückt als $\text{Cl}-\text{N}-\text{NO}_2-$) als Endprodukt der Zersetzung von anorganischem Chloramin identifiziert. Derzeit ist nicht bekannt, ob und wie giftig das Chlornitramid-Anion ist. Seine Verbreitung und Ähnlichkeit mit anderen toxischen Verbindungen geben den Forschenden Anlass zur Sorge. Es braucht nun weitere

Untersuchungen, um das Risiko für die öffentliche Gesundheit zu bewerten.

CHEMIKALIE MIT NIEDRIGEM MOLEKULARGEWEICHT

Allein die Identifizierung der Substanz sei ein Durchbruch, schreiben die Autoren in ihrem in externen Seiten von *Science* veröffentlichten Paper. «Die Verbindung ist seit den frühen 1980er-Jahren dafür bekannt, dass sie sich in chloraminiertem Trinkwasser bildet; spätere Studien in den 1990er-Jahren versuchten, ihre Struktur zu bestimmen, scheiterten jedoch am unvollständigen Verständnis der Chloramin-Zersetzung sowie an limitierten analytischen Instrumenten», bemerkt Kristopher McNeill, Professor für Umweltchemie an der ETH Zürich und einer der Hauptautoren der Studie.

Sein Kollege Julian Fairey, ausserordentlicher Professor für Bauingenieurwesen an der University of Arkansas, fügt hinzu: «Es handelt sich um eine sehr stabile Chemikalie mit einem niedrigen Molekulargewicht, die sehr schwer zu finden ist. Das Schwierigste war, sie zu identifizieren und zu beweisen, dass es sich um die Struktur

handelt, von der wir sagten, dass sie es ist.» Fairey selbst begann vor zehn Jahren, das Rätsel zu lösen.

Dazu gehörte auch, die Verbindung in seinem Labor zu synthetisieren, was noch nie zuvor gelang. Die Proben wurden dann zur Analyse an seine Kollegin und Mitautorin, Juliana Laszakovits, geschickt. Laszakovits ist Postdoktorandin im Labor von McNeill an der ETH Zürich. Im Jahr 2022 besuchte Fairey im Rahmen seines Sabbaticals die ETH Zürich, wo er mit Laszakovits und McNeill an dieser Studie arbeitete. «Chloraminiertes Trinkwasser ist in Nordamerika weit verbreitet, aber in der Schweiz wird Chloraminierung nicht wirklich praktiziert, und in Schweizer Gewässern gibt es kein Chlornitramid-Anion», sagt Laszakovits. McNeill ergänzt: «Das erlaubte es uns, Schweizer Leitungswasser als Kontrolle in der Studie zu verwenden.» Die aktuelle Studie konzentrierte sich auf Wassersysteme in den USA. Allerdings verwenden auch Italien, Frankreich, Kanada und andere Länder Chloraminierung und könnten laut McNeill ebenfalls betroffen sein.

TOXIZITÄT DERZEIT NICHT BEKANNT

Die Gesundheitsrisiken der neuen Verbindung konnten bisher noch nicht untersucht werden. Fairey, der die Chemie von Trinkwasserdesinfektionsmitteln studiert, erklärt: «Es ist allgemein bekannt, dass bei der Desinfektion von Trinkwasser eine gewisse Toxizität entsteht. Eigentlich handelt es sich um eine chronische Toxizität. Eine bestimmte Anzahl von Menschen kann durch das Trinken von Wasser über mehrere Jahrzehnte an Krebs erkranken. Wir haben jedoch noch nicht herausgefunden, welche Chemikalien diese Toxizität verursachen.»

Dass man nun die Identität der Verbindung kennt, ist ein wichtiger Schritt in diesem Prozess. Dank der Entdeckung sind nun Toxizitätsstudien möglich. Ob das Chlornitramid-Anion mit Krebskrankungen in Verbindung steht oder ob es andere Gesundheitsrisiken birgt, werden Wissenschaftler/innen und Aufsichtsbehörden nun untersuchen.

Quelle

Michael Keller, ETH News, 21.11.2024

IM ROBOTERLABOR ZU NACHHALTIGEM TREIBSTOFF

Künstliche Intelligenz und eine automatisierte Laborinfrastruktur beschleunigen die Entwicklung neuer chemischer Katalysatoren massiv. Forschende der ETH Zürich entwickelten auf diese Weise Katalysatoren für die effiziente und kostengünstige Synthese des Energieträgers Methanol aus CO₂.

Katalysatoren sind die Heinzelmännchen der Chemikerinnen und Chemiker. Sie beschleunigen Reaktionen und senken die dafür nötige Energie. Spezifische und wirksame Katalysatoren verhindern unerwünschte Nebenreaktionen. In der Natur sind es Enzyme, die aus schier unendlichen Reaktionsmöglichkeiten der Chemikaliensuppe

in den Zellen gezielt die benötigten Stoffwechselvorgänge verstärken. In technischen Anlagen werden meist Metallkatalysatoren eingesetzt, um die Produktausbeute zu erhöhen. Forschende der Technologieplattform Swiss Cat+ an der ETH Zürich unter der Leitung von Paco Laveille haben eine digitalisierte und automatisierte Methode entwickelt, um schneller bessere Metallkatalysatoren zu finden. Mit künstlicher Intelligenz (KI) und einem automatisierten Synthese- und Testlabor entwickelten sie innerhalb von sechs Wochen rund 150 Katalysatoren für die Methanolherstellung aus CO₂. Die neuen Katalysatoren sind kostengünstig und effizient mit einem geringen Anteil an Nebenprodukten.

«Der Zeitgewinn durch die neue Methode ist enorm», bilanziert Laveille. «Mit einem traditionellen Vorgehen hätten unsere Experimente viele Jahre gedauert.»

Methanol gilt als eines der Schlüssellemente für eine nachhaltige Kohlenwasserstoffwirtschaft. Die chemisch mit dem Trinkalkohol Ethanol verwandte Substanz dient als Brennstoff und als Grundstoff für organische Verbindungen wie Medikamente, Kunststoffe oder Farben. Die Flüssigkeit lässt sich viel einfacher transportieren und lagern als Wasserstoff und Methan. Die Versorgungsinfrastruktur und die Motoren der Benzintechnologie können mit geringen Anpassungen mit Methanol weiterverwendet werden.

MÖGLICHKEITEN EINGRENZEN

Das Problem bei der Suche nach optimalen Katalysatoren für die Herstellung von Methanol ist, dass es theoretisch praktisch unendlich viele Möglichkeiten gibt, Atome zu einem Katalysator zu verbinden. «Der che-



Präzisionswaage des Robotersystems. Das System transferiert feste und flüssige Ausgangschemikalien in die Glasfläschchen, in denen die Synthese stattfindet.

mische Raum, in dem wir nach Katalysatoren suchen, umfasst etwa 1020 Möglichkeiten (hundert Milliarden Milliarden). Wir müssen also buchstäblich die Nadel im chemischen Heuhaufen finden», erklärt Christophe Copéret, Professor am Laboratorium für Anorganische Chemie der ETH Zürich und Mitinitiator des Swiss-Cat+-Projekts.

Um den Raum der Möglichkeiten einzugrenzen, trafen die Forschenden aufgrund von Erfahrungswerten und von wirtschaftlichen Vorgaben eine Vorauswahl. Denn ein grosstechnisch einsetzbarer Katalysator muss nicht nur wirksam, sondern auch günstig sein. Die Hauptkatalysatorwirkstoffe wurden deshalb auf die drei vergleichsweise billigen Metalle Eisen, Kupfer und Kobalt beschränkt. Zu diesen Hauptmetallen kamen drei Elemente, die klassischerweise als sogenannte Dotierung in kleinen Mengen zugesetzt werden, sowie Kalium. Bei den Trägermaterialien beschränkten sich die Forschenden auf vier typische Metallocide. Multipliziert mit unterschiedlichen Mischverhältnissen ergaben sich immer noch 20 Millionen Kombinationsmöglichkeiten.

MIT KI-GESTÜTZTER STATISTIK UND IN ITERATIVEN SCHRITTEN

Nun suchte ein KI-Algorithmus mittels einer sogenannten bayesianischen Optimierung möglichst gute Lösungen. Diese Form der Statistik eignet sich dann, wenn wenige Daten zur Verfügung stehen. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit nicht wie in der klassischen Statistik aus der relativen Häufigkeit abgeleitet, die aus vielen Experimenten berechnet wird. Es wird von der Wahrscheinlichkeit ausgegangen, die aufgrund des bisherigen Kenntnisstandes erwartet werden kann.

In einer ersten Runde hat der Algorithmus anhand der Vorgaben 24 Katalysatorzusammensetzungen ausgewählt, die im automatisierten Labor von Swiss Cat+ hergestellt und getestet wurden.

Die Ergebnisse der ersten Auswahl dienten den Forschenden als Ausgangspunkt für eine KI-Prognose. Die



Dieser Roboterarm transferiert Glasfläschchen in eine Zentrifuge. Er ist Teil einer Robotereinheit, die Katalysatoren vollständig autonom nach den Vorgaben von Berechnungen eines AI-Modells herstellt.

vorhergesagten Zusammensetzungen wurden wieder automatisch synthetisiert und getestet. Das integrierte System absolvierte sechs Runden. Die Ergebnisse verbesserten sich zwischen den Runden nicht linear, sondern sprunghaft. Der Algorithmus optimierte nicht nur die Ergebnisse der Vorrunden, sondern erkundete gleichzeitig neu eingespeiste Versionen von Zusammensetzungen. So verhinderten die Forschenden, dass die Berechnungen in einer Optimierungssackgasse stecken blieben.

DATEN JENSEITS DER ERDÖLCHEMIE GENERIEREN

Für die Forschenden ging es weniger darum, den bestmöglichen Katalysator für die Methanolsynthese zu finden. «Das Wissen über Katalysatoren zur Herstellung von Brennstoffen beruht grösstenteils auf dem Know-how aus der Erdölindustrie», sagt ETH-Professor Copéret. «Verlässliche Daten

zu den Reaktionen der nachhaltigen Energiewirtschaft fehlen weitgehend.» Sie sind aber nötig, damit KI-Algorithmen und menschliche Forscherintelligenz im riesigen Raum der chemischen Möglichkeiten gezielter suchen können. «Genau diese qualitativ hochstehenden und reproduzierbaren Daten liefert jetzt unser KI-gestütztes Roboterlabor. Sie werden die ganze Katalysatorforschung ein gutes Stück voranbringen», ergänzt Laveille.

Quelle

Daniel Meierhans, ETHZ-News, 20.02.2024 (gekürzt)

CHEMISCHES KUNSTSTOFF-RECYCLING IST STARTKLAR

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit können nun Vollgas geben bei der Erforschung des chemischen Kunststoffrecyclings. Forschende der ETH Zürich haben dafür wichtige Grundlagen gelegt und gezeigt: Auf das Rühren kommt es an.

Hunderte Millionen Tonnen Kunststoffabfall fallen jährlich weltweit an. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten mit Hochdruck an neuen Methoden, um einen Grossteil davon zu qualitativ hochwertigen Produkten zu rezyklieren und damit eine echte Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. Heute werden Kunststoffabfälle vor allem mechanisch rezykliert: zerkleinert und eingeschmolzen. Daraus entstehen neue Kunststoffprodukte, aber die Qualität nimmt bei jedem Recyclingschritt drastisch ab.

Eine Alternative dazu ist das chemische Recycling, an dessen Entwicklung intensiv geforscht wird. Langfristiges Ziel ist es, die langkettigen Kunststoffmoleküle (die Polymere) chemisch in ihre Bausteine (die Monomere) zu zerlegen. Aus ihnen könnten dann wieder neue, hochwertige Kunststoffe hergestellt werden. Ein echter nachhaltiger Kreislauf würde entstehen.

TREIBSTOFFE AUS KUNSTSTOFFMÜLL

Zunächst werden lange Polymer-Ketten in kürzerkettige Moleküle aufgespalten, die zum Beispiel als Flüssigtreibstoff oder Schmiermittel verwendet werden können. Der Plastikabfall erhält so ein zweites Leben als Benzin, Kerosin oder Motorenöl. Für die Entwicklung dieses Prozesses haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der ETH Zürich wertvolle Grundlagen erarbeitet. Diese ermöglichen es der Wissenschaftsgemeinde, das Recycling gezielt zu entwickeln.

Die Forschenden der Gruppe von Javier Pérez-Ramírez, Professor für Katalyse-Engineering, untersuchten die Spaltung von Polyethylen und Polypropylen mit Wasserstoff. Auch dabei wird der Kunststoff zuerst in einem Stahltank geschmolzen, dann der gasförmige Wasserstoff in die Kunststoffschmelze geleitet. Wichtig sind zudem pulverförmige Katalysatoren, die die Chemikerinnen und Chemiker beifügen, zum Beispiel solche, die das Metall Ruthenium enthalten. Durch die Wahl eines geeigneten Katalysators erhöhen Chemikerinnen und Chemiker die Effizienz der chemischen Reaktion. Sie können damit beeinflussen, dass vor allem Moleküle einer bestimmten gewünschten Kettenlänge

und möglichst wenig Nebenprodukte wie Methan oder Propan entstehen.

DREHZAHL UND GEOMETRIE IST ENTSCHEIDEND

«Die Kunststoffschmelze ist tausendmal dickflüssiger als Honig. Entscheidend ist, wie man sie im Tank umröhrt, damit das Katalysatorpulver und der Wasserstoff wirklich überall hinkommen», erklärt Antonio José Martín, Wissenschaftler in Pérez-Ramírez' Gruppe. In Experimenten und in Computersimulationen zeigte das Forscherteam: Die Kunststoff-Masse wird am besten mit einem Flügelrad gerührt, dessen Flügel parallel zur Achse stehen. Im Vergleich zu einem Propeller mit abgewinkelten Flügeln oder einem Rührer in Turbinenform führt dies zu einer gleichmässigeren Durchmischung und zu weniger Strömungswirbeln. Sehr wichtig ist außerdem die Rührgeschwindigkeit. Sie darf nicht zu langsam und nicht zu schnell sein. Die ideale Drehzahl liegt nahe bei 1000 Umdrehungen pro Minute.

Den Forschenden ist es gelungen, den gesamten Prozess des chemischen Recyclings mit all seinen Parametern in einer mathematischen Formel zu beschreiben. «Es ist der Traum eines jeden Chemieingenieurs, eine solche Formel für seinen Prozess zur Hand zu haben», sagt Pérez-Ramírez. Alle Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsfeld können damit nun den Einfluss der Rührer-Geometrie und der Drehzahl präzise berechnen.

In künftigen Experimenten können sie verschiedene Katalysatoren gezielt vergleichen. Den Einfluss des Mischnens auf den Prozess haben sie dabei unter Kontrolle. Außerdem sind die erarbeiteten Grundlagen wichtig, um die Technologie künftig vom Labormassstab auf grosse Recyclinganlagen hochzuskalieren. «Doch im Moment konzentrieren wir uns auf die Erforschung besserer Katalysatoren für das chemische Kunststoffrecycling», sagt Martín.



Die meisten Deckel von Getränkeflaschen bestehen aus Polypropylen. Polypropylen und Polyethylen machen zusammen 60 Prozent der Kunststoffabfälle aus.

Quelle

Fabio Bergamin, ETH-News 28.08.2024



Forschungsdrang

Grün. Nachhaltig. Zukunftssicher. Die Studiengänge der BFH-HAFL.

BSc in Umwelt- und Ressourcenmanagement mit Vertiefungen in:

- Nachhaltige Land- und Wassernutzung
- Nachhaltige Wertschöpfungssysteme
- Nachhaltiges Energiemanagement

BSc in Food Science & Management mit Vertiefungen in:

- Consumer Science & Marketing
- Food Business
- Technology

MSc in Life Sciences in:

- Agrarwissenschaften
- Waldwissenschaften
- Food, Nutrition and Health
- Regionalmanagement in Gebirgsräumen

BSc in Agronomie

BSc in Waldwissenschaften

► Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Weitere Infos: bfh.ch/hafl

STUDIUM

- 23 CHEMIE UND BIOCHEMIE STUDIEREN
- 26 STUDIENMÖGLICHKEITEN
- 33 VERWANDTE STUDIENRICHTUNGEN UND ALTERNATIVEN ZUR HOCHSCHULE
- 34 PORTRÄTS VON STUDIERENDEN



CHEMIE UND BIOCHEMIE STUDIEREN

Die Studiengänge Chemie, Biochemie und Chemieingenieurwissenschaften basieren auf der gleichen grundlegenden wissenschaftlichen Ausbildung. Eng damit verzahnt ist die praktische Umsetzung des Gelernten. Im zweiten Teil des Bachelorstudiums sowie im Master erfolgt eine Vertiefung in einzelne Teilgebiete.

An den meisten Universitäten sind die Studieninhalte von Chemie und Biochemie beziehungsweise Chemie und Chemieingenieurwissenschaften in den ersten beiden Bachelorjahren identisch. Es ist daher problemlos möglich, vor dem dritten Bachelorjahr zwischen diesen Studienfächern zu wechseln. Das *Chemiestudium* vermittelt Kenntnisse über die Natur und Vielfalt chemischer Bindungen und chemischer Elemente. Studierende lernen auch, wie Elemente und Verbindungen mit den äusseren Eigenschaften der Stoffe zusammenhängen. *Biochemiestudierende* untersuchen chemische und physikalische Prozesse, die Lebensvorgängen zugrunde liegen. Dabei stehen die Funktionsweise der Zellen sowie die Substanzen und molekularen Mechanismen der Zellsynthese und -entwicklung im Mittelpunkt.

Studierende der *Chemieingenieurwissenschaften* erwerben Kenntnisse, um industrielle Verfahren planen, entwickeln und optimieren zu können. Das Ziel ist, chemische Produkte ökonomisch und ökologisch herzustellen. Dazu gehören Inhalte wie Thermodynamik, Stoff- und Wärmetransport, Strömungslehre und Regelungstechnik.

CHEMIE, BIOCHEMIE UND CHEMIEINGENIEURWESEN ALS HANDWERK

Studierende der Chemie, Biochemie und des Chemieingenieurwesens verbringen viel Zeit im Labor. Sie lernen, den Aufbau eines Stoffes zu ermitteln, neue Stoffe zu synthetisieren, die Eigenschaften von Stoffen zu messen und diese mithilfe theoretischer Methoden zu verstehen und vorherzusagen. So gehört beispielsweise die Analyse von DNA und genetischen Informationen zum Handwerkszeug von Biochemikerinnen und Biochemikern.

INTERDISziPLINÄRE ANSÄTZE

Chemie, Chemieingenieurwissenschaft und Biochemie sind keine isolierten Wissenschaften: Sie greifen auf mathematische Werkzeuge zurück und nutzen Synergien mit Biologie, Physik und Informatik. Deshalb finden in den ersten Studienjahren auch Lehrveranstaltungen in diesen Fächern statt.

ABSCHLUSS MIT BACHELOR ODER MASTER?

In den Chemie- und Biochemie-Studiengängen an Universitäten und der ETH ist es nicht üblich, nach dem Bachelor

in die Berufswelt einzusteigen. Der Master, in vielen Fällen das Doktorat, gilt als Regelabschluss. Ziel des Bachelorstudiengangs an universitären Hochschulen ist die Vermittlung einer grundlegenden wissenschaftlichen Bildung. Der darauf aufbauende konsekutive Master dient der Verbreiterung und Vertiefung der Inhalte.

Im Gegensatz dazu ist der Bachelor an Fachhochschulen berufsqualifizierend und als Regelabschluss konzipiert. Wie ein Fachhochschulbachelor zur erfolgreichen Berufsausübung führen kann, illustriert das Porträt von Astrid Kammerer auf Seite 50. Dennoch entscheiden sich immer öfter auch Fachhochschulstudierende für einen Masterabschluss. Die Zulassung zu einem Fachhochschulmaster ist jedoch an Bedingungen geknüpft.

VORAUSSETZUNGEN

Im Bachelorstudium gibt es – zumindest zu Beginn – Vorlesungen auf Deutsch (in der Westschweiz auf Französisch). Veranstaltungen auf Masterstufe werden grösstenteils in Englisch abgehalten. Forschungsresultate werden ebenfalls üblicherweise in Englisch publiziert. Studienanfängerinnen und -anfänger sollten sich also nicht von englischsprachigen Vorlesungen und Fachliteratur abschrecken lassen. Idealerweise bringen Interessierte eine Begeisterung für Mathematik, Physik, Biologie und Informatik mit. Freude am genauen experimentellen Arbeiten und ein Sinn für Praktische sind ebenfalls von Vorteil.

FÄCHERKOMBINATION

Fachhochschulstudiengänge und die meisten Uni-/ETH-Studiengänge im Bereich Chemie sind Monofächer, das heisst, es sind keine Nebenfächer wählbar. Wahlpflichtmodule oder Schwerpunktfächer bieten jedoch die Möglichkeit, individuelle Akzente zu setzen.

ONLINE-INFORMATIONEN RUND UMS STUDIEREN

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

An den Universitäten Freiburg und Zürich ist es möglich, im Bachelor einen Minor im Umfang von 30 ECTS-Punkten (Freiburg: Chemie) oder 60 ECTS-Punkten (Freiburg: Biochemie; Zürich: Chemie) zu wählen. An der Universität Basel kann Chemie als «ausserfakultäres Studienfach» mit einem gleichwertigen Fach der Philosophisch-Historischen Fakultät kombiniert werden. Diese Studienmodelle sind besonders für diejenigen interessant, die an einer Mittelschule unterrichten möchten.

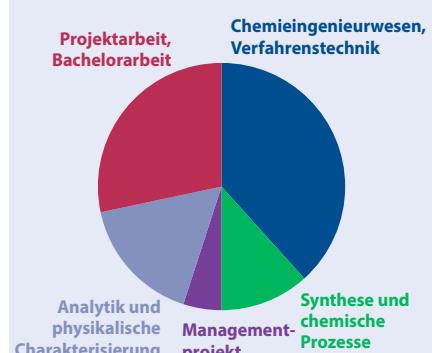
Chemie kann an vielen Universitäten auch als Minor zu einem anderen Major gewählt werden.

STUDIENINHALTE CHEMIE

Der erste Teil des Bachelorstudiums umfasst Grundkurse in Chemie, Mathematik, Physik, Biochemie, Biologie und fachspezifischer Informatik. Im dritten Jahr folgen Vertiefungen in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie. Neben den Pflichtfächern steht ein Angebot an Wahlpflichtmodulen zur Verfügung. Häufig schliesst eine Bachelorarbeit diesen Studienabschnitt ab.

Der Masterstudiengang erlaubt eine Spezialisierung in ein bestimmtes Teilgebiet. Er ist die Grundlage für wissenschaftliches Arbeiten und die Vorbereitung auf ein Doktorat. Ein Schwerpunkt des Masters ist die Masterarbeit. Auf dieser Stufe erhalten Studierende einen tiefen Einblick in die Forschung. Sie arbeiten dazu in einer Forschungsgruppe mit.

CHEMIE FH, 3. STUDIENJAHR, FACHHOCHSCHULE NORDWESTSCHWEIZ



Quelle: www.fhnw.ch

STUDIENINHALTE BIOCHEMIE

Nach einem gemeinsamen Teil mit den Chemiestudierenden stehen im Biochemiestudium die molekularen Biowissenschaften und die organische Chemie im Mittelpunkt. Dazu kommen Zellbiologie, Bioinformatik und Genetik. Praktische Teile des Bachelorprogramms sind Laborpraktika in Biochemie, Molekularbiologie, organischer und physikalischer Chemie sowie an manchen Universitäten eine Bachelorarbeit. Oft können mit Wahlpflichtmodulen individuelle Schwerpunkte gesetzt werden.

Das Masterstudium dient der fachlichen Vertiefung und fördert das forschungsorientierte Lernen. Während des Masters arbeiten die Studierenden in einer Forschungsgruppe und schreiben dort ihre Masterarbeit.

STUDIENINHALTE CHEMIEINGENIEURWISSENSCHAFTEN

Die Inhalte der Bachelorstudiengänge Chemie und Chemieingenieurwissenschaften an einer ETH sind in den ersten beiden Jahren identisch. Im dritten Jahr stehen spezifische Kenntnisse wie Thermodynamik, Stofftransport, Wärmetransport, Strömungslehre, Risikoanalyse chemischer Prozesse und Regelungstechnik im Mittelpunkt. Diese Inhalte sind essenziell für die Planung, Entwicklung und Optimierung industrieller chemischer Produktionsprozesse.

Im Masterstudium erfolgt eine weitere Vertiefung. An der EPF Lausanne kommen Managementinhalte und ein vier-

bis sechsmonatiges Praktikum hinzu. An der ETH Zürich können Studierende ein Fünftel der ECTS-Punkte in Wahlfächern erwerben. Zum Studienabschluss arbeiten die Studierenden in einer Forschungsgruppe mit und schreiben ihre Masterarbeit.

STUDIENINHALTE

WIRTSCHAFTSCHEMIE

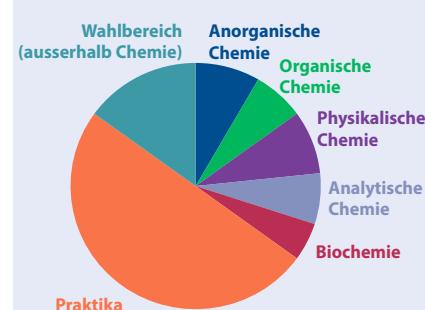
Wirtschaftschemie verbindet Chemie und Wirtschaftswissenschaften in einem integrierten Studiengang. Ziel ist es, kaufmännische Funktionen wie Marketing, Controlling oder Akquisition mit den naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Chemie zu kombinieren. Die ersten beiden Jahre umfassen das Grundstudium, das Vorlesungen und Praktika in Chemie sowie Wirtschaftswissenschaften einschliesst. Im dritten Jahr erfolgt das Fachstudium mit Pflicht- und Wahlfächern. Rund 70 Prozent der im Bachelor erforderlichen Credits entfallen auf Chemie, der Rest auf Wirtschaftswissenschaften.

Im Masterstudium werden die Inhalte beider Bereiche vertieft. Die Studierenden können die Schwerpunkte weitgehend selbst bestimmen. Das Studium schliesst mit einem Industriepraktikum und einer Masterarbeit ab, die oft in Zusammenarbeit mit der Industrie erstellt wird. Mehr Informationen dazu bringt das Porträt von Nina Vonlanthen auf Seite 42.

CHEMIE IN ANDEREN STUDIENGÄNGEN

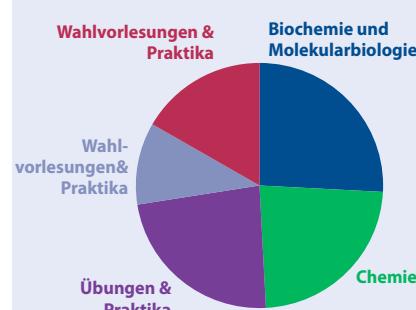
Chemie ist eine grundlegende Naturwissenschaft und Bestandteil vieler

CHEMIE UH, 3. STUDIENJAHR UNIVERSITÄT BASEL



Quelle: www.unibas.ch

BIOCHEMIE UND MOLEKULARBIOLOGIE UH 3. STUDIENJAHR, UNIVERSITÄT BERN



Quelle: www.unibe.ch



Studierende der Chemie und Biochemie verbringen viel Zeit im Labor, wo sie u.a. verschiedene Stoffe synthetisieren und analysieren.

anderer Studiengänge, von Computational Sciences bis Veterinärmedizin. Besonders hervorzuheben sind Pharmazeutische Wissenschaften, Interdisziplinäre Naturwissenschaften und Nanowissenschaften, die einen hohen Anteil an Inhalten aus der Chemie aufweisen. In der Biologie gilt die Biochemie als Schlüsseldisziplin. So sind in den ersten beiden Studienjahren bis zu 50 Prozent

der Inhalte chemischer Natur, beispielsweise im Schwerpunkt «Chemische Biologie» an der ETHZ.

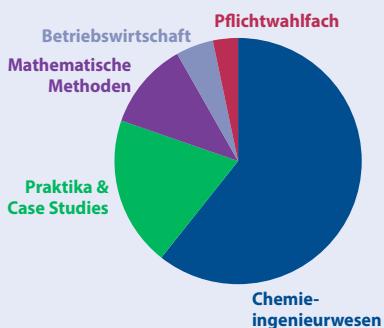
UNIVERSITÄT/ETH ODER FACHHOCHSCHULE?

Ein Studium an der Universität oder ETH ist forschungsorientiert und legt den Schwerpunkt auf Grundlagenforschung. Fachhochschulen konzentrieren sich dagegen auf anwendungs-

orientierte Forschung und Entwicklung, oft in direkter Zusammenarbeit mit der Industrie. Eine berufliche Karriere in der Forschung im Bereich Chemie/Biochemie ohne Doktorat – häufig mit anschliessendem Postdoc – ist eher die Ausnahme.

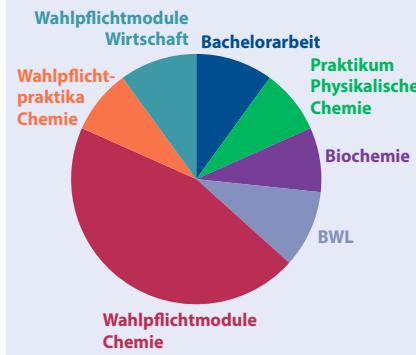
Ein Wechsel zwischen Universitäten/ETH und Fachhochschulen nach dem Bachelor ist möglich. Dabei werden die bisherigen Studienleistungen mit den Anforderungen der aufnehmenden Hochschule verglichen. Zusätzliche Module können erforderlich sein. Zum Beispiel verlangt der Fachbereich Chemie der Universität Zürich von Fachhochschulabsolventinnen und -absolventen einen Bachelorabschluss in Chemie mit einer Mindestnote von 5 sowie individuell festgelegte Zusatzmodule, die während des Masterstudiums zu absolvieren sind.

CHEMIEINGENIEURWESEN UH, 3. STUDIENJAHR, ETH ZÜRICH



Quelle: www.ethz.ch

WIRTSCHAFTSCHEMIE UH, 3. STUDIENJAHR, UNIVERSITÄT ZÜRICH



Quelle: www.uzh.ch

Quellen

Websites sowie Studien- und Modulpläne der Hochschulen
Darstellung: Barbara Kunz

STUDIENMÖGLICHKEITEN IN CHEMIE UND BIOCHEMIE

Die folgenden Tabellen zeigen auf, wo in der Schweiz Chemie, Biochemie, Chemieingenieurwissenschaften und Wirtschaftschemie studiert werden können. Es werden alle Bachelor- und Masterstudiengänge und die verwandten interdisziplinären Masterstudiengänge vorgestellt. Ebenfalls wird auf die Besonderheiten der einzelnen Studienorte und die Alternativen zur Hochschule eingegangen.

Zu Beginn des Studiums sind die Inhalte ähnlich oder sogar gleich. Forschungsschwerpunkte, mögliche Spezialisierungen und Masterstudiengänge unterscheiden sich hingegen. Es lohnt sich deshalb, die einzelnen Hochschulen und ihre Studiengänge genauer anzuschauen.

Ebenso ist empfehlenswert, den Übergang vom Bachelor- ins Masterstudium frühzeitig zu planen. Allenfalls ist es sinnvoll, für das gewünschte Masterstudium die Hochschule zu wechseln. Je nach Hochschule ist es möglich, nach einem Bachelorabschluss auch einen eher fachfremden Master zu wählen. Wer nach einem Fachhochschul-Bachelor einen Master an einer Fachhochschule aufnehmen will, muss meist im Bachelor eine Abschlussnote von mindestens 5 aufweisen. Auch ein Wechsel an eine universitäre Hochschule ist möglich. Meist müssen neben der Mindestnote einzelne Module aus dem universitären Bachelor nachgeholt werden. Aktuelle und weiterführende Informationen finden Sie auf www.berufsberatung.ch sowie auf den Websites der Hochschulen.

Weitere Informationen



www.berufsberatung.ch/chemie



www.berufsberatung.ch/biochemie



Lernen durch die Demonstration: Im Bild eine Titration, bzw. ein Verfahren der quantitativen Analyse zur Bestimmung der Konzentration chemischer Stoffe in einer Probelösung.

BACHELORSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

BSc = Bachelor of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW: www.fhnw.ch/lifesciences			
Life Sciences BSc	Muttentz (BL)	Vollzeit Teilzeit	– Bioanalytik und Zellbiologie – Chemical Engineering – Chemie
Fachhochschule Westschweiz HES-SO/Hochschule für Technik und Architektur Freiburg: www.heia-fr.ch			
Chemie/Chimie BSc	Freiburg/Fribourg	Zweisprachig Mehrheitlich Französisch Vollzeit	
Fachhochschule Westschweiz HES-SO/Hochschule für Ingenieurwissenschaften: www.hevs.ch			
Life Sciences Engineering BSc	Sitten (VS)	Vollzeit Teilzeit	– Analytische Chemie und Bioanalytik
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch			
Chemie BSc	Wädenswil (ZH)	Vollzeit Teilzeit Praxisintegriertes Studium	– Biologische Chemie – Chemie

MASTERSTUDIEN AN FACHHOCHSCHULEN

Nach erfolgreichem Abschluss des Bachelorstudiums kann man eine Stelle suchen oder in die bisherige Tätigkeit zurückkehren. Vielleicht ist aber der Wunsch vorhanden, weiter zu studieren und einen Master zu erlangen – mit einem Master hat man bestimmt die besseren Karten auf dem Arbeitsmarkt. Nicht für jedes Studium an einer Fach-

hochschule (FH) gibt es geeignete Masterstudien, das Angebot nimmt aber stetig zu.

Mit dem Master vertieft man sich in einem Spezialgebiet und erwirbt spezifische Kompetenzen, die dann im Berufsleben angewendet und mit entsprechenden Weiterbildungen ergänzt werden können.

In der folgenden Tabelle sind einige Beispiele für Masterstudiengänge zu finden, die sich nach einem Studium von Chemie und Biochemie anbieten. Über Details zu diesen Masterstudiengängen gibt die betreffende Hochschule gerne Auskunft.

MSc = Master of Science

Studiengang	Studienort	Modalität	Vertiefungsrichtungen
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW: www.fhnw.ch/lifesciences			
Life Sciences MSc	Muttentz (BL)	Vollzeit Teilzeit	– Analytische Chemie – Bioanalytics – Chemieingenieurwesen – Organische und supramolekulare Chemie
Fachhochschule Westschweiz HES-SO: www.heia-fr.ch			
Life Sciences MSc	Changins (VD) Freiburg/Fribourg Lausanne (VD) Sitten (VS)	Vollzeit Teilzeit	– Chemical Development & Production
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW: www.zhaw.ch			
Life Sciences MSc	Wädenswil (ZH)	Vollzeit Teilzeit	– Chemistry for the Life Sciences

BACHELORSTUDIEN AN UNIVERSITÄTEN UND ETH

BSc = Bachelor of Science; **BA** = Bachelor of Arts

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
CHEMIE, CHEMIEINGENIEURWISSENSCHAFTEN UND WIRTSCHAFTSCHEMIE	
EPF Lausanne: www.epfl.ch	
Chemistry and Chemical Engineering/Chimie et génie chimique BSc	– Chimie – Génie chimique
ETH Zürich: https://chab.ethz.ch	
Chemistry/Chemie BSc	
Chemical Engineering/ Chemieingenieurwissenschaften BSc	
Universität Basel: https://chemie.unibas.ch	
Chemistry/Chemie BSc	
Chemie als ausserfakultäres Bachelorfach BA	
Universität Bern: www.dcbp.unibe.ch	
Chemistry and Molecular Sciences/Chemie und Molekulare Wissenschaften BSc	
Universität Freiburg: www.unifr.ch	
Chimie/Chemie BSc	
Universität Genf: www.unige.ch/sciences/chimie	
Chimie BSc	
Universität Zürich: www.wichem.uzh.ch	
Chemie BSc	
Wirtschaftschemie BSc	
BIOCHEMIE	
ETH Zürich: https://chab.ethz.ch	
Biochemistry – Chemical Biology/ Biochemie –Chemische Biologie BSc	
Universität Bern: www.dcbp.unibe.ch	
Biochemistry and Molecular Biology/Biochemie und Molekularbiologie BScc	
Universität Freiburg: www.unifr.ch	
Biochemie/Biochimie BSc	
Universität Genf: www.unige.ch	
Biochimie BSc	
Universität Zürich: www.bioc.uzh.ch	
Biochemie BSc	– Biomolecular Track – Chemical Track

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 schweizer-

rischen 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 einige Beispiele für Masterstudiengänge zu finden, die sich nach einem Studium Chemie und Biochemie anbieten. Über Details zu diesen Masterstudiengängen gibt die betreffende Hochschule gerne Auskunft.



Zehn Experimente parallel: Die neue Anlage der Empa kann die Forschung zur CO₂-Elektrolyse bis zu zehnmal beschleunigen.

MSc = Master of Science; **MA** = Master of Arts

Studiengang	Vertiefungsrichtungen
CHEMIE, CHEMIEINGENIEURWISSENSCHAFTEN UND WIRTSCHAFTSCHEMIE	
EPF Lausanne: www.epfl.ch	
Chemical Engineering and Biotechnology/Génie chimique et biotechnologie MSc	
ETH Zürich: https://chab.ethz.ch	
Chemistry/Chemie MSc	
Chemical and Bioengineering/Chemie- und Bioingenieurwissenschaften MSc	
Universität Basel: https://chemie.unibas.ch	
Chemistry/Chemie MSc	
Chemie als ausserfakultäres Masterfach MA	
Universität Bern: www.dcbp.unibe.ch	
Chemistry and Molecular Sciences/ Chemie und Molekulare Wissenschaften MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Advanced Synthesis and Sustainability – Medicinal Chemistry and Chemical Biology – Spectroscopy of Materials
Universität Freiburg: www.unifr.ch	
Chimie/Chemie MSc	
Universität Genf: www.unige.ch	
Chimie MSc	
Universität Zürich: www.chem.uzh.ch , www.wichem.uzh.ch	
Chemistry/Chemie MSc	
Chemistry and Business Studies/ Wirtschaftschemie MSc	
BIOCHEMIE	
EPF Lausanne: www.epfl.ch	
Molecular and Biological Chemistry/Chimie moléculaire et biologique MSc	
ETH Zürich: https://chab.ethz.ch	
Biochemistry – Chemical Biology/Biochemie – Chemische Biologie MSc	
Universität Bern: www.dcbp.unibe.ch	
Molecular Life Sciences MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Biochemistry/Chemical Biology – Cell and Molecular Biology
Universität Freiburg: www.unifr.ch	
Molecular Life and Health Sciences/Molekulare Lebens- und Gesundheitswissenschaften MSc	<ul style="list-style-type: none"> – Biochemie und Zellbiologie
Universität Genf: www.unige.ch	
Biochimie MSc	
Chemical Biology/Biologie chimique MSc	
Universität Zürich: www.bioc.uzh.ch	
Biochemistry/Biochemie MSc	

BESONDERHEITEN AN EINZELNEN STUDIENORTEN

FACHHOCHSCHULEN

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Die Fachhochschule Nordwestschweiz bietet mehrere «*Double Degree*»-Programme an, bei denen ein Teil des Studiums meist an einer ausländischen Hochschule absolviert und zwei Abschlussdiplome erworben werden.

- Double Degree mit der University of Chemistry and Technology Prague (UCT) für Masterstudierende in Life Sciences mit den Vertiefungen Bioanalytics, Biotechnology, Chemical Engineering, Organic and Supramolecular Chemistry, Environmental Technologies oder Pharmatechnology.
- Double Degree mit Linköping University für Studierende mit den Vertiefungen Analytical Chemistry, Chemical Engineering, Organic and Supramolecular Chemistry und Bioanalytics.

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

Das PiBS-Studium kann nach vorgängigem Laboreinführungskurs direkt nach der gymnasialen Maturität begonnen werden.

UNIVERSITÄTEN UND ETH

EPF Lausanne

Für den *Master Génie chimique et biotechnologie* können 30 ECTS-Punkte in einem Ingenieurpraktikum oder in einem Nebenfach erworben werden. Wird das Nebenfach gewählt, muss die Masterarbeit ausserhalb der EPFL in einer Firma erstellt werden.

ETH Zürich

Die ersten beiden Bachelorstudienjahre sind für Chemie und Chemieingenieurwissenschaften identisch.

Universität Basel

Das Studium der Chemie wird meist als Monofach angeboten, neben dem

kein Nebenfach/Minor belegt werden kann. An der Universität Basel kann zu einem Fach der Philosophischen Fakultät *Chemie als ausserfakultäres Studienfach* oder zu Sport als *Zweitfach* gewählt werden. Dies ist insbesondere interessant für Studierende, die sich für das Lehrdiplom für Maturitätsschulen interessieren.

Universität Bern

Im ersten Jahr sind die Fächer Chemie und Pharmazeutische Wissenschaften fast identisch. Im zweiten Jahr sind es Chemie und molekulare Wissenschaften und Biochemie und Molekularbiologie. Deshalb ist ein Wechsel zwischen diesen Fächern ohne grossen Zusatzaufwand möglich. Chemie und Biochemie wird auch als Minor zu 30 ECTS-Punkten angeboten, der zu einem anderen Studienfach kombiniert werden kann.

Universität Freiburg

Das Bachelorstudium findet in deutscher und französischer Sprache statt.

BESONDERHEITEN BEI DEN VORAUSSETZUNGEN

Gymnasiale Maturandinnen und Maturanden sowie Berufsmaturandinnen und -maturanden mit fachfremder Grundbildung, die an einer Fachhochschule studieren wollen, müssen, z.B. mit einem Praktikum, *praktische Erfahrung im Fachgebiet* nachweisen.

Die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW und – für einzelne Studienrichtungen – die Fachhochschule Westschweiz HES-SO bieten für gymnasiale Maturanden und Maturandinnen ein *praxis-integriertes Bachelorstudium (PiBs)* an. Dabei ist das Praktikum ins Studium integriert. Der Bachelor dauert dabei vier statt wie sonst üblich drei Jahre.

Die ZHAW bietet zusätzlich das *Step-up-Studium* an für Personen mit einer Berufsmaturität und einer fachfremden Grundbildung. Sie können das erste Studienjahr in zwei Jahren absolvieren, einschliesslich Praktikum.

Berufsmaturandinnen und -maturanden, die an einer Universität studieren wollen, müssen mit der *Passerelle* ihre Studierfähigkeit nachweisen.

Für die Prüfungen können die Studierenden die Sprache wählen.

Chemie kann mit einem Nebenprogramm nach Wahl im Umfang von 30 ECTS- oder 60 ECTS-Punkten kombiniert werden. Bei der Biochemie ist ein Nebenprogramm von 60 ECTS-Punkten wählbar. Ein Nebenprogramm von 60 ECTS-Punkten ermöglicht den Erwerb eines Lehrdiploms für Maturitätsschulen.

Universität Genf

Die ersten drei Bachelorsemester von Chemie und Biochemie sind identisch. Ein Wechsel zwischen den beiden Fächern ist daher möglich.

Im *Bachelor en Sciences Computationnelles orientation Chimie/Biochimie* steht die Anwendung der künstlichen Intelligenz in den Fächern Chemie und Biochemie im Zentrum.

Im *Master Bidisciplinary of Science/Bi-disciplinaire en sciences* können zwei naturwissenschaftliche Fächer gleichwertig nebeneinander studiert werden.

Universität Zürich

Chemie kann im Bachelor als Monofach oder als Major (150 oder 120 ECTS) belegt werden.

Chemie und Biochemie werden auch als Minor zu 30 ECTS- oder 60 ECTS-Punkten angeboten, die zu einem anderen Studienfach kombiniert werden können.

INTERDISZIPLINÄRE STUDIENGÄNGE UND SPEZIALMASTER

MA = Master of Arts; **MSc** = Master of Science

Studiengang	Inhalte
ETH Zürich: https://ethz.ch, Universität Zürich: www.ife.uzh.ch, Pädagogische Hochschule Zürich: www.phzh.ch	
Fachdidaktik Naturwissenschaften MA	Die Teilnehmenden bearbeiten fachdidaktische Fragestellungen der Naturwissenschaften und erwerben Kompetenzen in fachdidaktischer Forschung und im fachdidaktischen Unterrichten. Schwerpunkte: – Natur und Technik – Biologie, Chemie oder Physik – Biologie, Chemie oder Physik Sekundarstufe II
ETH Zürich: https://ethz.ch	
Atmospheric and Climate Science/ Atmosphäre und Klima MSc	Studierende erwerben ein detailliertes Verständnis von Klimaprozessen und deren Wechselwirkungen – von der molekularen bis zur globalen Skala sowie von kurzlebigen Phänomenen zu Veränderungen über Millionen von Jahren. Spezialisierungen: – Atmosphärische Zusammensetzung und Kreisläufe – Hydrologie und Wasserkreislauf – Klimaprozesse und klimatische Wechselwirkungen – Klimageschichte und Paläoklimatologie – Wettersysteme und atmosphärische Dynamik
Universität Bern: www.philnat.unibe.ch, Berner Fachhochschule BFH: www.bfh.ch	
Precision Engineering MSc	Precision Engineering als interdisziplinärer Studiengang liegt an der Grenze zwischen Physik, Chemie, Materialwissenschaften, Mikrotechnik, Maschinenbau, Elektrotechnik, Werkstofftechnik, Photonik und Informationstechnik. Schwerpunkte: – Optical Engineering – Ultraprecision Engineering
Universität Bern: www.philnat.unibe.ch	
Climate Sciences MSc	Das Studienprogramm vermittelt sowohl eine allgemeine Ausbildung in den Klimawissenschaften als auch fundierte Fachkenntnisse in einem der Schwerpunkte: – Climate and Earth System Science – Atmospheric Science – Climate and Environmental Economics – Ecology and Agricultural Sciences – Humanities – Social Sciences
Universität Genf: https://masters.unige.ch	
Bidisciplinary of Science/ Bi-disciplinaire en sciences MSc	Ce master offre la possibilité aux étudiants de poursuivre leur cursus dans une autre branche d'étude (la mineure) que celle choisie lors du Bachelor (la majeure).
Sciences de l'environnement MSc	Ce Master s'adresse aux personnes qui désirent étudier, selon une approche interdisciplinaire, le fonctionnement de l'environnement et son interaction avec l'homme et la société.
Universität Lausanne: www.unil.ch/eb-mls	
Molecular Life Sciences/ Sciences moléculaires du vivant MSc	This Master's programme provides in-depth teaching of current knowledge in genomics, molecular genetics, cellular, developmental and organismal biology – spanning studies of humans and other animals, plants and microorganisms – and the experimental and computational approaches used to acquire this knowledge.
Universität Zürich: www.ms-cms.uzh.ch	
Chemical and Molecular Sciences MSc	Das Studium ist interdisziplinär und forschungsorientiert. Betont werden Design, Manipulation und Synthese von Molekülen und molekularen Systemen.

VERWANDTE STUDIENRICHTUNGEN

Die folgenden Studienrichtungen befas-
sen sich teilweise mit ähnlichen Themen
wie Chemie, Biochemie. Informationen
dazu finden Sie in den entsprechenden
«Perspektiven»-Heften:
www.perspektiven.sdbb.ch oder unter
www.berufsberatung.ch/studiengebiete

«PERSPEKTIVEN»-HEFTE

Agrarwissenschaften, Lebensmittelwissen-
schaften, Waldwissenschaften

Biologie

Life Sciences

Materialwissenschaft, Mikrotechnik,
Nanowissenschaften

Medizin

Pharmazeutische Wissenschaften

Umweltwissenschaften

Veterinärmedizin



Ähnliche naturwissenschaftliche Fragestellungen wie Chemie oder Biochemie verfolgen u.a. die Studienrichtungen Biologie, Agrarwissenschaften oder Pharmazie. Echinacea-Ernte in Herefordshire, UK.

ALTERNATIVEN ZUR HOCHSCHULE

Vielleicht sind Sie nicht sicher, ob Sie überhaupt studieren wollen. Zu den meisten Fachgebieten der Hochschulen gibt es auch alternative Ausbildungswägen. Zum Beispiel kann eine (verkürzte) berufliche Grundbildung mit Eidgenössischem Fähigkeitszeugnis EFZ als Einstieg in ein Berufsfeld dienen. Nach einer EFZ-Ausbildung und einigen Jahren Berufspraxis stehen verschiedene Weiterbildungen in der höheren Berufsbildung offen: höhere Fachschulen HF, Berufsprüfungen BP, höhere Fachprüfungen HFP. Über berufliche Grundbildungen sowie Weiterbildungen in der höheren Berufsbildung informieren die Berufsinformationsfaltblätter und die Heftreihe «Chancen. Weiterbildung und Laufbahn» des SDBB Verlags. Sie sind in den Berufsinformationszentren BIZ ausleihbar oder erhältlich beim SDBB: www.shop.sdbb.ch. Auf der Berufs-,

Studien- und Laufbahnberatung erhalten alle – ob mit EFZ-Abschluss mit oder ohne Berufsmaturität, mit gymnasialer Maturität oder Fachmaturität – Informationen und Beratung zu allen Fragen möglicher Aus- und Weiterbildungswege
(Adressen: www.adressen.sdbb.ch).

Im Folgenden einige Beispiele von alternativen Ausbildungen zu einem Hochschulstudium. Mehr zu den einzelnen Berufen und Ausbildungen erfahren Sie unter www.berufsberatung.ch.

AUS- UND WEITERBILDUNGEN

Biomedizinische/r Analytiker/in HF

Chemie- und Pharmatechnologe/-technologin EFZ

Chemie- und Pharmatechniker/in BP

Chemietechnologe/-technologin HFP

Kaufmann/Kauffrau EFZ, Branche Chemie

Laborant/in EFZ (Fachrichtungen: Biologie, Chemie, Farbe und Lack, Textil)

Naturwissenschaftliche/r Labortechniker/in HFP

Pharma-Spezialist/in BP

Techniker/in HF, Fachrichtung Systemtechnik, Vertiefung pharmazeutische und chemische Technik

PORTRÄTS VON STUDIERENDEN

In den folgenden Interviews und Porträts berichten Studentinnen und Studenten, wie sie ihre Ausbildung erleben.

VIVIANE SINNESBERGER

Chemie,
Bachelorstudium,
Zürcher Hochschule für
Angewandte Wissenschaften
ZHAW

SIMON RAPHAEL WALDMANN VALENTINE SOPHIE ZÜRCHER

Chemie,
Masterstudium,
Universität Basel

LARISSA ZIEGLER

Biochemie und Molekularbiologie,
Bachelorstudium,
Universität Bern

JOSEF SCHOBEL

Chemie- und Bioingenieurwissenschaften,
Masterstudium,
ETH Zürich

NINA VON LANTHEN

Wirtschaftschemie,
Masterstudium,
Universität Zürich



Viviane Sinnesberger, Chemie, Bachelorstudium, 3. Semester, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

DOZIERENDE SIND EINE GROSSE UNTERSTÜTZUNG

Viviane Sinnesberger (21) hat die technische BMS während der Lehre zur Laborantin Fachrichtung Chemie gemacht und konnte ohne Probleme ins Chemiestudium an der ZHAW einsteigen. Das Studium bereitet ihr grosse Freude. Das Interesse an Chemie ist noch mindestens gleich gross wie am Anfang, wenn nicht sogar grösser.

Was studieren Sie?

Ich studiere Chemie im dritten Semester an der ZHAW in Wädenswil. Aktuell habe ich folgende Fächer: Physikalische Chemie, Biochemie, Organische Chemie, Mathematik, Zellbiologie,

Englisch, Chemische Verfahrenstechnik, Analytische Chemie, Anorganische Chemie. Zusätzlich verbringe ich jede Woche zwei Tage mit Praktika in den Labors der ZHAW. Das ergibt 19 Vorlesungslektionen sowie zwei

Praktikumstage jeweils von 08.00 Uhr bis 16.30 Uhr. Dazu kommen etwa 20 Stunden: Vorlesungen vor- und -nachbereiten, Praktikumsberichte schreiben, Zwischenprüfungen vorbereiten.

Ist diese zeitliche Belastung typisch für Ihr Studienfach?

Die zeitliche Belastung variiert je nach Phase. Vor Zwischenprüfungen, oder wenn ich aufwändige Praktikumsberichte abgeben muss, benötige ich deutlich mehr Zeit. Durchschnittlich kommen die etwa 20 Stunden hin.

Was findet noch Platz neben dem Studium?

Ich verbringe sehr gerne Zeit mit meiner Familie und meinen Freundinnen und Freunden. Um nebst dem Studium einen sportlichen Ausgleich zu haben, gehe ich einmal pro Woche schwimmen und gelegentlich joggen.

Was ist bei Ihrem Studium vorgeschrrieben, wie viel ist frei wählbar?

Im dritten Semester sind alle oben genannten Fächer vorgeschrrieben und müssen bis Ende Semester abgeschlossen sein. Die ZHAW bietet zudem Zusatzkurse wie Sprachen an. Dies hat jedoch mit dem Studienfach direkt nichts zu tun. Wahlfächer/Vertiefungen folgen erst in späteren Semestern: Dieses Semester mussten wir uns für eine Vertiefung für die letzten drei Semester entscheiden. Dabei konnte ich wählen zwischen Biochemie – die mehr biologische Fächer enthält – oder industrieller Chemie, die auf klassische Chemie fokussiert.

Im vierten Semester werde ich mich für einen Minor entscheiden können, der ein zusätzliches Fach und Praktikum umfasst. Beispiele für solche Minors sind Medizinalchemie, Umweltchemie oder Pharmazeutische Technologie. Ein Minor entspricht 12 ECTS-Punkten.

Als wie anstrengend und schwierig empfinden Sie Ihr Studium?

Das Studium ist streng und zeitaufwändig, insbesondere weil ich täglich drei Stunden nach Wädenswil pendle. Da ich sehr grosses Interesse am

Studienfach habe und sehr gerne dafür lerne, empfinde ich diesen Zusatzaufwand nicht als belastend.

Es gibt jedoch Fächer, bei denen ich mit der Zeit etwas den Faden verloren habe, weil es sehr viel Soff auf einmal und ziemlich anspruchsvoll ist. Beispielsweise findet man auch nicht direkt Antworten auf Google oder ChatGPT, sondern muss auf Lehrbücher oder Fachpublikationen zurückgreifen.

Eine grosse Unterstützung sind die Dozierenden. Wir haben einen persönlichen und doch professionellen Kontakt zu ihnen. Mit einigen sind wir sogar per Du. So können wir uns bei Unklarheiten bei ihnen melden. In der Regel nehmen sie sich ausführlich Zeit, die offenen Fragen zu beantworten.

Ist Ihr Studium eher theoretisch oder praktisch?

Beides, Chemie ist insgesamt ein sehr theoretisches Fach. Der ZHAW gelingt es jedoch sehr gut, mit den Praktika eine Verknüpfung zur Theorie zu machen.

Was gefällt Ihnen besonders am Studium, was nicht?

Ich bin fasziniert von Chemie. Mit meiner Lehre zusammengerechnet, habe ich nun schon 4.5 Jahre hauptsächlich chemische Fächer und doch gibt es noch so viel zu lernen. Die Chemie ist sehr breit gefächert und mit anderen Fächern eng verknüpft. Beispielsweise kann ich einige Dinge, die ich in Physikalischer Chemie gelernt habe, auch in der Chemischen Verfahrenstechnik anwenden. Manchmal kann die Chemie auch frustrierend sein, weil man vieles nicht von Anfang an begreift. Wenn ich mich jedoch mehrmals dahinterklemme, sehe ich mit der Zeit durch.

Können Sie eine zentrale Vorlesung nennen?

Organische Chemie ist eine sehr zentrale Vorlesung, die viele chemisch-physikalische Verfahren und Beobachtungen miteinander verknüpft.

Wie heisst das Thema Ihrer letzten schriftlichen Arbeit?

Aktuell arbeite ich im Praktikum zur Analytischen Chemie an einem Bericht mit dem Titel: «Untersuchung

des Blei- und Cadmiumgehalts in Schokolade mittels ICP-OES».

Wie viele Studierende sind in Ihrer Fachrichtung?

Ich habe schätzungsweise 40 Mitstudierende. Wir haben untereinander sehr guten Kontakt. Beispielsweise essen wir eigentlich immer zusammen zu Mittag – nicht alle 40 gemeinsam – aber in grösseren Gruppen. Nach den Vorlesungen gehen wir gemeinsam etwas trinken oder unternehmen andere Dinge zusammen, etwa Volleyballspielen.

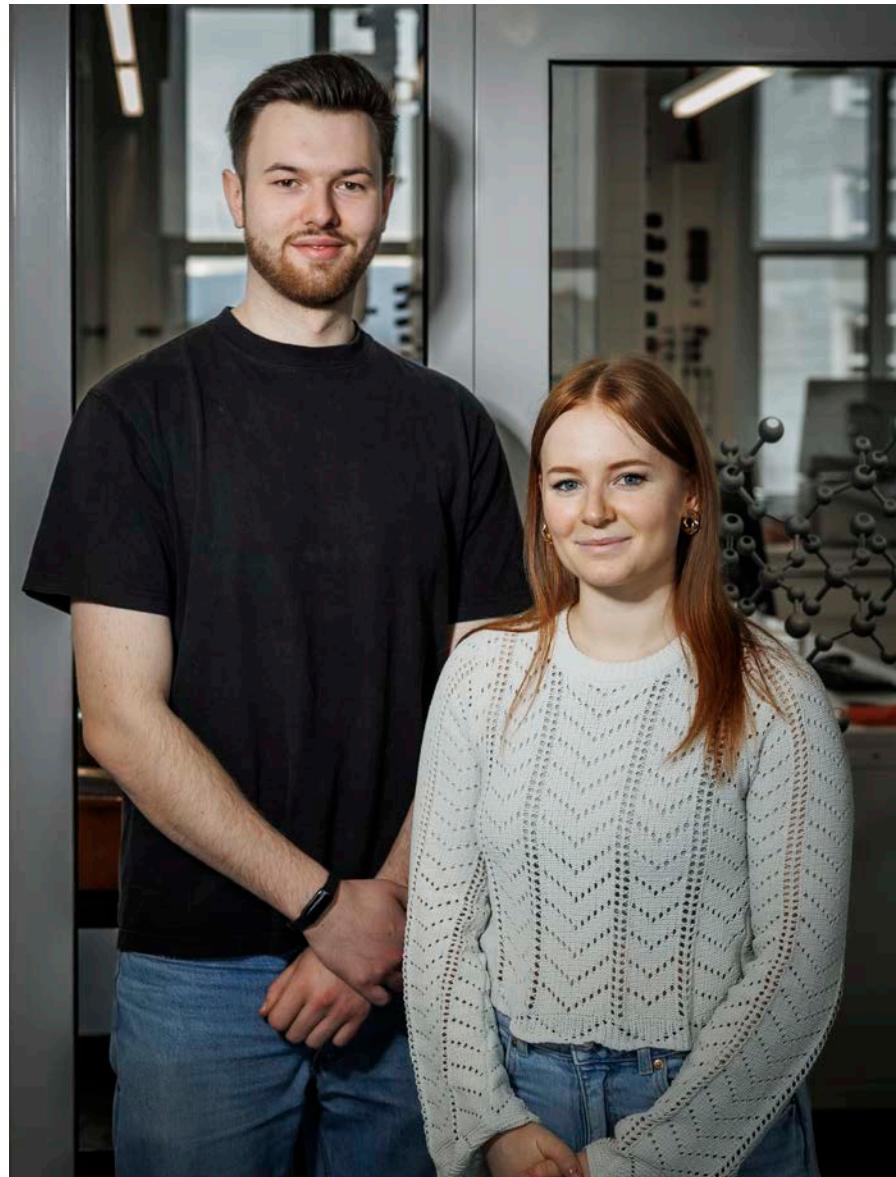
Wie sind Sie damals auf Ihr Studienfach gekommen?

Auf die Chemie bin ich gekommen, als es um die Lehrstellensuche ging. Dabei ist mir das Fach positiv aufgefallen. Es ist eine Mischung aus vielen Dingen, die ich gerne tue und mich interessieren: naturwissenschaftliche Vorgänge im Alltag, exaktes Arbeiten im Labor, mathematisches Auswerten von Daten sowie verknüpftes Denken, über den Tellerrand blicken und neue Sichtweisen ausprobieren.

Ich habe die Lehre zur Laborantin Fachrichtung Chemie gemacht und anschliessend zwei Jahre lang gearbeitet. Mit der Zeit habe ich gemerkt, dass ich mich intensiver mit Chemie beschäftigen möchte und habe mich deshalb entschieden, die Schulbank erneut zu drücken. Es war die absolut richtige Entscheidung, weil mir das Studium grosse Freude bereitet und das Interesse an Chemie noch mindestens gleich gross ist wie am Anfang, wenn nicht sogar grösser.

Welche Ratschläge geben Sie jüngeren Kolleginnen und Kollegen?

Einfach einmal ausprobieren. Etwas Durchhaltevermögen braucht es für ein Studium. Doch ist es absolut machbar, wenn das Interesse am Fach da ist.



Valentine Zürcher und Simon Waldmann, Chemie, Masterstudium, 1. Semester, Universität Basel

PRAKTIKA SIND WICHTIG FÜR DIE BERUFLICHE ZUKUNFT

Valentine Zürcher (22) und Simon Waldmann (22) studieren im ersten Mastersemester Chemie an der Universität Basel. Sie sind eher an organischer Chemie interessiert, weniger an physikalischer. Beide sind nach wie vor fasziniert von der Vielfalt der Fragestellungen in ihrem Fach und würden das praxisorientierte Studium wieder wählen.

Valentine Zürcher und Simon Waldmann besuchen je sieben Vorlesungen à drei Stunden pro Woche und wenden zusätzlich ungefähr zehn Stunden für die Vorbereitung von Prüfun-

gen sowie Präsentationen und das Bearbeiten der Übungsaufgaben auf. Außerdem arbeiten sie einen Nachmittag pro Woche als Hilfsassistenz in den Praktika von Chemie- und

Pharmastudierenden. Im Bachelorstudium mussten sie neben den Vorlesungen etwa 20 Stunden fürs Labor und die Vor- und Nachbereitung von Laborarbeiten investieren.

SICH GUT ORGANISIEREN

Arbeiten neben dem Bachelorstudium war unmöglich, außer Valentine Zürcher und Simon Waldmann hätten das Studium um ein Semester verlängert. Im Master sind sie freier in der Wahl der Module, sodass es möglich ist, einem Teilzeitjob nachzugehen. Sie halten fest: «Um Unisport, Orchester oder Chor zu besuchen, reicht die Zeit, wenn wir uns gut organisieren.»

Ihr Master ist unterteilt in Vorlesungen, zwei Wahlpraktika in einer Forschungsgruppe – jeweils sechs Wochen Vollzeit oder zwölf Wochen Teilzeit – und die Masterarbeit. Das Angebot an Vorlesungen ist in die Module organische, anorganische, physikalische Chemie und Wahlbereich unterteilt. Die einzige Vorgabe ist, höchstens drei Vorlesungen aus demselben Modul zu wählen. «Die Richtung des praktischen Teils können wir völlig frei wählen sowohl die Praktika als auch die Forschungsgruppe, von der die Masterarbeit betreut wird», erklären die beiden.

GRUNDLEGENDE FÄHIGKEITEN

Valentine Zürcher und Simon Waldmann empfinden das Studium als anstrengend, besonders durch den zusätzlichen Workload der Praktika. «Wir möchten die Praktika aber nicht missen», betonen sie. «Diese sind interessant und fördern grundlegende Fähigkeiten für den Beruf.»

Das Niveau der Vorlesungen und die Geschwindigkeit der Stoffvermittlung sind hoch. Valentine Zürcher und Simon Waldmann wenden viel Zeit auf, um gewisse Konzepte zu verstehen. Oft begreifen und verinnerlichen sie Themen erst in der Nachbearbeitung der Vorlesungen oder sogar in der Prüfungsphase.

Der Mix an Modulen ist vielfältig und gut verknüpfbar, was das Erlernen spannend macht. «Für uns ist es besonders spannend, das in der Vorlesung erlernte Wissen direkt in der Praxis anwenden zu können.»

Das Studium ist in drei Themenbereiche aufgeteilt, jeder mit seinen eigenen zentralen Elementen:

In der organischen Chemie lernten Valentine Zürcher und Simon Waldmann verschiedenste Reaktionen kennen und wofür beziehungsweise wie man diese in der Praxis anwendet.

In der anorganischen Chemie stehen Metallkomplexe zur Katalyse von chemischen Reaktionen, sowie die Gewinnung von Mineralstoffen für die Verwendung in chemischen Prozessen im Mittelpunkt.

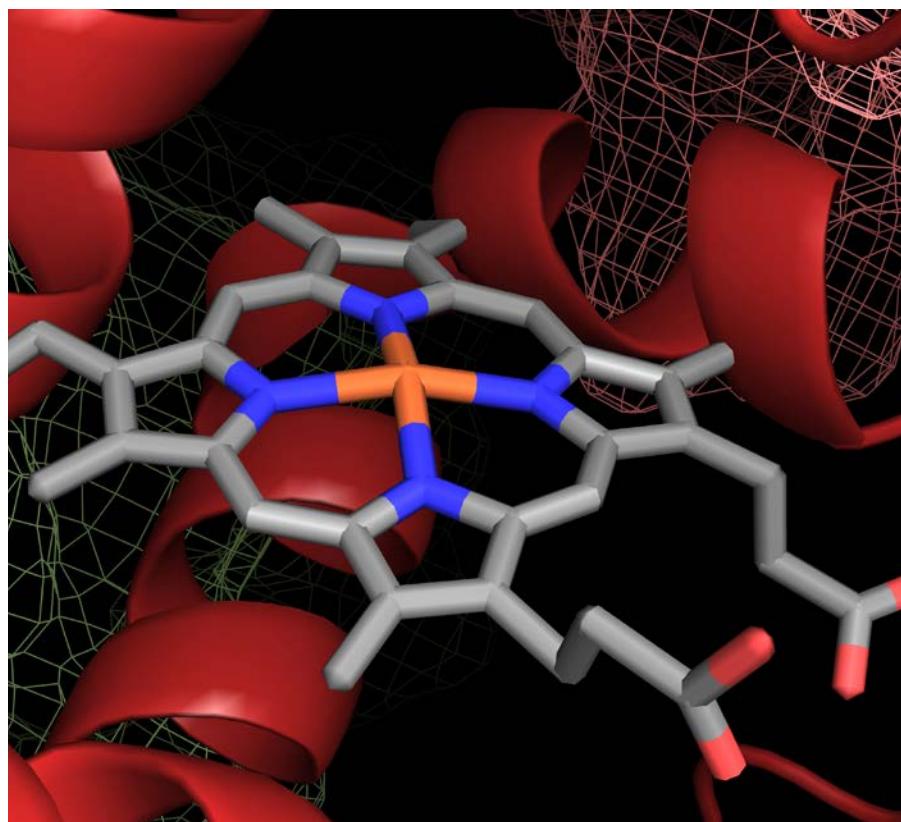
Die physikalische Chemie fokussiert auf quantenmechanische Berechnungen zur qualitativen und quantitativen Darstellung von Energiezuständen in chemischen Prozessen.

EINBLICK IN DIE FORSCHUNG

Im sechsten und letzten Semester des Bachelors arbeiteten Valentine Zürcher und Simon Waldmann für den Abschlussversuch in einer Forschungsgruppe ihrer Wahl am Projekt eines Doktoranden mit. «Wir waren in der Fachgruppe von Thomas Ward, die sich mit künstlich erzeugten Metalloenzymen beziehungsweise Artificial Metalloenzymes beschäftigt.» Simon Waldmann hat sich mit Cobalt-katalysierten Kohlenstoffumlagerungen und Valentine Zürcher mit der katalytischen Anwendung vom Häm-Protein P450 in asymmetrischer Mukaiyama-Hydration beschäftigt. In diesem Kontext erhielten sie einen Einblick in die Forschungsbereiche, die im Masterstudium für die Wahlpraktika und die Masterarbeit wichtig werden.

ÜBERBLICKBARER STUDIENGANG

Valentine Zürcher und Simon Waldmann sind im Bachelor mit etwa 35 Studierenden gestartet, im Master sind es noch etwa 20 Studierende. Der Kontakt untereinander ist sehr gut, sowohl semestereintern wie auch semesterübergreifend. «Durch Praktika und die Events des Studierendenverbands VBC lernten wir uns sehr gut kennen». Die Zahl der Teilnehmenden in den Mastervorlesungen ist meistens zwischen zehn und 20 Personen, dadurch ergibt sich ein eher familiäres Klima im Hörsaal. Die Dozierenden sind sehr nahbar.



Forscher wie Thomas Ward und sein Team erschaffen im Labor künstliche Metalloenzyme. Ihr Ziel: Mikroorganismen beizubringen, wertvolle Chemikalien herzustellen.

Valentine Zürcher und Simon Waldmann kommen vor allem durch die Praktika in den Forschungsgruppen mit Dozierenden in Kontakt.

FORSCHUNG ODER INDUSTRIE

Es gibt zwei Wege, die Valentine Zürcher und Simon Waldmann nach dem Studium einschlagen können: zum einen die Forschung, wo neue Methoden und Gebiete erforscht werden, zum anderen die Industrie, wo die in der Forschung erarbeiteten Methodiken auf kommerzielle Größenordnung skaliert und auf wirtschaftliche und soziale Probleme spezifiziert und angewendet werden. Um in die Forschung einzusteigen, ist es ein Muss, ein Doktorat vorzuweisen, während es mit dem Masterabschluss gute Einstiegschancen in die Industrie gibt. «Wir haben uns noch nicht sicher entschieden, welchen Weg wir einschlagen wollen. Wir können uns aber beide vorstellen ein Doktorat zu machen.»

DAS RICHTIGE STUDIUM

Valentine Zürcher und Simon Waldmann waren schon lange an Natur-

wissenschaften interessiert. Simon Waldmann hat hauptsächlich mittels Ausschlussverfahren Chemie und nicht Biologie oder Medizin gewählt. Valentine Zürcher konnte sich durch ihr Schwerpunkt fach Biochemie im Gymnasium und durch einen Besuch bei der Firma Novartis für Chemie begeistern. Sie raten Studienanfängerinnen und -anfängern, sich nicht überwältigen zu lassen von allem Neuen: «Tut euch mit Mitstudierenden zusammen, um gemeinsam zu lernen. Nehmt an Events und Treffen teil, um ein soziales Netz aufzubauen.»

Portrait
Barbara Kunz



Larissa Ziegler, Biochemie, Bachelorstudium, 5. Semester, Universität Bern

«DAS BIOCHEMIESTUDIUM VEREINT THEORIE UND PRAXIS»

Trotz vollem Stundenplan macht Larissa Ziegler (22) das Studium sehr Spass und sie engagiert sich in der Unipolitik. Das grosse Sportangebot der Universität Bern nutzt sie gerne. Der Sport ist aber das Erste, was sie vernachlässigt, wenn eine Prüfung oder wichtige Abgabetermine anstehen.

Was studieren Sie?

Ich studiere Biochemie und Molekularbiologie im fünften Semester des Bachelors. Biochemie ist ein Monostudiengang, das heisst, ich erwerbe

alle 180 ETCS-Punkte des Bachelorprogrammes in einem Fach. Es ist aber möglich, ein anderes Fach (Major) zu Biochemie im Minor zu kombinieren.

Wie viele Vorlesungen, Übungen und Kurse besuchen Sie?

In der Regel habe ich einen vollen Stundenplan und verbringe unter der Woche den ganzen Tag an der Uni. Insgesamt sind es etwa 20 Lektionen, plus die Laborkurse. In den meisten Semestern hatte ich einen Nachmittag ohne Vorlesungen, um Übungen zu lösen, die Vorlesungsinhalte vor- oder nachzuarbeiten oder um Wahlveranstaltungen zu besuchen. Der Studiengang ist stark auf die Laborarbeit fokussiert. Ich verbrachte in den meisten Semestern zwei volle Tage pro Woche in einem der Lehrlabore.

Wie viele Stunden pro Woche arbeiten Sie zusätzlich?

In den ersten zwei Jahren habe ich täglich etwa zwei Stunden neben den Vorlesungen investiert, am Wochenende etwa sechs Stunden. Im fünften Semester habe ich den Zeitaufwand etwas reduziert, weil wir zum Biochemie-2-Laborkurs keine wöchentlichen Berichte abgeben müssen. Auch gibt es zu den Vorlesungen etwas weniger aufwändige Übungen.

Ich investiere für das Studium gleichviel Zeit wie für eine Vollzeitanstellung. Dazu kommt ein gewisser Druck, da man nie fertig wird mit der Uniarbeit. Ich könnte immer noch mehr lernen und noch genauer recherchieren. Die zeitliche Belastung ist typisch für naturwissenschaftliche Studiengänge. Es ist sicherlich möglich, mit etwas weniger Zeitaufwand durch das Semester zu kommen. Doch betreibe ich den Aufwand gerne, weil mir das Studium Spass macht.

Im Vergleich mit anderen Studiengängen gibt es sehr viele Vorlesungen. Dafür gibt es kaum Themen, die ich mir im Selbststudium erarbeiten muss.

Was findet noch Platz neben dem Studium?

Ich arbeite 15 Prozent in einem Büro und bin im Studierendenrat engagiert. Die Vorbereitung für den Studierendenrat kann ich gut unterbringen, wenn ich mal eine halbe Stunde Zeit habe. Den Aufwand dafür kann ich flexibel anpassen. Weil wir alle Studierende sind, besteht immer Verständnis,

wenn man sich auf die Abgaben und Prüfungen konzentrieren muss. Es ist mir ein grosses Anliegen, dass die Interessen der Studierenden von der Universität und dem Department berücksichtigt werden. Oftmals decken sich die Interessen der Studierenden nicht ganz mit denen der Universität. Aber ich halte den Austausch und gute Kommunikation für wichtig. Ich treibe auch Sport. Der ist aber das Erste, was ich vernachlässige, wenn eine wichtige Deadline näher rückt. Die Universität Bern bietet ein grossartiges Sportprogramm, von dem ich schon viel profitiert habe. Die Auswahl

«Im Studium ist es absolut in Ordnung und notwendig, Prioritäten zu setzen.

Gerade bei den Laborkursen, die eine sehr knappe Abgabefrist haben, würde ich im Nachhinein stärker selektieren, bei welchen Themen ich viel Aufwand in den Bericht investieren will und kann.»

an Sportkursen ist riesig, praktisch zu jeder Tageszeit unter der Woche finden Trainings statt. Um einen coolen Sportkurs mit meinen Freundinnen und Freunden zu besuchen, habe ich auch schon eine Vorlesung ausfallen lassen.

Was ist in Ihrem Studium vorgeschrieben, was frei wählbar?

Die Module und Vorlesungen sind vorgegeben. Es gibt ein Modul mit Wahlleistungen. Hier kann man Vorlesungen aus fast dem ganzen Angebot der Universität besuchen. Ich empfehle, dieses Angebot zu nutzen und Kurse anderer Fakultäten zu besuchen. Das Departement gibt Empfehlungen für Vorlesungen, die zeitlich gut in den Stundenplan passen und das Biochemiestudium ergänzen.

Ich habe eine Vorlesung zum wissenschaftlichen Schreiben besucht, die für das Schreiben der Lab Reports sehr hilfreich war. Aber ich habe auch eine Vorlesung der Politikwissenschaften und eine der Anthropologie besucht, die ich als Abwechslung sehr genossen

habe. Wer später mal unterrichten will, kann nicht ganz frei wählen. Denn um Chemie zu lehren, muss man die Vorlesung zu Anorganischer Chemie besuchen. Die gehört sonst nicht zu den Pflichtveranstaltungen des Biochemiebachelors.

Ist Ihr Studium eher ein theoretisches oder eher ein praktisch-beruflich orientiertes?

Das Studium ist sehr ausgewogen. Es gibt natürlich viele Vorlesungen, um die theoretischen Grundlagen zu erarbeiten. Darüber hinaus liegt ein starker Fokus auf praktischer Laborarbeit. Die Laborkurse sind wie die Vorlesungen aufeinander aufbauend. Man hat im ersten Jahr das allgemeine Chemielabor. Darauf folgt im zweiten Jahr organische Chemie, physikalische Chemie und natürlich das Biochemie-1-Praktikum. Für die Praktika müssen regelmässig Laborberichte abgegeben werden.

Im Studium wird vor allem auf akademisch-wissenschaftliche Arbeit vorbereitet. Diese unterscheidet sich durchaus von der Arbeit in der Industrie.

Was gefällt Ihnen besonders am Studium?

Ich fühle mich sehr wohl und eingebettet in eine Gemeinschaft. Sowohl von den Dozierenden als auch von meinen Mitstudierenden werde ich unterstützt. Es kann ein durchaus anstrengender Studiengang sein, aber es herrscht kein kompetitives Klima unter den Studierenden.

Wir sind 16 Studierende im Hauptfach, also ein etwas kleinerer Jahrgang: Dafür habe ich mit allen Leuten Kontakt. Man kennt sich untereinander gut.

Falls es Fragen zu einem Thema gibt, ist es üblich, direkt nach der Vorlesung die Dozierenden anzusprechen oder eine kurze E-Mail zu senden. Viele Kurse haben auch ein Portal, in dem anonym oder mit Namen Fragen gestellt werden können. Im Biochemie-2-Laborkurs kommt man mehr in Kontakt mit den Professorinnen und Professoren und deren Forschungsgruppen. Es herrscht ein sehr angenehmes Klima.

Der Umgang im Department ist sehr familiär. Viele Dozierende stellen sich

mit Vornamen vor oder bieten nach dem ersten Kontakt direkt das «Du» an. Ich schätze es sehr, dass man sich auf Augenhöhe begegnen kann. Rückmeldungen werden fast ausschliesslich gut aufgenommen.

Wie sind Sie damals auf Ihr Studienfach gekommen?

In der Kantonsschule hatte ich das Schwerpunktfach Biologie und Chemie. Die Themen, die im Unterricht behandelt wurden, haben mir sehr zugesagt. Die Laborexperimente und die Semesterprojekte haben mir Spass gemacht.

Ich bin sehr von der Richtigkeit meiner Studienwahl überzeugt. Nach dem ersten Jahr war ich mir bei der Wahl der Universität nicht mehr ganz sicher. Heute bin ich froh, nicht nach Zürich gewechselt zu haben.

Welche Ratschläge würden Sie jüngeren Kolleginnen oder Kollegen geben?

Wenn sich jemand bei der Studienwahl in eine Vorlesung setzen möchte, empfehle ich Einführung in die Chemie oder Zellbiologie 1 des ersten Jahres. Im Studium ist es absolut in Ordnung und notwendig, Prioritäten zu setzen. Gerade bei den Laborkursen, die eine sehr knappe Abgabefrist haben, würde ich im Nachhinein stärker selektieren, bei welchen Themen ich viel Aufwand in den Bericht investieren will und kann. Das musste ich auch erst lernen. Pausen und Erholung ohne ein schlechtes Gewissen sind notwendig.



Josef Schobel, Chemie- und Bioingenieurwissenschaften, Masterstudium, 1. Semester, ETH Zürich

«ALLE STUDIEREN HIER AUS INTERESSE UND MIT BEGEISTERUNG»

Chemie- und Bioingenieurwissenschaften liegen genau an der Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis, mit Schwerpunkt auf der Anwendung von chemischen und biochemischen Konzepten. Genau diese Verbindung hat Josef Schobel (23) angesprochen. Deshalb hat er nach dem Bachelorstudium in München an die ETH Zürich gewechselt.

Was studieren Sie?

Ich studiere im 1. Semester im Master Chemie- und Bioingenieurwesen an der ETH Zürich. Etwa 25 Prozent

der Fächer sind Pflichtmodule in Bereichen wie Bioengineering, Produkte und Materialien, Prozessplanung, Katalyse und Separation. Den Rest

des Curriculums kann ich flexibel gestalten und meinen Schwerpunkt selbst setzen.

Warum haben Sie die ETHZ ausgewählt?

Nach meinem Bachelorstudium in Chemie, Chemieingenieurwesen und Molekularer Biotechnologie, das ich in Deutschland, beziehungsweise in München absolvierte, wollte ich ins Ausland. Die hohe Lebensqualität in Zürich, der gute Ruf der ETH und die Nähe zur Heimat überzeugten mich.

Wie viele Vorlesungen und Übungen besuchen Sie?

Dieses Semester habe ich sechs Kurse belegt (31 Credits). Pro Credit rechnet man mit etwa 25–30 Stunden Arbeitsaufwand. Meine Kurse umfassen Biomicrofluidic Engineering, Chemical Product Design, Process Simulation and Flowsheeting und Catalysis Engineering.

Zudem besuche ich ein Zusatzmodul, Mass Transfer, das ich absolvieren muss, da ich mein Bachelorstudium im Ausland gemacht habe sowie ein Projektmodul zu Case Studies in Process Design, in dem wir gemeinsam mit anderen Studierenden einen realen Prozess aus der Perspektive der Prozesssysteme entwerfen, simulieren und optimieren. Insgesamt verbringe ich etwa zwölf bis 13 Stunden in Hörsälen.

Der grösste Teil der Arbeit besteht aus Projekten, zum Beispiel entwickeln wir in Chemical Product Design ein ingenieurwissenschaftliches Produkt, schreiben Berichte, halten Präsentationen und bauen Prototypen. Andere Fächer wie Catalysis Engineering oder Biomicrofluidic Engineering umfassen Gruppenarbeiten, oft in Zusammenarbeit mit Doktoranden, sowie Berichte und Präsentationen.

Insgesamt investiere ich 15 bis 20 Stunden zusätzlich für Projekte, dazu kommen etwa vier Stunden pro Woche für Hausaufgaben. Während der Prüfungsphase arbeite ich in Vollzeit mit Zusammenfassungen und Karteikarten. Insgesamt variiert der Aufwand zwischen 30 und 45 Stunden pro Woche.

Ist diese Belastung typisch für Ihr Studienfach?

Ja, das ist recht typisch. Einige Studierende arbeiten mehr, andere weniger. Es ist wichtig, ein gutes Mass zu finden, denn lernen kann man immer. Wichtig ist, den Aufwand zu optimieren, um effektiv zu sein.

Was findet neben dem Studium Platz?

Eine Erwerbstätigkeit ist schwierig, wenn man das Studium zügig abschliessen will. Mit weniger Kursen wäre es jedoch möglich. Für Sport und Freizeit bleibt genug Zeit, da der Stundenplan sehr flexibel ist. Ich nutze das Angebot des Akademischen Sportverbandes Zürich ASVZ, gehe Rennvelofahren, laufe und spiele Klavier in einem der Musikräume der ETH.

Wie anstrengend finden Sie Ihr Studium?

Das Studium ist anspruchsvoll, vor allem das Zeitmanagement. Es gibt keine festen Arbeitszeiten, was oft Lernen am Wochenende oder bis spät nachts bedeutet. Mit guter Planung lässt sich aber auch Zeit für Pausen und Freizeit einbauen. Die Inhalte sind spannend, und ich schätze die

Möglichkeit, zur Wissenschaft beizutragen und Neues zu entdecken.

Gibt es auch schwierige Situationen?

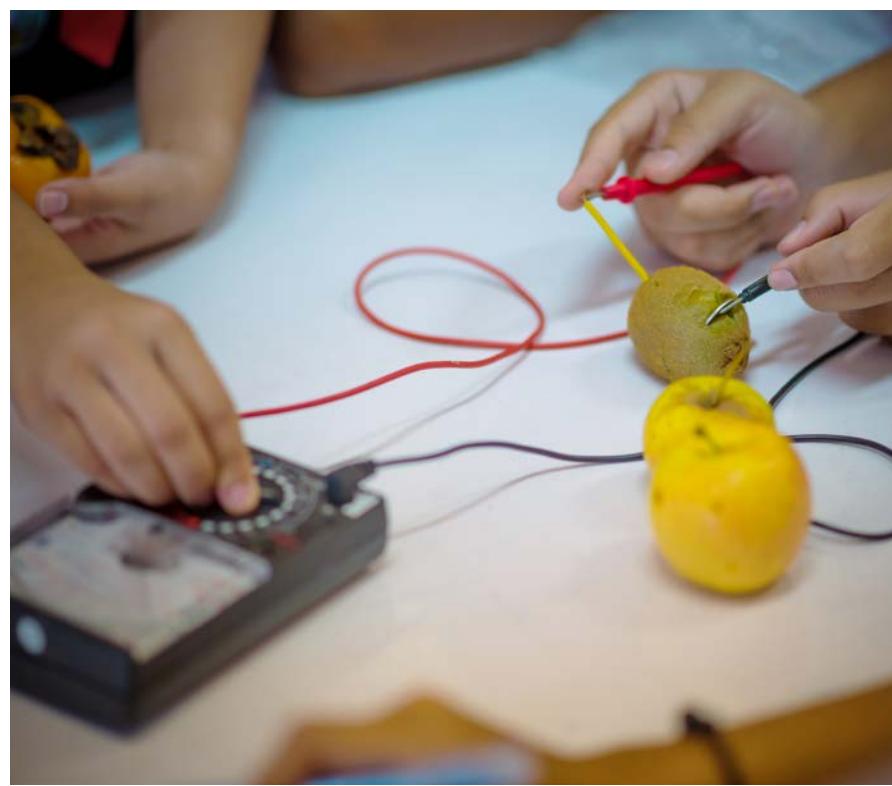
Das Studium istfordernd und es gibt Momente, in denen ich nicht mitkomme. Frustrationstoleranz ist wichtig. Übungen und Projekte helfen oft, das Thema besser zu verstehen. Man muss akzeptieren, nicht in jedem Bereich Experte werden zu können.

Ist das Studium eher theoretisch oder praktisch orientiert?

Es liegt genau an der Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis, mit einem Schwerpunkt auf der praktischen Anwendung von chemischen und biochemischen Konzepten. Je nach Wahlmodulen kann man sich stärker in die Praxis oder Theorie vertiefen.

Wie viele Studierende sind in Ihrer Fachrichtung? Mit wie vielen haben Sie Kontakt?

In meinem Semester sind wir eine überschaubare Gruppe, das heisst 20 bis 30 Studierende. Besonders in den vielen Gruppenprojekten habe ich viel Kontakt zu meinen Mitstudierenden und zu den Dozierenden. Jeder



Josef Schobel hat sich schon als Schulkind für Naturwissenschaften begeistert.

Studierende hat auch einen persönlichen Tutor, das sind Professorinnen und Professoren aus dem Institut für Chemie- und Bioingenieurwesen. Meinem Tutor konnte ich Fragen stellen, zum Beispiel welche Kurse oder Forschungsthemen für mich in Frage kommen.

Wie sind Sie damals auf Ihr Studienfach gekommen?

Schon als Kind faszinierte mich Wissenschaft, und ich wollte «Verrückter Wissenschaftler» werden. Besonders Chemie und Biotechnologie interes-

«Die Inhalte sind spannend, und ich schätze die Möglichkeit, zur Wissenschaft beizutragen und Neues zu entdecken.»

sierten mich. Serien wie «Breaking Bad» weckten zusätzlich meine Begeisterung für chemische Reaktionen. Im Laufe meines Bachelors merkte ich, dass mich die praktische Umsetzung besonders reizt, weshalb ich mich im Master auf Chemieingenieurwesen spezialisiert habe.

Haben Sie Überlegungen zu Ihrer Berufstätigkeit gemacht?

Ich habe ein Praktikum bei der Evonik in Hanau gemacht und im Bereich Elektrochemie und Coatings gearbeitet. Es hat mir sehr gefallen und ich könnte mir eine Arbeit in einer grossen Chemiefirma vorstellen. Während des Masters möchte ich ein Praktikum in einem kleineren Unternehmen oder einem Start-up machen. Danach plane ich zu doktorieren.

Welche Ratschläge würden Sie jüngeren Studierenden geben?

Probier verschiedene Themenbereiche aus, auch wenn sie euch anfangs nicht liegen. Wer sich traut, Neues auszuprobieren, findet am Ende den Bereich, der wirklich Freude macht.

Interview
Barbara Kunz



Nina Vonlanthen, Wirtschaftschemie, Masterstudium, 3. Semester, Universität Zürich

EINZIGARTIGE KOMBINATION AUS NATUR- UND WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN

Nina Vonlanthen (23) besucht im dritten Mastersemester Wirtschaftschemie nur eine Vorlesung à 90 Minuten pro Woche. Sie hat die übrigen Mastermodule bereits absolviert. Ihre Masterarbeit beschäftigt sie Vollzeit. Sie ist dafür Teil einer Forschungsgruppe am Institut für Chemie der Universität Zürich und arbeitet im Labor.

In ihrem ersten Mastersemester belegte sie zwei Pflichtmodule (je 3 ECTS), zwei Wahlpflichtmodule (je 5 ECTS) sowie drei Wahlmodule (je 5 ECTS).

Es sei schwierig, die wöchentliche Arbeitszeit dafür genau zu beziffern, da die Pflichtmodule zu unterschiedlichen Zeiten und mit variierender Dauer

stattfanden. Zusätzlich hatte sie in jedem der Pflichtmodule zwei Gruppenvorträge zu halten, deren Vorbereitung mehr Zeit beanspruchte als Aufgaben wie Übungen oder Vorlesungen. Am zeitintensivsten im ersten Mastersemester waren die Vorbereitung auf die Vorträge und die Lernphasen zur Vorbereitung auf Prüfungen.

Nina Vonlanthen findet diese Belastung typisch für den Master. Im Bachelor hingegen sei der Arbeitsaufwand höher, da mehr Übungsstunden anfallen und sie dort jedes Semester sicher 30 ECTS absolvierte, was einen volleren Stundenplan und mehr Aufwand bedeuteten.

LEBEN NEBEN DEM STUDIUM

Trotz der Herausforderungen fand sie neben dem Studium stets Platz für Sport und Vergnügen. Während der Semesterferien und in weniger intensiven Phasen nahm sie Studienjobs an. Sie betont, dass sie sich ihre Zeit gut einteilen musste, um Studium, Arbeit und Freizeit unter einen Hut zu bekommen.

Im Masterstudium gibt es einige Vorgaben, was belegt werden muss: Dazu gehören vier Pflichtmodule (je 3 ECTS), die Masterarbeit (45 ECTS) und die Masterprüfung (10 ECTS). Daneben sind mindestens 9 ECTS aus dem Wahlpflichtbereich zu belegen, wobei hier eine Auswahl an Modulen besteht. Die verbleibenden 14 ECTS können frei gewählt werden.

Ihr Studium empfindet Nina Vonlanthen als anspruchsvoll, aber mit dem nötigen Interesse und Fleiss machbar. Interesse an Chemie sei aber unabdingbar, da der Bachelor zu etwa zwei Dritteln aus Chemie und zu einem Drittel aus Wirtschaft besteht.

WERTVOLLE TIPPS

Durch das WiChem Forum Zürich, die Organisation der Wirtschaftschemiestudierenden, pflegt Nina Vonlanthen Kontakt zu Studierenden aus ihrem und zu anderen Jahrgängen. Der Studiengang sei überschaubar, da pro Jahrgang etwa 35 bis 40 Studierende beginnen. So konnte sie Mitstudierende gut kennenlernen. Zudem überschneiden sich die Module von Chemie

und Biochemie häufig mit denen des Wirtschaftsstudiums. Auch der Kontakt zu Dozierenden sei gut: Nach Vorlesungen oder per E-Mail lassen sich Fragen klären.

Bei schwierigen Situationen im Studium sucht Nina Vonlanthen immer zuerst die Unterstützung durch Mitstudierende, das heisst, Probleme bespreche sie mit Freunden aus dem Studium, da diese ähnliche Herausforderungen erlebt hatten. Zudem sei der Austausch mit Studierenden älterer Jahrgänge hilfreich, die wertvolle Tipps geben könnten.

THEORETISCHE UND PRAKTISCHE ASPEKTE VEREINT

Im Master liegt der Fokus darauf, chemisches und wirtschaftliches Wissen in der Industrie anzuwenden. Wichtig seien Präsentationen: In den Pflichtvorlesungen gibt es insgesamt acht Vorträge, was eine gute Vorbereitung auf die Berufspraxis darstellt.

Besonders schätzt Nina Vonlanthen die Breite des Wissens, das sie vermittelt bekommt. Die Kombination von Chemie und Wirtschaft fordert verschiedene Denkansätze. Schade findet sie, dass einige interessante Themen nicht vertieft werden. Es gebe jedoch im Bachelor und im Master Wahlmöglichkeiten, mit denen sie sich auf individuelle Interessen fokussieren konnte.

AUS- UND RÜCKBLICKE

Zentrale Vorlesungen im Master sind die Module Wirtschaftschemie I – IV. Diese werden grösstenteils von Gastdozentinnen und Gastdozenten gehalten, was den Studierenden Einblicke in unterschiedliche Branchen bietet. Nina Vonlanthens Bachelorarbeit trug den Titel: «Heterogeneous Analysis of Copper(II) Complexes Performing Oxygen Reduction Reaction Using Host-Guest Interactions» und wurde in einer Forschungsgruppe am Institut für Chemie verfasst.

«Nina Vonlanthen hat bereits ein Praktikum in der Bauchemiebranche absolviert mit Schwerpunkt Nachhaltigkeit. Ihren Berufseinstieg könnte sie sich in dieser Branche vorstellen, aber auch in den Pharma-, Medizinal- und Biotechbranchen.»

Nina Vonlanthen hat bereits ein Praktikum in der Bauchemiebranche absolviert mit Schwerpunkt Nachhaltigkeit. Ihren Berufseinstieg könnte sie sich in dieser Branche vorstellen, aber auch in den Pharma-, Medizinal- und Biotechbranchen.

Zur Zeit ihrer Studienwahl hat sich Nina Vonlanthen diverse Studiengänge der Universität Zürich angeschaut,

da für sie ziemlich klar war, dass sie in Zürich studieren wollte. Sie interessierte sich für Naturwissenschaften, wollte sich aber nicht darauf beschränken müssen. Schliesslich wählte sie Wirtschaftschemie. Die Kombination von Chemie und Wirtschaft sowie die guten Berufsaussichten waren ausschlaggebend. Sie ist überzeugt, die richtige Wahl getroffen zu haben und würde das Studium wieder wählen. Das kombinierte Wissen aus Naturwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften ist schliesslich einzigartig.

Ihr Rat an jüngere Studierende lautet: «Vernetze dich gut mit anderen Studierenden.»

Portrait
Barbara Kunz



Die Studierenden der Wirtschaftschemie UZH erhalten durch Besuche von Alumni regelmässig Einblicke in die Berufswelt.

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.

FORSCHUNGSPERSONEN

Wer eine wissenschaftliche Laufbahn plant, muss eine *Doktorarbeit (Dissertation)* schreiben. Voraussetzung dafür ist der Abschluss eines Masterstudiums. Zurzeit (Stand 2024) kann ein Doktorat in der Schweiz nur an einer Universität erworben

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

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

rund einjährige Ausbildung zur Lehrerin, zum Lehrer kann im Anschluss an das fachwissenschaftliche Masterstudium absolviert werden oder sie kann ganz oder teilweise in dieses integriert sein. Das gilt grundsätzlich für alle Unterrichtsfächer, unabhängig davon, ob der fachliche Studienabschluss an einer Universität oder an einer Fachhochschule (Musik, Bildnerisches Gestalten) erworben wird.

Traineeprgramme, 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 Informationen: 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 berufsbegleitend angeboten.

Weitere Informationen: www.berufsberatung.ch/studienkosten

BEISPIELE VON WEITERBILDUNGEN NACH EINEM STUDIUM IN CHEMIE ODER BIOCHEMIE

In kaum einem anderen Studiengebiet entscheiden sich so viele Masterstudierende der Universitäten/ETH für eine Weiterbildung, wie in Chemie und Biochemie. Dabei steht das Doktorat im Vordergrund. Auch Postdocs sind häufig. Als «Postdocs» (auch Postdoctoral students) werden wissenschaftliche Mitarbeitende bezeichnet, die nach der Doktorarbeit in Forschungsgruppen an der Universität zusätzliche Forschungserfahrung sammeln, bevor sie ihre Laufbahn im akademischen Bereich oder in der Wirtschaft fortsetzen. Für eine akademische Laufbahn ist ein Postdoc Voraussetzung. Postdocs sind häufig auf zwei Jahre befristet. Sie werden meist ausserhalb der Heimuniversität, häufig im Ausland, gesucht. Die Forschungsgruppen sind deshalb international zusammengesetzt.

Neben den Doktoratsprogrammen an Universitäten/ETH gibt es kaum Weiterbildungsprogramme im engeren Fachbereich der Chemie/Biochemie, die als MAS/DAS/CAS angeboten werden. Dafür existiert ein reiches Angebot an Spezialvorlesungen der Institute, an Konferenzen und Symposien.

Das *eidgenössische Lebensmittelchemikerdiplom (LMCD)* ist Voraussetzung für die Wahl oder die Anstellung als Kantonschemikerin oder Kantschemiker. Der Abschluss wird geregelt durch die «Verordnung über den Vollzug der Lebensmittelgesetzgebung». Er setzt den Besuch solcher Spezialvorlesungen und Praktika (in einem kantonalen Labor) voraus.

Der *CAS in Labomedizin* vermittelt Kompetenzen zur Führung eines medizinischen Labors.

Chemikerinnen und Biochemiker haben (zum Teil mit Auflagen) Zugang zu Weiterbildungsprogrammen verwandter Gebiete, wie Lebensmittelwissenschaften (*MAS Excellence in Food, ZHAW*), Pharmazie (*CAS Quality Manager Pharma, FHNW*) oder Medizin (*DAS Clinical Trial Practice and Management, Universität Basel*).

Da viele Chemiker und Biochemikerinnen im Verlauf ihrer Berufstätigkeit Führungspositionen einnehmen, bilden sie sich oft in Betriebswirtschaft und Management weiter (zum Beispiel *CAS*

Management in Life Sciences, EPFL; MAS Leadership und Change Management, FHNW).

Wer an einer Maturitätsschule unterrichten will, absolviert meist das *Lehrdiplom für Maturitätsschulen*. Das *Didaktik-Zertifikat der ETHZ* eignet sich für diejenigen, die an Fachhochschulen, höheren Fachschulen und Schulen der (höheren) Berufsbildung unterrichten.

Für Bachelorabsolventinnen und -absolventen der Fachhochschulen ist meistens der Master an einer Fach- oder universitären Hochschule die erste Weiterbildung. Anschliessend stehen ihnen dieselben Möglichkeiten offen wie Universitätsabsolventinnen und -absolventen.

Eine Sammlung von Weiterbildungsangeboten in verschiedenen Fachgebieten finden Sie auf: www.berufsberatung.ch/weiterbildung. Die Weiterbildungsstellen aller Schweizer Universitäten sind gelistet auf www.studyprogrammes.ch.

BERUF

- 47 BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT
- 49 BERUFSPORTRÄTS



BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT

Chemikerinnen und Chemiker entwickeln neue Materialien und Wirkstoffe, zum Beispiel nachhaltige Lösungsmittel. Biochemikerinnen und Biochemiker erforschen lebende Zellsubstanzen von Menschen, Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen und nutzen diese Erkenntnisse, um Wirkstoffe zu produzieren.

BERUFSFELDER UND ARBEITSMARKT

Das klassische Arbeitsgebiet für Chemikerinnen und Chemiker ist die chemische Industrie mit einer Vielzahl an Funktionen. Biochemiker/innen arbeiten häufig in Forschung und Entwicklung, insbesondere in Unternehmen der Biotechnologie, der Life Sciences und an Hochschulen. Viele der nachfolgenden beruflichen Tätigkeitsfelder stehen nicht nur Absolventinnen und Absolventen dieser Studienrichtungen offen, sondern auch Molekularbiologen und Chemieingenieurinnen.

DOKTORTITEL VERLANGT

Nach einem Bachelorabschluss in Chemie einer universitären Hochschule beginnen 92 Prozent direkt ein Masterstudium. Wie bei den meisten anderen universitären Studiengängen ist der Master der Regelabschluss vor dem Berufseinstieg, bei Studienabgänger/innen der Chemiestudiengänge sogar meistens das Doktorat/die Promotion. Dementsprechend promovierten 2023 knapp 40 Prozent der Chemikerinnen und Chemiker nach dem Masterabschluss, deutlich mehr als der Durchschnitt der Naturwissenschaftler/innen. Ein Doktortitel ist in vielen Berufsfeldern Voraussetzung. Auf dem Weg zum Doktorat sind viele Chemikerinnen und Chemieingenieurinnen an Hochschulen oder Forschungsinstituten tätig.

Die Promotion bietet die Gelegenheit, ein wissenschaftliches Thema intensiv zu bearbeiten. Sie dauert in der Regel drei bis fünf Jahre. Nach der Promotion verbringen viele ein bis zwei Jahre als Postdoc im Ausland, bevor sie Positionen wie Gruppenleitung, Assistenzprofessur oder Habilitation übernehmen. Letztere qualifiziert für eine Professur, bei der Lehre (Unterrichten der Studierenden) und Publikationen eine zentrale Rolle spielen.

BERUFLICHE TÄTIGKEITEN

Die meisten Chemikerinnen und Chemiker arbeiten nach Abschluss ihres Studiums beziehungsweise ihres Doktorats in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Folgende Tätigkeitsfelder sind typisch:

– **Industrielle Forschung:** Diese ist stärker als die universitäre Forschung an praktischen Anwendungen orientiert und von wirtschaftlichen Prinzipien geprägt. Eine

Dissertation ist häufig Voraussetzung, Teilzeitarbeit selten möglich.

– **Qualitätskontrolle und Analytik:** In der Produktion und im Umweltschutz ist die chemische Analytik zentral, etwa zur Überprüfung von Lebensmittelqualität oder Schadstoffwerten. In der Forschung werden Analysemethoden weiterentwickelt.

– **Verfahrenstechnik:** Chemieingenieurinnen und Chemieingenieure übertragen Prozesse vom Labormassstab auf die industrielle Produktion und optimieren bestehende Verfahren, wobei ökologische und ökonomische Aspekte sowie Sicherheitsfaktoren berücksichtigt werden. Ein wachsendes Feld ist die Entwicklung neuer Produkte durch gezielte Wahl der Prozessparameter.

– **Biochemie:** Absolventinnen und Absolventen der Biochemie sind in Forschung, Entwicklung und Anwendung tätig: An Hochschulen und in privaten Instituten arbeiten sie in der Grundlagenforschung.

In Pharmaunternehmen entwickeln sie Arzneistoffe und in Biotechnologieunternehmen komplexe Moleküle wie Antikörper oder Enzyme. Oder sie entwickeln neue Messverfahren und Laborgeräte wie Filter, Sensoren und Sterilisationseinrichtungen.

In der Lebensmittelindustrie sind Biochemikerinnen in der Produktentwicklung und Qualitätskontrolle tätig.

Biochemiker gründen Spin-offs, die Forschungsergebnisse in marktreife Produkte überführen, etwa für biokatalytische Prozesse oder chronische Krankheiten.

BERUFSFELDER AUSSERHALB DES FACHGEBIETS

Chemikerinnen und Biochemiker bringen vielseitige Kompetenzen mit, die auch ausserhalb des Fachgebiets gefragt sind. Das breite Wissen über Chemie/Biochemie ist eine Grundlage, um viele (naturwissenschaftliche) Probleme zu verstehen. Zu den Möglichkeiten gehören:

Management: Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter verantworten Qualitätskontrolle, Organisation und Budgets. Sie entwickeln Strategien zur Markteinführung von Produkten.

Verwaltung: Aufgaben in Bundesämtern, Spitätern oder Fachstellen betreffen oft die Umsetzung von Gesetzen im Bereich Energie, Umwelt oder Wasser.

Verbände und Organisationen: Einsatzbereiche reichen von Natur- und Umweltschutz bis zur Entwicklungszusammenarbeit.

Bildung und Medien: Lehrtätigkeiten reichen von Sekundarschulen bis Universitäten. Fachverlage und Öffentlichkeitsarbeit sind ebenfalls Felder, in denen Fachwissen aus der Chemie gefragt ist.

Handel und Dienstleistungen: Einsatzmöglichkeiten gibt es in Ingenieurbüros, Banken, Versicherungen und dem Patentwesen, oft mit Zusatzqualifikationen.

Die Konkurrenz ist ausserhalb des Fachgebiets recht gross, selbst für Studienabgängerinnen und Studienabgänger mit Doktorat, denn es gibt viele Stellen, für die sich genauso gut ein Umweltwissenschaftler, eine Biologin, ein Agronom oder eine Medizinerin bewerben können. Bei Bewerbungen können zusätzliche Qualifikationen und berufliche Erfahrungen, zum Beispiel

Praktika mit Bezug zum angestrebten Tätigkeitsfeld, entscheidend sein.

UNIVERSITÄT/ETH ODER FACHHOCHSCHULE?

Eine universitäre Laufbahn ist nur mit Doktorat möglich. Dieses setzt einen Masterabschluss an einer Universität/ETH voraus. Ebenso werden Stellen in der Forschung primär an Absolventinnen und Absolventen mit einem Doktortitel und Forschungserfahrung vergeben.

Absolventinnen und Absolventen von Fachhochschulen arbeiten häufiger in spezialisierten Feldern oder übernehmen in kleineren und mittleren Unternehmen Aufgaben in Technik, Führung und Management.

ARBEITSMARKT

Fünf Jahre nach einem Abschluss in Chemie oder Life Sciences beträgt die Erwerbslosigkeit knapp vier Prozent, was unter dem Durchschnitt anderer

Studienrichtungen liegt. Chemikerinnen und Chemiker arbeiten am häufigsten in der Industrie und im Dienstleistungssektor. Der durchschnittliche Jahreslohn ohne Führungsfunktion beträgt fünf Jahre nach Abschluss etwa 89 000 Franken, rund 3000 Franken unter dem Durchschnitt anderer Studienrichtungen. Dies erklärt sich durch das geringe Einkommen auf dem Weg zum Doktorat.

Zwei Drittel der FH-Bachelorabsolventinnen und -absolventen sagen, sie hätten Schwierigkeiten beim Berufseinstieg gehabt, doch niemand ist ein Jahr nach Abschluss des Studiums noch auf Stellensuche. Der Einstieg wird für FH-Absolventen und -absolventinnen unter anderem darum schwierig, weil viele forschungsintensive Positionen einen Universitätsabschluss und oft eine Promotion voraussetzen. Darum studiert ein Drittel weiter zum Master und verbessert die



Laborarbeit spielt bei vielen Karrieren von Chemikerinnen und Biochemikern auch weiterhin eine wichtige Rolle, sei es im Rahmen von Forschungsprojekten an Hochschulen wie auch in der Industrie.

BERUFSPORTRÄTS



Nachhaltigere Prozesse in der chemischen Industrie: Ein möglicher Tätigkeitsbereich für Absolventinnen und Absolventen der Chemieingenieurwissenschaften?

Chancen auf dem Arbeitsmarkt deutlich. Jedoch finden auch Bachelorabsolventen und -absolventinnen zunehmend Anstellung in kleineren Unternehmen oder in spezialisierten Tätigkeiten.

Insgesamt zeigt der Arbeitsmarkt von Chemikerinnen, Biochemikern, Chemieingenieurinnen und Wirtschaftschemikern weiterhin eine hohe Nachfrage nach gut ausgebildeten Fachkräften, insbesondere in spezialisierten Branchen wie der Pharma-, Biotech- und Chemieindustrie.

Biochemikerinnen bietet die Biotechnologie wachsende Möglichkeiten, zum Beispiel in der Entwicklung von Diagnostika und Therapeutika. Auch der Bereich Life Sciences wächst weiter.

Chemieingenieure sind besonders gefragt bei der Prozessoptimierung und -entwicklung in der Produktion

sowie im Umweltschutz, wo technologische Innovationen vorangetrieben werden.

Einkommen und Arbeitsbedingungen

Durchschnittliche Jahresgehälter liegen für Chemikerinnen und Chemiker sowie verwandte Berufsgruppen über die ganze Laufbahn gesehen etwa bei 90 000 bis 95 000 Franken, variieren jedoch je nach Funktion und Arbeitgeber. Fachpersonen mit Promotion verdienen im Schnitt mehr.

Quellen

Websites der Universitäten
www.berufsberatung.ch/studium-arbeitsmarkt
www.bfs.admin.ch

Die folgenden Porträts und Interviews vermitteln einen Einblick in Funktionen, Tätigkeitsbereiche und den Berufsalltag nach Studienabschlüssen in Chemie oder Biochemie.

ASTRID KAMMERER
 Verifikations- und Validations-spezialistin, Hamilton AG

ANDREAS OSTERTAG
 Doktorand (PhD Student),
 Universität Basel

NINA NOWKA
 Head of Regulatory Affairs,
 Integrated Scientific Services (ISS AG)

LUCA SCHERRER
 Co-Founder und CEO,
 Sphere Energy

PATRICIA JACOMET
 Expertin für Arbeitssicherheit und
 Gesundheitsschutz im Bereich
 Chemie, SUVA



Astrid Kammerer, BSc in Chemie, Verifikations- und Validationsspezialistin, Hamilton Bonaduz AG

VON DER CHEMIELABORANTIN ZUR CHEMIKERIN FH

Vom ersten Schritt ins Labor bis hin zu einer vielseitigen Karriere: Der Weg von der Chemielaborantin zur Chemikerin FH eröffnet spannende Perspektiven. Im Interview berichtet Astrid Kammerer (26) von ihrem abwechslungsreichen Berufsalltag als Verifikations- und Validations-

spezialistin. Sie beschreibt Herausforderungen in der Branche und Chancen, die das Fachhochschul-Studium eröffnet.

Was sind Ihre Aufgaben?

Ich bin von Beruf Chemikerin FH und arbeite als Verifikations- und Validationspezialistin in der Forschungsabteilung von Hamilton Bonaduz im Bereich Prozessanalytik. Ich arbeite in verschiedenen Innovationsprojekten mit, erstelle Prüfpläne für Designtests und führe diese auch selbst durch. Produkte sind zum Beispiel Sensoren für die Prozessanalytik in der chemischen und biopharmazeutischen Industrie.

Mit den Tests prüfe ich Prototypen von Sensoren auf verschiedene Anforderungen und Spezifikationen, die sie danach in der Anwendung im Feld erfüllen müssen. Ich führe die Tests durch und dokumentiere die Ergebnisse in Form von Berichten. Die Ergebnisse werden in regelmässigen Projektteammeetings besprochen. Ausserdem bin ich an der Entwicklung von Design-Testmethoden beteiligt und führe hierzu diverse Versuche durch und dokumentiere diese anschliessend. So ist meine Arbeit sehr abwechslungsreich.

Sind diese Aufgaben typisch?

Ich arbeite in einem interdisziplinären Team. Daher würde ich meine Arbeitsstelle nicht als typisch für eine Chemikerin bezeichnen. Ausserdem bin ich im Nebenamt Prüfungsexpertin bei den Lehrabschlussprüfungen der Chemielaborantinnen und -laboranten im Kanton Graubünden.

Wo verbringen Sie die meiste Zeit?

Mein Arbeitsplatz teilt sich auf Büro und Labor auf. Je nach Arbeitswoche ändert sich das Verhältnis. Die Mischung war mir bei der Stellensuche sehr wichtig, da ich gerne Abwechslung habe und gern praktisch arbeite.

Mit wem arbeiten Sie zusammen?

Ich arbeite mit Kolleginnen und Kollegen aus verschiedenen Abteilungen zusammen. Je nach Projekt habe ich mit den unterschiedlichsten Abteilungen der Firma zu tun, darunter die Forschungs- und Entwicklungsabtei-

lung, die Qualitätsabteilung, die Produktion, die Logistik und das Marketing und Produktmanagement.

Meist kommuniziere ich per Mail oder Telefon oder ich vereinbare ein kurzes Meeting, wenn es grössere Themen sind.

Welche Tätigkeiten machen Ihnen am meisten Freude?

Da ich gerne praktisch arbeite, habe ich am meisten Freude am Testen neuer Entwicklungen. Es ist ein schöner Erfolg, wenn alle Tests bestanden sind. Auch das Arbeiten in einem Projektteam gefällt mir sehr. Ein 100-Prozent-Job vor dem PC wäre nichts für mich.

Welches sind die grössten Herausforderungen?

Es ist schwierig, Teilzeit in Pensen unter 80 Prozent zu arbeiten, vor allem in Positionen mit Führungsfunktion sehe ich nur geringe Chancen.

Mit welchen Veränderungen rechnen Sie in den nächsten Jahren?

Da ich die Stelle erst vor einem halben Jahr angetreten habe, möchte ich zunächst einige Jahre in meiner Position bleiben. Vielleicht ergibt sich danach die Möglichkeit, mich innerhalb des Unternehmens weiterzuentwickeln.

Wie haben Sie die jetzige Stelle gefunden?

Ich war auf der Suche nach einer neuen Herausforderung im Bereich Forschung. Da ich in der Region bleiben wollte, bin ich schnell auf die Hamilton gestossen. Das Unternehmen Hamilton beschäftigt weltweit 3000 Mitarbeiter, davon 1700 in der Schweiz.

BERUFLAUFBAHN

- | | |
|-----------|--|
| 18 | Lehrabschluss Chemielaborantin mit Berufsmaturität, EMS-Chemie AG |
| 18 | Chemiaborantin EFZ, EMS-Chemie AG |
| 23 | Bachelor Chemie, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW |
| 23 | Teamleiterin Qualitätskontrolle, EMS-Chemie AG |
| 35 | Leiterin Qualitätskontrolle, EMS-Chemie AG |
| 36 | Verifikations- und Validationspezialistin, Hamilton Bonaduz AG |

Was haben Sie vorher gemacht?

Zuvor war ich in der Qualitätskontrolle einer Chemie- und Kunststofffirma tätig, zuerst als Teamleiterin und danach als Leiterin der Abteilung mit sechs Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Ich war dort vor allem für die Organisation des Labors und der Geräte zuständig und für die Bearbeitung von Qualitätsabweichungen und Kundenreklamationen. Ausserdem war ich Praxisbildnerin für zwei Laborantenlernende.

Wie einfach war es, den Einstieg ins Berufsleben zu finden?

Da mich mein Lehrbetrieb während des Studiums unterstützte, konnte ich gleich nach dem Studium eine Stelle dort antreten. Chemikerinnen und Chemiker sind gefragt und nach dem Studium findet man schnell eine Stelle.

Wie kamen Sie zu Ihrer Studienwahl?

Nach meiner Lehre als Chemielaborantin war für mich klar, dass ich weiterhin in diesem Feld arbeiten wollte. Das Chemiestudium ist sehr breit gefächert und man kann danach in den unterschiedlichsten Brachen arbeiten.

Können Sie das im Studium Gelernte heute anwenden?

Im Studium erwirbt man ein gutes Grundwissen und kann sich danach selbst in die notwendigen Bereiche vertiefen. Bei meiner heutigen Stelle kann ich viel von meinem Wissen über biotechnologische Prozesse profitieren, welches ich durch Vorlesungen und Praktika in diesem Bereich erlangt habe. Auch für das Verfassen meiner Berichte und die Vorgehensweise bei der Planung und Durchführung meiner Designtests kann ich ans Studium anknüpfen.

Welche Tipps würden Sie angehenden Studierenden geben?

Verliert nie Freude und Motivation. Es muss einem im Studium nicht jedes Thema oder Fach gefallen, da man sich bei der Stellensuche auf das fokussieren kann, was am meisten Freude bereitet.



Andreas Ostertag, MSc in Chemie, Doktorand (PhD Student), Universität Basel

KATALYTISCHE SYNTHESE VON ENANTIOMEREN

Die Hauptaufgabe von Andreas Ostertag (28) als Doktorand der Chemie (PhD Student) ist die Forschung und Entwicklung von Reaktionen in der organischen Chemie. An zwei Konferenzen konnte er seine

Forschungsergebnisse bereits vorstellen. Er gibt sein Wissen aus dem Studium auch als Tutor an Studierende weiter. Wahrscheinlich wird er nach Abschluss des Doktorats in die Industrie wechseln. Angehenden Studierenden rät er, ein Studium zu wählen, das einen Mehrwert im Leben ergibt.

Womit beschäftigen Sie sich gerade?

Viele Moleküle – aus der Natur oder aus dem Labor – sind chiral, das heisst, es gibt sie in zwei Formen, die wie Bild und Spiegelbild sind. Diese Enantiomere haben identische physikalische Eigenschaften und können nicht mit konventionellen Methoden getrennt werden. Sie weisen jedoch oft unterschiedliche biologische Eigenschaften auf. Das ist besonders für die Pharmaindustrie zentral, da oft nur eines der Enantiomere die gewünschte Wirkung hat. In unserer Forschungsgruppe entwickeln wir stereoselektive Methoden, also Reaktionen, die bevorzugt eines der beiden Enantiomere formen. Dazu erforschen wir geeignete Katalysatoren und spezifische Reaktionsbedingungen.

Ich bin zudem Tutor und leite Übungsstunden für die Vorlesung «Organische Chemie 1». Dabei betreue ich Studierende während des Chemiepraktikums, stehe ihnen bei theoretischen und praktischen Fragen zur Seite und bereite sie auf die Prüfung vor. Zur Vorbereitung schaue ich das Skript zur Vorlesung an und überlege mir Aufgaben, die ich den Studierenden stellen kann. Zurzeit betreue ich auch einen

Chemie-Masterstudenten, der ein sechswochiges Praktikum in unserer Forschungsgruppe absolviert.

Wie gestaltet sich Ihr aktuelles Arbeitsumfeld?

Ich arbeite im Department Chemie der Universität Basel, das knapp 20 Forschungsgruppen mit etwa 200 Mitarbeitenden umfasst, davon rund 150 Doktorierende und Postdocs. Unsere Forschungsgruppe besteht aus einem Professor, zehn Doktoranden und Postdocs sowie zwei Masterstudierenden. Ich bin auch Co-Präsident der Doktorandenvereinigung unseres Departements (PCC). Diese organisiert Forschungsseminare, soziale Events und ein jährliches Symposium mit Vorträgen von Professoren und Studenten. Ich bin am Ende des dritten von vier Doktoratsjahren. Während meines Doktorats war ich auf zwei Konferenzen in Bern und Freiburg, um meine Forschungsergebnisse vorzustellen. Außerdem habe ich an Industrieführungen von Chemie- und Pharmaunternehmen aus der Region teilgenommen.

Im letzten Jahr werde ich mich noch stärker auf die Forschung konzentrieren, Daten für meine Dissertation sammeln und über meine Zukunft nachdenken. Wahrscheinlich werde ich in die Industrie wechseln und mich entsprechend bewerben.

Mit wem haben Sie bei Ihrer Arbeit zu tun?

Hauptsächlich arbeite ich mit meinen Kolleginnen und Kollegen zusammen. Wir besprechen unsere Ergebnisse und helfen uns gegenseitig. Auch mit meinem Professor stehe ich regelmäßig in Kontakt, um Ideen und Ansätze für meine Forschung zu diskutieren.

Wie sieht ein «normaler» Arbeitstag aus?

An einem typischen Tag beantworte ich morgens E-Mails und plane chemische Reaktionen für den Tag oder die Woche. Ich analysiere abgeschlossene Reaktionen, dokumentiere die Ergebnisse und passe die Wochenziele an. Um auf dem neuesten Stand zu bleiben, lese ich Fachliteratur.

Jeder Tag ist anders, da Forschungsergebnisse schwer vorhersagbar sind. Diese Abwechslung macht die Arbeit spannend. Ich lerne, selbstständig zu arbeiten. Der Kontakt mit Studierenden gefällt mir, da ich Wissen weitergeben und selbst dazulernen kann.

Welches waren die wichtigsten Stationen Ihres Werdegangs?

Nach dem Abitur fiel mir die Entscheidung schwer, deshalb arbeitete ich ein Jahr in einem Pharmaunternehmen als Produktionsmitarbeiter. Diese Erfahrung brachte mich der Chemie näher, die mich schon in der Schule interessiert hatte. Daraufhin begann ich mein Chemiestudium an der Universität Basel. Nach dem Master absolvierte ich ein Praktikum als Forschungsassistent in einer Chemiefirma. Dort arbeitete ich mit vielen promovierten Kolleginnen und Kollegen zusammen. Mit einem Doktortitel eröffnen sich beruflich viele Türen, daher entschied ich mich für ein Doktorat beim Professor, bei dem ich meine Masterarbeit gemacht hatte. Seine Forschungsgruppe interessierte mich besonders.

Wie sehen Sie die Beziehung zwischen Studium und Beruf?

Das Wissen aus dem Studium bildet die Grundlage für meine Arbeit. Die Praktika haben mich auf die Laborarbeit vorbereitet und mir viele Techniken beigebracht.

Ich rate angehenden Studierenden, sich gut über das Studienfach zu informieren und mit Absolventinnen oder Absolventen zu sprechen. Man sollte nicht allein aus finanziellen Überlegungen studieren, sondern sich für ein Fach entscheiden, das Leidenschaft weckt. Am Ende geht es darum, eine Arbeit zu finden, für die es sich lohnt, morgens aufzustehen.

BERUFLAUFBAHN

18	Abitur, Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen (Deutschland)
19	Produktionsmitarbeiter, Swissco, Sisseln BL (Zwischenjahr vor Studium)
22	BSc in Chemie, Universität Basel
24	MSc in Chemie, Universität Basel
24	Praktikum Research Associate, SpiroChem, Basel
25 bis heute	Doktorand Chemie, Universität Basel

Interview
Barbara Kunz



Nina Nowka, MSc in Molecular Life Sciences UNIBE, Head of Regulatory Affairs, ISS AG

DIE BIOCHEMIKERIN IN DER MEDIZINTECHNIK

Nina Nowka (35) und ihr Team beraten Firmen in Fragen der Regulierung und Zertifizierung. Rückfragen von Behörden können dabei sehr spezifisch und komplex sein und sind immer mit einer Deadline

versehen. Das kann ihre Tagesplanung über den Haufen werfen. Ihr Job ist vielseitig und interaktiv: innerhalb des Teams, mit diversen Abteilungen der Kunden und mit Behörden.

«Ich leite als Head of Regulatory Affairs (RA) das Team im Bereich RA, bin gleichzeitig RA-Manager und Mitglied des Leadership Teams der ISS AG, einem KMU mit rund 35 Mitarbeitenden.

EINE STARK REGULIERTE BRANCHE

Die Medizintechnik ist eine stark regulierte Branche. Wir sind Dienstleister und betreuen viele unterschiedliche Kunden und Mandate. Einige Kunden unterstützen wir als RA-Beratende während des gesamten Produktlebenszyklus: von der Entwicklung über den Markteintritt bis zum Phase Out, «aus dem Verkehr ziehen». Wir beantworten zum Beispiel Rückfragen von ‚benannten Stellen‘, also ‚Notified Bodies‘, die in der EU für die Zertifizierung von Medizinprodukten verantwortlich sind. Eine zentrale Aufgabe meines Teams ist die weltweite Registrierung von Medizinprodukten in über 110 Ländern. Wir unterstützen Hersteller von Medizinprodukten aller Art, einschliesslich In-vitro-Diagnostika (IVD). Mein Team besteht aus Expertinnen für Zielmärkte sowie Spezialisten für komplexe Produkte. Zulassungsanforderungen sind

länderspezifisch, deshalb spielen wir eine massgebliche Rolle im Zertifizierungsprozess.

MÄRKTE EFFIZIENT ERSCHLIESSEN

Regulatory Affairs ist entscheidend für die Einhaltung regulatorischer Vorgaben über den gesamten Produktlebenszyklus. Die meisten Hersteller wollen neben dem EU- und US-Markt auch andere Märkte erschliessen. Wird RA frühzeitig in die Produktentwicklung eingebunden, gestaltet sich der Prozess effizienter und kostengünstiger. Behördenanfragen sind oft spezifisch und komplex und immer mit strikten Deadlines verbunden, was die Tagesplanung auch mal über den Haufen werfen kann. Flexibilität ist essenziell, um sich auf neue Prioritäten einzustellen. Meine Arbeit umfasst regelmässige Meetings per Teams, um den Stand von Projekten und offene Fragen zu besprechen. Wir schreiben viele E-Mails und erstellen Einreichungsdossiers, was hauptsächlich im Büro stattfindet. Ab und zu mache ich Kundenbesuche, seltener bin ich an Konferenzen. Ortstermine mit Kunden sind eher die Ausnahme.

Wir verfolgen einen integrierten Ansatz und diskutieren viele Themen im Team, auch in Zusammenarbeit mit Kunden. Regulatory Affairs ist stark vernetzt in den Bereichen: Sales, Produktmanagement, Qualitätssicherung, Research & Development (R&D), Produktion, Systementwicklung, Logistik, Lieferantenmanagement.

WOHLTUENDE WERTSCHÄTZUNG

Diese Vielseitigkeit macht meinen Job interaktiv und abwechslungsreich. Besonders gefällt mir, mich immer wieder neuen Herausforderungen und komplexen Fragestellungen zu stellen. Regulierungen ändern sich kontinuierlich, was ständige Anpassung erfordert. Ich schätze die enge Zusammenarbeit im Team. Gerne unterstütze ich lokale Partner bei der Zulassung ihrer Produkte im jeweiligen Land. Positiv ist auch, dass ich Einblicke in unterschiedlichste Tätigkeitsfelder bekomme. Die Wertschätzung, die ich täglich von meinem Team und dem Management spüre, ist wohltuend. Insgesamt mag

ich die Komplexität des Jobs: Ich arbeite immer wieder mit verschiedenen Kunden mit unterschiedlichen Produkten für Zulassungen in der ganzen Welt. Natürlich gibt es auch frustrierende Phasen, etwa wenn Sachverhalte wiederholt erklärt werden müssen oder viele Registrierungen gleichzeitig anstehen. In solchen Zeiten ist Organisation entscheidend, um den Überblick zu bewahren. Die grössten Herausforderungen sind die zielgerichtete Kommunikation mit unterschiedlichen Stakeholdern und ein Arbeitsumfeld zu schaffen, in dem das Team die beste Leistung erbringen kann. Besonders bereichernd ist die Vielfalt der Kundenschaft, Produkte und Zielmärkte, mit denen wir arbeiten.

Die fortschreitende Digitalisierung wird viele Schritte im Zertifizierungsprozess automatisieren. Unsere Rolle als RA-Manager bleibt jedoch zentral, da wir sicherstellen müssen, dass Produkte korrekt und regelkonform registriert werden. Kein Produkt darf vermarktet werden, bevor alle regulatorischen Voraussetzungen erfüllt sind.

STUDIENWAHL UND BERUFSEINSTIEG

Bei meiner Studienwahl schwankte ich zwischen Veterinärmedizin und Biochemie. Ich entschied mich für Biochemie, da sich in diesem Bereich mehr Berufsperspektiven eröffneten.

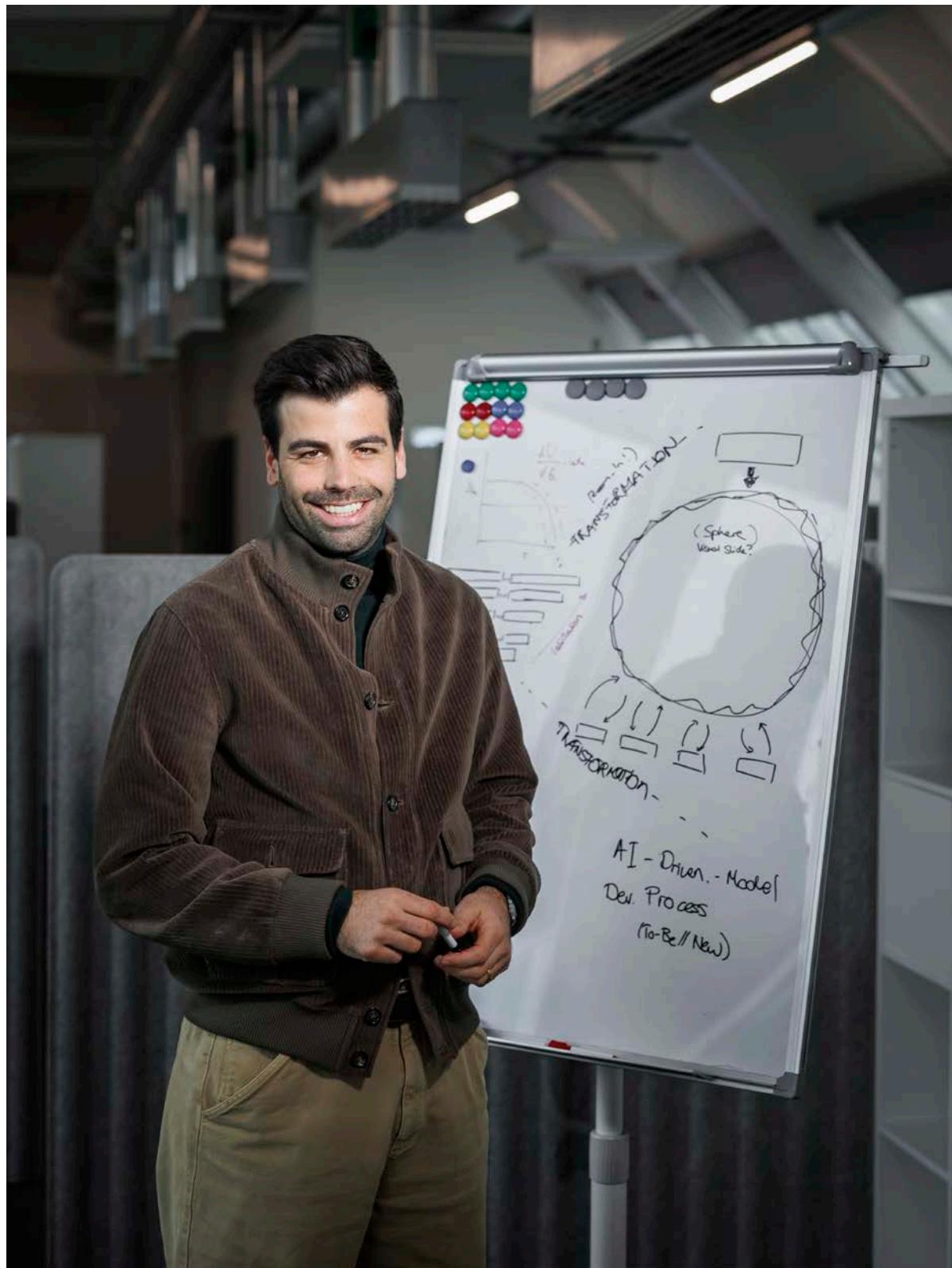
Bereits während des Studiums arbeitete ich bei meinem jetzigen Arbeitgeber als Praktikantin. Mit wachsender Erfahrung übernahm ich nach und nach mehr Verantwortung.

Obwohl ich mein fachliches Wissen aus dem Studium nicht direkt anwenden kann, profitiere ich von den im Studium erlernten Kompetenzen: präzises Arbeiten, analytisches Denken, kritisches Hinterfragen. Diese Fähigkeiten sind im Berufsalltag unverzichtbar.»

BERUFLAUFBAHN

20	Gymnasiale Maturität – Sportgymnasium (fünf statt vier Jahre)
Bis 27	Vollzeit Spitzensportlerin (Zeitmilitär – Spitzensportlerin)
30	Bachelor Biochemistry, Universität Bern
30	Clinical Assistant 40%, Integrated Scientific Services (ISS AG) (begleitend zum Masterstudium)
32	Master of Science in Molecular Life Sciences with special qualification in Biochemistry/Chemical Biology, Universität Bern
32	Regulatory Affairs Manager and Support Clinical and Compliance Services, Integrated Scientific Services (ISS AG)
35	Head of Regulatory Affairs, Integrated Scientific Services (ISS AG)

Porträt
Barbara Kunz



Luca Scherrer, MSc in Wirtschaftschemie, Gründer und CEO, Sphere Energy

BATTERIE-INNOVATION FÜR EINE NACHHALTIGE ZUKUNFT

Luca Scherrer (35) ist Gründer und CEO von Sphere Energy, einem Unternehmen, das die Entwicklung von Batterien und batteriebetriebenen Produkten revolutioniert. Mit seinem globalen Team von

30 Expertinnen und Experten in den Bereichen Daten und Batterietechnologie beschleunigt er die europäische Elektrifizierung. Ein grosser Teil der Wertschöpfungskette für Batterien wird von Asien dominiert.

«Europa hat das transformative Potenzial von Batterien lange Zeit unterschätzt, wodurch Entwicklungszeiten und -kosten hier erheblich höher sind. Während in Asien ein Elektrofahrzeug in 16 Monaten entwickelt wird, dauert dieser Prozess in Europa mindestens drei Jahre. Die Zeiten, in denen wir uns über Leistung und Qualität von der asiatischen Konkurrenz abheben konnten, sind vorbei.

Um die Elektrifizierung in Europa erfolgreich voranzutreiben, müssen wir unsere Entwicklungsprozesse transformieren. Batteriezellen sind dynamische, lebendige Komponenten, die ständigen Innovationen unterliegen. Daher müssen wir unsere Forschungs- und Entwicklungsprozesse neu denken. KI-gestützte Ansätze können und müssen hierbei eine entscheidende Rolle spielen.

INNOVATIVE KI-MODELLE FÜR BATTERIEDATEN

Die künstliche Intelligenz (KI-Modelle) von Sphere Energy simuliert das Verhalten, die Leistung und die Alterung von Batterien. Inspiriert von den Architekturen grosser Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs), wie zum Beispiel GPT, haben wir spezialisierte Modelle entwickelt, die auf



Auch bei der nachhaltigen Weiterentwicklung von Batteriezellen kann KI hilfreich eingesetzt werden.

Batteriedaten zugeschnitten sind. Diese ermöglichen es uns, Batterien unter verschiedensten Bedingungen schnell und effizient zu simulieren und so die Entwicklungszeiten von batteriebetriebenen Produkten drastisch zu verkürzen.

BERUFSEINSTIEG DANK PROJEKT

Ich glaube, man kann beim Berufs-einstieg kaum Fehler machen, wenn man nach dem Studium das Beste gibt. Meine erste Stelle erhielt ich, weil ich nach dem Studium bei einem damaligen Kunden der Deloitte Consulting AG – einer Pharmafirma – im Datenmanagement arbeitete. Ich begleitete ein Projekt auf der Kunden-seite. Danach wechselte ich die Seite und wurde Unternehmensberater bei der Deloitte Consulting AG. Ich beriet Pharmafirmen bei der Transformation zum digitalen Unternehmen.

FLEXIBEL IM DENKEN

Im Gymnasium begeisterten mich die Naturwissenschaften, doch im Labor hatte ich zwei linke Hände. Im Wirtschaftschemiestudium fand ich

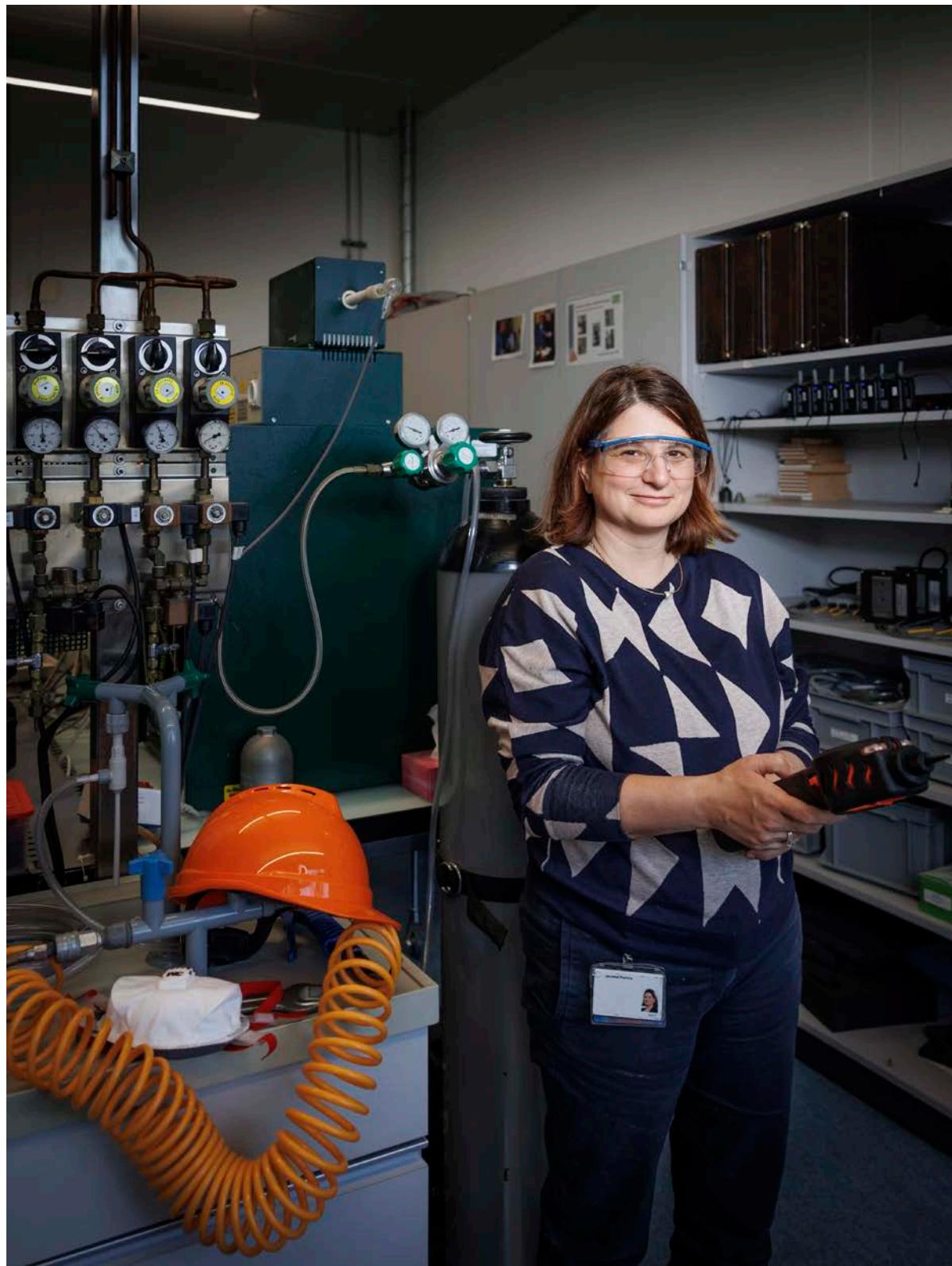
die perfekte Kombination aus meinen Interessen und Fähigkeiten. Flexibilität im Denken ist ein zentrales Element dieses Studiums und heute eine meiner grössten Stärken. Täglich wechsle ich zwischen Finanzdiskus-sionen, technischen Meetings zur Batterietechnologie und der Planung von KI-Entwicklungsstrategien. Diese Fähigkeit zum schnellen Umden-ken habe ich im Studium erlernt, und sie bereichert meinen Arbeitsalltag ungemein.

FREUNDE FÜRS LEBEN

Ich empfehle angehenden Studentinnen und Studenten, sich selbst stets zu re-flektieren, um ihre Stärken und Schwä-chen zu erkennen. Im Studium und im ersten Job ist es entscheidend, an den eigenen Schwächen zu arbeiten und sich kontinuierlich zu verbessern. Doch das Wichtigste ist, Freunde fürs Leben zu gewinnen, die einen auf diesem spannenden Weg begleiten.»

Porträt
Barbara Kunz

BERUFLAUFBAHN	
19	Maturität Wattwil (SG)
22	Studienabschluss BSc in Wirtschafts-chemie, Universität Zürich
24	Studienabschluss MSc in Wirtschafts-chemie, Universität Zürich
24	Sales Forecasting, EMS-Chemie
26	Master Data Manager, Lonza
28	Manager, Deloitte Consulting
33	Manager, Veeva Consulting
35	Gründer, CEO Sphere Energy



Patricia Jacomet, MSc in Chemie- und Bioingenieurwissenschaften ETHZ, Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bereich Chemie, SUVA Luzern

HARTNÄCKIG, PRAGMATISCH UND LÖSUNGSORIENTIERT

Patricia Jacomet (39) strebte eine Position als Chemieingenieurin in der Verfahrenstechnik an. Dann entdeckte sie die Stelle als Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bei der SUVA,

der grössten Unfallversicherung der Schweiz. In ihrer Rolle als Expertin vereint sie Erfahrungen aus früheren beruflichen Tätigkeiten mit Wissen aus dem Studium der Chemie- und Bioingenieurwissenschaften. Besonders die Grundlagen aus den ersten beiden Semestern ergänzen ihre berufliche Expertise.

Lange wusste Patricia Jacomet nicht, was sie studieren sollte. Am Tag der offenen Tür der Uni Basel schaute sie das Medizinstudium an, konnte sich aber nicht dafür begeistern. Im letzten Jahr des Gymnasiums konnte sie im Chemieunterricht Laborluft schnuppern, was ihr gefiel. So meldete sie sich zum Chemiestudium an. Im fünften Semester musste sie sich entscheiden zwischen Chemie und Chemie- und Bioingenieurwissenschaften. Sie meldete sich einen Tag vor Semesterbeginn für die Ingenieurrichtung an.

EINSTIEG VIA PRAKTIKUM

Für Patricia Jacomet war es nicht ganz einfach, nach dem Studium den Einstieg ins Berufsleben zu finden, weil Chemieingenieurinnen und Bioingenieure keine Praxiserfahrung haben. Daher hatte sie auch noch kein Netzwerk aufbauen können, was bei der Stellensuche sehr hilfreich ist. Deshalb nahm sie zuerst ein Praktikum bei Syngenta an. Nach einem halben Jahr konnte sie in eine Stelle als wissenschaftliche Mitarbeiterin aufsteigen. Anschliessend arbeitete sie als Prozessingenieurin bei Sulzer Chemtech in Allschwil (BL) im Bereich Destillation. Hier konnte sie einen Teil des Wissens aus dem Studium anwenden, wie Programmieren von Prozessen, Theorie der Destillation und Thermodynamik.

KEINE TEILZEITSTELLEN

Als Patricia Jacomet zum ersten Mal Mutter wurde, musste sie lange nach einer Teilzeitstelle suchen. Von Chemie- und Bioingenieurinnen und -ingenieuren erwarten viele Unternehmen, dass sie 100 Prozent arbeiten, flexibel sind und auch ins Ausland

reisen. In ihrer heutigen Rolle als Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz kann sie Erfahrungen aus früheren beruflichen Tätigkeiten und Wissen aus dem Studium der Chemie- und Bioingenieurwissenschaften verbinden. Besonders die Grundlagen aus den ersten beiden Semestern haben sich als hilfreich erwiesen und ergänzen ihre berufliche Expertise.

Typische Tätigkeiten von Patricia Jacomet als Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sind:

- Beratung und Unterstützung von Unternehmen: Beratung von Arbeitgebern und Arbeitnehmenden hinsichtlich der Umsetzung von Vorschriften und Massnahmen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz.
- Überprüfung und Kontrolle: Durchführung von Kontrollen in Unternehmen, um sicherzustellen, dass Sicherheitsvorgaben eingehalten und Gefährdungen minimiert werden.
- Koordination von Präventionsprojekten: Planung und Durchführung von Projekten zur Gesundheitsförderung und zur Prävention von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten.
- Schulung und Sensibilisierung: Durchführung von Schulungen und Workshops zu Themen wie Arbeitsschutz, Unfallverhütung, ergonomisches Arbeiten und Gesundheitsförderung.
- Zusammenarbeit mit anderen Behörden und Organisationen: Zusammenarbeit mit den Arbeitsinspektoren oder Branchenverbänden, um Arbeitsschutzmassnahmen zu koordinieren und zu verbessern.

ARBEITSALLTAG UND ARBEITSUMFELD

Die SUVA beschäftigt 4670 Mitarbeitende, diejenigen der SUVA-Kliniken mitgezählt. Patricia Jacomet arbeitet seit rund sechs Jahren als Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bei der SUVA.

In einer typischen Woche hat Patricia Jacomet am Montagvormittag Teamitzug, danach bereitet sie die Kontrollen des nächsten Tages vor. Dienst-

tag und Donnerstag ist sie meistens unterwegs bei Kundinnen und Kunden. Pro Tag plant sie zwei Betriebsbesuche in der Region St. Gallen bis zum Bodensee, für die sie zuständig ist. Am Freitag bearbeitet sie die Kontrollen nach, das heisst, sie erstellt Besuchsprotokolle und Bestätigungsbeschreiben. Ausser im Aussendienst ist sie in ihrem Büro in Luzern Standort Rösslimatt oder im Home Office anzu treffen. Konferenzen oder Weiterbildung finden überall in der Schweiz statt.

«Es ist wichtig, dass ich als Expertin für Arbeitssicherheit beharrlich bleibe – vor allem als junge Frau in einer Männerdomäne –, gleichzeitig aber pragmatisch und lösungsorientiert arbeite.»

Für ihre Arbeit ist der Austausch mit den Teamkolleginnen und Teamkollegen sehr wichtig. Je nach Anfrage oder Gefahr braucht sie Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen aus anderen Bereichen der Arbeitsmedizin, des Gewerbes und der Industrie, vor allem zu den Themen Ergonomie, Physik und aus dem analytischen Labor. Weiterhin unterstützt ihr Team Chemie die Arbeitsinspektoren und -inspektoren bei Plangenehmigungsverfahren und betreut Branchenlösungen und die Mandatspartner. Der persönliche Kontakt vor Ort, per Telefon oder E-Mail ist für die Zusammenarbeit zentral.

VERHÜTUNG VON UNFÄLLEN UND BERUFSKRANKHEITEN

Patricia Jacomet und ihr Team Chemie sind zuständig für den Vollzug des Unfallversicherungsgesetzes (UVG) in Betrieben zur Herstellung von Feinchemikalien, von pharmazeutischen und chemisch-technischen Produkten sowie in Betrieben der Oberflächenbehandlung und in Tankrevisionsbetrieben. Das Team überwacht auch die Vorschriften zur Verhütung von Berufskrankheiten beim Umgang mit

chemischen und biologischen Schadstoffen. Ein internes Projekt, das Patricia Jacomet für ihr Team leitet, ist die Digitalisierung, damit alle Mitarbeitenden in der digitalen Welt zurechtkommen und den Wissenstransfer für die nächste Generation garantieren.

Am meisten Freude macht ihr die abwechslungsreiche Arbeit: vom Erarbeiten von Grundlagen zur Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten bis zum Bereitstellen von Informationen in Form von Publikationen, Internetbeiträgen, Vorträgen usw.

Ebenso interessant findet sie Abklärungen von Schadenfällen aus technischer Sicht, um Erkenntnisse für die Prävention zu gewinnen und um zu Handen des Care die Kausalität bei potenziellen Berufskrankheiten zu klären.

Patricia Jacomet begegnet ab und zu Situationen, in denen Geschäftsführerinnen oder Geschäftsführer Bedenken gegenüber der Einhaltung von Arbeitssicherheitsvorschriften haben, weil sie diese als unnötig, zu kostspielig oder unverhältnismässig betrachten. Diese Situationen erfordern häufig eine gelungene Kombination aus Kommunikation, Aufklärung und rechtlicher Argumentation. «Es ist wichtig, dass ich als Expertin für Arbeitssicherheit beharrlich bleibe – vor allem als junge Frau in einer Männerdomäne – gleichzeitig aber pragmatisch und lösungsorientiert arbeite.»

BERUFLAUFBAHN

19	Maturität, Gymnasium Kloster Disentis, Schwerpunktfach Musik, Ergänzungsfach Chemie
25	Master of Science in Chemie- und Bioingenieurwissenschaften ETHZ; Masterarbeit am KTH Royal Institute of Technology, Stockholm
25	Praktikantin, danach Scientific Specialist, Syngenta CropProtection, Münchwilen (AG)
26	Prozessingenieurin, Sulzer Chemtech, Allschwil (BL)
31	Berufliche Weiterbildung in Projektmanagement und Familienzeit
33	Expertin für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bereich Chemie, Suva, Luzern

Diese anspruchsvolle Kombination stellt sie vor Aufgaben, bei denen sie entschlossen und mit hoher Sozialkompetenz agieren muss. Die Herausforderung ist dabei, Regelkonformität und Praxis in Einklang zu bringen. Was in der Theorie oder in den Vorgaben der Vorschriften ideal erscheint, ist nicht immer einfach in der Praxis umzusetzen, besonders in dynamischen oder hochgradig spezialisierten Arbeitsumfeldern.

«Die Palette an Themen im Bereich Arbeitssicherheit ist riesig. Sie reicht von der Gefahrenerkennung, dem Risikomanagement in technischen Bereichen bis hin zu psychischen Belastungen und ergonomischen Aspekten der Büroarbeit.»

Die Hälfte ihrer Teammitglieder wird in ca. fünf Jahren pensioniert. So stellen sich ihr und ihrem Team eine Reihe von Fragen: «Werden diese Stellen neu besetzt? Wie garantieren wir den Wissenstransfer für die neue Generation an Durchführungsorganen?»

ADMINISTRATIVER AUFWAND

Patricia Jacomet muss sich fachlich stets à jour halten: Die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz sind dynamische Bereiche, die ständigen Änderungen und neuen Herausforderungen unterworfen sind. Die fortschreitende Digitalisierung, neue Technologien, sowie sich ändernde gesetzliche Rahmenbedingungen erfordern eine kontinuierliche Weiterbildung und Erweiterung des Fachwissens von Expertinnen und Experten in diesem Bereich.

Die Palette an Themen im Bereich Arbeitssicherheit ist riesig. Sie reicht von der Gefahrenerkennung, dem Risikomanagement in technischen Bereichen bis hin zu psychischen Belastungen und ergonomischen Aspekten der Büroarbeit. Die Spezialistinnen und Spezialisten müssen in vielen unterschiedlichen Disziplinen versiert sein.

Der administrative Aufwand, der mit der Einhaltung von Vorschriften im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz verbunden ist, wird immer grösser. Dies ist eine Entwicklung, die sowohl von den immer detaillierteren gesetzlichen Regelungen als auch von der zunehmenden Komplexität der betrieblichen Anforderungen herröhrt. Die Anforderungen an Unternehmen, eine Vielzahl an Dokumentationen zu führen, regelmässige Schulungen durchzuführen und Nachweise zu erbringen, nehmen zu.

TIPPS FÜR ANGEHENDE STUDIERENDE

Patricia Jacomet rät angehenden Studierenden, den Tag der offenen Türen bei Universitäten und Hochschulen zu besuchen, sich gut über unterschiedliche Studiengänge zu informieren und Studierende zu befragen. Zudem empfiehlt sie, bei der Berufsberatung vorbeizugehen und je nachdem auch eine berufliche Grundbildung anstelle eines Studiums in Erwägung zu ziehen.

Portrait
Barbara Kunz

Medizinische Wissenschaften – Berufslaufbahnen von Allgemeinmedizin bis Zellforschung



Sprache: Deutsch
 Auflage: 4. vollständig überarbeitete Auflage 2020
 Umfang: 196 Seiten
 Art.-Nr.: LI1-3002

Über 30 kurze und lange Berufsporträts illustrieren Berufslaufbahnen von Humanmedizinern, Tiermedizinerinnen, Zahnmedizinern, Pharmazeutinnen und Chiropraktikern im Spital, in der Forschung, in der medizinisch-pharmazeutischen Industrie, in öffentlichen Diensten, bei Organisationen und in der eigenen Praxis. Hintergrundinformationen zur Arbeitsmarktsituation nach dem Studium, zu Schlüsselqualifikationen, zu Arbeitsbedingungen im Gesundheitswesen, zu Weiterbildungs- und Spezialisierungsmöglichkeiten und zu den verschiedenen Zulassungs- und Anerkennungsmodalitäten ergänzen die Publikation. Eine Orientierungshilfe für alle, die sich für ein Studium der medizinischen Wissenschaften und für die beruflichen Laufbahnen danach interessieren.

Die Gesundheitsberufe gehören zu den traditionell hoch anerkannten Aufgaben in allen menschlichen Gemeinschaften. Wer heute einen Beruf im Gesundheitswesen auswählt, muss sich bewusst sein, dass er in einem Beschäftigungsbereich arbeitet, der stark von gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Interessen geprägt wird.

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



Online bestellen: www.shop.sdbb.ch

SERVICE

ADRESSEN, TIPPS UND WEITERE INFORMATIONEN

STUDIEREN



www.berufsberatung.ch/studium

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

www.swissuniversities.ch

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

www.studyprogrammes.ch

Bachelor- und Masterstudienprogramme aller Hochschulen.

Weiterbildungsangebote nach dem Studium

www.swissuni.ch



www.berufsberatung.ch/weiterbildung



Hochschulen

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

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



www.berufsberatung.ch/hochschultyphen

Noch Fragen?

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

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

Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung

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

Literatur zum Thema Studienwahl

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

FACHGEBIET

Verbände und Vereinigungen

<https://alias-zhaw.ch/sektion-n>

Sektion Life Science der Studierendenvereinigung der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

<https://atomoi.ch>

Fachverein für Studierende der Chemie, Biochemie und Wirtschaftschemie an der Universität Zürich

<https://chem.scnat.ch>

Plattform Chemie der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)

www.fachverein.ch

Fachverein für Studierende der Chemie, Biochemie oder Pharmazie an der Universität Bern

www.scg.ch

Schweizerische Chemische Gesellschaft

www.satw.ch

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften

www.scienceindustries.ch

Wirtschaftsverband der Firmen in Chemie, Pharma und Life Sciences

<https://student.unifr.ch/kryptonita>

Fachschaft der Studierenden der Chemie und Biochemie der Universität Freiburg

<https://vcs.ethz.ch>

Vereinigung der Chemiestudierenden der ETH Zürich mit der Online-Publikation ExSiKKAtoR

<https://vbc.chemie.unibas.ch>

Verband Basler Chemiestudierender mit einer interessanten Linkliste

<https://wicchem.ch>

Das WiChem Forum Zürich vernetzt Wirtschaftschemiker/innen untereinander und mit der Industrie

www.sgvc.ch

Schweizerische Gesellschaft der Verfahrens- und Chemieingenieur/innen

www.svan.swiss

Schweizerischer Verband für Angewandte Naturwissenschaften

www.svc.ch

Der Berufsverband für Angewandte Naturwissenschaften der FH-Absolvent/innen der Studiengänge Chemie, Life Science und Biotechnologie

Literatur

www.chemie-studieren.de

Beschreibungen von Teilgebieten (Fachrichtungen) und Informationen zum Beruf, die auch für die Schweiz gültig sind

Technik und Naturwissenschaften. Berufslaufbahnen zwischen Megabytes und Molekülen. SDDB, 2015

Chemie, Kunststoff, Papier. Chancen in Beruf und Arbeit. SDDB, 2022



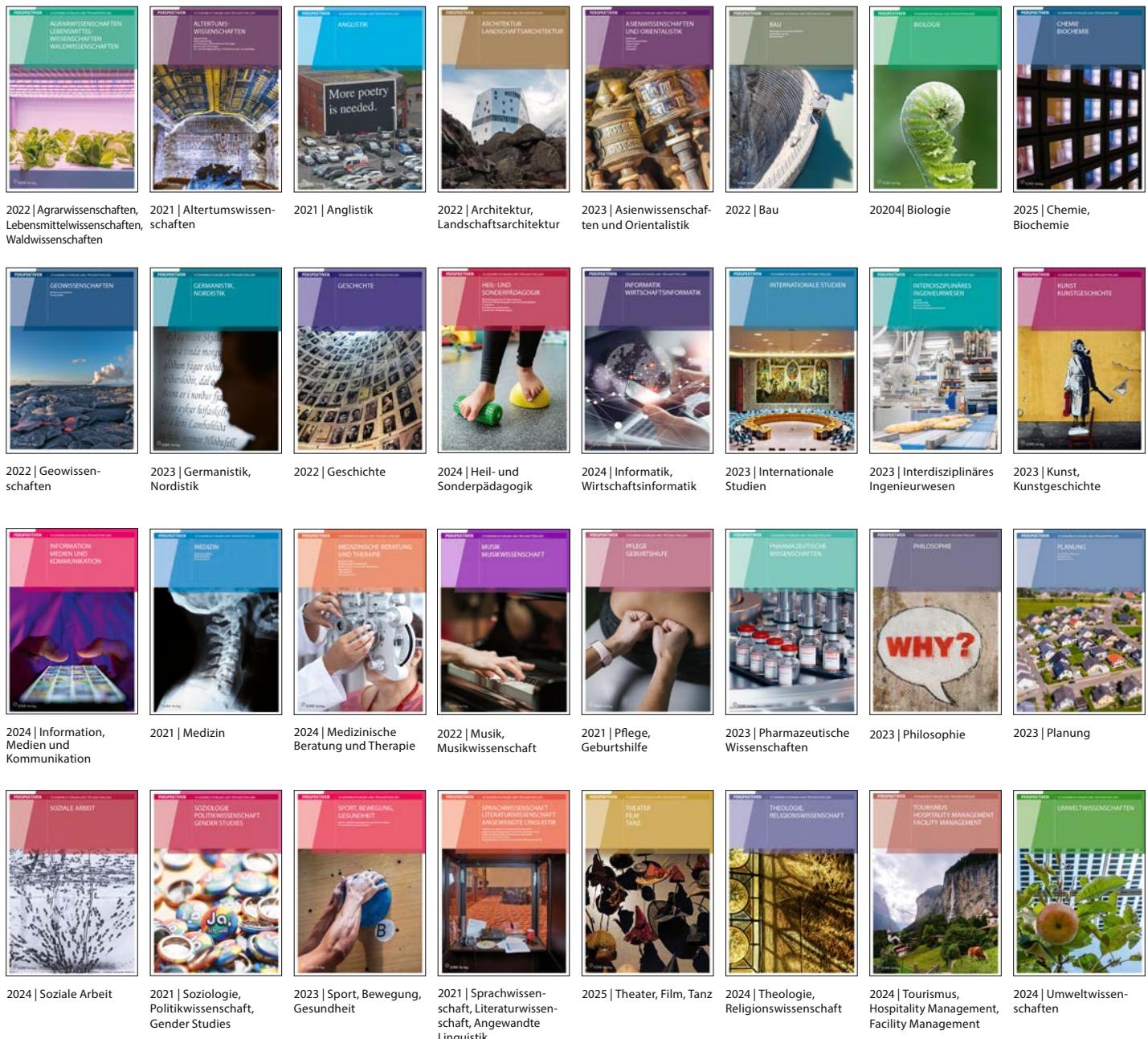
Demonstration einer brennenden Mischung aus verschiedenen Chemikalien.

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



«Perspektiven»-Heftreihe

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

Im Jahr 2025 werden folgende Titel neu aufgelegt:

Wirtschaftswissenschaften
Theater, Film, Tanz
Chemie, Biochemie
Anglistik
Mathematik, Rechnergestützte Wissenschaften, Physik
Pflege, Pflegewissenschaft, Hebammie
Sprache und Literatur
Life Sciences
Medizin
Soziologie, Politikwissenschaft, Gender Studies
Erziehungswissenschaft, Fachdidaktik
Altertumswissenschaften



2022 | Design

2024 | Elektrotechnik, Informationstechnologie

2021 | Erziehungswissenschaft, Fachdidaktik

2023 | Ethnologie, Kulturanthropologie



2021 | Life Sciences

2022 | Maschinenbauwissenschaften, Automobil- und Fahrzeugtechnik

2023 | Materialwissenschaft, Mikrotechnik, Nanowissenschaften

2021 | Mathematik, Rechnergestützte Wissenschaften, Physik



2024 | Psychologie

2023 | Rechtswissenschaft, Kriminalwissenschaften

2022 | Romanistik

2022 | Slavistik, Osteuropa-Studien



2023 | Unterricht Mittelschulen und Berufsschulen

2022 | Unterricht Volksschule

2022 | Veterinärmedizin

2025 | Wirtschaftswissenschaften

IMPRESSUM

© 2025, SDBB, Bern. 4., vollständig überarbeitete Auflage.
Alle Rechte vorbehalten.
ISBN 978-3-03753-428-1

Herausgeber

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

Projektleitung und Redaktion

Susanne Birrer, Roger Bieri, René Tellenbach, SDBB

Fachredaktion

Barbara Kunz, Berufs-, Studien- und Laufbahnberaterin, Nidau (BE)

Fachlektorat

Jonilla Keller, Amt für Jugend- und Berufsberatung, Kanton Zürich

Porträtbilder von Studierenden und Berufsleuten

Dominique Meienberg, Zürich

Bildquellen

Titelseite: Alamy Stock Photo/Over There Pics; S. 6: Alamy Stock Photo/Panther Media GmbH; S. 8: Alamy Stock Photo/Hemis; S. 9: Alamy Stock Photo/Zoonar GmbH; S. 10: Adobe Stock/Montage ETH, KEYSTONE/picture alliance/Photoshot, AdobeStock/chandlervid85; S. 11: Horizonte/ETH Zürich, unibe.ch/Franziska Rothenbühler, ETHZ/Afroditi Kantsa; S. 12: ETH Zürich/Fabio Masero; S. 14: Universität Basel, Eleni Kougionis; S. 15: Gallet Benolt/Matrin Oeggerli/Micronaut; S. 16: Alamy Stock Photo/TT News Agency; S. 17: Adobe Stock/Cavad; S. 18: ETH Zürich/Michel Büchel; S. 19: ETH Zürich/Michel Büchel; S. 20: ETH Zürich/Shibashish Jaydev; S. 22: shutterstock.com/Menno van der Haven; S. 25: ETH Zürich/Gian Marco Castelberg; S. 26: Alamy Stock Photo/imageBROKER.com; S. 29: EMPA; S. 33: Alamy Stock Photo/Alex Ramsay; S. 37: istockphoto.com/catalinr; S. 41: shutterstock.com/POP-THAILAND; S. 43: wichem.ch; S. 44: Alamy Stock Photo/yanadjana; S. 46: Alamy Stock Photo/Westend61 GmbH; S. 48: Alamy Stock Photo/imageBROKER.com; S. 49: Alamy Stock Photo/Michele D'Otavio; S. 57: Keystone/dpa/JULIAN STRATENSCHULTE; S. 63: Alamy Stock Photo/Forance

Gestaltungskonzept: Cynthia Furrer, Zürich

Umsetzung: Andrea Lüthi, SDBB

Druck: Kromer Print AG, Lenzburg

Inserate

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

Bestellinformationen

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

Artikelnummer

PE1-1015

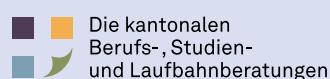
Preise

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.





vorwärts kommen

WEITERBILDUNG

Die umfassendste Datenbank für
alle Weiterbildungsangebote in der Schweiz
mit über 33 000 Kursen und Lehrgängen.

www.berufsberatung.ch/weiterbildung

Schweizerisches Dienstleistungszentrum Berufsbildung | Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung SDBB
SDBB Verlag | Belpstrasse 37 | Postfach | 3001 Bern | Telefon 031 320 29 00 | info@sdbb.ch
SDBB Vertrieb | Industriestrasse 1 | 3052 Zollikofen | Telefon 0848 999 001 | Fax 031 320 29 38 | vertrieb@sdbb.ch



SDBB

www.sdbb.ch

Mit Nano die Zukunft gestalten!



Teamwork und Neugier

Für alle, die wissen möchten,
wie die Welt aufgebaut ist:

Chemie oder Biochemie an der
Universität Freiburg

- ▶ Lernen und forschen in kleinen Gruppen
- ▶ Mehrsprachige, praxisorientierte Ausbildung
- ▶ Interdisziplinäre Forschung auf einem hochinnovativen Campus
- ▶ Ausgezeichnete Berufsperspektiven

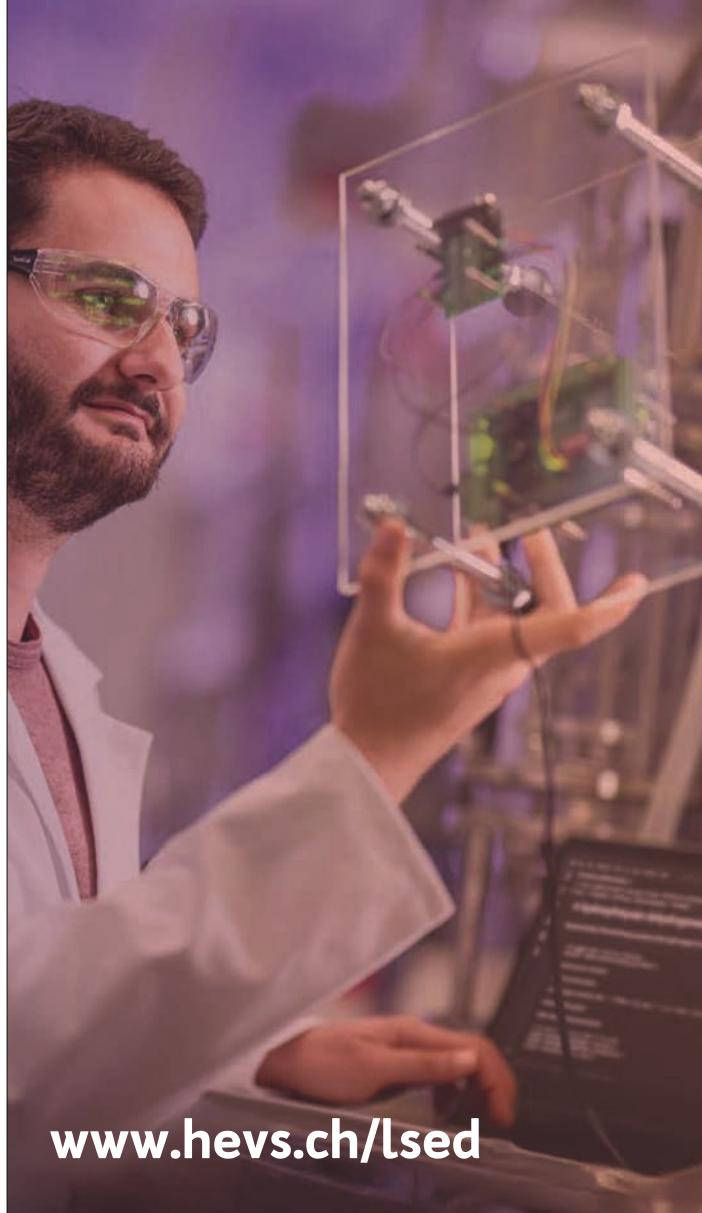


Weitere Informationen:
www.unifr.ch/go/studysciences



Bachelor of Science Life Sciences Engineering

Der Bachelor in Life Sciences Engineering der HES-SO bietet ein praxisorientiertes, innovatives Studium. Er ermöglicht es allen, die sich für Naturwissenschaften und Ingenieurtechniken interessieren, die Herausforderungen von morgen in den Bereichen Biotech, Pharma, Biomedizin, Chemie, Lebensmittel und Umwelt zu gestalten.



www.hevs.ch/lse

- Auf Deutsch studieren
- Moderner Campus und Labors
- Vollzeit Teilzeit
- 3. Jahr auf Englisch

Studienrichtungen:

- Digital Life Sciences Neu
- Biotechnologie
- Analytische und bioanalytische Chemie
- Lebensmitteltechnologie

Infos

Birgit Sievert
Studiengangsleiterin
birgit.sievert@hevs.ch
+41 58 606 88 26
Rue de l'Industrie 23
1950 Sitten

