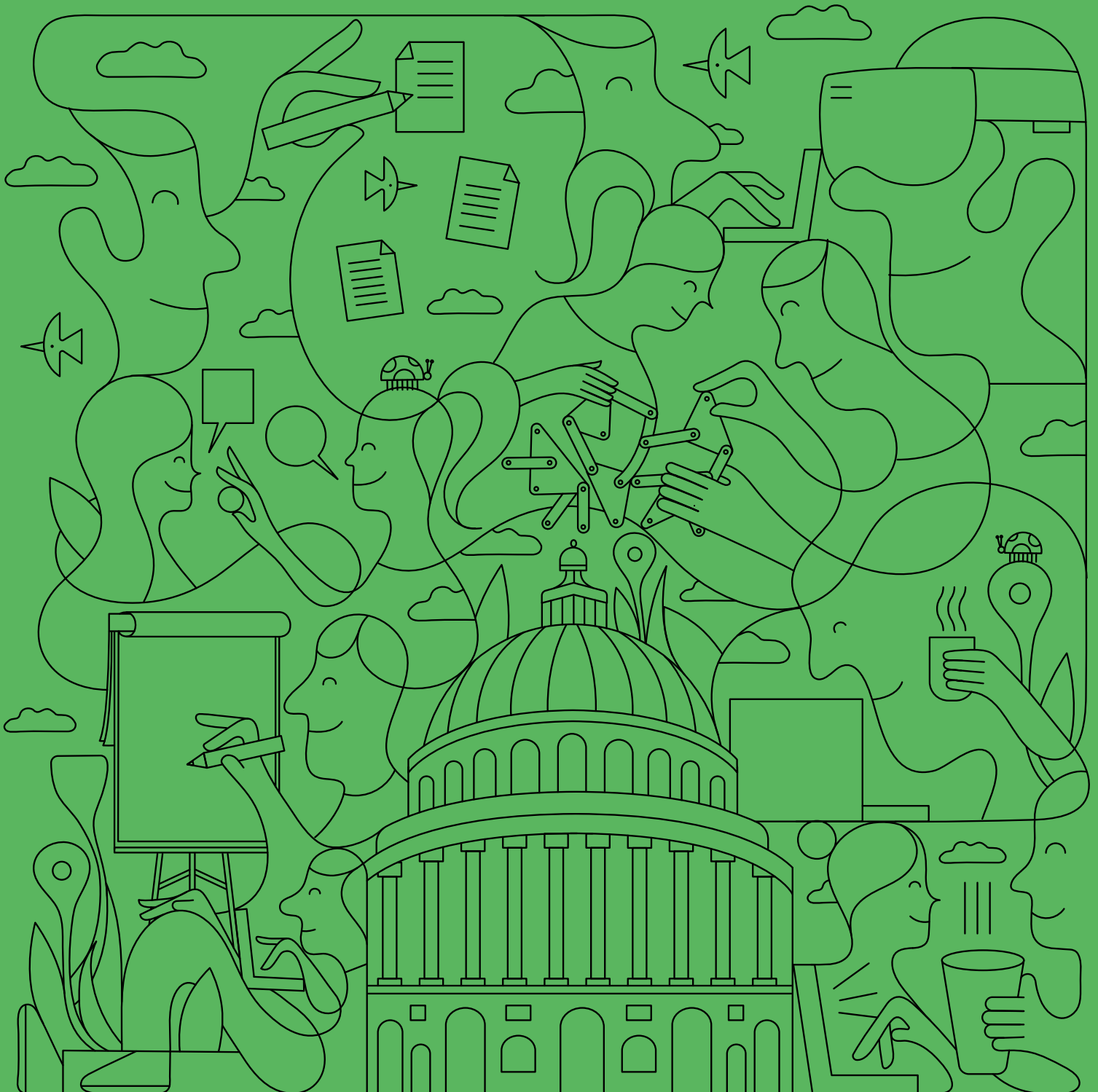


Innovative Lehre 2020

Selbstständigkeit



Liebe Leserin, lieber Leser

Als diese zweite Ausgabe des Berichtes über innovative Lehre druckreif war, kam die Pandemie. Praktisch über Nacht mussten Dozierende ihre Kurse neu erfinden, sodass sie online und auf Distanz stattfinden konnten.

Zum Glück konnten wir in der Lehre auf Erfahrungen aufbauen: Geübt sind wir etwa mit der Lehrform «Flipped Classroom», bei der sich die Studierenden das Grundwissen vor dem Präsenzunterricht selbst aneignen. Geübt sind unsere Studierenden auch darin, im Team eigenständig Lösungsansätze für komplexe Probleme zu entwickeln.

Diesen Bericht mussten wir nicht neu erfinden, denn er beleuchtet Formate und Instrumente, bei denen Eigeninitiative und das Anwenden von Wissen im Zentrum stehen. Lehrformen also, in denen sich unsere Studierenden persönliche und soziale Kompetenzen aneignen können. Die sind für eine erfolgreiche Karriere ebenso entscheidend wie Fachwissen und methodische Fertigkeiten.

Die Corona-Krise erinnert uns daran: Wir wissen heute nicht, welche konkreten Formen die Herausforderungen der nächsten dreissig bis vierzig Jahren annehmen werden. Doch wir können unseren Studierenden die Fähigkeiten vermitteln, die sie für die Bewältigung der Aufgaben brauchen werden.

Ich bedanke mich bei allen Dozierenden, die mit viel Einsatz solche Formate umsetzen. Und wen die Lektüre inspiriert, kann sich jederzeit an die Lehrspezialistinnen und -spezialisten in den Departementen oder die Abteilung Lehrentwicklung und Technologie (LET) wenden. Sie helfen gerne mit, neue Ideen für die Lehre umzusetzen.

**Prof. Dr. Dr. h.c. mult.
Sarah M. Springman**
Rektorin, ETH Zürich



Wie die ETH Zürich Selbstständigkeit fördert

Kritisches Denken, Kreativität und Eigeninitiative, diese Fähigkeiten will die ETH bei ihren Studierenden fördern. Das ist eine Voraussetzung dafür, dass sie in der zukünftigen Arbeitswelt Probleme lösen können, deren Natur heute noch nicht bekannt ist. Quer durch die Hochschule gibt es zahlreiche Instrumente und Initiativen mit diesem Ziel: vom projektorientierten Kursen im Curriculum über interdisziplinäre Design-Thinking-Workshops bis zur Förderung von studentischen Eigeninitiativen.

Projekte im Curriculum

Seiten 6 – 19

Roboter, tauchende Flugzeuge oder Bioreaktoren für die Phagentherapie: Projektarbeiten mit Bau von Prototypen sind an der ETH weitverbreitet. Die Studierenden arbeiten in Teams intensiv zusammen und leisten Ideenfindung, Teambildung, Finanzierung, Planung, Zusammenarbeit, Design und Umsetzung weitgehend selbstständig. Ein Beispiel dafür sind die Fokus-Projekte aus dem Department für Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Andere zielen auf die Teilnahme an internationalen Studierenden-Wettbewerben, zum Beispiel an der International Genetically Engineered Machine Competition (iGEM).

Innovedum – der Fonds für Lehrinnovationen

Seiten 22 – 25

Das Programm der Rektorin fördert Projekte, die die Lehre an der ETH weiterentwickeln. Mit dem Innovedum-Fonds unterstützt die ETH Zürich innovative Lehrprojekte finanziell und verankert Aspekte wie Selbstständigkeit und kritisches Denken fächerübergreifend in den Curricula.

Interdisziplinäre Projektwochen

Seiten 26 – 29

ETH-Studierende aus unterschiedlichen Fachgebieten entwickeln in kleinen interdisziplinären Teams eigene Lösungsideen für aktuelle Herausforderungen wie den Klimawandel, die Urbanisierung, den Umgang mit Abfall oder die Energieversorgung. Mit dem Design-Thinking-Ansatz üben sie lösungsorientierte Kreativität, die Arbeit in Gruppen und kritisches Denken. Beispiele dafür sind die gross angelegte ETH-Woche für 180 Bachelor-Studierende, der ETH-Singapur-Monat für rund 20 Master-Studierende oder diverse andere Summer Schools.

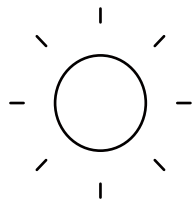
Raum für Eigeninitiativen

Seiten 30 – 37

Im Student Project House finden Studierende Raum für die Realisierung eigener Projekte ausserhalb des Curriculums. Wer eine Idee hat, soll sie hier ausprobieren können. Mit einem Pioneer Fellowship von 150 000 Franken unterstützt die ETH Zürich zusammen mit der ETH Foundation die Entwicklung von innovativen Produkten oder Dienstleistungen aus wissenschaftlichen Arbeiten. Jungunternehmer und -unternehmerinnen erhalten dabei die Möglichkeit, ihr Produkt während 12 bis 18 Monaten marktreif zu machen. Unterstützt werden Pioneer Fellows durch das Innovation & Entrepreneurship Lab (ieLab), unter anderem mit einem Netzwerk von Coaches, die selber erfolgreich Firmen gegründet haben.

... und manches ist in Planung

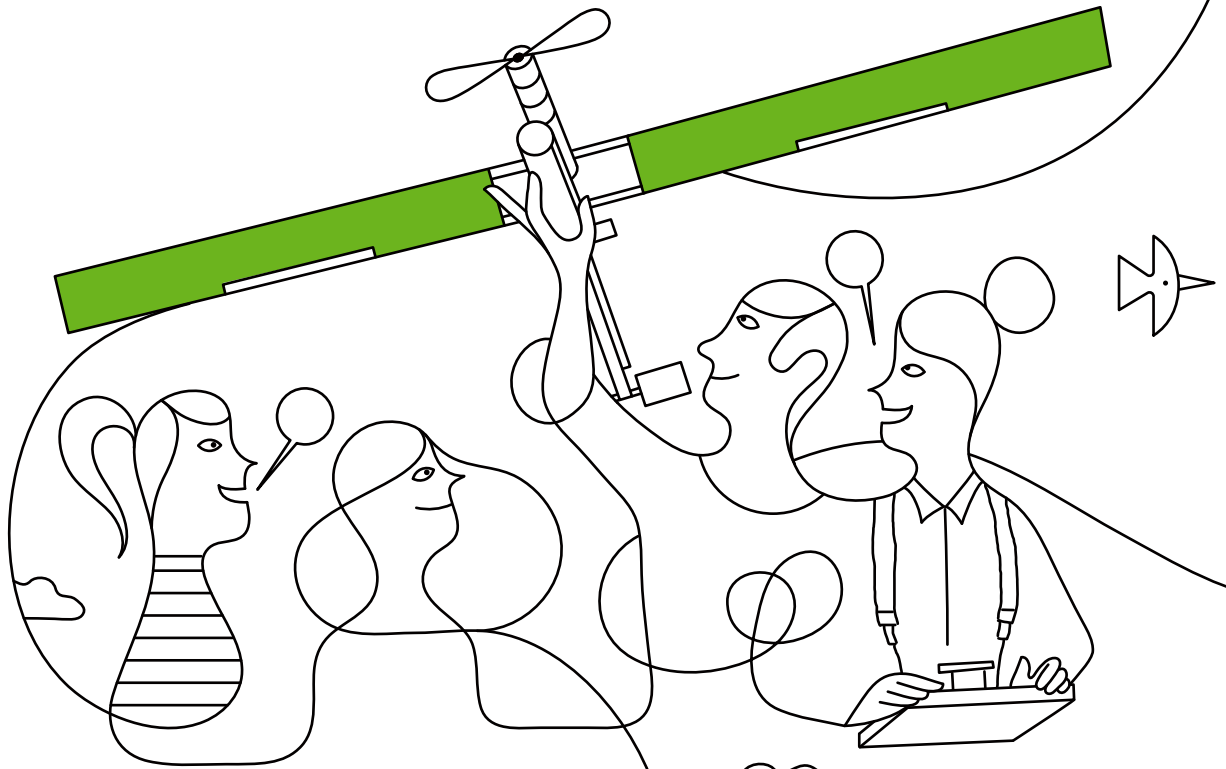
Seiten 40 – 41



Vier Studierenden-Projekte stellen wir ausführlich vor:

Tauchflieger Dipper

S. 6



Inhalt

Forschen für das neue Superfood

S. 30



Mit dem eigenen Bioreaktor nach Boston

S. 14



Inhalt



Singapur:
Ideen für fast
unlösbare
Probleme
entwickeln

S. 26

PROJEKTE IM CURRICULUM

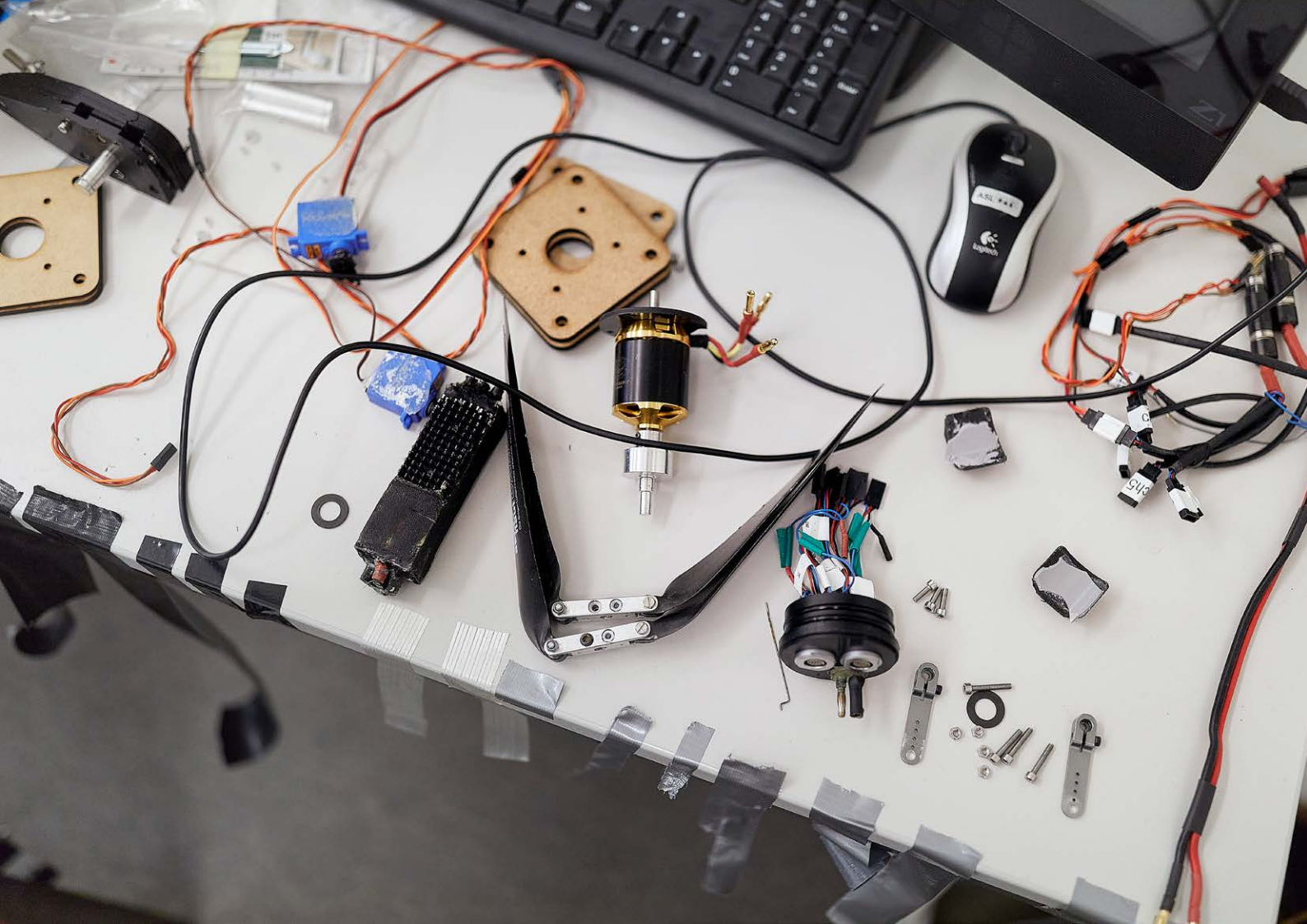
Projektbasierte Lehre findet immer mehr Verbreitung. Am Departement Maschinenbau und Verfahrenstechnik der ETH Zürich sind bereits 2006 die sogenannten Fokus-Projekte entstanden. Bachelor-Studierende entwickeln in interdisziplinären Teams innerhalb von neun Monaten aus einer Idee ein innovatives Produkt. Vor einer ähnlichen Aufgabe stehen Studierende, die sich für das Modul «Synthetische Biologie 2» einschreiben und am iGem-Wettbewerb mitmachen.

Lernen dank Hindernissen

Studierende der Maschineningenieurwissenschaften können ihre abstrakt erworbenen Kenntnisse in sogenannten Fokus-Projekten in die Praxis umzusetzen. In Teamarbeit verfolgen sie dabei verrückte Ideen – und betreten technologisches Neuland, wie die Entwicklung des Tauchfliegers Dipper zeigt.

Von Ori Schipper
Fotos: Stefan Weiss





Simon Jeger und Friedrich
Rockenbauer arbeiten
am Tauchflieger Dipper.



Das schmucklose Büro wirkt mit

seinen unaufgeräumten Pulten entlang der Wände zwar ein bisschen trostlos, doch dafür sticht das Prunkstück umso mehr ins Auge: ein etwas mehr als ein Meter langes Flugzeug, das nicht nur fliegen, sondern auch tauchen kann. An ihrem «fliegenden U-Boot» haben acht ETH-Studenten, sechs davon sind Maschinenbauer, zwei Elektrotechniker, ein Jahr lang gemeinsam getüftelt. Am Anfang stand eine verrückte Idee – und der Wille, etwas «herzustellen, was es noch nicht gibt», sagt Simon Jeger, Maschinenbau-Student und Leiter des Fokus-Projekts namens Dipper.

Seine Begeisterung ist spürbar, ja aufgrund seiner einnehmenden Art ansteckend. «Mich hat die Fortbewegung in der Luft und unter Wasser schon von klein auf fasziniert, und diese beiden Welten in einem Projekt zu vereinigen, war für mich deshalb besonders reizvoll», erzählt Jeger. Die Idee für sein Fokus-Projekt ist schon im Frühling 2018 im Gespräch mit einigen Kollegen und Professor Roland Siegwart, dem Leiter des Autonomous Systems Lab am Institut für Robotik und Intelligente Systeme, entstanden. «Wir hatten Dutzende von Ideen, aber haben uns aus Machbarkeitsgründen dann relativ rasch auf diese technologische Herausforderung geeinigt», sagt Jeger.

DIE IDEE VOM TAUCHFLIEGER

Dann kam schon bald die Infoveranstaltung im Mai, an der die Studierenden im vierten Semester erfahren, an welchen Fokus-Projekten sie im nächsten Studienjahr mitarbeiten können. Neben fünf Professoren, die ihre Ideen – etwa für eine fliegende Windturbine oder für ein neues Exoskelett für Paraplegiker – präsentierten, stellte auch Jeger seine Idee vom Tauchflieger vor. Sein Projekt stiess auf Interesse. «Obwohl sich die 14 Credits rein vom Zeitaufwand her nicht rechnen, sind Fokus-Projekte beliebt. Es können nicht alle Studierenden mitmachen, die sich bewerben», sagt Jeger. Deshalb treffen die Professoren, die die Projekte betreuen, eine Auswahl – und stellen schliesslich die Teams zusammen.

Die meisten seiner Mitstreiter kannte Jeger vor dem Projektstart nur oberflächlich. Zu Beginn des Herbstsemesters 2018 ging es deshalb auch darum, wie die Arbeit sinnvoll aufgeteilt werden und wer wo seine spezifischen Stärken nutzen kann. Als Leiter des Fokus-Projekts habe er etwa seine im Militär erworbene Planungs- und Führungserfahrung

einbringen können. Es galt beispielsweise zu berücksichtigen, dass sich einige intensiver am Projekt beteiligten als andere, aber trotzdem alle zum Team gehörten. «Die Teamarbeit hat sehr gut funktioniert – und immer wieder grossen Spass gemacht», sagt Jeger. Er hat beobachtet, wie die Leute im Team mit der Zeit immer mehr in ihre unterschiedlichen Rollen gewachsen sind.

Bei Dipper formten sich rasch drei Unterteams. Die erste Gruppe kümmerte sich um die ideale Struktur des Flug- und Tauchgeräts. Neben Jeger mit dabei: Max Berger, gelernter Konstrukteur mit Erfahrungen im Bereich 3-D-Modellierung, der es spannend findet, «auf einem weissen Blatt Papier anzufangen und auf noch unbekanntem Weg ein mechatronisches System zu konstruieren», wie Berger auf der Projektwebsite (dipper.ethz.ch) seine Aufgaben beschreibt. Herausgekommen ist dabei ein Flugzeug, das – wie ein Tölpel auf Fischjagd – die Flügel nach hinten klappen und im Sturzflug auf 130 Stundenkilometer beschleunigen kann.

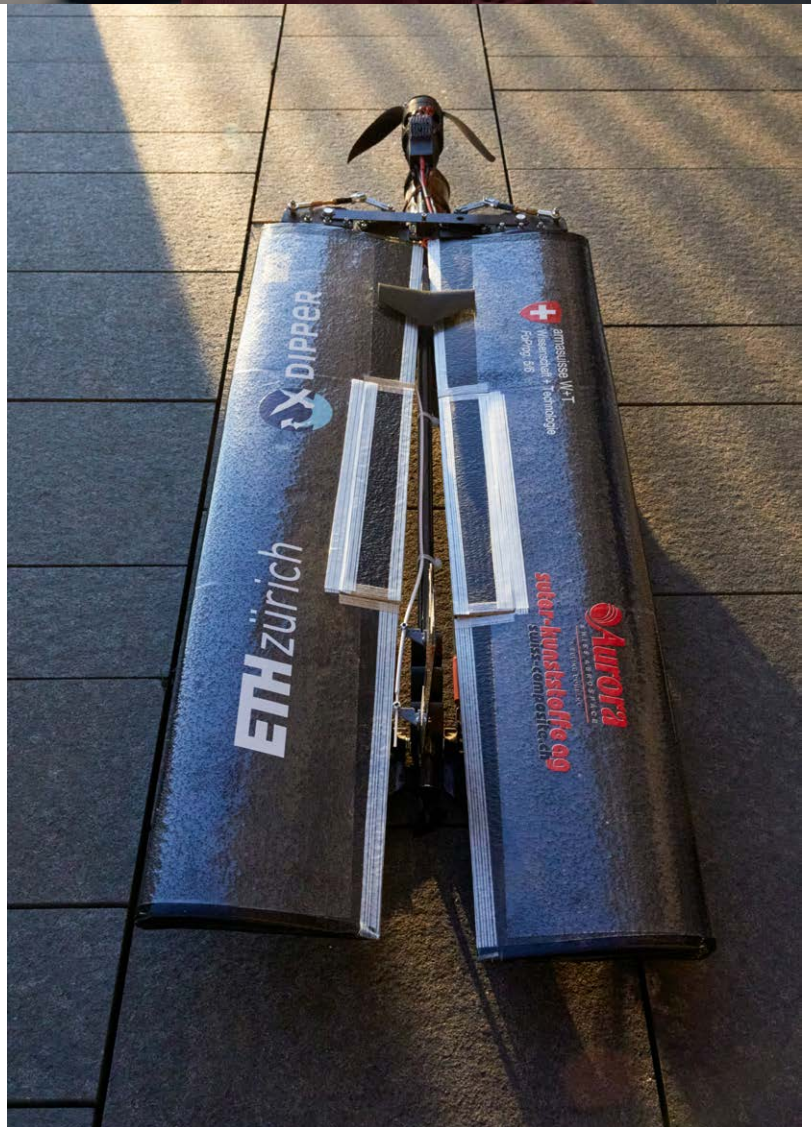
Die zweite Gruppe entwickelte verschiedene Ideen für den Antrieb. «Wir haben zuerst auf Impeller gesetzt», sagt Jeger. Solche von einem röhrenförmigen Gehäuse umschlossene Propeller kämen sowohl bei Flugzeugen als auch bei Jetskis zum Einsatz, doch mit völlig unterschiedlichen Drehzahlen, wie sie bald feststellen mussten. «Wir haben gemerkt, dass wir mit dem Impeller nicht genügend Schub produzieren, um das Flugzeug wieder aus dem Wasser zu kriegen», erinnert sich Jeger. Eine andere Lösung musste her.

DAS WUNSCHANTRIEBSKONZEPT VERSENKEN

Also konzipierte Marvin Harms, der sich selbst als «Schub-Guru» des Dipper-Teams bezeichnet, mit seinem Kollegen Noah Kaufmann einen hybriden Antrieb, in dem ein einziger Motor sowohl mit einer Luftschraube an der Nasenspitze des Flugzeugs als auch mit einer Schiffsschraube am Schwanz verbunden ist. Je nachdem, in welche Richtung der Motor dreht, bringt er die vordere oder die hintere Schraube zum Rotieren. Sechs Wochen nach Beginn ihrer Arbeiten hielten die Studenten auf der Projektwebsite erleichtert fest: «Nach ernüchternden Tests in der Limmat mussten wir unser Wunschantriebskonzept [...] versenken. Die Stimmung im Propulsion-Team stieg aber spätestens, als wir bei schönstem Herbstwetter die Schiffsschraube durch den Katzensee tuckern liessen.»



Das Flugzeug kann mit eingeklappten Flügeln auch tauchen.



Die dritte Gruppe im Dipper-Team war für die Regelung und Steuerung des Tauchfliegers verantwortlich. Hier fanden die beiden Elektrotechniker ihr Spielfeld. In der Luft könne der Tauchflieger von Hand gesteuert werden, doch unter Wasser funktioniere das nicht, weil das Wasser sowohl die Signale der Fernsteuerung wie auch des GPS-Koordinatensystems absorbiere, erklärt Jeger. Für die Tauchphase hätten sie deshalb einen Autopiloten programmieren und in eine wasserdichte Kapsel einschliessen müssen.

VERLUST DER ELEKTRONIK

Bei den Tests im Hallenbad Bungertwies, das sie jeweils donnerstags von 10 Uhr abends bis 5 Uhr morgens als Versuchsbecken nutzen durften, merkten die Studenten jedoch bald, dass ihre 3-D-gedruckten Prototypen die Elektronik nur ungenügend schützten. «Wie wohl die meisten U-Boot-Bauer zweifelsfrei bestätigen können, ist der Kampf gegen eindringendes Wasser eine der grössten Herausforderungen. Besonders wenn, wie in unserem Fall, eindringendes Wasser gleichbedeutend mit dem Verlust der gesamten Elektronik ist», trugen die Studenten als Neuigkeit der Woche 23 auf der Projektwebsite ein, nur um zwei Wochen später auszurufen: «Wer glaubt, der Flugzeugbau sei die Königsdisziplin des Maschinenbaus, soll versuchen, unter Wasser Elektronik von der Feuchtigkeit fernzuhalten!»

Dank ihrer Hartnäckigkeit und ihrem Einfallsreichtum gelang es den Studenten schliesslich doch, die Elektronik abzudichten. Ganz allgemein, meint Jeger, sei der Lernprozess iterativ verlaufen, sie hätten beim Bau aller drei Versionen ihres Tauchfliegers immer wieder hinzugelernt. «Wenn ein komplexes Problem unlösbar wirkt, lässt es sich oft auf Teilprobleme herunterbrechen, die einfacher zu bewältigen sind», sagt Jeger. Rückblickend war für Jeger auch wichtig zu lernen, dass man nicht immer alles berechnen muss, um ans Ziel zu gelangen. Einige Probleme seien mathematisch gut beschreibbar, andere hingegen so komplex, dass man mit gut durchdachten Tests viel weiter komme als mit Modellierungen.

Für Roland Siegwart, der seit 2006 eine Vielzahl von studentischen Arbeiten betreut und begleitet hat, beweisen solche Aussagen, dass Fokus-Projekte für Studierende nicht nur ausgezeichnete Gelegenheiten sind, Ideen kreativ umzusetzen, sondern dass dieses Lehrformat den angehenden Maschinenbauerinnen und -bauern auch zeigt, was es heisst, Ingenieurinnen und Ingenieure zu sein. «Im Bachelor-Studiengang erwerben die Studierenden sehr gute theoretische

«Die Studierenden müssen Umsetzungsentscheide fällen. Das führt zu einem vertieften Verständnis.»

Prof. Dr. Roland Siegwart

Grundlagen, aber die Kenntnisse bleiben oft abstrakt», sagt Siegwart. «In den Fokus-Projekten müssen sie jedoch Dinge erarbeiten und wohlüberlegte Umsetzungsentscheide fällen. Das führt oft zu Aha-Erlebnissen und einem vertieften Verständnis.»

INTENSIVE UND BEREICHERNDE ZEIT

Das Angebot der Fokus-Projekte stehe grundsätzlich allen Studierenden der Maschineningenieurwissenschaften offen, doch es spreche nicht alle an, sagt Siegwart. Er setzt bewusst auf eine freiwillige Teilnahme und findet es deshalb gut und richtig, dass sich nur etwa 20 bis 30 Prozent der Studierenden in einem Fokus-Projekt einbringen, auch weil die Arbeitsplätze begrenzt seien – und das Coaching gewährleistet werden müsse. «Wir wollen engagierte und motivierte Leute. Macherinnen und Macher mit einem hohen Drive, die den Nutzen ihrer Arbeit sehen und deshalb auch bereit sind, viel Energie in ein Projekt zu stecken», sagt Siegwart.

Nach dem Abschluss eines Fokus-Projekts hört Siegwart von den Studierenden oft, dass sie zwar froh seien, dass die intensive und kräftezehrende Phase vorbei sei, aber dass sie diese Zeit als extrem bereichernd einschätzten. Es gebe auch immer wieder

Ideen, die dann etwa im Master-Studium weiterverfolgt würden, sagt Siegwart. Und: «Aus den Fokus-Projekten sind schon vier Start-ups entstanden. Eine dieser Firmen, Wingtra, produziert Drohnen, die vertikal starten und landen können, und hat unterdessen mehr als 70 neue Arbeitsplätze geschaffen.»

AUCH UNERWARTETE TÜREN GEÖFFNET

Von einer kommerziellen Anwendung sei Dipper zwar noch weit entfernt, meint Simon Jeger. Theoretisch könne er sich einen Einsatz des Tauchfliegers zum Sammeln von Wasserproben vorstellen, etwa um rasch abschätzen zu können, wie weit sich das Öl nach einem Tankerunfall in schwer zugänglichen Gebieten ausbreitet. Doch es hätten sich auch unerwartete Türen geöffnet. So habe etwa die BBC ihr Interesse signalisiert. Sie könnte vielleicht mit dem Gerät, das wie ein Tölpel ins Wasser eintauchen und wie ein Pinguin auch wieder aus dem Wasser herausspringen kann, neue Aufnahmen für ihre gewohnt spektakulären Natur- und Tierfilme machen.

Doch das ist im Moment noch Zukunftsmusik. Vorerst ist Jeger mit seinem Master-Studium beschäftigt. Trotzdem lassen ihm die Fokus-Projekte keine Ruhe: Im neuen Studienjahr begleitet er als Coach ein Team von Studierenden, die eine Drohne entwickeln wollen, die andere Drohnen in der Luft einfangen kann. Zusammen mit zwei Doktoranden aus der Forschungsgruppe von Siegwart trifft er sich regelmässig mit den Studierenden, die zu Beginn ihres Projekts in der Designphase stecken und wichtige Entwicklungsentscheide treffen müssen. Jeger hört sich die Überlegungen an und berücksichtigt für die Bewertung, wie sinnvoll oder nachvollziehbar sie sind. Gleichzeitig versorgt er die Studenten mit praktischen Tipps und Tricks. «Oft stehen sie vor ähnlichen Problemen, die auch wir lösen mussten», sagt Jeger. •



Dipper beim Auftauchen und Abheben (Video-Screenshot).

WEITERBILDUNG

Herausforderungen in Entwicklungsländern erleben

Das Herzstück des Master of Advanced Studies (MAS) in Entwicklung und Zusammenarbeit findet nicht in der Hochschule statt, sondern überall auf der Welt. Bereits nach einem Semester geht es für die jährlich 24 Studierenden ins Ausland. Brasilien, Haiti, Albanien, Namibia, Kirgistan oder Thailand sind nur einige der Länder, in denen im letzten Jahr ETH-Studierende waren.

Der zweijährige Weiterbildungs-Studiengang unter der Leitung von Isabel Günther, Professorin für Entwicklungsökonomie, und Fritz Brugger, Programmkoordinator, bereitet die Studierenden auf eine Laufbahn in der internationalen Zusammenarbeit vor. Er richtet sich an ausgebildete Fachleute, die ihr Wissen im Bereich der globalen Entwicklung einsetzen möchten. Ein Hochschul-Abschluss auf Master-Stufe in einer technischen, natur-, sozial- oder geisteswissenschaftlichen Disziplin ist für die Teilnahme Voraussetzung.

Der MAS steche vor allem wegen seiner starken Praxisorientierung heraus, sagt Brugger. Frontalunterricht gibt es in den beiden Semestern vor und nach dem Aufenthalt kaum. «Die Klassengrösse erlaubt einen sehr interaktiven, dialogorientierten Unterricht» sagt Brugger. Einzel- und Gruppenarbeiten geniessen einen hohen Stellenwert. Im Vertiefungssemester reflektieren die Studierenden ihre Erfahrungen aus dem Ausland und machen sie anderen in Präsentationen, Diskussionen und Arbeiten zugänglich. Inputs kommen zudem von Gastdozierenden aus unterschiedlichsten Gebieten: von Konfliktforschern, Wasserfachleuten oder Ethikern. «Herausforderungen in Entwicklungsländern sind multidimensional», erklärt Brugger. «Um die Zusammenhänge zu verstehen, braucht es mehr als technisches Wissen.»

MIT DATEN AUS DER REALEN WELT

Maschinen das Denken beibringen

Sie erkennen menschliche Gesichter oder Stimmen, klassifizieren Texte nach dem Inhalt oder scannen Gewebeproben nach Anzeichen von Krebs. Selbst lernende Algorithmen werden in vielen Bereichen wichtiger. Joachim Buhmann, Informatik-Professor an der ETH Zürich, leitet die Veranstaltung «Advanced Machine Learning», die jedes Jahr etwa 600 Master-Studierende verschiedener Fächer besuchen.

Während der wöchentlichen Vorlesungen und der klassischen Übungen lernen die Studierenden verschiedene Algorithmen für überwachtes und unüberwachtes maschinelles Lernen kennen. Zusätzlich führen sie auch Projektarbeiten durch. Darin wenden sie das Gelernte auf aktuelle Daten aus der realen Welt an. Beispielsweise erhalten sie die Aufgabe, einen Algorithmus zu entwerfen und zu programmieren, der Bilder von Gehirnschans auf Anzeichen von Demenz analysiert und diese nach dem Schweregrad klassifiziert. In den Projekten kommen nicht selten neue Lösungsansätze zustande, welche Studierende später in einer Semester- oder Master-Arbeit weiterentwickeln. •

EINSATZ VOR ORT

Die Auslandsaufenthalte dauern acht bis zehn Monate. Während dieser Zeit sind die Studierenden in ihre jeweiligen Projekte eingebunden. Die Dozierenden sowie je ein Mentor oder eine Mentorin (ehemalige Studierende) stehen ihnen bei Bedarf zur Seite. Die Studierenden arbeiten in den verschiedensten Projekten: vom Entwickeln eines Systems für sanitäre

Anlagen auf Haiti über die Mitarbeit in einem Flüchtlingsprogramm im Libanon bis hin zum Aufbau einer Missernte-Versicherung für asiatische Bauern.

Das Vermitteln von Projekteinsätzen funktioniert wie ein umgekehrter Arbeitsmarkt. Dabei schickt das Center for Development and Cooperation (NADEL) als Organisator des Studiengangs die Lebensläufe der Studierenden an verschiedene Partnerorganisationen. Diese machen jenen Studierenden ein Angebot, die sie für ein konkretes Projekt gebrauchen könnten. «Erfahrungsgemäss können die Studierenden dann zwischen mehreren Optionen auswählen», sagt Brugger. Bei den Partnern handelt es sich um staatliche Entwicklungsorganisationen, Hilfswerke, NGOs und Stiftungen. Einen Lohn erhalten die Studierenden nicht, ihre Reise- und Lebenskosten vor Ort werden aber durch die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) gedeckt. •

MATERIALWISSENSCHAFTEN

Von der Aufgabe zum Projekt

Während der ersten Semester des Studiums in Materialwissenschaften wird nur unter enger Aufsicht und klaren Vorgaben im Labor experimentiert – auch aus Sicherheitsgründen. Im dritten Jahr folgen Forschungspraktika und Bachelor-Arbeit. Darum hat der Dozent Martin Willeke ein Laborpraktikum etabliert, das einen sanften Übergang schaffen soll. «Mit dem Praktikum wollen wir den Schritt von klar umrissenen Aufgaben hin zu ergebnisoffenen Projekten erleichtern», sagt Willeke. Die Studierenden lösen in Gruppen und relativ selbstständig ein Problem. Sie bauen zum Beispiel eine Magnetwaage, die sie für spätere Experimente brauchen. «Wie sie zum Ziel kommen, ist ihnen überlassen», sagt Willeke. So können beispielsweise verschiedene Materialien verwendet werden – beliebt sind PET-Flaschen oder Lego. Auch Styropor wird immer wieder verwendet, was sich als ungeeignet herausstellt, da sich dieses Material auflädt und so die Ergebnisse verfälscht. «Solche Fehler gehören dazu und sind wichtige Lerneffekte», sagt Willeke. •

MASTER IN CYBERSECURITY

Mit der EPFL gegen Cyberrisiken

In einer zunehmend vernetzten Gesellschaft stellen Cyberrisiken eine grosse Gefahr dar. Hacker stehlen vertrauliche Daten von Unternehmen, organisierte Gruppen attackieren wichtige Infrastruktursysteme oder Staaten führen gezielte Cyberattacken aus. Um solche Bedrohungen abzuwenden, braucht es spezifisches Fachwissen und gut ausgebildete Expertinnen. Um die Ausbildung von IT-Sicherheitsspezialisten

und Forschenden im Bereich Cybersecurity zu fördern, bieten die ETH Zürich und die EPFL mit Unterstützung des Bundes seit Herbst 2019 den schweizweit ersten Master-Studiengang in Cybersecurity an. Damit baut die ETH auf die Erfolgsgeschichte des seit 2003 bestehenden Zurich Information Security and Privacy Center.

Die Studieninhalte umfassen Kryptografie, Hardware-, Software- und Netzwerksicherheit sowie Methoden zur Gewährleistung von System-sicherheit und Nutzervertrauen. Die Studierenden aus Zürich verbringen mindestens ein Semester in Lausanne und erhalten so einen Einblick in die Arbeit der EPFL. «Die Studierenden erhalten eine breite und fundierte Ausbildung», sagt Peter Müller, Professor

für Informatik, der mit der Konzeption und dem Aufbau des Studiengangs betraut war. Der Studiengang enthält neben der Master-Arbeit und einem Praktikum auch ein Semesterprojekt, bei welchem Studierende ihr Wissen anwenden und selbstständig ein technisch-wissenschaftliches Problem lösen müssen. •



FRAGILE

Mit dem eigenen Bioreaktor nach Boston

Ein leeres Labor, ein Budget und ein
wöchentlicher Termin mit Betreuerinnen oder
Betreuern: Studierende, die sich für das
Modul «Synthetische Biologie 2» am
Departement für Biosysteme der ETH Zürich
in Basel einschreiben, organisieren ihre
Projektarbeit selbst.

Von Andres Eberhard
Fotos: Stefan Weiss

Im

Oktober 2019 stehen acht junge Menschen mit einer grossen Holzkiste am Flughafen Zürich. Sie sind nervös, als sie ihr Gepäck am Check-in abgeben und ihre Bordkarte nach Boston entgegennehmen. Denn die Fracht ist wertvoll. Sie ist das Ergebnis von fünf Monaten Arbeit, inklusive vieler Nächte.

Bei den Fluggästen handelt es sich um Studierende des Departements für Biosysteme in Basel. In der Holzkiste befindet sich ein selbst gebauter Bioreaktor. Ziel ist das Convention Center in Boston, wo die Endausscheidung des Wettbewerbs International Genetically Engineered Machine (iGEM) stattfindet.

Seit 2005 nimmt jährlich eine ETH-Delegation an dieser internationalen Ausschreibung teil. Studierende aus der ganzen Welt stellen dort Projekte aus dem Gebiet der Synthetischen Biologie vor. Der Anlass wird immer grösser – 2019 kamen über 350 Teams und insgesamt fast 6000 Teilnehmer. Eine Jury prämiert die besten Arbeiten.

MODIFIZIERTE PHAGEN GEGEN BAKTERIEN

Als die acht Studierenden in Boston aus dem Flugzeug steigen, sind sie erleichtert. Der Bioreaktor ist heil angekommen. «Wir haben ihn mit viel Schaummaterial geschützt», erzählt Cheyenne Rechsteiner (25) einige Wochen später. Sie ist Studentin im Master Biotechnologie und Teil des ETH-Teams. Die aus einem Metallrahmen, drei Flaschen, mehreren Schläuchen und vielen Drähten und Platinen bestehende Konstruktion ist das Herz des Projekts: Darin sollen einst Krankheitserreger gezüchtet und mit Bakteriophagen in Kontakt gebracht werden können.

Phagen sind spezielle Viren und quasi die natürlichen Feinde von Bakterien. Richtig eingesetzt, könnten sie eine Alternative zu Antibiotika sein. Das Problem ist, dass natürliche Phagen sehr spezifisch sind und nur bei einer begrenzten Anzahl von Erregern wirken. Deshalb setzten sich die ETH-Studierenden zum Ziel, die Phagen zu modifizieren und dadurch die Anzahl an Variationen zu erhöhen. Auf diese Weise könnte die Therapie in Zukunft grosse Fortschritte machen. Das könnte dereinst so aussehen: dem Patienten wird Blut entnommen, worauf der Krankheitserreger isoliert und im Bioreaktor kultiviert wird. Dieser wird mit einer grossen Anzahl Phagen in Kontakt gebracht. Nun stellt sich heraus, welcher Phage den Erreger beseitigen kann. Dieser wird schliesslich bei der Behandlung eingesetzt.

Eine Sammlung von im Labor modifizierten Phagen gibt es bis jetzt noch nicht. Derzeit werden Phagen aus der Natur isoliert und anschliessend charakterisiert. Dies ist ein sehr aufwendiger Prozess, den die Studierenden vereinfachen und verbessern wollen, und zwar mithilfe einer Phagenbibliothek, die im Bioreaktor den spezifisch wirksamen Phagen detektiert.

Das Thema, das die Studierenden gewählt haben, ist hochaktuell: So stösst die Therapie mit Antibiotika derzeit an ihre Grenzen. Es entwickeln sich immer mehr multiresistente Keime, gegen die gewöhnliche Antibiotika nicht ankommen. Im schlimmsten Fall werden einfache Infektionen in Zukunft wieder lebensgefährlich. Aus diesem Grund erlebt die Forschung zur Phagentherapie derzeit ein Comeback. Diese wurde zwar schon vor vielen Jahren entdeckt. Doch weil sich Antibiotika als wirksamer herausstellten, verpuffte das Interesse – zumindest in westlichen Ländern. So ist die Behandlung mit Phagen hier nur in seltenen Ausnahmefällen zugelassen, während sie in den Ländern der ehemaligen Sowjetunion seit je weit verbreitet ist.

Für ihr Projekt arbeiteten die acht ETH-Studierenden von Juli bis Oktober Vollzeit. «Oder darüber hinaus», sagt András Cook (22), der wie Rechsteiner zum ETH-Team in Boston gehörte. Er lacht und ergänzt: «Die Nächte, die wir im Labor verbracht haben, werden mir sicher in guter Erinnerung bleiben.»

Speziell am Projekt ist, dass es sich um eine Lehrveranstaltung handelt, bei der die Studierenden sehr vieles in Eigenregie verantworten. Schon das Thema wählen sie weitgehend selbstständig. Im Frühling hätten sie sich wöchentlich mit Professoren und Mentoren getroffen, die den Prozess begleiteten, erzählt Cook. «Zu Beginn verfolgte jeder eine eigene Idee. Danach entwickelten wir in Gruppen die vielversprechendsten Vorschläge weiter. Bis nur noch einer übrig blieb.» Rechsteiner ergänzt: «Das Thema Phagentherapie faszinierte uns, weil es relevant ist, es noch nicht so viel Forschung dazu gibt und weil wir einen Ansatz fanden, der machbar ist.»

SELBER ENTSCHIEDEN

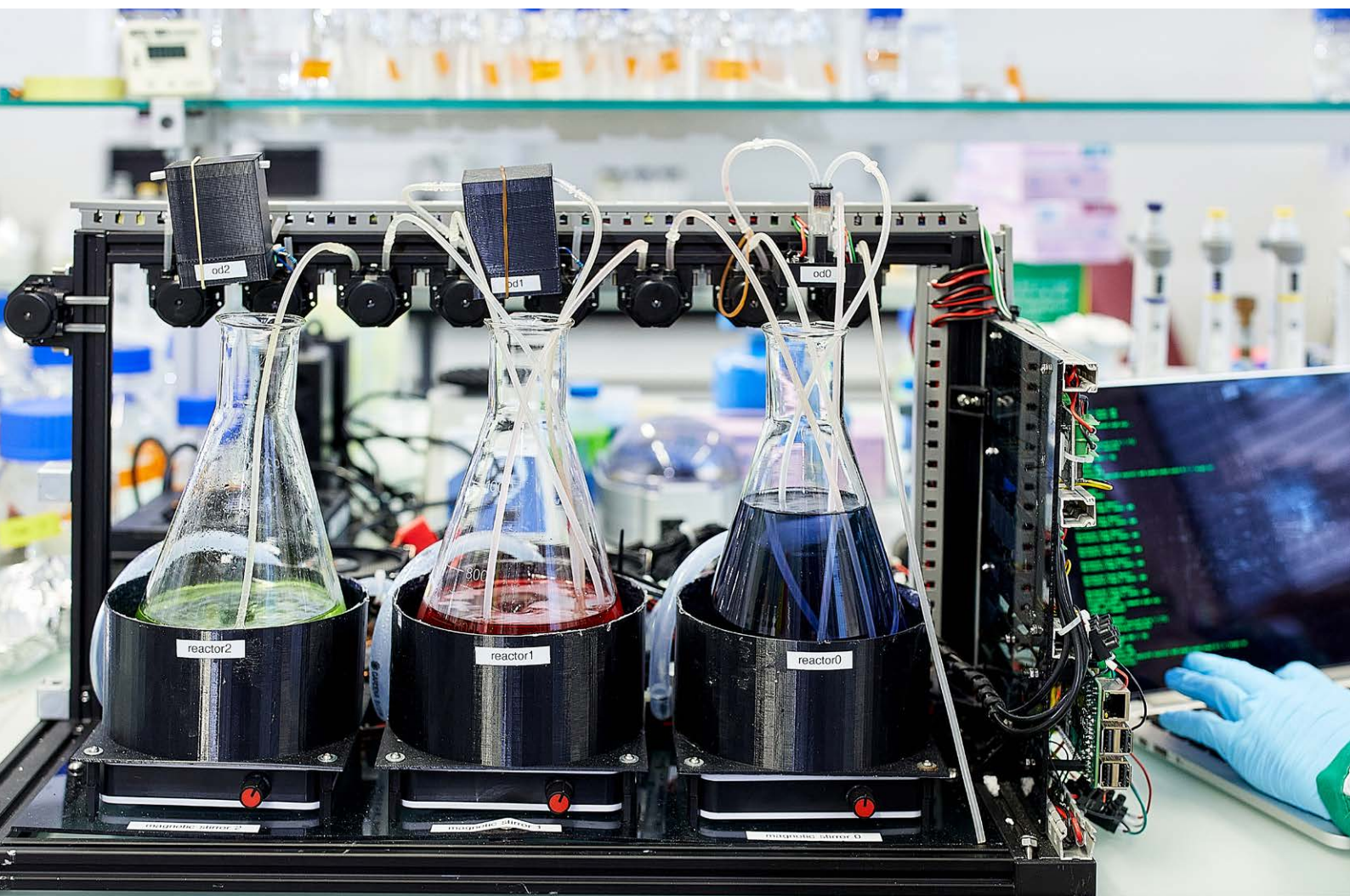
Die Studierenden organisierten sich mehrheitlich selbst. Sie teilten sich in drei Gruppen auf, die unterschiedliche Wege verfolgten, die zum Ziel führen sollten. Eine weitere Gruppe kümmerte sich um den Bau des Bioreaktors. Supervisorinnen und Mentoren halfen, gaben Tipps, aber mischten sich nur wenn nötig ein. «Wir bekamen ein leeres Labor und ein Budget. Dann mussten wir selbst entscheiden, wie

→

«Die Phagentherapie ist relevant und es gibt noch nicht so viel Forschung dazu.»

Cheyenne Rechsteiner, Biologie-Studentin

In der Apparatur sollen Gegenspieler für antibiotikaresistente Bakterien identifiziert werden.





Der Bioreaktor ist bereit für
den Transport nach Boston.

«Ich habe viel
mehr gelernt
als bei einer
normalen
Forschungsarbeit.»

András Cook, Biologiestudent

wir vorgehen», sagt Cook. Und zwar nicht nur, was Themenfindung und Vorgehensweise angeht. Auch das Geld für Material und Reise nach Boston mussten sie selber auftreiben. «Wir verschickten viele Briefe», sagt Rechsteiner. «Am Ende schafften wir es, einen Grossteil der Kosten von rund 35 000 Franken durch Sponsoren zu decken.»

LERNEN, EIGENE IDEEN ZU ENTWICKELN

Geleitet wird das Projekt von den drei Professoren Sven Panke, Yaakov Benenson und Jörg Stelling. «Die Art dieser Lehrveranstaltung ist sicher einmalig», sagt Stelling, der das Projekt seit 2005 begleitet und jeweils auch mit nach Boston fliegt. «Sie ist komplett projektbezogen.»

Hinter der Idee, einen Wettbewerb als Lehrformat anzubieten, steckt die Überzeugung, dass Studierende mehr lernen, wenn sie ein Projekt von A bis Z selbst gestalten können. Durch die Eigenverantwortung sei die intrinsische Motivation höher, sagt Stelling. «Die Studierenden lernen, eigene Ideen umzusetzen.» Motivierend wirke aber auch das Format mit seinem engen Zeitrahmen und der abschliessenden Präsentation in Boston, wo die Studierenden mit anderen hochkarätigen Teams (z. B. Harvard, MIT, Stanford) konkurrieren.

Die Aufgabe der Dozenten sei, den Prozess in die richtige Richtung zu steuern, sich aber wenn immer möglich zurückzuhalten. «Vorzugsweise intervenieren wir nicht explizit», sagt Stelling. Vor allem bei der Ideenfindung und der Strukturierung der Projektarbeit bräuchten die Studierenden erfahrungsgemäss Unterstützung – damit interessante, neue und realistische Projekte verfolgt werden und danach die Prioritäten richtig gesetzt werden. Zusätzlich zu den wöchentlichen Sitzungen mit den drei Professoren stehen den Studierenden als eine Art Coaches Mentoren zur Seite. Das sind Doktorierende, die in der Regel in früheren Jahren schon einmal am Wettbewerb teilgenommen hatten. «Sie helfen bei täglichen Problemen, etwa wenn Experimente nicht gelingen oder es um die Diskussion technischer Details geht», erklärt Stelling.

Natürlich hat die Veranstaltung auch inhaltliche Lernziele. Diese beschränken sich aber nicht auf den Fachbereich Bioengineering. Vor allem in der Projektplanung sollen Studierende Fortschritte machen – schliesslich sehen sie sich mit einer Bandbreite von Aufgaben und Problemstellungen konfrontiert, die über die Arbeit im Labor hinausgehen. «Kommt dazu, dass die Studierenden in der Lage sein müssen,

im Team zusammenzuarbeiten.» Das funktioniere manchmal gut, manchmal weniger gut, sagt Stelling, «In diesem Jahr hat es sehr gut funktioniert.»

Für das Modul erhalten die Studierenden acht ECTS-Punkte. Im Vergleich zu Forschungsarbeiten, die ungefähr gleich viel einbringen, sei der Aufwand gross, betonen die Studierenden. Und sind dennoch begeistert. «Ich habe eindeutig viel mehr gelernt als in einer Lehrveranstaltung oder bei einer normalen Forschungsarbeit», sagt Cook. «Ich kann jetzt zum Beispiel eine DNA zusammenbauen.» Auch Rechsteiner äussert sich positiv. «Ich komme gerne an meine Grenzen und arbeite viel, wenn ich dabei auch viel bewegen kann.»

Was dabei herauskommen kann, wenn man motivierten Studierenden weitgehend freie Hand lässt, zeigt das letztjährige iGEM-Projekt beispielhaft. Indem sie neue Bindungsproteine schufen und damit die natürlichen Phagen modifizierten, konnten sie eine Phagenbibliothek mit rund 10 000 Varianten erstellen. «Die Studierenden haben es sehr weit gebracht», sagt Supervisor Stelling. «Wir sind extrem zufrieden. Und diskutieren intern darüber, ob und in welcher Form wir das Projekt weiterführen können.» Es wäre nicht das erste Mal, dass ein ehemaliges iGEM-Projekt den Anstoss für weitere Forschung gibt.

Die fünf Tage in Boston von Ende Oktober waren für die Studierenden der Abschluss eines aussergewöhnlichen halben Jahres. Von der Jury wurden sie für die intensive Arbeit schliesslich mit einer von total 163 Goldmedaillen belohnt. Ganz zu Ende war ihre Reise aber noch nicht. Gemeinsam reisten sie weiter nach New York. Den Bioreaktor hatten sie dieses Mal aber nicht im Gepäck – der Ausflug war privat. Ferien in einer bunt zusammengewürfelten Gruppe, in der sich ein halbes Jahr davor kaum jemand kannte? «Die vielen Tage und Nächte im Labor haben uns zusammengeschweisst», sagt Cook. •

Die (Wieder-) Entdeckung der Selbstständigkeit

Die Digitalisierung ändert die Art, wie wir leben, arbeiten, kommunizieren oder uns Informationen beschaffen. Der in immer schnelleren Zyklen verlaufende technologische Wandel fordert uns alle heraus. Wenn unsere Absolventinnen und Absolventen die Hochschulen verlassen, haben sie in der Regel etwa 40 Arbeitsjahre vor sich. Das ist eine lange Zeit angesichts des rasanten Wandels! Und daraus resultiert für uns als Lehrende eine Verantwortung. Wir sind als Hochschulen in der Pflicht, die Studierenden auf diese agile, sich schnell ändernde Lebens- und Arbeitswelt vorzubereiten.

Der Schlüssel dazu – und das ist genau genommen keine neue Erkenntnis – ist neben einer fundierten Fachlichkeit die Förderung einer individuellen Selbstkompetenz. Der Umgang mit Veränderungen und Unsicherheiten erfordert Urteilsvermögen, kritisches Denken, Kreativität und Bereitschaft zur Mitgestaltung. Es geht dabei darum, Verantwortung für sich selbst und für andere zu übernehmen, also ein Verständnis der eigenen Rolle als Mitglied der Gesellschaft zu entwickeln.

WAS IST SELBSTKOMPETENZ?

Angesichts der skizzierten Entwicklungen gewinnen Kompetenzen an Bedeutung, die der reinen Fachlichkeit übergeordnet sind und die Individuen dazu befähigen, sich selbst zu reflektieren und die eigene Biografie selbstständig durch lebenslanges Lernen zu gestalten. Neben all der Vermittlung anspruchsvollen Wissens und der zugehörigen Fertigkeiten ist es auch die

unmittelbare Aufgabe der Universität, die Studierenden dazu zu befähigen, selbstständig aktuelle und zukünftige Herausforderungen planvoll und reflektiert zu lösen. Es gilt also, fachliche und personale Kompetenzen miteinander zu verbinden.

Eine kompetente Person verfügt über fundiertes fachliches Wissen, über angemessene Fertigkeiten, über soziale Kompetenzen im Umgang mit anderen und über individuelle Selbstkompetenz.

Die Selbstkompetenz ist dabei mehr als die bloße Selbstständigkeit, denn sie beinhaltet daneben auch Verantwortung, als Bereitschaft, selbstgesteuert zur Gestaltung von Prozessen beizutragen, die Reflexivität, als Fähigkeit aus Erfahrung zu lernen und kritisch zu denken und zu handeln, und letztlich die Lernkompetenz, um sich ein realistisches Bild vom Stand der eigenen Kompetenzentwicklung machen zu können und diese zielgerichtet weiter voranzutreiben. Diese Kompetenz finden wir allerdings bei einem Blick in unsere Studiengangs- und Modulbeschreibungen nur selten und wenn, dann kaum curricular strukturiert.

Das überrascht, denn eine akademische Professionalität meinte schon immer, dass Absolvierende der Hochschulen dazu befähigt werden, verantwortungsvoll, frei und selbstbestimmt zu entscheiden und zu handeln. Es geht also nicht darum, die Absolventinnen und Absolventen «für einen sich wandelnden Arbeitsmarkt auszubilden», sondern sie zu mündigen, selbstbestimmten Mitgliedern der Gesellschaft zu machen, ihnen



PROF. DR. SÖNKE KNUTZEN
Leiter des Instituts für Technische Bildung und Hochschuldidaktik,
TU Hamburg

also neben einer fundierten Fachlichkeit und wissenschaftlichen Methodik auch Werthaltungen, Normen und Einsichten zu vermitteln und ihnen Räume zur persönlichen Entwicklung zu geben.

BACK TO THE ROOTS: FORSCHUNGSORIENTIERTES LERNEN

Aber wie lässt sich das realisieren? Das Bild der Massenuniversitäten ist häufig geprägt von grossen Vorlesungssälen und lehrzentrierten Studienformaten. Dabei hat Lernforschung herausgearbeitet, dass die Fähigkeit, in zukünftigen Situationen kompetent zu handeln, nicht allein durch abstraktes Wissen erworben wird. Handlungskompetenzen kommen vielmehr durch erprobte und reflektierte Handlungsstrategien zustande. Einfacher ausgedrückt: Um handeln zu lernen, bedarf es der Handlung.

Das Konzept des forschungsorientierten Lernens eignet sich besonders gut, um eine wissenschaftsbasierte Handlungskompetenz als akademische Professionalität zu fördern. Und es passt hervorragend zudem Selbstverständnis von Universitäten: Es betont die Verbindung von Forschung und Lehre!

Die Forschung bildet den Bezugsrahmen, in dem Lernprozesse arrangiert werden. Ziel ist ein problemorientiertes Lernen zur Erkenntnisgewinnung. Die Lernenden bearbeiten Forschungsfragen mit etablierten wissenschaftlichen Methoden und werden dabei Teil der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Und mehr noch: Durch die Auseinandersetzung mit der Forschung eignen sich die Studierenden eine kritisch-konstruktive Haltung und somit ein wissenschaftliches Selbstverständnis an, das dem oben beschriebenen Ansatz der «akademischen Professionalität» entspricht.

Schritt für Schritt werden Studierende an die selbstständige For-

schung herangeführt. Zuerst rezipieren die Studierenden vorliegende Forschungsergebnisse. Dies erfolgt zumeist im Grundstudium in Form von Vorlesungen. Hilfreich für die Studierenden kann es aber sein, wenn hier zusätzlich auf den Prozess des Erkenntnisgewinns hingewiesen wird. Welche Forschung hat zu den Ergebnissen geführt?

Diese einführenden Vorlesungen werden ergänzt durch Methodenseminare und Exkursionen, um gleich zu Beginn des Studiums einen ersten Eindruck von den wissenschaftlichen Methoden und den Forschungsprozessen zu vermitteln. Wissenschaft – statt Wissen – wird so von vornherein erlebbar.

Im weiteren Verlauf können die Studierenden zunehmend eigenverantwortlich Forschungsergebnisse erzeugen, indem sie recherchieren, Methoden auswählen und entwickeln, Hypothesen bilden und überprüfen oder selbstständig kleinere Experimente durchführen. Wichtig dabei ist, den Blick auf die Forschungsprozesse nicht zu vernachlässigen, indem zum Beispiel Forschungsevaluationen oder Fallstudien durchgeführt oder auch Labor-Volontariate angeboten werden.

Auf diese Weise lernen die Studierenden schrittweise anspruchsvollere Ebenen kennen, bis sie auf der höchsten Stufe – etwa in der Bachelor-Arbeit – selbstkompetent einen ganzen Forschungsprozess durchlaufen können.

NEUE ROLLEN

Die Herausforderung für Universitäten besteht darin, dass Curricula und Lehr-/Lernformen ausreichend Freiräume enthalten müssen, um selbstorganisiertes Lernen und Arbeiten zu ermöglichen. Die universitäre Lehre versteht sich zum Teil also als Unterstützung des eigenständigen Kompetenzerwerbs der Studierenden. Hier zeigt sich der «Shift from

teaching to learning». Lernen ist ein ganzheitlicher und selbstorganisierter Aneignungs- und Entwicklungsprozess der Studierenden, den Lehrende und Institute unterstützen und begleiten.

Das forschungsorientierte Lernen verändert also die Rollen von Lehrenden und Lernenden gleichermaßen: Lehrende agieren nicht mehr allein als Wissensvermittelnde, sondern übernehmen auch Beratungs- und Begleitungsaufgaben. Studierende sind nicht mehr Aufnehmende aufbereitetes Wissens, sondern steuern ihren Lernprozess weitgehend selbst.

ZUKUNFT GESTALTEN!

Die Welt verändert sich schneller, als wir das gewohnt sind. Digitalisierung und Globalisierung sind die Treiber dieser Entwicklung; der Klimawandel und gesellschaftliche Veränderungen erste spürbare Folgen. Unsere Gesellschaft braucht kreative Köpfe, die Ideen entwickeln und diese umsetzen können. Die ETH hat sich auf den Weg gemacht, die Studierenden dabei zu unterstützen, selbstkompetent und wissenschaftsbasiert Probleme zu lösen. Das forschungsorientierte Lernen hat das Potenzial, Strategien und Denkmuster zu fördern, die in einer agilen Welt notwendig sind. Diese Lernform repräsentiert das, wofür Universitäten stehen: die unmittelbare Verbindung von Forschung und Lehre zur Gestaltung der Zukunft! •

INNOVEDUM – DER FONDS FÜR LEHRINNOVATIONEN

Mit dem Innovedum-Fonds unterstützt die Rektorin die Umsetzung von neuen Ideen in der Lehre. Das Hauptziel: das Lernumfeld laufend an die neuen Bedürfnisse von Studierenden anpassen, so dass sie als kritisch denkende Persönlichkeiten in der Lage sind, die Zukunft mitzugestalten. Die folgenden Projekte wurden durch Innovedum unterstützt.

NACHHALTIGES BAUEN

Analysieren, was andere gerade entwerfen

Wie sich Gebäude auf die Umwelt auswirken, lässt sich mit sogenannten Lebenszyklusanalysen berechnen. Diese umfassen Bau, Betrieb, Abriss und Recycling. Doch solche Analysen werden bisher erst dann gemacht, wenn Gebäude bereits gebaut sind. «Dann ist es aber zu spät, um noch etwas zu verbessern», sagt Guillaume Habert, Professor für Nachhaltiges Bauen am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich.

Deshalb ist es wichtig, Lebenszyklusanalysen bereits bei der Planung von Gebäuden durchzuführen. Genau dies lernen Studierende im projektbasierten Kurs «Design-Integrated Life

Cycle Assessment». Dieser wird seit Anfang 2019 departementübergreifend im Master-Studiengang «Integrated Building Systems» angeboten. Das Besondere: Die Studierenden führen Lebenszyklusanalysen an Entwürfen durch, welche eine Entwurfsklasse am Departement Architektur zur selben Zeit ausarbeitet. Dazu verwenden sie verschiedene Module einer Software namens Bombyx, die Haberts Gruppe entwickelt hat. Diese ist in die 3-D-Konstruktions-Software integriert, mit welcher die Architekturstudierenden arbeiten. Auf diese Weise können die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse unmittelbar in die Gebäudeentwürfe einfließen.

«Während der Projektarbeit lernen die Studierenden, sich mit anderen Disziplinen auseinanderzusetzen», sagt Habert. Dazu tragen auch die verschiedenen Fachrichtungen der Dozierenden bei, die unter anderem aus den Bereichen Lebenszyklusanalysen, biobasierte Baustoffe und Informatik kommen. Deren jeweilige Blickwinkel kamen auch im ungewöhnlichen Format der Abschlussprüfung zum Tragen: Die Studierenden diskutierten in Kleingruppen ihre Arbeiten jeweils mit einem der Dozierenden. Dieser rotierte anschliessend weiter zur nächsten Gruppe. So hatte jeder Prüfling gleich mehrmals die Chance, sein Wissen zu zeigen und dabei in der Fachrichtung zu glänzen, die ihm oder ihr am meisten liegt. •

MASTER IN QUANTUM ENGINEERING

Studieren, was es noch gar nicht gibt

Mit einem Master in Quantum Engineering begeben sich die Studierenden auf neues Terrain. «Quantum Engineering gibt es heute noch nicht, also müssen wir es erfinden», sagt Physikprofessor Lukas Nowotny. Im Herbst 2020 startet der zweite Jahrgang dieses neuen Studienganges, der vom Departement für Informationstechnologie und Elektrotechnik und dem Departement Physik angeboten wird. Dessen Weiterentwicklung erfordert auch die Mitgestaltung durch die Studierenden. Darüber hinaus sind selbständige Projektarbeit und Forschung in einem Praktikum, einer Semesterarbeit und in der Masterarbeit fix vorgesehen. •

ONLINE LERNEN, AN DER UNI
DISKUTIEREN

Mathematik für 650 Studierende

Wie gestaltet man eine Vorlesung mit 650 Studierenden, so dass jeder so viel Nutzen wie möglich daraus zieht? Diese Frage stellt sich der Mathematik-Dozent Andreas Steiger, wenn er jeweils die zweiteilige Vorlesung Analysis plant. Der einjährige Basiskurs richtet sich an Erstsemestrige der Studiengänge Materialwissenschaften und Maschinenbau.

Seine Lösung ist eine Mischung aus interaktiven Elementen, Apps und Videos. Auf einer Online-Plattform können Studierende selbstständig mit mathematischen Funktionen experimentieren. Sie können Parameter verändern und sich 3-D-Visualisierungen anschauen, um hinter die Zahlen zu blicken. In den Übungen lösen sie Online-Quizze und erfahren sofort, was richtig und was weshalb falsch war.

Das Vorwissen der Studierenden, die direkt von der Mittelschule kommen, unterscheidet sich in Steigers «Analysis»-Kurs stark. Um schnell auf den gleichen Stand zu kommen, bedient sich der Dozent darum während zweier Wochen des Herbstsemesters der Lehrmethode «flipped classroom». Dabei lernen die Studierenden den Stoff zu Hause, der Fokus in der Vorlesungszeit wird auf Übungen gelegt. Diese können dem individuellen Niveau angepasst werden, die Studierenden unterstützen sich im Rahmen eines Peer Teaching zudem gegenseitig. •

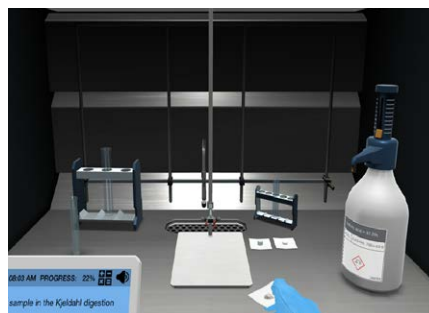
LEBENSMITTELWISSENSCHAFTEN

Virtuell experimentieren

Laborpraktika sind ein wichtiger Bestandteil des Studiums der Lebensmittelwissenschaften an der ETH. Dafür müssen die Studierenden Grundlagen wie Laborsicherheit, die Auswahl der geeigneten Gerätschaften und Gefässe, Abfallmanagement und Berichteschreiben erlernen. Das hat früher viel Zeit beansprucht. Zeit, die für die eigentlichen Experimente fehlte.

Um das zu ändern, hat Laura Nyström, ETH-Professorin für Lebensmittelbiochemie, zusammen mit Melanie Erzinger und weiteren Mitarbeitenden neue Lehrmethoden eingeführt. Eine davon ist ein virtuelles Labor: In einer Art Computerspiel können sich die Studierenden in einer Laborumgebung bewegen, Substanzen wägen und mischen. Das Programm präsentiert Hintergrundwissen und stellt Theoriefragen. So lernen die Studierenden die Abläufe im geschützten Rahmen des Simulators. «Auf diese Weise können wir zusätzliche Experimente anbieten, die im Labor zu gefährlich wären oder zu viel Zeit beanspruchen würden», sagt Erzinger.

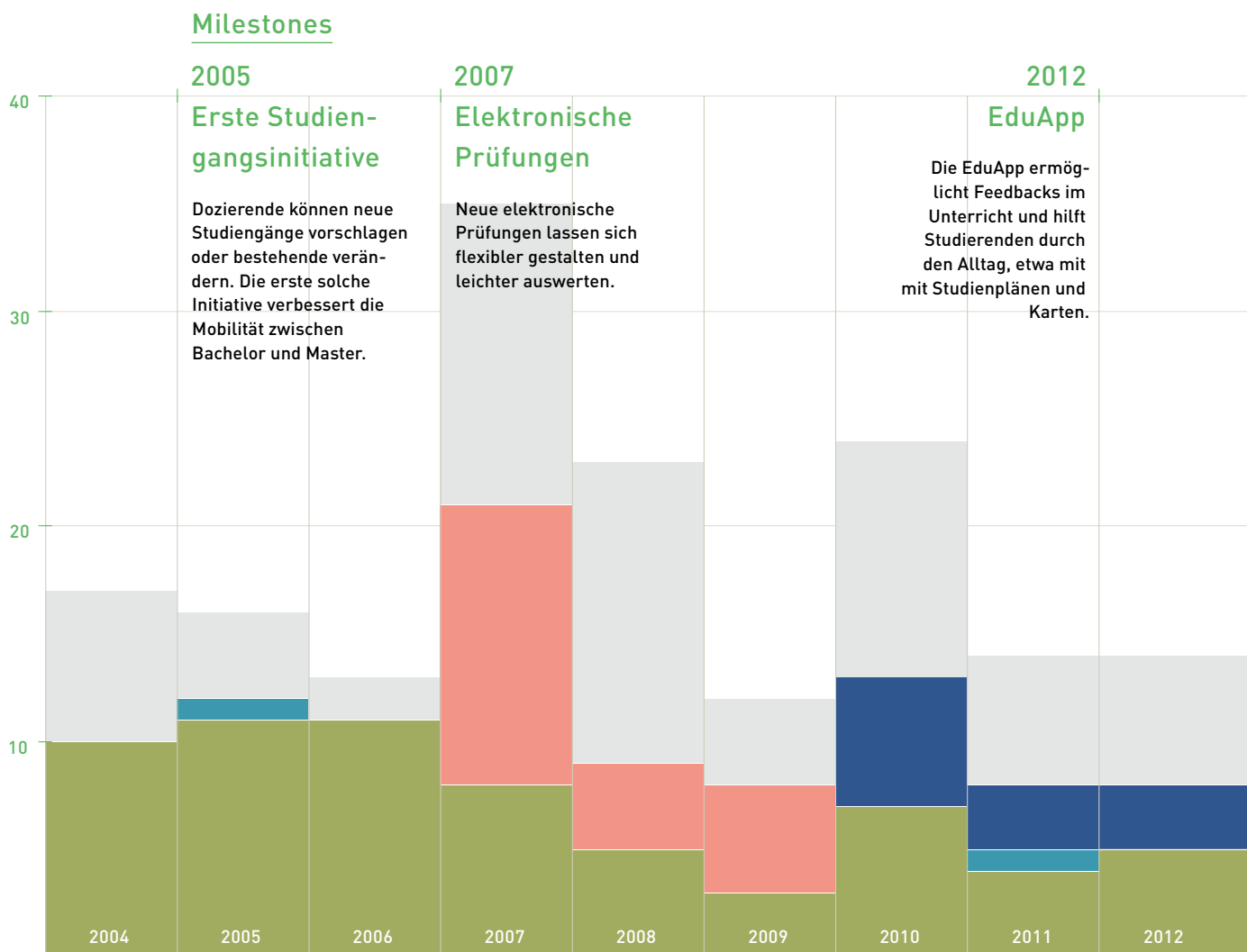
Weiter erläutern die Forschenden in kurzen Videos die Grundlagen der Laborarbeit und die einzelnen Versuche. Nach dem Konzept des «flipped classroom» bereiten sich die Studierenden damit auf den Präsenzunterricht vor, was mehr Zeit für Austausch und Diskussionen während der Laborarbeit schafft. •



Die Neuerfindung der Lehre fördern

Seit er 2004 etabliert wurde, konnten fast 200 Projekte mit Fördergeldern aus dem Innovedum-Fonds umgesetzt werden. Die wichtigsten Fakten und Zahlen zu Innovedum in der Übersicht.

Innovedum



197

geförderte Projekte seit 2004

41

Projekte laufen aktuell

2 Millionen Schweizer Franken stehen im Fonds Innovedum jährlich zur Verfügung, um Initiativen zu unterstützen, die den Unterricht an der ETH weiterentwickeln.

Innovation + Education = Innovedum

Seit 20 Jahren fördert die ETH die Innovation in der Lehre. Seit dem Jahr 2000 im Rahmen einer strategischen Initiative mit dem Namen ETH World, ab 2004 mit dem Fonds Filep und seit 2010 unter dem Namen Innovedum.

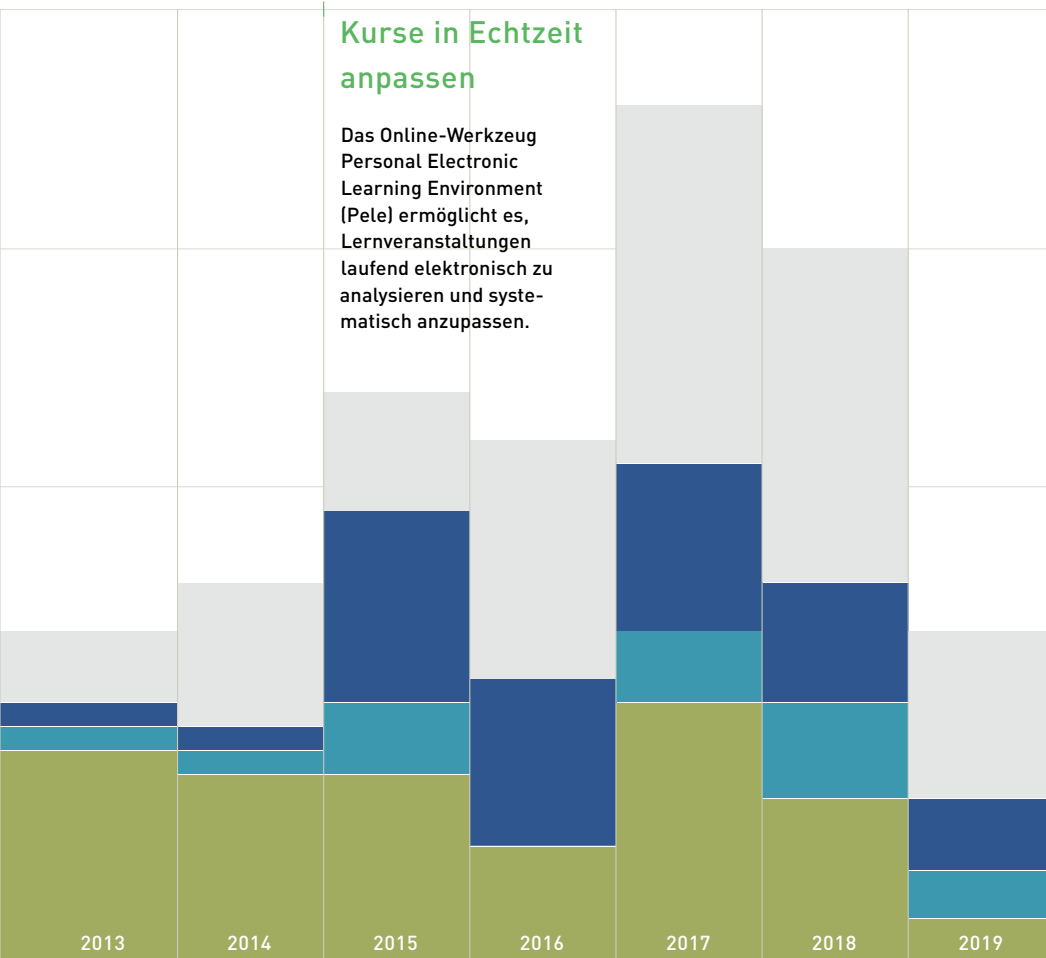
16 reformierte und neue Studiengänge seit dem Jahr 2004. Zu den jüngsten gehört der Master in Quantum Engineering (→ Seite 22).

Innovedum

2015

Kurse in Echtzeit anpassen

Das Online-Werkzeug Personal Electronic Learning Environment (Pele) ermöglicht es, Lernveranstaltungen laufend elektronisch zu analysieren und systematisch anzupassen.



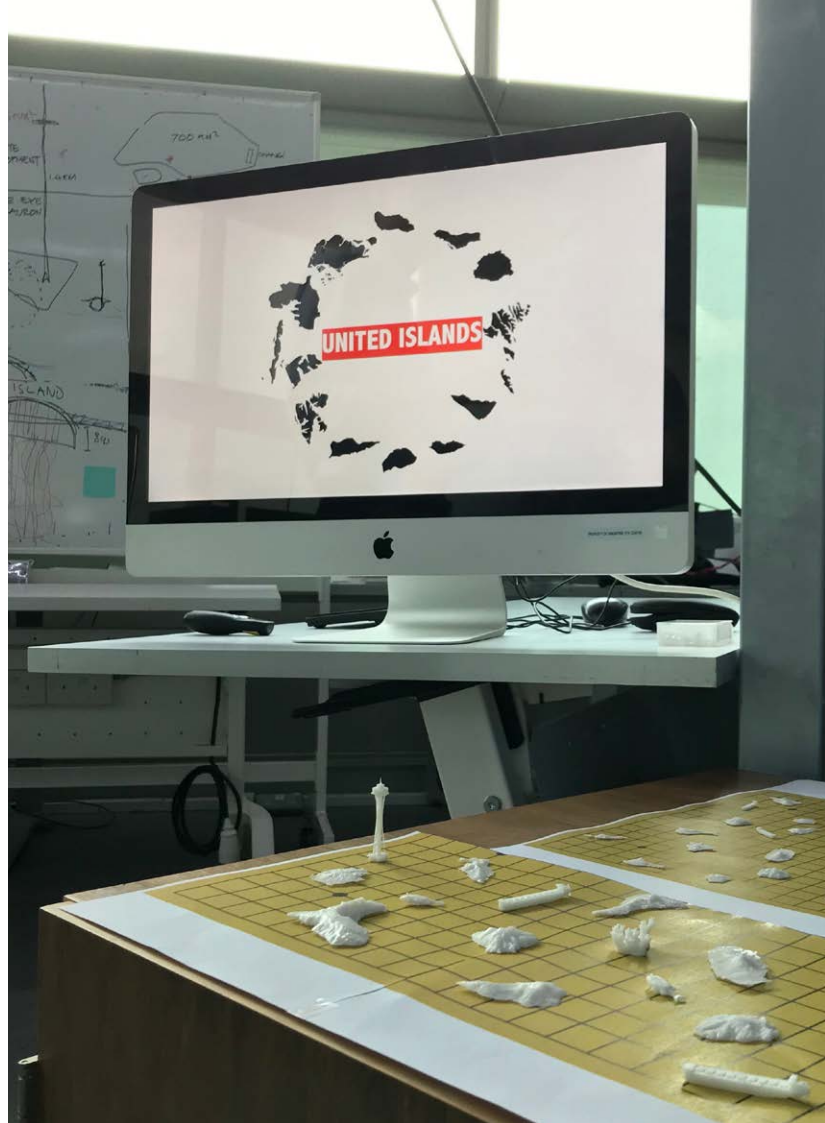
Anzahl eingereicherter Projekte

- **Abgelehnte Projekte**
- **Lehrprojekte:** innovative Projekte, welche die Qualität von Lehrveranstaltungen an der ETH Zürich verbessern wollen
- **Kleinprojekte:** Projekte mit vereinfachter Zulassung und einem Budget von weniger als 30 000 CHF
- **Fokus-Projekte:** Projekte zur Förderung bestimmter Themen (z. B. interaktiver Unterricht)
- **Studiengangsinitiative:** Mit einer solchen Initiative können bestehende Studiengänge thematisch angepasst oder ganz neue Studiengänge entwickelt werden

Mehr Informationen:
www.ethz.ch/innovedum



Oben: Professor Marc Angélil (2. von links) bespricht Lösungsansätze mit der Studierendengruppe um Michail Karakikes (3. von rechts). Unten: Minimodelle von Inseln illustrieren den Lösungsansatz.



INTERDISZIPLINÄRE PROJEKTWOCHEN

Gemeinsam mit Studierenden aus ganz unterschiedlichen Fachbereichen und Kulturen ein Projekt entwerfen und umsetzen. Darum geht es in den departementsübergreifenden Projektwochen an der ETH Zürich – die auch mal einen ganzen Monat dauern können.

Raus aus der Komfortzone!

Letztes Jahr fand erstmals der ETH-Singapur-Monat statt. Studierende von sieben verschiedenen Hochschulen kamen in Singapur zusammen, um sich gemeinsam in ein interdisziplinäres und kulturelles Abenteuer zu stürzen. Die Herausforderung: Ideen für (fast) unlösbare globale Probleme entwickeln.

Von Claudia Hoffmann

Studierende aus ihrer gewohnten Umgebung herausholen, sie mit Kolleginnen und Kollegen anderer Disziplinen zusammenbringen und sie so zu neuen Denkweisen anregen: Das ist die Idee des ETH-Singapur-Monats, eines Workshops für Master-Studierende aller Fachrichtungen, der 2019 zum ersten Mal stattfand. «Für die Studierenden ist das eine grosse Herausforderung», sagt Marc Angélil, emeritierter Architekturprofessor an der ETH, der den Workshop zusammen mit Aurel von Richthofen vom Singapore-ETH Centre geleitet hat. Denn die meisten Studierenden haben bisher kaum über den Tellerrand ihres eigenen Fachs hinausgeschaut. «Der Unterricht an der ETH ist noch immer zu monodisziplinär», sagt Angélil. Im Bachelor-Studium sei es zwar wichtig, den Fokus auf das eigene Fach zu setzen, um eine gute Grundlage zu schaffen. Doch auf Master-Stufe müsse sich das ändern. «Denn man weiss mittlerweile, dass schwierige Fragestellungen am besten in gemischten, multidisziplinären Gruppen gelöst werden», sagt Angélil.

Genau das findet beim ETH-Singapur-Monat statt, den ETH-Rektorin Sarah Springman zusammen mit Gerhard Schmitt, Direktor des Singapore-ETH Centres, ins Leben gerufen hat. Das Format ist



angelehnt an die ETH-Woche. Bei dieser treffen sich seit 2015 einmal im Jahr etwa 200 Studierende aus allen Departementen, um gemeinsam Lösungen für gesellschaftliche Probleme zu entwickeln.

URBANISIERUNG HAUTNAH

Die erste Ausgabe des ETH-Singapur-Monats dauerte dreieinhalb Wochen und stand unter dem Motto «The Future of Urban Society». Dass er in Singapur durchgeführt wurde, hat gleich mehrere Gründe: Zum einen soll die Expertise des dortigen Singapore-ETH Centres für die Lehre genutzt werden. Das interdisziplinäre Forschungsinstitut wurde 2010 zusammen mit Singapurs «National Research Foundation» gegründet. Es bietet die nötige Infrastruktur und ist sehr gut mit Behörden und Entscheidungsträgern des Stadtstaats vernetzt. «Singapur ist ausserdem der ideale Ort, um die Zukunft städtischer Gesellschaften zu erforschen», sagt Angéilil.

Denn der Stadt- und Inselstaat steht exemplarisch für eine Entwicklung, die sich weltweit verschärfen wird: Mehr und mehr Menschen leben hier auf engstem Raum – pro Quadratkilometer etwa 40-mal mehr als in der Schweiz. Ein Umland gibt es nicht und damit auch keine Landwirtschaft. Der Import von Nahrungsmitteln, die Wasser- und Energieversorgung, Stadt- und Verkehrsplanung sowie die Auswirkungen des Klimawandels stellen grosse Herausforderungen dar.

«Singapur ist der ideale Ort, um die Zukunft städtischer Gesellschaften zu erforschen.»

Marc Angéilil

Das Programm des Singapur-Monats hatte zwei Teile: eine Einführungswoche sowie einen zweieinhalbwöchigen Workshop. In der Einführungswoche tauchten die 20 ETH-Studierenden zunächst in die Kultur ein und machten sich mit dem neuen Ort vertraut. «Die meisten von uns waren vorher noch nie in Singapur», sagt Michail Karakikes, der ursprünglich aus Griechenland kommt und derzeit ein Master-Studium in Maschineningenieurwissenschaften an der ETH Zürich absolviert. Die Möglichkeit, eine neue Kultur zu entdecken, war für ihn ein wichtiger Grund, sich für den Monat in Singapur zu bewerben. «Eine ungewohnte Umgebung inspiriert zu neuen Ideen», sagt er. Allein das Stadtbild mit seinen Wolkenkratzern beeindruckte ihn. Die Studierenden besuchten aber nicht nur architektonische Sehenswürdigkeiten, sondern blickten auch hinter die Kulissen. Unter anderem trafen sie Vertreter der nationalen Stadtplanungsbehörde, die über Pläne zur Stadterweiterung berichteten. Weil Singapur aus allen Nähten platzt, soll dem Meer neues Land abgetrotzt werden, indem dort Material aufgeschüttet wird. «Es war spannend zu erfahren, mit welchen Herausforderungen man hier konfrontiert ist und was für Lösungsansätze es gibt», sagt Karakikes.

GEMEINSAM PROBLEME ANPACKEN

Seine Eindrücke aus der Einführungswoche nahm er als Inspiration mit in den darauffolgenden Workshop. An diesem beteiligten sich insgesamt 48 Studierende von sieben verschiedenen Universitäten, darunter das Massachusetts Institute of Technology (MIT), die Universität Cambridge, die Technische Universität München und drei Singapurische Hochschulen. An den Vormittagen gab es jeweils Input-Referate von Expertinnen und Experten aus Verwaltung und Forschung. Themen waren unter anderem Massnahmen, die Singapur gegen den Klimawandel trifft, etwa die Speicherung von CO₂, Mobilitätssysteme der Zukunft wie selbstfahrende Autos, Abfallmanagement oder das Verhältnis von Politik und Wissenschaft.

Nachmittags fanden die eigentlichen Workshops statt. Dazu wurden die Studierenden in Sechsergruppen eingeteilt, nach Fächern, Hochschulen und kulturellem Hintergrund gemischt. Als Aufgabe sollte jede Gruppe eines der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung auswählen, welche sich die UNO-Mitgliedsstaaten gesetzt haben. Diese beinhalten, dass bis 2030 unter anderem Hunger und Armut verschwinden, Geschlechtergerechtigkeit herrscht, Städte nachhaltig sind und die biologische Vielfalt

geschützt wird – alles komplexe und bislang ungelöste Herausforderungen, bei denen zum Teil nicht einmal die Probleme selbst klar definiert sind. «Wir wollten die Studierenden bewusst dieser Unsicherheit aussetzen und sie aus ihrer Komfortzone herausholen», sagt Angéilil.

Karakikes Gruppe entschied sich für das Thema Leben unter Wasser, bei dem es um den Schutz der Meere geht: Wie können Überfischung, Plastikmüll und Korallensterben gelöst werden? Probleme, mit denen insbesondere Inselstaaten wie Singapur konfrontiert sind. Gleich am ersten Tag galt es, während eines Brainstormings Ideen zu generieren und in der Gruppe zu diskutieren. «Das war für mich die grösste Herausforderung», sagt Karakikes. Die Gruppenmitglieder kamen nicht nur aus verschiedenen Studienfächern, unter anderem Sozialwissenschaften, Stadtplanung und Ingenieurwesen. Sie stammten auch aus verschiedenen Kulturen wie Indien, Indonesien und China. «Man weiss anfangs nicht, was die anderen als höflich oder unhöflich empfinden, und muss erstmal eine gemeinsame Sprache finden.» Es stellte sich jedoch schnell heraus, dass die Unterschiede gar nicht so gross waren.

DER WEG IST DAS ZIEL

Die Studierenden lernten, nach dem Prinzip des Design Thinking vorzugehen: Dabei geht es darum, als Erstes eine Situation in ihrer Gesamtheit zu erfassen, dann erst das Problem zu definieren, welches man lösen will, und anschliessend so viele Ideen wie möglich zu generieren. «Wir haben oft die Tendenz, den Fokus auf das fertige Produkt zu setzen», sagt Angéilil. Aus seiner Sicht ist jedoch der Prozess genauso wichtig, also wie die Studierenden den Weg zum Ziel gestalten und wie sie Konflikte innerhalb der Gruppe lösen. Dabei wurde jede Gruppe von einem Mentor oder einer Mentorin unterstützt. Angéilil, der die Gruppe von Karakikes betreute, setzte zum Beispiel klare Zeitlimits für die einzelnen Schritte im Prozess. «Das war sehr wertvoll, denn sonst hätten wir ewig diskutiert», sagt Karakikes.

Die Ideen, die während des kreativen Prozesses entstehen, müssen nicht zwangsläufig umsetzbar sein, sie dürfen auch völlig verrückt sein. So schlug beispielsweise eine Gruppe vor, mithilfe künstlicher Wolken einen gerechteren Zugang zu Wasser auf der Welt zu schaffen. Die Gruppe von Karakikes hatte die Idee, Plankton in riesigen schwimmenden Blasen zu züchten, um CO₂ aus der Umgebung zu filtern und Biotreibstoff herzustellen. Oder den im Meer

treibenden Plastikmüll einzusammeln und zum Bau von Inseln zu verwenden. Solche verrückten Ideen seien ein wichtiger Schritt auf dem Weg, sagt Angéilil: «Es braucht Utopien, um zu wirklich guten realistischen Ideen zu gelangen.»

Manche Vorschläge sind bereits teilweise erprobt, etwa die Nutzung von Meeresströmungen zur Energiegewinnung oder die Speicherung von CO₂ auf unbewohnten Inseln.

Zum Abschluss der dreieinhalb Wochen bereitete jede Gruppe eine Ausstellung vor und präsentierte ihre Ideen vor den lokalen Stakeholdern. «Ich war positiv überrascht, wie mutig und selbstbewusst die Studierenden vor dem Publikum gesprochen haben», sagt Angéilil.

Mit der ersten Durchführung des ETH-Singapur-Monats waren sowohl Studierende als auch Organisatorinnen und Organisatoren sehr zufrieden. Für Michail Karakikes war insbesondere die Gruppenarbeit eine wertvolle Erfahrung. «Ich habe gelernt, verschiedene Sichtweisen auf die Welt zu schätzen, auch wenn sie völlig anders sind als meine eigene», sagt er. Auch Angéilil zieht ein positives Fazit: «Für uns war es eine Möglichkeit zu erproben, wie man künftig solche interdisziplinären Workshops ausserhalb der ETH organisieren kann.» •

RAUM FÜR EIGENINITIATIVE

Studierenden, die in ihrer Freizeit ein eigenes Projekt umsetzen wollen, steht das Student Project House zur Verfügung. Wer Potenzial zum Unternehmer oder zur Unternehmerin zeigt, kann von einem Stipendium und im «Innovation & Entrepreneurship Lab (ieLab)» von der Unterstützung durch gestandene Unternehmer/-innen profitieren.

Forschen für das nachhaltige Superfood

Die Pioneer Fellows Cyrill Hess und Melanie Binggeli wollen Wasserlinsen für eine gesunde und umweltschonende Ernährung auf den Markt bringen. Wichtige Unterstützung für den Aufbau ihres Start-ups «LemnaPro» erhielten sie von Professor Achim Walter, dem Innovation & Entrepreneurship Lab (ieLab) und dem Student Project House.

Von Samuel Schlaefli
Fotos: Judith Stadler und André Uster



Cyrrill Hess und Melanie Binggeli
mit einer Wolffia-Probe.

Es ist leuchtend grün, schmeckt ein wenig wie Sojasprossen und hat eine angenehm körnige Konsistenz. Die Rede ist von Wolffia, einer von fünf Wasserlinsengattungen. Die bekömmlichste, wie Cyrill Hess bei einem improvisierten Tasting in einer Klimakammer im ersten Untergeschoss des Departments Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich erklärt. Hess hat die verkostete Wolffia soeben mit einem Sieb aus dem Wasser im Holzbecken vor uns abgeschöpft. Dort schwimmt der grasgrüne Teppich auf einer wässrigen Nährlösung, die über eine Pumpe kontinuierlich gereinigt wird. Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtbedingungen werden in der Klimakammer genau kontrolliert. Hess hat die Wolffia vor zwei Wochen angesetzt. An guten Tagen schöpft er auf den rund 5 Quadratmetern Wasseroberfläche 1,5 Kilogramm «grünen Kaviar» ab – so nennt Hess das Produkt seines Start-ups LemnaPro.

SCHNELL WACHSEND UND HOCHGESUND

Hess hat Umweltnaturwissenschaften an der ETH Zürich studiert. Während seiner Master-Arbeit forschte er mit Wasserlinsen und erkannte deren Potenzial: «Keine Blütenpflanze vermehrt sich schneller», erklärt er. Bei guten Bedingungen in der Natur bedecke sie Teiche und kleine Seen innert weniger Tage. «Zudem enthält sie grosse Mengen an hochwertigen pflanzlichen Proteinen, viel Ballaststoffe, wenig Kohlenhydrate und wertvolle ungesättigte Fettsäuren.» Ein prädestiniertes Superfood also, das in der asiatischen Küche schon lange geschätzt wird, in Europa aber noch gänzlich unbekannt ist.

Seine Begeisterung für alternative und nachhaltige Lebensmittel wurde in der Vorlesung «Alternative Crops» von Achim Walter geweckt. Der ETH-Professor für Kulturpflanzenwissenschaften will mit Forschung, neuen Technologien und alternativen Nahrungspflanzen einen Beitrag zu einem nachhaltigen Welternährungssystem leisten. «Walter ist sehr daran interessiert, Agrarforschung in die Praxis umzusetzen», erzählt Hess. «Als ich ihm vor zwei Jahren von meiner Idee erzählt habe, stellte er bei der Personalabteilung einen Gastantrag, damit ich ein Labor und Klimakammern zur Weiterentwicklung meiner Idee nutzen konnte.»

Zugleich machte der Professor Hess mit seiner ehemaligen Bachelor-Studentin Melanie Binggeli bekannt. Sie war während ihres Studiums im ETH Entrepreneur Club und anderen Start-up-Netzwerken

aktiv. «Cyrill hat mich mit seinem Produkt und auch als Person sofort überzeugt», sagt sie. Binggeli hatte während einer Bachelor-Arbeit zu Soja und einer Master-Arbeit zu Insekten erste Erfahrungen mit alternativen Proteinen gesammelt. «Bis 2050 müssen wir laut Food and Agriculture Organisation 70 Prozent mehr Lebensmittel produzieren. Wir brauchen deshalb dringend neue Lösungsansätze», sagt sie und ergänzt: «Was mich an der Forschung wirklich fasziniert, ist neues Wissen in die Praxis umzusetzen, um damit einen positiven Beitrag für Menschen und Umwelt leisten zu können.»

EIN ORT FÜR PROTOTYPING UND VISIONEN

Wichtig auf dem Weg von der ursprünglichen Idee zu ersten Produktsamples war das Student Project House. «Die Infrastruktur des Makerspace ist genial!», erinnert sich Binggeli. «Mit CNC-Fräsen, 3-D-Druckern und vielen weiteren Werkzeugen hatten wir hier alles, um Prototypen so schnell wie möglich weiterzuentwickeln.» Mittlerweile ist das Team beim dritten auf Wolffia ausgelegten Hydroponiksystem angelangt. Was mit einer Plastikkiste und einer Aquarium-Wasserpumpe begann, ist zu einem ausgefeilten Holzbecken geworden, mit spezifischen Strömungseigenschaften für optimales Wolffia-Wachstum. Zugleich stellte das Student Project House den beiden eine erfahrene Mentorin zur Seite. Seit März 2019 treffen sich Hess und Binggeli regelmässig mit Lucie Rejman, die für Projekte aus den Lebensmittel- und Agrarwissenschaften zuständig ist. «Das Student Project House ist eine ideale Ergänzung zu den Vorlesungen», ist Rejman überzeugt. «Hier setzen die Studierenden ihr Wissen in die Praxis um, lernen in Teams zu arbeiten und gemeinsam Lösungen zu entwickeln.» Die Mentorin hat selbst in Lebensmittelverfahrenstechnik an der ETH promoviert. Nach dem Doktorat gründete sie das Start-up «ZüriChips», welches sich für weniger Lebensmittelabfälle engagiert. Rejman weiss von den Problemen junger Projekte. «Ich erzähle von meinen eigenen Erfahrungen, helfe beim Aufbau eines Netzwerks, motiviere in schwierigen Phasen oder zeige, wie wichtig es ist, Ideen früh zu testen.» Im Fall von LemnaPro half sie eine Geschäftsvision, einen Kodex für die Zusammenarbeit sowie Prinzipien für die Weiterentwicklung des Projekts zu erarbeiten.

«Es gibt immer
Dutzende von
Problemen, die
Grund genug
wären, die Finger
von der Idee zu
lassen.»

Cyrill Hess

Die Wasserlinse Wolffia enthält
viel hochwertige Proteine,
Ballaststoffe und ungesättigte
Fettsäuren.



**BEWILLIGUNG BEANTRAGEN,
MARKT ENTWICKELN**

Bis Konsumentinnen und Konsumenten Wolffia im Regal von Lebensmittelgeschäften finden, muss das Start-up noch einige Herausforderungen bewältigen. Der Produktionsprozess in der Klimakammer ist diffizil. Er muss so weit optimiert werden, dass sich keine anderen Organismen ausbreiten, welche die Pflanzen oder den Menschen gefährden könnten. «Die meisten Unternehmer, die sich für den Anbau von Wasserlinsen interessierten, sind an Pflanzenkrankheiten gescheitert», sagt Hess. «Je grösser die Mengen werden, desto schwieriger wird die Produktion unter hygienischen Bedingungen bei gleichzeitig möglichst tiefen Produktionskosten.»

Eine weitere Herausforderung ist die Gesetzgebung: Hess und Binggeli müssen einen Antrag für die Bewilligung eines neuen Nahrungsmittels bei der Europäischen Union stellen, damit Wolffia in der EU und in der Schweiz überhaupt als Lebensmittel verkauft werden darf. Für die Bewilligung sind Dutzende Analysen nötig. Hess schätzt die Kosten für das EU-Dossier auf eine halbe Million Franken. «Danach müssen wir einen Markt für unser Produkt aufbauen.» Konsumentinnen und Konsumenten müssen Wolffia erst kennenlernen. Zum Beispiel eigne sie sich bestens für Smoothies oder als Salat.

Trotz der verbleibenden Herausforderungen und Unwägbarkeiten lassen sich die beiden Jungunternehmer nicht ablenken: «Es gibt immer Dutzende von Problemen, die man noch lösen sollte und die Grund genug wären, die Finger von der Idee zu lassen», sagt Hess. «Aber wir haben mittlerweile gelernt, auf unseren inneren Antrieb zu hören und uns nicht einschüchtern zu lassen.»

Seit September haben Hess und Binggeli ein Pioneer Fellowship der ETH Zürich. Mit dem Stipendium unterstützt die ETH Forschende dabei, Produkte basierend auf ihren wissenschaftlichen Arbeiten weiterzuentwickeln. Sie erhalten Zugang zu Labor- und Büroräumlichkeiten und haben nun ein Jahr lang Zeit, ohne finanziellen Druck an ihrer Idee weiterzuarbeiten. Die Ernte aus der Klimakammer im Keller des Departements Umweltsystemwissenschaften geht zu Testzwecken bald an einen Investor aus der Lebensmittelbranche. Dieser scheint äusserst interessiert zu sein am «grünen Kaviar». •

Student Project
House



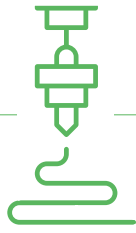
Ideen
entwickeln,
verwerfen,
damit
scheitern,
verwirklichen!

1500

Nutzer seit Eröffnung aus

16

unterschiedlichen
Disziplinen



28

Maschinen im
Makerspace: 3-D-Drucker,
Fräsen, Sägen

37

Projekte, darunter

Yasai: vertikale Plantagen

Tethys: Tauchroboter

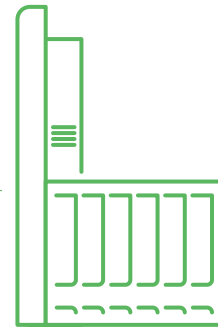
4mosst: Wachsende Farben aus Moos

LemnaPro: Wasserlinsen als
Superfood



2021

wird der neue
Hauptstandort des
Student Project House
offiziell eröffnet



5

Stockwerke umfasst das
renovierte Gebäude im ehemaligen
Fernheizkraftwerk
nahe dem Hauptgebäude

+

1140 m²

Unternehmertum

Im Student Project House ist Scheitern erlaubt. Hier sollen Studierende ihre Ideen und Projekte losgelöst von Stundenplan, Studienfach und ECTS-Punkten ausprobieren können. Studierende erhalten Projektunterstützung durch erfahrene Mentorinnen und Mentoren und finden eine Werkstatt mit 3-D-Druckern und Fräsen, ein Co-Working-Space und Raum für Workshops und Produktpräsentationen.



Studierende entwickeln eine Businessidee.

BIO-ENTREPRENEURSHIP UND TRANSLATIONALE MEDIZIN

Pitch statt Prüfung

In ihren ersten Semestern setzen sich Studierende der Biologie meist noch nicht allzu intensiv mit ihrem künftigen Berufsleben auseinander. An dieser Stelle kommt eine praxisnahe Veranstaltung gerade recht, fand Prof. Ernst Hafen und rief vor drei Jahren den Blockkurs «Translational Medicine and Bio-Entrepreneurship» ins Leben. «In diesem Kurs geht es für einmal nicht um Biologie in der Grundlagenforschung, sondern um deren sehr konkrete Anwendung», sagt Hafen.

Kern der Veranstaltung ist, dass Studierende während dreieinhalb Wochen eine Businessidee entwickeln. Am Ende des Kurses tragen sie ihre Idee für ein Start-up einer Jury vor. Dieser Pitch wird bewertet und ersetzt eine Prüfung oder Abschlussarbeit. In den vergangenen Jahren entwickelten die Studierenden etwa die Idee, mithilfe von Darmbakterien der Valora-Biene das Bienensterben zu stoppen. Noch heute ist Hafen vom Projekt einer anderen Gruppe begeistert, die aus biologischen Abfällen Biokohle herstellen und diese für den Strassen- und Betonbau verwenden wollte. Die würde CO₂ binden und dafür sorgen, dass es nicht wieder in die Atmosphäre gelangt.

Der Kurs findet im Bio-Technopark Schlieren statt. Hafen lädt als dessen Präsident jeweils mehrere Gründer der dort ansässigen Start-ups als Gastdozenten ein. So erfuhren die Studierenden beispielsweise im vergangenen Herbst vom CEO des ETH-Spin-offs Neurimmune über das Auf und Ab bei der Entwicklung eines neuartigen Alzheimer-Medikaments für den US-Biotech-Riesen Biogen – ein Milliardenprojekt. Aber auch Vertreter von Pharmakonzernen sind immer wieder zu Gast – so erarbeitete zum Beispiel ein hoher Vertreter von Roche während eines Tages mit den Studierenden die Schritte von der Entwicklung bis zum Zulassungsverfahren eines Krebsmedikaments.

Neben der Entwicklung einer Businessidee und den Inputs der Unternehmer rundet ein Buchclub das Kursprogramm ab. Im Rahmen eines Round Table unterhalten sich die Studierenden über ein kontroverses Buch zum Thema Start-ups. Mit der praxisnahen Veranstaltung hat Hafen offenbar einen Nerv getroffen. Der auf 30 Teilnehmer beschränkte Kurs ist regelmässig überbucht. •

Eigene Ideen zur Marktfähigkeit entwickeln

«No bla, just do – Turn your idea into a start-up!» Forsch ist der Ton, mit dem David Hengartner auf der Website die Studierenden auffordert, ihre Motivation für die Teilnahme an der Lean Startup Academy darzulegen. Der Kurs ermöglicht jedes Jahr 30 Studierenden, ihre Ideen mit einem strukturierten Innovationsprozess voranzutreiben, um innerhalb eines Semesters zu einem handfesten Prototyp zu gelangen. Hengartner leitet ein Innovationsprogramm bei der Swisscom und ist externer Dozent an der ETH.

Dieses Lehrangebot bietet er seit drei Jahren für Master-Studierende oder Doktorierende verschiedener Departemente an. Interessierte bewerben sich online für die Kursteilnahme, Hengartner wählt die motiviertesten Studierenden aus. «Der Kurs erfordert ein hohes Mass an Engagement und Energie», sagt Hengartner. Er schaut auch darauf, dass er eine möglichst diverse Klasse – mit Personen aus unterschiedlichen Disziplinen – zusammenstellen kann.

«Der Kurs zeigt mit Modellen auf, wie der Innovationsprozess gestaltet werden soll, ist aber auch sehr praxisnah», sagt Hengartner. Nicht alle Studierenden kommen mit einer eigenen Idee, vielmehr formen sie sich zu Beginn der Veranstaltung zu Gruppen – um einen «Champion», der genügend Leute für seine Idee begeistern und sie als Mitglieder des Projektteams rekrutieren kann. Die Start-up-Ideen sind vielfältig und reichen von E-Learning-Konzepten für Klaviereinsteiger bis hin zu einem System, das

den Lärmpegel bei Frühgeborenen in Intensivstationen überwachen soll.

An sieben abendlichen Veranstaltungen während eines Semesters schärfen die Teams ihr Konzept und erarbeiten mit dem Projektbudget von 1000 Franken Prototypen. Am Schluss stellen sie die Idee und ihre Arbeiten einer Jury vor, der Experten von Swisscom, die ETH-Professur für Entrepreneurship und mehrere Start-up-Unterstützungsorganisationen wie etwa Venture Kick vertreten sind. «Wir bringen die Studierenden in Kontakt mit den Inkubatoren und Akzeleratoren im Start-up-Ökosystem. Denn unser Ziel ist, dass die Projekte über das Kursende hinaus weiterverfolgt werden», sagt Hengartner. •



Unterricht in der Lean Startup Academy.

Unterwegs auf unbekanntem Terrain

Vor acht Jahren zog ich für einen sechsmonatigen Aufenthalt nach Zürich, ohne genau zu wissen, was mich nach meinem Master in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik erwartet. Ich fand ein Umfeld, in dem Talente und Innovationen gedeihen und das mich reizte, länger zu bleiben. Heute bin ich Gründerin und CEO von Haelixa, meinem eigenen Unternehmen. Dies ist meine Geschichte – die einer italienischen Studentin, die Unternehmerin geworden ist.

FORSCHUNG MIT SINN

Ich bin überzeugt, dass gute wissenschaftliche Forschung eine der besten Möglichkeiten ist, zu Lösungen für sozioökologische Probleme beizutragen. Sinnvolle Forschung, die schnelle Wirkung verspricht, steht jedoch oft im Widerspruch zur Länge der Forschungszyklen. Qualität braucht Zeit – und Geld. Die ETH bietet Ressourcen und ein Ökosystem, um effizient arbeiten und schnell gute Arbeit liefern zu können. Das hat mich bewogen, mich für ein Doktorat in Chemieingenieurwissenschaften an der ETH zu bewerben.

Als Doktorandin erhielt ich die Chance, Projekte eigenständig – und unter vertrauensvoller Aufsicht – zu entwickeln. Meine Forschung zu DNA-basierten Markern mündete in einer Reihe viel beachteter wissenschaftlicher Artikel und einem Patent. Ich forschte auch in Teams mit anderen Doktoranden. So lernte ich Gediminas Mikutis kennen, der später Mitbegründer meines Unternehmens wurde. Die Zusammenarbeit mit anderen

Fachbereichen und der Industrie werden an der ETH gefördert, was hochqualifizierte Forschungsteams hervorbringt, die Probleme des praktischen Lebens lösen.

Nebenbei nutzte ich die Gelegenheit, mir eine Reihe neuer nichtwissenschaftlicher Fähigkeiten anzueignen: Probleme lösen, unterrichten, Projekte managen, Patente verfassen, unter Zeitdruck effizient arbeiten, organisieren, Ideen schriftlich wirkungsvoll kommunizieren sowie Vorträge halten. Ausserdem ist es für Akademiker an der ETH leicht, miteinander und mit der Industrie in Kontakt zu treten, sodass ich mir ein solides Netzwerk aufbauen konnte.

Am Ende meines Doktorats erhielt ich für die Technologie, die ich mit Gediminas Mikutis und anderen Forschern erfunden hatte, viel Zuspruch vom öffentlichen und vom privaten Sektor. Unsere Erfindung, DNA als Marker einzusetzen, hatte das Potenzial, die Verfolgbarkeit von Produkten und das Management von Beschaffungsketten zu verändern. Ich hatte den Mut und die Zuversicht, die Konsumgüterindustrie transparenter machen zu können. Also tauschte ich meinen Laborkittel gegen einen Businessanzug und gründete ein Unternehmen. Für mich war das der direkteste und effektivste Weg, um etwas zu bewirken.

DIE LÜCKE: BUSINESSERFAHRUNG

Wie viele andere Forscher verfügte ich zwar über die fachliche Expertise, jedoch nicht über das notwendige



DR. MICHELA PUDDU,
Gründerin und CEO des
ETH-Spin-offs Haelixa

Know-how, um ein Unternehmen zu gründen und auszubauen. Um diese Wissenslücke zu füllen, bewarb ich mich für ein Pioneer Fellowship – und wurde ausgewählt. Die ETH Zürich und die ETH Foundation unterstützen mit dem Programm Forschende dabei, Produkte oder Dienstleistungen basierend auf ihren wissenschaftlichen Arbeiten weiterzuentwickeln. Erfolgreiche Bewerber erhalten 150 000 Franken und Unterstützung durch eine Gemeinschaft Gleichgesinnter, Mentoren, Berater und erfahrene Unternehmer.

ALLES AUF EINE KARTE

Kaum hatte ich das Stipendium erhalten, beschlossen Gediminas und ich, unser Unternehmen, Haelixa AG, zu gründen. Wir hatten bereits einen ersten Kunden, der bereit war, für unsere in Entwicklung befindlichen Produkte und Dienstleistungen zu bezahlen. Ich investierte meine gesamten Ersparnisse in Haelixa, ohne einen blassen Schimmer zu haben, was es bedeutet, Unternehmerin zu sein! Stellen Sie sich vor, Sie wissen, wo Sie hinwollen, aber nicht, wie Sie dort hinkommen.

Willensstärke und Selbstdisziplin waren schon immer meine natürlichen Antriebskräfte. Ich übernehme gerne Verantwortung, bin risikofreudig und gebe mich nicht mit dem Status quo zufrieden. Und trotzdem: Wenn ich vorher gewusst hätte, was auf mich zukommt, hätte ich wohl kaum mein eigenes Unternehmen gegründet – ich war einfach arglos und voller Energie. Manche Menschen glauben, sie müssten sich erst ein umfassendes Wissen aneignen, bevor sie mit etwas beginnen können. Aber die meisten Dinge kann man lernen. Herausforderungen können bewältigt werden, wenn es so weit ist.

Ich stellte Haelixa verschiedenen Fachleuten und -gremien der Industrie sowie Investoren vor. Dank der

Reputation der ETH wurde unser Spin-off schnell bekannt – auch ausserhalb des akademischen Umfelds. Ich habe die erworbene Glaubwürdigkeit genutzt, um ETH-fremde Finanzmittel zu bekommen, sodass wir unser Start-up finanzieren und eigenkapitalfreie Finanzmittel beschaffen konnten, um Haelixa bis zum Abschluss unserer ersten Finanzierungsrunde zu tragen.

EINSAME MOMENTE

Trotz der vielen Leute, die man trifft und die einen unterstützen, kann das Unternehmergehen sehr einsam sein. Man trägt viel Verantwortung und ist auf unbekanntem Terrain unterwegs. Besonders in den ersten Jahren kämpft man mit ungeahnten Schwierigkeiten: mit technischen und rechtlichen Hürden und Projekten, die sich nicht wie geplant entwickeln. Man muss viel opfern, bereit sein, mehr Geld hineinzustecken als geplant, in letzter Sekunde in einen Zug zu springen und für ein paar Tage zu verreisen, grosse Projekte in wenigen Wochen zu planen und durchziehen oder kurzfristig Leute einzustellen, wenn die Arbeitslast zu gross wird. Und wenn etwas schiefgeht, braucht man ein dickes Fell, um die inneren Monster zu besiegen, die eine Start-up-Gründung emotional begleiten, und weiterzumachen.

Um diese Resilienz mental und körperlich aufrechtzuerhalten, treibe

ich viel Sport und ermuntere mein Team, das Gleiche zu tun. Vor ein paar Jahren habe ich mit Triathlon und Yoga angefangen. Am meisten aber laufe ich. Laufen ist der Treibstoff meines Werdegangs. An dem Morgen, an dem wir Haelixa gegründet haben, rannte ich. An dem Tag, an dem wir den ersten Mitarbeiter eingestellt haben, rannte ich. An dem Nachmittag, an dem wir unsere erste Investitionsrunde abgeschlossen haben, rannte ich. Ich bin gerannt und gerannt, um mir Mut anzutrainieren, meine Nerven zu beruhigen und jedem meiner Schritte einen Sinn zu geben.

VORBILD SEIN

Auch wegen der vielen Gemeinsamkeiten mit dem Sport zieht mich das Unternehmertum so an. Beides erfordert Leidenschaft, Disziplin, Selbstvertrauen und Entschlossenheit, Hürden zu überwinden, Angst anzunehmen und die Fähigkeit zu entwickeln, sich aus der Komfortzone zu begeben. Beides erfordert strategische Planung und die Fähigkeit, Scheitern zu akzeptieren. Beides kann die Gesellschaft positiv beeinflussen und für andere inspirierende Vorbilder schaffen. Ich freue mich, wenn ich künftige Leader – besonders Frauen – inspirieren kann, Einfluss zu nehmen und zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen beizutragen. •

Haelixa wurde 2016 gegründet und hat eine Technologie entwickelt, mit der sich der Ursprung eines Produkts nachweisen und die Beschaffungskette von Gütern wie Textilien oder Mineralstoffen lückenlos zurückverfolgen lässt. Damit will die Firma zu mehr Transparenz in der Konsumgüterindustrie beitragen. Denn eine lückenlosen Transparenz in der Beschaffungskette ist die Voraussetzung für die Kontrolle sozialer und ökologischer Standards.

Zahlreiche weitere neue Ideen und Projekte für die Lehre an der ETH Zürich sind in Planung. Die folgenden stehen am Start – oder haben kürzlich begonnen.

STUDIENGANGSINITIATIVE «PRISMA»

Interdisziplinäre Projekte für alle

«Es gibt bereits viele interdisziplinäre Angebote an der ETH, aber diese werden meist zusätzlich zum Studium angeboten», sagt Medea Fux, Master-Studentin der Interdisziplinären Naturwissenschaften und ehemalige Vizepräsidentin des Verbandes der Studierenden an der ETH (VSETH). Dadurch würden Studierende, die neben dem Studium viel arbeiten oder mehr Zeit fürs Studium aufwenden müssten, von solchen Angeboten ausgeschlossen. Deshalb hat der VSETH das Projekt «PRISMA» (ehemals Revolution Of STEM Education, kurz ROSE, genannt) angestossen. Es will die disziplinübergreifende Lehre sowie das Lernen von sozialen und persönlichen Kompetenzen besser im ETH-Curriculum verankern. In Zukunft sollen Gruppen mit fünf bis sechs Teilnehmenden aus verschiedenen Studiengängen ein Semester lang an einem Projekt arbeiten. Hauptziele sind die Verbesserung der Teamfähigkeit, die Arbeit mit der Design-Thinking-Methode, das Erlernen von Kompetenzen zur Entscheidungsfindung, die kritische Selbstreflexion und die Erfahrung von interdisziplinärer Zusammenarbeit. Unterstützt werden die Teilnehmenden von einer Gruppe geschulter Master-Studierender, die dadurch Gelegenheit erhalten, praktische Führungserfahrung zu sammeln.

«PRISMA» wird von der Rektorin im Rahmen des Innovedum-Fonds unterstützt. Im Januar 2020 begann eine 21-monatige Pilotphase, die am Departement für Management,

Technologie und Ökonomie (D-MTEC) angesiedelt ist. Danach sollen laufend neue Partnerdepartemente dazukommen. Ein erfahrener Projektleiter sowie zwei Studierende teilen sich 160 Stellenprozente für die Projektleitung. Im Frühlingsemester 2020 wurden Coaches ausgebildet und Evaluationskriterien für das neue Lehrangebot definiert. Fux hofft, dass das neue Lehrformat bis Ende Frühlingsemester 2021 so weit ausgearbeitet ist, dass es mittelfristig für alle ETH-Studierenden hochskaliert werden kann. •

SUMMER SCHOOL IN GHANA

Lernen vor Ort

ETH Sustainability und ETH for Development (ETH4D) planen gemeinsam mit der Kwame Nkrumah University of Science & Technology (KNUST) eine Summer School zum Thema «Rethinking Waste – Sustainable Solid Waste Management» in Ghana. ETH-Studierende sollen gemeinsam mit Studierenden der KNUST in Kumasi neue Ideen für eines der drängenden Probleme unserer Zeit entwickeln.

Eine Serie von Vorlesungen, Exkursionen und Workshops mit Vertretern aus Wissenschaft, Industrie und NGOs sollen die Studierenden mit der Abfallproblematik vertraut machen. Danach beschäftigen sie sich über einen Design-Thinking-Prozess mit einem Praxisproblem in Ghana. Die Studierenden lernen dabei, Lösungen für komplexe Nachhaltigkeitsherausforderungen strukturiert sowie in interdisziplinären und interkulturellen Teams zu erarbeiten. •

KURSE, FALLSTUDIEN, VIDEOS

Webplattform für ethische Fragen

Mit der Ethik-Ressourcenplattform wird die Ethikkompetenz an der ETH Zürich gefördert. Dafür kuratiert das Health Ethics & Policy Lab eine Webplattform mit Videos, Podcasts, internationalen Code of Conducts, ETH-Richtlinien, Fallstudien, Artikeln und Interviews. Zusätzlich finden Interessierte ein Verzeichnis von Kursen zu ethischen Fragestellungen. Über eine Suchfunktion lässt sich einfach nach Themen suchen, wie zum Beispiel den Umgang mit persönlichen Daten im Internet, Patientendaten für die personalisierte Medizin oder Organspenden.

ETH-Studierende und -Mitarbeitende sollen ermutigt werden, sich kritisch mit ethischen Fragen im Forschungsumfeld auseinanderzusetzen. Initiiert wurde Plattform von Effy Vayena, Professorin für Bioethik am Departement Gesundheitswissenschaften und Technologie, mit Unterstützung von Sarah Springman, der Rektorin der ETH Zürich. •



Ein Müllsammler auf einer offenen Müllhalde.

FUTURE LEARNING INITIATIVE

Lernprozesse besser verstehen

Mit der Future Learning Initiative (FLI) wird an der ETH Zürich ein weltweit führendes Forschungszentrum im Bereich des Lehrens und Lernens etabliert. Dadurch soll die Reputation der ETH als führende Bildungsinstitution weiter ausgebaut werden. Die FLI vereint 23 Professorinnen und Professoren von neun Departementen. Über interdisziplinäre Kooperationen sollen neue Fragestellungen generiert und bearbeitet werden. Lernprozesse sollen in ihrer Vielseitigkeit als neuronale, kognitive, körperliche, soziale und kulturelle Phänomene besser verstanden werden. Thematische Schwerpunkte sind derzeit Mixed-Reality-Technologien für die Ausbildung in Medizin und Bioengineering, neuartige Lernräume, Ethik im Lernen und der Einsatz von Gaming in der Lehre. Die FLI ist ein «ETH+»-Projekt, mit dem die Schulleitung neue strategische Themenfelder weiterentwickelt und die Kooperation zwischen den Departementen fördert. •

Ausblick

Fördern Sie eine zukunftsweisende Ausbildung an der ETH Zürich

Verschiedene Lehrprojekte wurden durch engagierte Donatoren wie dem ETH-Alumnus Adrian Weiss oder der Avina Stiftung und der Dätwyler Stiftung ermöglicht. Hier stellen wir erfolgreiche Beispiele vor.

Die Beispiele auf dieser Seite wurden durch den von Adrian Weiss gestifteten Rector's Impulse Fund ermöglicht. Dank dem Fonds können neue Ideen und zukunftsweisende Ansätze in der Lehre aufgenommen und für maximal ein Jahr weiterentwickelt werden. Erfolgreiche Projekte werden anschliessend nach Möglichkeit fest in die Lehre integriert.

ELEKTROTECHNIK UND
INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Selbststudium dank Videos

ARCHITEKTUR

Neugestaltung des Entwurfskurses

Der Entwurfskurs der Architekturstudierenden im Frühlingsemester 2019 war anders als gewohnt. Während Professor Christian Kerez' Sabbatical erhielt sein Assistententeam, bestehend aus Joni Kacani, Hermes Killer, Gianna Ledermann und Federico Rossi, gemeinsam mit Assistierenden des Departements für Geistes- und Sozialwissenschaften die Chance, die Gestaltung des Kurses zu übernehmen. Die Studierenden waren aufgefordert, wiederkehrende Phänomene der zeitgenössischen Architektur zu identifizieren, diese in einen grösseren sozialen, ökonomischen und kulturellen Kontext zu stellen und ihre Erkenntnisse in schriftlicher Form zu reflektieren. Dabei wurden die Studierenden auch in die geisteswissenschaftliche Literaturrecherche und in die Grundzüge wissenschaftlichen Schreibens eingeführt. Diese Erfahrungen erleichtern den Studierenden nicht bloss den Einstieg in eine mögliche akademische Karriere, sondern vermitteln auch Fähigkeiten für den Berufsalltag als Architektin oder Architekt, welcher geprägt ist vom ständigen Vermitteln zwischen sozialen, politischen, rechtlichen, wirtschaftlichen und gestalterischen Fragen. •

Vorlesungen sind oft sehr theoretisch und werden in hohem Tempo vorgetragen. Dies lässt den Studierenden meist keine Zeit, um den vorgetragenen Stoff vollständig zu verstehen und sich gedanklich mit Anwendungen der Theorie zu beschäftigen. Ein Projekt im Bachelor-Studium in Elektrotechnik und Informationstechnologie will hier Abhilfe schaffen: Unter der Leitung der Studierenden Lioba Heimbach und Markus Niese werden Kurzvideos produziert, welche die Kernkonzepte der obligatorischen Kurse auf anschauliche Art und Weise erklären und die Vorlesungen optimal ergänzen. •

«Von meiner Ausbildung
an der ETH habe ich ein
Leben lang profitiert.
Deshalb möchte ich der
Hochschule heute etwas
zurückgeben.»

Adrian Weiss,
Gönner ETH Zürich



Fachvortrag zu Tunneltechnik beim Gotthard-Basistunnel während der ETH-Woche.

ETH-WOCHE

Innovation dank Querdenken

Eintauchen in eine komplexe Problemstellung, sich in einem Team organisieren und unter Zeitdruck neuartige und tragfähige Lösungsansätze entwickeln: Die jährlich stattfindende ETH-Woche fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit und das Out-of-the-Box-Denken und konfrontiert Studierende mit grossen gesellschaftlichen Herausforderungen. Die ETH-Woche wird auch durch die grosszügige Unterstützung der Avina Stiftung und der Dätwyler Stiftung ermöglicht.

«Die ETH-Woche zwingt einen, seine Komfortzone zu verlassen und sich auf neue Denkansätze einzulassen.»

Sebastián Guerrero Soriano,
Master-Student Physik

IHR ENGAGEMENT MACHT GROSSES MÖGLICH

Sie möchten mit Ihrem Engagement innovative Lehrprojekte an der ETH fördern und so dazu beitragen, dass herausragende Talente den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Schweiz weiter voranbringen? Gerne diskutieren wir mit Ihnen die verschiedenen Möglichkeiten für ein Engagement.

KONTAKT

ETH Zürich Foundation
Dr. Donald Tillman
Weinbergstrasse 29
CH-8006 Zürich
T +41 (0)44 633 69 66
E info@ethz-foundation.ch
www.ethz-foundation.ch

