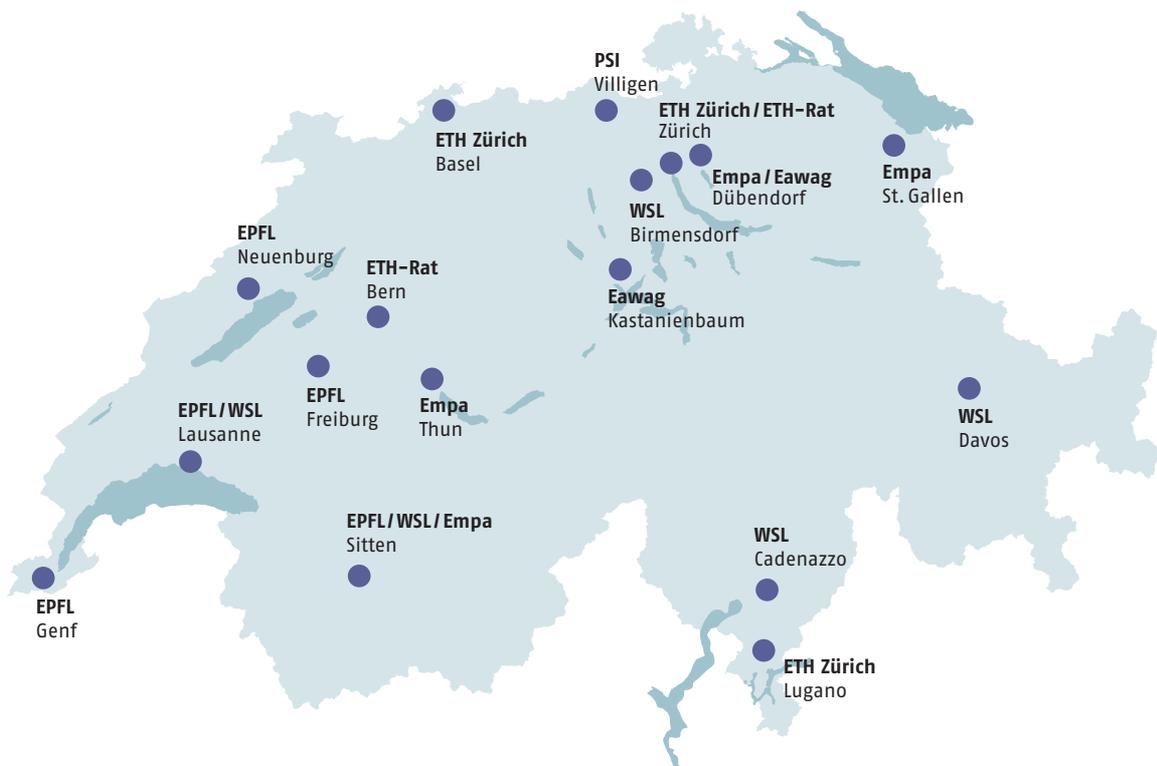


GESCHÄFTSBERICHT DES ETH-RATS ÜBER DEN ETH-BEREICH 2019



VISION

Der ETH-Bereich will durch Exzellenz in Forschung und Lehre sowie in Wissens- und Technologietransfer als Innovationsmotor die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz nachhaltig stärken und zur Entwicklung der Gesellschaft beitragen. Als Leuchtturm will er weltweit Mitverantwortung übernehmen für die Bewältigung drängender gesellschaftlicher Herausforderungen, für die Steigerung der Lebensqualität und für den langfristigen Erhalt unserer Lebensgrundlagen.



Der ETH-Bereich und seine Institutionen

Hochschulbildung, Forschung und Innovationen auf höchstem Niveau: Diese erbringt der ETH-Bereich mit 22 600 Mitarbeitenden, mehr als 33 600 Studierenden und Doktorierenden sowie einer Professorenschaft von rund 860 Personen.

Den ETH-Bereich bilden die beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen ETH Zürich und EPFL sowie die vier Eidgenössischen Forschungsanstalten PSI, WSL, Empa und Eawag. Das strategische Führungs- und Aufsichtsorgan des ETH-Bereichs ist der ETH-Rat. www.ethbereich.ch | www.ethrat.ch

ETH-Bereich

FACTS & FIGURES



Den ETH-Bereich bilden die beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen ETH Zürich und EPFL sowie die vier Forschungsanstalten Paul Scherrer Institut (PSI), WSL, Empa und Eawag. Der vom Bundesrat gewählte ETH-Rat ist das strategische Führungs- und Aufsichtsorgan des ETH-Bereichs.

www.ethrat.ch

Die Institutionen des ETH-Bereichs

ETH Zürich

Seite 15

EPFL

Seite 19

PSI

Seite 23

ETH zürich

An der ETH Zürich bilden rund 500 Professorinnen und Professoren rund 22200 Studierende und Doktorierende aus mehr als 120 Ländern aus. Gemeinsam forschen sie in Natur- und Ingenieurwissenschaften, Architektur, Mathematik, systemorientierten Wissenschaften sowie in Management- und Sozialwissenschaften. Dieses Wissen fließt in Zukunftsbranchen wie Cleantech, Medtech oder Cybersicherheit und bildet die Basis für jährlich rund zwei Dutzend neue ETH-Spin-offs. Die Absolvierenden der Studiengänge und Weiterbildungskurse sorgen mit ihrem an der ETH Zürich erworbenen Wissen dafür, dass sich Schweizer Unternehmen weltweit behaupten.

www.ethz.ch

EPFL

Die EPFL ist eine der internationalsten aller europäischen technischen Hochschulen: Sie zählt über 11 400 Studierende und Doktorierende aus über 120 Ländern. Mehr als 370 Labors betreiben Spitzenforschung in Bereichen wie erneuerbare Energien, Medizintechnik, Neurotechnologien, Materialwissenschaften und Informatik. 2019 brachte die EPFL alle zwei Wochen ein neues Start-up hervor. Anlässlich des 50-jährigen Bestehens 2019 überarbeitete die EPFL ihr Erscheinungsbild und enthüllte ihr neues Logo. Das Jahr war geprägt von verschiedenen Veranstaltungen, darunter die «Tage der offenen Tür», zu denen 40 000 Besucherinnen und Besucher begrüsst werden konnten.

www.epfl.ch



Das Paul Scherrer Institut (PSI) entwickelt, baut und betreibt grosse, komplexe Forschungsanlagen, die der nationalen und internationalen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung stehen. In der Schweiz sind alle diese Grossforschungsanlagen einzigartig, einzelne gibt es sogar weltweit nur am PSI. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Materie und Material, Energie und Umwelt sowie Mensch und Gesundheit.

www.psi.ch

WSL

Seite 26

Empa

Seite 29

Eawag

Seite 32



Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Die WSL untersucht Veränderungen der terrestrischen Umwelt sowie Nutzung und Schutz von natürlichen Lebensräumen und Kulturlandschaften. Sie überwacht Zustand und Entwicklung von Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis und entwickelt nachhaltige Lösungen für gesellschaftlich relevante Probleme. Zur WSL gehört auch das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Davos.

www.wsl.ch



Materials Science and Technology

Die Empa ist das interdisziplinäre Forschungsinstitut des ETH-Bereichs für Materialwissenschaften und Technologie. Auf der Basis ihrer Forschung entwickelt sie Lösungen für die vorrangigen Herausforderungen von Industrie und Gesellschaft und trägt so wesentlich dazu bei, die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft in einem zunehmend kompetitiven Umfeld zu stärken.

www.empa.ch

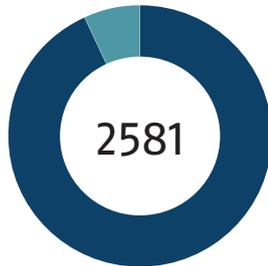


Die Eawag ist ein weltweit führendes Wasserforschungsinstitut. Stärke und Erfolg basieren auf der seit über 80 Jahren gepflegten Verknüpfung von Forschung, Lehre und Weiterbildung sowie auf Beratung und Wissenstransfer. Die Kombination von Natur-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften erlaubt eine umfassende Erforschung des Wassers von naturbelassenen Gewässern bis hin zu Abwassermanagementsystemen.

www.eawag.ch

Trägerfinanzierung¹

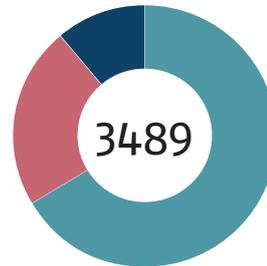
in Mio. CHF



■ Finanzierungsbeitrag des Bundes	2373
■ Investitionskredit Bauten ETH-Bereich	208

Ausgaben

in Mio. CHF



■ Personal	65,5%
■ Übrige laufende Ausgaben	20,9%
■ Investitionen	13,6%

Personal

Arbeitsverhältnisse

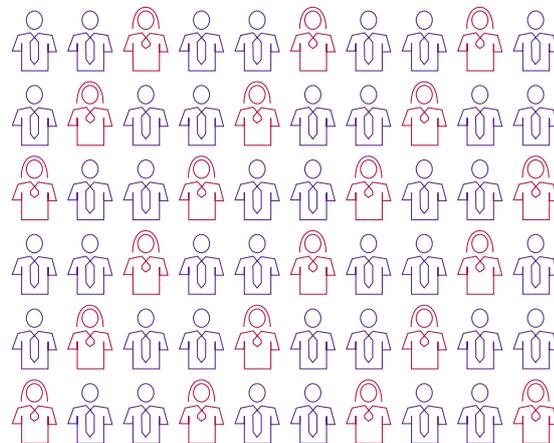
22 599

Frauenanteil: 35,1%, Lernende: 458

Studierende und Doktorierende

33 642

Frauenanteil: 31,7%

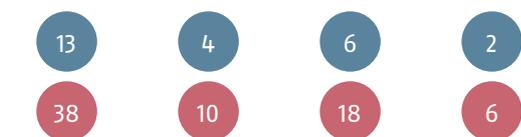


Professorenerennungen²



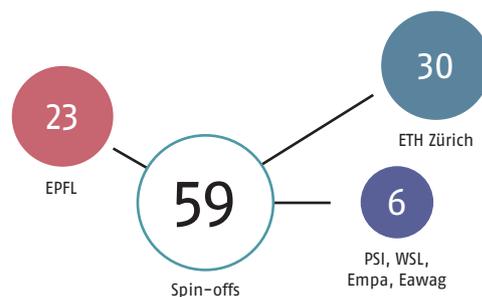
Hochschulrankings

THE World Ranking THE Europe Ranking QS World Ranking QS Europe Ranking



■ ETH Zürich ■ EPFL

Spin-offs ETH-Bereich



¹ Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen

² Ernennung neuer Personen, s. auch S. 45

Geschäftsbericht des ETH-Rats über den ETH-Bereich 2019

Vorwort	6
Rückblick	8
Faszination ETH-Bereich	11
Governance	35
Strategische Ziele	47
Kennzahlen	83
Finanzen	101
Impressum	108

Finanzbericht:
www.ethrat.ch/finanzbericht2019

Inhaltsverzeichnis



ETH Zürich: Marsmission

Ein Seismometer fliegt zum Mars

Wie ist das Marsinnere aufgebaut? Wie die Struktur und Dynamik? Eine der effizientesten Methoden, um Erschütterungen des Bodens zu analysieren, kann seit einem guten Jahr eingesetzt werden, dank der ETH Zürich.

12

ETH-Bereich: Aus der Schweiz, für die Schweiz

Wissen, das allen zugutekommt

Wie kommen technisch-wissenschaftliche Fortschritte aus dem ETH-Bereich der ganzen Bevölkerung zugute? Einige Beispiele aus verschiedenen Fachbereichen illustrieren dies.



Bundesrat Guy Parmelin überzeugt sich persönlich vom Erfolg des Eawag-Spin-offs aQuaTox-Solutions (s. S. 32 f.)
> Markus Mallaun / ETH-Rat

ETH-Bereich: WEF 2020

Innovativ und erfolgreich

Bereits zum dritten Mal folgten zahlreiche Gäste der Einladung des ETH-Rats und der Institutionen des ETH-Bereichs ans WEF 2020. Ausstellungen, Präsentationen und Podiumsdiskussionen über Spitzenforschung aus der Schweiz für die Schweiz brachte nationale und internationale Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zusammen.

EPFL: Tribots

Die Roboter-Künstlerin

Jamie Paik ist eine untypische Roboterforscherin, und ebenso untypisch sind die Maschinen, die sie mit ihrem Team im Reconfigurable Robotics Lab der EPFL entwickelt, wie der Exosuit (rechts im Bild).





PSI: Biomedizinische Forschung

Top of the World

Am SwissFEL, der jüngsten Grossforschungsanlage des PSI, geht es um ausgefeilte Röntgenlasertechnik ebenso wie um verfeinerte Sensorik. Neben Materialwissenschaften, Umwelt- und Energieforschung profitieren vor allem die Lebenswissenschaften von den neuen Möglichkeiten, die die 750 m lange Anlage bietet.

Empa: Power-to-X

«Wir haben kein Energieproblem, wir haben ein CO₂-Problem.»

Als Leiter des Labors für Automotive Powertrain Technologies sucht Christian Bach mit seinem Team nach Möglichkeiten, wie man den heute fast vollständig auf fossiler Energie basierenden Strassenverkehr künftig auf erneuerbare Energie umstellen kann.



WSL: Umwelt-Datenportal

Forschung beschleunigen

Wie kann man wertvolle Umweltdaten leichter zugänglich machen? Die WSL wagt die Datenoffensive und baut eine Plattform namens EnviDat auf.

Eawag: Alternative zu Tierversuchen

Ausgezeichnete Alternative

Toxizitätstests macht man vorwiegend an lebenden Tieren, im Rahmen der Umweltrisikoprüfung vor allem an Fischen. Ein von Eawag-Forscherinnen entwickeltes Alternativverfahren nimmt gerade entscheidende Hürden hin zur breiten Anwendung in der Praxis.



VORWORT



Beth Krasna,
Präsidentin
des ETH-Rats

Beth Krasna war Präsidentin des ETH-Rats ad interim von Mai 2019 bis Januar 2020, nachdem der vorhergehende Präsident Fritz Schiesser mit Erreichung des Pensionsalters das Amt per Ende April abgegeben hatte. Im Februar 2020 übernahm Michael O. Hengartner die Präsidentschaft. Krasna ist seit 2003 Mitglied des ETH-Rats und war von 2008 bis 2019 Präsidentin des Auditausschusses. Seit Februar 2020 ist Krasna wieder Vizepräsidentin des ETH-Rats.

Sehr geehrte Leserinnen und Leser

«Klimajugend». Das ist in der Deutschschweiz das Wort des Jahres 2019. In der Westschweiz ist es «vague verte», in der italienischsprachigen Schweiz «onda verde». Sie beziehen sich alle auf die gleichen Themen: den Klimawandel und die Nachhaltigkeit. Themen, in denen der ETH-Bereich stark ist. So befassen sich beispielsweise mehr als die Hälfte der 350 Labors an der EPFL mit den Sustainable Development Goals der UNO. Die ETH Zürich ist mit ihren Kompetenzzentren zu Ernährung, Klimawandel oder Städtebau weltweit führend in Lehre und Forschung zur nachhaltigen Entwicklung. Die Forschungsanstalten des ETH-Bereichs leisten wesentliche Beiträge zum nachhaltigen Umbau des Schweizer Energiesystems. Im Umweltbereich sind sie zentral für praxisorientierte Forschung und Wissensvermittlung.

Auch beim Bauen und beim Betrieb nimmt der ETH-Bereich eine Vorbildfunktion ein. Er hat die Umweltbelastung in den letzten Jahren weiter gesenkt und die Energieeffizienz gegenüber 2006 um mehr als einen Drittel gesteigert.

Die beiden ETH haben 2019 in den meisten relevanten internationalen Hochschulrankings Plätze gutgemacht oder die sehr guten Rangierungen halten können. Sie gehören nach wie vor zu den besten Hochschulen der Welt. Auch die alle vier Jahre stattfindende externe Evaluation des ETH-Bereichs betonte die aussergewöhnliche Qualität der beiden Hochschulen und der vier Forschungsanstalten. 2019 konnte zu-

dem im ETH-Bereich ein Jubiläum gefeiert werden: Die EPFL wurde 50 Jahre alt. Aus der ehemaligen Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne ist eine Hochschule von Weltformat geworden, die stark dazu beigetragen hat, dass die Westschweiz zu einer dynamischen Region wurde.

Die beiden ETH und die vier Forschungsanstalten wollen gemeinsam Lösungen für die vielfältigen Herausforderungen unserer Gesellschaft finden. Die Auswirkungen des Klimawandels stehen dabei an erster Stelle. Der ETH-Rat möchte deshalb die Forschung im ETH-Bereich gezielter darauf ausrichten. Er fällte im September 2019 den strategischen Grundsatzentscheid, eine Forschungsanstalt für Umwelt und Nachhaltigkeit zu gründen und die Kräfte der WSL und der Eawag mittelfristig darin zu bündeln. Der ETH-Rat ist davon überzeugt, dass dadurch die wissenschaftliche Kompetenz, die Zusammenarbeit innerhalb und ausserhalb des ETH-Bereichs sowie der rasche Transfer von Wissen weiter gestärkt werden. Zudem wird die neue Forschungsanstalt helfen, den ETH-Bereich auch in Zukunft stark zu positionieren und im internationalen Wettbewerb zu bestehen – zugunsten der Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft.

Zürich / Bern, im Januar 2020



Beth Krasna, Präsidentin des ETH-Rats

ETH-Bereich

EXZELLENT FORSCHUNG FÜR DIE HERAUSFORDERUNGEN UNSERER ZEIT

Mit seiner qualitativ hochstehenden Lehre und Forschung kommt dem ETH-Bereich auch eine grosse Verantwortung im Umgang mit aktuellen Herausforderungen zu. Im Fokus stehen dabei Themen wie Klimawandel, die nachhaltige Nutzung von Ressourcen oder die digitale Transformation. Verlässliche bildungspolitische Rahmenbedingungen, aber auch wirkungsvolle Strukturen, sind wichtige Voraussetzungen, um diese Verantwortung wahrzunehmen.

«Ausserordentliche Qualität», «einzigartige Positionierung», «wichtige Innovationsdrehscheibe» – die international zusammengesetzte Expertengruppe der Zwischenevaluation 2019 betonte die grosse Leistung und die zentrale Bedeutung des ETH-Bereichs sowohl innerhalb der Schweizer Hochschullandschaft als auch im Vergleich mit Bildungs- und Forschungsinstitutionen weltweit. Die Zwischenevaluation des ETH-Bereichs, die im Auftrag des Eidgenössischen Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) jeweils in der Mitte der laufenden BFI-Periode durchgeführt wird, bestätigt damit die exzellente Arbeit, die an den sechs Institutionen geleistet wird. Die beiden ETH gehören zu den weltweit besten universitären Hochschulen. Dies belegen auch die verschiedenen internationalen Rankings, in denen die beiden Schulen 2019 erneut hervorragend positioniert sind (s. Abb. 16 und 17, S. 93).

**Forschung im Brennpunkt:
Nachhaltige Entwicklung und Digitalisierung**
Mit ihrer exzellenten Forschung und Bildung können

die Institutionen des ETH-Bereichs einen wichtigen Beitrag leisten im Umgang mit aktuellen und zukünftigen Herausforderungen, denen sich unser Land zu stellen hat. Im Rahmen der Spitzentreffen zur Erarbeitung der BFI-Botschaft 2021–2024 wurden einige dieser Herausforderungen als zentrale «Stossrichtungen» für alle BFI-Förderbereiche benannt. Es sind dies beispielsweise die nachhaltige Entwicklung oder die digitale Transformation. Beide Bereiche sind auch Schwerpunkte der Forschungstätigkeit im ETH-Bereich.

Im breiten Themenfeld der nachhaltigen Entwicklung legen die Institutionen einen besonderen Fokus auf die Energieforschung. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Aktionsplan «Koordinierte Energieforschung Schweiz» als Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050 des Bundes. In der aktuellen BFI-Periode ist die Energieforschung zudem einer der vier Strategischen Fokusbereiche, die der ETH-Rat definiert hat. Anspruchsvolle Aufgaben wie der nachhaltige Umbau der Schweizer Energieproduktion, die Reduktion von

Zwischenevaluation 2019 des ETH-Bereichs: ausserordentliche Qualität, einzigartige Positionierung und wichtige Innovationsdrehscheibe.

Kunst oder Bauwerk?
Mit einem neuartigen digitalen 3D-Druckverfahren für Beton der ETH Zürich lassen sich unendlich viele Designmöglichkeiten umsetzen wie für die Säulen «Concrete Choreography» für das Origen Festival in Rom.
dbt.arch.ethz.ch

> Andreas Eggenberger/
ETH Zürich



50

Studierende sind seit dem Herbstsemester 2019 im erstmals ausgeschrieben, gemeinsamen Masterstudiengang Cyber Security der beiden ETH eingeschrieben.

CO₂-Emissionen oder die Effizienzsteigerung im Energiesystem werden in einer Vielzahl von Forschungsprojekten angegangen. 2019 wurde die Energieforschungsplattform ReMaP (Renewable Management and Real-Time Control Platform) in Betrieb genommen. Diese widmet sich vernetzten Fragestellungen, beispielsweise zur Veränderung des Stromverbrauchs bei lokaler Energiespeicherung. Indem bereits bestehende Forschungs- und Technologietransferplattformen im ETH-Bereich verbunden werden, erschliessen sich Zusammenhänge zwischen Verteilnetz, Energiemanagement, Gebäuden und Mobilität. Die Institutionen des ETH-Bereichs beteiligten sich auch an der Ausarbeitung von SWEET (Swiss Energy Research for Energy Transition), dem Nachfolgeprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) zum Aktionsplan «Koordinierte Energieforschung».

Was die digitale Transformation anbelangt, so forschen die Institutionen des ETH-Bereichs intensiv an den technologischen Grundlagen und wenden sie auf den verschiedensten Gebieten an. Alle drei

Strategischen Fokusbereiche des ETH-Bereichs «Personalisierte Gesundheit», «Datenwissenschaften» und «Advanced Manufacturing» beinhalten zentrale Aspekte der Digitalisierung. Seit geraumer Zeit verstärken die beiden ETH ihre Kapazitäten insbesondere im Bereich der Computerwissenschaften und der Informations- und Kommunikationstechnologie. Hierzu gehören die sieben zusätzlichen Professuren, die die ETH Zürich und die EPFL im Rahmen des Aktionsplans «Digitalisierung» des Bundes einrichten. 2019 konnten bereits fünf davon besetzt werden. Ein Schwerpunkt liegt auf der sicherheitstechnischen Herausforderung im digitalen Umfeld. Die beiden ETH starteten 2019 erfolgreich das gemeinsame Masterprogramm Cyber Security. Im Herbst wurden zudem Teile des Cyber-Defence Campus des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) an der EPFL und der ETH Zürich eröffnet. Der Campus dient der Früherkennung der rasanten Entwicklungen im Cyberbereich und der Arbeit an neuen Technologien zur Gefahrenabwehr.



WEF 2020

Spannende Podiumsdiskussion über den digitalen Wandel in der Schweiz. Empa-Direktor Gian-Luca Bona, ETH-Professorin Stefanie Hellweg, Moderatorin Patricia Laeri und Peter Terwiesch, ABB (v.l.n.r.).

› Andreas Eggenberger / ETH Zürich

CEO Lorenz Meier, ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter der WSL, präsentiert Bundesrat Parmelin Geopraevent, das im Bereich Überwachung und Alarmierung von Naturgefahren tätig ist. geopraevent.ch

› Markus Mallaun / ETH-Rat

Im Dialog mit Politik und Gesellschaft

Zu einer verantwortungsvollen Wissenschaft gehört es, angesichts aktueller Entwicklungen und Herausforderungen eine Beratungsfunktion zuhanden der Politik zu übernehmen, um faktenbasiertes Entscheiden zu ermöglichen. Gerade im aktuellen Kontext von Fake News und hoch personalisierten und polarisierenden Debatten ist das Vertrauen in die Wissenschaft und ihre Prozesse von grösster Wichtigkeit. Im abschliessenden Bericht der Zwischenevaluation wird denn auch nachdrücklich auf die Notwendigkeit verwiesen, dass die Wissenschaft «ein Gesicht erhält» und die Experten aus dem ETH-Bereich sich mit beratender Stimme in den politischen Aushandlungsprozess einbringen.

Was die gesellschaftliche Verantwortung der Wissenschaft anbelangt, so wird diese beim Thema digitale Transformation besonders deutlich. Das stetig ausgebaut und auf aktuelle Bedürfnisse der verschiedenen Berufszweige angepasste Weiterbildungsangebot der Institutionen des ETH-Bereichs will mithelfen, die

Gesellschaft für das digitale Zeitalter fit zu machen. Von besonderer Bedeutung ist die Ausbildung der jungen Generation. Die beiden ETH unterstützen beispielsweise die Stärkung des Informatikunterrichts an den Schulen mit Aus- und Weiterbildungskursen für Lehrpersonen oder der Ausarbeitung von Lehrplänen.

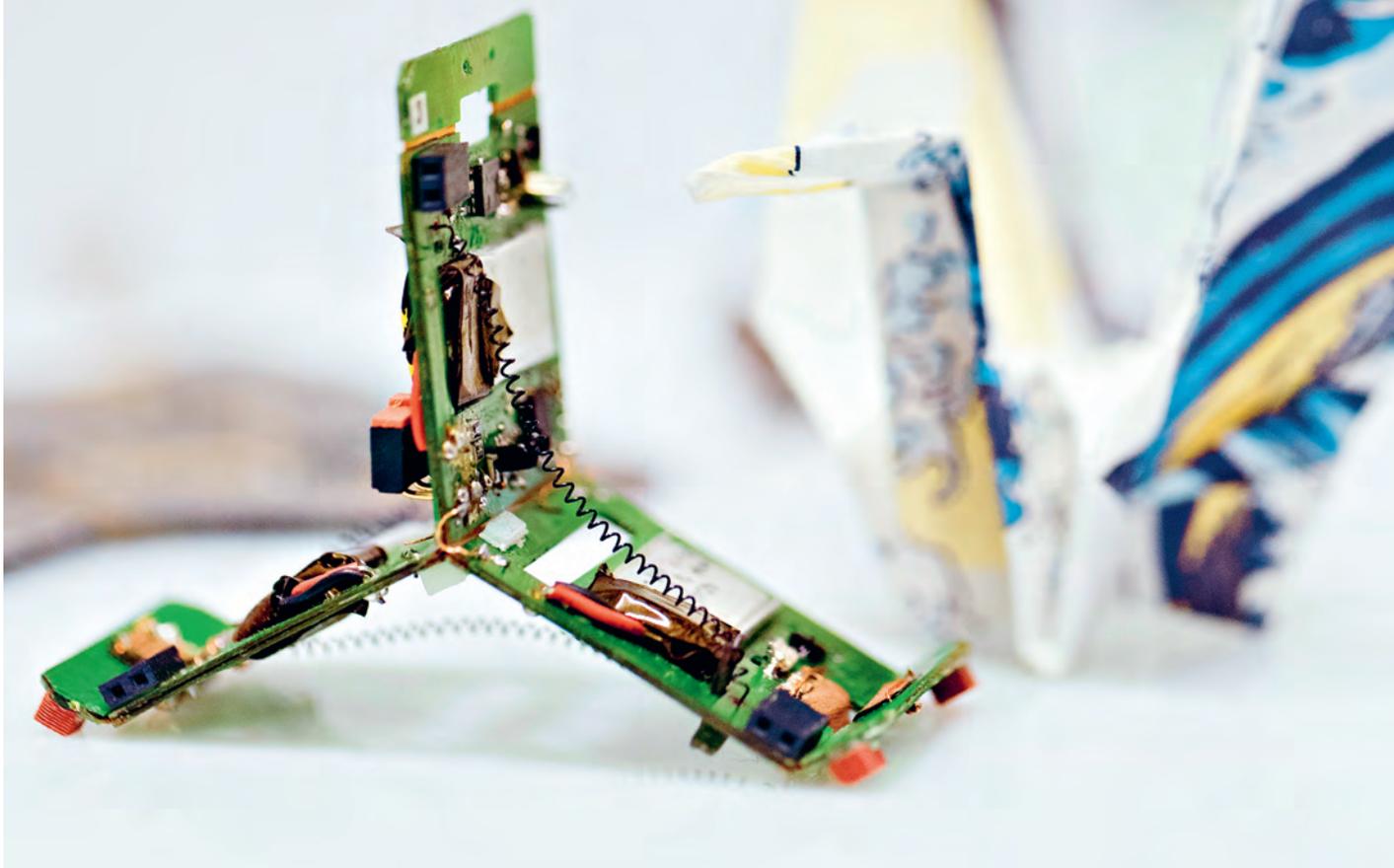
Verlässliche Rahmenbedingungen, wirkungsvolle Strukturen

Um auch in Zukunft exzellente Forschung und Bildung für die Herausforderungen unserer Zeit zu betreiben zu können, sind verschiedene Faktoren zentral. In ihren Empfehlungen sprechen die Experten der Zwischenevaluation mehrere wichtige Rahmenbedingungen an. Eine stabile und verlässliche Finanzierung durch den Bund ist eine davon. In diesem Kontext ist auch die Autonomie des ETH-Bereichs und seiner sechs Institutionen bei der Verwendung der finanziellen Mittel entscheidend. Dies trifft auch auf die freien, strategischen Reserven zu, die den Institutionen Handlungsspielraum zugunsten neuer Wissenschaftsgebiete und -initiativen ermöglichen. Die vom ETH-Rat verabschiedeten neuen Richtlinien für die Reservepolitik im ETH-Bereich legen u. a. Richtgrössen und Grundsätze für die Bewirtschaftung fest. Als weitere wichtige Rahmenbedingung betonte das Expertengremium die internationale Offenheit des ETH-Bereichs. Der Zugang zu den länderübergreifenden Forschungsförderungsprogrammen wie «Horizon Europe» ist zentral für die Attraktivität und das internationale Netzwerk des Forschungsstandorts Schweiz.

Neben den äusseren Rahmenbedingungen setzte sich die Zwischenevaluation auch mit der historisch gewachsenen Struktur des ETH-Bereichs auseinander. Die Experten empfahlen, die vom ETH-Rat angestossene Überprüfung dieser Struktur weiterzuführen, um die Agilität und Flexibilität des ETH-Bereichs zu erhöhen und dessen Entwicklung auf zukünftige Bedürfnisse auszurichten. Der ETH-Rat hat im September den strategischen Grundsatzentscheid gefällt, WSL und Eawag mittelfristig zu einem Forschungsinstitut für Umwelt und Nachhaltigkeit von internationaler Strahlkraft zusammenzuführen. Ende 2019 wurde die Anhörung der Institutionen des ETH-Bereichs zu diesem Vorhaben eröffnet. Damit soll die Forschung im ETH-Bereich noch gezielter zu Lösungen für eine nachhaltige Zukunft unserer Gesellschaft beitragen und der Forschungsplatz Schweiz in den Bereichen Umwelt und Nachhaltigkeit weiter gestärkt werden.

FASZINATION ETH-BEREICH

Wissen, das allen zugutekommt	ETH-Bereich	12
Ein Seismometer fliegt zum Mars	ETH Zürich	15
Die Roboter-Künstlerin	EPFL	19
Die «Jungfrau» als Top of the World	PSI	23
Forschung beschleunigen	WSL	26
«Wir haben kein Energieproblem, wir haben ein CO ₂ -Problem.»	Empa	29
Ausgezeichnete Alternative zu Tierversuchen	Eawag	32



ETH-Bereich

WISSEN, DAS ALLEN ZUGUTEKOMMT

Wie kommen technisch-wissenschaftliche Fortschritte aus dem ETH-Bereich der ganzen Bevölkerung zugute? Dies illustrieren einige Beispiele aus verschiedenen Fachbereichen – und ein Blick zurück ins 19. Jahrhundert, als der Ingenieur zum zivilgesellschaftlichen Genie wurde.

Eine Erfolgsgeschichte: In über 30 Jahren wurden bereits mehr als 7000 Patientinnen und Patienten behandelt – mehr als an jeder anderen Protonentherapieanlage der Welt. psi.ch/de/protontherapy

Der Homo Faber ist so etwas wie ein Schweizer Nationalheld. Einer der wenigen Ingenieure, die es in der Weltliteratur zu Ruhm gebracht haben. Damien C. Weber, Leiter der Protonentherapie am PSI, hat einen anderen Helden: «Kennen Sie Robert Wilson? Er war nicht nur Physiker, er war auch Künstler und ein grosser Humanist.» Der Vordenker der Behandlung von Krebserkrankungen mit Protonen war Gründungsdirektor des amerikanischen Ringbeschleunigers Fermilab. Seine Karriere widmete er der klassischen Grundlagenforschung. Andere übernahmen es, seine Vermutung von 1947 zu belegen, dass sich Protonen besonders gut für die präzise, lokal begrenzte Bekämpfung von Tumoren eignen müssten. Der Beweis gelang 1954 mit der ersten Behandlung.

Heute, 65 Jahre später, sitzen wir in einem eher nüchternen Sitzungszimmer mitten auf dem PSI-Gelände. Aber wenn Weber von Wilson erzählt, hört man aus jedem seiner Worte die Leidenschaft des Arztes, der nicht einfach die Möglichkeiten seiner Hightechgeräte sieht, sondern vor allem den Nutzen für seine Patienten. Auch Kinder kommen – oft von weit – hierher, denn die Protonentherapie zeigt ihre Qualitäten am besten im noch wachsenden Körper: Der Protonenstrahl entfaltet seine Wirkung im Körperinneren erst, wenn die Protonen an Geschwindigkeit verloren haben. Das bedeutet intensivere Strahlung, wo man den Tumor bekämpfen will, und weniger Strahlung im zu schützenden gesunden Gewebe. Das kann entscheidend für den Heilerfolg sein. Am PSI werden Patienten mit der besten

weltweit verfügbaren Protonentherapie behandelt – kein Wunder, denn die Spot-Scanning-Technik wurde hier entwickelt. Und getreu ihrer Aufgabe forschen am PSI Physikerinnen, Ärzte und Ingenieurinnen kontinuierlich an der Einführung innovativer Behandlungskonzepte.

Im Ingenieur steckt das «Génie». Doch zunächst war es fast ausschliesslich ein «Génie militaire». Erst im 19. Jahrhundert emanzipierten sich die Ingenieure von dieser Rolle und es formierte sich das «Génie civil». Nun ging es um den technisch-wirtschaftlichen Fortschritt, der allen zugutekommen sollte. Aber nach wie vor treibt die militärische Forschung viele Technologien – wie zum Beispiel GPS – voran, die auch der Zivilgesellschaft nützen. Die Ingenieure machten sich indessen auf, das Land zu «rationalisieren», es zu vermessen und mit Infrastruktur aller Art zu überziehen. Die Natur wurde weitgehend gezähmt, viel praktisches Wissen kam dabei zusammen, gerade in der Schweiz. «Wir haben dieses Wissen ins Computerzeitalter überführt», sagt Perry Bartelt, verantwortlich am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos für die Simulations-Software RAMMS. «Was macht der Berg?», hat der Mensch seit Urzeiten gefragt. Dank viel Erfahrungswissen und komplexer Modelle kennt die Wissenschaft nun sehr oft die Antwort: Lawenzüge und Murgänge lassen sich im Computer berechnen und auf einer digitalen Landkarte detailliert nachvollziehen. Bartelt sieht RAMMS ausdrücklich als Dienst an der Gesellschaft. Die Software ist ein

Das DFAB House im modularen Forschungs- und Innovationsgebäude NEST auf dem Empa-Campus ist das grösste in digitaler Fabrikation realisierte Haus der Welt. dfabhouse.ch
> Roman Keller



Ein grosser Erfolg, in der Schweiz und international: Dank der Software RAMMS des SLF lassen sich Lawinenzüge und Murgänge am Computer berechnen. ramms.slf.ch

grosser Erfolg, in der Schweiz wie auch international. Dieser Erfolg lasse sich nicht in erster Linie durch viel zitierte akademische Artikel messen, sondern im Kontakt mit der Praxis. Gerade die enge Zusammenarbeit mit Ingenieurbüros sei extrem wichtig gewesen: «Das war das Ziel: Wir wollten den Planerinnen und Planern ein Tool zur Verfügung stellen, damit sie abschätzen können, welche baulichen Massnahmen wo sinnvoll sind.» Durch Rückmeldungen aus der Praxis und eigene Feldforschung wird die Simulation laufend verbessert.

Mitunter beschleicht einen allerdings das Gefühl, dieses gesamtgesellschaftliche Verantwortungs- bewusstsein sei den Ingenieurinnen und Ingenieuren ein wenig abhandengekommen. «Move fast and break things?»: Das notorische Motto aus den Anfangstagen von Facebook beschreibt wohl immer noch die Grundhaltung vieler Digital-Pioniere, die gelernt haben, dass Erfolg nicht nur im Alphabet gleich nach Disruption kommt. Marcel Salathé, Biotechnologe und Spezialist für digitale Ansätze in Life Sciences, möchte diese Welt von nicht-kommerzieller Seite aus mitgestalten. Warum nicht digitales Know-how, das gerade an technischen Hochschulen selbstverständlich vorhanden ist, der ganzen Gesellschaft zur Verfügung stellen? Seit rund zwei Jahren bietet die EPFL Extension School Onlinekurse zu digitalen Skills an. Eine Art Volkshochschule für das Génie civil des 21. Jahrhunderts. Denn heute ist die relevante Infrastruktur in vielen Jobs digital, man muss Webseiten programmieren oder ein Datenset analysieren

und visualisieren können. Das Interesse ist da, doch das Label EPFL sei auch ein «zweischneidiges Schwert». Viele aus der breiten Bevölkerung fühlten sich vom Angebot nicht angesprochen und meinten, es sei nicht für jedermann. Deshalb plant Salathé eine Kommunikationsoffensive: Warum nicht eine Plakataktion in grossen Schweizer Bahnhöfen? Und warum das Modell nicht noch erweitern für die nächste Generation? Die neueste Idee des umtriebigen EPFL-Professors: ein Gratis-Modul rund um künstliche Intelligenz für Schülerinnen und Schüler.

Aber zurück zu den Ingenieurinnen und Planern, die unsere analoge Umwelt gestalten. Wie baut man eine Welt, die sich ihrer Fragilität und Begrenztheit immer mehr bewusst wird? Und in der, auch ein wichtiger Unterschied zum 19. Jahrhundert, eine wie auch immer verstandene «zivile» Gesellschaft nicht einfach an den Ländergrenzen aufhört? Matthias Kohler, im Team mit Fabio Gramazio, Professor für Architektur und Digitale Fabrikation an der ETH Zürich, betont im Gespräch, dass es dem Team nicht in erster Linie darum gehe, neue Formen des Bauens zu erproben (er nennt es die «Befreiung des Betons»). Letztlich gehe es immer um Nachhaltigkeit. Kohler will diese nicht nur ökologisch, sondern auch gesellschaftlich verstanden wissen: Neben der besseren Ressourcennutzung will er auch eine gewisse «Sinnlichkeit» in die Architektur zurückbringen, als Kontrast zum «durchrationalisierten Bauen», das man als Ausdruck industriellen Bauens verstehen kann. Was sich gerade durch digitale Methoden entwickle

EPFL Extension School – Europas führende Fakultät für E-Learning. Unabhängig von Alter, Ausbildung oder digitalen Kenntnissen können wertvolle Fähigkeiten für die digitale Transformation erworben werden. extensionsschool.ch

25 %

weniger Energieverbrauch: Die vom Empa-Energy-Hub entwickelte intelligente Heizungssteuerung ist ein Vorzeigeprojekt des NEST.

sei jedoch eine «massgeschneiderte Version der Industrialisierung». Auf dem Weg zu Kohlers Büro auf dem Campus ETH Hönggerberg bekommt man einen Eindruck davon: Im Erdgeschoss arbeiten grosse Industrieroboter im weltweit grössten Labor für robotische Fabrikation in der Architektur und die oberen Etagen, wo auch gelehrt wird, sind voller Entwürfe mit ungewohnten Formensprachen. Dabei bleibt es nicht nur bei der Forschung und dem Experiment, sondern Forschungsergebnisse werden auch in die Praxis überführt. Ein Resultat steht auf dem Eawag-Empa-Campus in Dübendorf: das weltweit einzigartige modulare Forschungs- und Innovationsgebäude NEST (Next Evolution in Sustainable Building Technologies).

Im NEST können zukunftsweisende Bautechnologien erprobt werden, in enger Kollaboration mit der Industrie. Diesen Technologien durch die schwierige Phase zwischen Entwicklungslabor und Markt zu helfen, sei das Ziel von NEST, so Enrico Marchesi, Innovation Manager NEST bei der Empa. Die Baubranche sei eine der volkswirtschaftlich grössten Branchen, aber leider auch diejenige mit dem langsamsten Innovationstempo. Im NEST fühlen sich Forschende, die gern etwas simulieren, genauso wohl wie die Industriepartner, die sehen wollen, wie es in der Praxis funktioniert, sagt Marchesi. Das Projekt hat sich in den etwas mehr als drei Jahren seit der Eröffnung zu einem Leuchtturm entwickelt: Es findet nicht nur bei nationalen Partnern aus Forschung und Industrie grosse Beachtung, sondern wird auch regelmässig von internationalen Delegationen besucht. Eines der Vorzeigeprojekte ist eine vom Empa-Energy-Hub entwickelte intelligente Heizungssteuerung, die den Energieverbrauch um gut 25 Prozent senken kann. Und deren autonomes Schalten und Walten bei den Bewohnern – ebenso wichtig – auf breite Akzeptanz stösst. Der verwegenste Teil des NEST ist aber das DFAB House, das grösste in digitaler Fabrikation realisierte Haus der Welt und die neuste Einheit, in der «Gramazio Kohler Research» im Kollektiv mit sechs weiteren ETH-Professuren ihr Konzept des digitalen Gestaltens und Bauens auf die Spitze getrieben haben. Rund 40 Forschende unterschiedlicher Disziplinen haben im Rahmen des

NFS «Digitale Fabrikation» mitgeplant. Viele Teile, wie zum Beispiel das ungewöhnliche Holzfassaden-Fachwerk, wurden sogar von Algorithmen «generiert». Kohler sieht auch hier einen Paradigmenwechsel: Planungsprozesse werden adaptiv, Bedürfnisse können laufend aufeinander abgestimmt werden. Bauen als Kanon vieler Stimmen.

«Um die Herausforderungen von heute zu meistern, braucht es die umfassendere Sicht des Umweltnaturwissenschaftlers. Techniklösungen allein werden schlichtweg nicht reichen», ist Florian Altermatt überzeugt. Als Gruppenleiter an der Eawag und Professor für Aquatische Ökologie an der Universität Zürich untersucht er den Zustand und Wandel der Biodiversität in Gewässern. «In jüngster Zeit sehen wir tatsächlich extreme Veränderungen, stark beeinflusst durch die Landnutzung.» Es wäre der Moment für eine rigorose Bestandsaufnahme der Biodiversität, mit neuen von ihm mitentwickelten technischen Möglichkeiten wie der Umwelt-DNA-(eDNA)-Analyse. Gleichzeitig ist dieses Wissen aber auch von dringlicher gesellschaftlicher Relevanz: «Eigentlich verfügen wir noch über ungenügendes Wissen über Biodiversität – und dabei müssten wir wichtige Entscheidungen fällen.» Eine Million Arten seien weltweit vom Aussterben bedroht, in Gewässern oder an Land, es wäre also, glaubt Altermatt, ein transformativer Wandel nötig, «und der kann nicht allein technischer Natur sein». Es wird keine einfache Aufgabe sein, er hält es für nichts weniger «als eine der grössten Herausforderung vor denen die Menschheit je stand». Die aber – mit der richtigen Mischung an Expertise – zu meistern sei. Gerade an der Eawag sieht Altermatt eine grosse Exzellenz, gesellschaftliche Rahmenbedingungen mitzudenken, in interdisziplinären Teams. Theorie und Praxis sind heutzutage nicht mehr zu trennen. «Als Ökologe bin ich Grundlagenforscher, aber mir und meinen Kolleginnen und Kollegen ist die Umsetzung dieses systemischen Wissens extrem wichtig.» Als Forscher treiben ihn die theoretischen Einblicke an, als Experte stellt er sich in den Dienst der Gesellschaft – so hat er unlängst einen Synthesebericht im Auftrag des BAFU erstellt, in dem es um die Auswirkungen des Klimawandels auf Schweizer Gewässer geht.

«Als Ökologe bin ich Grundlagenforscher, aber als Experte stelle ich mich in den Dienst der Gesellschaft.»

– Florian Altermatt, Gruppenleiter an der Eawag und Professor für Aquatische Ökologie an der UZH

ETH ZÜRICH EIN SEISMOMETER FLIEGT ZUM MARS



Wie ist das Marsinnere aufgebaut? Wie sind die Struktur und die Dynamik des roten Planeten? Dazu wussten die Planetenforschenden nur Ungefähres. Eine ihrer effizientesten Methoden, um Erschütterungen des Bodens zu analysieren, können sie erst seit einem guten Jahr einsetzen, dank der ETH Zürich.

Marsbebendienst. Der Name beschwört eine Menge Bilder herauf: ein Kuppelbau irgendwo im roten Staub, ein Pionierprojekt zur Erkundung und Besiedlung des Wüstenplaneten? Klingt nach wilder Science-Fiction, gibt es aber tatsächlich. Domenico Giardini, Professor für Seismologie und Geodynamik, führt einen gerne hin. In einem Büro an der ETH Zürich sitzen drei junge Forschende vor vielen Bildschirmen, werten die empfangenen Daten aus und charakterisieren diese. Zusammen mit Seismologinnen und Seismologen des Schweizerischen Erdbebendienstes wird der Marsbebendienst betrieben. Schlussendlich sind mehrere Gruppen der ETH Zürich für die Datenerfassungs- und Steuerungselektronik verantwortlich. Am Labor für Raumfahrtelektronik und -instrumente der ETH Zürich wurde die hochempfindliche Elektronik des Seismometers entwickelt.

Die Analogie zum routinemässig betriebenen Erdbebendienst ist kein Zufall. Die Discovery-Programme der NASA funktionieren nach dem Wettbewerbsprinzip: Wer die beste wissenschaftliche Idee präsentiert, fliegt mit. Der Vorschlag der ETH Zürich überzeugte, und so brachte die InSight-Mission das vom europäischen Konsortium entwickelte Seismometer auf den roten Planeten. Explizit hätten sie im Proposal geschrieben: «Wir werden beim Marsbebendienst alles genauso machen wie auf der Erde», so Giardini. Das heisst: bewährte Infrastruktur, vorhandenes Wissen und eine Institution, deren Renommee für ein stabiles Forschungsumfeld steht.

Eines aber ist anders. «Das InSight-Messinstrument ist empfindlicher als alle Instrumente, die auf der Erde zum Einsatz kommen.» Und dabei musste es eine lange Reise durch den Weltraum und eine heikle Landung überstehen. Am 19. Dezember 2018 wurde es auf dem Boden des Mars abgesetzt, um als einziges Seismometer Erschütterungen aufzuspüren. Am 6. April 2019 gelang die erste Aufzeichnung eines Marsbebens. Die Forschenden haben ausgeklügelte

Methoden, sodass sie manche der ein bis zwei pro Tag registrierten Beben sogar genau lokalisieren können. Dazu kombinieren Giardini und sein Team Methoden aus den Anfängen der Seismologie mit modernen Analyseverfahren. Was sie herausfinden, soll nicht nur helfen, offene Fragen zur geologischen Struktur des Mars zu beantworten, sondern ganz allgemein zur Entstehung der erdähnlichen Planeten im inneren Sonnensystem.

«Wir wussten bereits viel über die Marsoberfläche», sagt Giardini, «aber über das Innenleben des Planeten gab es nur Mutmassungen.» Diese werden nun erstmals mit harten Fakten überprüft – und reihenweise verworfen. Nach etwas über einem halben Jahr InSight-Messungen seien schon fast drei Viertel der etwa 2000 Modelle über den Aufbau des Mars vom Tisch. Und er fügt mit einem Schmunzeln hinzu, es gebe gerade ziemlich viel Anlass zu Diskussionen in der Mars-Forschergemeinde. Sicher ist: Die Mars-Erschütterungen müssen andere Auslöser haben als die Beben auf der Erde. Hier sind es meist Verschiebungen der tektonischen Platten. Doch der Mars besteht aus nur einer einzigen tektonischen Platte.

Weil ein völlig neues Kapitel der Planetenforschung aufgeschlagen wurde, war die InSight-Mission ein Flug ins Blaue: «Wir hatten keine Ahnung, welche Art von Beben wir erwarten konnten.» Also konzipierten die Forschenden ein breites Amplitudenspektrum. Das nächste Mal würde Giardini «viel einfachere Sensoren» hinaufschicken. Ein grosses Problem aber wird man kaum ausschalten können: den Marswind. Der hatte bislang alle seismographischen Messversuche auf dem Mars buchstäblich verblasen. Und auch das InSight-Instrument liefert den Marstag über nur Sturmrauschen. Erst am Abend wird es ruhig auf dem roten Planeten. Dann horcht das Seismometer umso genauer hin.

Giardini weiss, eine solche Mission kann auch schiefgehen. «Man hat nur eine Chance. Alles muss klappen, denn die Mission ist unbemannt, es ist kein Astronaut mitgeflogen, der nach dem Rechten sehen könnte.» Ein bisschen Glück gehört auch dazu: Die ETH Zürich hat Spezialistinnen und Spezialisten für die komplizierten Daten von kleineren Beben, die – wie sich nun zeigt – auf dem Mars häufig vorkommen. Was sie «hören», gibt aber auch Rätsel auf. Die ersten seismischen Signale der Marsbeben konnten die Forschenden leicht einordnen, aber die folgenden Signale zeigten stärkere Echos als erwartet. Manche Beben schwangen 10 bis 20 Minuten nach. Viele internationale Kolleginnen und Kollegen warten derweil ungeduldig auf grössere Erschütterungen der Marsoberfläche: einen Meteoriteneinschlag, einen Vulkanausbruch. Dies würde zu Signalen führen, die ganz andere Einsichten in die Marsstruktur erlauben. Der Marsbebendienst arbeitet auch für sie.

«Wir werden beim Marsbebendienst alles genauso machen wie auf der Erde.» Domenico Giardini von der ETH Zürich setzt auf eine bewährte Infrastruktur, vorhandenes Wissen und eine Institution, deren Renommee für ein stabiles Forschungsumfeld steht.

Die Studierenden von ARIS freuen sich über den zweiten Platz beim Spaceport America Cup.
 › Jérôme de Viraghi / ARIS

Heidi holt sich den zweiten Platz

Fast ein Jahr lang hatten Studierende der Akademischen Raumfahrt Initiative Schweiz (ARIS) ihre Rakete «Heidi» entwickelt und gebaut. Im Juni sind die 30 Studierenden der ETH Zürich, der Hochschule Luzern und der ZHAW am Spaceport America Cup in New Mexico gegen knapp 40 andere Teams angetreten. Ziel des Wettkampfs war es, dass die Rakete möglichst genau die Höhe von 10000 Fuss (3048 Meter) erreicht und anschliessend mit einem Fallschirm wieder zu Boden sinkt. Auf einer Höhe von 9298 Fuss wurde Heidis Fallschirm ausgefahren und die Schweizer Rakete landete sanft auf dem Boden. Mit nur sieben Prozent Unterschied zur angestrebten Höhe erreichte das Team ARIS und seine Heidi den zweiten Platz im Wettkampf.



Ehre für Multiferroika-Pionierin

Nicola Spaldin, ETH-Professorin für Materialtheorie, erhielt den Schweizer Wissenschaftspreis Marcel Benoist für ihre Forschung zu Multiferroika. Darunter versteht man eine neue Klasse von Materialien, die sowohl auf magnetische als auch auf elektrische Felder reagieren. Das macht Multiferroika zu vielversprechenden Materialien für elektronische Bauteile. Spaldin untersuchte als junge Wissenschaftlerin, warum Multiferroika so selten vorkommen und wie man sie erzeugen kann. Dank ihrer Pionierarbeit sind künftig elektronische Geräte mit einer neuen Architektur und höherer Energieeffizienz denkbar. Mögliche Anwendungen sind ultraschnelle Rechner, winzige Datenspeicher oder Präzisionsmessungen.

Wegbereiterin des Forschungsgebiets der Multiferroika:
 ETH Zürich Professorin Nicola Spaldin
 › Daniel Rihs / 13 Photo

Die Online-Plattform GetYourGuide vermittelt weltweit Reiseaktivitäten.
 › GetYourGuide



Das erste Unicorn der ETH Zürich galoppiert

Das ETH Zürich Spin-off GetYourGuide hat mit einer im Mai 2019 abgeschlossenen Kapitalaufnahme einen geschätzten Wert von über 1 Milliarde Franken erreicht. Damit hat die Reiseplattform als erstes Spin-off der ETH Zürich den begehrten Status eines Unicorns erreicht. Als Unicorn bezeichnen Investoren Start-ups, die so erfolversprechend sind, dass ihr Marktwert schon vor dem Börsengang eine Milliarde Dollar erreicht. Im Club der Einhörner figurieren so bekannte Namen wie Uber, Snapchat oder Airbnb. Die Online-Plattform GetYourGuide wurde 2009 von Doktorierenden der ETH Zürich gegründet und hat sich seither zum weltweit führenden Vermittler von Ausflügen und Reiseaktivitäten vor Ort entwickelt.





Forschung begeistert

Wenn in der Stadt Zürich Fahnen mit einem Auge wehen, dann ist Scientifica. Alle zwei Jahre präsentieren Forschende der UZH und der ETH Zürich der Bevölkerung während eines Wochenendes ihre Projekte. 2019 liessen sich wiederum 25 000 Besucherinnen und Besucher an Ausstellungsständen, in Kurzvorlesungen, Science Cafés und Shows von der Begeisterung der gut 400 Forschenden anstecken. Dass der Dialog funktioniert, zeigen (nicht repräsentative) Umfragen: 90 Prozent der Gäste bezeichnen die Ausführungen der Forschenden als verständlich. Auf der anderen Seite beurteilen über 90 Prozent der Forschenden das Interesse des Publikums als gross.

www.scientifica.ch

Der Austausch zwischen Forschenden und Publikum an der Scientifica begeistert beide Seiten.

› Alessandro Della Bella / ETH Zürich

Aus Licht und Luft mach Benzin

Der Parabolspiegel auf dem Dach eines ETH-Gebäudes markiert eine Weltpremiere: Die Anlage produziert flüssigen Treibstoff ausschliesslich aus Sonnenlicht und Luft. Der ETH-Professor Aldo Steinfeld und seine Gruppe haben die Technologien dazu entwickelt. Die Mini-Raffinerie filtert CO₂ und Wasser aus der Luft, erzeugt daraus im Solarreaktor Synthesegas und verflüssigt dieses zu Methanol. Möglich wären auch andere Treibstoffe wie Kerosin oder Benzin. So erzeugter Treibstoff ist CO₂-neutral, weil bei der Verbrennung nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie der Luft bei der Produktion entzogen wurde.

www.prec.ethz.ch



Bildungsgipfel über Talentförderung

Wie verändert die Digitalisierung die Hochschulbildung und die Talentförderung? Über diese Schlüsselfrage der Hochschulbildung haben im September über 400 Hochschul- und Bildungsfachleute an der ETH Zürich diskutiert. Anlass dazu gab der World Academic Summit 2019 zum Thema «Wie Talente gedeihen». Die ETH Zürich organisierte die Veranstaltung für das für sein Hochschulranking bekannte Bildungsmagazin «Times Higher Education (THE)». Die Digitalisierung verändere die Wirtschaft so schnell, dass lebenslanges Lernen zur Schlüsselfähigkeit werde, lautete ein Fazit. Die ETH Zürich vertraten unter anderem ETH-Präsident Joël Mesot, ETH-Rektorin Sarah Springman und Fields-Medaillengewinner Alessio Figalli.



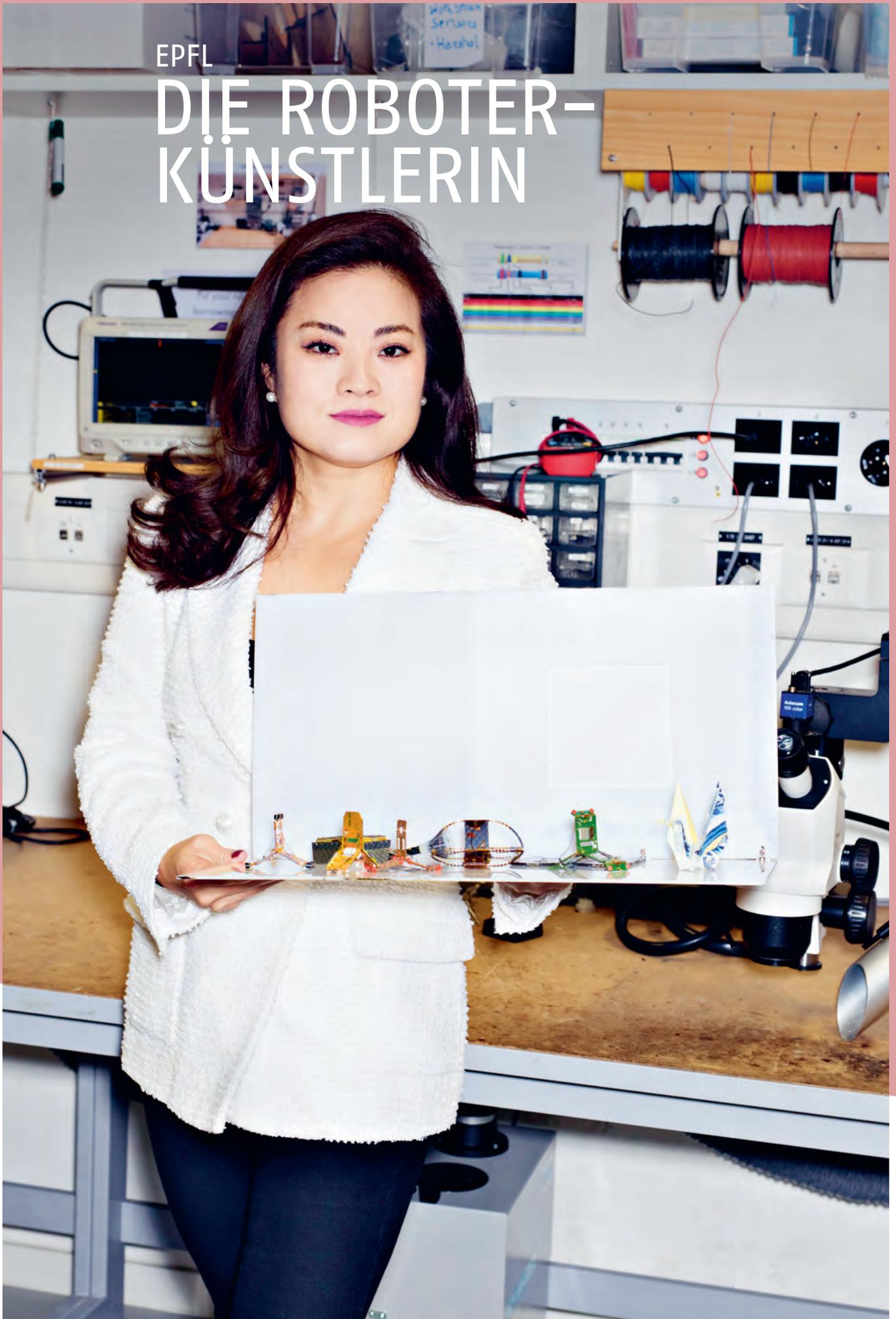
Die Mini-Raffinerie produziert flüssigen Treibstoff ausschliesslich aus Sonnenlicht und Luft.

› Alessandro Della Bella / ETH Zürich

Die Diskussionen des THE World Academic Summit wurden visuell dargestellt.

› Andreas Eggenberger / ETH Zürich

EPFL DIE ROBOTER- KÜNSTLERIN



Jamie Paik ist eine untypische Roboterforscherin, und ebenso untypisch sind die Maschinen, die sie mit ihrem Team im Reconfigurable Robotics Lab der EPFL entwickelt. Wird hier eine Zukunft erprobt, in der Maschinen ein so intuitiver Teil unseres Alltags sind wie heute schon Smartphones?

Robotics – da denkt man an mechanische kleine Männchen oder an rotierende metallene Arme, aber bestimmt nicht an einen Rucksack mit zwei Druckflaschen, Schläuchen und Gestänge, verbunden mit wulstigen Paketen an Brust, Rücken und Flanken des Trägers – ein Exosuit. Dass Jamie Paiks Mitarbeiter sich die neuste Kreation gleich selbst auf den Rücken schnallt und austestet, passt eher ins Bild eines Labors, das für seine experimentellen Entwürfe bekannt ist. Was Paik und ihr Team im Reconfigurable Robotics Lab der EPFL machen, ist vielleicht so etwas wie die Kunstabteilung der Roboterforschung. Kein Wunder, Paik hatte sich ursprünglich überlegt, Kunst zu studieren. Aber dann zog es sie doch ins technische Feld. Dass sie keine Angst hat, «unkonventionelle Wege zu gehen», ist ihr aber geblieben.

Immer wieder schöpft sie ihre Inspiration aus ungewöhnlichen Quellen: Einer ihrer erfolgreichsten Entwürfe orientiert sich an den Odontomachusameisen, basiert aber auf den Funktionsweisen von Klappgelenken – ein wenig wie ein Origami. Die winzigen Roboter, Tribots, können miteinander kommunizieren, handeln und verschiedene Bewegungsabläufe erzeugen, indem sie sich falten. In Massen könnten diese kleinen Helfer potenziell bei Such- und Rettungsaktionen zum Einsatz kommen. «Difficult and rather cute», fanden manche Kollegen und auch die Industrie das anfänglich. Für Paik wie eine versteckte Beleidigung. Denn ihr ging es immer um sehr praktische Erwägungen, und das «Niedliche» zeigte in ihren Augen die Grenzen der herkömmlichen Robotik auf. Diese habe sich lange darauf versteift, immer leistungsfähigere, stärkere, akkurater operierende Maschinen zu bauen. Ohne Sinn für ihre Umwelt, stupide Befolger von Befehlsschemen, die dabei eine immer grössere Gefahr für alle Menschen wurden, die ihnen zu nahe kamen. Man kennt die Bilder aus der Autoindustrie: abgeschottete Fabrikationsstrassen, wo Roboter hinter Schranken und Türen mit der Aufschrift «Nur für befugtes Personal» ihre eintönige Arbeit verrichten. Paik hatte von Anfang an eine ganz andere «kollaborative» Idee von Robotern. Und auch

eine andere Definition: Ein Roboter ist für sie eine intelligente Maschine, die über Feedback-Funktionen verfügt. Die Intelligenz dieser Maschine kann sich auf ganz verschiedenen Ebenen äussern. Sie kann bereits in den Bewegungsmöglichkeiten angelegt sein und nicht nur in hochkomplexer künstlicher Intelligenz. Ein Jahrzehnt ist seit den Origami-Robotern vergangen, und langsam ändert sich die Einstellung der Wissenschaftsgemeinde und Industrie. Der Bedarf an neuer Intelligenz und Automatisierung in der verarbeitenden Industrie, für personalisierte Technologien oder in der medizinischen Versorgung hat das Feld geöffnet für andere Formen und Konzepte von Robotern: adaptive und interaktive Begleiter des Menschen.

Ein Beispiel ist der Soft-Exosuit, der dem Träger über weiche pneumatische Aktuatoren auf dem Oberkörper eine aktive Krafrückmeldung gibt. Die Idee: den Körper in seinen Bewegungen zu unterstützen oder mit entsprechend starkem Gegendruck vor Fehlbewegungen zu schützen, zum Beispiel bei Bauarbeiten. Paiks Labor hat auch feinere Varianten dieser körpernahen Maschinen auf Lager, elastische Häute mit eingebetteten Druckpunkten, die Interaktion über den Tastsinn ermöglichen. Das könnte Virtual Reality (VR) endlich physisch erlebbar machen, Paik nennt es TR: Tangible Reality (spürbare Realität). Ob das noch Robotik im engeren Sinn ist? Die Frage interessiert Paik nicht wirklich, für sie ist der ideale Roboter sowieso unsichtbar, weil er sich so zwanglos in unser Leben einfügt, dass wir ihn gar nicht mehr wahrnehmen. Oberste Motivation für ihre Arbeit sei es, die Lebensqualität der Menschen zu verbessern, und zwar vorzugsweise derjenigen, die vielleicht nicht immer perfekt funktional seien. «Heutige Technologie ist nicht wirklich demokratisch», findet Paik. Damit sich das ändert, brauche es entsprechend divers zusammengesetzte Teams überall von der Konzeption über die Entwicklung bis zum finalen Design.

Eine gewisse Autonomie würde sie ihren Maschinen durchaus zugestehen, aber letztendlich müsse immer der Mensch über ihr Tun entscheiden. Bloss in einem Fall würde sie Maschinen autonom konzipieren: für die Eroberung des Weltalls. Das ist für sie die ultimative Herausforderung der Robotik. Und da gerät man zum Schluss des Gesprächs dann noch ein wenig ins Philosophieren. Im All weiss man nie so genau, was man antrifft. Anpassungsfähigkeit ist dort der entscheidende Überlebensfaktor. Hier auf der Erde sind wir Menschen den allermeisten künstlichen Systemen diesbezüglich haushoch überlegen. Aber liegt das nicht einfach daran, dass die Evolution uns gelehrt hat, uns in dieser Umwelt zu behaupten, dass unsere Intelligenz, sei sie geistig oder intuitiv körperlich, diese Umwelt widerspiegelt? Im All wären die Spiesse ziemlich gleich lang. Und adaptive Roboter, vielleicht sogar Schwärme von ihnen, könnten Aufgaben lösen, für die wir Menschen schlicht nicht gemacht sind. Irdisch optimiert wie wir nun einmal sind.

Die Roboterkünstlerin und Forscherin Jamie Paik nutzt mit ihrem Reconfigurable Robotics Lab die Möglichkeiten der «formfreien» Robotik.

Das Spin-off Bicycle Therapeutics an der Nasdaq



Bicycle Therapeutics ist das dritte börsenkotierte Spin-off der EPFL. Dank einem Kapital von 60,6 Millionen Dollar kann es seine klinischen Versuche für eine erste Behandlung gegen Krebs weiterführen. Obwohl Börsengänge europäischer Unternehmen sehr selten sind, zählt der Lausanner Campus nun drei IPOs von Unternehmen, die auf Technologien basieren, die von Forschenden der EPFL entwickelt wurden.

Das Spin-off entwickelt Medikamente auf Basis von Aminosäureketten, sogenannten Peptiden, die praktisch an jede biologische Struktur anbinden und ihre Funktion verändern können. Sie wirken auf das Zielgewebe ein, ohne die gesunden Zellen zu zerstören. Sie können an einem Protein einer Tumorzelle andocken und so ihr Wachstum bremsen, ohne das umliegende Gewebe zu schädigen. Der Anwendungsbereich für diese Therapien scheint gross zu sein: Krebs, aber auch Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stoffwechselstörungen, psychische Krankheiten und Hämophilie. Das in Cambridge ansässige Start-up nutzt das Know-how und eine Lizenz der EPFL. bicycletherapeutics.com

Ein Anti-Aging-Molekül

Ein 2016 von Amazentis, einem Spin-off der EPFL, und von Forschenden der Schule entdecktes Anti-Aging-Molekül nimmt eine weitere Hürde auf dem Weg zur Vermarktung. Die Vorzüge von Urolithin A, dessen Vorläufer-Molekül in gewissen Nahrungsmitteln zu finden ist, haben auch das Interesse von Nestlé Health Science geweckt. Der Weltkonzern hat vor Kurzem einen Vertrag unterzeichnet mit dem Ziel, Urolithin A in Nahrungsmittelzusätze, Nahrungsmittel und Getränke sowie in Gesundheitsnahrungsprodukte zu integrieren. Der Konzern hält eine Kapitalbeteiligung an Amazentis, dessen Sitz sich im EPFL Innovation Park befindet. Zudem ist ein gemeinsames Forschungsprogramm geplant, um den Anwendungsbereich des Moleküls insbesondere auf den Gesundheits- und Medizinbereich auszuweiten.

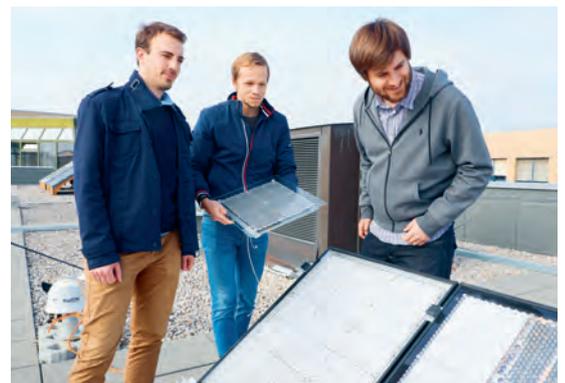
Ein Vorläufer-Molekül von Urolithin A findet sich in Granatäpfeln.
 > Alain Herzog / EPFL

Die drei Insolight-Gründer v. l. n. r.: Laurent Coulot, Florian Gerlich und Mathieu Ackermann.
 > Alain Herzog / EPFL



Extrem ökonomische Solarpanels

Solarpanels des Start-ups Insolight, die für die Serienproduktion standardisiert sind, überzeugen durch einen Rekord-Wirkungsgrad von 29 Prozent für Systeme für die breite Bevölkerung. Die Module basieren auf winzigen, hochleistungsfähigen Zellen, auf die das Licht mittels Linsen fokussiert wird, und bieten einen neuen Ansatz im Bereich der Solarenergie. Die Panels des Start-ups versprechen eine bessere Rentabilität als die herkömmlichen Solarmodule. «Auf Gebäudedächern in sonnigen Ländern kann unsere Technologie die Stromkosten um bis zu 30 Prozent senken», erklärt Insolight-CEO Laurent Coulot.



Cyber Security: EPFL und ETH Zürich führen gemeinsamen Masterstudiengang ein

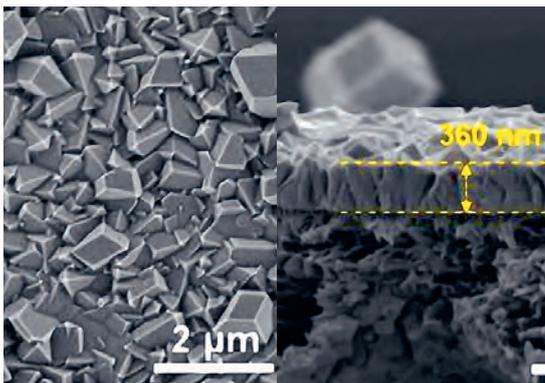


Datendiebstähle, Angriffe auf wichtige Infrastruktursysteme, Hacking im grossen Stil: Cybersecurity-Fragen beschäftigen unsere zunehmend vernetzte Gesellschaft und es besteht ein grosser Bedarf an Fachleuten in diesem Bereich. Um die Ausbildung und die Forschung auf dem Gebiet der IT-Sicherheit zu fördern, bündeln die EPFL und die ETH Zürich ihre Kompetenzen und bieten mit Unterstützung des Bundes ab dem Studienjahr 2019/2020 einen gemeinsamen Masterstudiengang in Cyber Security an. Im Zentrum dieses Studiengangs stehen die Themen Kryptografie, Hardware-, Software- und Netzsicherheit, aber auch die Methoden, wie man die Sicherheit der Systeme gewährleistet und das Vertrauen der Nutzer gewinnt. Die Kurse beinhalten auch die rechtlichen, ethischen und ökonomischen Herausforderungen eines Themas, von dem alle Gesellschaftsbereiche betroffen sind.

› Alain Herzog / EPFL

Metallorganische Gerüstverbindungen und Kohlenstoffabscheidung

Die Chemiker der EPFL haben eine einfache Methode zur kommerziell attraktiven Kohlenstoffabscheidung mittels metallorganischer Gerüste (MOFs) entwickelt. Aufgrund ihrer Nanoporen verfügen die MOFs über einen breiten Anwendungsbereich, darunter die Trennung petrochemischer Erzeugnisse, DNA-Imitation sowie Extraktion von Schwermetallen und sogar von Gold aus dem Wasser. Die von Professor Agrawal der EPFL Valais Wallis entwickelte Methode hat die Gastrennungsleistung des ZIF-8, insbesondere bezüglich der «Kohlenstoffabscheidung», massgeblich verbessert. Dieser Prozess fängt die Kohlendioxid-Emissionen aus fossilen Brennstoffen auf und verhindert, dass sie in die Atmosphäre gelangen.



Eine Mond-Mission im Eis von Zermatt

Die vom Swiss Space Center der EPFL im Rahmen eines Pilotprojekts der Europäischen Weltraumorganisation (ESA_Lab@) koordinierte IGLUNA vereint über 150 Studierende rund um ein Thema: «ein Lebensraum im Eis», potenziell übertragbar auf den Mond. Nachdem sie monatelang an der Konzeption der Technologien zur Lösung der Herausforderungen, die das menschliche Leben in dieser extremen Umgebung darstellt, gearbeitet hatten, kamen die Studierenden der EPFL und von zwölf europäischen Universitäten im Juni 2019 in Zermatt zusammen, um ihr Mond-Habitat aufzubauen und dem Publikum vorzustellen. Die zweite Ausgabe dieses interdisziplinären Projekts wurde im September gestartet – basierend auf den Erfahrungen von IGLUNA 2019.



Ultradünne MOF-Membran auf kommerziellem Polymerträger.
› K. V. Agrawal / EPFL

Die wissenschaftlich-technischen Projekte wurden im Gletscher-Palast am Matterhorn aufgebaut.
› Jamani Caillet / EPFL



PSI
DIE «JUNGFRAU»
ALS TOP OF THE
WORLD

Am SwissFEL, der jüngsten Grossforschungsanlage des PSI, geht es um ausgefeilte Röntgenlasertechnik ebenso wie um verfeinerte Sensorik. Neben Materialwissenschaften, Umwelt- und Energieforschung profitieren vor allem die Lebenswissenschaften von den neuen Möglichkeiten, die die 750 m lange Anlage bietet.

In einem Würenlinger Waldstück verbirgt sich eine der exklusivsten Attraktionen der Schweiz. «Wenn sie uns in Japan oder den USA um etwas beneiden, dann ist es das hier», sagt Professor Gebhard Schertler, während er auf die «Jungfrau» zeigt, die glänzend mit schimmernden Flächen, Kabeln und blinkenden LEDs mitten im Raum steht. Sie ist ein neuartiger, zweidimensionaler Pixeldetektor für Hochleistungs-forschung mit Röntgenlicht, der für den SwissFEL entwickelt wurde. Im Detektor verbirgt sich hochpräzise Messsensorik für die Röntgenlichtpulse, die in der unter dem Waldboden verborgenen, fast 750 m langen, Anlage produziert werden. Der SwissFEL ist die jüngste Grossforschungsanlage des Paul Scherrer Instituts (PSI). Mit ihm lassen sich extrem kurze und intensive Röntgenlichtpulse erzeugen. Das Verfahren eröffnet Forschenden ganz neue Möglichkeiten – so können sie zum Beispiel erstmals strukturelle Veränderungen in Biomolekülen «in Echtzeit» aufnehmen.

Das Waldstück, in der die Anlage liegt, grenzt ans PSI-Gelände, nur einen kurzen Fussmarsch entfernt. Schertler zeigt sie mit spürbarem Stolz. Er leitet den Forschungsbereich Biologie und Chemie am PSI und ist dafür verantwortlich, mit anspruchsvollen biologischen Experimenten aus den Messgeräten des PSI das maximale Potenzial herauszuholen. Dabei interessieren sich die Forschenden vor allem für die neuen Möglichkeiten, um die Struktur von Proteinemolekülen zu entschlüsseln. Der räumliche Aufbau von Proteinen kann schon seit geraumer Zeit sehr erfolgreich mit dem Verfahren der Proteinkristallografie an der Synchrotron Lichtquelle Schweiz (SLS) des PSI untersucht werden. Proteine sind jedoch keine starren Objekte, sondern führen Bewegungen aus, die zwischen Femtosekunden und einigen Sekunden dauern. Die Proteine in Bewegung zu «filmen», ist das Ziel von Schertler und seinen Kollegen. Denn, wenn man weiss, wie die Veränderung der Struktur eines Proteins seine Funktion beeinflusst, kann man auch herausfinden, wie ein Medikament wirkt oder warum eine Krankheit entsteht.

Um einen «Film» über eine Strukturveränderung zu drehen, muss man zunächst viele Proteine in viele Kristalle einbinden, in denen diese in einer regelmässigen Gitterstruktur angeordnet sind. Nun muss man die Proteine dazu bringen, dass sie alle gleichzeitig anfangen sich zu bewegen. Am besten geht das mit licht-aktivierbaren Proteinen, die in der Natur vorkommen. Zunächst regt man die Proteine mit kurzen Laserpulsen aus sichtbarem Licht an, sich synchron zu bewegen. Anschliessend misst man sie mit dem Röntgenlichtpuls des SwissFEL. Verändert man die Zeitspanne zwischen Aktivierung und Messung, kann man eine Proteinstruktur zu jedem Zeitpunkt ihrer Bewegung «aufnehmen» und so von molekularen Schnappschüssen zu einem «molekularen Film» gelangen.

Aktuell beträgt die Zeitauflösung, die die Forschenden mit ihren Experimenten am SwissFEL erreichen, mehrere 100 Femtosekunden. Eine Femtosekunde ist eine Billionstelsekunde. Die Zeitauflösung gibt den zeitlichen Abstand zweier aufeinanderfolgender Bilder in dem virtuellen «Film» an, der die Bewegung der Proteine sichtbar macht. Eine höhere Zeitauflösung bedeutet, dass noch schnellere Vorgänge in den Proteinen beobachtet werden können. Schertler sieht bis zu 50 Femtosekunden als anspruchsvolles Ziel.

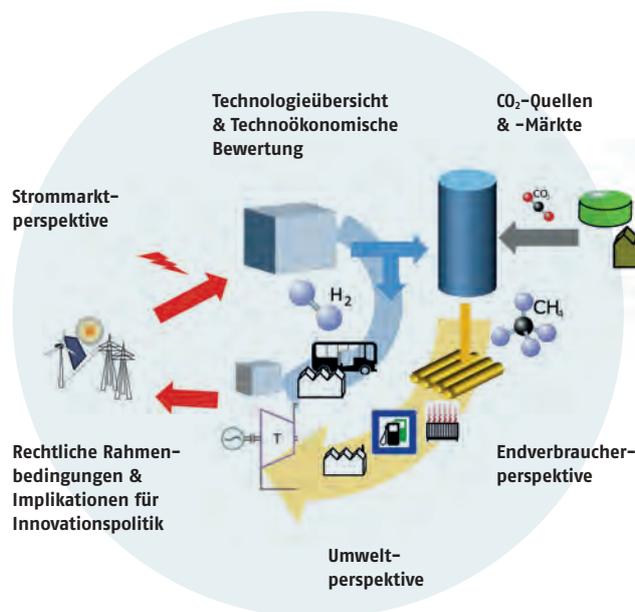
Insofern steht diese im Wald versteckte Anlage im Fokus eines potenziell revolutionären Durchbruchs in den Lebenswissenschaften: «Das Leben ist dynamisch», bringt es Schertler auf den Punkt, «Strukturveränderungen in Proteinen gehören zu den Grundlagen jedes lebendigen Systems und sind die Treiber aller Lebensprozesse.» Bis jetzt habe man kaum Zugang zu diesen dynamischen Prozessen gehabt. Es sei wie die Ankunft auf einem neuen Kontinent.

Diesen Kontinent nicht nur auf einer Karte zu verzeichnen, sondern auch weiter zu erkunden, ist eine der wichtigsten Aufgaben von Schertlers Bereich. Die Erkenntnisse seien von ungemeiner Relevanz für die Lebenswissenschaften, betonen Schertler und sein Mitarbeiter Gregor Cicchetti unisono. Mit klassischen Methoden der Biologie liessen sich diese Prozesse kaum beobachten. Aber in Kombination mit anderen Analysemethoden spiele der SwissFEL seine Stärken erst aus, wie mit modernen Verfahren der Spektroskopie oder Elektronenmikroskopie. Schertler nennt es «integrative Strukturbiologie».

Schertler ist sicher, dass die jüngsten Erfolge erst der Anfang sind. Irgendwann werde man biologische Strukturen in situ, d. h. in ihrem natürlichen zellulären Umfeld anstatt in einem Kristall oder in einer reinen Proteinlösung in atomarer Auflösung beobachten können. Solch ein ambitioniertes Ziel liesse sich nur in einem Forschungsinstitut wie dem PSI realisieren: Hier verfolge man traditionell auch langfristige Forschungsprojekte.

Die «Jungfrau» des PSI zählt zu den «Top of the World»: ein neuartiger, zweidimensionaler Pixeldetektor für Hochleistungs-forschung mit Röntgenlicht für den SwissFEL.

Power-to-X
im Überblick.
> Jörg Roth / PSI



Das Energiesystem der Zukunft

PSI-Forschende haben gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen der ETH Zürich und der Empa sowie von weiteren vier Schweizer Hochschulen und Forschungsinstitutionen das neue Weissbuch «Power-to-X» zu Händen der Eidgenössischen Energieforschungskommission (CORE) erstellt. Ziel des Weissbuchs ist es, die wichtigsten vorhandenen Erkenntnisse über Power-to-X-Technologien zu präsentieren. Bei Verfahren dieser Art wird Strom aus neuen erneuerbaren Energien genutzt, um Wasserstoff (H₂) oder Methan (CH₄) zu produzieren und so überschüssige Energie zu speichern. Die Studie beleuchtet unter anderem, welches Potenzial Power-to-X-Verfahren für die Energiestrategie 2050 haben, vor welchen Herausforderungen die Technologie steht und welche Faktoren deren Verbreitung begünstigen.

Ein Kompass, der nach Westen zeigt

Forschende des PSI und der ETH Zürich haben ein besonderes Phänomen des Magnetismus im Nanobereich entdeckt. Die Atome wirken dort wie winzige Kompassnadeln und entfalten ihre Wirkung über äusserst kurze Entfernungen im Bereich von einigen Millionstel Millimetern. Deshalb sprechen die Forschenden auch von Nanomagneten. Das Phänomen, das die Forschenden des PSI nun beobachten konnten, basiert auf einer Wechselwirkung, die vor mehr als 60 Jahren vorhergesagt wurde. Bei dieser Wechselwirkung richten sich die winzigen Kompassnadeln nicht nur in Nord-Süd-Richtung, sondern auch in Ost-West-Richtung aus. Aussergewöhnlich dabei ist, dass sich diese Wechselwirkung lateral, also seitlich in einer Ebene abspielt. Bislang konnten vergleichbare Kopplungen zwischen Nanomagneten nur vertikal, also bei übereinander angeordneten Atomgruppen festgestellt werden. Die Entdeckung ermöglicht, Magnete in ungewöhnlichen Konfigurationen zusammenzustellen. Damit könnte man Computerspeicher und -schalter bauen und so die Leistungsfähigkeit von Mikroprozessoren steigern.

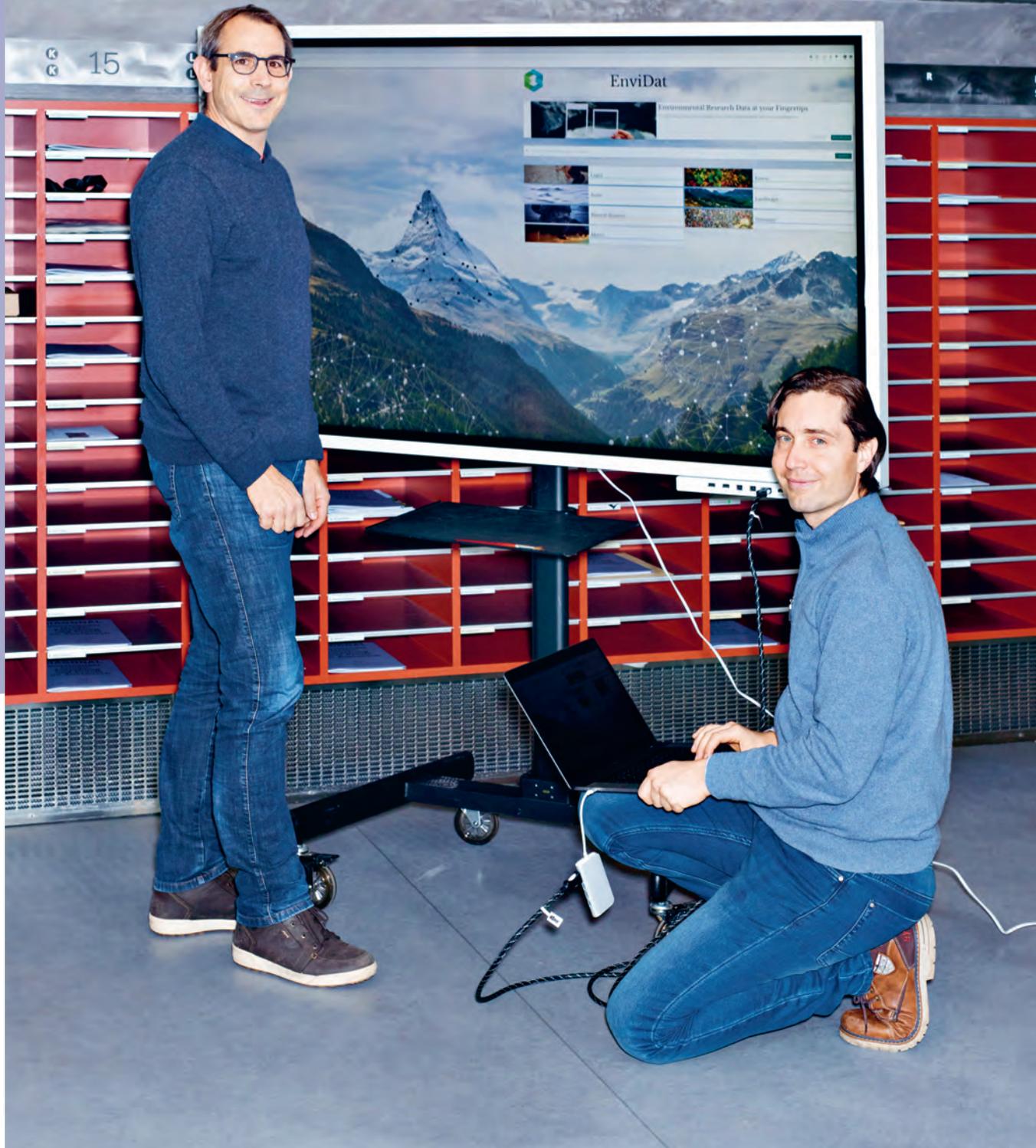
Steffen Brünle (rechts) und Jörg Standfuss an der Apparatur zur Separierung des zu charakterisierenden Rezeptor-Proteins aus Zellextrakten.
> Markus Fischer / PSI

Metastasierung von Tumoren verhindern

Forschende des PSI sind gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen des Pharmaunternehmens F. Hoffmann-La Roche AG der Entwicklung eines Wirkstoffs gegen die Metastasierung von bestimmten Krebsarten einen wichtigen Schritt nähergekommen. Mithilfe der Synchrotron Lichtquelle Schweiz (SLS) entschlüsselten sie die Struktur eines Rezeptors, der entscheidend an der Wanderung von Krebszellen beteiligt ist. Dadurch lassen sich Wirkstoffe identifizieren, die die Ausbreitung von bestimmten Krebszellen über das Lymphgefässsystem des Körpers verhindern könnten, zum Beispiel die Metastasierung bestimmter häufiger Krebsarten wie Darmkrebs.



WSL FORSCHUNG BESCHLEUNIGEN



Wie kann man wertvolle Umweltdaten leichter zugänglich machen? Die WSL wagt die Datenoffensive und baut eine Plattform namens EnviDat auf. Ein Unterfangen, das manche Hürden zu meistern hat.

Daten, Daten, Daten. Sie lassen nicht nur die neue Wirtschaft brummen, sie sind auch in der Wissenschaft das Öl, das die Maschine am Laufen hält. Und zwar schon länger, als man vielleicht denkt, eben das macht das Environmental Data Portal (EnviDat) der WSL so spannend: Umweltdaten gehören zu den ältesten Datenreihen in der Wissenschaft. «Messen und Monitoring haben an der WSL eine lange Tradition», sagt Gian-Kasper Plattner, als Programmleiter an der WSL verantwortlich für das Projekt. Manche dieser Messreihen gehen hundert oder mehr Jahre zurück und werden nach wie vor weitergeführt. Der historische Vergleich zeigt aber auch den Kulturwandel: Lagerten solche Datenreihen früher in dicken Folianten in einem Archiv, sind sie digitalisiert plötzlich weltweit zugänglich, ohne grosse Hürden. Theoretisch jedenfalls. Praktisch gibt es noch den ein oder anderen Stolperstein. Deshalb hat die WSL vor ein paar Jahren beschlossen, die zentrale, auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnittene Daten-Drehscheibe EnviDat einzurichten. Die Webseite ist frei zugänglich und versammelt bereits etwa 250 Datensätze. Die Idee sei gewesen, die Daten sichtbar zu machen, so dass auch die «Öffentlichkeit» sie nutzen könne, so Plattner.

Zunächst einmal richtet sich das Angebot natürlich an die Peers. Forschungsinnovation ist das erklärte Ziel: «Wir wollen, dass Forschung beschleunigt wird.» Klingt erst einmal wie ein Open-Science-Werbeslogan: hin zu einem möglichst umfassenden und einfachen Austausch von Daten. Doch Plattner korrigiert gleich: «Unser Auftrag lautete nicht, eine Open-Science-Initiative zu lancieren, auch wenn wir Open Science mit EnviDat unterstützen. Wir sollten ein Datenportal bauen, das durch die Verknüpfung der Metadaten einen Mehrwert generiert.» EnviDat ist insofern nicht einfach eine IT-Lösung, sondern vor allem eine Serviceleistung an die Forschenden. Es gehe darum, zu beraten und Tools zur Verfügung zu stellen, stellt Softwareingenieur Ionut Iosifescu fest, nicht missionarisch

die Idee von komplett offenen Daten voranzutreiben. Entscheidend wird sein, dass die Urheberinnen oder Urheber der Daten sicher sein können, für ihre Arbeit honoriert zu werden. Denn das Verfügbarmachen von Forschungsdaten bedeutet erst einmal zusätzlichen Aufwand: Die Datenerfassung muss entsprechend dokumentiert sein, inklusive guter Metadaten. Hält sich der Aufwand die Waage mit einem Nutzen, auch für die Produzenten? Dafür wird man einen Umgang mit der Datenzitation finden müssen, analog zur Zitation von wissenschaftlichen Publikationen. «Wie genau man das bei Forschungsdaten gewährleisten kann, das muss die Forschungscommunity noch herausfinden respektive definieren.» Interessanterweise macht Plattner keinen Generationengraben aus, jüngere Forschende seien sich dieser Probleme mitunter sogar stärker bewusst, sie wissen um die Komplexität des Forschungsumfelds. Könnte es passieren, dass jemand anderes die Lorbeeren einheimst für eine mit viel Arbeit verbundene Datensammlung, wenn diese zu früh in die Öffentlichkeit gelangt? Nach spätestens zwei Jahren müssen WSL-Daten zugänglich sein, darauf hat man sich verständigt.

Fördert das am Ende nicht eher eine Daten-Fragmentierung, wenn jede Institution ihre eigene Plattform baut? Tatsächlich haben viele Forschungsinstitutionen ähnliche Pläne, die sich in der Praxis aber erheblich unterscheiden können. Plattner erwähnt die Dateninitiative der Eawag ERIC, die zusätzlich einen Schwerpunkt beim internen Datenmanagement hat. Bestrebungen, das bereits jetzt stärker zu zentralisieren, sieht Plattner für die WSL eher skeptisch. Es sei leichter, Vertrauen aufzubauen, wenn man näher an den Forschenden dran sei und wenn man sie beim Finden von geeigneten Lösungen unterstütze.

Das Problem der fragmentierten Daten und Datenportale sieht man an der WSL aber auch. Die Lösung: eine reiche Verlinkung und die Vernetzung mit sogenannten Harvestern: Meta-Plattformen, die auf Daten aus verschiedenen Quellen zugreifen, wie die Umweltdatenportale der ESA und der NASA. Das wiederum berührt das grosse Thema der Homogenisierung der Daten. Da müsse man allerdings vorsichtig sein, zum Beispiel wenn verschiedene Messgeräte im Einsatz waren, gibt Plattner zu bedenken. Dann sei die Aggregation zu einem umfassenden, konsistenten Datensatz nicht einfach so möglich. Iosifescu erwähnt ein weiteres ewiges Problemfeld: «Wir haben bis jetzt noch keinen Weg gefunden, die Beschlagwortung der Daten zu standardisieren.» Plattner sieht EnviDat als wichtigen ersten Schritt auf einem «langen, langen Weg». Zunächst gehe es darum herauszufinden, wie eine «offene Wissenschaft», die den Bedürfnissen von Datenproduzentinnen wie Datennutzern gerecht wird, in der Praxis aussehen könne.

Gian-Kasper Plattner, Leiter Forschung und Projektverantwortlicher für EnviDat (links), und sein Mitarbeiter und Softwareingenieur Ionut Iosifescu.



Vielfalt im Boden ist gut für Wald-Leistungen

Je höher die Vielfalt an Bodenlebewesen, desto besser kann ein Wald seine Aufgaben erfüllen – etwa als Wasser- und Luftfilter, als Bollwerk gegen Naturgefahren oder als Erholungsraum. Dies zeigt eine umfassende Metaanalyse im Rahmen einer COST (European Cooperation in Science and Technology)-Aktion, an der die WSL mitwirkte. In einem Gramm mitteleuropäischem Waldboden leben so viele verschiedene Organismen wie auf einem Quadratkilometer auf der Erdoberfläche: mehrere tausend Bakterien- und Pilzarten, dazu zahlreiche Tierchen wie auch der Doppelfüssler. Fast immer ist die unterirdische Vielfalt mit positiven Effekten verbunden, denn sie wirkt wie ein Back-up für Ökosystem-Leistungen. Da auch die biologische Vielfalt des Bodens bedroht ist, sind solche Kenntnisse wichtig.

Ein einziges Gramm mitteleuropäischer Waldboden enthält mehrere tausend Arten, einschließlich dem Doppelfüssler.
 › WSL

Ein Drittel des Gletschervolumens könnte gerettet werden

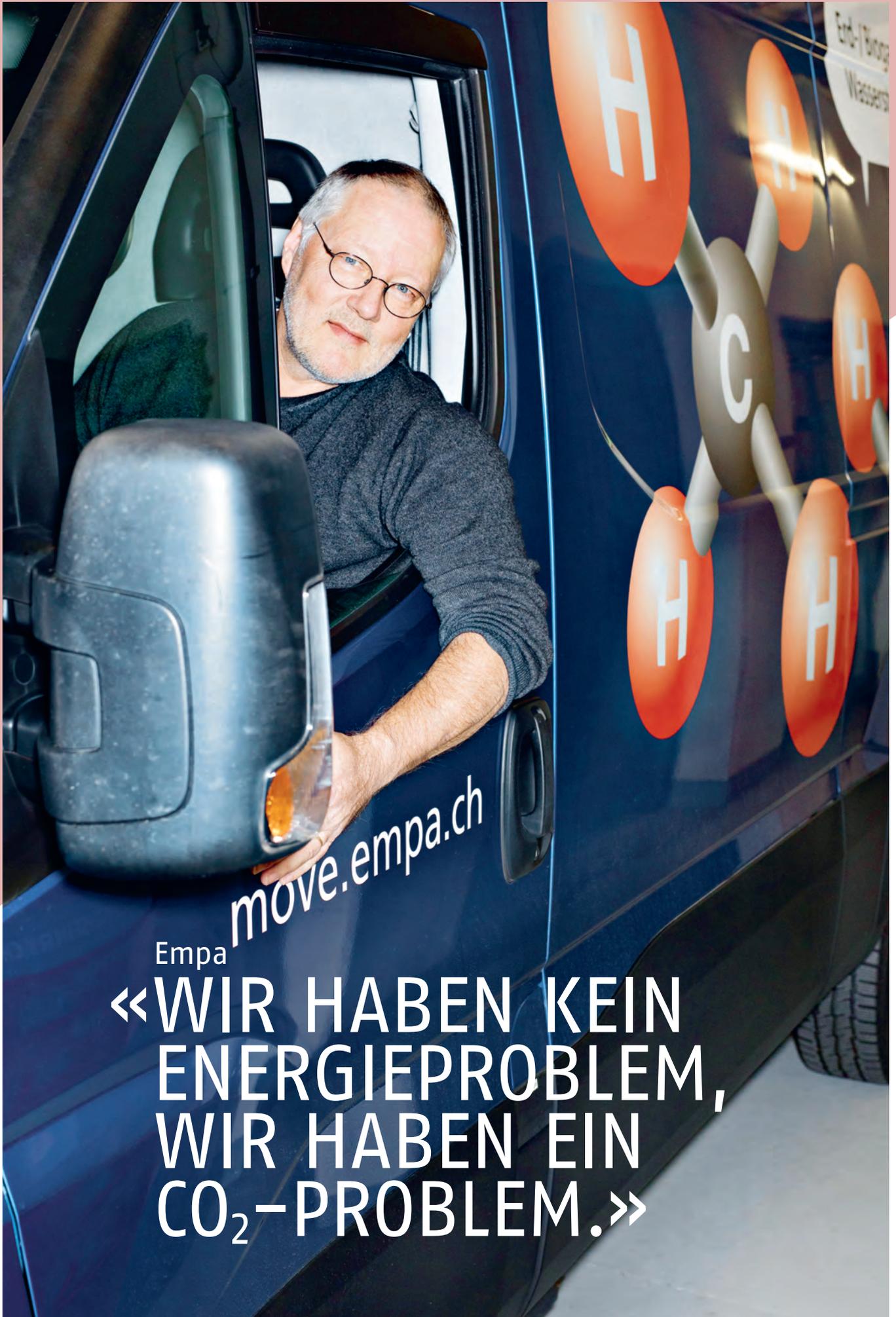
Bis 2050 wird etwa die Hälfte des Gletschervolumens der Alpen verschwinden – weitgehend unabhängig davon, wie stark der Treibhausgas-Ausstoss reduziert wird, denn die Gletscher reagieren verzögert auf die Erwärmung. Die weitere Entwicklung hängt aber davon ab, wie viel Treibhausgase die Menschheit in Zukunft ausstösst beziehungsweise wie stark die Erderwärmung ausfällt. In einem Szenario mit starker Erwärmung wären die Alpen bis 2100 weitgehend eisfrei. Unter einem moderaten Erwärmungsszenario hingegen könnte etwa ein Drittel des heutigen Eisvolumens gerettet werden: Die Zukunft der Gletscher ist zwar gefährdet, aber es ist noch möglich, die Verluste zu begrenzen. Diese aktuellen und detaillierten Schätzungen über die Zukunft der rund 4000 Alpengletscher erarbeiteten drei Forscher der WSL und der ETH Zürich. Sie nutzten dafür Beobachtungsdaten und ein neues Computermodell, das Eisströmungs- und Schmelzprozesse kombiniert.

Modernes Pilzmonitoring mit genetischen Methoden

Die Schweiz plant, die «Rote Liste» der Pilze zu aktualisieren. Die WSL erarbeitet dafür eine neue Methode. Bisher suchten Fachleute bei mehreren Begehungen das Gelände nach Pilz-Fruchtkörpern ab und bestimmten sie einzeln, bei manchen Arten mühsam unter dem Mikroskop. Mit einer genetischen Methode, dem sogenannten «next generation sequencing», kann die gesamte Pilzgemeinschaft in einer Umweltprobe nun auf einen Schlag bestimmt werden. So sind die Arten im Boden nachweisbar, auch wenn keine oberirdischen Fruchtkörper sichtbar sind; oder der Nachweis erfolgt durch spezielle Apparaturen, die Sporen aus der Luft filtern. Erste Vorversuche mit aktiven und passiven Sporenfallen auf einer für Pilze sehr artenreichen Wiese waren bereits erfolgreich.



Automatische Sporenfallen filtern Sporen aus der Luft.
 › Markus Schlegel / WSL



Empa

«WIR HABEN KEIN
ENERGIEPROBLEM,
WIR HABEN EIN
CO₂-PROBLEM.»

Er ist der Fahrzeugantriebsexperte der Empa: Als Leiter des Labors für Automotiv Powertrain Technologies sucht Christian Bach mit seinem Team nach Möglichkeiten, wie man den heute fast vollständig auf fossiler Energie basierenden Strassenverkehr künftig auf erneuerbare Energie umstellen kann.

Ein Gespräch mit Roland Fischer.

Herr Bach, die Mobilität ist ein entscheidender Faktor bei der Bewältigung der Klimakrise. Warum? Wenn wir bis 2050 eine CO₂-neutrale Wirtschaft anstreben, dann heisst das primär: Wir dürfen ab dann keine fossile Energie mehr nutzen. Die Mobilität in der Schweiz hat den höchsten Anteil an fossiler Energie. Klimafreundlicher wird die Mobilität aber erst mit zusätzlich produzierter erneuerbarer Energie. Sonst laufen wir Gefahr, dass anderen Sektoren die saubere Energie «geklaut» wird.

Ist das mit den derzeitigen klimafreundlichen Technologien zu schaffen? Mit der Umstellung auf erneuerbare Energie schaffen wir schon mal den grössten Teil des Wegs. Das Netto-Null-Ziel ist aber sehr anspruchsvoll. Wir werden nicht darum herumkommen, der Atmosphäre zusätzliches CO₂ zu entziehen. In der Natur gibt es eine dauernde Balance zwischen CO₂-Quellen und -Senken. Die Ursünde des Klimawandels besteht darin, dass wir im grossen Stil fossile Quellen angezapft haben, ohne entsprechende Senken zu schaffen.

Senken? Da kann die Mobilität als «Energieverbraucher» einen Beitrag leisten? Sie kann nicht nur – sie muss. Bei Power-to-X-Konzepten etwa wird die Rückgewinnung von CO₂ aus der Atmosphäre intensiv diskutiert. Wir planen zurzeit die Realisierung einer solchen Anlage. Damit kann Wasserstoff, der aus temporär oder lokal überschüssiger Elektrizität erzeugt wird, in Energieträger wie Methan oder flüssige Kohlenwasserstoffe umgewandelt werden, die dann als Ersatz für Erdgas, Diesel oder Kerosin dienen. Das grosse Vorbild für diesen Vorgang ist die Photosynthese.

Sind synthetische Treibstoffe nicht ineffizient? Warum nicht Elektroautos direkt mit erneuerbaren Energien antreiben? Die Elektromobilität wird in Zukunft einen grossen Teil der Strassenmobilität abdecken, aber nicht Langstrecken- und Lastanwendungen. Zudem wird auch die Elektro- und Wasserstoffmobilität im Winter auf die Versorgung mit importierter, erneuerbarer Energie angewiesen sein – und das ist, aus unserer Sicht, nur mittels synthetischer Energieträger möglich. Lange Rede, kurzer Sinn: Es braucht beides!

Weshalb lassen sich elektrische Überschüsse im Stromsystem nicht speichern? Mittels Pumpspeicherkraftwerken und Batterien lassen sich Überschüsse kurzzeitig speichern. Aber schon für einen Tag-Nacht-Ausgleich sind enorme zusätzliche Speicherkapazitäten erforderlich. In diesem Bereich könnten Elektrofahrzeuge einen Systemnutzen bringen, indem deren Batterien genutzt werden.

Und den Rest stecken wir in synthetische Energieträger? Genau! Das hat zwar einen schlechten Wirkungsgrad, dafür aber den bestechenden Vorteil, dass die überschüssige Elektrizität in andere Energiesektoren verschoben werden und dort fossile Energieträger ersetzen kann. Dabei könnte der Atmosphäre mehr CO₂ entzogen und in lagerfähige Kalksteine umgewandelt werden, weshalb damit sogar Energieträger mit negativen CO₂-Emissionen realisiert werden könnten.

Wir werden solche Kraftstoffe also lokal produzieren? Nicht nur. Wir denken auch an Grossanlagen in Wüstenregionen. Würden die auf der Strasse gefahrenen Kilometer der ganzen Welt zu 50 % elektrisch und zu 50 % auf synthetischen Treibstoffen basieren, müsste für die Erzeugung dieser

synthetischen Treibstoffe deutlich weniger als ein Prozent der weltweiten Wüstenfläche mit Solaranlagen bestückt werden. Und wir wären das CO₂-Problem im Strassenverkehr los! Man muss es immer wieder sagen: Wir haben auf der Erde kein Energieproblem, wir haben ein CO₂-Problem.

Ist die Gewinnung von CO₂ aus der Atmosphäre nicht zu teuer? Die Wirtschaftlichkeit von synthetischen Treibstoffen ist in der Tat eine grosse Herausforderung. Der wichtigste Kostenblock sind aber die Stromkosten, nicht die CO₂-Kosten. Die Kosten insgesamt sind lösbar, insbesondere im Bereich des Strassenverkehrs mit einem sehr geringen Energiekostenanteil.

Das klingt technisch bestechend. Wie stehen die Chancen des Konzepts in der politisch-ökonomischen Realität? Sobald wirtschaftliche Konzepte gesetzlich verankert sind, wird die Umsetzung beginnen können. Der CO₂-Gesetzesentwurf in der Schweiz ist ein erstes Puzzlestück. Es braucht sicher noch mehr davon, insbesondere in grossen Ländern. Was mich zuversichtlich stimmt: Wir sehen eine positive Grundhaltung in Umweltkreisen und in der Automobilindustrie.

Wir werden mit gutem Gewissen weiter PS-starke Motoren fahren können? Klar ist, synthetische Treibstoffe sind teurer als fossile. Deshalb werden synthetische Treibstoffe den Druck in Richtung sparsame Fahrzeuge verstärken. Allerdings gibt es noch andere Aspekte: Stichwort Verkehrskollaps. Wir werden nicht darum herumkommen, die Mobilität grundsätzlich zu überdenken. Wir gehen davon aus, dass die genannten technischen Massnahmen durch nicht-technische Massnahmen wie Car Sharing, Mobility Pricing und automatisierte Fahrzeuge ergänzt werden, vor allem in den Städten.

Wie erleben Sie denn Ihre Überzeugungsarbeit auf dem politischen Parkett? Die Diskussion läuft meines Erachtens zu stark in einem Pro-Kontra-Schema zu einzelnen Technologien. Wenn wir die CO₂-Emissionen auf Netto Null senken wollen, ist die Antriebstechnologie aber sekundär. Primär müssen wir von fossiler Energie auf erneuerbare Energie umstellen. Das ist so simpel wie zentral. Dies braucht einen politischen Konsens, der heute noch fehlt. Welche Technologie wo genutzt werden soll, kann der Markt selber entscheiden.

Weiche Schale, harter Kern: Das flexible Gerüst der Drohne ist mit künstlicher Intelligenz gefüllt.

> Beat Geyer/Empa

Drohnenforscher Mirko Kovac leitet das neue «Materials and Technology Center of Robotics» der Empa.

> Empa

Drohnen zur Infrastrukturüberwachung

Am neuen «Materials and Technology Center of Robotics» der Empa und des Imperial College London entwickeln Forschende neuartige Roboter- und Drohnensysteme für die Instandhaltung der Infrastruktur und zur Umweltüberwachung. Als Flugarena nutzen die Drohnen das Forschungsgebäude NEST. Sie suchen als «Immunsystem» des Gebäudes selbstständig nach Reparaturbedarf und führen punktgenau die erforderlichen Arbeiten aus, was die Instandhaltung einfacher und effizienter macht. Die Forschenden orientieren sich dabei an biologischen Konzepten; so ähneln die Drohnen in bestimmten Eigenschaften Greifvögeln oder Spinnen. Und dank künstlicher Intelligenz reagieren die Flugroboter in Echtzeit auf ihre Umgebung.



Sichere Hochleistungsbatterien

Festkörperbatterien gelten als Energiespeicher der Zukunft: Sie lassen sich schneller laden als bisherige Li-Ionen-Akkus, können grössere Energiemengen aufnehmen und sind sicherer, da schwer entflammbar. Empa-Forschende entwickelten ein neues Herstellungsverfahren für Natrium-Festkörperbatterien – und erhielten dafür 2019 mehrere Preise, etwa den Mercedes-Benz Battery Division Research Award der Electrochemical Society und den Impact Award der Universität Genf. Um diese Technologie für Antriebsbatterien in Elektroautos zur Marktreife zu bringen, hat die Empa 2019 eine strategische Partnerschaft mit der Fraunhofer-Gesellschaft geschlossen. Das Ziel: die Schlüsseltechnologie nach Europa (zurück) zu holen.

Maryna Bodnarchuk entwickelt kostengünstige Hochleistungsbatterien aus leicht verfügbaren Materialien.

> Empa

Ohr aus dem 3D-Drucker: Michael Hausmann nutzt Nanocellulose als Basis für neuartige Implantate.

> Empa



3D-Druck für Implantate und Sensoren

Nanocellulose aus Holz hat erstaunliche Eigenschaften. Empa-Forschende bestückten das biologisch abbaubare Material mit zusätzlichen Fähigkeiten, um Implantate für Knorpelerkrankungen, etwa eine Ohrmuschel, mittels 3D-Druck zu fertigen. Zudem entwickelten die Forscher flexible, auf der Haut liegende Sensoren aus Nanocellulose, um wichtige Stoffwechselwerte für die medizinische Diagnostik zu messen. Dazu wird Nanocellulose mit elektrisch leitenden Silberpartikeln versetzt. Um die Messwerte zu analysieren, sendet der Sensor die Daten an einen Computer. Insgesamt ist das Biochemie-Labor auf der Haut nur 0,5 Millimeter dick. Zusammen mit der ETH Zürich, der EPFL und dem CSEM entstehen zurzeit auch tragbare Sensoren, um Bewegungsabläufe, etwa nach Gelenkoperationen, zu untersuchen.



EAWAG AUSGEZEICHNETE ALTERNATIVE ZU TIERVERSUCHEN



Toxizitätstests macht man derzeit noch vorwiegend an lebenden Tieren, im Rahmen der Umweltrisikoprüfung vor allem an Fischen. Ein von Eawag-Forscherinnen entwickeltes Alternativverfahren nimmt gerade entscheidende Hürden hin zur breiten Anwendung in der Praxis. Auch dank der Überzeugungsarbeit der beteiligten Wissenschaftlerinnen.

Wie misst man, ob ein chemischer Stoff für die Umwelt unbedenklich ist? Indem man lebende Fische steigenden Dosen dieser Chemikalie aussetzt, bis sie schliesslich sterben. Und wie misst man, ob das Wasser aus den Kläranlagen auch wirklich sauber ist? Indem man Fische als lebende Sensoren hält. Sie zeigen an, ob es Probleme mit der Wasserqualität gibt, quasi als Frühwarnsystem.

Dass das auch anders gehen müsste, war Professorin Kristin Schirmer, Leiterin der Abteilung Umwelttoxikologie an der Eawag, seit Längerem klar. Sie nennt das aktuelle Standardverfahren zur Messung der Wasserqualität einen «unzeitgemässen, groben Test». Trotzdem ist der sogenannte akute Fischtoxizitätstest einer der am weitest verbreiteten Tests in der Umweltregulatorik. Schirmer ist überzeugt, dass es an der Zeit ist, das zu ändern. Wie stellt man also sicher, dass jede Gefahr erkannt wird, ohne am lebenden Objekt zu experimentieren?

Schirmer und ihr Team haben dafür ein Verfahren mit einer Zelllinie aus den Kiemen der Regenbogenforelle etabliert. Dabei gingen sie davon aus, dass die akute Fischtoxizität in erster Linie auf die Kiemenzellen im Fisch wirkt. Das mittlerweile etablierte Verfahren ist so etwas wie ein standardisierter Fisch-Ersatz, der in verschiedenen Labors zum Einsatz kommen kann und überall dieselben Resultate liefern sollte. Den Durchbruch brachte ein Ringversuch in verschiedenen Labors rund um den Globus. Der wissenschaftliche Artikel dazu wurde im April 2019 im renommierten Journal «Toxicological Sciences» publiziert. Damit haben sie und ihr Team bewiesen: Das im eigenen Labor längst etablierte Verfahren funktioniert solide und ist auch in anderen Laboratorien reproduzierbar.

Die Kiemenzellen können mit Hilfe von fluoreszierenden Farbstoffen auf ihre Vitalität geprüft werden. Dabei reagieren sie auf ein ganzes Spektrum an chemischen Substanzen in vergleichbarer Weise wie lebende Fische. «Unsere Annahme, dass Giftstoffe zunächst

auf die Kiemen wirken, hat sich damit bestätigt», so Schirmer. Ein paar wenige Ausreisser gab es, insbesondere bei einigen neurotoxischen Substanzen. Deshalb planen die Eawag-Forscherinnen eine Erweiterung des Verfahrens auf Nervenzellen. Mit Zelllinien aus der Leber und dem Darm der Regenbogenforelle betreiben sie bereits intensive Untersuchungen zur Chemikalienwirkung. Dabei experimentieren sie auch mit der Züchtung von Zellen auf Chips, auf welchen die Zellvitalität in Echtzeit anhand des von den Zellen geleisteten elektrischen Widerstands gemessen werden kann. Mit solchen Chips sollten auch ferngesteuerte, vollautomatische Messungen möglich sein. «Unsere Vision ist es, einen lebenden Fisch komplett durch die Kombination verschiedener Zelltypen zu simulieren», sagt Schirmer. Ihr Team arbeitet bereits daran, dass Auswirkungen von Chemikalien in Zukunft ganz von Computerprogrammen eruiert werden können.

So erbarmungslos der derzeitige Test anmutet, zumindest misst er, was er messen soll. Oder? «Es ist eine Illusion, anzunehmen, dass jeder Test mit lebenden Fischen eindeutige Ergebnisse liefert», sagt Schirmer. Denn der Test sei im Konzept und in der Validierung primitiv. In Sachen Vergleichbarkeit und Verlässlichkeit sei der neue Test viel robuster, die Anforderungen an die Labors seien rigoros. Das überzeugt die Fachwelt. Und auch vonseiten der Industrie gibt es bereits grosses Interesse. Der Ringversuch wurde vom europäischen Chemieverband mitfinanziert. Denn die Revolution würde nicht nur weniger Tierversuche bedeuten, sondern auch ein einfacheres, günstigeres und standardisierteres Verfahren. Sehr bald kamen konkrete Test-Anfragen aus der Wirtschaft und Schirmer gründete mit ihrer Laborantin Melanie Fischer und dem damaligen Eawag-Postdoc Stephan Fischer bereits 2016 das Eawag-Spin-off aQuaTox-Solutions.

Mit der Publikation der Ringstudie war die Sache «forschungsmässig eigentlich erledigt». Dennoch stecken Schirmer und ihr Team nach wie vor viel Zeit in das Projekt, um sicherzustellen, dass das Verfahren auch tatsächlich in der Praxis ankommt. Es sei eine extrem grosse Motivation für sie, etwas so Wichtiges in die Gesellschaft einzubringen. Und so besucht sie regelmässig Zertifizierungsbehörden und lernt, wie man nicht nur Peers aus der Forschung, sondern auch technische Experten in verschiedenen Kommissionen überzeugt. Die kombinierte Forschungs- und Überzeugungsarbeit führte schliesslich dazu, dass 2019 erstmals ein Toxizitätstest mit gezüchteten Kiemenzellen ISO-zertifiziert worden ist. Das hat den Forscherinnen den 3Rs Award 2019 des 3R Kompetenzzentrums Schweiz (3RCC) eingetragen. Und Schirmer ist zuversichtlich, dass es nun rasch weitere Fortschritte geben wird. Derzeit arbeitet sie mit Experten an der Zertifizierung des Kiemenzellentests durch die OECD.

Gut für Konsumenten und Fische- und unterstützend für weitere Fortschritte: Die USA haben das ehrgeizige Ziel, bis 2035 ganz auf Tierversuche zu verzichten.

aquatox-solutions.ch

Wassertemperaturen via 3D-Modell

Welche Wassertemperaturen der Zürichsee aktuell aufweist und wie sich die Temperatur in den nächsten Stunden und Tagen entwickeln wird, lässt sich seit diesem Jahr auf der Webseite www.meteolakes.ch herausfinden. Dort haben Forschende der Eawag und der EPFL ein öffentlich zugängliches 3D-Modell aufgeschaltet, das aktuelle und prognostizierte Daten von MeteoSchweiz, hydrologische Daten des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und Satellitendaten nutzt, um Seewassertemperaturen darzustellen. Die Temperaturen werden für verschiedene Tiefen und mit einer zeitlichen Auflösung von drei Stunden berechnet. Die Seemodelle können fünf Tage in die

Zukunft blicken. Bisher existierten Modelle für den Genfersee, den Bielersee und den Greifensee. Jetzt kam der Zürichsee dazu. Damien Bouffard von der Abteilung Oberflächengewässer der Eawag leitet das hinter «Meteolakes» stehende Projekt Coresim. Ziel der Forschenden ist es, einen Mehrwert für andere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu schaffen, denn heute habe man von vielen Seen nur monatliche Messungen. Forschende, die ihre eigenen Daten, zum Beispiel über die Verteilung von Nährstoffen im See, mit der Seephysik koppeln wollen, können nun aber dank Meteolakes auf zeitlich hochaufgelöste Daten zurückgreifen.

Selbstversorgende Sensoren spüren Wasserlecks auf

Weltweit geht jedes Jahr aufgrund von Problemen in der Wasserinfrastruktur viel Wasser verloren. Deshalb ist ein effizientes Monitoring von Wasserverteilungsnetzen Gegenstand von Forschungsarbeiten. Die Eawag hat gemeinsam mit der ZHAW eine batteriefreie Lösung entwickelt, die Wasserressourcen in Echtzeit überwacht. «ADAWIM» (Autonomous and Distributed Architecture for Water Infrastructure Monitoring) basiert auf einer drahtlosen intelligenten Sensortechnologie. Das System kommt nicht mit dem Wasser in Berührung, sondern gewinnt die Energie hauptsächlich aus Temperaturunterschieden in der Betriebsumgebung, zum Beispiel zwischen Wasser- oder Abwasserleitung und Erdreich. An den Demonstrationsanlagen der Eawag und an der vom Stadtwerk Winterthur zur Verfügung gestellten Infrastruktur kam das System bereits zum Einsatz. An allen Standorten hat das Forschungsteam gezeigt, dass ADAWIM genügend Energie gewinnen kann, um Parameter wie Wasserfluss oder Bodenfeuchtigkeit zu messen.



Insektenvielfalt in alpinen Flüssen gefährdet

Staudämme, Wehre, Wasserfassungen – die Flüsse in unserem Alpenraum sind aufgrund der Wasserkraftnutzung weiträumig verbaut. Das verändert die Abfluss- und Sedimentdynamik und damit auch das Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten. Um die ökologischen Auswirkungen möglichst gering zu halten, ist es wichtig, ausreichend Restwassermengen zu garantieren und die natürliche Sedimentdynamik wiederherzustellen. Nun zeigt eine neue Studie der Eawag und der Universität Lausanne: Gerade im Fall von Wasserfassungen bedarf es zusätzlich einer Regelung des Sedimenteintrags, damit die Bachbewohner überleben können. Denn an einer Wasserfassung stauen sich viel Sand und Kies an. In stark vergletscherten Einzugsgebieten sogar so viel, dass die Fassungen bis zu 17-mal am Tag gespült werden müssen, um die Sedimentfallen zu entleeren. Mit verheerenden Folgen: Während des Sommers fanden die Forschenden praktisch kein Leben im Borgne d'Arolla. Grund dafür sind die grossen Mengen an Grob- und Feinsediment, das die Tiere unter sich begräbt.



Dr. Frank Blumensaat (Abteilung Siedlungswasserwirtschaft) misst mit ADAWIM drahtlos den Wasserdurchfluss in der Versuchsanordnung.
 › Patrick Cipriani / ZHAW

Eine Wasserfassung im alpinen Flusssystem Borgne d'Arolla im Wallis.
 › Chrystelle Gabbud

GOVERNANCE

Aufbau und Führung	36
Organisation und Leitungsgremien	38
Kontrolle und Revision	41
Mitglieder des ETH-Rats	42
Personalgeschäfte	44
Professorengeschäfte	45
Risikosituation und Risikomanagement	46

Aufbau und Führung des ETH-Bereichs

Der Bund betreibt gemäss Bundesverfassung (Art. 63a Abs. 1) die Eidgenössischen Technischen Hochschulen. Das ETH-Gesetz konkretisiert als Trägersgesetz des ETH-Bereichs diesen Auftrag. Zugleich bildet es zusammen mit Art. 64 Abs. 3 BV die rechtliche Grundlage für den Betrieb der vier Forschungsanstalten des ETH-Bereichs.

Der ETH-Bereich: Gesetzliche Grundlagen

Stellung, Aufbau und Aufgaben des ETH-Bereichs sind im Bundesgesetz über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen vom 4. Oktober 1991 (ETH-Gesetz) umschrieben. Der ETH-Bereich ist im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben autonom und gemäss ETH-Gesetz dem zuständigen Departement zugeordnet. Seit Anfang 2013 ist dies das Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF). Das ETH-Gesetz definiert die Autonomie der beiden ETH und der vier Forschungsanstalten. Der ETH-Rat ist das strategische Führungs- und Aufsichtsorgan des ETH-Bereichs.

Im November 2018 eröffnete das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) das Vernehmlassungsverfahren für die Partialrevision des ETH-Gesetzes mit einer entsprechenden Botschaft. Zur Diskussion stehen Neuregelungen, die insbesondere die Umsetzung von Empfehlungen der Eidgenössischen Finanzkontrolle (EFK) betreffen bezüglich der generellen Aufsichts Kompetenzen des ETH-Rats und von zwei Corporate-Governance-Leitsätzen (Einschränkung des Stimmrechts und Ausstand für institutionelle Mitglieder des ETH-Rats). Weitere Anpassungen sehen diverse personalpolitische Änderungen (namentlich für eine Anstellung nach dem ordentlichen Altersrücktritt und für die Verlängerung befristeter Arbeitsverträge) vor, die Schaffung einer rechtlichen Grundlage für den Verkauf von zum Eigengebrauch erzeugter oder gekaufter, überschüssiger Energie, für Disziplinarmassnahmen sowie für Sicherheitsdienste und Videoüberwachung. Die Gesetzesanpassungen sollen voraussichtlich Anfang 2021 in Kraft treten.

Struktur des
ETH-Bereichs

*Arbeitsverhältnisse
inkl. Doktorierenden,
Stand: 31. Dezember
2019

ETH-Bereich

ETH-Rat

11 Mitglieder

55 Mitarbeitende (Stab, Internes Audit, Beschwerdekommision)

Eidgenössische Technische Hochschulen

ETH Zürich

22 193 Studierende und Doktorierende
12 280 Mitarbeitende*

EPFL

11 449 Studierende und Doktorierende
6 119 Mitarbeitende*

Forschungsanstalten

PSI

2 072
Mitarbeitende*

WSL

533
Mitarbeitende*

Empa

1 033
Mitarbeitende*

Eawag

507
Mitarbeitende*

Aufgaben und Führung

Gemäss der Zweckbestimmung in Art. 2 des ETH-Gesetzes haben die beiden ETH und die vier Forschungsanstalten (Institutionen des ETH-Bereichs) Studierende und Fachkräfte auf wissenschaftlichem und technischem Gebiet auszubilden und die permanente Weiterbildung zu sichern, durch Forschung die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erweitern, den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen zu erbringen, Öffentlichkeitsarbeit zu leisten und ihre Forschungsergebnisse zu verwerten.

Die Institutionen des ETH-Bereichs orientieren sich bei der Erfüllung ihrer Aufgaben an international anerkannten Standards. Sie berücksichtigen die Bedürfnisse der Schweiz und pflegen die internationale Zusammenarbeit.

Strategische Ziele und Zahlungsrahmen

Die politische Führung des ETH-Bereichs liegt beim Bundesrat und beim eidgenössischen Parlament. Als zentrale Führungsinstrumente dienen die Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation (BFI-Botschaft) und die darauf abgestimmten «Strategischen Ziele» des Bundesrats für den ETH-Bereich. Ein Controlling ergänzt die politischen Instrumente und gibt Auskunft über die Rechnungsführung sowie die Auftragserfüllung.

Berichterstattung

Der ETH-Rat erstattet dem Bundesrat jährlich Bericht und zeigt namentlich auf, wie der ETH-Bereich den jährlichen Beitrag der Trägerfinanzierung des Bundes mit Bezugnahme auf die Strategischen Ziele verwendet hat. Auf Basis der Berichterstattung des ETH-Rats informiert der Bundesrat das Parlament im Rahmen seiner modular aufgebauten Berichterstattung mit einem Kurzbericht und einem vertiefenden Bericht. Jeweils in der Hälfte der BFI-Periode informiert der ETH-Rat im Selbstevaluationsbericht, wie weit die Strategischen Ziele des Bundesrats bereits erreicht sind. Dieser Selbstevaluationsbericht ist eine Grundlage für die dem WBF obliegende Evaluation des ETH-Bereichs durch externe Fachleute (Peer Review).

Das WBF orientiert das Parlament jeweils zusammen mit dem Antrag für die nächste BFI-Periode in einem Zwischenbericht über den Stand der Zielerreichung, der in der Hälfte der Leistungsperiode erstellt wird (Art. 34a ETH-Gesetz). Mit der strategischen Führung des ETH-Bereichs ist der ETH-Rat betraut (s. nächsten Abschnitt). Die operative Führung der einzelnen Institutionen des ETH-Bereichs liegt bei den Schulleitungen der beiden ETH und den Direktionen der vier Forschungsanstalten. Die Institutionen des ETH-Bereichs nehmen gemäss Art. 4 Abs. 3 ETH-Gesetz alle Zuständigkeiten wahr, die im ETH-Gesetz nicht dem ETH-Rat übertragen sind.

ETH-Rat: Aufgaben und Arbeitsweise

Der ETH-Rat bestimmt die Strategie des ETH-Bereichs im Rahmen der Strategischen Ziele des Bundesrats, vertritt den ETH-Bereich gegenüber Politik und Bundesbehörden, erlässt Vorschriften über das Controlling und führt das strategische Controlling durch. Zudem genehmigt er die Entwicklungspläne der Institutionen des ETH-Bereichs, überwacht ihre Verwirklichung und übt die Aufsicht über den ETH-Bereich aus (Art. 25 ETH-Gesetz). Er schliesst mit den Institutionen die Zielvereinbarungen ab und teilt, namentlich gestützt auf die Budgetanträge der Institutionen, die Bundesmittel zu (Art. 33a ETH-Gesetz). Er stellt dem Bundesrat den Antrag zur Wahl bzw. Wiederwahl der Präsidentinnen oder Präsidenten der beiden ETH sowie der Direktorinnen oder Direktoren der vier Forschungsanstalten (Art. 28 Abs. 1 und 7 ETH-Gesetz). Ferner ernannt er die übrigen Mitglieder der Schulleitungen der beiden ETH und der Direktionen der vier Forschungsanstalten (Art. 28 Abs. 4 und 7 ETH-Gesetz). Schliesslich ernannt er, auf Antrag der Präsidentinnen oder Präsidenten der beiden ETH, die Professorinnen und Professoren (Art. 14 Abs. 2 und 3 ETH-Gesetz).

Seine Aufsichtsfunktion nimmt der ETH-Rat mit folgenden Instrumenten wahr: periodisches Reporting der Institutionen über die Ressourcen (Finanzen, Personal, Immobilien), jährliche Berichterstattung der Institutionen über den Stand der Auftragserfüllung gemäss Zielvereinbarung, jährliche Gespräche (sogenannte Dialoge) zwischen dem ETH-Rat und den Institutionen des ETH-Bereichs im Rahmen des strategischen Controllings, Behandlung von an ihn adressierten Aufsichtsbeschwerden unter Wahrung der Subsidiarität und der Autonomie der Institutionen sowie Berichte der Institutionen im Rahmen ihrer Risikomanagementsysteme. Ferner bewertet der Stabsbereich «Internes Audit» des ETH-Rats die Risikomanagementprozesse, das interne Kontrollsystem sowie die Governance-Prozesse der Institutionen und erstattet dem ETH-Rat darüber Bericht.

Die Geschäftsordnung des ETH-Rats ist in den Rechtsammlungen des Bundes publiziert. Der ETH-Rat hält in der Regel pro Jahr fünf zweitägige Sitzungen ab und setzt für die Dialoge mit den Institutionen des ETH-Bereichs zusätzliche Sitzungstage ein. Die Präsidentin oder der Präsident des ETH-Rats zeichnet für periodische Einzelgespräche mit den Präsidentinnen oder Präsidenten der beiden ETH sowie mit den Direktorinnen oder Direktoren der Forschungsanstalten verantwortlich.

Zweimal pro Jahr finden Gespräche zwischen dem Eigner, vertreten durch das WBF und das Eidgenössische Finanzdepartement (EFD), und dem ETH-Rat, vertreten durch dessen Präsidentin oder Präsidenten, statt.

Leitungsgremien des ETH-Bereichs

Präsidium und Mitglieder des ETH-Rats

- Fritz Schiesser¹, Präsident (bis Ende April 2019)
- Beth Krasna^{1,2}, Präsidentin ad interim (Mai 2019–Januar 2020)
- Prof. Dr. Dr. h. c. Barbara Haering², Vizepräsidentin ad interim (Mai 2019–Januar 2020)
- Prof. Dr. Joël Mesot¹
- Prof. Dr. Martin Vetterli¹
- Prof. Dr. Gian-Luca Bona¹
- Dr. Kristin Becker van Slooten¹
- Marc Bürki²
- Beatrice Fasana
- Prof. Dr. sc. nat., Dr. h. c. mult. Susan Gasser
- Christiane Leister

¹ Mitglied Geschäftsausschuss

² Mitglied Auditausschuss

Per Ende Januar 2020 hat Beth Krasna ihr Amt an Prof. Dr. Michael O. Hengartner abgegeben, der seit Februar 2020 neuer Präsident ETH-Rat ist.

Schulleitung der ETH Zürich

- Prof. Dr. Joël Mesot, Präsident
- Prof. Dr. Sarah Springman, Rektorin
- Prof. Dr. Detlef Günther, Vizepräsident für Forschung und Wirtschaftsbeziehungen
- Dr. Robert Perich, Vizepräsident für Finanzen und Controlling
- Prof. Dr. Ulrich Weidmann, Vizepräsident für Personal und Ressourcen

Schulleitung der EPFL

- Prof. Dr. Martin Vetterli, Präsident
- Prof. Dr. Pierre Vanderghyest, Vizepräsident für Lehre
- Prof. Dr. Andreas Mortensen, Vizepräsident für Forschung
- Prof. Dr. Marc Gruber, Vizepräsident für Innovation
- Caroline Kuyper, Vizepräsidentin für Finanzen
- Dr. Etienne Marclay, Vizepräsident für Personal und Betrieb
- Prof. Dr. Edouard Bugnion, Vizepräsident für Informationssysteme

Direktion des PSI

- Dr. Thierry Strässle, Direktor ad interim³
- Prof. Dr. Leonid Rivkin, stv. Direktor
- Prof. Dr. Gabriel Aeppli, Mitglied
- Dr. Peter Allenspach, Mitglied
- Prof. Dr. Andreas Pautz, Mitglied
- Prof. Dr. Christian Rüegg, Mitglied
- Prof. Dr. Gebhard F. X. Schertler, Mitglied

Direktion der WSL

- Prof. Dr. Konrad Steffen, Direktor
- Dr. Christoph Hegg, stv. Direktor
- Dr. Anna Hersperger, Mitglied (seit Mai 2019)
- Prof. Dr. Rolf Holderegger, Mitglied
- Prof. Dr. Andreas Rigling, Mitglied
- Dr. Jürg Schweizer, Mitglied
- Prof. Dr. Niklaus Zimmermann, Mitglied

Direktion der Empa

- Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Direktor
- Dr. Peter Richner, stv. Direktor
- Dr. Brigitte Buchmann, Mitglied
- Prof. Dr. Alex Dommann, Mitglied
- Dr. Pierangelo Gröning, Mitglied
- Dr. Urs Leemann, Mitglied
- Dr. Tanja Zimmermann, Mitglied

Direktion der Eawag

- Prof. Dr. Janet Hering, Direktorin
- Prof. Dr. Rik Eggen, stv. Direktor
- Prof. Dr. Jukka Jokela, Mitglied
- Prof. Dr. Tove Larsen, Mitglied
- Gabriele Mayer, Mitglied
- Prof. Dr. Alfred Johny Wüest, Mitglied
- Prof. Dr. Christian Zurbrügg, Mitglied

³ An Stelle des per Ende 2018 zurückgetretenen Direktors des PSI übernahm per Januar 2019 Dr. Thierry Strässle als Direktor ad interim die Leitung des PSI. Prof. Dr. Christian Rüegg wird die Leitung des PSI per April 2020 übernehmen.

Stand 31. Dezember 2019 (zusätzlich sind im Jahr 2019 bereits beschlossene Änderungen mit Auswirkung auf das Jahr 2020 erwähnt).

Beschwerdeinstanz

ETH-Beschwerdekommision

Die ETH-Beschwerdekommision entscheidet über Beschwerden gegen Verfügungen von Organen der Institutionen des ETH-Bereichs (Art. 37 Abs. 3 ETH-Gesetz). Sie ist eine unabhängige richterliche Behörde mit Sitz in Bern, die dem ETH-Rat administrativ zugeordnet ist und Bericht erstattet (Art. 37a ETH-Gesetz). Die Beschwerden betreffen vorwiegend das Personal- und Hochschulrecht. Die Entscheide der ETH-Beschwerdekommision können an das Bundesverwaltungsgericht weitergezogen werden.

- Prof. Dr. Hansjörg Peter, Präsident (bis Ende September 2019)
- Barbara Gmür Wenger, Präsidentin (seit Januar 2020)
- Dr. iur. Esther Tophinke, Vizepräsidentin (bis Ende 2019)
- Consuelo Antille, Mitglied (bis September 2019)
- Prof. Dr. Simone Deparis, Mitglied (ab Januar 2020)
- Jonas Philippe, Mitglied
- Dr. sc. nat. Dieter Ramseier, Mitglied
- Prof. em. Rodolphe Schlaepfer, Mitglied (bis September 2019)
- Prof. Thomas Vogel, Mitglied (seit Januar 2020)
- Yolanda Schärli, Mitglied

Unterstützung ETH-Rat

Stab ETH-Rat

Der Stab des ETH-Rats unterstützt den ETH-Rat bei der Erfüllung seines gesetzlichen Auftrags, insbesondere bei der strategischen Führung, der Aufsicht, der Förderung der Zusammenarbeit im ETH-Bereich und bei Kontakten mit den Bundesbehörden (Art. 26b ETH-Gesetz).

Leitungsgremium

- Dr. Michael Käppeli, Geschäftsführung
- Dr. Kurt Baltensperger, Wissenschaft
- Gian-Andri Casutt, Kommunikation
- Dr. Dieter Künzli, Finanzen und Personal
- Dr. Monique Weber-Mandrin, Rechtsdienst
- Michael Quetting, Immobilien
- Barbara Schär, Ratssekretariat

Internes Audit

Der ETH-Rat setzt ein Internes Audit im Sinne von Art. 35a^{ter} ETH-Gesetz ein. Dieses führt die interne Revision für die Institutionen des ETH-Bereichs durch.

- Patrick Graber, Leitung

Audit- und Geschäftsausschuss

Der Auditausschuss unterstützt den ETH-Rat bei der Finanzaufsicht sowie bei der Überwachung des Risikomanagements, des internen Kontrollsystems und der Revisionstätigkeit. Er setzt sich in der Regel aus zwei bis drei von der Geschäftsführung unabhängigen «externen» Mitgliedern des ETH-Rats zusammen, kann jedoch auch weitere Personen mit beratender Stimme beiziehen. Die Präsidentin oder der Präsident des ETH-Rats, die Leiterin oder der Leiter des Internen Audits sowie die Leiterin oder der Leiter des Stabsbereichs Finanzen des ETH-Rats nehmen an den Sitzungen mit beratender Stimme teil.

Der Geschäftsausschuss unterstützt den ETH-Rat namentlich bei der Vor- und Nachbereitung von Sitzungen sowie bei der Wahrnehmung der Arbeitgeberfunktion. Er pflegt den Kontakt zu den Sozialpartnern. Er setzt sich zusammen aus der Präsidentin oder dem Präsidenten des ETH-Rats (Vorsitz), den Präsidentinnen oder den Präsidenten der beiden ETH, der Vertreterin oder dem Vertreter der Forschungsanstalten sowie der oder dem Delegierten der Hochschulversammlungen. Die Geschäftsführerin oder der Geschäftsführer und, bei Bedarf, weitere Mitarbeitende des Stabs des ETH-Rats nehmen an den Sitzungen teil.

Entschädigung des ETH-Rats

Der ehemalige Präsident des ETH-Rats bezog für ein Pensum von 80 % ein Bruttojahresgehalt von 289 604 CHF (362 005 für 100 %) bzw. für den Zeitraum von Januar bis April 2019 96 535 CHF (zusätzlich leistete der Arbeitgeber Sozialversicherungsbeiträge in Höhe von 35 872 CHF für diesen Zeitraum). Hinzu kamen eine Repräsentationszulage von 1 666 CHF sowie ein Betrag von 72 402 CHF für nicht bezogene Ferien. Der Präsident war bei der Pensionskasse des Bundes versichert, nach deren Reglement sich die Arbeitgeberbeiträge richten.

Die Präsidentin ad interim bezog zwischen Mai und Dezember 2019 für ein Pensum von 50 % bis Juni ein Bruttojahresgehalt von 181 002 CHF (362 005 CHF für 100 %), ab Juli 181 365 CHF (362 729 CHF für 100 %) bzw. insgesamt 120 850 CHF für die Zeit von Mai bis Dezember 2019 (zusätzlich leistete der Arbeitgeber Sozialversicherungsbeiträge in Höhe von 7 570 CHF für diesen Zeitraum).

Die beiden Vizepräsidentinnen (ehemalige und ad interim), die in keinem Arbeitsverhältnis mit einer Institution des ETH-Bereichs stehen, bezogen 2019 für die Zeiträume Januar bis April und Mai bis Dezember je eine Pauschale von insgesamt 26 000 CHF (jeweils pro rata).

Die weiteren fünf Mitglieder des ETH-Rats, die in keinem Arbeitsverhältnis mit einer Institution des ETH-Bereichs stehen, bezogen 2019 je eine Pauschale von 20 000 CHF. Zuzüglich wurden ihnen insgesamt 43 000 CHF für Dialoggespräche und Sitzungen des Auditausschusses ausbezahlt (inkl. 6 000 CHF Pauschalentschädigung für den Vorsitz des Auditausschusses und die damit verbundene Prüfung der Jahresrechnung). Zudem wurden ihnen die Spesen auf Grundlage der Verordnung des ETH-Rats vom 11. April 2002 über den Ersatz von Auslagen im ETH-Bereich erstattet. Die Mitglieder des ETH-Rats, die in einem Arbeitsverhältnis mit einer Institution des ETH-Bereichs stehen, beziehen kein zusätzliches Honorar für ihre Tätigkeit im ETH-Rat.

Von der 70-Prozent-Stelle der Delegierten der Hochschulversammlungen der beiden ETH übernahm der ETH-Rat 40 % von den der EPFL entstehenden Lohn- und Sozialversicherungskosten (inkl. Spesenentschädigung), um die Unabhängigkeit der Delegierten von einer Institution zu gewährleisten.

Kontrolle und Revision

Internes Kontrollsystem

Die Institutionen des ETH-Bereichs verfügen über ein internes Kontrollsystem (IKS, Art. 35a^{bis} ETH-Gesetz). Es wurde unter Verwendung der Vorlage des Bundes eingeführt. Seine Ziele sind, die Vermögenswerte des ETH-Bereichs zu schützen, Fehler und Unregelmässigkeiten bei der Rechnungsführung zu verhindern sowie die Ordnungsmässigkeit der Rechnungslegung und eine verlässliche Berichterstattung sicherzustellen. Es ist Bestandteil der Revision der Eidgenössischen Finanzkontrolle (EFK) oder der durch sie beauftragten Revisionsstelle. Der Fokus liegt auf den finanzrelevanten Geschäftsprozessen.

Internes Audit

Das Interne Audit führt die interne Revision für die Institutionen des ETH-Bereichs durch (Art. 35a^{ter} Abs. 1 ETH-Gesetz und Art. 11 des Finanzkontrollgesetzes). Personell ist es direkt dem Präsidenten des ETH-Rats unterstellt, während der Auditausschuss die Tätigkeit überwacht. Das Interne Audit erbringt unabhängige und objektive Prüfungsdienstleistungen und unterstützt den ETH-Bereich bei der Erreichung seiner Ziele. Es ist zudem für die Koordination und die Unterstützung der externen Revision des ETH-Bereichs zuständig.

Revisionsstelle

Die EFK erfüllt die Aufgabe der externen Revision für den ETH-Bereich (Art. 35a^{ter} Abs. 3 ETH-Gesetz). Sie prüfte im Jahr 2019 die konsolidierten Abschlüsse der beiden ETH sowie den konsolidierten Abschluss des ETH-Bereichs und führte Zwischenrevisionen durch. Die EFK führt die Prüfungen der Forschungsanstalten in Zusammenarbeit mit der Firma PricewaterhouseCoopers (PwC) durch. Die Berichterstattung der EFK zur Revision der konsolidierten Rechnung des ETH-Bereichs umfasst einen Revisionsbericht und einen Umfassenden Bericht. Diese Berichte werden jährlich im Auditausschuss mit Vertretern der EFK besprochen. 2019 stellte die EFK dem ETH-Rat einen Betrag in Höhe von 589 626 CHF (davon 369 890 CHF für die Abschlussrevisionen 2018 und 219 736 CHF für die Zwischenprüfung der Jahresrechnung 2019) in Rechnung.

Informationspolitik

Der ETH-Rat ist kraft seiner gesetzlichen Aufgabe eine Scharnierstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Er hat sich in seiner Geschäftsordnung einer wahren, sachgerechten und transparenten Kommunikation zum Nutzen der Gesellschaft verpflichtet sowie dem Ziel, die Entscheide des Rats zu erläutern und die Rolle sowie den Ruf des ETH-Bereichs zu stärken. Die Verantwortung liegt beim Präsidenten. Zentrale Kommunikationsinstrumente sind die jährliche Berichterstattung des ETH-Rats an den Bund, die Website www.ethrat.ch, gezielte Medienarbeit sowie die fallweise Beleuchtung relevanter Fakten und Positionen, insbesondere zur Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik.



Beth Krasna

* 1953, Schweizerin / Amerikanerin
Dipl. Ing.

Mitglied des ETH-Rats seit 2003 und Präsidentin des ETH-Rats a. i. (Mai 2019–Januar 2020). Unabhängige Verwaltungsrätin.

Beth Krasna hat ein Diplom als Chemieingenieurin der ETH Zürich und einen Management-Mastertitel des Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, USA). Sie ist Verwaltungsrätin bei Symbiotics SA sowie Verwaltungsratspräsidentin der Ethos Services AG und der Xsensio SA. Zudem ist Krasna Vizepräsidentin des Stiftungsrats des Hochschulinstituts für internationale Studien und Entwicklung in Genf und Mitglied der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften.



Barbara Haering

* 1953, Schweizerin / Kanadierin
Prof. Dr. sc. nat., Dr. h. c. sc. pol.

Mitglied des ETH-Rats und des Auditausschusses seit 2008, Vizepräsidentin des ETH-Rats a. i. (Mai 2019–Januar 2020) und Präsidentin des Auditausschusses seit Mai 2019. Präsidentin des Verwaltungsrats der econcept AG seit 2015.

Barbara Haering studierte Naturwissenschaften und promovierte 1996 in Raumplanung an der ETH Zürich. Sie ist Präsidentin des Verwaltungsrats der econcept AG sowie Verwaltungsrätin der Ernst Schweizer AG. Zudem präsidiert sie den «Conseil d'orientation stratégique» der Universität Genf sowie den Stiftungsrat des Genfer Internationalen Zentrums für Humanitäre Minenräumung. Des Weiteren ist Haering Stiftungsrätin des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und Hochschulrätin der TU Dresden. An der Universität Lausanne ist sie als Lehrbeauftragte tätig.



Joël Mesot

* 1964, Schweizer
Prof. Dr. sc. nat.

Mitglied des ETH-Rats und des Geschäftsausschusses seit 2010. Präsident der ETH Zürich seit 2019.

Joël Mesot studierte Physik an der ETH Zürich und promovierte 1992 in Festkörperphysik. 2002 erhielt er den Latsis-Preis der ETH Zürich und 1995 den IBM-Preis der SPG (Schweizerische Physikalische Gesellschaft). Nach Forschungsaufenthalten in Frankreich und den USA kam er an die ETH Zürich und ans PSI, wo er ab 2004 das Labor für Neutronenstreuung leitete. Von 2008 bis 2018 war er Direktor des PSI. Mesot vertritt die ETH Zürich in verschiedenen nationalen und internationalen Beratungsgremien. So ist er Mitglied des Beirats für Digitale Transformation des Bundesrats, des Stiftungsrats des Schweizerischen Innovationsparks oder des Senats der Helmholtz-Gemeinschaft.

> Markus Bertschi / ETH Zürich



Kristin Becker van Slooten

* 1962, Schweizerin / Deutsche
Dr.

Mitglied des ETH-Rats und des Geschäftsausschusses seit 2017, Delegierte der Hochschulversammlungen ETH Zürich / EPFL im ETH-Rat. Projektleiterin für Gleichstellung an der EPFL seit 2017. Maître d'enseignement et de recherche (MER).

Die Umweltwissenschaftlerin Kristin Becker van Slooten studierte Biologie an der Universität Genf und doktorierte in Umweltchemie und Ökotoxikologie an der EPFL. Von 1995 bis 2002 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin im Laboratorium für Umweltchemie und Ökotoxikologie, wo sie ab 2002 die Forschungsgruppe Experimentelle Ökotoxikologie leitete und 2005 den Titel MER erhielt. Von 2006 bis 2016 war sie Referentin des Präsidenten und des Generalsekretärs der EPFL. Seit 2017 ist Becker als Projektleiterin für Gleichstellung an der EPFL tätig und vertritt erneut, wie bereits von 2004 bis 2006, als Delegierte die Hochschulversammlungen der ETH Zürich und der EPFL im ETH-Rat.



Marc Bürki

* 1961, Schweizer
Dipl. El.-Ing.

Mitglied des ETH-Rats seit 2017 und des Auditausschusses seit 2018. CEO der Swissquote Holding AG seit 1999 und der Swissquote Bank AG seit 2002.

Marc Bürki hat ein Diplom als Elektroingenieur der EPFL. Nach ersten beruflichen Erfahrungen bei der European Space Agency in den Niederlanden gründete er 1990 in Gland das Unternehmen Marvel Communications S.A., das auf die Entwicklung von Finanzinformations-Software spezialisiert war. 1999 entstand die auf Online-Trading spezialisierte Swissquote Group Holding AG, deren Börsengang 2000 erfolgte. Im Jahr 2001 erhielt die Swissquote Bank AG die Banklizenz. Beiden Unternehmen sitzt Bürki als CEO vor.

> Swissquote



Beatrice Fasana

* 1969, Schweizerin
Dipl. Ing. Lm

Mitglied des ETH-Rats seit 2012. Managing Director der Sandro Vanini SA seit 2013.

Beatrice Fasana studierte Lebensmittelwissenschaften an der ETH Zürich. Nach einem Traineeship im «Nestlé Research and Development Center» in New Milford (Connecticut, USA) war sie in unterschiedlichen Leitungsfunktionen für mehrere grosse Lebensmittelhersteller in der Schweiz tätig, darunter als Verantwortliche des Profit Centers «Chewing Gum» von Chocolat Frey und als Marketingleiterin für Coca-Cola. Bis Ende 2012 führte sie ihr eigenes Unternehmen BeFood Consulting SA. Seit 2013 ist sie Managing Director der Sandro Vanini SA, eines Unternehmens der Haecy Gruppe. Des Weiteren ist Fasana Mitglied des Rats sowie Präsidentin der Verwaltungskommission der Fachhochschule SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) und seit 2018 Verwaltungsrätin der Raiffeisen Bank del Basso Mendrisiotto.



Martin Vetterli

* 1957, Schweizer
Prof. Dr. sc.

Mitglied des ETH-Rats und des Geschäftsausschusses seit 2017. Präsident der EPFL seit 2017.

Martin Vetterli schloss sein Studium an der ETH Zürich als diplomierter Elektroingenieur ab, erwarb anschliessend einen Master of Science an der Stanford University und promovierte schliesslich an der EPFL. Nach Professuren an der Columbia University und an der University of California, Berkeley, kehrte er 1995 als ordentlicher Professor für Kommunikationssysteme an die EPFL zurück. Von 2000 bis 2003 war er Mitglied des Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierats (SWR). Von 2004 bis 2011 war Vetterli Vizepräsident der EPFL, von 2011 bis 2012 Dekan der dortigen Fakultät für Computer- und Kommunikationswissenschaften. Von 2013 bis Ende 2016 übernahm er das Präsidium des Nationalen Forschungsrats des Schweizerischen Nationalfonds (SNF).

› Nik Hunger / EPFL



Gian-Luca Bona

* 1957, Schweizer
Prof. Dr. sc. nat.

Mitglied des ETH-Rats seit 2019. Vertreter der Forschungsanstalten im ETH-Rat. Direktor der Empa und Doppelprofessor an der ETH Zürich / EPFL seit 2009.

Gian-Luca Bona studierte Physik an der ETH Zürich, wo er 1987 sein Doktorat abschloss. Im Anschluss begann er seine Karriere bei IBM, zunächst im Forschungslabor in Zürich und anschliessend in den USA, wo er von 2004 bis 2008 als Departementsleiter den Bereich Science & Technology im IBM Almaden Research Center in San Jose leitete. Von 2008 bis 2009 war er bei IBM in Tucson als Direktor Tape Storage Solutions verantwortlich für die Erforschung und Entwicklung von magnetischen Bandspeicherprodukten. Bona ist unter anderem Mitglied des Stiftungsrats des Technoparks Zürich und des Stiftungsrats des Innovationsparks Zürich. Er ist Mitglied der Verwaltungsräte von Comet SA und der Bobst Group SA und sitzt im Kuratorium der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin sowie im wissenschaftlichen Beirat des CSEM.

› Empa



Neuer Präsident ETH-Rat: Michael O. Hengartner

Am 4. September 2019 wählte der Bundesrat Michael O. Hengartner (* 1966) zum neuen Präsidenten des ETH-Rats. Er trat sein Amt am 1. Februar 2020 an.

Michael O. Hengartner war von Februar 2014 bis Januar 2020 Rektor der Universität Zürich (UZH). Von 2016 bis zu seinem Ausscheiden als UZH-Rektor amtierte er zudem als Präsident von swissuniversities. Hengartner ist schweizerisch-kanadischer Doppelbürger. Er wuchs in Québec City auf, wo er an der Université de Laval Biochemie studierte. 1994 promovierte er am Massachusetts Institute of Technology im Labor von Nobelpreisträger H. Robert Horvitz. Danach leitete er bis 2001 eine Forschungsgruppe am Cold Spring Harbor Laboratory in den USA. 2001 wurde er auf die neu eingerichtete Ernst-Hadorn-Stiftungsprofessur am Institut für Molekulare Biologie der Universität Zürich berufen. Von 2009 bis 2014 war er Dekan der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.

Hengartner absolvierte einen Executive MBA an der IMD Lausanne und wurde für seine bahnbrechende Forschung zur molekularen Basis der Apoptose mit zahlreichen Auszeichnungen geehrt; unter anderem erhielt er 2006 den Nationalen Latsis-Preis der Schweiz. 2010 wurde ihm der Lehrpreis (Credit Suisse Award for Best Teaching) der Universität Zürich verliehen. 2016 wurde Hengartner der Ehrendoktor der Sorbonne Universität verliehen. Der UZH-Rektor wurde für seine molekularbiologische Forschung und seine Verdienste um die Gesellschaft ausgezeichnet.

› UZH



Susan Gasser

* 1955, Schweizerin
Prof. Dr. sc. nat., Dr. h. c. mult.

Mitglied des ETH-Rats seit 2018. Direktorin des Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research (2004–2019). Professorin für Molekularbiologie an der Universität Basel seit 2005.

Susan Gasser studierte Biologie und Biophysik an der University of Chicago und promovierte an der Universität Basel. Ab 1986 war sie als Gruppenleiterin am Swiss Institute for Experimental Cancer Research (ISREC) der EPFL tätig, bis sie 2001 als ordentliche Professorin an die Universität Genf berufen wurde. Von November 2004 bis März 2019 war sie Direktorin des Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research (FMI) und ist seit 2005 ausserdem ordentliche Professorin für Molekularbiologie an der Universität Basel. Seit März 2019 leitet sie ihre Forschungsgruppe am FMI. Gasser ist Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie, des Francis Crick Institute in London und des European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg. Beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) präsidiert sie die Gleichstellungskommission.

› Nestlé Nutrition Council



Christiane Leister

* 1955, Schweizerin / Deutsche
Dipl.-Vw.

Mitglied des ETH-Rats seit 2017. Inhaberin und Verwaltungsratspräsidentin der Leister-Gruppe seit 1993.

Nach Abschluss des Studiums der Volkswirtschaftslehre an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, startete Christiane Leister ihre Karriere bei Jungheinrich (Flurförderzeuge und Lagersysteme). Anschliessend leitete sie Controlling- und Finanzbereiche bei der Vereinigte Papierwerke AG und der Milupa AG. 1989 übernahm sie strategische und operative Aufgaben im Leister Familienunternehmen. Seit 1993 ist Leister Inhaberin der Leister Unternehmen, die sie bis 2014 auch operativ führte, mit neuen Technologien diversifizierte und zur Leister-Gruppe international ausbaute.

› Leister AG

Personalgeschäfte

Personalgeschäfte des Bundesrats

Der Bundesrat wählte am 4. September 2019 auf Antrag von Guy Parmelin, WBF-Vorsteher, Prof. Dr. Michael O. Hengartner zum neuen Präsidenten des ETH-Rats. Der 53-Jährige folgt auf Fritz Schiesser, der Ende April 2019 von seinem Amt zurückgetreten war. Hengartner war von Februar 2014 bis Januar 2020 Rektor der Universität Zürich (UZH). Er hat sein neues Amt am 1. Februar 2020 angetreten.

Von 2016 bis zu seinem Ausscheiden als UZH-Rektor amtierte er zudem als Präsident von swissuniversities. Hengartner ist schweizerisch-kanadischer Doppelbürger. Er wuchs in Québec City auf, wo er an der Université de Laval Biochemie studierte. Er promovierte 1994 am Massachusetts Institute of Technology im Labor von Nobelpreisträger H. Robert Horvitz. Danach leitete er bis 2001 eine Forschungsgruppe am Cold Spring Harbor Laboratory in den USA. 2001 wurde er auf die neu eingerichtete Ernst-Hadorn-Stiftungsprofessur am Institut für Molekulare Biologie der UZH berufen. Von 2009 bis 2014 war er Dekan der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich (s. auch S. 43).

Ad interim präsidierte Beth Krasna den ETH-Rat (gewählt vom Bundesrat am 8. März 2019). Krasna, langjähriges Mitglied des ETH-Rats, war zu der Zeit Vizepräsidentin des ETH-Rats sowie Präsidentin des Audit-ausschusses.

Am 27. November 2019 wählte der Bundesrat Prof. Dr. Christian Rüegg zum neuen Direktor des PSI für vier Jahre. Rüegg wird sein Amt am 1. April 2020 antreten. Er folgt damit auf Prof. Dr. Joel Mesot, der am 1. Januar 2019 das Präsidium der ETH Zürich übernommen hat. Interimistisch leitete Dr. Thierry Strässle das PSI, der bis zu dem Zeitpunkt Stabschef des PSI war.

Der 43-jährige Rüegg stammt aus dem Kanton Aargau, studierte Physik an der ETH Zürich und promovierte 2005 im Labor für Neutronenstreuung der ETH Zürich und des PSI. Anschliessend war er von 2005 bis 2011 im London Centre for Nanotechnology des University College London (UCL) tätig. Er war Royal Society University Research Fellow und Assistant und Associate Professor an der UCL. Von 2011 bis 2016 leitete er am PSI das Labor für Neutronenstreuung und Imaging im

Forschungsbereich Neutronen und Myonen. Seit 2017 ist er Leiter des Forschungsbereichs und seit Mai 2018 Mitglied der PSI-Direktion. Zudem ist er seit 2012 Professor an der Universität Genf. Rüegg ist Festkörperphysiker und arbeitet an Quantenphänomenen im Magnetismus. Er hat einige namhafte Wissenschaftspreise für seine Arbeiten erhalten, darunter den Lewy-Bertaut Prize, den Nicolas Kurze European Science Prize und einen ERC Grant.

Ebenfalls am 27. November 2019 verlängerte der Bundesrat die Amtsdauer von Prof. Dr. Konrad Steffen um ein weiteres Jahr als Direktor des WSL.

Personalgeschäfte des ETH-Rats

Wahl in die Direktion der WSL

Der ETH-Rat wählte Dr. Anna M. Hersperger als neues Mitglied der Direktion der WSL ab dem 1. Juni 2019. Sie stammt aus dem Kanton Luzern, studierte Kulturtechnik und Vermessung an der ETH Zürich und promovierte 2000 an der Harvard University mit einem Joint Degree in Ökologie und Landschaftsarchitektur.

Erneuerungswahlen der ETH-Beschwerdekommision

Der ETH-Rat hat im Rahmen der alle vier Jahre stattfindenden Erneuerungswahlen der ETH-Beschwerdekommision auf den 1. Januar 2020 hin eine Präsidentin sowie vier Mitglieder der ETH-Beschwerdekommision gewählt beziehungsweise wiedergewählt. Fürsprecherin Barbara Wenger Gmür trat die Nachfolge des bisherigen Präsidenten Prof. Hans-Jörg Peter, der das Amt während acht Jahren ausübte, an. Das Amt der Vizepräsidentin oder des Vizepräsidenten ist seit 2020 vakant. Der ETH-Rat dankt dem abtretenden Präsidenten, der abtretenden Vizepräsidentin und den beiden abtretenden Mitgliedern der Beschwerdekommision für ihr grosses Engagement in den letzten Jahren.

Professorengeschäfte

Die Personalgeschäfte zu den Ernennungen von Professorinnen und Professoren sind rechts auf der S. 45 zu finden.

Professorengeschäfte

Ernennung von Professorinnen und Professoren

2019 behandelte der ETH-Rat 152 Professorengeschäfte. Insgesamt ernannte er 92 Professorinnen und Professoren, davon 68 neue Personen und 24 interne Beförderungen. Insgesamt wurden an der ETH Zürich 15 Professorinnen und 44 Professoren und an der EPFL 14 Professorinnen und 19 Professoren ernannt.

Bei 16 der 34 Ernennungen von ordentlichen Professorinnen und Professoren handelte es sich um Beförderungen von ausserordentlichen Professorinnen und Professoren. Bei 8 der 19 Ernennungen von ausserordentlichen Professorinnen und Professoren handelte es sich um Beförderungen von Assistenzprofessorinnen und -professoren.

Der Frauenanteil bei den Ernennungen neuer Personen lag 2019 bei 32 %.

Der ETH-Rat hat 2019 eine affilierte Professorin ernannt. Affilierte Professorinnen und Professoren arbeiten hauptamtlich an einer in- oder ausländischen Forschungsinstitution und sind mit einem reduzierten Beschäftigungsgrad an einer der beiden ETH tätig. Sie haben den Status von ordentlichen Professorinnen oder Professoren und werden in der Statistik als solche gezählt.

Weiter verlieh der ETH-Rat 3 Wissenschaftlerinnen und 9 Wissenschaftlern den Titel einer Professorin (Titularprofessorin) bzw. eines Professors (Titularprofessors).

Emeritierungen und Rücktritte

2019 nahm der ETH-Rat von 12 Rücktritten aus Altersgründen Kenntnis: 7 an der ETH Zürich und 5 an der EPFL. Zudem informierten die ETH Zürich und die EPFL den ETH-Rat über insgesamt 10 Rücktritte aus anderen Gründen.

Ernennungen

92

Professorinnen und Professoren, davon 15 Frauen und 44 Männer an der ETH Zürich sowie 14 Frauen und 19 Männer an der EPFL

Frauenanteil

32%

bei den Ernennungen neuer Personen

Die insgesamt 92 Ernennungen umfassten:

Ordentliche
Professoren*

34

davon 11 Frauen

Ausserordentliche
Professoren

19

davon 3 Frauen

Assistenzprofessoren
mit Tenure Track

29

davon 14 Frauen

Assistenzprofessoren
ohne Tenure Track

10

davon 1 Frau

* davon 1 affilierte Professorin

Risikosituation und Risikomanagement

Als Führungs- und Aufsichtsorgan definiert der ETH-Rat die Risikopolitik für den ETH-Bereich. Er hat diesbezüglich für die beiden ETH und die vier Forschungsanstalten verschiedene Ziele festgelegt. Einerseits soll sichergestellt werden, dass die Aufgaben wirkungsorientiert, kosteneffizient und vorausschauend erfüllt sowie die Funktions- und die Innovationsfähigkeit erhalten werden können. Andererseits soll die Sicherheit von Personen, Sachen und anderen Vermögenswerten in grösstmöglichem Umfang gewährleistet werden. Die Führung der Institutionen des ETH-Bereichs soll durch umfassende, transparente und aktuelle Risikoinformationen unterstützt, das Risikobewusstsein bei Studierenden und Mitarbeitenden gefördert und der gute Ruf des ETH-Bereichs gewahrt werden.

Alle Institutionen des ETH-Bereichs verfügen über einen eigenen Risikomanagementprozess, der individuelle Risiken identifiziert und bewertet sowie über Strategien zu deren Bewältigung und ein entsprechendes Controlling. Die Aktivitäten des Risikomanagements und die Steuerung des Prozesses werden in jeder Institution durch einen Risikomanager und/oder ein Risikokomitee koordiniert. Jede Institution führt einen eigenen Risikokatalog, der die identifizierten Risiken mit ihrer Bewertung basierend auf der Eintrittswahrscheinlichkeit und der potenziellen Schadenhöhe detailliert beschreibt. Zudem wird die mögliche Auswirkung eines Risikos auf die Reputation berücksichtigt. Die Risikokataloge werden mindestens einmal pro Jahr aktualisiert.

Im Rahmen ihrer jährlichen Berichterstattung an den ETH-Rat informieren die Institutionen über ihre Kernrisiken, insbesondere über Bestand, Umfang und mögliche Auswirkungen. Kernrisiken sind Risiken mit potenziell hohen finanziellen Auswirkungen und einer überdurchschnittlichen Eintrittswahrscheinlichkeit. Sie gefährden die Erfüllung der gesetzlichen Aufgaben der Institutionen unmittelbar. Das Reporting der Kernrisiken wird anschliessend dem für den ETH-Bereich zuständigen Departement zugestellt. Zudem müssen die Institutionen den ETH-Rat unmittelbar über eventuelle ausserordentliche Risikoveränderungen oder Schadensereignisse in Kenntnis setzen. Individuelles Profil, spezifische Ausrichtung und Grösse der einzelnen Institutionen spiegeln sich in ihren Risikokatalogen wider. So weisen beide Hochschulen andere Kernrisiken aus als die vier Forschungsanstalten und die Bewertung desselben Risikos kann variieren.

Die Unsicherheit in Bezug auf die Entwicklung der Finanzierung und die Auswirkungen eines hemmenden politischen und rechtlichen Umfelds (Verhältnis Schweiz-EU) sind neben Gewalt/Bedrohung gegen Personen und Cyberattacken nach wie vor zwei der wichtigsten Kernrisiken des ETH-Bereichs. Das Eingehen übermässiger Verpflichtungen, die Gefahr einer mangelnden Übersicht über langfristige finanzielle Verpflichtungen und ihre Folgen sowie des Verlusts von Steuerung und Kontrolle durch die Schaffung externer Strukturen stellen weitere Kernrisiken dar, genauso wie Dysfunktionen/Fehlverhalten im Personalbereich und mögliche Verstösse gegen die wissenschaftliche Integrität und die gute wissenschaftliche Praxis.

Trotz sorgfältigen Risikomanagements ist nicht auszuschliessen, dass eine Institution von einem Schadensereignis betroffen wird, das die Erfüllung ihrer gesetzlich verankerten Aufgaben gefährdet. In diesem Fall würde der ETH-Rat gemäss Art. 30 Abs. 2 der Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs, nach Konsultation der EFV, beim WBF zuhanden des Bundesrats eine Anpassung der Strategischen Ziele oder eine Erhöhung des Finanzierungsbeitrags des Bundes beantragen.

Den von den Institutionen abgeschlossenen Versicherungen kommt eine wichtige Bedeutung zu. Die Institutionen müssen sich subsidiär zu anderen Massnahmen gegen allfällige Schäden versichern, sofern sich diese versichern lassen und deren Versicherung finanzierbar ist. Jede Institution ist für den Abschluss ihrer Versicherungen und die Verwaltung ihres Versicherungsportfolios selbst verantwortlich. Sie muss dabei ihre individuelle Risikolage berücksichtigen, ein angemessenes Kosten-Nutzen-Verhältnis anstreben und die Bestimmungen über das öffentliche Beschaffungswesen des Bundes einhalten. Die Versicherungen müssen dem im schweizerischen Versicherungsmarkt üblichen Standard genügen und bei einer in der Schweiz zugelassenen Versicherungseinrichtung abgeschlossen werden. Die Institutionen haben Sach- und Betriebshaftpflichtversicherungen sowie kleinere Versicherungen für spezifische Risiken abgeschlossen. Nicht versichert sind die Immobilien im Eigentum des Bundes, da dieser die Strategie des Selbstversicherers verfolgt.

STRATEGISCHE ZIELE

Lehre <small>Ziel 1</small>	48
Forschung <small>Ziel 2</small>	51
Forschungsinfrastrukturen <small>Ziel 3</small>	54
Wissens- und Technologietransfer <small>Ziel 4</small>	57
Nationale Zusammenarbeit und Koordination <small>Ziel 5</small>	60
Internationale Positionierung und Zusammenarbeit <small>Ziel 6</small>	63
Rolle in der Gesellschaft und nationale Aufgaben <small>Ziel 7</small>	66
Finanzierungsquellen und Mittelverwendung <small>Ziel 8</small>	69
Immobilienmanagement <small>Ziel 9</small>	73
Arbeitsbedingungen, Chancengleichheit und wissenschaftlicher Nachwuchs <small>Ziel 10</small>	78

Details zu den Strategischen Ziele des Bundesrats für den ETH-Bereich finden Sie auf der Webseite des SBFI www.sbf.admin.ch unter Hochschulen / Hochschulen des Bundes.

Strategisches Ziel

LEHRE

Die Zahl der Studierenden und Doktorierenden an den beiden ETH steigt weiter. 2019 waren an der ETH Zürich und an der EPFL 33 642 Studierende und Doktorierende eingeschrieben. Die von den Institutionen angebotenen Lehrveranstaltungen werden laufend weiterentwickelt und angepasst. Einer der Höhepunkte 2019 war die Einführung des gemeinsamen Masterstudiengangs Cyber Security durch die beiden ETH.

Exzellenz in der forschungs- und kompetenzorientierten Ausbildung

Der ETH-Bereich genießt grosse Attraktivität bei den Studierenden und Doktorierenden aus der Schweiz und aus dem Ausland. 2019 waren 22 193 Studierende und Doktorierende an der ETH Zürich und 11 449 an der EPFL eingeschrieben. Dies entspricht einem Zuwachs von 3,7% bzw. 2,8% gegenüber 2018. Während die Zahl der Doktorierenden konstant blieb, stieg diejenige der Studierenden auf Bachelor- und Masterstufe an beiden ETH. Die höchste Zunahme verzeichnen erneut die Bereiche Informatik und Kommunikationstechnologien, und dies an beiden ETH (+12,8% an der ETH Zürich, +7,7% an der EPFL). Erfreulich ist, dass sich der Frauenanteil auf Bachelor-, Master- und Doktoratsstufe erhöht hat. Auch wenn diese Erhöhung relativ gering ist, ist sie dafür seit mehreren Jahren konstant (2019: 31,7%; 2018: 31,3%; 2017: 30,6%). Die Zunahme der ausländischen Studierenden und Doktorierenden ist ein Beweis für die internationale Anziehungskraft des ETH-Bereichs. 2019 betrug der Anteil der ausländischen Studierenden und Doktorierenden

47,5% (2018: 46,6%). Dabei liegt der Anteil bei den Doktorierenden deutlich höher als bei den Masterstudierenden und vor allem als bei den Bachelorstudierenden, von denen 68,1% aus der Schweiz stammen (für detaillierte Zahlen zu Studierenden und Doktorierenden s. Monitoringtabelle und akademisches Leistungsreporting, S. 84 ff.).

Die beiden ETH entwickeln den Inhalt und die Form ihrer Studienprogramme mit Blick auf die strategisch wichtigen Tätigkeitsbereiche und die Bedürfnisse der Gesellschaft kontinuierlich weiter. So überarbeitete die ETH Zürich 2019 beispielsweise ihren Bachelor-Studiengang in Raumbezogene Ingenieurwissenschaften grundlegend, um unter anderem die in diesem Bereich erforderlichen interdisziplinären Kompetenzen zu verstärken. Nachdem die EPFL 2018 computergestütztes Denken in allen Studiengängen im ersten Bachelorjahr eingeführt hat, hat sie die Struktur des Kursangebots über künstliche Intelligenz für das zweite und dritte Jahr des Bachelors sowie für den Master unter Berücksichtigung der Besonderheiten der einzelnen Studiengänge überarbeitet. Um dem zunehmenden Bedarf der Gesellschaft an Spezialisten für IT-Sicherheit gerecht zu werden, haben die ETH Zürich und die EPFL gemeinsam einen Master in Cyber Security eingeführt (s. S. 22). Im Herbstsemester 2019 waren 16 Studierende an der ETH Zürich und 34 Studierende an der EPFL für diesen Studiengang eingeschrieben. Die ETH Zürich hat zudem einen neuen Masterstudiengang in Quantenengineering eingeführt, der im ersten Semester seines Bestehens 25 Studierende zählte. Der 2018 von der EPFL eingeführte Masterstudiengang in Robotik verzeichnete 2019 115 neue Studierende. Der seit 2017 von der ETH Zürich und der EPFL angebotene Master in Data Science ist weiterhin sehr erfolgreich und zählte 2019 ungefähr 180 neue Studierende an beiden ETH (gut 30 mehr als 2018). Der Bachelorstudiengang in Humanmedizin, den die

ETH Zürich seit 2017 anbietet, verzeichnete im Berichtsjahr insgesamt 286 Studierende. Die Neueintritte ins Bachelorstudium Humanmedizin sind auf 100 pro Jahr beschränkt. Und schliesslich konnten 2019 die ersten Studierenden ihren Master in Digital Humanities an der EPFL abschliessen.

Die Lehrkräfte des PSI, der WSL, der Empa und der Eawag bieten Vorlesungen, Seminare und praktische Arbeiten sowie andere Lehrangebote in verschiedenen Fachgebieten an. 2019 entsprach dieses Engagement 18 717 Unterrichtsstunden an einer in- oder ausländischen Hochschule (s. Abb. 13, S. 90). Zudem betreuten die Forschungsanstalten 639 Bachelor- und Masterarbeiten sowie 837 Doktorarbeiten. Über 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Forschungsanstalten haben darüber hinaus eine Assistenzprofessur, eine ordentliche oder ausserordentliche Professur oder eine Titularprofessur an einer der beiden ETH oder an einer anderen universitären Hochschule der Schweiz inne. 2019 kam es zu zehn solcher Ernennungen: sechs betrafen Forschende am PSI, zwei Forschende an der WSL sowie je eine Forschende an der Empa und an der Eawag.

Die Institutionen des ETH-Bereichs bieten verschiedene Lehrveranstaltungen und Aktivitäten an, um den Dialog zwischen den MINT-Fächern und den Sozial- und Geisteswissenschaften zu fördern. Das Programm «Science in Perspective» der ETH Zürich eröffnet beispielsweise neue Perspektiven auf die Natur- und Ingenieurwissenschaften und fördert die kritische Betrachtung dieser Disziplinen. Im Rahmen dieses Programms fand 2019 ein Symposium über Wissenschaft, Technologie und Public Policy statt. Dabei ging es um die Rolle von technischen universitären Hochschulen

wie ETH Zürich und EPFL bei der Unterstützung politischer Entscheidungsfindungsprozesse auf nationaler und internationaler Ebene, aber auch um die Ausbildung der nächsten Generation an Spezialisten, um den grossen gesellschaftlichen Herausforderungen zu begegnen. Jedes Jahr organisiert die ETH Zürich die ETH Woche, die Bestandteil ihrer Critical-Thinking-Initiative ist. Die fünfte Ausgabe ermöglichte es über 200 Studierenden, sich in interdisziplinären Teams dem Thema «Rethinking Mobility» zu widmen. Die Discovery Learning Laboratories der EPFL ermöglichen den Studierenden, an internationalen Wettbewerben teilzunehmen und sich an interdisziplinären Projekten zu beteiligen, von denen sich einige mit aktuellen gesellschaftlichen Themen befassen. Ein weiteres erwähnenswertes Beispiel für den multidisziplinären pädagogischen Ansatz ist die Summer School der WSL zum Thema «Land-System Science». In der gemeinsam mit der Universität Bern organisierten Summer School lernten 28 Doktorierende und Postdoktorierende aus der ganzen Welt und aus unterschiedlichen Disziplinen Landnutzungsänderungen und Landschaftsbewertung ganzheitlich zu betrachten, um ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse optimal an die Arbeitswelt weiterzugeben. Die Eawag schliesslich bot in Zusammenarbeit mit der EPFL bereits zum dritten Mal hintereinander vier MOOCs zum Thema «Sanitation, Water and Solid Waste for Development» an.

Innovationen und Qualitätssicherung in der Lehre

Die akademische Welt, die die Spezialisten von morgen ausbildet, ist direkt betroffen von den Veränderungen in der Arbeitswelt mit ihren neuen Technologien und der zunehmenden Digitalisierung. Der Einfluss der Digitalisierung auf die Hochschulbildung und die Talent-

Die EPFL in Lausanne ist ein lebendiger Ort: über 120 Nationalitäten machen den Campus zu einem der welt-offensten Universitätsstandorte der Welt.
› Alain Herzog/EPFL



förderung war auch das Thema des «Times Higher Education World Academic Summit», der im September 2019 an der ETH Zürich stattfand (s. S. 18). Um diesen Herausforderungen zu begegnen, entwickeln und fördern die Institutionen des ETH-Bereichs neuartige Unterrichts- und Lehrformen. Die Projekte des LEARN-Zentrums der EPFL, das translationale Pädagogikforschung zur Entwicklung neuer Lehrmethoden betreibt, beginnen Gestalt anzunehmen. Die EPFL hat zudem 2018 den DRIL-Fonds (Digital Resources for Instruction and Learning) ins Leben gerufen. Dieser soll die Lehrpersonen bei der Erarbeitung digitaler Ressourcen für die Ausbildung unterstützen. Ein MOOC zum computer-gestützten Denken und programmierbare digitale Notizbücher (Jupyter Notebooks, eine Open-Source-Web-App) wurden 2019 dank diesem Fonds entwickelt.

Um die Qualität der Lehrveranstaltungen sicherzustellen, werden regelmässig Evaluationen und Akkreditierungen vorgenommen. Die Resultate fliessen in die Ausbildungsoptimierung ein. So hat die EPFL beispielsweise ein neues Verfahren eingeführt, um systematisch das Feedback von Studierenden und Alumni zu Studienprogrammen einzuholen. Zudem hat sie die Richtlinien für die Evaluation ihrer Lehrveranstaltungen überarbeitet. Die ETH Zürich hat das Projekt «Re-define Master Admission» lanciert. Dieses Projekt will unter anderem die Ziele für die Zulassung von Studierenden zum Masterstudium neu formulieren. Die Betreuung der Studierenden und Doktorierenden sowie deren Zufriedenheit ist eine weitere Priorität der Institutionen des ETH-Bereichs. So führte die ETH Zürich im Januar 2019 ein internationales Symposium zum Thema «Betreuung der Doktorierenden» durch. Insgesamt nahmen 340 Professorinnen und Professoren, Doktorierende und Mitarbeitende der Administration sowie 40 Gäste anderer Universitäten aus dem In- und Ausland teil. Des Weiteren hat die Schulleitung der ETH Zürich Massnahmen zur Weiterentwicklung des Doktorats beschlossen. Dabei steht die Verbesserung der Betreuung im Mittelpunkt. Analog dazu hat die WSL einen neuen Leitfaden für Doktorierende und betreuende Personen verfasst, einschliesslich Empfehlungen zur Gewährleistung der Betreuungsqualität. Im Rahmen der Professionalisierung der Betreuung der Doktorierenden hat das PSI obligatorische Kurse für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Betreuungsfunktion eingeführt. Die Empa hat ein detailliertes internes Reglement zur Förderung und Betreuung der Doktorierenden erlassen, das die Ausbildungsqualität weiter verbessert.

Zudem führten Institutionen des ETH-Bereichs 2019 Umfragen ein, um die allgemeine Zufriedenheit ihrer Studierenden oder ihrer Doktorierenden und Postdoktorierenden zu ermitteln. Und schliesslich führten beide ETH Massnahmen ein, um die Erhöhung der Studiengebühren abzufedern. Die ETH Zürich hat beispielsweise beschlossen, die Stipendienbeträge zu erhöhen, die sie Studierenden gewährt, die kantonale Stipendien erhalten. Die EPFL ihrerseits hat entschieden, die Beträge aus der Studiengebührenerhöhung einerseits in Unterrichtsmassnahmen zu investieren und andererseits für soziale Unterstützungsbeiträge zu verwenden.

Förderung der nationalen und internationalen Mobilität

Die Mobilität der Studierenden wird gefördert, um deren Horizont zu erweitern und den Erfahrungs- und Ideenaustausch sowie den sprachlichen Austausch zu unterstützen. Im Frühjahrssemester 2019 studierten 180 Studierende der ETH Zürich an einer anderen Hochschule im In- oder Ausland. Im Herbstsemester waren es 202. An der EPFL entschieden sich im Frühjahrssemester 392 Studierende und im Herbstsemester 437 Studierende für einen Austausch mit einer anderen universitären Hochschule. Bei diesen Zahlen nicht berücksichtigt sind die rund hundert Studierenden, die ihr Masterprojekt an einer anderen Institution durchführen. Zahlreich sind auch die Mobilitätsstudierenden, die von einer anderen in- oder ausländischen Hochschule an eine der beiden ETH kommen. 2019 besuchten 467 Mobilitätsstudierende Lehrveranstaltungen auf Bachelor- und Masterstufe an der ETH Zürich. An der EPFL waren es 593 (s. Abb. 7, S. 87).

Auch die Mobilität innerhalb des ETH-Bereichs wird mit verschiedenen Aktionen gefördert. So wurden 2019 beispielsweise sieben Summer Schools gemeinsam von Doktorierenden der ETH Zürich und der EPFL organisiert. Einige Studierende der EPFL machen auch ein Semester oder ihr Masterprojekt an der ETH Zürich und umgekehrt. Die Einführung des Masterstudiengangs Cyber Security im Berichtsjahr durch die ETH Zürich und die EPFL trug ebenfalls zur Erhöhung der Mobilität der Studierenden bei, da das Programm ein Austauschsemester zwischen den beiden ETH vorsieht. Auf europäischer Ebene wurden Austauschvereinbarungen zwischen der ETH Zürich oder der EPFL und deren wichtigsten europäischen Partnern geschlossen.

Strategisches Ziel

FORSCHUNG

Das Jahr 2019 war geprägt von vielen bemerkenswerten Forschungsarbeiten in unterschiedlichen Bereichen. Computerwissenschaften und Informatik wurden an den beiden ETH verstärkt, und fünf der sieben im Rahmen des «Aktionsplans Digitalisierung» geplanten zusätzlichen Professuren sind nun besetzt.

Internationale Spitzenposition in der Forschung

2019 verzeichnete der ETH-Bereich sehr viele verschiedene Forschungsaktivitäten, ein Grossteil davon in Zusammenarbeit mit anderen nationalen und internationalen Institutionen. Im Bereich der Neuroprothesen haben Forschende der EPFL zusammen mit italienischen Kollegen eine Roboter-Handprothese der neusten Generation entwickelt, die Menschen mit einer Amputation eine echte Eigenempfindung verleiht. Die ETH Zürich hat in Zusammenarbeit mit einem internationalen Forscherteam eine bionische Beinprothese entwickelt, die den Patienten ein Neurofeedback liefert und dadurch die Bewegung des Beins wesentlich erleichtert. Gemeinsam mit Partnern aus der Schweiz, den Niederlanden, Israel und Grossbritannien ist es Empa-Forschenden gelungen, eine molekulare Brücke für Elektronen mit einzigartiger mechanischer und elektronischer Stabilität zu bauen. Es handelt sich dabei um einen wesentlichen Fortschritt in der Miniaturisierung von elektronischen Schaltkreisen, die in Zukunft den Bau elektronischer Systeme im Nanometerbereich ermöglichen könnte. Erwähnenswert sind auch die Forschungsarbeiten des PSI und der ETH Zürich, die zur Entwicklung eines neuen Materials führten, dessen Formgedächtnis

durch Magnetismus aktiviert wird. Das Material behält eine einmal vorgegebene Form bei, wenn es in ein Magnetfeld gerät. Das macht es besonders interessant für die Anwendungsgebiete Medizin, Raumfahrt, Elektronik oder Robotik.

Weitere wichtige Forschungsaktivitäten führen zur Entwicklung neuer Methoden oder tragen zur Verbesserung bestehender Methoden bei. So haben beispielsweise Forschende der ETH Zürich die CRISPR/Cas-Methode weiterentwickelt. Dutzende oder gar Hunderte von Genen können nun in einer Zelle gleichzeitig verändert und dadurch ganze Gennetze in einem Schritt modifiziert werden. Dies ist insbesondere nützlich in der Forschung zur Umprogrammierung von Zellen oder bei der Untersuchung komplexer genetischer Störungen.

Auch die Biodiversität, der Klimawandel und die erneuerbaren Energien sind wichtige Forschungsgebiete des ETH-Bereichs. Nach dem extrem heissen und trockenen Sommer 2018 starteten Forschende der WSL diverse Untersuchungen zu den Auswirkungen dieser Extremsituation auf die Wälder und den Wasserhaushalt. Die ersten Resultate wurden 2019 publiziert. Eawag-Forschende haben zwischen 2013 und 2018 jeweils im September und im Oktober Hunderte von Schweizer Flüssen systematisch befishet, um die Artenvielfalt genauer zu erfassen. Dieses 2019 abgeschlossene Projekt liefert neue Grundlagen für den Schutz der ökologischen und genetischen Artenvielfalt der Fische. Forschende des PSI und der WSL nehmen gemeinsam mit rund 600 Forschenden aus 19 Ländern an der internationalen Polarexpedition MOSAiC (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate) teil, um den Einfluss des arktischen Klimas auf das Weltklima zu verstehen. Bei den Forschungsaktivitäten zu erneuerbaren Energien sind die Arbeiten von Forschenden der EPFL zu erwähnen, die durch die

Konzentration und Umwandlung von Sonnenlicht in chemische Energie ein System zur Herstellung grosser Mengen an sauberem Wasserstoff als alternative Energiequelle entwickelt haben. An der ETH Zürich haben Forschende eine Technologie zur Herstellung eines CO₂-neutralen Treibstoffs aus Luft und Sonnenlicht entwickelt (s. S. 18). Forschende des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF und der EPFL haben untersucht, ob insbesondere im Winter mehr elektrische Energie produziert werden kann, wenn Photovoltaikanlagen anstatt im Mittelland im Hochgebirge installiert werden. Die Empa hat zusammen mit 20 europäischen Partnern das SUNRISE-Konsortium (Solarenergie für die Kreislaufwirtschaft) gegründet, um nachhaltige Alternativen zur fossilbasierten, energieintensiven Produktion von Treibstoffen und Grunderzeugnissen der chemischen Industrie zu entwickeln. Im Kapitel «Faszination ETH-Bereich» (s. S. 11 ff.) werden weitere wichtige laufende oder 2019 abgeschlossene Forschungsarbeiten genauer beschrieben.

Die Exzellenz der Forschenden des ETH-Bereichs zeigt sich auch in den zahlreichen Auszeichnungen und Forschungstipendien, die diese 2019 erhielten. Dazu zählen der Schweizer Wissenschaftspreis Marcel Benoist, den Prof. Nicola Spaldin von der ETH Zürich erhielt oder der Sanofi-Institut Pasteur International Junior Award, der an Prof. Andrea Ablasser von der EPFL ging. Weitere Preise waren unter anderem der Nationale Latsis-Preis, der Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft, der Rolex-Preis für Unternehmungsgeist, der Preis der EU für zeitgenössische Architektur, der Young Experimental Physicist Prize der European Physical Society und der Sandmeyer Award der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft.

Der ETH-Bereich nimmt zudem aktiv an den Nationalen Forschungsprogrammen und den Europäischen Forschungsrahmenprogrammen teil. Von den sechs 2019 bewilligten Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS) stehen drei unter der Federführung oder Co-Führung einer Institution des ETH-Bereichs. Auf europäischer Ebene beteiligen sich die beiden ETH aktiv an der inhaltlichen Planung und Ausarbeitung des Programms «Horizon Europe», das auf Horizon 2020 folgen wird. Die Teilnahme der Schweiz an «Horizon Europe» ist unerlässlich für die Wahrung der Konkurrenzfähigkeit der Institutionen des ETH-Bereichs. Bezüglich Horizon 2020 wurde der Forschungsbereich für Nukleare Energie und Sicherheit am PSI vom SBF als Schweizer Kontaktstelle für das EURATOM-Programm «EURAD» (European Joint Programme on Radioactive Waste Management) mandatiert. Auch 2019 erhielten die Institutionen des ETH-Bereichs zahlreiche ERC Grants: 18 Starting Grants, 8 Advanced Grants, 6 Consolidator Grants, 11 Proof of Concept Grants und 3 Synergy Grants.

In den internationalen Rankings der besten Universitäten der Welt besetzen die beiden ETH weiterhin Spitzenplätze (s. S. 93).

Schwerpunkte in der Forschung

Zahlreiche Forschungsaktivitäten fanden im Rahmen der vier Strategischen Fokusbereiche statt, die der ETH-Rat für die Periode 2017–2020 definiert hat. Dies sind «Personalized Health and Related Technologies» (PHRT), «Datenwissenschaften», «Advanced Manufacturing» und «Energie». Die Höhepunkte aus dem Strategischen Fokusbereich PHRT werden in Ziel 5 (s. S. 60 ff.) detaillierter beschrieben. Im Bereich «Datenwissenschaften» sind die Projekte im Swiss Data Science

Zeichnete am 6. April 2019 das erste Marsbeben auf: das von der ETH Zürich entwickelte Seismometer auf dem roten Planeten (hier als Modell 1:2) (s. auch S. 15 f.).



Center (SDSC) gut unterwegs und die dritte Projektausschreibung wurde 2019 lanciert. Sämtliche Institutionen des ETH-Bereichs wirken an Projekten des SDSC mit. So haben beispielsweise Forschende des PSI und der EPFL das Projekt PACMAN (Particle Accelerators and Machine Learning) lanciert, mit dem Ziel, Machine Learning in Teilchenbeschleuniger zu integrieren, um deren Leistung zu erhöhen. Die Empa arbeitet mit dem SDSC beim Projekt Carbosense zusammen. Dieses will die Ausbreitung von CO₂ in der Atmosphäre simulieren, gestützt auf die Messwerte, welche die in der ganzen Schweiz verteilten Sensoren sammeln. Die WSL beteiligt sich an zwei Forschungsprojekten des SDSC: SpeedMind, das die Biodiversitätsmodelle dank eines auf Datenextraktion und Machine Learning basierenden Ansatzes verbessern soll, und DEAPSnow zur Entwicklung von automatisierten digitalen Modellen für bessere Lawinenvorhersagen.

Auch im Bereich «Advanced Manufacturing» sind zahlreiche Aktivitäten am Laufen, darunter auch neue Projekte des von der Schulleitung der ETH Zürich lancierten Förderinstruments ETH+. Viele Projekte in diesem Strategischen Fokusbereich erfolgen in Zusammenarbeit mit der Industrie. So beispielsweise das gemeinsame Projekt von Empa und G-ray, die zusammen ein neuartiges 3D-Drucksystem für Metalle entwickeln. Auch im Energiebereich werden zahlreiche Forschungsarbeiten durchgeführt (s. oben). Die Forschungsplattform ReMaP (Renewable Management and Real-Time Control Platform), die aus der Zusammenarbeit zwischen der ETH Zürich, dem PSI, der Empa und privaten Unternehmen hervorgegangen ist, hat 2019 ihre Arbeit aufgenommen. Zudem fanden verschiedene Veranstaltungen rund um das Thema Energie und Energieverbrauch statt. Am Eawag-Infotag 2019 diskutierten rund 200 Fachleute aus Praxis, Forschung und Verwaltung über die Auswirkungen der Energiestrategie 2050 des Bundes auf die Schweizer Gewässer.

Auf übergeordneter Ebene befassen sich alle Institutionen des ETH-Bereichs mit den laufenden Entwicklungen bezüglich der Art der wissenschaftlichen Zusammenarbeit und der Publikation von Forschungsergebnissen. Die EPFL hat beispielsweise die Unterstützung von Open Science verstärkt, indem sie einen Forschungsfonds für Open-Science-Projekte für die Periode 2019–2021 lanciert hat. Der ETH-Bereich hat zudem eine Arbeitsgruppe mit Vertreterinnen und Vertretern aller Institutionen gegründet, um die relevanten Aspekte in Bezug auf die Zurverfügungstellung von geeigneten Forschungsdaten und den freien Zugang zu diesen zu definieren. Auch das WSL-Datenportal EnviDat konzentriert sich auf den Zugang zu Forschungsdaten (s. S. 26 f.).

Stärkung der Computerwissenschaften und Informatik an den beiden ETH

Die ETH Zürich und die EPFL sind sehr aktiv in Sachen Digitalisierung. Zusätzlich zu den zahlreichen For-

schungsprojekten engagieren sich die beiden ETH auch stark in der Ausbildung zukünftiger Spezialistinnen und Spezialisten im Bereich der Computerwissenschaften. Deshalb haben sie 2019 gemeinsam ein Masterprogramm in Cyber Security eingeführt (s. auch Ziel 1, S. 48 ff.). Die beiden ETH setzen konkrete Massnahmen im Rahmen des 2017 vom Bundesrat präsentierten «Aktionsplans Digitalisierung» um (s. auch Ziel 4, S. 57 ff.). Von den sieben im Rahmen der ergänzten Trägerfinanzierung vorgesehenen zusätzlichen Professuren zur Kompetenzförderung im Bereich Digitalisierung sind nun fünf besetzt (drei von vier an der ETH Zürich und zwei von drei an der EPFL). Die Initiative ETH+ sieht ebenfalls zusätzliche Professuren in verschiedenen Bereichen im Zusammenhang mit der Digitalisierung vor. Im Herbst 2019 wurde der Cyber Defence Campus an der ETH Zürich und an der EPFL eröffnet. Dieser soll die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Schweizer Akteuren im Bereich der Cyber Defence und die Kompetenzen in dieser Disziplin fördern.

Wissenschaftliche Integrität

Sämtliche Institutionen des ETH-Bereichs haben Massnahmen getroffen, um eine Kultur und Prozesse zu fördern, die zur Respektierung der wissenschaftlichen Integrität beitragen, und bieten Schulungen für Forschende auf allen Stufen an. Der Online-Kurs «Ethics in Research», der seit 2018 für alle Doktorierenden des PSI obligatorisch ist und 2019 mit der Comenius-EduMedia-Medaille ausgezeichnet wurde, ist nun auch für alle Postdoktorierenden des PSI verpflichtend. Die ETH Zürich hat die ETHics Resource Platform lanciert, auf der Tools, Ressourcen und Online-Kurse zum Thema Ethik zur Verfügung gestellt werden. Um das Bewusstsein für die gute wissenschaftliche Praxis auf allen Ebenen besser zu verankern, wurde 2019 das Modul «Integrität in der Forschung» der E-Learning-Plattform «Compliance» der ETH Zürich publiziert. Das Thema und die Plattform wurden ausserdem in den Onboarding-Prozess für neue Professorinnen und Professoren der ETH Zürich integriert. Das PSI überarbeitet in Abstimmung mit den anderen Forschungsanstalten seine Richtlinie für gute wissenschaftliche Praxis sowie die Verfahrensordnung bei vermuteter Verletzung der Integrität in der Forschung. Die WSL hat den Inhalt der Veranstaltungen überarbeitet, die sie zum Thema wissenschaftliche Integrität mit ihren Angestellten organisiert. Und die Empa hat die interne Kommunikation und den Austausch zu diesem Thema mit den Forschungsverantwortlichen intensiviert. Alle Institutionen des ETH-Bereichs setzen bei vermuteten oder erwiesenen Verletzungen der wissenschaftlichen Integrität entsprechende Verfahrensabläufe konsequent um und leiten in begründeten Verdachtsfällen Untersuchungen ein. Die Institutionen streben eine bessere, nach Möglichkeit transparentere interne und externe Kommunikation an.

Strategisches Ziel

FORSCHUNGS- INFRASTRUKTUREN

Der ETH-Bereich verwaltet, entwickelt und betreibt Forschungsinfrastrukturen von nationaler und internationaler Bedeutung, die nicht nur Forschenden des ETH-Bereichs dienen, sondern auch anderen Institutionen aus dem In- und Ausland sowie der Industrie zur Verfügung gestellt werden. 2019 haben einige dieser Forschungsinfrastrukturen wesentliche Upgrades erfahren.

Betrieb, Weiterentwicklung und Bereitstellung von grossen Forschungsinfrastrukturen

Die vom ETH-Bereich betriebenen Grossforschungsanlagen werden regelmässig weiterentwickelt und nachgerüstet, um ihre langfristige Konkurrenzfähigkeit und ihre Vorteile für die Schweizer Wissenschaftsgemeinschaft und die Industrie zu gewährleisten. Eine der grossen Herausforderungen besteht darin, die Infrastrukturen nachzurüsten, ohne dass die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Forschungsarbeiten unterbrechen müssen. Am PSI wurden 2019 gleich mehrere Grossforschungsanlagen umfangreich ausgebaut. Zwei Experimentierstationen auf der ARAMIS-Strahllinie des Freie-Elektronen-Röntgenlasers (SwissFEL) haben ihren regulären Nutzerbetrieb aufgenommen, während der Aufbau einer dritten Station in Vorbereitung ist. Zudem wurde der Bau der zweiten Strahllinie ATHOS mit der Erreichung des Meilensteins des ersten kohärenten Lichts (First Lasing) im Dezember 2019 erfolgreich gemäss Zeitplan fortgesetzt. Die Neutronenleiter der Spallationsneutronenquelle (SINQ) wurden ebenfalls aufgerüstet. Der reguläre Betrieb wird 2020 wieder

aufgenommen und wird es den Forschenden ermöglichen, neuartige, noch präzisere Messungen vorzunehmen. Insgesamt lag die Zahl von rund 2500 Nutzerinnen und Nutzern der Grossforschungsanlagen des PSI 2019 etwa auf dem Niveau der Vorjahre, obwohl die SINQ aufgrund des «Upgrade-Programms» nicht in Betrieb war. Etwa 40 % der Messzeit wurde durch Schweizer Gruppen genutzt, von denen der überwiegende Anteil aus dem ETH-Bereich stammte. Die Grossforschungsanlagen sind je nach Experimentierstation um einen Faktor 1,5 bis 8 überbucht. Die Nutzung durch die Industrie liegt an der Synchrotronlichtquelle Schweiz (SLS) auf einem weiterhin hohen Niveau von rund 13%. Auch 2019 wurden rund 800 Publikationen veröffentlicht, die aus dem Zugang zu diesen Infrastrukturen resultieren.

Im Forschungs- und Innovationsgebäude NEST der Empa und der Eawag wurde im Berichtsjahr die Unit DFAB HOUSE der ETH Zürich, das weltweit erste bewohnte Bauwerk, das nicht nur digital geplant, sondern auch weitgehend digital gebaut wurde, eingeweiht (s. S. 14). Die 2018 eröffnete Unit UMAR (Urban Mining & Recycling), in welcher der Kreislaufgedanke im Bausektor eine zentrale Rolle spielt, wurde am internationalen Wettbewerb «beyond bauhaus – prototyping the future» als eines der 20 vielversprechendsten Projekte ausgezeichnet. Zudem hat das NEST seinerseits den Building-Award 2019 der Stiftung bilding in der Kategorie «Forschung und Entwicklung» erhalten. Eine weitere wichtige Forschungsinfrastruktur der Empa ist die Demonstrationsplattform move für nachhaltige Mobilität, die eine CO₂-freie Mobilität dank erneuerbaren Treibstoffen wie Wasserstoff zum Ziel hat. 2019 wurde move weiter ausgebaut und legte den Fokus insbesondere auf die sogenannten Power-to-X-Verfahren. Dabei wird der überschüssige Strom aus erneuerbaren Energien genutzt, um durch elektrochemische Umwandlung flüs-

sige oder gasförmige Energieträger wie Wasserstoff oder Methan zu erzeugen, die sich über längere Zeit zwischenspeichern lassen (s. auch S. 25). Im Rahmen eines von fünf Kompetenzzentren durchgeführten Projekts im Bereich der Energieforschung haben Forschende aus sieben Schweizer Institutionen, darunter die ETH Zürich und die Empa, unter der Federführung des PSI ein Weissbuch zum Thema «Power-to-X» zuhanden der Eidgenössischen Energieforschungskommission (CORE) erstellt.

Erwähnt sei schliesslich die 100 m² grosse Versuchsplattform «LÉXPLORE», die seit Februar 2019 auf dem Genfersee schwimmt. Das Gemeinschaftsprojekt der Eawag, der EPFL sowie der Universitäten Genf und Lausanne soll zu einem besseren Verständnis der ökologischen Prozesse des Sees und der Interaktion zwischen Wasser und Atmosphäre beitragen. Die Plattform wird für alle interessierten in- und ausländischen 99werden allen in Echtzeit online zur Verfügung stehen.

Schweizer Roadmap für Forschungsinfrastrukturen: Umsetzung der strategischen Projekte

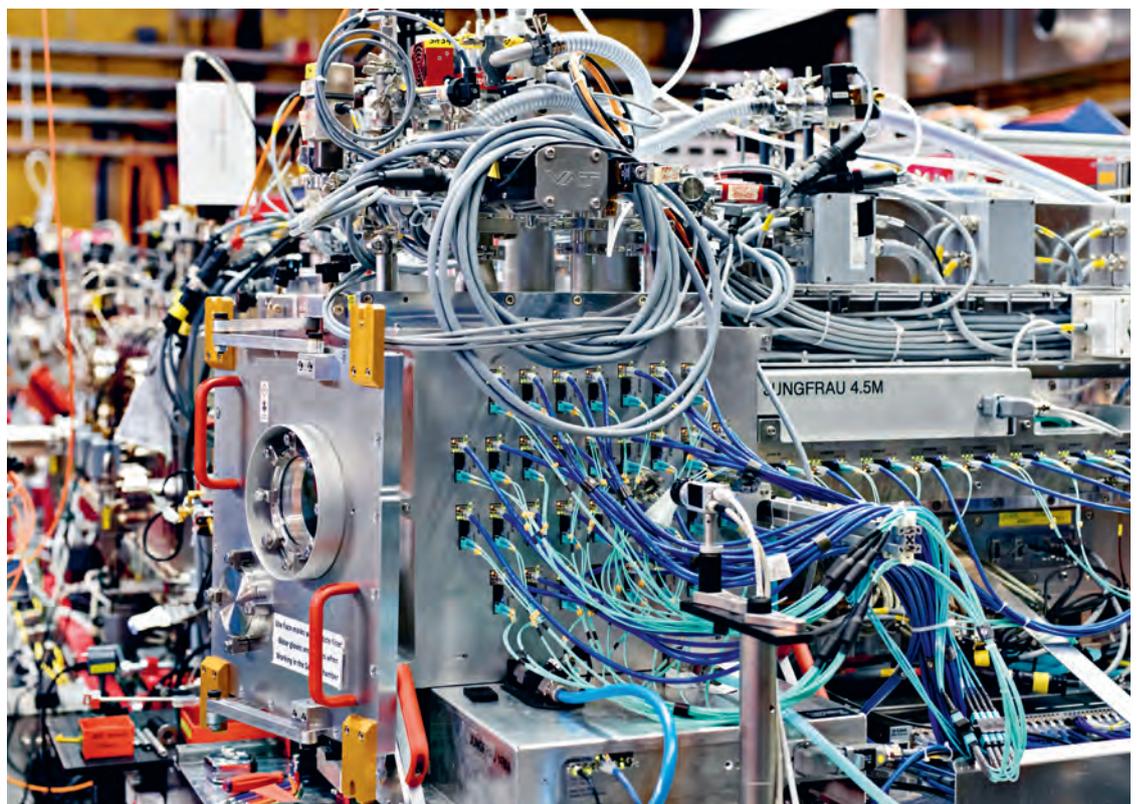
Die Schweizer Roadmap für Forschungsinfrastrukturen ist das Planungsinstrument des Bundes für die Investitionen in Forschungsinfrastrukturen von nationaler Bedeutung und in internationale Infrastrukturen mit Schweizer Beteiligung. 2019 wurde die Implementierung der Roadmap der BFI-Periode 2017–2020 erfolgreich fortgesetzt.

Das Sustained Scientific User Lab for Simulation-based Science am CSCS (Nationales Hochleistungsrechenzentrum) der ETH Zürich ist eine wichtige Infrastruktur für die Schweizer Forschenden, die ihnen den Zugang zu äusserst leistungsfähigen Computersystemen für das Hochleistungsrechnen ermöglicht. Dieses User Lab ist voll ausgelastet. Die Bewerbungen um Rechenzeiten übersteigen die verfügbaren Kapazitäten um das Zwei- bis Dreifache. Die Anzahl der Nutzerinnen und Nutzer sowie die Anzahl der Projekte haben zwischen 2017 und 2019 um 53 bzw. 16 % zugenommen auf 1858 Nutzerinnen und Nutzer in 135 Projekten 2019. Die intensive Zusammenarbeit des CSCS mit dem Swiss Institute of Particle Physics (CHIPP) ermöglicht seit 2019, dass der Supercomputer Piz Daint neben seinem täglichen Einsatz in der Forschung auch die Analyse eines Teils der Daten übernimmt, die die Experimente am Large Hadron Collider (LHC) des CERN generieren.

Das Upgrade der Detektorkomponenten des CMS-Experiments (Compact Muon Solenoid) am LHC des CERN unter der Federführung der ETH Zürich und des PSI wurde fortgesetzt. 2019 wurden erstmals Resultate veröffentlicht, die auf dem gesamten bisher aufgezeichneten Datensatz basieren. Forschende der ETH Zürich und des PSI haben dazu führende Beiträge geliefert.

Das Blue Brain Project (BBP) hat die digitale Rekonstruktion und Simulation des Gehirns von Nagetieren und schliesslich desjenigen des Menschen zum Ziel.

Ein scheinbar kleiner Teil der SwissFEL-Anlage, doch mit hochpräziser Messensorik: Die «Jungfrau» ist ein neuartiger, zweidimensionaler Pixel-detektor für Hochleistungs-Photonenforschung (s. auch S. 23 f.).



Die wissenschaftliche Auswertung des BBP, die im letzten Quartal 2018 erfolgte, zeigte die Bedeutung der Pionieridee dieses Projekts. Insbesondere die Anwendung der Big-Data- und Open-Science-Konzepte wurde gelobt. Das Projekt hat der internationalen Gemeinschaft die Plattform «Channelpedia», eine offene Datenbank zur detaillierten Funktionsweise der Neuronen, zur Verfügung gestellt. Zudem beteiligt sich das BBP künftig an der Initiative NeuroTech+, die Forschende aus den Bereichen Neurowissenschaften, Neurotechnologie und Neurocomputation versammelt, um eine Konvergenz zwischen den Themen «technologiegetriebene Neurowissenschaft» und «Neurotechnologie für Medizin und Gesellschaft» zu gewährleisten.

2019 wurde zudem die aktualisierte Schweizer Roadmap für Forschungsinfrastrukturen im Hinblick auf die BFI-Botschaft 2021–2024 publiziert. Darin aufgenommen wurden drei neue Infrastrukturen: umfassende Upgrades der Infrastruktur der HPCN-Strategie (High Performance Computing and Networking Strategy) des CSCS (HPCN-24) und der SLS 2.0 am PSI sowie die neue Infrastruktur Catalysis Hub.

Die HPCN-24-Strategie wird es dem CSCS ermöglichen, dank der neusten leistungsstarken und energieeffizienten Technologien der zunehmenden Nachfrage nach Rechenleistung nachzukommen. Dafür wurde der Erwerb einer neuen Computeranlage in Gang gesetzt. Dieses System wird sehr viel leistungsstärker sein als der aktuelle Supercomputer Piz Daint. Am PSI verläuft die Konzeptionsphase der SLS 2.0 wie geplant. Das Upgrade der SLS wird zu einer signifikant höheren Intensität der Synchrotronstrahlung führen, die den bildgebenden Techniken und der Untersuchung von sehr kleinen Proben zugutekommen wird. Während der Upgrade-Vorbereitungsphase steht die SLS den in- und ausländischen Forschenden weiterhin zur Verfügung. Mit dem Catalysis Hub entsteht eine neue Forschungsinfrastruktur der beiden ETH, die der Erforschung der Katalysatortechnologien für die Herstellung neuer Rohstoffe aus erneuerbaren Energien (Wasserkraft, Solarenergie und Windenergie) als Ersatz für erdölbasierte Ausgangsstoffe dienen soll. In diesem Zusammenhang verstärken die ETH Zürich und die EPFL ihre Aktivitäten im Bereich Katalyse, insbesondere über den neuen Nationalen Forschungsschwerpunkt «Suchcat». Die Empa bringt am Catalysis Hub ihre ausgewiesene Kompetenz in Röntgenphotoelektronenspektroskopie ein und fokussiert sich insbesondere auf die Integration der neuen Geräte des künftigen Zentrums.

Beteiligung an internationalen Forschungsinfrastrukturen

Die Institutionen des ETH-Bereichs wirken auch auf europäischer und internationaler Ebene an grossen Forschungsinfrastrukturen und wichtigen Projekten mit. 2019 unterzeichnete das SBFI die Beitrittserklärung zur Initiative EuroHPC (European High-Performance Computing). Ziel ist, eine gesamteuropäische Supercomputing-Infrastruktur aufzubauen und Forschungs- und Innovationsaktivitäten zu unterstützen. Das CSCS der ETH Zürich wird die Schweiz zusammen mit neun anderen Ländern im finnischen LUMI-Konsortium (Large Unified Modern Infrastructure) vertreten, das einen der drei Pre-Exascale-Supercomputer der Initiative EuroHPC beherbergen wird.

Unter der Leitung des PSI hat die CHART-Zusammenarbeit (Swiss Center for Accelerator Research and Technology) die Förderung des Projekts des Future Circular Collider des CERN zum Ziel. Das Projekt soll die Konkurrenzfähigkeit des Forschungs- und Industriestandorts Schweiz im Bereich der Teilchenbeschleuniger und deren Anwendungen stärken. Diese Zusammenarbeit vereint drei Institutionen des ETH-Bereichs: das PSI, die ETH Zürich und die EPFL. Die erste Phase dieses Projekts wurde 2018 abgeschlossen. Die zweite Phase konnte mit finanzieller Unterstützung des SBFI, des ETH-Rats und weiterer Partnerinstitutionen in Angriff genommen werden.

Die beiden ETH gehören zur Schweizer Wissenschaftsgemeinschaft, die ihr Interesse am SKA-Projekt (Square Kilometer Array) bekundet hat. Es handelt sich dabei um ein neues internationales Radioteleskopnetz, das in Südafrika und Australien gebaut wird, um den Ursprung des Universums zu erforschen. Dieses Grossprojekt gehört zu den Infrastrukturen der Roadmap 2019 der BFI-Periode 2021–2024. Fachleute der EPFL werden sich an der Verarbeitung der von den Beobachtungen generierten grossen Datenmengen beteiligen.

Und schliesslich beteiligen sich die ETH Zürich, die WSL und die Empa am europäischen ICOS-Netzwerk (Integrated Carbon Observation System), das mittels eines Netzwerks von Messstationen mit rigorosen Qualitätsanforderungen Daten zum besseren Verständnis des globalen Kohlenstoffkreislaufs und dessen Beeinflussung durch menschliche Aktivitäten liefern soll. Die Ökosystem-Messstation in Davos erhielt die höchste Zertifizierung und gilt nun als offizieller Standort des Netzwerks. 2019 publizierte das ICOS detaillierte Daten zu den Treibhausgasen in der Atmosphäre, und zwar insbesondere dank Messungen in der Forschungsstation auf dem Jungfrauoch, an der unter anderem die Empa beteiligt ist.

Strategisches Ziel

WISSENS- UND TECHNOLOGIE- TRANSFER

Die Institutionen des ETH-Bereichs tragen massgeblich zur Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz bei. Die Kennzahlen 2019 weisen eine rekordhohe Anzahl von Spin-off-Gründungen aus. Auch die auf aktuelle Bedürfnisse von Wirtschaft und Gesellschaft ausgerichteten Netzwerkveranstaltungen und der Ausbau der Weiterbildungsangebote förderten den Wissens- und Technologietransfer (WTT).

Stärkung der Innovationskraft und der Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz

Im Berichtsjahr weist der ETH-Bereich 224 Patente und 324 Lizenzen sowie 329 Erfindungs- und 40 Softwaremeldungen aus. 59 Spin-offs wurden neu gegründet und tragen unmittelbar zur Umsetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in marktfähige Produkte bei (s. S. 91). Um diesen Transfer erfolgreich zu gestalten und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz zu stärken, stehen die Institutionen in einem intensiven Austausch sowohl mit Schweizer KMU als auch mit Grossunternehmen. Neben der zweiten Durchführung ihres Innovationsforums «FORWARD» für KMU hat die EPFL 2019 erstmals einen «Investor Day» organisiert. 75 Spin-offs konnten sich einem Publikum von interessierten Investoren präsentieren. Als Pilotprojekt lancierte die EPFL Valais Wallis zudem einen viertätigen Innovations-Aufenthalt im Silicon Valley speziell für KMU aus dem Kanton Wallis. An der ETH Zürich erläuterten am «Industry Day» 2019 im Beisein der Staatssekretärin für Bildung, Forschung und Innovation mehr als 80 Forschungsgruppen und Spin-offs ihre Erkenntnisse und Angebote. Um ihren

Forschenden bestmögliche WTT-Dienstleistungen anzubieten, vernetzen sich die Institutionen des ETH-Bereichs sowohl national über die swITT (Swiss Technology Transfer Association) als auch international. Letzteres beispielsweise über den «European Technology Transfer Offices Circle», in dem das PSI seit Sommer 2019 mit dem Leiter seiner Technologietransferstelle vertreten ist und so einen erweiterten Erfahrungsaustausch sicherstellen kann. Die erfolgreiche Arbeit der Technologietransferstellen wird im Berichtsjahr durch den «Global University Venturing Award» illustriert, den mit der ETH Zürich erstmals eine Institution ausserhalb des angelsächsischen Raums erhielt. Die Auszeichnung würdigt insbesondere den effizienten Technologietransfer über Spin-offs.

Aus den engen Kontakten zur Industrie, aber auch zur öffentlichen Hand, entstand 2019 wieder eine Vielzahl von gemeinsamen Projekten. Insgesamt schlossen die Institutionen des ETH-Bereichs 570 Zusammenarbeitsverträge mit einem Volumen von je über 50 000 CHF mit der Privatwirtschaft und 278 mit der öffentlichen Hand ab (s. Abb. 15, S. 92). Konkret startete im Berichtsjahr beispielsweise die Empa eine Kooperation mit dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) und einem Konsortium von Wirtschaftspartnern, um die Sensorik für selbstfahrende Fahrzeuge zu verbessern. Am PSI wurde in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Dassault Aviation die Qualitätsprüfung von Bauteilen der Trägerraketen der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) durchgeführt, was zum erfolgreichen Start der Ariane-5-Rakete Mitte Jahr beitrug. Und die ETH Zürich feierte im Oktober die Einweihung des «Mixed Reality & Artificial Intelligence Laboratory» des Grossunternehmens Microsoft. Eine Kooperation mit zwölf multinationalen Unternehmen u. a. zum Thema «Sustainable Plastics & Materials» lancierte Tech4Impact, die Plattform der EPFL für sozialen Impact und Nachhaltigkeit.

Bei der Zusammenarbeit mit der öffentlichen Hand stehen konkrete Herausforderungen und Aufgaben auf Bundes-, Kantons- oder Gemeindeebene im Fokus. Die Eawag begleitete im Berichtsjahr ein Projekt, das die Abwasserreinigung energiesparender ausgestalten und eine platzsparende Kapazitätserhöhung von Kläranlagen ermöglichen soll. Die WSL untersucht in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) seit mehreren Jahren im Rahmen der «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz» Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung und publizierte hierzu 2019 einen ersten umfassenden Bericht. Gezielt betreiben die Institutionen des ETH-Bereichs auch internationalen WTT und unterstützen dabei die aussenpolitischen humanitären Ziele des Bundes. So führte beispielsweise im Januar ein SLF-Experte in Kasachstan einen Lawinenschutzkurs für Sicherheitsverantwortliche durch, dank dem sich 32 Personen im Naturgefahren-Management weiterbilden konnten.

Schliesslich spielen Innovationsnetzwerke und -plattformen, an denen sich die Institutionen des ETH-Bereichs als Kompetenzträger beteiligen, eine wichtige Rolle, damit die Chancen zur Umsetzung von Forschungsergebnissen in verschiedenen Fachbereichen optimal und rasch genutzt werden können. Dem Thema «innovative Holztechnologien zur Dekarbonisierung der Gesellschaft» widmet sich das Netzwerk S-WIN, dessen Strategie 2019 neu ausgerichtet wurde. Am Netzwerk, das den Beitrag der Holznutzung zur Erreichung der CO₂-Reduktionsziele in den Mittelpunkt stellt, beteiligen sich neben WSL, Empa, PSI, EPFL und ETH Zürich auch Fachhochschulen und Vertreter der Holzindustrie. Die wichtigsten Akteure zum Thema Phosphor-Kreislauf trafen sich im Sommer an einem Expertenworkshop, den die Eawag gemeinsam mit den beiden ETH initiiert hatte. Die Schweiz könnte mit einer funktionierenden Phosphor-Kreislaufwirtschaft eine Vorreiterrolle in der regionalen Wiederverwertung dieses unverzichtbaren Nährstoffs einnehmen.

Nationales Netzwerk von Technologie- transferzentren in «Advanced Manufacturing»

Eine Schlüsselfunktion übernimmt der ETH-Bereich beim Aufbau des Verbunds von Technologietransferzentren im Bereich «Advanced Manufacturing», das Teil des «Aktionsplans Digitalisierung» des Bundes ist (s. auch Ziel 2, S. 51 ff.). Anfangs 2019 wurde an der Empa der Dachverband dieser Zentren durch 22 führende Schweizer Organisationen aus Wissenschaft und Industrie gegründet. In einem ersten Schritt wurden zwei Technologietransferzentren ausgewählt, die bereits den Betrieb aufgenommen haben. Es sind dies das von der Empa und weiteren Partnern initiierte «Swiss m4m Center» für den Transfer von Fertigungstechnologien in die medizintechnische Industrie sowie ANAXAM, das der Industrie basierend auf den Kompetenzen der PSI-Experten und unter Nutzung der Grossforschungsanlagen des PSI Dienstleis-

tungen auf dem Gebiet der Analyse von Materialien mittels Neutronen- und Röntgenstrahlung anbietet.

Weiterbildung

Mit ihrem Weiterbildungsangebot tragen die Institutionen des ETH-Bereichs massgeblich zum Transfer von Erkenntnissen und Kompetenzen in die Gesellschaft und die Wirtschaft bei. Die Forschungsanstalten bieten Kurse in ihren Spezialgebieten an. So wurden 2019 beispielsweise von der Eawag und vom Oekotoxzentrum acht Kurse für die Praxis zu Wasser- und Gewässerthemen oder Ökotoxikologie durchgeführt. Das Kursprogramm des PSI-Bildungszentrums, das 2019 die Qualitätszertifizierung nach ISO 29990 erlangte, richtet sich an das Personal von Kernkraftwerken und an Personen, die z. B. in der Medizin oder Industrie Umgang mit ionisierender Strahlung haben. 2019 profitierten ca. 3300 Personen von diesen Angeboten. Ergänzend dazu organisiert die PSI-Akademie Weiterbildungen mit Fokus auf überfachliche Kompetenzen und Führungsausbildung. Die WSL leitete 2019 beispielsweise im Auftrag des BAFU den neuen «Praxiskurs Gefahrenbeurteilung gravitative Naturgefahren», der knapp 60 Teilnehmenden Fachkenntnisse zur Beurteilung von Gefahren wie Rutschungen oder Lawinen vermittelte. Bauingenieure und Architekten erreichte die Empa im Berichtsjahr mit ihrem Seminar «Urban Mining», in dem Lösungen zur Wiederverwertung von Materialien in der Baubranche aufgezeigt wurden.

Über eine sehr grosse Zahl an Weiterbildungsangeboten verfügen die beiden ETH. Die «School for Continuing Education», die die Weiterbildungsstudiengänge der ETH Zürich koordiniert, wurde 2019 weiter ausgebaut. Neben sechs neuen CAS startete auch der MAS ETH in Applied Technology erfolgreich. Das Angebot bietet Personen im Management von Technologiefirmen die Möglichkeit, sich im Ingenieurwesen weiterzubilden. Die EPFL bietet zusammen mit der Universität Lausanne mittlerweile über 200 Weiterbildungen an. Daneben verzeichnet die erst kürzlich lancierte «Extension School» mit Angeboten im Bereich der digitalen Technologien bereits über 1000 Teilnehmende zwischen 15 und 74 Jahren. Aktuell wird in einem Pilotversuch ein umfassender Ausbau der Online-Kurse speziell für Unternehmen getestet.

Günstige Voraussetzungen für WTT & Unternehmertum

Um den Unternehmergeist ihrer Studierenden und Forschenden zu fördern, vergeben die Institutionen gezielt Stipendien und Fellowships oder betreiben, wie etwa die Empa, eigene «Business Inkubatoren». Ein Indikator für den Erfolg dieser Instrumente sind die Unternehmensgründungen der ausgezeichneten Forschenden. So haben beispielsweise die 88 «Pioneer Fellows» der ETH Zürich in den vergangenen zehn Jahren 54 Spin-offs gegründet. Einen wichtigen Beitrag dazu leistete das «Innovation & Entrepreneurship Lab», welches u. a. Arbeitsplätze, Coaching und Ver-

netzung anbietet. Das ielab wurde 2019 von mehr als 40 nationalen und internationalen Delegationen besucht. Auch aus den am PSI seit drei Jahren vergebenen «Founder Fellowships» sind bereits erste Spin-offs entstanden, darunter die Araris Biotech AG, die in einer ersten Finanzierungsrunde bereits 2,5 Mio. CHF erhalten hat. Eine Reihe von Workshops zu Themen wie Marktanalyse oder Strategieentwicklung, die Interessierte auf den Prozess eines «Founder Fellowship»-Antrags vorbereiten, steht allen Forschenden am PSI offen.

Gewisse Förderprogramme der Institutionen dienen der Entwicklung von innovativen Produkten oder Dienstleistungen in spezifischen Themengebieten. Neu werden an der EPFL neben den bewährten «Inno-grants» und «Xgrants» auch «Ygrants» vergeben. Damit sollen Bachelor- und Masterstudierende ange-regt werden, ein Unternehmen zu gründen, das eine besonders positive Auswirkung auf Umwelt und Gesellschaft hat. Thematisch fokussiert ist schliesslich auch die Förderung durch das «ESA Business Incubation Centre Switzerland», das sich zum Vorzeigeinkubator der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) in Europa entwickelt hat. Unter Federführung der ETH Zürich und u. a. mit EPFL, Empa und PSI konnten 2019 erneut elf Start-ups mit Bezug zu Raumfahrttechno-logien unterstützt werden. Ein besonderer Erfolg ist der Zuschlag der ESA für eine Mission zur Entfernung von Weltraummüll, den ein gefördertes Start-up erhielt. Die Expertenrolle des ETH-Bereichs in der Raumfahrt wird auch durch das Koordinationsmandat zu «Research in Sustainable Space Logistics» des Swiss Space Office des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) an die EPFL weiter gestärkt.

Starke Beteiligung an «Switzerland Innovation»

Das Generationenprojekt des Schweizerischen Inno-vationsparks hat im Jahr 2019 diverse Erfolge und Fortschritte vorzuweisen. Im November erfolgte der Spatenstich für den Ausbau des PARK INNOVAARE, der sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum PSI befindet. Die Forschungsanstalt hat die Suche nach Investoren und passenden Firmen tatkräftig unterstützt. Bereits 14 Unternehmen haben sich im PARK INNOVAARE ange-siedelt und profitieren vom Know-how des PSI. Der EPFL ist es gelungen, für die letzten verbleibenden Quadratmeter des EPFL Innovation Park Lausanne eine Handvoll weiterer Unternehmen zu gewinnen. In Ko-ordination mit der Stiftung und den unterschiedlichen Standorten von «Switzerland Innovation» wurde erst-mals ein Treffen aller zehn Standortverantwortlichen in Bern organisiert, an dem auch die sechs Standorte des Westschweizer Park-Netzwerks vertreten waren. Im Innovationspark Zürich ist die ETH Zürich mit dem Thema «Robotics & Mobility» momentan der enga-gierteste Akteur. Aktuell erarbeitet die Hochschule Konzepte für neue Formen der Zusammenarbeit zwi-schen Forschenden, Start-ups und Industrie. Auch die Empa beteiligt sich am Innovationspark Zürich und unterstützt zudem den Innovationspark Ost in St. Gal-len bei seiner Bewerbung um die Akkreditierung als Teil von «Switzerland Innovation».

Erfolgreiche Spin-offs und Start-ups aus dem ETH-Bereich:

Planted: Die pflanzliche Alternative ist von echtem Pouletfleisch kaum zu unterscheiden, auch geschmacklich. Seit Mitte Januar ist das Erbsen-Poulet im Detailhandel erhältlich. planted.ch

Typischerweise sortiert die Recyclingindustrie nach Farben. Dank *DePoly* müssen Kunststoffe nicht mehr farblich getrennt werden, denn ein neuartiges Verfahren depolymerisiert sie wieder zu den wichtigsten Chemikalien der PET-Kunststoffe.

› Markus Mallaun / ETH-Rat



Strategisches Ziel

NATIONALE ZUSAMMENARBEIT UND KOORDINATION

Eine Vielzahl von Projekten und institutionellen Kooperationen zeugt auch 2019 von der intensiven Zusammenarbeit der Institutionen des ETH-Bereichs untereinander und mit diversen nationalen Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Speziell engagierte sich der ETH-Bereich im Rahmen der Projekte von gesamtschweizerischer Bedeutung für die Mitgestaltung des Hochschulraums Schweiz.

Zusammenarbeit innerhalb und ausserhalb des ETH-Bereichs

Die enge Zusammenarbeit der Institutionen des ETH-Bereichs schafft durch die Nutzung von Komplementaritäten einen Mehrwert für alle Beteiligten. Besonders intensiv ist die Kooperation der sechs Institutionen in den Strategischen Fokusbereichen, im Rahmen der gemeinsam genutzten und betriebenen Forschungsinfrastrukturen oder bei der gemeinsamen Beteiligung an Ausschreibungen beispielsweise für neue Nationale Forschungsschwerpunkte. Ein enger Austausch zwischen den beiden ETH und den Forschungsanstalten besteht zudem durch die Beteiligung der Forschungsanstalten an der Lehre sowie durch die gemeinsame Finanzierung von Professuren. Auch unter den Forschungsanstalten werden thematische und institutionelle Synergien genutzt. So verbinden seit Sommer 2019 die Eawag und die WSL Bereiche der Aquatischen und Terrestrischen Ökologie durch eine gemeinsam finanzierte Forschungsgruppe. Die Bündelung von Kompetenzen steht auch beim «Forschungszentrum Klimawandel und Extreme» (Arbeitstitel) im Fokus, das die WSL an ihrem Standort in

Davos aktuell gemeinsam mit der ETH Zürich plant. Das Forschungszentrum wird vom Kanton Graubünden im Rahmen seiner Innovationsstrategie gefördert. Weitere Formen der Zusammenarbeit umfassen beispielsweise das 2019 erfolgreich gestartete Joint-Master-Programm Cyber Security der EPFL und der ETH Zürich (s. auch Ziel 1, S. 48 ff. sowie S. 22) oder die verstärkte Kooperation zwischen den Technologietransferstellen der ETH Zürich und des PSI. So können jetzt erstmals die «PSI Founder Fellows» auch Ausbildungsangebote der ETH Zürich im Bereich Entrepreneurship nutzen. Die Empa und die Eawag betreiben ihrerseits eine gemeinsame Technologietransferstelle.

Neben der bereichsinternen Zusammenarbeit befinden sich die sechs Institutionen auch in vielfältigem Austausch mit weiteren Schweizer Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Eine grosse Zahl von individuellen Projekten mit verschiedenen Partnern wird direkt durch die Forschenden initiiert. Auf institutioneller Ebene bewährt hat sich beispielsweise die enge Zusammenarbeit der EPFL mit der Universität Lausanne in Natur- und Geisteswissenschaften. Aktuell plant die EPFL am Standort Valais Wallis auch den Aufbau einer Chemielaborinfrastruktur in den Gebäuden der Fachhochschule Wallis. Erfolgreiche Kooperationen umfassen oftmals auch mehrere Partner. Die ETH Zürich arbeitet beispielsweise im Bereich Agrarwissenschaft und Veterinärmedizin seit längerem intensiv mit der Universität Zürich und dem kantonalen Zentrum Strickhof zusammen. «AgroVet Strickhof» wird aktuell von fünf Professuren und vier Studiengängen der beiden Hochschulen genutzt. Noch zahlreicher sind die involvierten Akteure beim Schweizerischen Gletschermessnetz GLAMOS, dessen Leitung 2019 von der ETH Zürich an die WSL wechselte. Zu Betreibern und Finanzgebern gehören neben der ETH Zürich und den beiden Universitäten Freiburg und Zürich das BAFU, MeteoSchweiz und die Akademie der Naturwissenschaften.

Auf dem Walliser Campus der EPFL befinden sich bereits zehn Labors, in denen 226 Forschende und Mitarbeitenden forschen und arbeiten. Nun plant die EPFL den Aufbau einer Chemielaborinfrastruktur mit der Fachhochschule Wallis.

> EPFL



Strategische Allianzen

Im Rahmen der strategischen Forschungsallianzen arbeiten die Institutionen des ETH-Bereichs schliesslich auch mit vom Bund geförderten Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung zusammen, die in Spezialbereichen tätig sind. Mehrere Forschungsgruppen der ETH Zürich sind beispielsweise am Kompetenzzentrum für den Technologietransfer zur Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie inspire AG tätig. Die EPFL pflegt einen engen Austausch sowohl mit dem Schweizer Zentrum für Elektronik und Mikrotechnik CSEM in Neuenburg als auch mit dem Forschungsinstitut Idiap, das sich auf Informationstechnologie und künstliche Intelligenz spezialisiert hat. Die gemeinsame Professur von EPFL und CSEM kann wichtige Erfolge in der Photovoltaik-Forschung vorweisen. Für eine Kristallinzelle auf grosser Oberfläche wurde kürzlich ein rekordhoher Wirkungsgrad von 25 % erreicht. Neben Forschung und WTT zeigt sich die gute Zusammenarbeit auch in der Lehre. Aktuell unterrichten Mitarbeitende des Idiap beispielsweise drei Kurse auf Bachelor- und Masterebene und sechs Kurse an der EPFL-Doktoratsschule. Eine weitere strategische Allianz gibt es zwischen der EPFL und dem Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut Swiss TPH in Basel. Forschende von EPFL, Swiss TPH und der Universität Basel starteten im Berichtsjahr ein vierjähriges Projekt, das aus historischer, finanzwirtschaftlicher und stadtplanerischer Perspektive das Thema «African Contributions to Global Health» beleuchtet.

Umsetzung HFKG-Hochschulraum Schweiz

Als Mitglieder von swissuniversities beteiligen sich die beiden ETH an den laufenden Arbeiten zur weiteren Koordination und Aufgabenteilung innerhalb der Schweizer Hochschullandschaft. Ein wichtiger Beitrag des ETH-Bereichs zur Mitgestaltung des Hochschulraums sind seine kostenintensiven Forschungsinfra-

strukturen von gesamtschweizerischer Bedeutung (s. auch Ziel 3, S. 54 ff.). Intensiv partizipieren die Institutionen des ETH-Bereichs auch an den Zusammenarbeitsprojekten, die der Bund mit projektbezogenen Beiträgen fördert. Die Themenschwerpunkte sind dabei äusserst vielfältig. Im Bereich Chancengleichheit und Hochschulentwicklung leitet das PSI das Projekt «Connecting Women's Careers in Academia and Industry», an dem sich auch alle anderen Institutionen des ETH-Bereichs sowie die Universität Zürich beteiligen. Die erste Projektrunde startete im Herbst mit 35 Teilnehmerinnen unter Mitwirkung vom ABB-Forschungszentrum und von Roche. Im Bereich Digital Skills werden mehrere Projekte der beiden ETH unterstützt. Eines davon fokussiert auf Hochschullehrende und wird als Kooperation der ETH Zürich mit der Pädagogischen Hochschule Zürich und der Zürcher Hochschule der Künste durchgeführt. Auch im Bereich Wissenschaftliche Information sind die Hochschulen und Forschungsanstalten des ETH-Bereichs sehr präsent. Projektgebundene Beiträge gehen beispielsweise an SELVEDAS (Services for Large Volume Experiment-Data Analysis), ein gemeinsames Projekt des CSCS der ETH Zürich und des PSI. Fortschritte gibt es im Berichtsjahr auch bei Projekten zu vermelden, die schon einen längeren Vorlauf haben. Der von der EPFL aufgebaute «Swiss MOOC Service» hat verschiedenen Schweizer Universitäten erlaubt, eigene MOOCs zu produzieren. Die EPFL gibt ihre langjährige Erfahrung darin mittels verschiedener Serviceabkommen weiter. Im April fiel an der ETH Zürich der Startschuss für «ETH goes SLSP». Mit diesem Projekt will die ETH-Bibliothek eine Vorbildrolle übernehmen und den durch die «Swiss Library Service Platform» zu erwartenden Wandel im Bibliothekswesen optimal steuern.

Aktivitäten im Bereich Medizin und Medizintechnik

Eine besondere Verantwortung trägt der ETH-Bereich bei der Weiterentwicklung des Gesundheitssystems der Schweiz. Im Rahmen des Strategischen Fokusbereichs «Personalized Health and Related Technologies» (SFA PHRT) des ETH-Bereichs soll die Zusammenarbeit zwischen Spitälern, Universitäten und den Institutionen des ETH-Bereichs im Gebiet der stark datenbasierten Personalisierten Medizin gestärkt werden. Im Mai fand am PSI der erste PhD- und Postdoc-Tag des SFA PHRT statt, der 25 angehende Spezialisten zusammenbrachte. Bereits im vergangenen Jahr wurden die zwei Technologieplattformen für Genomik und Proteomik lanciert. Im Rahmen eines Pionierprojekts haben nun Forschungsgruppen der ETH Zürich Daten von 230 Patientenproben in drei Dimensionen (Genom, Transkriptom, Proteom sequenziert und analysiert. Im August wurde zudem eine weitere Technologieplattform an der ETH Zürich bewilligt, die sich dem gesamten Stoffwechsel in Zellen und Geweben (Metabolomik) widmen wird. Inhaltlich arbeiteten 2019 im Rahmen des SFA PHRT u. a. Wissenschaftler der Empa intensiv mit dem ARTORG Center for Biomedical Engineering Research der Universität Bern zusammen. Mit dem Projekt, das sich Mikrostrukturen in Knochen widmet, sollen neuste Erkenntnisse in Materialcharakterisierung im Mikrobereich in die klinische Praxis übertragen werden.

Zusätzlich zum Strategischen Fokusbereich PHRT stehen die Institutionen des ETH-Bereichs auch über zahlreiche weitere Initiativen in engem Austausch mit verschiedensten Akteuren im Medizinbereich. Im Berichtsjahr startete «Zurich Heart» in die zweite Phase. Zahlreiche Publikationen und Patente aus der ersten Phase sind mittlerweile veröffentlicht und wurden sehr positiv aufgenommen. Über mehrere Forschungsgruppen ist neben der ETH Zürich auch die Empa an diesem Grossprojekt der Hochschulmedizin Zürich beteiligt und trägt zu einer neuen Generation von Herzpumpen bei. Den Fokus auf die Medizininformatik legt das neue medizinische Forschungszentrum des Hochschulplatzes Zürich «The Loop Zurich». Die Protonentherapie stand – erstmals in der Schweiz – im Zentrum eines Symposiums, das das PSI im Sommer im Rahmen der Jahresversammlung der «Scientific Association of Swiss Radiation Oncology» organisiert hatte.

Im Bereich der Neurorehabilitation beteiligte sich die EPFL an der Gründung des «Defitech Center for Interventional Neurotherapies – NeuroRestore», das hauptsächlich am Waadtländer Universitätsspital angesiedelt ist. Gleich acht Patente zur minimal-invasiven Behandlung von Herzinsuffizienz konnte das «Center for Artificial Muscles» auf dem Campus Microcity der EPFL in Neuenburg anmelden. Finanziert von der Werner Siemens-Stiftung wird diese Forschung in Zusammenarbeit mit dem Inselspital Bern und dem Universitätsspital Zürich vorangetrieben. Schliesslich starteten 2019 auch zwei Forschungsprojekte von WSL und Eawag, die Umweltforschung und Medizin verbinden. Ausgehend von der Strömungsmechanik in der Natur wird der Blutfluss in Hauptschlagadern untersucht, um neue Technologien zur Reduktion von Thrombosen zu entwickeln.

Wichtig ist im medizinischen Bereich auch das Engagement der beiden ETH für die Ausbildung des Nachwuchses. Der seit 2017 von der ETH Zürich angebotene Bachelorstudiengang in Humanmedizin mit jährlich 100 Studienplätzen erfreut sich grosser Beliebtheit (s. auch Ziel 1, S. 48 ff.). An der EPFL wird über die «Passerelle» Studierenden der Übertritt aus dem Bachelor in Life Sciences Engineering an der EPFL in das Masterprogramm der Medizinischen Fakultäten der Universitäten Lausanne und Genf ermöglicht. Zur Vorbereitung ihrer Studierenden bietet die EPFL vier spezifische Zusatzkurse an. 2019 wurden sieben Personen in die «Passerelle» der Universität Lausanne und vier in die «Passerelle» der Universität Genf aufgenommen.

Strategisches Ziel

INTERNATIONALE POSITIONIERUNG UND ZUSAMMEN- ARBEIT

Auch 2019 konnte der ETH-Bereich die Stellung seiner Institutionen als Akteure von weltweiter Bedeutung weiter ausbauen und verstärken. Dies vor allem dank diverser internationaler Mobilitätsprogramme, eines dichten Allianznetzwerks und weltweiter Kooperationsinitiativen.

Attraktivität des ETH-Bereichs

Die internationalen Mobilitätsprogramme sind ein wesentlicher Bestandteil der Attraktivität des ETH-Bereichs für die besten ausländischen Forschenden, deren Rekrutierung massgeblich zur Qualität der Institutionen beiträgt. Insbesondere COFUND des europäischen Programms Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) ermöglicht es verschiedenen Institutionen, vielversprechende junge Forschende aus der ganzen Welt zu finanzieren. Das Programm kofinanziert beispielsweise das Programm ETH Fellows der ETH Zürich, das 2019 30 Stipendien vergab. COFUND kofinanziert auch das EuroTechPostdoc-Programm, dank dem die EPFL 20 Forschende aufnehmen konnte, sowie das Doktoratsprogramm EPFLinnovators, das im Berichtsjahr 16 neue Doktorierende aufnahm. Das PSI konnte im Rahmen des Programms PSI-Fellow-II-3i, das sich zurzeit in seinem zweiten Zyklus befindet, 30 Postdoktorierende anstellen. Ein neuer COFUND-Unterstützungsantrag des PSI wurde von der Europäischen Kommission bewilligt. An der WSL konnten 2019 vier Forschende von einem MSCA-Stipendium profitieren. Im gleichen Jahr wurden an der Empa im Rahmen des dritten Calls des Programms COFUND EMPAPOSTDOC-II die Bewerbungen von zehn weiteren Postdoktorierenden positiv evaluiert.

Zudem wurde ein Follow-up-COFUND-Projektantrag für 50 Postdoktorierende beim Programm Horizon 2020 eingereicht.

Es gibt noch weitere Mobilitätsprogramme wie das Programm Visiting Fellows der WSL, das noch nie so erfolgreich war wie 2019: Zwölf erfahrene Forschende aus internationalen Forschungsinstitutionen profitierten von dieser Finanzierung, um an der WSL zu arbeiten. Mit den Stipendien Doc.Mobility und Early Postdoc.Mobility des SNF können Doktorierende und Postdoktorierende von Schweizer Institutionen einen Teil ihrer Forschungsaktivitäten an ausländischen Forschungsanstalten durchführen.

Auch die Institutionen des ETH-Bereichs haben zahlreiche Massnahmen getroffen, um ihre Attraktivität für die besten ausländischen Studierenden zu erhöhen. So vergeben die beiden ETH Excellence-Stipendien an hervorragende in- und ausländische Masterstudierende. 2019 vergab die ETH Zürich 51 «Excellence Scholarship & Opportunity Program»-Stipendien und 35 «Master Scholarship Package»-Stipendien. Die EPFL gewährte 35 «Excellence Fellowship»-Stipendien für das Studienjahr 2019/2020. Anlässlich ihres 50-jährigen Jubiläums startete die EPFL auch die «50 Fifty Campaign», um unter anderem Mittel für mehr Excellence-Stipendien für internationale Talente auf Masterstufe zu beschaffen. Sämtliche Institutionen des ETH-Bereichs beteiligten sich an Summer oder Winter Schools in der Schweiz und im Ausland, die die Aus- und Weiterbildung von jungen Forschenden ermöglichen.

Und schliesslich organisierte die ETH Zürich in der Schweiz und im Ausland eine Reihe von Veranstaltungen im Rahmen von «ETH Meets You», an denen sich lokale Expertinnen und Experten und solche der ETH Zürich aus den Bereichen Wissenschaften, Wirtschaft

und Gesellschaft über aktuelle Themen austauschen und den Dialog mit dem internationalen Publikum pflegen konnten.

Internationale Zusammenarbeit

Die Teilnahme der Institutionen an verschiedenen Netzwerken und strategischen Allianzen sowie Partnerschaften mit der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft sind zentral für die Exzellenz des ETH-Bereichs.

Die ETH Zürich ist Mitglied mehrerer Allianzen, wie beispielsweise des UNITECH-Netzwerks. Dieses Netzwerk ist ein Zusammenschluss von neun technischen Hochschulen in Europa und internationalen Firmen, das ein Programm für Studierende der Ingenieurwissenschaften betreibt. Die UNITECH-Generalversammlung fand 2019 auf dem Campus Hönggerberg statt. Die IDEA League, bei der auch die ETH Zürich Mitglied ist, bot ihren Studierenden 2019 eine Summer School zum Thema «Infrastructure of Science» an. Beide ETH sind zudem Mitglied von CESAER, dem europäischen Verbund technischer Universitäten, von ISCN, dem International Sustainable Campus Network, und von GULF, dem Global University Leaders Forum, einer vom Weltwirtschaftsforum (WEF) initiierten Plattform der Präsidenten von führenden Universitäten. Während des WEF 2019 war der ETH-Bereich gut vertreten, insbesondere dank des Pavillons RETHINKING Design der ETH Zürich, der die vielen Besucherinnen und Besucher aus dem In- und Ausland zu begeistern vermochte. Die Institutionen des ETH-Bereichs präsentierten einem grossen Publikum auch eine Auswahl an Forschungsprojekten bei einem Besuch im WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. Das Forschungs- und Innovationsgebäude NEST der Empa und der Eawag ist neu Mitglied des «European Network of Living Labs», eines vom EU-Rat gegründeten Netzwerks, das über 150 Mitglieder zählt und dessen Ziel der Ideenaustausch und die Unterstützung bei individuellen Projekten ist. Mit der Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding haben die Empa und das Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT) die Absicht erklärt, im Bereich der intelligenten Gebäude und des nachhaltigen Umgangs mit natürlichen Ressourcen und Energie zusammenzuarbeiten.

Die Institutionen des ETH-Bereichs wirken auch auf internationaler Ebene an wichtigen Projekten mit. Die WSL beispielsweise beteiligte sich an der Ausarbeitung eines Berichts zum Stand der Kenntnisse bezüglich Landschaftsmonitoring, der einer Delegation der Europäischen Landschaftskonvention in Strassburg vorgestellt wurde, und bewies damit ihre Stellung als internationale Expertin. Zudem wirkte sie bei der Publikation eines neuen Berichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) mit. Die Eawag beteiligt sich seit über acht Jahren zusammen mit dem internationalen Forschungsteam «Sewage analysis CORE group

Europe» (SCORE) im Rahmen eines von der EMCDDA (Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht) unterstützten Projekts an der Aufspürung und Analyse von Spuren illegaler Drogen in den Abwässern europäischer Grossstädte. In Zusammenarbeit mit dem World Energy Council und Accenture Energy Strategy erarbeitete das PSI die weltweiten Energieszenarien 2019, die es vor den Vertretern von über 140 Ländern anlässlich des World Energy Congress in Abu Dhabi präsentierte. Die Empa war an einer internationalen Studie beteiligt, die es ermöglichte, die Herkunft grosser Mengen von Fluorchlorkohlenwasserstoffen zu bestimmen, einer vom Montreal-Protokoll verbotenen Schadstoffgruppe.

Forschende des ETH-Bereichs initiierten verschiedene internationale Kooperationsinitiativen. Dazu zählt beispielsweise die Lancierung von RETHINK, einem Think-and-do-Tank der ETH Zürich, der auf das Potenzial der künstlichen Intelligenz für Designprozesse in den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen fokussiert. An der ETH Zürich wurden akademische Partnerschaften mit anderen internationalen Universitäten eingegangen, wie beispielsweise das Multi-Scale Robotics Laboratory, das zum Thema Medizinrobotik mit der Chinese University of Hong Kong, dem Imperial College London und der Johns Hopkins University zusammenarbeitet. Im Rahmen eines 2018 mit der Fraunhofer-Gesellschaft unterzeichneten strategischen internationalen Kooperationsprogramms starteten die Empa und das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC in Würzburg (D) im Januar 2019 ein gemeinsames Forschungsprojekt. Dieses dreijährige Projekt im Rahmen des ICON-Programms (International Cooperation and Networking) will die Basis für eine neue Generation von Antriebsbatterien für Elektroautos schaffen. Im Rahmen von Projekten der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit arbeitet das Labor für Atmosphärenchemie des PSI zum Thema Luftverschmutzung mit Forschungsinstitutionen in Indien und China zusammen.

Die Aussenstandorte der beiden ETH tragen massgeblich zur internationalen Ausstrahlung des ETH-Bereichs bei. Am Singapore-ETH Centre (SEC) wurden zwei neue Programme im Bereich der digitalen Gesundheit (Future Health Technologies) und der komplexen Infrastruktursysteme (Future Resilient Systems II) geschaffen und von der National Research Foundation in Singapur bewilligt. Die Programme starten im Frühling 2020. Das erfolgreiche Programm Future Cities Laboratories (FCL), das im Herbst 2020 zum Abschluss kommt, wird vom Programm FCL Global mit je einem Standort in Singapur und Zürich abgelöst werden. Bei der ersten Ausgabe des ETH Singapore Month befassten sich Studierende aus Singapur und von der ETH Zürich mit Fragen zum Thema «Zukunft der urbanen Gesellschaft». 2019 hat die ETH Zürich zudem die ETH Studios Bangalore (Indien) und West Coast (USA) lanciert, mit den Schwerpunkten Robotik, Ingenieurwissenschaften,

künstliche Intelligenz und Datenwissenschaften. Der Standort der EPFL Middle East in Ras Al Khaimah (Vereinigte Arabische Emirate) feierte sein 10-jähriges Bestehen. Über 100 Praktika, Masters und Doktorarbeiten trugen zu zahlreichen Innovationen und zur Schaffung von mehr als 130 lokalen Stellen im Energiebereich bei. Eine neue definitive Vereinbarung dürfte im Verlauf des Jahres 2020 abgeschlossen werden.

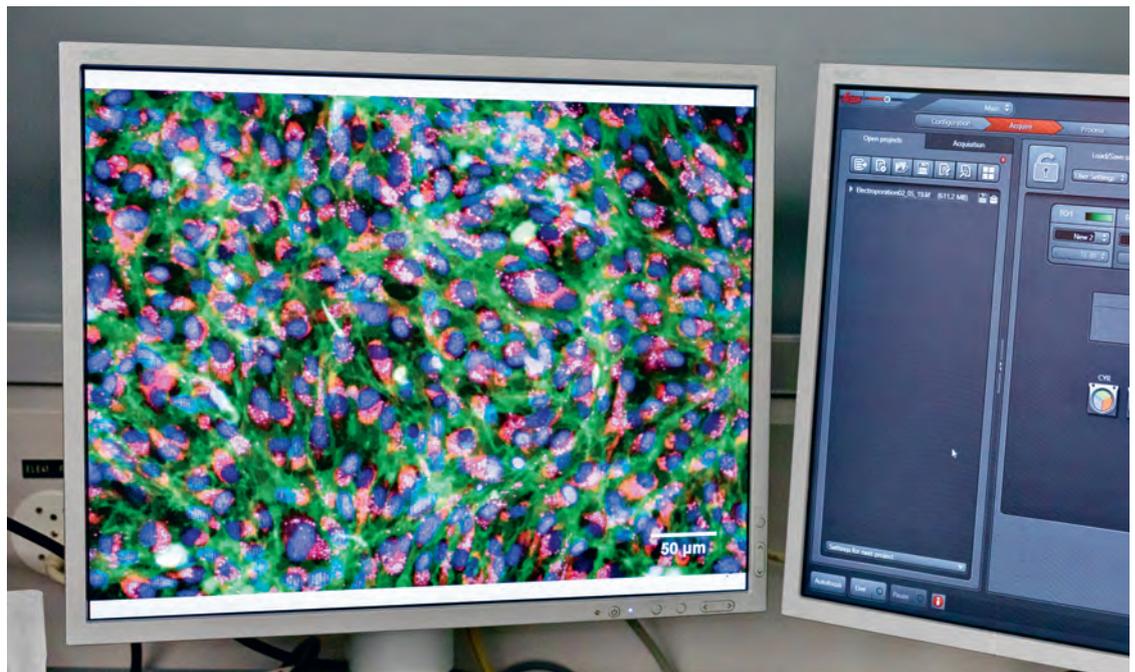
Aktive Rolle im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit mit Schwellenländern

Die vom SBFI mandatierte ETH Zürich ist das Leading House für die bilaterale Forschungszusammenarbeit der Schweiz mit China, Südkorea, Japan und der ASEAN-Region (ohne Singapur). In dieser Funktion arbeitet sie eng mit dem swissnex-Netzwerk und den Botschaften der Partnerländer zusammen, um unter anderem den Forschenden die finanziellen Mittel für den Aufbau bzw. die Vertiefung von Forschungspartnerschaften zur Verfügung zu stellen. 2019 wurde auch ETH for Development (ETH4D) lanciert. Diese Initiative an der ETH Zürich unterstützt Forschungsprojekte, die

Ingenieur-, Natur- und Sozialwissenschaften verbinden, um neue Lösungen zur Verbesserung der Lebensbedingungen in den ärmsten Gemeinschaften insbesondere in Afrika zu finden.

Die EPFL startete 2019 ein ambitioniertes Programm für wissenschaftliche Exzellenz, das die besten Talente auf dem gesamten afrikanischen Kontinent ansprechen soll. Das Programm beinhaltet drei Bereiche: die Junior Faculty, die 20 Tandems zwischen EPFL-Professorinnen und jungen afrikanischen Professoren umfasst; 100 Doktoratsstipendien für Projekte in Afrika unter der Co-Führung eines EPFL-Professors; und schliesslich Digital Education, die Weiterführung eines digitalen Bildungsprogramms. Die Eawag wirkt bei der Entwicklung von Bildungs- und Forschungsaktivitäten in Entwicklungsländern mit. Dies erfolgt über ihr Partnerschaftsprogramm für Entwicklungsländer (EPP), das pro Jahr sechs Stipendien an Doktorierende aus Ländern mit schwachem oder mittlerem Einkommen vergibt und diesen ermöglicht, in einer Eawag-Abteilung zu arbeiten.

Ausgezeichnete Alternative zu Tierversuchen: Den Durchbruch brachte ein Ringversuch in verschiedenen Labors rund um den Globus. Der wissenschaftliche Artikel dazu wurde im April 2019 im renommierten Journal «Toxicological Sciences» publiziert (s. auch S. 32 f.).



Strategisches Ziel

ROLLE IN DER GESELLSCHAFT UND NATIONALE AUFGABEN

Mittels zahlreicher Veranstaltungen pflegten die Institutionen des ETH-Bereichs den Dialog mit der Bevölkerung. Einen besonderen Stellenwert hatte im Berichtsjahr das Engagement für die MINT-Fächer mit der entsprechenden Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. Auch die nationalen Aufgaben wurden auf höchstem Niveau weitergeführt.

Dialog mit der Gesellschaft

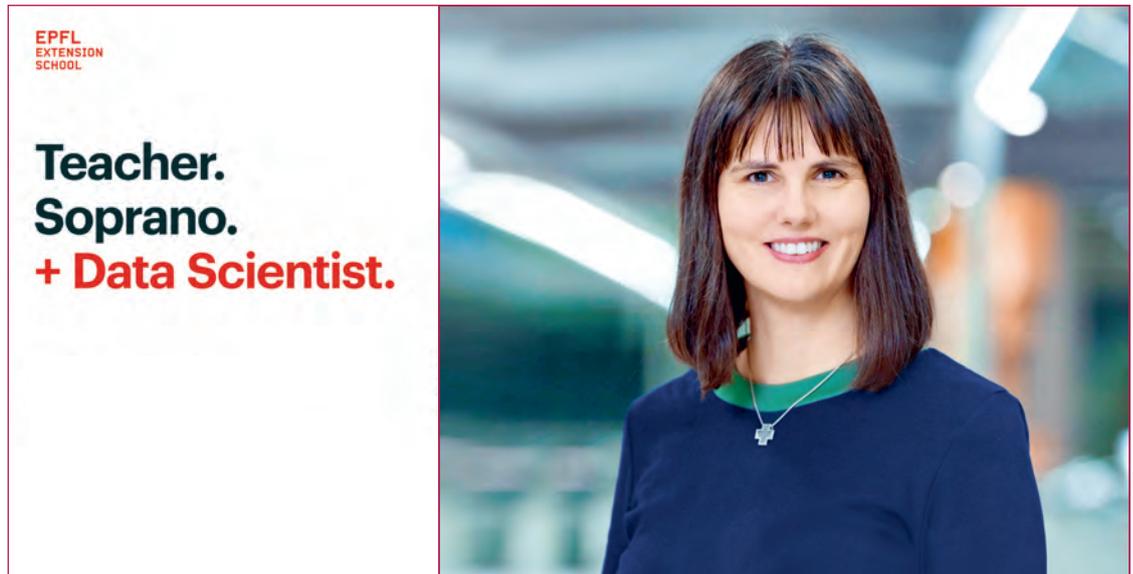
Es ist eine wichtige Aufgabe der Institutionen des ETH-Bereichs, im Dialog mit der Bevölkerung die Bedeutung von Forschung und technologischen Entwicklungen darzulegen und dabei auch die gesellschaftliche Verantwortung der Forschenden zu vermitteln. Wissenschaftliche Sachverhalte werden von allen Institutionen regelmässig einem breiten Publikum zugänglich gemacht. Zusammen mit der Universität Zürich öffnete die ETH Zürich für die diesjährige Scientifica zum Thema «Science Fiction – Science Facts» ihre Türen und begrüsst über 20 000 Besucherinnen und Besucher (s. auch S. 18). Auf einen Besucherrekord kann die ETH Zürich beim «Treffpunkt Science City» verweisen. Am Bildungsangebot, dessen Kinder- und Jugendprogramm nochmals massiv ausgebaut wurde, nahmen 2019 23 000 Personen teil. Die Veranstaltungen kreisten unter anderem um den Themenschwerpunkt «Ohne Wasser kein Leben», an dem sich auch die Eawag massgeblich beteiligte. Ebenfalls rund 20 000 Personen konnte die EPFL 2019 mit einer Doppelausgabe ihres Festivals «Scientastic» in Sion und Lausanne sowie mit dem Wettbewerb «Ma thèse en 180 secondes» begeistern. Auch aus Anlass ihres 50.

Jubiläums bot die EPFL verschiedene Veranstaltungen an, darunter eine von über 3000 Personen besuchte öffentliche Konferenz mit Yuval Noah Harari, dem Autor des Bestsellers «Eine kurze Geschichte der Menschheit». Die Empa nutzte 2019 den Digitaltag in St. Gallen, um aufzuzeigen, wie neuste Erkenntnisse aus der Materialforschung für medizinische Diagnose- und Behandlungskonzepte genutzt werden können. Zudem besuchten im Berichtsjahr rund 20 000 Interessierte die Empa-Standorte, um sich über die neusten Entwicklungen zu informieren. Um möglichst vielfältige Bevölkerungsgruppen zu erreichen und nicht nur eine wissenschaftsnahes Publikum anzusprechen, arbeiten die Institutionen mit verschiedensten Partnern zusammen. So beteiligte sich die WSL an der «Mission B» wie «Biodiversität» aller öffentlich-rechtlichen Radio- und Fernsehstationen der Schweiz. Einen Tag lang sendete Radio SRF 3 live aus der Forschungsanstalt und verschaffte den Biodiversitätsfachleuten der WSL eine populäre Plattform. Im Rahmen der öffentlichen PSI-Vortragsreihe «Forschung vor Ort erleben» stiess im Berichtsjahr der Anlass zum Thema Prostatakrebs auf besondere Resonanz, in dem moderne Methoden der Früherkennung, Diagnose und Therapie zwischen Medizinerinnen und Forschenden des PSI diskutiert wurden. Darüber hinaus engagierte sich das PSI für den Verein Industriewelt Aargau, einem Netzwerk verschiedener Museen und Aargau Tourismus, welches die Bedeutung der Aargauer Industrie und der Zusammenarbeit von Forschung und Industrie für die Entwicklung des Kantons vermitteln will.

Eine besondere Verantwortung tragen die Institutionen des ETH-Bereichs, wenn es um die Vermittlung von wissenschaftlichen Erkenntnissen zu aktuellen Fragestellungen und gesellschaftlichen Herausforderungen geht. Gerade mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt kommt insbesondere den Forschungsaktivitäten des ETH-Bereichs

Matilda, Lehrerin und Sopranistin, belegte an der EPFL Extension School Maschinelles Lernen und ist nun auch Datenwissenschaftlerin.

Digital Skills. For everyone. Die EPFL Extension School bietet für jedermann Onlinekurse an, um digitale Skills zu erlernen. [extensionschool.ch](https://www.epfl.ch/extension-school/)



reichs zum Thema Energie (s. auch Ziel 2, S. 51 ff.) eine wichtige Rolle zu. Die Institutionen übernehmen auch zu weiteren aktuellen Themen Beratungs- und Forschungsaufträge. Im Berichtsjahr untersuchte beispielsweise die Empa im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) die Mikroplastikverbreitung in der Schweiz. Ebenfalls finanziert vom BAFU führten die Eawag und die ETH Zürich ein aufwendiges Screening des Schweizer Grundwassers mit Blick auf Abbauprodukte von Pestiziden durch. Im Kontext der nachhaltigen Entwicklung sind sich die Institutionen dabei auch ihrer eigenen Vorbildrolle bewusst und treffen beispielsweise Massnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen und Energieverbrauch im Gebäude- und Mobilitätsbereich (s. auch Ziel 9, S. 77).

Engagement für MINT-Fächer

Mit einer Vielzahl an Angeboten fördern die Institutionen des ETH-Bereichs das Interesse junger Menschen an den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT). Die EPFL organisiert in der Westschweiz das Programm «Les sciences, ça m'intéresse!», durch das auch im Berichtsjahr wieder über 12 000 Kinder und Jugendliche in den Genuss einer breiten Palette von Aktivitäten rund um die MINT-Disziplinen kamen. Ein spezielles Programm für junge Mädchen wurde 2019 weiter ausgebaut. Es will das Interesse und die Kreativität von Mädchen zwischen 7 und 15 Jahren vor allem an Mathematik und Informatik anregen. Ein ähnliches Ziel verfolgen die Institutionen des ETH-Bereichs mit ihren Beiträgen zum Nationalen Zukunftstag. Getreu dem Motto des Zukunftstags waren 2019 beispielsweise an der Empa besonders viele Mädchen an diesem «Seitenwechsel» beteiligt und wurden in Workshops an Themen wie Thermografie oder die Welt der Moleküle herangeführt. Auch die ETH Zürich organisierte im Berichtsjahr eine Veranstaltungsreihe, die sich speziell an den weiblichen Nachwuchs richtete. «goMATH» wurde vom Departement Mathematik

konzipiert und beinhaltete u. a. eine Ausstellung zum Thema Frauen in der Mathematik und einen Erfahrungsaustausch zum Mathematikstudium zwischen Mathematikerinnen, Studentinnen und Schülerinnen.

Einen besonderen Stellenwert bei der Förderung des Interesses an den MINT-Fächern hat die Zusammenarbeit der Institutionen mit den Schulen. Die beiden ETH pflegen einen engen Kontakt insbesondere zu den Gymnasien und stellen ihre Studienangebote an Studieninformationstagen vor oder besuchen Schulklassen vor Ort. Mit «ETH unterwegs» präsentiert sich die ETH Zürich jährlich bei sechs bis acht Gymnasien und vermittelt ein realistisches Bild des Studiums an der Hochschule, inklusive Einblicke in die Forschung und die Berufsperspektiven. Die EPFL ermöglicht den Gymnasiastinnen und Gymnasiasten auch die Teilnahme an Summer Schools beispielsweise zum Thema Robotik oder Materialsimulation. Ein Ausbau dieses Angebots ist momentan in Planung. Ein beliebtes Experimentierfeld für Schulen bietet das PSI mit dem Schülerlabor iLab, welches 2019 erneut von ca. 200 Schulklassen genutzt wurde. Erstmals wurden im iLab 18 Schweizer Gymnasien mit dem MINT-Label der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) ausgezeichnet.

Die beiden ETH spielen auch eine wichtige Rolle bei der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen für die MINT-Fächer. Das MINT-Lernzentrum der ETH Zürich widmet sich der Optimierung des schulischen Lernangebots in diesem Bereich. Im Rahmen von Fortbildungen werden z. B. Lerneinheiten für Schulklassen erstellt, an denen sich auch die Forschungsanstalten des ETH-Bereichs beteiligen. So bietet die WSL im Fach Biologie Module wie «Klimawandel – Die Spuren im Wald» oder «Was Jahrringe erzählen» an, die Lehrpersonen und ihre Klassen zu einer Exkursion auf das Gelände der Forschungsanstalt einladen.

Ein spezieller Fokus liegt im Moment auf der Stärkung des Informatikunterrichts, dem sich an der ETH Zürich das «Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht» widmet. Das Zentrum ist beispielsweise massgeblich an der Austragung des Wettbewerbs «Informatik-Biber» in der ganzen Schweiz beteiligt. Mehr als 25 000 Kinder und Jugendliche nahmen 2019 am Programmier-Wettbewerb teil. An der EPFL engagiert sich das Zentrum LEARN im Informatikbereich. Vom Kanton Waadt hat es die Aufgabe erhalten, den Lehrplan im Fach Informatik für die Gymnasialstufe zu erstellen. Die ersten Rückmeldungen aus dem Kreis der Lehrpersonen sind sehr positiv. Im Rahmen der «DUAL-T»-Initiative (Technologien für die Berufsbildung), die vom SBFI finanziert wird, ist die EPFL als Leading House auch daran, ihre Kapazitäten im Bereich Lerntechnologien und Berufsbildungsforschung zu stärken. Dabei steht die Frage im Zentrum, wie die digitale Revolution das Berufsbildungssystem der Schweiz und die Lernaktivitäten verändert.

Neuen, innovativen Lehr- und Lernmethoden widmen sich auch verschiedene Preise und Wettbewerbe, die im Berichtsjahr lanciert wurden. Am Vorabend des 200. Geburtstages des Zürcher Politikers und Unternehmers Alfred Escher verlieh die ETH Zürich im Februar erstmals den Alfred-Escher-Preis für innovative Schülerinnen, Schüler und Studierende. Gewonnen haben zwei Projekte, die spielerisch zum Lernen motivieren. Des Weiteren nimmt die ETH Zürich Einsitz in die Jury des neuen Fonds zur Unterstützung innovativer Lehrprojekte an Gymnasien, der von der Erziehungsdirektion des Kantons Zürich lanciert wurde. Der LEARN AWARD für innovative pädagogische Projekte an Gymnasien wurde an der «Journée de l'éducation» der EPFL ausgeschrieben. Gymnasiallehrpersonen aus der ganzen Schweiz nahmen im Rahmen des 50. Jubiläums der Hochschule am Treffen teil.

Nationale Aufgaben

Im Auftrag der Politik und im Interesse der Gesellschaft nehmen die Institutionen des ETH-Bereichs schliesslich eine Vielzahl nationaler Aufgaben, forschungsbasierter Dienstleistungen oder den Betrieb schweizweit einzigartiger Anlagen wahr. Darunter fallen z. B. auch das Zentrum für Protonentherapie des PSI oder der langfristige Erhalt öffentlicher Güter, wie wissenschaftlich wertvoller Sammlungen. Zu Letzterem kann die ETH-Bibliothek für das Berichtsjahr den Abschluss eines grossen Digitalisierungsprojekts vermelden. Die rund 4300 Bücher, Zeitungsartikel und Typoskripte von Thomas Manns Nachlassbibliothek wurden vollständig transkribiert und digital erschlossen. Aktuell widmet sich die ETH-Bibliothek einem auf drei Jahre angelegten Projekt zur Erschliessung von Verwaltungsunterlagen der ETH Zürich und des ETH-Rats, die noch nicht in der Archivdatenbank verzeichnet sind. Im Umweltbereich übernehmen die Institutionen mehrere spezifische Dienstleistungen zugunsten des Landes. Die Empa führt zusammen mit dem BAFU das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL. Dessen relativ neue Messstation Beromünster wurde 2019 aufgrund der hervorragenden Datenqualität und -verfügbarkeit ins «Global Atmosphere Watch»-Programm aufgenommen. Sie ermöglicht die Beobachtung sowohl von grösstenteils unverschmutzten Luftmassen als auch Emissionsmischungen, die von verschiedenen Quellen im Mittelland ausgehen. Die Schweiz leistet damit einen wichtigen Beitrag zur internationalen Untersuchung von Luftfremdstoffen.

Die Eawag und die EPFL betreiben das Schweizerische Zentrum für Angewandte Ökotoxikologie. Im Berichtsjahr konnte das Zentrum aufzeigen, wie Pflanzenschutzmittel in Sedimenten auf Kleinstlebewesen wirken, und daraus Sedimentqualitätskriterien erarbeiten. Das Oekotoxzentrum trug 2019 auch massgeblich zur ISO-Standardisierung von drei biologischen Testverfahren zum Nachweis östrogenen Substanzen bei. Im Bereich Naturgefahren betreibt die ETH Zürich den Schweizerischen Erdbebendienst (SED) als Fachstelle des Bundes. 2019 veröffentlichte der SED in der renommierten Zeitschrift «Nature» eine Studie zu einer neuen Methodik, die Vorhersagen möglich macht, ob auf ein Erdbeben wahrscheinlich ein weiteres, grösseres folgen wird. Ins Kompetenzgebiet der WSL gehört die Lawinenwarnung für die Schweiz. 2019 veröffentlichte das SLF die Ereignisanalyse zur aussergewöhnlich angespannten Lawinensituation im Januar des Vorjahres. Trotz 150 Schadenlawinen gab es in Siedlungen und gesicherten Gebieten keine Todesopfer. Die Untersuchung kommt zum Schluss, dass sich die nach dem Lawinenwinter 1999 eingeführten Massnahmen bewährt haben.

Strategisches Ziel

FINANZIERUNG UND MITTELVVERWENDUNG

Das Volumen der Drittmittelprojekte nahm gegenüber dem Vorjahr wiederum zu. Der ETH-Bereich setzt vorhandene Drittmittelreserven ein, um neue Professuren oder strategische Forschungsinitiativen in zukunftssträchtigen Themengebieten zu schaffen.

Das Total der Finanzierung des ETH-Bereichs beläuft sich im Berichtsjahr 2019 auf 3579 Mio. CHF. Es liegt somit leicht über dem Vorjahresniveau 2018 (3571 Mio. CHF). Gegenüber 2018 verschob sich der Anteil der Trägerfinanzierung Bund am gesamten Volumen geringfügig (2019: 72 %; 2018: 71 %). Der Anteil der Drittmittel, gemessen an den operativen Einnahmen, liegt damit bei 28 % (2018: 29 %).

2019 nahmen die Bundesmittel aus der Trägerfinanzierung (Sicht Kredite Zahlungsrahmen) gegenüber 2018 wiederum zu: + 50 Mio. CHF (+ 2 %). Innerhalb der Drittmittel gingen die Schenkungen zurück. Sie überkompensierten die Zunahme des Volumens der Drittmittelprojekte und führten letztlich zu einem leicht geringeren Anteil der Drittmittel am Gesamttotal.

Der ETH-Bereich nutzt Synergien. Synergieeffekte wurden 2019 u. a. durch die Förderung von gemeinsamen Initiativen und Projekten wie den Strategischen Fokusbereichen (Strategic Focus Areas, SFA) erzielt. Die bereichsübergreifende Nutzung von Technologien (u. a. Hochleistungsrechner, Labors, wissenschaftliche und administrative Infrastrukturen) tragen ebenfalls zur Steigerung der Effizienz im ETH-Bereich bei.

Trägerfinanzierung Bund

Der durch das eidgenössische Parlament bewilligte Zahlungsrahmen für den ETH-Bereich in Höhe von max. 10 337,8 Mio. CHF wird voraussichtlich zu 99 % ausgeschöpft werden können. Das Total der bewilligten Kredite im Zeitraum 2017–2020 beläuft sich auf 10 239,0 Mio. CHF. Das durchschnittliche jährliche Wachstum beträgt +1,4 %. Es liegt somit geringfügig unter dem angestrebten Wachstum von durchschnittlich +1,9 % für die laufende BFI-Periode 2017–2020.

Mittelallokation auf Basis relevanter Kriterien

Gemäss Artikel 33a des ETH-Gesetzes teilt der ETH-Rat die Bundesmittel (Trägerfinanzierung) zu. Er stützt sich dabei auf seine Zielvereinbarungen mit den beiden ETH und den vier Forschungsanstalten. Die Mittelallokation innerhalb des ETH-Bereichs ist in Art. 12 Abs. 2 der Verordnung über den ETH-Bereich geregelt.

Die Strategischen Ziele des Bundesrats für den ETH-Bereich, die auf den Zahlungsrahmen 2017–2020 abgestimmt sind, bilden die Basis für die Zielvereinbarungen des ETH-Rats mit den Institutionen, die auf vier Jahre angelegt sind. Die jährlichen Mittelzuteilungen an die Institutionen werden an die durch das Parlament beschlossenen jährlichen Voranschlagskredite angepasst. Dabei stützt sich der ETH-Rat auf die Budgetanträge der Institutionen und die Beurteilung ihrer Leistungen.

2019 standen total 2581,2 Mio. CHF aus den Krediten in Anrechnung an den Zahlungsrahmen zur Verfügung (2018: 2530,9 Mio. CHF).

Abb. 1: Zahlungsrahmen für den ETH-Bereich in der BFI-Periode 2017–2020

Mio. CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017–2020
BFI-Botschaft vom 24. Februar 2016 (16.025)	2453,8	2489,1	2524,3	2561,6	2602,8	10177,8
BB 4 Zahlungsrahmen ETH-Bereich – Aufstockung		40,0	40,0	40,0	40,0	160,0
Zahlungsrahmen ETH-Bereich 2017–2020 BB 4 vom 16. September 2016	2453,8	2529,1	2564,3	2601,6	2642,8	10337,8
Nom. Wachstum in Mio. CHF		75,3	35,2	37,3	41,2	
Nom. Wachstum in %		3,1	1,4	1,5	1,6	
Ø jährl. Wachstum 2017–2020 (auf Basis Budget 2016) in %						1,9

Abb. 2: Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen des ETH-Bereichs

Mio. CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017–2020
A231.0181 Finanzierungsbeitrag des Bundes	2288,7	2377,9	2356,7	2372,6	2415,1	9522,3
A202.0134 Investitionen Bauten ETH-Bereich	165,1	152,9	174,2	208,5	181,0	716,7
Total Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen	2453,8	2530,8	2530,9	2581,2	2596,1	10239,0
Nom. Wachstum in Mio. CHF		77,0	0,1	50,3	15,0	
Nom. Wachstum in %		3,1	0,0	2,0	0,6	
Ø jährl. Wachstum 2017–2020 (auf Basis Budget 2016) in %						1,4
Voraussichtliche Ausschöpfung der Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen in %						99,0

Abb. 3: Mittelzuteilung an die Institutionen des ETH-Bereichs
(nach Berücksichtigung der Kredit-/Mittelverschiebungen innerhalb 2019)

Mio. CHF	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
						abs.	%
ETH-Bereich^{1, 2, 9, 10}	2417,9	2453,8	2530,8	2530,9	2581,2	50,3	2,0
ETH Zürich ^{3, 6}	1224,0	1247,2	1297,4	1300,5	1298,1	-2,4	-0,2
EPFL ⁴	618,1	640,3	666,2	664,9	664,8	-0,1	-0,0
PSI ^{5, 8}	324,0	305,4	294,3	307,3	309,8	2,5	0,8
WSL	55,7	55,9	58,7	58,3	57,7	-0,6	-1,0
Empa ⁶	106,7	110,7	114,7	105,2	115,7	10,4	9,9
Eawag	58,6	59,1	61,5	61,5	60,5	-0,9	-1,5
ETH-Rat ⁷	30,7	35,1	38,2	33,2	74,7	41,5	125,2

Zusatzinformationen zu Budget/Rechnung 2019:¹ Total Mittelzuteilung 2019² Jahrestanchen gemäss bewilligtem Zahlungsrahmen 2017–2020 (Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen):

Jahrestanche 2019: 2601,6 Mio. CHF/Bundesbeschluss Budget gemäss BB Ia Voranschlag 2019: 2581,2 Mio. CHF

³ inkl. Sustained scientific user lab for simulation based science am CSCS: 22,9 Mio. CHF, Anschubfinanzierung Präsident: 3,0 Mio. CHF, Mehrkosten Starkbebenmessnetz: 0,8 Mio. CHF⁴ inkl. Neuroinformatikprojekt Blue Brain Project: 20,8 Mio. CHF, Anschubfinanzierung Präsident: 3,0 Mio. CHF⁵ inkl. ATHOS/SwissFEL: 16,0 Mio. CHF, Action Plan Energy PSI: 3,0 Mio. CHF⁶ inkl. Portfoliobereinigung Immobilien: 2019: ETH Zürich 8,5 Mio. CHF, Empa 1,5 Mio. CHF⁷ inkl. strategische Projekte, Finanzierung Rückbau Beschleunigeranlagen PSI (11,0 Mio. CHF), Beiträge an Vorsorgewerk ETH-Bereich bei PUBLICA (Deckungsgrad 3,5 Mio. CHF) sowie im 2019 erhaltene Mittel, die für die Deckung des Ausgabenüberschusses Budget 2020 verwendet werden⁸ inkl. Sondermittel (6,9 Mio. CHF)⁹ inkl. Strategische Fokusbereiche (Personalized Health and Related Technologies, Datenwissenschaften, Advanced Manufacturing) (total: 24,4 Mio. CHF)¹⁰ inkl. Forschungsinfrastrukturen (Upgrade CMS detectors am CERN, Swiss Plasma Center) (total 5,5 Mio. CHF)

Der ETH-Rat teilte die Mittel für den Grundauftrag (Base Budget) wie folgt zu (2019: Total 2386,1 Mio. CHF):

– ETH Zürich	1243,0 Mio. CHF
– EPFL	634,0 Mio. CHF
– PSI	286,5 Mio. CHF
– WSL	57,2 Mio. CHF
– Empa	104,5 Mio. CHF
– Eawag	60,8 Mio. CHF

Mittel für strategische Projekte des ETH-Bereichs:

- Forschungsinfrastrukturen /
Grossforschungsprojekte: 65,2 Mio. CHF
- Strategische Fokusbereiche (SFA): 24,4 Mio. CHF
- Digitalisierung im BFI-Bereich (inkl. Aufstockung Beschluss ETH-Rat): 13,8 Mio. CHF
- Anreiz- und Anschubfinanzierungen, sonstige zentrale und diverse Ausgaben sowie Sondermittel: 46,8 Mio. CHF

Mittel für den ETH-Rat:

- Eigenverbrauch Verwaltung ETH-Rat und Beschwerdekommission: 15,0 Mio. CHF
- Gemäss Mittelzuteilungs-Beschluss des ETH-Rats kommen die durch die eidgenössischen Räte aufgestockten Mittel von +30,0 Mio. CHF (gemäss BB Ia) erst 2020 zum Tragen bzw. zur Verwendung und nicht 2019 (Überbudgetierung des Budgets 2020 um bislang 20,8 Mio. CHF). Ende 2019 wurden diese in der Rechnung des ETH-Rats als Reserven ausgewiesen.

Erweiterung der Finanzierungsbasis

Das wichtigste Ziel des Ziels 8 ist die kontinuierliche Erweiterung der Finanzierungsbasis des ETH-Bereichs. Ein Hauptindikator ist die Messung des Drittmittelanteils¹ am Total der Finanzierung des ETH-Bereichs. Aber auch die absolute Entwicklung der Mittel und insbesondere die Entwicklung der Zusprachen aus Fördermitteln sind wichtige Kriterien für die Beurteilung der Zielerreichung.

Entwicklung der Drittmittel

Das Total der operativen Drittmittel beläuft sich auf 1010 Mio. CHF. Der budgetierte Wert wurde übertroffen (B 2019: 1007,4 Mio. CHF), der Vorjahreswert hingegen unterschritten (2018: 1043 Mio. CHF).

Das Total der Forschungsbeiträge des Bundes (SNF, Innosuisse, Ressortforschung und EU-FRP) als Teil der Drittmittel liegt mit 543 Mio. CHF über dem hohen Stand des Vorjahrs (2018: 533 Mio. CHF).

Prognostiziert waren 553 Mio. CHF für 2019. Die Forschungsbeiträge aus der Zusammenarbeit mit der

Privatwirtschaft und der übrigen projektorientierten Forschung (2019: 219 Mio. CHF) übertrafen den budgetierten Wert (B 2019: 203 Mio. CHF) und den Vorjahreswert (2018: 207 Mio. CHF). Unter den Erwartungen für 2019 liegt das Total der sonstigen Drittmittel (Schenkungen und diverse Erträge), die mit 200 Mio. CHF zu Buche schlagen (B 2019: 210 Mio. CHF; 2018: 263 Mio. CHF).

Die operativen Drittmittel gemessen am operativen Ertrag liegen im Berichtsjahr bei 28 % (2018: 29 %). Die Entwicklung der Drittmittel 2019 zeigt insgesamt weiterhin ein positives Bild – abgesehen von den Schenkungen. Dieser positive Verlauf wird auch durch die Entwicklung der absoluten Werte im Vergleich zu 2018 unterstrichen. Dies geht aus dem Anstieg der Mittel bei den Forschungsbeiträgen des Bundes und der Privatwirtschaft hervor.

Für eine Gesamtbeurteilung der Entwicklung der Drittmittel muss man auch die Bilanzvorgänge, insbesondere die Entwicklung der zweckgebundenen Drittmittel aus Verträgen berücksichtigen, die nach IPSAS 23 bilanziert werden. Steigt deren Volumen gegenüber dem Vorjahr an, könnte dies ein positives Indiz hinsichtlich der geforderten Erweiterung der Finanzierungsbasis sein. Die bilanzierten zweckgebundenen Drittmittel nahmen im Berichtsjahr zu (2019: 1555 Mio. CHF; 2018: 1510 Mio. CHF). Dieses höhere Volumen wird sich bezüglich der Forschungsbeiträge zukünftig im entsprechenden Mehrertrag auswirken.

Ein weiteres, bedeutendes Kriterium für die Beurteilung des Erreichens von Ziel 8 liegt in der Entwicklung der Zusprachen an Fördermitteln (SNF, Innosuisse, EU-FRP). Sie nahmen gegenüber 2018 ab (2019: 443 Mio. CHF; 2018: 512 Mio. CHF; 2017: 422 Mio. CHF), grösstenteils wegen des Rückgangs bei den kompetitiv eingeworbenen Forschungsprojekten der EU-FRP.

Die indirekten Kosten aus Drittmittelprojekten werden – sofern es sich nicht um Forschungsbeiträge des Bundes oder der EU handelt – jeweils so weiterverrechnet, dass der Grundauftrag (Base Budget) nicht von diesen Kosten tangiert wird und somit auch keine Quersubventionierung über Mittel aus dem Finanzierungsbeitrag des Bundes stattfindet.

Wahrung der Lehr- und Forschungsfreiheit

Die beiden ETH und die vier Forschungsanstalten stellen autonom sicher, dass die Forschungsergebnisse von Drittmittelprojekten publiziert werden können. Die Einheiten des ETH-Bereichs garantieren die uneingeschränkte Freiheit von Lehre und Forschung.

¹ Zweit- und Drittmittel sind die vor der Umstellung auf IPSAS (International Public Sector Accounting Standards) verwendeten Kategorien. Seit 2015 sind diese Teil der Kategorie Forschungsbeiträge (Bund: SNF, Innosuisse, Ressortforschung, EU-FRP), Forschungsaufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen. In den ehemaligen Drittmitteln sind die wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft), die übrigen projektorientierten Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internat. Org.), die Schenkungen und Legate sowie die übrigen Erträge enthalten (s. Abb. 4, S. 72).

Auch die Publikationsfreiheit von geförderten Personen und Projekten ist jederzeit gewährleistet. Die Verträge enthalten einen entsprechenden Passus. Im Bereich der Forschungszusammenarbeiten werden die entsprechenden Freiheiten ebenfalls vertraglich abgesichert. Zudem wird der Umgang mit Zuwendungen über den Verhaltenskodex explizit geregelt.

Effizienzsteigerung und Synergienutzung

Durch gemeinsam getragene Initiativen und die gemeinsame Nutzung von Forschungsinfrastrukturen ergeben sich bedeutende Synergieeffekte im ETH-Bereich. Dazu zählt auch die gemeinsame Reportingplattform auf SAP FC. Um einen effizienten Ablauf sicherzustellen, wird zudem die Liquiditätsbündelung für den gesamten ETH-Bereich durch die ETH Zürich abgewickelt. Den gleichen internen Effekt erzielt die ETH Zürich mit der neuen Ressourcen- und Finanzplattform. Gemeinsame, von mehreren Institutionen des ETH-Bereichs getragene Forschungsplattformen oder -programme, um komplementäre Forschungskompetenzen bestmöglich miteinander zu vernetzen und zu nutzen, bringen ebenfalls Synergien mit sich.

Dazu gehören z. B. das Swiss Data Science Center (SDSC) der EPFL und der ETH Zürich, die Energy System Integration Plattform (ESI) von PSI, Empa, EPFL und ETH Zürich oder die gemeinsam betriebenen Bibliotheken.

Am Standort EPFL Valais Wallis existiert das gemeinsame Labor der EPFL und der Empa für Materialien für erneuerbare Energien (LMER).

Rückbau und Entsorgung Beschleunigeranlagen PSI

Radioaktive Abfälle entstehen bei der Nutzung von Kernenergie oder bei den Anwendungen mit ionisierender Strahlung in der Medizin, der Industrie und der Forschung (MIF-Abfälle). Das Kernenergiegesetz und das Strahlenschutzgesetz legen die Anforderungen für die Entsorgung fest.

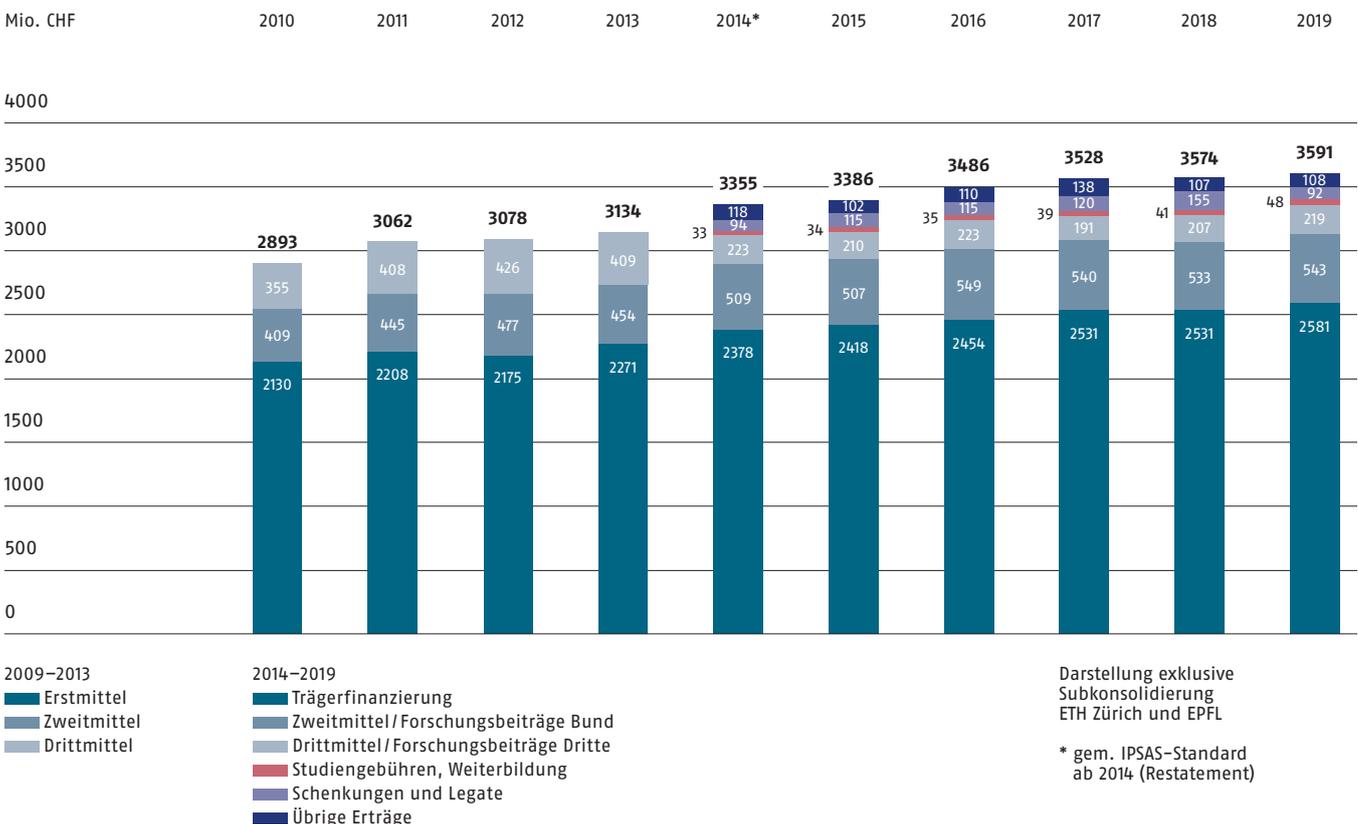
Das Äufnen der Finanzierung der Rückstellung von insgesamt 544 Mio. CHF für die Stilllegung der Beschleunigeranlagen beim PSI geschieht über jährliche Sparbeträge, die dem Finanzierungsbeitrag hinzugefügt werden.

Per Ende 2019 belief sich der Sparbetrag auf total 31 Mio. CHF (davon Sparbetrag 2019: 11 Mio. CHF). Vom aufgelaufenen Sparbetrag verwendete das PSI bisher rund 4 Mio. CHF (davon 2019: 2,6 Mio. CHF) für erste Massnahmen im Zusammenhang mit dem Rückbau.

Risikomanagement Kernrisiken

Dazu verweisen wir auf die Berichterstattung über die Risikosituation und das Risikomanagement, S. 46.

Abb. 4: Entwicklung der Finanzierungsquellen



Strategisches Ziel

IMMOBILIEN- MANAGEMENT

Grosse Projekte schreiten sichtbar voran. Die für die Lehre und Forschung benötigten Bauten der ETH Zürich in Zürich-Zentrum und Basel sowie der Eawag in Dübendorf sind in der Realisierung weit fortgeschritten. Neue Konzepte und Steuerungsinstrumente des Immobilienmanagements erhöhen die Professionalität, vereinfachen die Zusammenarbeit und steigern den Nutzen der Bauten für Lehre und Forschung.

Strategie und langfristige Portfolioentwicklung

2019 wurden Vorgaben des Bundes im Rahmen des Klimapakets und der «strukturellen Massnahmen» in Kraft gesetzt, die einen Einfluss auf die Langfristplanung der Immobilienportfolios der sechs Institutionen haben. Im Hinblick auf die kommende Leistungsperiode 2021–2024 wurden 2019 erste Überlegungen, Dokumente und Gespräche initiiert, um abgestützt auf den akademischen Strategieprozess der Institutionen die langfristige Portfolioplanung zu erarbeiten. Das Ergebnis werden die aktualisierten «Räumlichen und finanziellen Gesamtkonzepte» (RFGK) sein. Mit diesen werden die Wert- und Funktionserhaltung sowie die rechtzeitige Bereitstellung notwendiger neuer Infrastruktur für Lehre und Forschung sowie deren Finanzierung sichergestellt.

Aufgrund seiner Vorbildfunktion hat der Bund auch dem ETH-Bereich hohe Zielsetzungen im Bereich Nachhaltigkeit vorgegeben. Im Rahmen der strukturellen Reformen beauftragte der Bundesrat seine Bau- und Liegenschaftsorgane mit der Überprüfung der ent-

sprechenden Normen und Standards. Die ETH Zürich hat seit Ende 2019 eine eigene Immobilienstrategie. Die darin enthaltenen Grundsätze orientieren sich am akademischen Strategieprozess und betreffen die Wirtschaftlichkeit sowie die Nachhaltigkeit des Immobilienmanagements. Die von der Schulleitung lancierte Initiative ETH+, die zum Ziel hat, die Spitzenposition der ETH Zürich zu halten, zieht einen entsprechenden konsolidierten Flächenbedarf nach sich. Aufgrund des stetigen Wachstums hat die ETH Zürich für die künftige Unterbringung in Zürich-Oerlikon in den Gebäuden OCTAVO und Andreasturm Flächen angemietet, um einen Teil des kurz- bis mittelfristigen Bedarfs an Ersatz- und Zusatzflächen rechtzeitig decken zu können. Die Anpassung der Sonderbauvorschriften am Campus Hönggerberg ist auf Kurs. Ende Oktober 2019 hat der Kantonsrat im Rahmen der Teilrevision des kantonalen Richtplans auch die Gebietsplanung Campus Hönggerberg verabschiedet. Die ETH Zürich verfügt über einen Masterplan ETH Hönggerberg 2040 und einen Masterplan Energie ETH Zürich.

Die Immobilienstrategie der EPFL erhält den Wert des architektonisch kulturellen Erbes und stellt dessen Entwicklung im Einklang mit den Bedürfnissen der Nutzer und unter Berücksichtigung der zweckgebundenen Mittel sicher. Der wachsende Bedarf an moderner Infrastruktur für die Departemente Physik und Chemie machen einen Neubau erforderlich. Im Austausch mit dem Kanton Waadt und der Gemeinde Lausanne wurde festgestellt, dass eine nördliche Erweiterung der Flächen für die EPFL und die Universität Lausanne bereitgestellt werden muss. Parallel dazu haben beide Hochschulen gemeinsam die Erstellung eines Masterplans für ihre Hochschulen eingeleitet, der Ende 2019 fertiggestellt wurde und anfangs 2020 zur Verabschiedung ansteht. Kommende Entwicklungen wie der Alpole Campus Wallis in Sitten und das Smart Living Lab in Freiburg sind Teil der Strategie.

Im Erdgeschoss des DFAB HOUSE säumen 15 individuelle, digital gefertigte Betonpfosten die Fassade. Die doppelt gekrümmte, robotisch gefertigte Wand trägt die Last der Decke, die in einem 3D-Druck-Prozess entstanden ist.

› Roman Keller



Das PSI führte die Arbeiten für die Realisierung des PARK INNOVAARE (Baubeginn November 2019), die räumliche Zusammenlegung einzelner Bereiche, das Freispielen von Flächen und weitere Umnutzungen sowie Sanierungen fort. Aufgrund der Platzknappheit plant die WSL zusätzliche Arbeitsplätze im Zusammenhang mit energetischen Sanierungen. Die strategische Planung der für den Forschungscampus der Empa-Eawag relevanten Forschungsthemen hat gezeigt, dass zukünftig vermehrt moderne Labors und Reinnräume benötigt werden. Zudem soll die Interaktion bzw. die Interdisziplinarität zwischen den Forscherteams durch eine adäquate Gebäudetypologie gefördert werden.

2019 wurden im ETH-Bereich verschiedene Immobiliengeschäfte abgeschlossen. So wurde das ehemalige Institutsgebäude des SLF auf dem Weissfluhjoch an die Davos Klosters Bergbahnen AG verkauft. Der Betrieb von Messstationen sowie die Schnee- und Lawinenforschung sind weiterhin möglich. Weiter wurde die Liegenschaft Rue Jaquet-Droz 7 in Neuenburg an den Kanton Neuenburg verkauft. Dieser wird das Grundstück voraussichtlich als Teil des Standorts des Innovationsparks Schweiz für Mikrotechnik verwenden.

Immobilienmanagement in Zahlen

Der Anschaffungswert des Immobilienportfolios des ETH-Bereichs belief sich Ende 2019 auf 7,92 Mrd. CHF. Das entspricht wertmässig etwa einem Drittel des gesamten Immobilienportfolios des Bundes. Der Buchwert beträgt rund 4,09 Mrd. CHF. Der ETH-Bereich nutzt rund 390 Gebäude auf 120 Parzellen. Die Ende 2019 ausgewiesene Hauptnutzfläche (HNF) von 986 300 m² zeigt eine Zunahme gegenüber 2018 um 1,40 %.

Der Flächenmix (s. Abb. 28, S. 98) aus selbst- und fremdgenutzten Gebäuden des Bundes sowie von Dritten angemieteten Gebäuden (in m² HNF seit 2010) zeigt, dass ein Teil des Wachstums in den letzten Jahren nur

mit zusätzlichen Mietflächen gedeckt werden konnte. Der Zuwachs bei den vermieteten Flächen resultiert aus einer geänderten statistischen Zuordnung der Flächen nach 2013. Ohne diesen Effekt ist eine stetige Abnahme der vermieteten Flächen zu beobachten.

Laufende und realisierte Projekte 2019

Durch die Zunahme der Anzahl der Professuren der beiden Hochschulen und den Bedarf an modernsten räumlichen Infrastrukturen ist die Nachfrage nach Neubauten, Erweiterungen und Instandsetzungen ungebrochen hoch. Dabei dienen Sanierungsmassnahmen der Verbesserung der Nutzung, des energetischen Zustands, des Innenraumklimas, der Behindertengerechtigkeit, des Brandschutzes, der Erdbebensicherheit und der Betriebskosten.

Neben den genannten Anmietungen in Zürich-Oerlikon konnte die ETH Zürich auf dem Campus Zentrum mit der Realisierung des neuen Forschungsgebäudes GLC mit Labor- und Büroflächen an der Gloriosastrasse für die Departemente D-HEST und D-ITET fortfahren. Auch die Sanierung des Hauptgebäudes HG oder die Sanierung und Erweiterung des Maschinenlabors ML/FHK wurden wie geplant weiterbearbeitet. Auf dem Campus Hönggerberg wurde mit der Gesamtsanierung und Erweiterung des Gebäudes HIF begonnen; der Neubau des Physikgebäudes HPQ konnte bis zum Vorprojekt weiterentwickelt werden. Nach erfolgreicher Gesamtsanierung steht das Gebäude HPM nun mit neuen Labors und Arbeitsflächen für das Departement Biologie und Scope M wieder zur Verfügung. Das Projekt Neubau BSS in Basel befindet sich in der Realisierung und die Aufrihte findet im zweiten Quartal 2020 statt. An der EPFL begann man mit den Vorstudien zum Advanced Science Building. Am PSI wurde das Besucherforum erneuert und die Planung und Realisierung der Hallenverlängerung WLHA sowie der Neubau des Freimessgebäudes WMGA wurden gestartet. Dazu begann man mit den

Grundlagenarbeiten für die Planung der SLS 2.0. Am SLF in Davos wurde die Ölheizung durch eine umweltfreundliche Grundwasser-Wärmepumpe ersetzt und die Erweiterung des Gebäudes D (Ersatzneubau) weiter ausgearbeitet. Der Ersatzneubau für das Werkstattgebäude der WSL in Birmensdorf wurde vorbereitet. In Dübendorf und St. Gallen führte die Empa mehrere Erneuerungen und Sanierungen fort; die Eawag begann mit der Erstellung des Neubaus FLUX für Lehre und Forschung auf dem Campus Dübendorf. Zur Umsetzung des Masterplans Forschungscampus/Energie Areal Empa-Eawag in Dübendorf fand ein TU-Wettbewerb mit Dialog für die erste Etappe der Gebäude- und Freiraumentwicklung statt.

Investitionen und Mittelherkunft 2019

Der Investitionskredit 2019 für Bauten im ETH-Bereich betrug 218,6 Mio. CHF, dies nach einer Kreditverschiebung in den Finanzierungsbeitrag von 7,25 Mio. CHF (3,2%) und der Auflösung von zweckgebundenen Reserven gemäss Finanzhaushaltsgesetz (Art. 32a FHG) in Höhe von 10 Mio. CHF für das Projekt Neubau BSS in Basel. Er lag damit über dem Vorjahreswert (134,2 Mio. CHF). Die Investitionen betrafen zu 42,7% Neubauten und zu 57,3% die Sicherstellung des Wert- und Funktionserhalts. Es wurden keine Drittmittel für Immobilien des Bundes eingesetzt. Aus dem Finanzierungsbeitrag wurden Investitionen in Höhe von 96,3 Mio. CHF in die nutzerspezifischen Betriebseinrichtungen im Eigentum der Institutionen getätigt. Diese Investitionen wurden ergänzt durch Drittmittel in der Höhe von 16,1 Mio. CHF. Das gesamte 2019 durch den ETH-Bereich ausgelöste Bauvolumen betrug 332 Mio. CHF (s. Abb. 25, S. 97). Für die kalkulatorische Miete der Immobilien des Bundes erhielt der ETH-Bereich 2019 einen Unterbringungskredit von 243,8 Mio. CHF. Die Grafik Mittelherkunft (Abb. 25, S. 97) zeigt, aus welchen Quellen die für Bauten im ETH-Bereich eingesetzten Mittel seit 2010 stammen. Die jährlichen Schwankungen hängen mit der Vergabeart und dem Umfang der aktuellen Bauprojekte zusammen. Das mit Investorenmitteln finanzierte Projekt PARK INNOVAARE beim

PSI wurde 2019 gestartet. Das Investitionsvolumen des Investors für die erste Etappe beträgt ca. 160 Mio. CHF.

Bauprogramm 2020: Grossvorhaben ETH-Bereich

Für geplante neue Bauvorhaben beantragt der ETH-Bereich die notwendigen Verpflichtungskredite mit dem jährlichen Bauprogramm. Die eidgenössischen Räte genehmigten diese mit dem Bundesbeschluss BB Ia über den Voranschlag 2020. In dem 2019 vom ETH-Rat beantragten und am 12. Dezember 2019 vom Parlament genehmigten Bauprogramm 2020 von total 211,2 Mio. CHF (Gesamtkredit) sind die beiden folgenden Grossvorhaben enthalten: Für die Realisierung des Kältenetzes Zürich Zentrum (EKZ) – das Kernstück des Masterplans Energie ETH Zentrum – wurden 15,2 Mio. CHF beantragt. Damit wird die für den Betrieb der Forschungsinfrastrukturen erforderliche stabile und zuverlässige Kälteversorgung gewährleistet und die Nachhaltigkeit der Energieversorgung erhöht. Längerfristig ist auch die Nutzung von Seewasser angedacht und in der Planung berücksichtigt. Der Neubau des Discovery Learning Lab EL (DLL EL) in Lausanne Ecublens für 15,0 Mio. CHF ist das zweite Grossbauvorhaben. Es handelt sich hierbei um eine Arbeitsinfrastruktur, die die Entwicklung innovativer Bildungsprojekte sowie Lehr- und Lernmethoden und deren Umsetzung in der Praxis ermöglichen soll. Das von der EPFL initiierte Discovery-Learning-Programm wird hier aufgrund des nachweislichen Erfolgs auch dem Departement Ingenieurwissenschaften zur Verfügung gestellt. Der beantragte Rahmenkredit 2020 beträgt 181,0 Mio. CHF. Rahmenkredite erlauben es, bauliche Projekte bis zu einer Grösse von 10 Mio. CHF auszuführen sowie Vorhaben über 10 Mio. CHF zu planen.

Wert- und Funktionserhaltung

Die Wert- und Funktionserhaltung des Immobilienbestands des ETH-Bereichs ist eine gesetzliche Aufgabe des ETH-Rats und liegt im Interesse des Bundes als Eigentümer der Immobilien und des gesamten ETH-Bereichs als deren Nutzer. Der Zustand der einzelnen Objekte wird mit einer branchenüblichen Methode er-

Strategisches Immobilienmanagement im ETH-Bereich

Eine leistungsfähige Gebäudeinfrastruktur ist eine zentrale Voraussetzung dafür, dass die beiden ETH und die vier Forschungsanstalten ihre Ziele in Lehre und Forschung erreichen und ihren Leistungsauftrag sowie die geforderten Qualitätsansprüche erfüllen können. Die Immobilien des ETH-Bereichs sind Eigentum des Bundes. Jährlich wird im Budget der Investitionskredit für Bauten zweckgebunden separiert. In der Rechnung des Bundes wird er beim EFD (BBL) abgebildet. Der ETH-Rat nimmt als eines der drei Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes treuhänderisch die Eigentümerrolle wahr. Er ist für das Immobilienportfolio des ETH-Bereichs verantwortlich und stimmt das strategische Immobilienmanagement mit den Institutionen ab, um die Funktionstüchtigkeit des Immobilienportfolios mittel- und langfristig sicherzustellen und auch dessen kulturellen Wert zu erhalten.

Im Mittelpunkt des Aufgabenspektrums stehen die bedarfsgerechte Planung und die rechtzeitige Realisierung von Neubauten, Umbauten und Sanierungen. Der Wert- und Funktionserhalt ist das Ergebnis einer bedarfsorientierten Planung, die sich – auch im Interesse des Eigentümers – an Kosten-Nutzen-Überlegungen sowie einem entsprechenden Controlling auf Stufe ETH-Rat orientiert. Der Eigentümer nimmt über die Berichterstattung des ETH-Rats davon Kenntnis. Der ETH-Bereich bekennt sich zu einer nachhaltigen Entwicklung seines Immobilienbestands und damit zu einem nachhaltigen Immobilienmanagements. Er folgt damit dem Auftrag gemäss Art. 73 der Bundesverfassung sowie der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes.

fasst, auf Portfolioebene kumuliert und dem mehrjährigen Trend gegenübergestellt. Trotz des teilweise hohen Alters der Gebäude und deren intensiver Nutzung ist der 2019 ermittelte Zustandswert von rund 83% in Relation zum Neuwert weiterhin auf einem konstant hohen Niveau (s. Abb. 26, S. 97). Der Sanierungsaufwand ist vor allem für die historischen Gebäude teilweise beträchtlich und führt zu anspruchsvollen Bauprojekten. Zurzeit sind Sanierungsprojekte im Wert von über 369 Mio. CHF im Investitionsplan Immobilien 2020–2023 aufgeführt. Diese lösten 2019 ein Investitionsvolumen von rund 125 Mio. CHF aus. Zusätzlich wurden laufende Unterhaltsarbeiten in Höhe von rund 50 Mio. CHF aus dem Finanzierungsbeitrag ausgeführt. Damit weist der ETH-Bereich 2019 seinen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit der vom Bund zur Verfügung gestellten Bausubstanz nach.

Koordinationsaufgaben

2019 koordinierte der Stabsbereich Immobilien des ETH-Rats die Anliegen der Bundesämter und Institutionen des ETH-Bereichs bei der Entwicklung von Normen, Standards und Richtlinien zur Planung, Realisierung und zum Betrieb der Immobilien. Dabei wurde eine adäquate Mitwirkung der Institutionen bei Themen wie dem Beschaffungs- und Vertragswesen, dem Schutz kritischer Infrastrukturen sowie der Anwendung der BIM-Methode (Building Information Modeling) sichergestellt. Weitere Schwerpunkte lagen 2019 bei Themen der Nachhaltigkeit, wie der Strategie Baukultur des Bundes, der Überarbeitung des Landschaftskonzepts, der Umsetzung der Aufträge aus dem Klimapakete der Bundesverwaltung oder der Weiterführung des Energieeffizienzprogramms «Energie-Vorbild». Der ETH-Rat ist Mitglied in der Fachstelle für Hochschulbauten (FHB) des Hochschulrats der Schweizerischen Hochschulkonferenz. Diese legt die Bauinvestitions- und Baunutzungsbeiträge des Bundes fest.

Governance

2019 wurde erstmals vom Stab des ETH-Rats ein Bericht über die Risiken im Immobilienmanagement erstellt. Zusammen mit den sechs Institutionen wurde das Immobilienportfolio systematisch nach Risiken für den Eigentümer überprüft und es wurden gezielte Massnahmen festgelegt, um die identifizierten Risiken zu mindern. Der Bericht wurde vom Auditausschuss genehmigt und vom ETH-Rat zur Kenntnis genommen. Diese Risikoanalyse erbringt den Nachweis eines sorgfältigen Umgangs mit den zur Nutzung überlassenen Immobilien des Bundes.

Der im Vorjahr begonnene Prüfauftrag zur allfälligen Eigentumsübertragung der Immobilien vom Bund an den ETH-Bereich wurde 2019 vom ETH-Rat mit externer Unterstützung vertieft. Gemäss Beschluss des Bundesrats soll der Prüfauftrag bis Sommer 2020 abgeschlossen sein.

Der Bundesrat fällte im Juli 2019 mehrere Beschlüsse, die auch Auswirkungen auf den ETH-Bereich und dessen Immobilienmanagement haben. Mit den «strukturellen Reformen» wurden alle Bau- und Liegenschaftsorgane verpflichtet, zukünftig den Ansatz des Shared Space für eine weitgehende Flexibilisierung bei Standardarbeitsplätzen zu prüfen. Ein entsprechendes Einführungskonzept ist in Erarbeitung. Zudem soll mit einem zu entwickelnden Steuerungsmodell eine effiziente Flächennutzung erreicht werden. Mit dem Klimapakete verabschiedete der Bundesrat Ziele und Massnahmen, die eine weitere Senkung des CO₂-Ausstosses im Fokus haben (s. Abschnitt Umwelt und Energie, rechts).

Ein grosser Fortschritt wurde zusammen mit den Institutionen im Projekt Minimalstandards im Management von Bauprojekten erreicht. Mit der Vereinheitlichung der Steuerungsinstrumente und dem Genehmigungs- und Berichtswesen soll die Qualität der Bauprojekte weiter erhöht und die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten vereinfacht werden. Hier stellt sich auch die Herausforderung der zunehmenden Digitalisierung der Prozesse z. B. durch die BIM-Methode.

Umwelt und Energie

Der Klimaschutz im Fokus

Mit der aktiven Teilnahme an der Initiative des Bundes «Energie-Vorbild» (VBE) unterstreicht der ETH-Bereich seit 2014 sein Engagement zur Umsetzung der Energiestrategie 2050. Per Ende 2018 erreichte der ETH-Bereich eine Effizienzsteigerung von 35,4% gegenüber 2006. Das Ziel der Initiative bis 2020 lautet 25% und ist damit bereits vor Ende der Periode übertroffen. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch wurde im gleichen Zeitraum von 44% auf 76% gesteigert. Der Strombedarf wird bereits zu 86% durch erneuerbare Energieträger gedeckt. Bedingt durch das kontinuierliche Wachstum des ETH-Bereichs hat im gleichen Zeitraum der absolute Endenergieverbrauch um 7,7% zugenommen. Zusammen mit den Institutionen hat der Stabsbereich Immobilien des ETH-Rats bereits die Ziele und Massnahmen für das Folgeprogramm VBE 2020–2030 erarbeitet und festgelegt.

Der Bundesrat beschloss im Juli 2019 das Klimapakett mit einem klaren Bekenntnis zum Klimaschutz und der dazu notwendigen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Dieses basiert auf den Massnahmen des Konzepts VBE 2020–2030, verschärft jedoch für die Akteure der Bundesverwaltung die entsprechenden Ziele. Die CO₂-Emissionen sollen bis 2030 gegenüber 2006 um 50% reduziert werden. Die restlichen nicht-vermeidbaren Emissionen sollen kompensiert werden. Damit will der Bund bereits 2030 die «Klimaneutralität» erreichen. Die Stossrichtungen der Massnahmen im ETH-Bereich betreffen die Strom- und Wärmeproduktion, die Gebäudetechnik und die energetische Sanierung der Gebäude im Portfolio. Neben den gebäudespezifischen Massnahmen soll der ETH-Bereich auch bei der Mobilität bis Mitte 2020 einen Absenkpfad für CO₂-Emissionen aus dem Flugverkehr sowie einen Aufbauplan für Fahrzeuge mit Antriebssystemen für erneuerbare Energien und die dazu notwendige Ladeinfrastruktur festlegen. Die Erarbeitung dieser Konzepte wurde im Berichtsjahr in Angriff genommen und berücksichtigt bereits laufende oder abgeschlossene Massnahmen im Energie- und Umweltmanagement der Institutionen.

Die ETH Zürich wendet für Neubauten und Gesamtsanierungen konsequent den SGNi und/oder den Minergie-ECO-Zertifizierungsstandard an. Im Rahmen des weiteren Ausbaus des Energienetzes nahm sie 2019 die grösste Energiezentrale «HI» in Betrieb. Die Eawag erstellt ihre Gebäude ebenfalls mindestens im Minergie-ECO-Standard. Die WSL hat am Standort Davos die Ölheizung durch eine Grundwasserwärmepumpe ersetzt und produziert nun sämtliche Wärme zu 100% erneuerbar. Das PSI gewinnt über 50% der Heizwärme aus Abwärme der eigenen Grossforschungsanlagen und bezieht die restliche Wärme aus dem Fernwärmenetz. Auf dem Weg zum gleichen Ziel hat die EPFL die Bauarbeiten für die Erneuerung der Wärme- und Kälte-

zentrale mit einer Seewasser-Wärmepumpe begonnen. Ein wesentlicher Beitrag an die Effizienzsteigerung der EPFL wird das neue geplante Rechenzentrum darstellen. Über der Energiezentrale gebaut, wird es künftig mithilfe des kalten Seewassers gekühlt und die von den Servern produzierte Abwärme an die Energiezentrale zur Rückgewinnung zurückgeben. Ein Masterplan Energie befindet sich auch auf dem Areal der Empa-Eawag in Dübendorf in der Umsetzung. 2019 konnte die neue Wärmepumpe in Betrieb genommen werden, die die im Mitteltemperaturnetz oder im saisonalen Speicher gespeicherte Wärme effizient in Hochtemperatur veredelt.

Die Institutionen haben bereits seit längerem die Mobilität im Allgemeinen und den Flugverkehr im Speziellen als eine der grössten Quellen von CO₂-Emissionen identifiziert und betreiben ein Mobilitätsmanagement zur Förderung der nachhaltigen Mobilität. Die Flugstrecken werden von allen Institutionen erfasst und die Emissionen aus Flugreisen grösstenteils kompensiert. Eine eigene Mobilitätsplattform koordiniert bei der ETH Zürich und bei der EPFL die Aktivitäten für eine nachhaltige Mobilität. Zu den wichtigen Initiativen in diesem Bereich gehören das Flugreisen-Projekt und die aktive Unterstützung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Bike-Sharing-Angeboten oder der Elektromobilität. Ziel der ETH Zürich für den Zeitraum 2019–2025 ist eine Pro-Kopf-Reduktion der flugbedingten CO₂-Emissionen von 11% gegenüber dem Durchschnittswert zwischen 2016–2018. Die EPFL zielt mit der Lancierung des Projekts «Travel less without loss» ebenfalls auf die Reduktion des CO₂-Fussabdrucks ab, durch die Wahl des nachhaltigsten Transportmittels oder den vermehrten Einsatz von Videokonferenzen, ohne dabei die wissenschaftliche Exzellenz zu schmälern. An der Eawag läuft unter dem Namen «Fly Aware» eine Initiative zur Reduktion der Geschäftsflüge. Das PSI hat diverse Massnahmen im Bereich Mobilität umgesetzt, so z. B. den Ausbau der Bus-Direktlinie Brugg-PSI, die Einführung eines E-Bike-Mietangebots und den Ausbau der Ladeinfrastruktur auf 40 Ladestationen für Elektrofahrzeuge von Besucherinnen und Besuchern sowie Mitarbeitenden. Der Anteil an elektrisch betriebenen Dienstfahrzeugen des PSI konnte auf über 30% erhöht werden, womit der Zielwert von 20% für 2022 bereits übertroffen wurde.

Die Institutionen streben eine zusätzliche Reduktion des ökologischen Fussabdrucks an. Potenzial bietet zum Beispiel die Campusverpflegung. Hier kann durch gezielte Massnahmen, wie den Ausbau des vegetarischen und veganen Angebots, die Reduktion von Food Waste sowie die Förderung von regionalen und saisonalen Produkten in Verbindung mit der Sensibilisierung der Gäste, ebenfalls eine bessere Umweltbilanz erzielt werden.

Strategisches Ziel

ARBEITSBEDINGUNGEN, CHANCENGLEICHHEIT UND WISSENSCHAFT- LICHER NACHWUCHS

Führungskultur und Chancengleichheit waren 2019 die wichtigsten Themen der Personalpolitik des ETH-Bereichs. Alle Institutionen haben weitere Massnahmen zur Erhöhung des Frauenanteils in den MINT-Fächern und zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf umgesetzt. Die Sensibilisierung für die Themen Führung, Betreuung, Anstellung und Respekt konnte in allen Institutionen deutlich erhöht werden.

Schwerpunkte 2019:

Führungskompetenz und Chancengleichheit

Verschiedenste Massnahmen zur Stärkung einer unterstützenden und nachhaltigen Personalpolitik wurden im gesamten ETH-Bereich umgesetzt. Das Programm «Leadership Development» der ETH Zürich stellt die Führungsqualität insbesondere bei Professorinnen und Professoren in den Vordergrund. Die EPFL führte Managementtrainings zum Aufbau der Führungskompetenz von Professorinnen und Professoren sowie von Kadermitarbeitenden durch. Darüber hinaus setzte sie 2019 einen zweijährigen Aktionsplan zur Digitalisierung von HR-Prozessen um. Der Fokus des PSI, der Empa und der Eawag lag auf der Stärkung der Führungsausbildungen und Fachkarrieren, der Verbesserung der Betreuung und Karrierebegleitung von Doktorierenden und Postdocs, der Stärkung der Themen Diversity & Inclusion sowie auf der Förderung von Frauenkarrieren in MINT-Fächern. Zur Steigerung des Frauenanteils in Forschung und Führungspositionen verabschiedete die WSL einen «Gender Action Plan», der Massnahmen zur Rekrutierung, «Career Path Mea-

asures», für Mentoring und zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf aufzeigt. Die interne Weiterbildung der Eawag bot ebenfalls 34 verschiedene Veranstaltungen zu den Themen Führungskompetenz und Chancengleichheit an. Das neu geschaffene Career Center des PSI unterstützt Nachwuchsforschende bei ihrer Karriereentwicklung durch Beratungsangebote und eine intensive Vernetzung mit regionalen Unternehmen im Bereich Spitzentechnologie und Forschung.

Weiterentwicklung des Lohnsystems

Die Grundlagen des Lohnsystems wurden im gesamten ETH-Bereich mit überarbeiteten Anforderungsprofilen präzisiert und die Teilrevision der Personalverordnung PVO-ETH wurde weiter vorangebracht. Die beiden Hochschulen ETH Zürich und EPFL sowie die Forschungsanstalten PSI, WSL, Empa und Eawag schlossen sich 2019 der Charta der Lohngleichheit im öffentlichen Sektor an. Die EPFL unterzog sämtliche IT-Berufe einer systematischen Überprüfung, um die Konsistenz, Fairness und Wettbewerbsfähigkeit bei den Gehältern zu gewährleisten.

Kaderförderung und Managemententwicklung

Die ETH Zürich offeriert Professorinnen und Professoren sowie Vorgesetzten neue Angebote im Bereich Schulung und Coaching. Auch für wissenschaftliche und technisch-administrative Mitarbeitende entwickelte sie zusätzliche Angebote. Im Rahmen der bestehenden Veranstaltungsreihe «Leadership for Faculty» für Professorinnen und Assistenzprofessoren führte sie Führungsseminare «Leadership for New Faculty» für neue Professorinnen und Assistenzprofessoren ein. Zudem bietet sie für die Führungskräfte ohne Weisungsbefugnis «Lateral Leadership» Kurse an.

Die EPFL führte mit Tenure-Track-Assistenzprofessorinnen und -professoren ein selbst entwickeltes Managementtraining bestehend aus individuellem Coa-

ching und Personalmanagement durch. Führungskräfte schulte sie in den Bereichen emotionale Intelligenz, kollektive Leistung, Konfliktmanagement, Rekrutierungserfolg, Change-Management und Führung. Gemeinsam mit der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) führt das PSI seit 2017 die Weiterentwicklung der CAS-Ausbildung «Leadership in Science» für Führungskräfte und Spezialisten durch. Spezifisch für die Fachlaufbahn entwickelte es das Expert-Development-Programm nach industriellem Vorbild zur Förderung von Fachleuten weiter. Führungskräfte der WSL, der Empa und der Eawag werden in Managementtrainings und individuellen Coachings weitergebildet und haben die Möglichkeit, am CAS «Leadership in Science» der FHNW teilzunehmen.

Wissenschaftliche Laufbahn

Seit 2017 werden Rollenprofile und Laufbahnen für unbefristet angestellte wissenschaftliche Mitarbeitende (Senior Scientists) an der ETH Zürich und der EPFL diskutiert und präzisiert. Damit erhöhte sich die Transparenz der Anforderungen und Entwicklungsperspektiven wesentlich und Postdocs und Oberassistenten erhalten Klarheit über die mögliche akademische Entwicklung an den Hochschulen. Nach spätestens vier bis fünf Jahren befristeter Anstellung führen WSL, Empa und Eawag obligatorische Laufbahngespräche durch, in denen konkrete Massnahmen und Chancen für eine längerfristige Karriere diskutiert werden. Das PSI überprüfte 2019, wie sich die Wahrnehmung der Entwicklungsmöglichkeiten verändert hat, und stellte fest, dass sich die Erwartungen der Mitarbeitenden an die eigenen Entwicklungsmöglichkeiten und Zukunftsperspektiven, aber auch an die Führung und Zusammenarbeit erheblich erhöht haben.

Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Zur Förderung des internationalen wissenschaftlichen Austauschs organisierte und unterstützte die WSL 2019 neun internationale Summer und Winter Schools im In- und Ausland. Zum 30. Mal führte sie die «Europäische Dendroökologische Feldwoche» durch. Zudem zählt die WSL zu den elf internationalen Partnerorganisationen im Innovative Training Network (ITN) «Micro-Arctic», das die nächste Generation von Expertinnen und Experten für arktische Mikrobiologie und Biogeochemie ausbildet. Auch am PSI startete 2019 ein neues «TubInTrain» (ITN), das mit Partnern aus sechs europäischen Ländern ein multidisziplinäres Doktorandenprogramm im Bereich neurodegenerative Krankheiten und Neurotoxizität aufbaut. Mit der Online-Plattform WSL-junior.ch, dem kihz-Sommer-Camp und dem «Junior Research» Angebot in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich lernen Kinder die Welt der Forschung kennen. PSI, Empa und Eawag führten ebenfalls Ferien-camps für Kinder im Primarschulalter durch. Am Nationalen Zukunftstag begeistern sich Jahr für Jahr unzählige Kinder an allen Institutionen für Wissenschaft und Forschung. Zur Stärkung des Aspekts des «Seitenwechsels» lancierte das PSI am Zukunftstag

eine Posterkampagne mit Porträts von Frauen in MINT-Berufen.

Karrieremöglichkeiten für alle Funktionsgruppen

Zur Karriereentwicklung in Zeiten von «lifelong learning», zum Erhalt der Arbeitsmarktfähigkeit oder bei Umschulungsbedarf steht Vorgesetzten und Mitarbeitenden im gesamten ETH-Bereich ein breites Weiterbildungs- und Beratungsangebot zur Verfügung. ETH Zürich und EPFL bieten individuelles Coaching im Bereich Führung, Laufbahn, Zusammenarbeit und Konfliktmanagement sowie massgeschneiderte Angebote der Teamentwicklung für Vorgesetzte in allen Funktionsstufen an. Externe Weiterbildungen werden finanziell und zeitlich unterstützt. Vorgesetzte sind dazu angehalten, Mitarbeitende in ihrer Entwicklung zu fördern. Es werden Seminare zur Verbesserung der Gesprächsführung und der Vertretung eigener Anliegen angeboten. Das PSI beteiligt sich am nationalen «Transferable Skills Programme» zur Förderung von überfachlichen Fähigkeiten für Doktorierende und Postdocs. Für junge Wissenschaftler mit Tenure Track der Empa ist die Teilnahme obligatorisch. Als Diskussionsgrundlage für Entwicklungs- und Karrieremöglichkeiten hat die Eawag 2019 spezifische Personalgesprächsbogen pro Funktionsgruppe erstellt.

Betreuung von Doktorierenden und Postdoktorierenden

Die Anstellungsbedingungen und die Betreuung von Doktorierenden und Postdoktorierenden wurden im gesamten ETH-Bereich detailliert überprüft und angepasst. Die in Überarbeitung befindliche Doktoratsverordnung der ETH Zürich stellt Massnahmen wie Co-Betreuung, Zulassungskolloquium sowie verbindliche und regelmässige Standort- und Mitarbeitendengespräche mit den Elementen «Progress Report», Zusammenarbeit und Entwicklung zur Diskussion. Die ETH Zürich startete das Projekt «Wissenschaftliche Laufbahn, Förderung und Entwicklung von Postdoktorierenden und Oberassistenten». Aufgaben- und Entwicklungsprofile sollen auch an der EPFL geschärft, Führung und Betreuung verstärkt und die akademische und berufliche Laufbahn gefördert werden. Das PSI entwickelte das Konzept «Professional Development Support» zur Betreuung von Doktorierenden und Postdocs weiter, das u. a. die obligatorische Schulung für Personen mit Betreuungsaufgaben beinhaltet. Der Onlinekurs «Ethics in Research» ist seit Mitte 2019 für alle PSI-Postdocs obligatorisch. Mit der Erarbeitung eines Leitfadens für Doktorierende und deren betreuende Personen spricht sich die WSL für Qualitätsaspekte allgemeiner Gültigkeit zugunsten eines erfolgreichen Doktorats aus. Im Rahmen des PhD-Clubs profitieren Doktorierende von massgeschneiderten Weiterbildungsangeboten. Neben der alljährlich stattfindenden persönlichen Entwicklungsplanung bieten die Empa und die Eawag Doktorierenden und Postdocs spezifische Kurse zur Planung ihrer beruflichen Laufbahn an. Die Empa hat eine umfassende interne Re-

gelung zur Entwicklung und Betreuung von Doktorierenden erlassen, die die Qualität der Ausbildung weiter steigert. Die Eawag überarbeitet kontinuierlich ihr vielfältiges Betreuungsangebot für Doktorierende und Postdoktorierende.

Inländisches Arbeitskräftepotenzial

Die gültigen Vorschriften zur Stellenmeldepflicht werden im gesamten ETH-Bereich seit 1. Juli 2018 umgesetzt. Die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben und Empfehlungen werden bei der Rekrutierung neuer Mitarbeitender berücksichtigt. Offene Stellen im kaufmännischen und technischen Bereich werden auf Schweizer Stellenplattformen publiziert und den Regionalen Arbeitsvermittlungen (RAV) gemeldet.

Berufliche Integration

Der gesamte ETH-Bereich beschäftigt Menschen mit Einschränkungen und stellt Stellen für Arbeits- und Praxisversuche zur Verfügung. Das Projekt «Hindernisfreiheit» der ETH Zürich soll einen barrierefreien Zugang zu Studium und Arbeit sicherstellen. Die ersten zwei Teilprojekte mit Schwerpunkt Gebäudezugang und Beeinträchtigungen des Sehens und Hörens befinden sich in Umsetzung. Unterstützungsangebote zum Nachteilsausgleich werden präzisiert und ausgebaut. Beratung und Begleitung zur Reintegration am Arbeitsplatz haben auch beim PSI zu einer hohen Reintegrationsquote geführt. Die WSL prüft bei arbeitsplatzbezogener Arbeitsunfähigkeit interne Umplatzierungen und ermöglicht Arbeitsversuche im Rahmen von IV-Wiedereingliederungsmassnahmen. Die Empa und die Eawag integrieren erkrankte Mitarbeitende mit einem angepassten Aufgabenprofil und evaluieren eine der persönlichen Situation entsprechende Beschäftigungssituation.

Umsetzung der Chancengleichheit

Projekte wie «Smart Staffing – Hinder Bias» zur Überprüfung und weiteren Optimierung von offenen, transparenten und leistungsabhängigen Rekrutierungsprozessen, das Mentoring-Programm für Frauen mit Führungsambitionen, die Einbettung eines «Diversity-Moduls» in die Führungskräfteausbildung, bei dem auch «Unconscious Bias» ein Thema ist, sowie die Weiterführung des «Fix-the-Leaky-Pipeline»-Programms zeigen, dass Diversity- und Chancengleichheitsthemen im ETH-Bereich sehr präsent sind. Die ETH Zürich stellt die finanziellen Mittel für zehn zusätzliche Professuren zur Gewinnung von Spitzenforscherinnen als Professorinnen zur Verfügung. In jeder Berufungskommission sind mindestens zwei Professorinnen vertreten. Langfristig soll bei der Rekrutierung von Professorinnen ein Frauenanteil von 50 % erzielt werden. Die EPFL erstellte anlässlich ihres 50-jährigen Bestehens Porträts von 50 Professorinnen und fünf Alumnae, um die Beteiligung von Frauen in technischen Wissenschaften hervorzuheben. Einige der Professorinnen wurden in Kurzfilmen des französischsprachigen Schweizer Fernsehens (RTS) porträtiert. Anlässlich des Frauenstreiks am 14. Juni 2019 fanden Podiumsdiskussionen an der ETH Zürich, der EPFL und der WSL statt. Mittels einer Poster-Aktion wurden am Streiktag diverse aktuelle Zahlen und Statistiken zum Frauenanteil insgesamt, in Führungspositionen und in der Wissenschaft erstellt und allen Mitarbeitenden zugänglich gemacht. Die WSL hat sich am St. Gallen Diversity Benchmarking beteiligt. Die Resultate dieser Analyse flossen 2019 in den neu lancierten Gender Action Plan ein. Das PSI führt für jede Führungsfunktion mindestens eine Kandidatin auf der Shortlist auf. Zusätzlich wird in strategie- und laufbahnrelevanten Gremien ein Frauenanteil von 15 bis 20 % angestrebt und die Umsetzung dieser

Anlässlich ihres 50-jährigen Bestehens porträtierte die EPFL 50 Professorinnen und fünf Alumnae, um die Beteiligung von Frauen in technischen Wissenschaften hervorzuheben.

> EPFL



Vorgabe überprüft. Auch die Empa und die Eawag, die 2019 die «Respekt-Kampagne» durchführten, achteten auf Diversität und Chancengleichheit in allen Anstellungskategorien.

Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Das Betreuungsangebot für Kinder ist im gesamten ETH-Bereich sehr familienfreundlich. Die ETH Zürich hat das Pilotprojekt «flexible Kinderbetreuung» im Hochschulzentrum in ein ständiges Angebot umgewandelt. Für die Notfallbetreuung startete im Januar 2020 ein Pilotprojekt. Ein Beratungsangebot mit dem Fokus Vereinbarkeit von Familie, Studium und Beruf wird per 1. Januar 2020 mit der Fachstelle UND lanciert. Mit den Robert-Gnehm-Stipendien unterstützt die EPFL Postdoktoranden-Eltern in der frühen Phase der Elternschaft, damit diese mehr Zeit für ihr Kind aufwenden und gleichzeitig ihre wissenschaftliche Arbeit reduzieren können. Auch PSI-Mitarbeitende profitieren vom umfassenden flexiblen Betreuungsangebot der Stiftung kihz (kihz Flex, kihz Mobil). Die WSL hat 2019 die Ferienwoche mit «kihz» weitergeführt, die Eltern aus dem ganzen ETH-Bereich ermöglicht, während den Schulsommerferien zu arbeiten und ihre Kinder durch ein professionelles Team an der WSL betreuen zu lassen. Die Empa wurde mehrfach für ihre familienfreundlichen Anstellungsbedingungen ausgezeichnet: mit dem Prädikat «Familie UND Beruf» mit der Einstufung «Best Practice»; mit dem «Prix BalanceZH» und mit dem «HR Excellence in Research» der Europäischen Kommission. Auch die Eawag hat eine Standortbestimmung zur Familienfreundlichkeit mit der Fachstelle UND vorgenommen. Sie unterstützt die Mitarbeitenden in der Vereinbarkeit von Beruf und Familie und erzielte dadurch bereits Ende 2018 ein Glanzresultat in der Personalbefragung.

Förderung von Diversity

Die ETH Zürich konzipierte 2019 diverse Massnahmen, die 2020 umgesetzt werden sollen, wie Workshops zur Diversity-Förderung, Integration eines Moduls zum Diversity Management in der geplanten Führungskraftausbildung und ein Mentoring-Projekt für ausländische Doktorierende aus Drittstaaten. Im Herbst 2019 wurde eine Sensibilisierungskampagne zu den Themen «Vielfalt/Diversity» und «Unconscious Bias» lanciert. Im Mittelpunkt der Aktivitäten zur Förderung einer Kultur der Gleichstellung und Integration standen bei der ETH Zürich und bei der EPFL der Austausch und Dialog. Die Schulleitungen waren bei den Aktivitäten auf beiden Campus am Frauenstreiktag des 14. Juni anwesend und ermöglichten auch den Mitarbeitenden die Teilnahme. Diversity-Themen wurden während eines Roundtables aufgegriffen, um strategische Fragen für die Institution zu diskutieren. Konkrete Vorschläge wurden für 2020 aufgenommen. Das PSI belegte am Diversity-Index 2018 der Hochschule Luzern den 2. Platz. Die daraus resultierenden Ergebnisse dienen der Standortbestimmung und Definition von weiterführenden Schwerpunkten und Aktionsfel-

dern. An der Neujahrsinformation 2019 erfolgte die Übergabe des Diversity Award für Führungskräfte. An der WSL wurden diverse Massnahmen konzipiert, die 2020 umgesetzt werden sollen. Unter anderem wurden Konzepte für Workshops zur Diversity-Förderung (Reduzieren des «Unconscious Bias»), Sprachkurse sowie ein Mentoring-Projekt für ausländische Doktorierende v. a. aus Drittstaaten erarbeitet. Auch die Empa und die Eawag setzen auf Kaderstufe auf die ausgewogene Vertretung aller Geschlechter. Chancengleichheit und Diversity-Themen werden laufend weiterentwickelt und den Bedürfnissen angepasst.

Arbeitssicherheit, Schutz der Persönlichkeit und der Gesundheit

Alle Institutionen bieten umfassende Beratungsangebote für Vorgesetzte und Mitarbeitende bei Langzeitabwesenheit, zur Reintegration und zum Schutz der Persönlichkeit. Die ETH Zürich schuf die Stelle eines Arbeitsmediziners, der zur Sicherstellung und Schulung des Gesundheitsschutzes in Labors und Werkstätten tätig ist. Der Arbeitsschutz in der Schwangerschaft, die gesundheitliche Überprüfung bei Eintritt in die Berufsbildung sowie Angebote bei psychosozialen Belastungen sollen damit verbessert werden. Die Unterstützung bei Langzeitabwesenheit und Reintegration wurden weiter ausgebaut. Die EPFL überprüfte ihre Strukturen und Verfahren in Bezug auf jegliche Art von «Belästigung». Sie richtete die Stelle «Respekt» sowie ein unterstützendes Netzwerk mit spezifischen Kontakten ein. Das PSI führte die im Projekt Safe@Work initiierten Massnahmen wie die gezielte Ausbildung von Führungskräften und die periodische Durchführung von Sensibilisierungskampagnen weiter. Seit 2019 gibt es eine obligatorische Schulung für Führungskräfte in den Themen Gesundheitsschutz und Prävention. Schulungen und Workshops wie «Baumklettern» der WSL oder der Gesundheitstag im Sommer 2019 führen auch die Empa und die Eawag durch.

Ausbildung von Lernenden

Die ETH Zürich stellte 2019 170 Lehrstellen in 15 Berufsfeldern in Lehrwerkstätten und Lehlabs zur Verfügung. Die neu gestalteten Einführungswochen tragen zu einem guten Einstieg in die Arbeitswelt bei. Die EPFL bildet über 100 Lernende aus. Zur Rekrutierung künftiger Lernender wurde für Schulabgängerinnen und Schulabgänger ein eigenes Praktikumsportal geschaffen. Das PSI bildet über 100 Lernende in 15 Berufen aus und bietet seit Kurzem Lehrstellen für junge Menschen mit Handicaps oder wenig erfolgreichem Schulabschluss an. Die Lernenden des PSI werden regelmässig mit regionalen und nationalen Preisen ausgezeichnet, wie bei den SwissSkills 2019 mit einer Silbermedaille (Elektroniker) und zwei Diplomen mit jeweils dem 5. Platz (Elektroniker und Informatiker). Bei der Teilnahme am Nationalen Wettkampf 2019 «Schweizer Jugend forscht» wurde das beste Prädikat «hervorragend» (Elektroniker, 4. Lehrjahr) erreicht. Die WSL bot 2019 Lehrstellen für 15 Lernende in Bir-

mensdorf und Davos an. Sie unterstützt Leistungsschwächere mit zusätzlichen Betreuungsprogrammen für einen erfolgreichen Lehrabschluss. Die Empa gehört gemäss einer Untersuchung von «Great Place to Work» zu den besten Lehrbetrieben der Schweiz. Über 40 Lernenden in zehn verschiedenen Berufen bietet die Empa eine breite, fundierte und abwechslungsreiche Berufsausbildung. Die Eawag bildete 25 Lernende aus und beugt der Jugendarbeitslosigkeit vor, indem sie Lernenden nach deren Lehrabschluss eine befristete Weiterbeschäftigung ermöglicht.

Fazit, Ausblick und Ziele

Die Sensibilisierung für die Themen Führung und Respekt, Betreuung und Anstellung ermöglicht einen frühzeitigen konstruktiven Umgang mit Herausforderungen in der Führung und Zusammenarbeit. Zur Verbesserung der Beratung und zur Schlichtung in kritischen Führungs- und Zusammenarbeitssituationen haben alle Institutionen weitere Massnahmen wie Beratungsstellen und Kampagnen initiiert. Zudem wird 2020 eine Schlichtungskommission gemäss Gleichstellungsgesetz für den ETH-Bereich eingeführt. Diversity und Chancengleichheit rückten 2019 noch mehr in den Mittelpunkt. Für einen respektvollen Umgang miteinander und Gender-Themen (LGBTQIA+) wird sich der ETH-Bereich weiterhin engagieren.

Das politische Klima zwischen der Schweiz und der EU und dessen Auswirkung auf die bilateralen Verträge ist aufmerksam zu verfolgen, damit Änderungen in den relevanten Gesetzgebungen rechtzeitig in die Planung einbezogen und berücksichtigt werden können.

Kennzahlen Personal

Am 31. Dezember 2019 belief sich der Personalbestand im ETH-Bereich auf 22 599 Arbeitsverhältnisse (AV) bzw. auf 19 440,2 Vollzeitstellen (FTE) (s. Abb. 18, S. 94). Mit einer Zunahme von 250 AV (+1,1%) oder 319,8 FTE pendelte sich das ausgewiesene Personalwachstum auf dem Niveau der früheren Jahre ein. Erwartungsgemäss fiel der Personalzuwachs 2019 tiefer aus als im Vorjahr, denn 2018 lag er markant über den üblichen Werten von zwischen 2% und 3% aufgrund der systembedingten zusätzlichen 515 AV der ETH Zürich. Das wissenschaftliche Personal inklusive Doktorierende bleibt mit 13 617 AV (11 608,0 FTE) unverändert die deutlich grösste Funktionsgruppe im ETH-Bereich (60,3% des Gesamtpersonalbestands, s. Abb. 18, S. 94), gefolgt von den technischen Mitarbeitenden, die mit 3954 AV (3591,8 FTE) 17,5% des Personalbestands ausmachen. 16,4% aller Mitarbeitenden bzw. 3708 AV (2952,3 FTE) sind administrative Mitarbeitende und 2,0% sind Lernende. Der Anteil der Professorenschaft beläuft sich mit 862 AV (830,5 FTE) auf 3,8% des Gesamtpersonalbestands.

Professorinnen und Professoren

2019 waren an der ETH Zürich und der EPFL insgesamt 691 ordentliche (o.) und ausserordentliche (a. o.) Professorinnen und Professoren tätig sowie 122 Assistenzprofessorinnen und -professoren mit Tenure Track (TT) und 49 Assistenzprofessorinnen und -professoren ohne TT (s. Abb. 19, S. 94). Der Frauenanteil in den drei Kategorien konnte 2019 von 15,5 auf 17,2% gesteigert werden. Bei den o. und a. o. Professorinnen lag er bei 14,8%, bei den Assistenzprofessorinnen mit TT bei 26,2% und 28,6% bei den Assistenzprofessorinnen ohne TT. 2019 stammten 66,6% der insgesamt 862 Professorinnen und Professoren aus dem Ausland (2018: 67,1%). Dabei kamen 52,4% (2018: 52,1%) aus dem EU-Raum und 14,2% aus übrigen Ländern (2018: 15,0%) (s. Abb. 20, S. 95).

Finanzierung der Professuren

Von den 524 Professorinnen und Professoren (506,9 FTE), die per 31. Dezember 2019 an der ETH Zürich angestellt waren, wurden 460,8 FTE (90,9%) aus der Trägerfinanzierung finanziert, 19,4 FTE (3,8%) vom SNF, 4,9 FTE (1,0%) aus EU-Forschungsprogrammen, 21,6 FTE (4,3%) aus wirtschaftsorientierter Forschung Dritter sowie aus Schenkungen und Legaten.

An der EPFL wurden 307,0 FTE (94,9%) von den 338 Professuren (323,6 FTE), die bis 31. Dezember 2019 an der EPFL angestellt waren, aus der Trägerfinanzierung finanziert, 5,6 FTE vom SNF und 0,1% von Innosuisse (1,7%), keine Stellen aus EU-Forschungsprogrammen und 10,9 FTE (3,4%) aus wirtschaftsorientierter Forschung Dritter sowie aus Schenkungen und Legaten.

Frauenanteil

Per Ende 2019 lag der Anteil von Frauen im ETH-Bereich bei 35,1%. Er konnte in allen Institutionen gesteigert werden. Die Anteile variieren nach Funktionsgruppe, Fachrichtung und Institution. Am tiefsten sind die Frauenanteile am PSI und an der Empa, am höchsten an der Eawag (s. Abb. 23, S. 96).

Lernende

Der ETH-Bereich bot im Berichtsjahr 458 Lernenden eine Lehrstelle in über 20 verschiedenen Berufen an. Der Anteil der Frauen bei den Lernenden lag 2019 bei 32,1%.

KENNZAHLEN

Monitoringtabelle	84
Akademisches Leistungsreporting	86
Wissens- und Technologietransfer	91
Hochschulrankings	93
Personal	94
Immobilien	97
Umwelt und Energie	100

Monitoringtabelle zu den Strategischen Zielen des Bundesrats

Abb. 5: Monitoringtabelle zu den Strategischen Zielen des Bundesrats für den ETH-Bereich für die Jahre 2017–2020

Indikatoren	Referenzwerte			Monitoring		
	2008	2013	2016	2017	2018	2019
LEHRE						
Studierende und Doktorierende der ETH Zürich und der EPFL (Headcount)						
Neueintritte						
ins Bachelorstudium	4 052	5 255	5 531	4 756	4 827	4 966
Studierende	16 233	22 099	24 217	25 059	26 140	27 275
%-Anteil Frauen	29,3	29,1	29,7	30,6	31,2	31,5
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	27,3	35,5	37,4	38,4	39,3	40,7
im Bachelorstudium	10 138	13 995	14 727	14 385	14 792	15 243
%-Anteil Frauen	28,8	28,6	30,0	30,6	31,6	31,9
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	23,8	30,9	31,6	29,4	30,4	31,9
im Masterstudium	4 649	7 241	8 662	8 895	9 517	10 163
%-Anteil Frauen	28,0	29,4	28,5	29,4	29,6	29,8
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	34,4	43,1	46,1	45,4	46,3	47,6
im Diplomstudium	751	0	0	0	0	0
im MAS- / MBA-Studium	695	863	828	840	827	809
%-Anteil Frauen	34,2	34,6	37,9	38,8	40,6	40,3
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	48,1	45,7	50,2	51,5	50,1	46,7
im Mobilitätsstudium ¹	–	–	–	939	1 004	1 060
%-Anteil Frauen	–	–	–	35,5	32,9	34,9
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	–	–	–	96,5	96,6	96,0
Betreuungsverhältnis						
Bachelor- / Masterstudierende pro Professorin bzw. Professor	25,1	27,7	29,2	28,3	29,7	30,6
Doktorierende	4 823	5 947	6 134	6 234	6 391	6 367
%-Anteil Frauen	28,6	30,4	31,0	30,8	31,4	32,8
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	62,7	72,6	74,3	75,0	76,3	76,9
Betreuungsverhältnis						
Doktorierende pro Professorin bzw. Professor	7,8	7,7	7,7	7,6	7,8	7,7
Studierende und Doktorierende	21 056	28 046	30 351	31 293	32 531	33 642
%-Anteil Frauen	29,1	29,4	30,0	30,6	31,3	31,7
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	35,4	43,3	44,9	45,7	46,6	47,5
Betreuungsverhältnis						
Studierende und Doktorierende pro Professorin bzw. Professor	34,0	36,5	37,9	38,0	39,8	40,5
Abschlüsse						
Bachelor	1 656	2 249	2 500	2 602	2 686	2 876
Diplom, Master	1 978	2 663	2 989	3 065	3 240	3 368
MAS / MBA	336	346	303	394	343	324
Doktorat	832	993	1 256	1 258	1 209	1 290
Lehre und Betreuung durch die Forschungsanstalten						
Unterrichtsstunden	15 569	15 670	18 023	17 992	18 659	18 717
Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten	391	532	575	602	623	639
Doktorierende	700	797	783	807	854	837
%-Anteil Frauen	36,1	36,3	39,8	39,0	38,4	38,2
%-Anteil immatrikuliert im ETH-Bereich	66,1	67,9	67,4	67,7	68,6	67,9
%-Anteil immatrikuliert an ausländischer Universität	17,3	13,4	11,7	10,3	8,8	9,8

Indikatoren	Referenzwerte			Monitoring		
	2008	2013	2016	2017	2018	2019
FORSCHUNG						
Publikationen²	–	–	–	–	–	–
Forschungsbeiträge, –aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen (in Mio. CHF)	–	–	772,7	743,2	755,2	779,1
davon Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	141,6	209,0	257,4	260,3	254,7	259,7
davon Innosuisse	26,1	36,8	50,6	62,6	55,5	49,3
davon Europäische Forschungsrahmenprogramme (FRP)	97,7	135,2	142,1	139,2	141,8	151,6
WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER (WTT)						
Erfindungsmeldungen ³	–	–	–	343	358	329
Softwaremeldungen ³	–	–	–	26	36	40
Patente	125	193	230	206	230	224
Lizenzen	178	223	353	377	341	324
Spin-offs	46	43	50	48	55	59
PERSONAL (FTE)						
Professorinnen und Professoren	619,4	767,7	800,8	823,8	818,3	830,5
%-Anteil Frauen	10,7	12,4	13,9	14,8	15,4	17,2
%-Anteil Ausländerinnen und Ausländer	61,8	67,1	68,0	67,2	67,3	66,8
Wissenschaftliches Personal	7 956,5	9 927,3	11 053,9	11 204,4	11 542,3	11 608,0
Technische Mitarbeitende	2 957,6	3 157,3	3 355,1	3 439,8	3 494,0	3 591,8
Administrative Mitarbeitende	1 771,2	2 279,0	2 577,8	2 690,0	2 804,7	2 952,3
Lernende	386,0	435,0	463,7	473,6	461,1	457,6
FINANZEN / IMMOBILIEN						
Trägerfinanzierung Bund (Sichtweise Zahlungsrahmen) (in Mio. CHF)	1 949,4	2 271,4	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 581,2
davon Finanzierungsbeitrag des Bundes	1 778,4	2 073,9	2 288,7	2 377,9	2 356,7	2 372,6
davon Investitionskredit Bauten ETH-Bereich ⁴	170,9	197,5	165,1	152,9	174,2	208,6

¹ Seit 2017 bilden die Mobilitätsstudierenden eine separate Studierendenkategorie.

² Die Publikationstätigkeit wird alle vier Jahre im Rahmen der Zwischenevaluation bewertet.

³ Zusätzliche 2017 eingeführte WTT-Indikatoren.

⁴ Für die Jahre 2018 und 2019 weichen die Werte von der Staatsrechnung ab (s. Randbemerkung S. 102).

Indikatoren und Zählweise für die Monitoringtabelle und das akademische Leistungsreporting

Unter dem Begriff «Studierende» sind, falls nicht näher bezeichnet, stets Bachelor- und Masterstudierende, Studierende in den Weiterbildungsprogrammen Master of Advanced Studies und Master of Business Administration (MAS/MBA) sowie Mobilitätsstudierende (Studierende, die ein oder zwei Semester an einer der beiden ETH studieren, jedoch an einer anderen Hochschule eingeschrieben sind) zu verstehen. Die Doktorierenden bilden eine separate Kategorie. Bei gleichzeitiger Einschreibung in mehrere Studiengänge oder –stufen wird der/die prioritäre Studiengang oder –stufe gezählt.

Gezählt werden Studierende und Doktorierende in «Headcount». Ausländische Studierende und Doktorierende bilden zwei Unterkategorien: Bildungsausländerinnen und –ausländer mit ausländischer Staatsangehörigkeit, deren Wohnsitz bei Erlangung des relevanten Vorbildungsausweises im Ausland war, sowie Bildungsinländerinnen und –inländer mit ausländischer Staatsangehörigkeit,

deren Wohnsitz bei Erlangung des relevanten Vorbildungsausweises in der Schweiz war. Alle Personalkategorien werden gemäss ihrem Beschäftigungsgrad als Vollzeitäquivalente (FTE) gezählt. Professorinnen und Professoren – ordentliche, ausserordentliche sowie Assistentenprofessorinnen und –professoren inklusive Stipendiaten des Eccellenza Professorial Fellowship des SNF –, die an einer der beiden ETH angestellt sind, werden zur Berechnung des Betreuungsverhältnisses berücksichtigt. Die Senior Scientists und Maîtres d'enseignement et de recherche (MER) entsprechen den wissenschaftlichen Mitarbeitenden in leitender Funktion oder im oberen Kader. Einige von ihnen sind Titularprofessorinnen und –professoren. Zur Ermittlung des «erweiterten» Betreuungsverhältnisses werden die Senior Scientists und MER der beiden ETH zu den Professoren gezählt. In den durch die Forschungsanstalten erteilten Unterrichtsstunden ist die Vorbereitungszeit nicht inbegriffen, sondern nur die Zeit in Anwesenheit der Studierenden.

Akademisches Leistungsreporting

Abb. 6: Studierende und Doktorierende nach Fachgebieten

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												in %
Architektur	2 994	3 098	3 177	3 097	3 066	3 060	3 030	3 047	3 041	3 090	49	1,6
ETH Zürich	1 848	1 900	1 950	1 852	1 783	1 805	1 771	1 823	1 855	1 904	49	2,6
EPFL	1 146	1 198	1 227	1 245	1 283	1 255	1 259	1 224	1 186	1 186	0	0,0
Bauwesen und Geomatik	2 405	2 727	2 900	3 074	2 946	2 882	2 860	2 791	2 777	2 716	- 61	- 2,2
ETH Zürich	1 434	1 576	1 629	1 740	1 731	1 716	1 701	1 688	1 667	1 614	- 53	- 3,2
EPFL	971	1 151	1 271	1 334	1 215	1 166	1 159	1 103	1 110	1 102	- 8	- 0,7
Ingenieurwissenschaften	5 985	6 391	6 816	7 245	7 502	7 903	8 069	8 398	8 699	9 081	382	4,4
ETH Zürich	3 901	4 167	4 341	4 549	4 729	4 930	4 993	5 135	5 224	5 467	243	4,7
EPFL	2 084	2 224	2 475	2 696	2 773	2 973	3 076	3 263	3 475	3 614	139	4,0
Informatik und Kommunikationstechnologie	2 070	2 253	2 367	2 536	2 665	2 809	3 033	3 261	3 648	4 031	383	10,5
ETH Zürich	1 029	1 082	1 083	1 158	1 247	1 405	1 536	1 753	1 991	2 246	255	12,8
EPFL	1 041	1 171	1 284	1 378	1 418	1 404	1 497	1 508	1 657	1 785	128	7,7
Exakte und Naturwissenschaften	4 155	4 476	4 780	4 883	4 944	5 145	5 442	5 595	5 810	5 940	130	2,2
ETH Zürich	2 606	2 790	2 903	2 972	3 024	3 157	3 352	3 505	3 691	3 794	103	2,8
EPFL	1 549	1 686	1 877	1 911	1 920	1 988	2 090	2 090	2 119	2 146	27	1,3
Humanmedizin¹	-	99	192	286	94	49,0						
ETH Zürich	-	-	-	-	-	-	-	99	192	286	94	49,0
Life Sciences	3 176	3 314	3 708	3 879	3 990	4 051	4 216	4 312	4 500	4 624	124	2,8
ETH Zürich	2 472	2 551	2 823	2 923	3 012	3 044	3 162	3 218	3 326	3 433	107	3,2
EPFL	704	763	885	956	978	1 007	1 054	1 094	1 174	1 191	17	1,4
Systemorientierte Naturwissenschaften	2 205	2 261	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	18	0,7
ETH Zürich	2 205	2 261	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	18	0,7
Management, Technologie, Ökonomie	859	833	870	897	913	913	972	973	966	954	- 12	- 1,2
ETH Zürich	592	584	583	549	579	582	571	583	573	560	- 13	- 2,3
EPFL	267	249	287	348	334	331	401	390	393	394	1	0,3
Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften²	255	276	268	276	300	310	318	380	378	382	4	1,1
ETH Zürich	255	276	268	276	300	310	318	366	358	351	- 7	- 2,0
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	14	20	31	11	55,0
Total Studierende und Doktorierende	24 104	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	1 111	3,4
ETH Zürich	16 342	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	796	3,7
EPFL	7 762	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	315	2,8
Frauen	7 149	7 585	7 973	8 238	8 414	8 677	9 091	9 587	10 167	10 675	508	5,0
ETH Zürich	5 050	5 292	5 445	5 560	5 701	5 873	6 164	6 563	6 917	7 304	387	5,6
EPFL	2 099	2 293	2 528	2 678	2 713	2 804	2 927	3 024	3 250	3 371	121	3,7
Ausländerinnen und Ausländer	9 488	10 456	11 437	12 152	12 354	12 804	13 615	14 290	15 160	15 993	833	5,5
ETH Zürich	5 698	6 205	6 559	6 751	6 949	7 226	7 563	7 972	8 433	8 876	443	5,3
EPFL	3 790	4 251	4 878	5 401	5 405	5 578	6 052	6 318	6 727	7 117	390	5,8

¹ Die ETH Zürich hat 2017 einen Bachelorstudiengang in Humanmedizin eingeführt.

² Die EPFL hat 2017 einen Masterstudiengang in Digital Humanities eingeführt.

Abb. 7: Studierende und Doktorierende nach Studienstufen

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												in %
Bachelorstudium	11 716	12 600	13 359	13 995	13 944	14 292	14 727	14 385	14 792	15 243	451	3,0
ETH Zürich	7 757	8 236	8 468	8 817	8 820	9 087	9 309	9 262	9 517	9 895	378	4,0
EPFL	3 959	4 364	4 891	5 178	5 124	5 205	5 418	5 123	5 275	5 348	73	1,4
Masterstudium	5 997	6 568	6 981	7 241	7 781	8 126	8 662	8 895	9 517	10 163	646	6,8
ETH Zürich	4 281	4 607	4 755	4 811	5 187	5 480	5 861	6 158	6 590	7 037	447	6,8
EPFL	1 716	1 961	2 226	2 430	2 594	2 646	2 801	2 737	2 927	3 126	199	6,8
Diplomstudium	191	0	–	–								
ETH Zürich	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–
EPFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–
MAS / MBA	792	801	911	863	805	836	828	840	827	809	–18	–2,2
ETH Zürich	606	659	763	661	634	640	635	646	635	626	–9	–1,4
EPFL	186	142	148	202	171	196	193	194	192	183	–9	–4,7
Mobilitätsstudium¹	–	939	1 004	1 060	56	5,6						
ETH Zürich	–	–	–	–	–	–	–	449	480	467	–13	–2,7
EPFL	–	–	–	–	–	–	–	490	524	593	69	13,2
Total Studierende	18 696	19 969	21 251	22 099	22 530	23 254	24 217	25 059	26 140	27 275	1 135	4,3
ETH Zürich	12 835	13 502	13 986	14 289	14 641	15 207	15 805	16 515	17 222	18 025	803	4,7
EPFL	5 861	6 467	7 265	7 810	7 889	8 047	8 412	8 544	8 918	9 250	332	3,7
Doktoratsstudium	5 408	5 660	5 836	5 947	6 007	6 103	6 134	6 234	6 391	6 367	–24	–0,4
ETH Zürich	3 507	3 685	3 795	3 889	3 975	4 026	4 010	4 092	4 175	4 168	–7	–0,2
EPFL	1 901	1 975	2 041	2 058	2 032	2 077	2 124	2 142	2 216	2 199	–17	–0,8
Total Studierende und Doktorierende	24 104	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	1 111	3,4
ETH Zürich	16 342	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	796	3,7
EPFL	7 762	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	315	2,8

¹ Seit 2017 bilden die Mobilitätsstudierenden eine separate Studierendenkategorie.

Unterschiedliche Zählweisen des ETH-Rats und des BFS

Die vom ETH-Rat verwendete Zählweise von Studierenden und Doktorierenden unterscheidet sich von derjenigen des Bundesamts für Statistik (BFS). Die Unterschiede sind hauptsächlich durch die verschiedenen Betrachtungsweisen und Aufgaben der jeweiligen Akteure begründet. Die Zählweise des BFS, gemäss dem Schweizerischen Hochschulinformationssystem, hat die nationale Vergleichbarkeit zum Ziel, während es dem ETH-Rat um die bestmögliche Abbildung der Strategischen Ziele des Bundesrats, der Schwerpunkte und der Besonderheiten des ETH-Bereichs geht. Die Differenz der Zahlen sind grösstenteils dadurch begründet, dass der ETH-Rat die hereinkommenden («incoming») Mobilitätsstudierenden zur Gesamtzahl der Studierenden rechnet.

Seit 2017 bilden die Mobilitätsstudierenden eine separate Studierendenkategorie. Davor waren die Mobilitätsstudierenden in den Zahlen der Studierenden auf Bachelor- und Masterstufe eingeschlossen. Dies ist bei Vergleichen mit den Vorjahren zu berücksichtigen. Die Abbildung der Mobilitätsstudierenden ist für den ETH-Bereich wichtig für die Berichterstattung zu den Strategischen Zielen – insbesondere für das Unterziel «Förderung der nationalen und internationalen Mobilität».

Abb. 8: Neueintritte ins Bachelorstudium an der ETH Zürich und der EPFL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												in %
Architektur	671	646	599	604	564	573	569	437	450	468	18	4,0
Bauwesen und Geomatik	556	638	620	613	486	493	488	366	370	383	13	3,5
Ingenieurwissenschaften	1183	1240	1354	1429	1393	1550	1518	1350	1303	1353	50	3,8
Informatik und Kommunikationstechnologie	425	448	465	547	595	596	679	582	662	708	46	6,9
Exakte und Naturwissenschaften	832	954	986	969	952	1001	1108	985	928	952	24	2,6
Humanmedizin ¹	–	–	–	–	–	–	–	100	100	100	0	0,0
Life Sciences	529	578	700	744	721	695	778	635	696	725	29	4,2
Systemorientierte Naturwissenschaften	318	321	336	335	316	366	372	288	307	259	–48	–15,6
Management, Technologie, Ökonomie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften	13	13	12	14	14	16	19	13	11	18	7	63,6
Total	4 527	4 838	5 072	5 255	5 041	5 290	5 531	4 756	4 827	4 966	139	2,9

¹ Die ETH Zürich hat 2017 einen Bachelorstudiengang in Humanmedizin eingeführt. Die Neueintritte in dieses Fachgebiet sind auf 100 begrenzt und bleiben daher über die Jahre hinweg stabil.

Abb. 9: Anteil Frauen unter den Studierenden und Doktorierenden der ETH Zürich und der EPFL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
%-Anteil im Bachelorstudium	28,9	29,4	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6	31,9
%-Anteil im Masterstudium	29,2	29,2	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6	29,8
%-Anteil im MAS- / MBA-Studium	37,0	37,1	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6	40,3
%-Anteil im Mobilitätsstudium	–	–	–	–	–	–	–	35,5	32,9	34,9
%-Anteil im Doktoratsstudium	30,4	29,4	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4	32,8

Abb. 10: Anteil Ausländerinnen und Ausländer unter den Studierenden und Doktorierenden der ETH Zürich und der EPFL

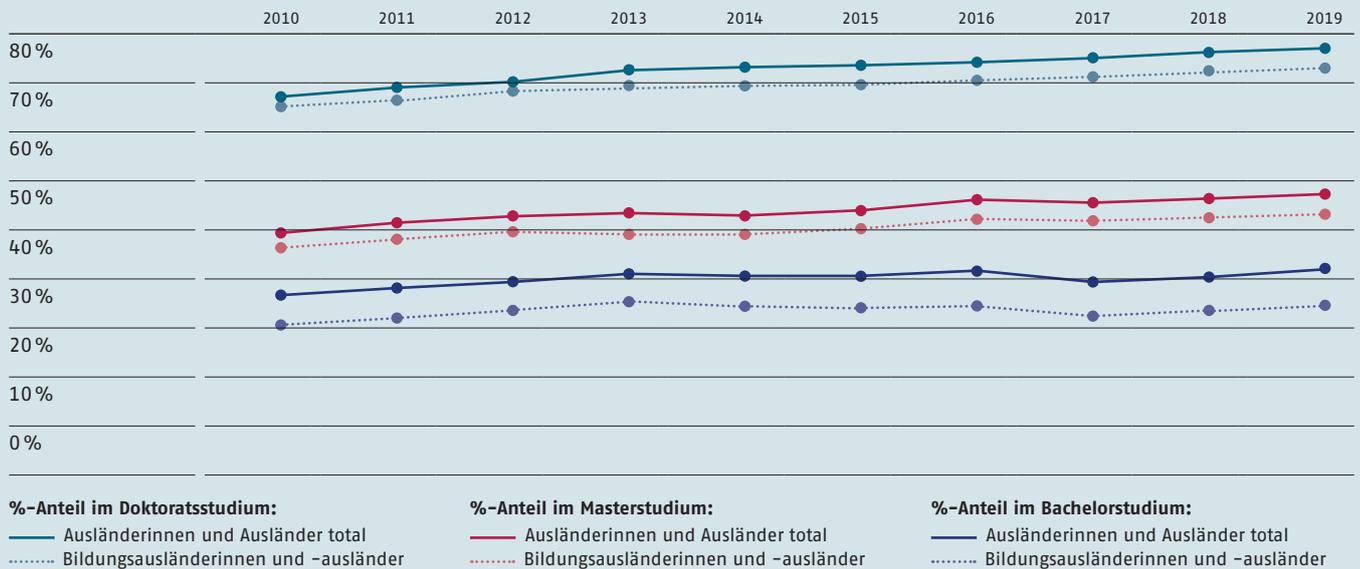


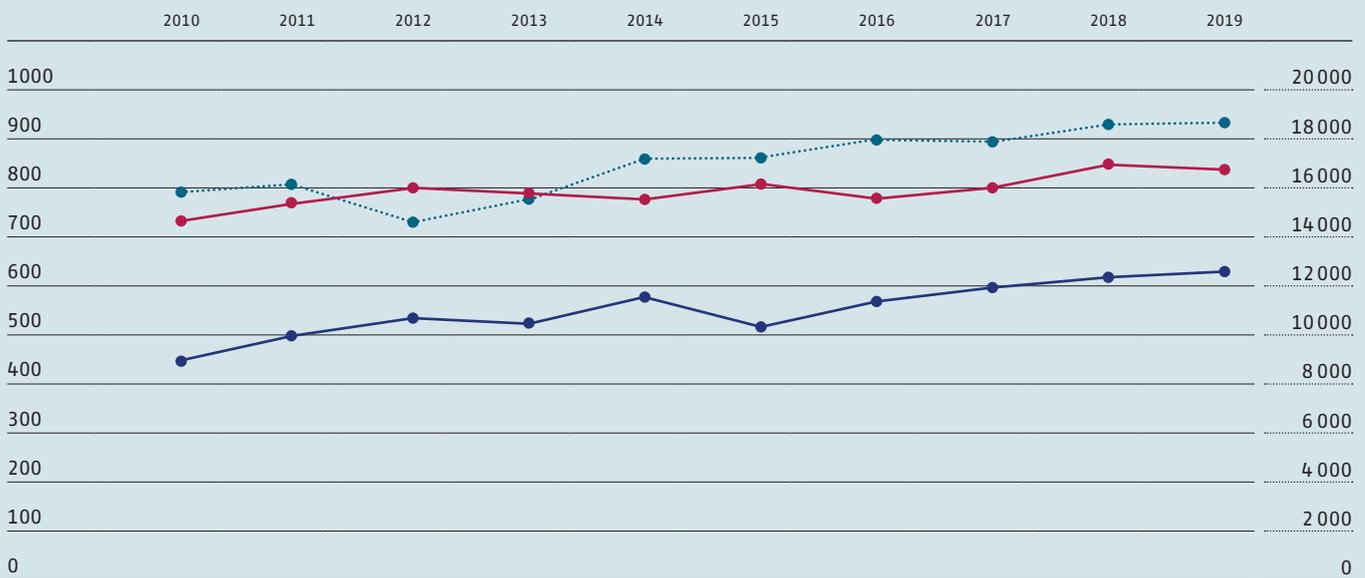
Abb. 11: Betreuungsverhältnisse an der ETH Zürich und der EPFL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Betreuungsverhältnis	35,1	35,8	36,4	36,5	36,8	37,4	37,9	38,0	39,8	40,5
im Bachelor- / Masterstudium	26,1	26,8	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7	30,6
im Doktoratsstudium	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8	7,7
Betreuungsverhältnis, erweitert	22,9	23,7	24,5	24,7	24,7	25,3	25,7	25,8	26,8	27,4
im Bachelor- / Masterstudium	17,0	17,8	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0	20,7
im Doktoratsstudium	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2

Abb. 12: Abschlüsse nach Studienstufen

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												in %
Bachelor	1900	1988	2216	2249	2538	2528	2500	2602	2686	2876	190	7,1
ETH Zürich	1283	1304	1447	1447	1579	1564	1571	1606	1678	1758	80	4,8
EPFL	617	684	769	802	959	964	929	996	1008	1118	110	10,9
Master / Diplom	1898	2159	2320	2663	2711	2821	2989	3065	3240	3368	128	4,0
ETH Zürich	1270	1506	1650	1847	1839	1879	2015	2072	2196	2335	139	6,3
EPFL	628	653	670	816	872	942	974	993	1044	1033	-11	-1,1
MAS / MBA	283	301	256	346	260	254	303	394	343	324	-19	-5,5
ETH Zürich	174	203	184	228	205	175	203	272	232	245	13	5,6
EPFL	109	98	72	118	55	79	100	122	111	79	-32	-28,8
Doktorat	986	1027	1095	993	1197	1109	1256	1258	1209	1290	81	6,7
ETH Zürich	650	696	747	579	769	718	851	827	802	866	64	8,0
EPFL	336	331	348	414	428	391	405	431	407	424	17	4,2

Abb. 13: Lehre und Betreuung durch Forschungsanstalten



Linke Ordinate: Anzahl betreuer Bachelor-, Master-, Diplom- und Doktorarbeiten

Rechte Ordinate: Anzahl erteilter Unterrichtsstunden pro Jahr

- Anzahl betreuer Doktorarbeiten
- Anzahl betreuer Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten
- Anzahl Unterrichtsstunden pro Jahr

Wissens- und Technologietransfer

Abb. 14: Wissens- und Technologietransfer im ETH-Bereich

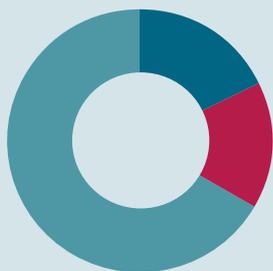
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Erfindungsmeldungen¹	–	–	–	–	–	–	–	343	358	329
ETH Zürich	–	–	–	–	–	–	–	171	205	159
EPFL	–	–	–	–	–	–	–	134	119	132
Forschungsanstalten	–	–	–	–	–	–	–	38	34	38
Softwaremeldungen^{1,2}	–	–	–	–	–	–	–	26	36	40
ETH Zürich	–	–	–	–	–	–	–	20	19	26
EPFL	–	–	–	–	–	–	–	6	13	13
Forschungsanstalten	–	–	–	–	–	–	–	0	4	1
Patente	128	147	195	193	211	219	230	206	230	224
ETH Zürich	63	72	87	103	82	98	109	84	109	102
EPFL	47	52	75	66	99	88	100	95	95	98
Forschungsanstalten	18	23	33	24	30	33	21	27	26	24
Lizenzen	178	194	230	223	270	311	353	377	341	324
ETH Zürich	39	45	35	38	35	50	78	82	87	62
EPFL	45	50	31	41	46	48	58	50	39	50
Forschungsanstalten	94	99	164	144	189	213	217	245	215	212
Spin-off	38	40	38	43	49	48	50	48	55	59
ETH Zürich	20	22	22	24	22	25	25	25	27	30
EPFL	14	15	12	12	24	18	20	15	25	23
Forschungsanstalten	4	3	4	7	3	5	5	8	3	6

¹ Die Erfindungsmeldungen und Softwaremeldungen werden ab 2017 als zusätzliche WTT-Indikatoren ausgewiesen.

² Exklusive Open-Source-Software

Lizenzen

324



ETH Zürich	62
EPFL	50
Forschungsanstalten	212

Erfindungsmeldungen

329

Softwaremeldungen

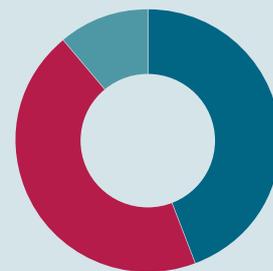
40

Spin-off

59

Patente

224



ETH Zürich	102
EPFL	98
Forschungsanstalten	24

Abb. 15: Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft und der schweizerischen öffentlichen Hand

	2019	2018	2017
Zusammenarbeitsverträge mit der Privatwirtschaft	570	594	507
Finanzierung durch Privatwirtschaft	404	415	316
ETH Zürich	163	149	122
EPFL	125	120	99
Forschungsanstalten	116	146	95
Finanzierung durch Innosuisse / FRP *	166	179	191
ETH Zürich	55	74	57
EPFL	61	49	66
Forschungsanstalten	50	56	68
Zusammenarbeitsverträge mit der schweizerischen öffentlichen Hand	278	261	285
ETH Zürich	88	100	88
EPFL	51	43	54
Forschungsanstalten	139	118	143

Anzahl neuer Zusammenarbeitsverträge (Forschungsaufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen) mit der Privatwirtschaft und der schweizerischen öffentlichen Hand mit einem Volumen von je mindestens 50 000 CHF. Diese Indikatoren werden ab 2018 ausgewiesen.

* FRP: Europäische Forschungsrahmenprogramme

WTT-Indikatoren und Zählweise

Die Patente entsprechen ausschliesslich den Erstanmeldungen (first filing) und die Lizenzen umfassen auch die Technologietransferverträge. Die Erfindungs- und Softwaremeldungen entsprechen den schriftlich an die Technologietransfer-Stellen der Institutionen des ETH-Bereichs eingereichten Meldungen im Berichtsjahr. Sie bilden Aktivitäten in der frühen Phase des Innovationsprozesses ab und ergänzen damit die weiteren WTT-Indikatoren. Open-Source-Software wurde nicht berücksichtigt.

Um die Zusammenarbeit der Institutionen mit der Privatwirtschaft und dem öffentlichen Sektor abzubilden, werden nur die neu abge-

schlossenen Zusammenarbeitsverträge erfasst. Es handelt sich dabei ausschliesslich um Forschungsaufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen mit einem Volumen von mindestens 50 000 CHF pro Vertrag. Die Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft ist in zwei Kategorien unterteilt: jene, die von der Wirtschaft im In- oder Ausland direkt finanziert wird, und jene, die durch Innosuisse oder die Europäischen Forschungsrahmenprogramme (FRP) finanziert wird. Die Zusammenarbeit mit der öffentlichen Hand umfasst die Verträge mit Institutionen des öffentlichen Sektors der Schweiz, nicht aber diejenigen mit nationalen oder internationalen Forschungsförderungsorganisationen und Stiftungen.

Weltweit beachtete Rankings

Universitäre Hochschulen werden mit unterschiedlichen Methoden durch Institutionen und Firmen bewertet und rangiert. THE (Times Higher Education World University Rankings) verwendet 13 Kennzahlen zu Lehre (30 % Gewichtung), Forschung (30 %), Zitationen (30 %), Internationalität (7,5 %) und Finanzierung durch die Industrie (2,5 %). QS (QS World University Rankings) legt die Hauptgewichtung auf die Reputation (akademische Reputation 40 %, Reputation der Absolventinnen und Absolventen bei Arbeitgebern 10 %), gefolgt von Betreuungsverhältnis (20 %), Zitationen (20 %) und Internationalität (10 %). ARWU (Academic Ranking of World Universities of ShanghaiRanking Consultancy) verwendet Kennzahlen basierend auf renommierten Preisen (Nobelpreis, Fields-Medaille) von Absolventinnen und Absolventen, Mitarbeit-

enden und viel zitierten Forschenden der untersuchten Institutionen. Die Publikationstätigkeit wird auf Basis der Anzahl Publikationen in einer Auswahl der renommiertesten Zeitschriften sowie der Anzahl Publikationen in Bezug auf die Anzahl Forschender der Institution beurteilt. CWTS Leiden (Centre for Science and Technology Studies Leiden Ranking) stützt sich ausschliesslich auf die Publikationstätigkeit der Universitäten und berechnet daraus Indikatoren zur Bewertung der Forschungsleistung. Ein häufig verwendeter Indikator zur Rangierung der Hochschulen im CWTS Leiden Ranking ist der Anteil der Publikationen, die zu den obersten 10 % der am häufigsten zitierten Publikationen (PP (top 10 %)) im entsprechenden Fachbereich zählen. Die abgebildeten Rangierungen der beiden ETH (s. Abb. 16) beruhen auf diesem Indikator.

Personal

Abb. 18: Personalbestand und Beschäftigungsgrad nach Funktionsgruppen

2019	Männer			Frauen			ETH-Bereich		
	AV	FTE	Ø-BG in %	AV	FTE	Ø-BG in %	AV	FTE	Ø-BG in %
ProfessorInnen (o. / a. o.)	589	562,8	95,6	102	97,6	95,7	691	660,4	95,6
Assistenzprof. mit Tenure Track	90	90,0	100,0	32	32,0	100,0	122	122,0	100,0
Assistenzprof. ohne Tenure Track	35	35,0	100,0	14	13,1	93,6	49	48,1	98,2
Wissenschaftliches Personal	9 345	8 094,0	86,6	4 272	3 514,0	82,3	13 617	11 608,0	85,2
davon Senior Scientists und MER	684	655,3	95,8	111	99,1	89,3	795	754,4	94,9
Technische Mitarbeitende	3 049	2 874,7	94,3	905	717,1	79,2	3 954	3 591,8	90,8
Administrative Mitarbeitende	1 238	1 085,7	87,7	2 470	1 866,6	75,6	3 708	2 952,3	79,6
Lernende	311	311,0	100,0	147	146,6	99,7	458	457,6	99,9
Total	14 657	13 053,2	89,1	7 942	6 387,0	80,4	22 599	19 440,2	86,0

Personalbestand und Beschäftigungsgrad (BG) der Männer, Frauen und des gesamten ETH-Bereichs, unterteilt nach Funktionsgruppen. Die Senior Scientists und die Maîtres d'enseignement et de recherche (MER) sowie die weiteren höheren Kader werden separat erhoben, jedoch nach wie vor beim wissenschaftlichen Personal mitgezählt. An den beiden ETH sind 6391 Doktorierende eingeschrieben. Verfügen diese über eine Anstellung im ETH-Bereich, werden sie beim wissenschaftlichen Personal mitgezählt.

Abb. 19: Entwicklung der Anzahl der Professorinnen und Professoren

2019	2019			2018			Veränderungen		
	Männer	Frauen	Total	Männer	Frauen	Total	Männer in %	Frauen in %	Total in %
ProfessorInnen (o. / a. o.)	589	102	691	594	93	687	-0,8	9,7	0,6
Assistenzprof. mit Tenure Track	90	32	122	84	24	108	7,1	33,3	13,0
Assistenzprof. ohne Tenure Track	35	14	49	41	15	56	-14,6	-6,7	-12,5
ProfessorInnen total	714	148	862	719	132	851	-0,7	12,1	1,3

Entwicklung der Anzahl Professorinnen und Professoren, unterteilt in die Kategorien o. und a. o. Professorinnen und Professoren, Assistenzprofessorinnen und -professoren mit Tenure Track und ohne Tenure Track. Die drei letzten Spalten zeigen die prozentuale Veränderung gegenüber dem Vorjahr.

Professorenkategorien

Die verschiedenen Professorenkategorien unterscheiden sich bezüglich Stellung und Anstellungsbedingungen. An den beiden ETH lehren und forschen ordentliche (o.) und ausserordentliche (a. o.) Professorinnen und Professoren sowie Assistenzprofessorinnen und -professoren mit und ohne Tenure Track (TT). Letztere können eine unbefristete Anstellung als o. oder a. o. Professorin oder Professor erhalten, wenn sie ein bestimmtes Leistungsziel erreichen. Ordentliche und ausserordentliche Professorinnen und Professoren werden unbefristet ernannt, während mit Assistenzprofessorinnen und -professoren Arbeitsverträge für maximal vier Jahre abgeschlossen werden. Diese können für maximal vier weitere Jahre verlängert werden.

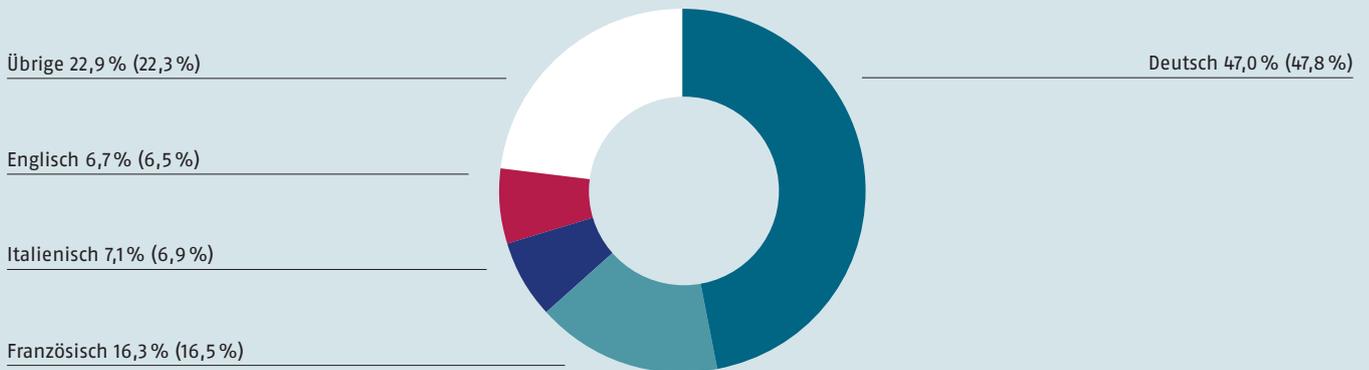
Per 1. März 2017 trat ein neuer Artikel in der Professorenverordnung ETH in Kraft, der die Kategorie der ordentlichen Professorinnen und Professoren erweitert sowie die Rahmenbedingungen für die Anstellung sogenannter «affiliierter» Professorinnen und Professoren regelt. Die Verankerung der Rahmenbedingungen ermöglicht es den beiden ETH, gezielter und intensiver mit in- und ausländischen Forschungsinstitutionen zusammenzuarbeiten. Gestützt auf einen vorbestehenden institutionellen Zusammenarbeitsvertrag, können ausgewählte Persönlichkeiten von in- und ausländischen Forschungsinstitutionen als affilierte Professorinnen und Professoren an einer der beiden ETH angestellt werden.

Abb. 20: Herkunft der Professorinnen und Professoren

2019	Schweiz			EU			Übrige		
	Männer	Frauen	Total	Männer	Frauen	Total	Männer	Frauen	Total
ProfessorInnen (o. / a. o.)	222	30	252	303	57	360	64	15	79
Assistenzprof. mit Tenure Track	15	6	21	50	16	66	25	10	35
Assistenzprof. ohne Tenure Track	12	3	15	16	10	26	7	1	8
ProfessorInnen total	249	39	288	369	83	452	96	26	122

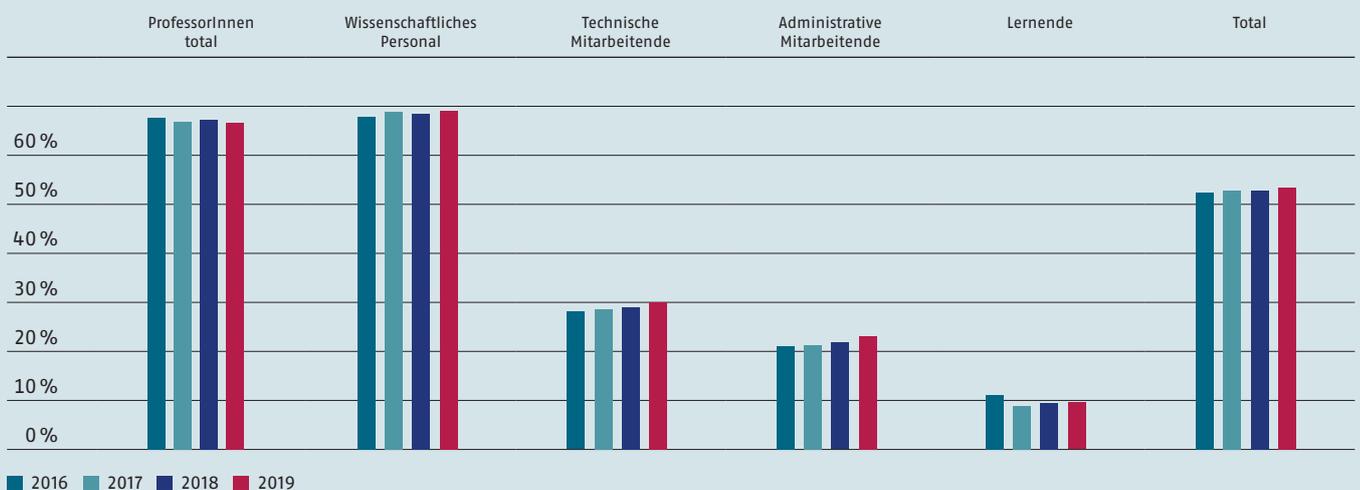
Anzahl Professorinnen und Professoren nach Herkunft Schweiz, EU und übrige Länder.

Abb. 21: Muttersprachen der Mitarbeitenden



Muttersprachen der Mitarbeitenden des ETH-Bereichs im Jahr 2019. Die Werte des Vorjahrs sind in Klammern angegeben.

Abb. 22: Entwicklung der Anteile ausländischer Mitarbeitender nach Funktionsgruppen



Entwicklung der Anteile ausländischer Mitarbeitender des ETH-Bereichs nach Funktionsgruppen (bezogen auf die Anzahl Anstellungsverhältnisse).

Abb. 23: Entwicklung der Anteile der Frauen nach Institutionen



Entwicklung der Frauenanteile nach Institutionen während der vergangenen vier Jahre (bezogen auf die Anzahl Anstellungsverhältnisse).

Abb. 24: Mittelherkunft nach Funktionsgruppen

Funktionsgruppen		ProfessorInnen (total)	Wissenschaftliches Personal	Technische Mitarbeitende	Administrative Mitarbeitende	Total
Mittelherkunft						
Trägerfinanzierung (Erstmittel) Finanzierungsbeitrag des Bundes	2018	749,8	6 254,2	2 920,1	2 502,7	12 426,8
	2019	767,8	5 859,0	2 951,4	2 660,2	12 238,4
	Δ 2018 / 2019	18,0	- 395,2	31,3	157,5	- 188,4
Drittmittel Forschungsförderung (SNF, Innosuisse, übrige), Ressortforschung und EU-FRP	2018	34,5	3 833,4	193,9	99,0	4 160,8
	2019	30,0	4 155,3	243,2	104,4	4 532,9
	Δ 2018 / 2019	- 4,5	321,9	49,3	5,4	372,1
Wirtschaftsorientierte Forschung, Schenkungen / Legate	2018	33,9	1 461,9	371,9	204,0	2 071,7
	2019	32,5	1 596,3	395,3	187,2	2 211,3
	Δ 2018 / 2019	- 1,4	134,4	23,4	- 16,8	139,6
Total	2018	818,2	11 549,5	3 485,9	2 805,7	18 659,3
	2019	830,3	11 610,6	3 589,9	2 951,8	18 982,6
	Δ 2018 / 2019	12,1	61,1	104,0	146,1	323,3

Mittelherkunft nach Funktionsgruppen (in FTE) 2019 und im Vergleich zu 2018. Δ zeigt die absolute Veränderung gegenüber dem Vorjahr. Zahlen ohne Lernende (457,6 FTE) sowie Praktikantinnen und Praktikanten.

Immobilien

Abb. 25: Entwicklung der Mittelherkunft für Bauten im ETH-Bereich (in Mio. CHF)

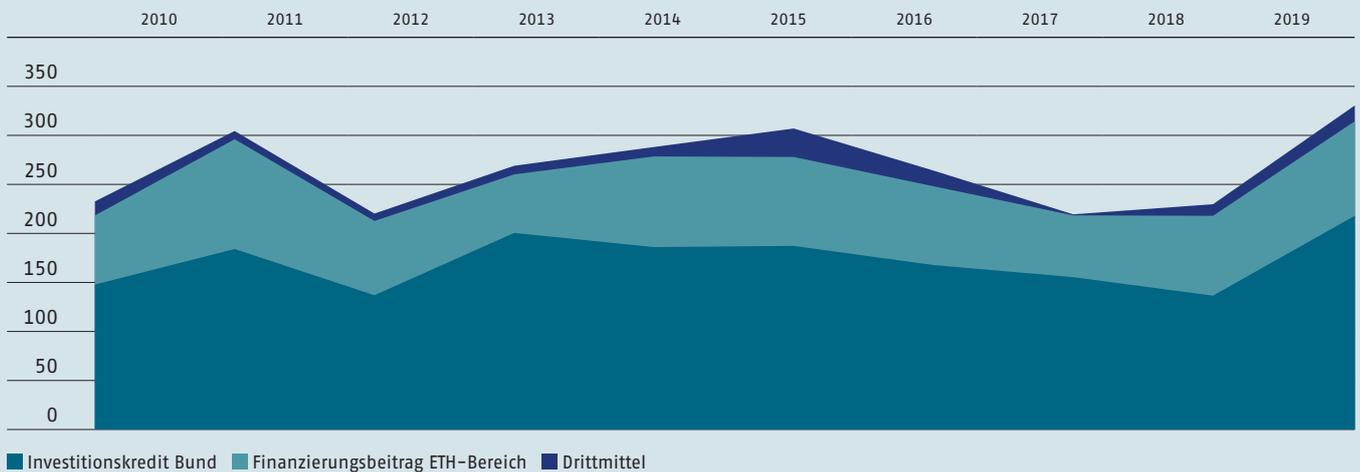
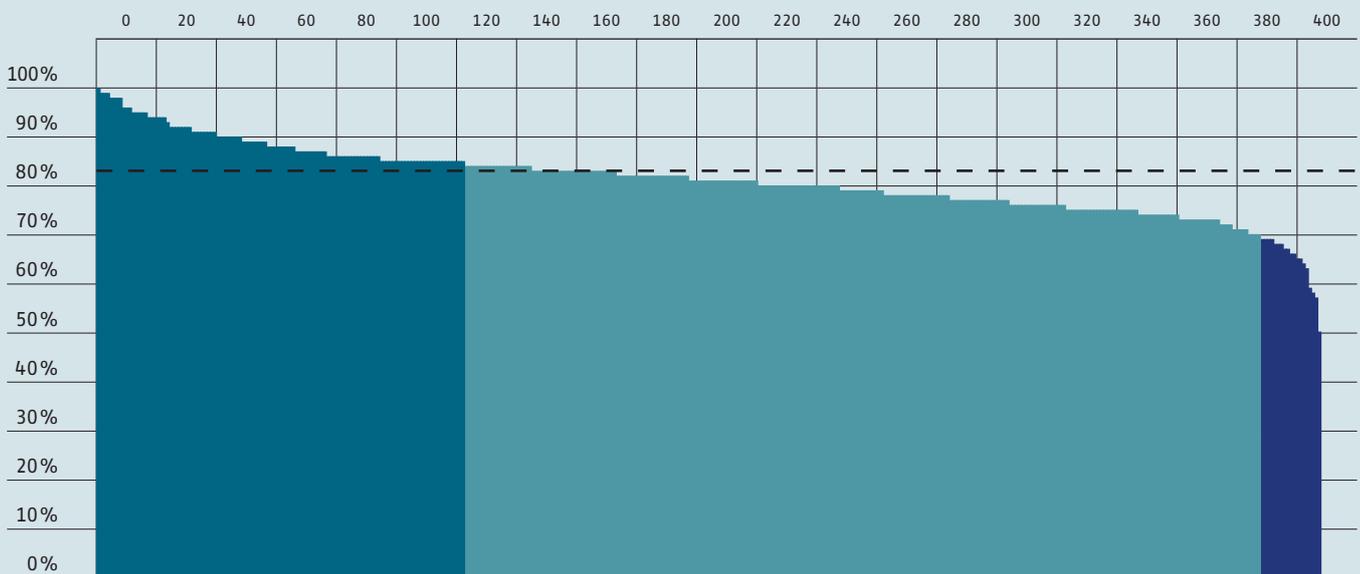


Abb. 26: Zustandswerte per 31. Dezember 2019



Anzahl erfasster Objekte: 389

- sehr guter Zustand, neuwertig
 - guter Zustand, keine Massnahmen notwendig
 - mittlerer Zustand, Massnahmen planen / umsetzen
 - schlechter Zustand, Massnahmen notwendig
- Durchschnitt, gewichtet mit Neuwert der Objekte: 83%

Abb. 27: Entwicklung der Hauptnutzfläche nach Institution (in %)



Abb. 28: Entwicklung des Flächenmix (in 1000 m²)

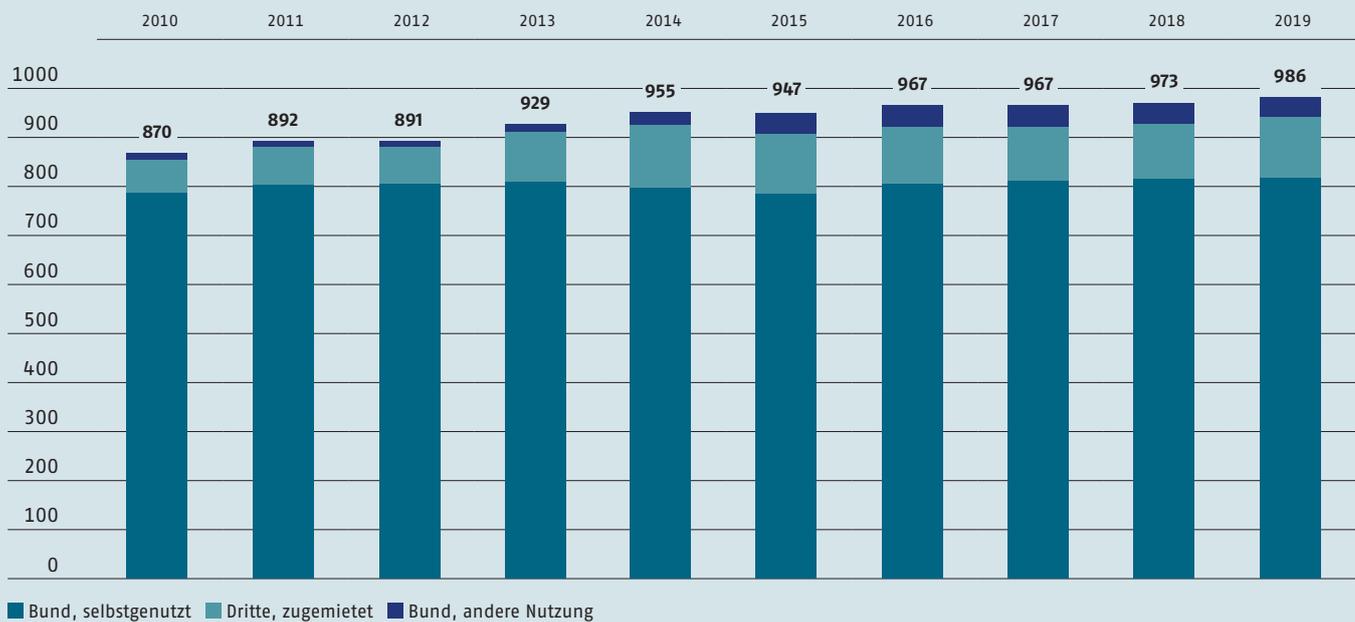


Abb. 29: Mengengerüst Portfolio ETH-Bereich

Mio. CHF	ETH Zürich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Gebäude / Infrastrukturen							
Anzahl	161	84	138	23	28	12	446
Neuwert	3 608	1 656	628	100	362	102	6 456
Buchwert	1 325	877	230	43	95	49	2 620
Parzellen							
Anzahl	68	19	9	15	4	4	119
Buchwert	691	243	30	24	63	10	1 062
Buchwert Anlagen im Bau	312	55	13	3	9	14	407
Baurechte (unter Einhaltung der Vorschriften nicht bewertet)							0
Total Aktiven (Buchwerte Immobilien)	2 329	1 175	273	70	167	74	4 088
Rückstellungen (z. B. für belastete Standorte, Asbest, radioaktive Abfälle)							281

Anzahl und Wert sämtlicher Immobilien des Bundes, die den Institutionen des ETH-Bereichs zugeordnet sind.

Abb. 30: Investitionen

TCHF	ETH Zürich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Investitionskredite Bund	150 000	40 200	10 100	2 590	5 030	10 630	218 550
davon für Neubau oder Ersatz	70 854	2 887	6 919	697	1 697	10 236	93 289
davon für Wert- und Funktionserhalt	79 146	37 313	3 181	1 893	3 333	394	125 261
Finanzierungsbeitrag Investitionen (für nutzerspezifischen Ausbau)	72 130	15 602	5 839	401	2 148	169	96 290
Drittmittel	10 743	3 570	0	0	1 804	0	16 117
Bauausgaben der Institutionen	232 873	59 372	15 939	2 991	8 983	10 799	330 957
Hauptnutzfläche HNF (in m ²)	488 220	288 380	112 410	20 080	59 850	17 380	986 320
Bauausgaben pro m ² HNF (CHF/m ²)	477	206	142	149	150	621	336

Investitionen 2019 in das Immobilieneigentum des Bundes in Bezug zur Hauptnutzfläche (HNF, m²). Diese ist jener Teil der Nutzfläche (NF), der unmittelbar der Kernaufgabe Lehre und Forschung zugeordnet wird. Weil die Forschungsanstalten selbst keine Lehre anbieten, wäre eine bereichsweite Flächenkennzahl – beispielsweise bezogen auf die Anzahl Studierender – wenig aussagekräftig.

Umwelt und Energie

Abb.31: Umwelt- und Energiedaten

		ETH-Bereich 2017	ETH-Bereich 2018	ETH Zürich Gesamt	EPFL Gesamt	PSI Gesamt	WSL Gesamt	Empa Gesamt	Eawag Gesamt	ETH-Bereich Trend 2019 ¹
BASISDATEN										
Energiebezugsfläche EBF ²	m ²	1475985	1470019	696191	424390	169650	28246	123442	28100	1459162
Vollzeitäquivalent ³	FTE	36103	37532	21339	11694	2061	670	1021	693	38361
ENERGIE⁴										
Endenergie netto⁷	kWh / a	429 011 863	435 890 829	186 965 283	94 832 452	128 874 141	4 701 850	16 366 323	4 150 780	425 448 033
Elektrizität netto (ohne selber prod.)	kWh / a	357 484 834	346 882 764	131 332 000	76 073 000	122 208 141	2 853 911	11 004 112	3 411 600	341 695 403
Bezug unzertifizierter Elektrizität	kWh / a	50 939 413	43 870 141	1662 000	0	42 208 141	0	0	0	
Bezug zertifizierter Elektrizität	kWh / a	306 545 421	303 012 623	129 670 000	76 073 000	80 000 000	2 853 911	11 004 112	3 411 600	
Elektrizität (ohne nature made star)	kWh / a	298 164 120	293 836 779	125 670 000	73 820 000	80 000 000	876 907	13 469 872	0	
Photovoltaik naturemade star	kWh / a	2 084 150	2 085 290	0	2 000 000	0	0	0	85 290	
Wasserkraft naturemade star	kWh / a	13 936 394	13 954 314	4 000 000	4 751 000	0	1 877 004	0	3 326 310	
Windenergie naturemade star	kWh / a	101 996	100 000	0	0	0	100 000	0	0	
Verkauf Elektrizität	kWh / a	- 7741 239	- 6 963 760	0	- 4 498 000	0	0	- 2 465 760	0	
Wärme	kWh / a	69 191 978	87 509 035	54 832 000	18 759 452	6 402 000	1 414 192	5 362 211	739 180	
Heizöl	kWh / a	7 918 044	8 613 209	1445 000	6 717 000	160 000	284 859	0	6 350	
Erdgas	kWh / a	53 911 698	50 769 631	33 396 000	12 005 000	0	0	5 368 631	0	
Fernwärme	kWh / a	33 038 081	51 884 009	43 761 000	4 217 69	6 242 000	0	726 410	732 830	
Holzschnitzel	kWh / a	1 100 684	1 136 016	0	6 683	0	1 129 333	0	0	
Verkauf Wärme	kWh / a	- 26 776 529	- 24 893 830	- 23 770 000	- 391 000	0	0	- 732 830	0	
Treibstoffe (eigene Fahrzeuge)	kWh / a	2 335 051	1 499 030	801 283	0	264 000	433 747	0	0	
Energie Zusatzinformationen										
Energiekosten Elektrizität und Wärme ⁵	CHF / a	47 371 233	48 131 104	25 867 086	10 281 345	10 523 588	450 159	512 617	496 309	50 358 487
Selber produzierte erneuerbare Elektrizität	kWh / a	622 450	2 718 349	214 127	2 000 000	0	130 750	199 064	174 408	
Total Verkauf an Dritte	kWh / a	- 34 517 768	- 31 857 590	- 23 770 000	- 4 889 000	0	0	- 3 198 590	0	
WASSER (TRINKWASSER)	m³	663 418	680 576	373 355	178 559	94 115	8 095	22 234	4 218	697 160
STOFFE										
Papier	kg	344 133	284 909	179 300	54 500	28 521	6 256	10 857	5 475	239 706
Papier Neufaser	kg	114 284	82 817	31 800	40 400	9 361	1 036	100	120	76 520
Papier Recycling	kg	229 849	202 092	147 500	14 100	19 160	5 220	10 757	5 355	163 186
KENNZAHLEN UMWELTBELASTUNG										
Primärenergie (PE)⁶	kWh / a	597 739 400	587 599 808	211 080 341	115 711 876	228 539 959	7 205 870	19 710 995	5 350 768	
Anteil erneuerbare Energien an PE	%	68	65	58	65	75	55	66	76	
CO₂-Emissionen	t CO₂/a	35 553	36 630	16 892	7 763	9 702	411	1 553	309	

¹ Provisorische Zahlen für das Berichtsjahr (Trend), Stand: Anfang März 2020.

² Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller unter- und oberirdischen Bruttogeschossflächen, für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.

³ Der hier aufgeführte FTE-Wert wurde zur Ermittlung des Pro-Kopf-Verbrauchs um die Anzahl Studierende mit einem FTE-Wert von 0,68 ergänzt.

⁴ Die aufgeführten Kennzahlen für Elektrizität und Wärme zeigen den Gesamtverbrauch sowohl für Gebäude als auch für den Lehr- und Forschungsbetrieb.

⁵ Die Schlüsselkennzahl Energiekosten zeigt sämtliche Ausgaben (Cash-out) zur Bereitstellung von Energie (Wärme und Strom).

⁶ Als Primärenergie bezeichnet man in der Energiewirtschaft die Energie, die mit den ursprünglich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, etwa als Brennstoff (z. B. Kohle oder Erdgas), aber auch Energieträger wie Sonne, Wind oder Kernbrennstoffe.

⁷ Endenergie ist der nach Energieumwandlungs- und Übertragungsverlusten übrig gebliebene Teil der Primärenergie, die den Hausanschluss des Verbrauchers passiert hat. Die Endenergie entspricht grundsätzlich der eingekauften Energie.

FINANZEN

Finanzierungsrechnung	102
Konsolidierte Jahresrechnung*	106
Konsolidierte Bilanz*	107

* Auszug aus dem Finanzbericht 2019

Finanzbericht:
www.ethrat.ch/finanzbericht2019

Finanzierungsrechnung

Den weitaus grössten Teil der Finanzierung des ETH-Bereichs steuert der Bund bei. 2019 verursachte die rege Bautätigkeit hohe Ausgaben.

Finanzierung

Gegenüber 2018 nahmen die operativen Einnahmen des ETH-Bereichs 2019 leicht zu (2019: 3591 Mio. CHF; 2018: 3571 Mio. CHF.) Die im Budget 2019 enthaltenden Annahmen trafen ein (3589 Mio. CHF inkl. Aufstockung). Bei der Erstellung des Budgetberichts 2019 war die Aufstockung der Trägerfinanzierung Bund in Höhe von 30,0 Mio. CHF (gemäss BB Ia zum Voranschlag 2019) bei den Einnahmen noch nicht beschlossen und ist somit im Total der Einnahmen noch nicht enthalten. Im Vergleich zum Vorjahr kam es in den Anteilen zwar zu einer leichten Verlagerung zugunsten der Trägerfinanzierung, insgesamt jedoch ist in den Anteilen über die Jahre hinweg eine hohe Stabilität zu verzeichnen. Der weitaus überwiegende Teil der Mittel stammt aus der Trägerfinanzierung.

Mittelherkunft

Der Bund als Eigner trägt den ETH-Bereich mit knapp 90% (2019: 87%). 2019 steuerte er 71,9% direkt über die Trägerfinanzierung und weitere 15,1% indirekt über Forschungsbeiträge bei. Der Anteil der Drittmittel an den operativen Einnahmen ging zurück und belief sich auf 11,7% (2018: 13,1%). Das Total lag mit 419,7 Mio. CHF tiefer als 2018 (469,3 Mio. CHF). Die höheren Semestergebühren und der Anstieg der Studierenden wirkten sich entsprechend auf die Einnahmen aus Studiengebühren auf das Total der Einnahmen (R 2019: 48 Mio. CHF; R 2018: 41 Mio. CHF).

Trägerfinanzierung Bund

Der maximal bewilligte Zahlungsrahmen ETH-Bereich 2017–2020 beläuft sich auf 10 337,8 Mio. CHF (Ø Wachstum 1,9%). Die Ausschöpfung liegt bei 99% per Ende der Leistungsperiode 2017–2020 (10 239,0 Mio. CHF). Daraus resultiert das durchschnittliche jährliche Wachstum von 1,4% (s. Abb. 1 und 2, S. 70).

Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen

Das mit BB Ia zum Voranschlag 2019 durch die eidgenössischen Räte bewilligte Total der beiden Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen belief sich auf 2581,2 Mio. CHF. Gegenüber 2018 (B 2018: 2530,9 Mio. CHF) betrug der Anstieg 50,3 Mio. CHF (+2,0%). Im Anstieg ist auch die Aufstockung von 30,0 Mio. CHF enthalten im Vergleich zum Antrag gemäss BRB durch die eidgenössischen Räte (August 2018). Der ETH-Rat teilte diese Aufstockung dem Grundauftrag 2020 anstatt 2019 zu. 2019 kam es wieder zu einer Kreditverschiebung (7,2 Mio. CHF) zugunsten des Kredits Finanzierungsbeitrag des Bundes. Aus den nach Art. 32a FHG im Stammhaus Bund gebildeten Reserven in Höhe von 40,0 Mio. CHF (s. Staatsrechnung 2018) wurden 2019 10 Mio. CHF nach Art. 35 FHG verwendet. In der Staatsrechnung 2019 wird diese Verwendung als Auflösung mittels Kreditüberschreitung beim BBL (VE 620) beim Kredit A202.0134 Bauten ETH-Bereich verbucht. Im Total sind auch die Mittel für Aufgaben aus dem «Aktionsplan Digitalisierung» enthalten.

Forschungsbeiträge Bund und EU

Der Bund steuerte 2019 indirekt über seine beiden wichtigsten Förderorgane SNF und Innosuisse sowie über die Ressortforschung und die Mittel der EU-FRP total 543 Mio. CHF zur Finanzierung des ETH-Bereichs bei. Die Einnahmen überstiegen das Vorjahrestotal von 2018 (R 2018: 533 Mio. CHF), lagen jedoch leicht unter dem budgetierten Wert (B 2019: 553 Mio. CHF). Mit Ausnahme der rückläufigen Einnahmen aus Innovations-

Im Monitoring werden die gemäss BB Ia zum Voranschlag bewilligten Kredite aufgeführt. In der Staatsrechnung (Band 2 B) werden hingegen die Ausgaben gezeigt. Dies führt in den Jahren 2018 und 2019 zu unterschiedlichen Werten beim Investitionskredit Bauten ETH-Bereich (Kredit A202.0134) zwischen dem Geschäftsbericht des ETH-Rats für den ETH-Bereich und den Staatsrechnungen 2018 und 2019.

projekten des Förderorgans Innosuisse verzeichneten sämtliche Kategorien der Forschungsbeiträge Bund eine Zunahme gegenüber 2018; insbesondere die Mittel aus dem 8. EU-FRP (2014–2020) weisen ein deutliches Plus aus. Aus den genannten Gründen resultierten leichte anteilmässige Verschiebungen innerhalb der Anteile der Forschungsbeiträge des Bundes und der EU. Der Anteil der Forschungsbeiträge des Bundes gemessen am Total der Finanzierung lag 2019 gegenüber dem Vorjahr jedoch unverändert bei rund 15%.

Forschungsbeiträge Dritte / diverse Einnahmen

Das Total der operativen Einnahmen in Höhe von 420 Mio. CHF lag 2019 massiv (–49,6 Mio. CHF) unter dem Vorjahreswert von 2018 (469 Mio. CHF). Die Erwartungen wurden dennoch leicht übertroffen (B 2019: 414 Mio. CHF). Der Rückgang gegenüber 2018 hängt ausnahmslos mit den verbuchten Schenkungen der ETH Zürich zusammen, deren Summe sich aufgrund der geringeren Zahl an Verträgen mehr als halbierte (–72 Mio. CHF). Der Rückgang konnte zwar teilweise durch höhere Erträge aus der Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft, den Kantonen und durch höhere Erträge bei den übrigen Einnahmen etwas aufgefangen bzw. kompensiert werden. Der Anteil des Totals der Forschungsbeiträge Dritte / diversen Einnahmen, gemessen am Gesamttotal der Finanzierung, reduzierte sich dennoch im Vergleich zum Vorjahr 2018 von 13% auf knapp 12%.

Hinweis: Die operativen Einnahmen aus Forschungsbeiträgen und aus übrigen operativen Einnahmen entsprechen im Normalfall nicht dem operativen Ertrag in der Erfolgsrechnung. Die eigentlich notwendige

Unterscheidung ist jedoch nicht praktikabel. In der Überleitung von der Finanzierungsrechnung zur Erfolgsrechnung werden somit identische Werte gezeigt. Generell muss die Entwicklung der Forschungsbeiträge unter Einbezug der Bilanz und der Zusprache von Fördermitteln des Bundes (SNF und Innosuisse, Ressortforschung, EU-FRP) beurteilt werden.

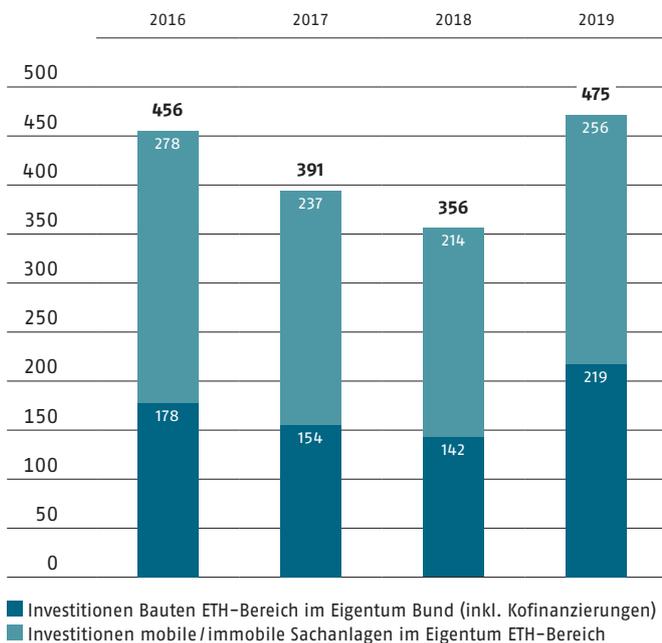
Mittelverwendung (Ausgaben)

Das Total der operativen Ausgaben 2019 belief sich auf 3489 Mio. CHF. Es überstieg den Vorjahreswert (2018: 3349 Mio. CHF). Das genehmigte Budget hingegen wurde unterschritten (2019: 3635 Mio. CHF inkl. der Aufstockung gemäss BB Ia Voranschlag 2019). Gegenüber 2018 war es in erster Linie der starke Anstieg bei den Investitionen, der zum Ausgabenplus beigetragen hat. Ein weiterer Teil der Mehrausgaben wurde durch die höheren Personalausgaben verursacht. Total entstanden Mehrausgaben von rund 140 Mio. CHF. Deutlich zu hoch budgetiert waren die laufenden Sachausgaben; dies war auch der Hauptgrund für die Budgetunterschreitung gegenüber dem Budget 2019.

Die Ausgaben lassen sich in die Teile Personal-, Sach- und Investitionsausgaben gliedern. Der Hauptanteil der Mittel wird jeweils für das Personal verwendet (2019: 65,5%, 2018: 66,6%). In Sachanlagen wurden 2019 fast 14% der Gesamtausgaben (2018: 10,9%) investiert. Die Höhe der übrigen laufenden Betriebsausgaben (2019: 20,9%) für Infrastruktur und für Projekte in Lehre und Forschung ist von zahlreichen Faktoren abhängig (s. Finanzbericht unter www.ethrat.ch/finanzbericht2019).

Die anteilmässige Verteilung der Hauptkomponenten der Ausgaben im Berichtsjahr 2019 zeigt im Vergleich zum Vorjahr eine leichte Verlagerung von den laufenden Ausgaben hin zu einem höheren Anteil an Investitionen (Sicht Nutzung).

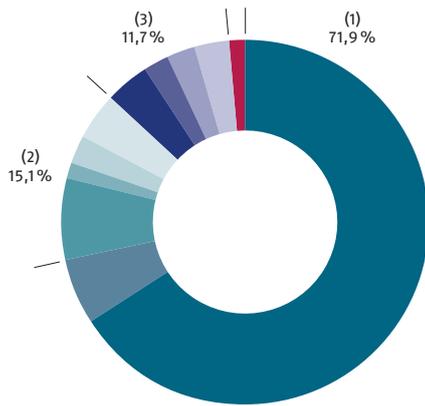
Abb. 32: Entwicklung der Gesamtinvestitionen (in Mio. CHF)



Personal

Das Total von 2282 Mio. CHF lag 50 Mio. CHF über dem Vorjahreswert (R 2018: 2232 Mio. CHF). Im Berichtsjahr wurden 18 982,6 Vollzeitstellen (FTE; Stichtagswerte) finanziert, verteilt auf 22 599 Arbeitsverhältnisse (2018: 18 659,3 FTE). Die Mehrausgaben beim Personal waren in erster Linie eine direkte Folge der Finanzierung der zusätzlichen Stellen (+ 323,3 FTE). Ein Teil der zusätzlichen Personalausgaben wurde für den Ausgleich der Teuerung, die Steuerung des Lohnsystems sowie die höheren Arbeitgeberbeiträge verwendet.

Der Hauptanteil der Vollzeitstellen entfällt auf die Trägerfinanzierung (2019: 12 238,4 FTE). Für diese wurden 2019 gemäss der statistischen Erhebung knapp 1700 Mio. CHF aufgewendet und werden dem Kredit Finanzierungsbeitrag Bund belastet. Die Zahl der durch die Trägerfinanzierung finanzierten Vollzeitstellen nahm gegenüber 2018 um 188,4 ab. Über die Forschungsbeiträge des Bundes und der EU wurden 4 532,9 FTE finanziert und in Zusammenarbeit mit der Privatwirt-

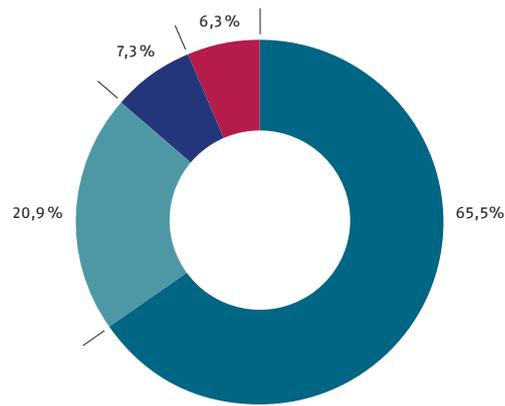


Mittelherkunft

Abb. 33*: Struktur der Einnahmen in %

Operative Einnahmen, Rechnung 2019: 3591 Mio. CHF
(Sicht Finanzierungsrechnung)

(1) Trägerfinanzierung (Sicht Zahlungsrahmen)	71,9%
Finanzierungsbeitrag des Bundes	66,0%
Investitionskredit Bauten ETH-Bereich	5,8%
(2) Forschungsbeiträge des Bundes und der EU	15,1%
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	7,2%
Innosuisse	1,4%
Ressortforschung	2,3%
EU Europäische Forschungsrahmenprogramme (FRP)	4,2%
(3) Drittmittel	11,7%
Zusammenarbeit mit der Wirtschaft	4,1%
Übrige Drittmittel (Universitäten, Kantone etc.)	2,0%
Schenkungen und Legate	2,6%
Übrige Erträge	3,0%
Studiengebühren, Weiterbildung	1,3%



Mittelverwendung

Abb. 34**: Struktur der Ausgaben in %

Operative Ausgaben, Rechnung 2019: 3489 Mio. CHF
(Sicht Finanzierungsrechnung)

Personal	65,5%
Übrige laufende Ausgaben	20,9%
Investitionen Eigentum ETH-Bereich	7,3%
Investitionen Eigentum Bund	6,3%

* Abb. 33 zeigt die Einnahmen aus Sicht Finanzierung nach Mittelherkunft. Sie betragen 3591 Mio. CHF und setzen sich zusammen aus: Finanzierungsbeitrag des Bundes; Investitionskredit Bauten ETH-Bereich; Schenkungen und Legate; Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen; Studiengebühren, Weiterbildung; Übrige Erträge.

** Abb. 34 zeigt die Ausgaben aus Sicht Finanzierung nach Mittelverwendung. Sie betragen 3489 Mio. CHF und setzen sich zusammen aus: Personalaufwand (nach Neutralisierung des Nettovorsorgeaufwands nach IPSAS 39); Investitionen in Bauten im Eigentum des Bundes; Investitionen in Sachanlagen und immaterielle Anlagen im Eigentum des ETH-Bereichs; Sachaufwand (ohne Unterbringungsaufwand); Transferaufwand. Die Abschreibungen sind nicht Teil des Totals nach Mittelverwendung.

schaft und aus Schenkungen / Legaten waren es 2211,3 FTE. Gegenüber 2018 nahmen insbesondere die Vollzeitstellen zu, die aus Forschungsbeiträgen des Bundes und der EU finanziert werden (+372,1 FTE bzw. +8,9%).

Die Arbeitgeberbeiträge im Verhältnis zu den Personalbezügen (ohne Berücksichtigung von IPSAS 39) lagen 2019 bei 20,5% (R 2018: 19,9%). Die Budgetierung 2019 erfolgte analog dem Bund (EPA) mit einem Arbeitgeberbeitragssatz von pauschal 21,4%. Der effektive Beitragssatz 2019 lag somit unter dem Beitragssatz für die Kalkulation.

Investitionen

2019 wurde deutlich mehr investiert als 2018 (2019: 475 Mio. CHF; 2018: 356 Mio. CHF). Der Ausgabenanstieg (+119 Mio. CHF) ist ausnahmslos auf die hohe Bautätigkeit im Berichtsjahr zurückzuführen. Bei der Darstellung der Gesamtinvestitionen werden jeweils

sämtliche Investitionen, unabhängig von der Frage des Eigentums und der Finanzierung, ausgewiesen, d. h. es geht um die Investitionen in die durch den ETH-Bereich genutzte Substanz. Deshalb werden auch die Investitionen in Immobilien im Eigentum des Bundes in das Total der Investitionen mit integriert, obwohl diese über den Kredit A202.0134 Investitionskredit Bauten ETH-Bereich finanziert werden, der beim BBL angesiedelt ist (VE 620 Stammhaus Bund).

Der Anteil der gesamten Investitionen, gemessen an den Gesamtausgaben, lag etwas über dem langfristigen Mittel (ca. 12%), jedoch innerhalb der üblichen Bandbreite verglichen z. B. mit der zentralen Bundesverwaltung (12–15%-Anteil an den Gesamtausgaben). Die betragsmässig grössten Investitionen betrafen die generell hohen investiven Ausgaben für die Mieterausbauten (BKP 3) – vor allem bei der ETH Zürich – und, wie auch im Vorjahr, die Investitionen in die ATHOS-Strahllinie beim PSI.

Überleitung Finanzierungs- auf Erfolgsrechnung

Aus Sicht Finanzierung werden die Mittel aus der Trägerfinanzierung Bund derjenigen Periode zugeordnet, in der die Gelder fliessen. Deshalb setzt sich aus dieser Sicht die Trägerfinanzierung aus den Krediten in Anrechnung an den Zahlungsrahmen des ETH-Bereichs zusammen: A231.0181 Finanzierungsbeitrag des Bundes an den ETH-Bereich und A202.0134 Bauten ETH-Bereich. In der Erfolgsrechnung erfolgt hingegen die periodengerechte Verbuchung. Daher besteht die Trägerfinanzierung aus Sicht Erfolgsrechnung aus den Krediten: A231.0181 Finanzierungsbeitrag des Bundes an den ETH-Bereich und A231.0182 Beitrag an Unterbringung ETH-Bereich Bundes an den ETH-Bereich.

Die unterschiedlichen Sichtweisen erfordern eine Überleitung von den operativen Einnahmen (2019:

3591 Mio. CHF) zum konsolidierten operativen Ertrag des ETH-Bereichs gemäss Erfolgsrechnung (2019: 3675 Mio. CHF). Deshalb müssen analoge Werte gezeigt werden.

Die wichtigsten Unterschiede zwischen dem Total der Ausgaben (2019: 3489 Mio. CHF) gemäss Finanzierungsrechnung und dem operativen Aufwand (2019: 3637 Mio. CHF) gemäss Erfolgsrechnung sind wie folgt begründet: Die Investitionen zählen lediglich zu den Ausgaben. Demgegenüber stellen Unterbringung und Abschreibungen lediglich Aufwand dar. Weitere Aspekte der Überleitung betreffen den Nettovorsorgeaufwand nach IPSAS 39 sowie den Effekt der Subkonsolidierungen der ETH Zürich und der EPFL. Beide Vorgänge bleiben generell in der Budgetierung und in der Finanzierungsrechnung unberücksichtigt und sind Teil der Überleitung. Dies betrifft auch die In-kind-Leistungen aus Nutzungsrechten.

Abb. 35: Überleitung Finanzierungsrechnung auf Erfolgsrechnung

Mio. CHF	Finanzierungs- rechnung 2019	Überleitung			Erfolgsrechnung 2019
		Reduktion (-)	Erhöhung (+)	Konsolidierung (+ / -)	
FINANZIERUNGSRECHNUNG / ERFOLGSRECHNUNG					
Einnahmen (Mittelherkunft) / operativer Ertrag	3 591	- 209	244	48	3 675
Trägerfinanzierung Bund	2 581	- 209	244	-	2 616
Finanzierungsbeitrag des Bundes	2 373				2 373
Investitionen Bauten ETH-Bereich	209	- 209			-
Beitrag an Unterbringung	-		244		244
Studiengebühren, Weiterbildung	48				48
Forschungsbeiträge Bund	543				543
Forschungsbeiträge Dritte	219			16	235
Diverse Einnahmen	200			32	232
Ausgaben (Mittelverwendung) / operativer Aufwand	3 489	- 219	578	44	3 637
Personal	2 284		82	20	2 386
Sachaufwand - Unterbringung ETH-Bereich	-		244		244
Abschreibungen	-		252	14	267
Übrige laufende Sach- / Transferausgaben / -aufwand	731			10	740
Investitionen	474	- 219	-	-	256
Bauten ETH-Bereich (Eigentum Bund)	219	- 219			-
Kofinanzierungen Bauten ETH-Bereich (Eigentum Bund)	-				-
Immobilien Anlagevermögen (Eigentum ETH-Bereich)	85				85
Mobiles Anlagevermögen (Eigentum ETH-Bereich)	169				169
Immaterielles Anlagevermögen (Eigentum ETH-Bereich)	2				2

Sicht Finanzierungsrechnung – Einnahmen / Ausgaben sowie Sicht Erfolgsrechnung – Aufwand / Ertrag

Konsolidierte Jahresrechnung

Tabelle 1: Erfolgsrechnung ETH-Bereich (konsolidiert)

Mio. CHF	Anhang	Budget 2019	Ist 2019	Ist 2018	Veränderung Ist absolut
Finanzierungsbeitrag des Bundes		2373	2373	2357	16
Beitrag an Unterbringung		244	244	269	-25
Trägerfinanzierung	7	2616	2616	2625	-9
Studiengebühren, Weiterbildung	8	41	48	41	7
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)		261	260	255	5
Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)		68	49	56	-6
Forschung Bund (Ressortforschung)		79	82	81	1
EU-Forschungsrahmenprogramme (FRP)		144	152	142	10
Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)		132	146	139	7
Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen)		71	90	84	7
Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen	9	756	779	755	24
Schenkungen und Legate	10	95	92	155	-63
Übrige Erträge	11	115	140	138	3
Operativer Ertrag		3624	3676	3714	-38
Personalaufwand	12, 28	2352	2386	2333	54
Sachaufwand	13	962	935	990	-55
Abschreibungen	21, 23	241	267	266	1
Transferaufwand	14	173	49	43	7
Operativer Aufwand		3727	3637	3631	6
OPERATIVES ERGEBNIS		-104	39	83	-44
FINANZERGEBNIS	15	9	28	-22	50
Ergebnis von assoziierten Einheiten und Joint Ventures	20	-	74	-11	85
JAHRESERGEBNIS		-95	140	50	90

Tabelle 2: Bilanz ETH-Bereich (konsolidiert)

Mio. CHF	Anhang	31.12.2019	31.12.2018	Veränderung absolut
UMLAUFVERMÖGEN				
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	16	950	852	98
Kurzfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	17	612	558	54
Kurzfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	17	48	36	12
Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen	22	1430	1409	21
Vorräte	18	10	10	–
Aktive Rechnungsabgrenzungen	19	49	48	1
Total Umlaufvermögen		3 099	2 913	187
ANLAGEVERMÖGEN				
Sachanlagen	21	1 898	2 023	–125
Immaterielle Anlagen	21	63	67	–4
Langfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	17	939	970	–31
Langfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	17	–	–	–
Beteiligungen an assoziierten Einheiten und Joint Ventures	20	208	135	73
Langfristige Finanzanlagen und Darlehen	22	42	32	10
Kofinanzierungen	23	123	128	–4
Total Anlagevermögen		3 272	3 354	–82
TOTAL AKTIVEN		6 371	6 267	104
FREMDKAPITAL				
Laufende Verbindlichkeiten	24	154	179	–25
Kurzfristige Finanzverbindlichkeiten	25	15	16	–2
Passive Rechnungsabgrenzungen	26	150	142	8
Kurzfristige Rückstellungen	27	102	109	–7
Kurzfristiges Fremdkapital		421	446	–25
Zweckgebundene Drittmittel	29	1 555	1 510	45
Langfristige Finanzverbindlichkeiten	25	350	361	–11
Nettovorsorgeverpflichtungen	28	2 423	2 239	185
Langfristige Rückstellungen	27	621	705	–83
Langfristiges Fremdkapital		4 950	4 815	135
Total Fremdkapital		5 370	5 261	110
EIGENKAPITAL				
Bewertungsreserven		–1 470	–1 364	–106
Zweckgebundene Reserven		1 365	1 123	242
Freie Reserven		856	967	–110
Kofinanzierungen	23	123	128	–4
Reserven aus assoziierten Einheiten	20	208	135	73
Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-)		–82	17	–99
Total Eigenkapital		1 001	1 006	–5
TOTAL PASSIVEN		6 371	6 267	104

Impressum

Herausgeber: ETH-Rat, Haldeliweg 15, 8092 Zürich,
kommunikation@ethrat.ch
Projektleitung/Redaktion: Kommunikation ETH-Rat, Zürich
Grafische Konzeption/Layout: Hej GmbH, Zürich
Reportagen: Roland Fischer, Bern
sowie Institutionen des ETH-Bereichs
Fotografie: Basil Stücheli, Aeugstertal
oder gemäss Bildnachweis
Übersetzungen, Korrektorat: comtexto AG, Zürich
Publishingsystem: ns.publish, mms solutions AG, Zürich
Druck: Urs Zuber AG, Reinach
Redaktionsschluss: 4. März 2020

Der Geschäftsbericht erscheint in Deutsch, Französisch und Englisch. Für die Jahresrechnung ist die deutsche Fassung verbindlich. Elektronisch ist der Geschäftsbericht verfügbar unter www.ethrat.ch/geschaeftsbericht2019.

Rundungsdifferenz: Die in diesem Dokument ausgewiesenen finanziellen Summen oder Zahlen stimmen möglicherweise nicht genau mit den in den Tabellen dargestellten Beträgen überein. Diese Beträge werden auf nicht gerundeten Zahlen berechnet und können von einem Wert abweichen, der auf den in den Tabellen dargestellten gerundeten Werten basiert.

Ein spezieller Dank für Beiträge und Mitwirkung gilt:

- allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Institutionen des ETH-Bereichs bei der Erstellung der Reportagen,
- den Mitgliedern der ISP-Gruppe des ETH-Bereichs (Implementierung Strategische Planung),
- den Mitgliedern des ComTeams ETH-Bereich (Kommunikationsverantwortliche sowie deren Mitarbeitenden),
- sowie den Fachverantwortlichen und Mitarbeitenden im Stab des ETH-Rats und in den Institutionen des ETH-Bereichs.

© ETH-Rat, März 2020



Titelseite

Meilenstein in der Förderung von Alternativen zu Tierversuchen: Prof. Dr. Kristin Schirmer (im Bild) und ihre Kollegin Melanie Fischer wurden 2019 mit dem 3RCC's 3Rs Award für ihre besondere Forschungsarbeit ausgezeichnet.

ETH-Rat

Rat der Eidgenössischen
Technischen Hochschulen

Zürich:

Händeliweg 15
8092 Zürich

Bern:

Hirschengraben 3
3011 Bern

www.ethrat.ch