



ETH-BEREICH

# GESCHÄFTSBERICHT DES ETH-RATS ÜBER DEN ETH-BEREICH 2018



# 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](http://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 über 21 000 Studierende und Doktorierende aus über 120 Ländern aus. Gemeinsam forschen sie in Natur- und Ingenieurwissenschaften, Architektur, Mathematik, systemorientierten Wissenschaften sowie in Management- und Sozialwissenschaften. Die Erkenntnisse und Innovationen der Forschenden der ETH Zürich fließen in die zukunfts-trächtigsten Branchen der Schweizer Wirtschaft ein, von der Informatik über Mikro- und Nanotechnologie bis hin zu medizinischen Hightechgeräten. [www.ethz.ch](http://www.ethz.ch)

### EPFL

11 100 Studierende und Doktorierende aus 116 Ländern und mehr als 350 Labors betreiben Spitzenforschung in Bereichen wie erneuerbare Energien, Medizintechnik, Neurotechnologien, Materialwissenschaften und Informationstechnologie. Im Durchschnitt geht mehr als ein Start-up pro Monat aus der EPFL hervor, die enge Beziehungen zur Wirtschaft unterhält. 2018 eröffnete die EPFL das LEARN-Zentrum, das sich den Bildungswissenschaften widmet. Dieses fördert Bildungsinnovationen, auch um den Herausforderungen der digitalen Transformation zu begegnen, wie es auch das Center for Digital Trust tut. [www.epfl.ch](http://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](http://www.psi.ch)

WSL Seite 26 Empa Seite 29 Eawag Seite 32



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](http://www.wsl.ch)



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](http://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](http://www.eawag.ch)

## Trägerfinanzierung<sup>1</sup>

in Mio. CHF

# 2531<sup>Mio.</sup>

2017: 2531 Mio. CHF

## Ausgaben

in Mio. CHF

# 3349<sup>Mio.</sup>

2017: 3307 Mio. CHF

## Studie zur Wertschöpfung<sup>2</sup>

Investitionen in den ETH-Bereich

Wertschöpfung in der Schweiz

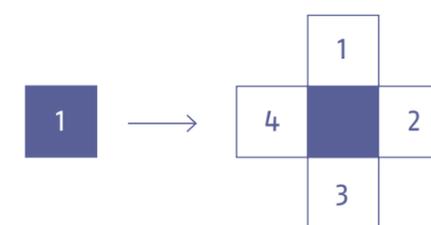
1 Arbeitsplatz im ETH-Bereich

schafft 4 Arbeitsplätze in der Schweiz



Rund 2,5 Mrd. CHF des Bundes

Rund 13,3 Mrd. CHF Bruttowertschöpfung



Rund 21 000 Mitarbeitende

Rund 80 000 Arbeitsplätze in der Schweiz

## Personal

Arbeitsverhältnisse

# 22 349

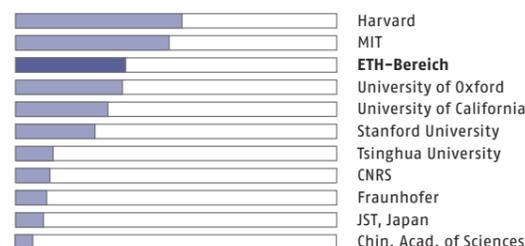
Frauenanteil: 34 % Lernende: 462

## Studierende und Doktorierende

# 32 531

Frauenanteil: 31 %

## Weltklassepatente<sup>3</sup>



Der ETH-Bereich verfügt im Vergleich mit einigen der weltweit renommiertesten Forschungsinstitutionen über den dritthöchsten Anteil an Weltklassepatenten.

## Spin-offs ETH-Bereich

# 55

## Hochschulrankings



■ ETH Zürich ■ EPFL

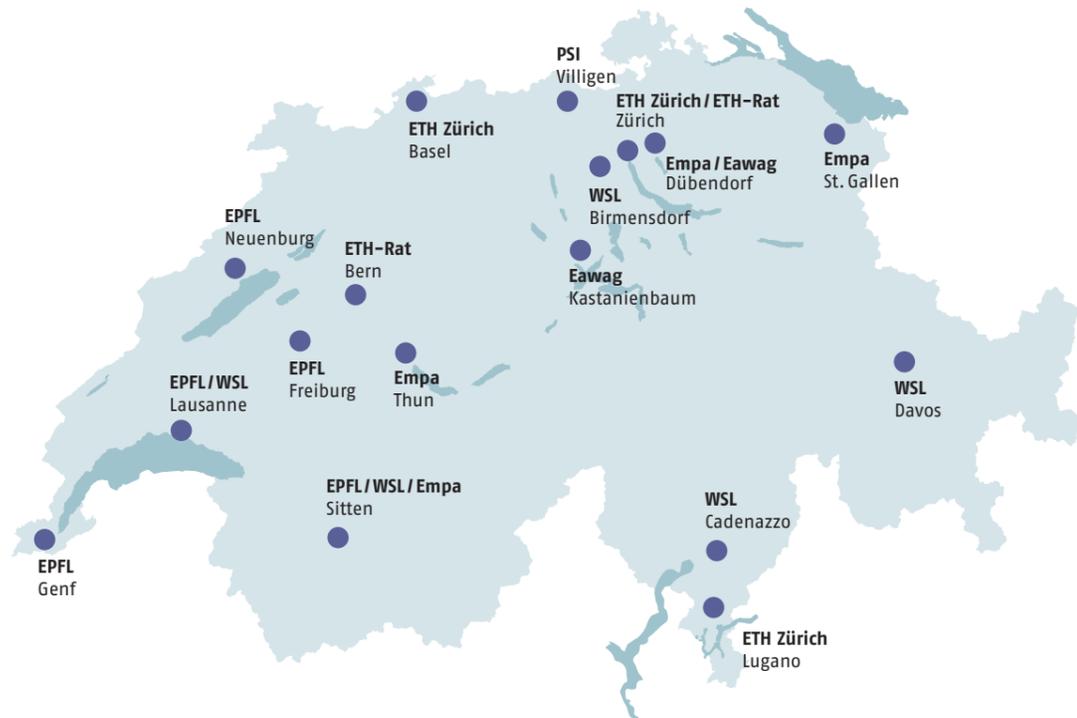
<sup>1</sup> Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen

<sup>2</sup> BIGGAR Economics, November 2017

<sup>3</sup> BAK Economics AG, 2018

# 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 über 22 000 Mitarbeitenden, mehr als 32 000 Studierenden und Doktorierenden sowie einer Professorenschaft von rund 850 Personen.

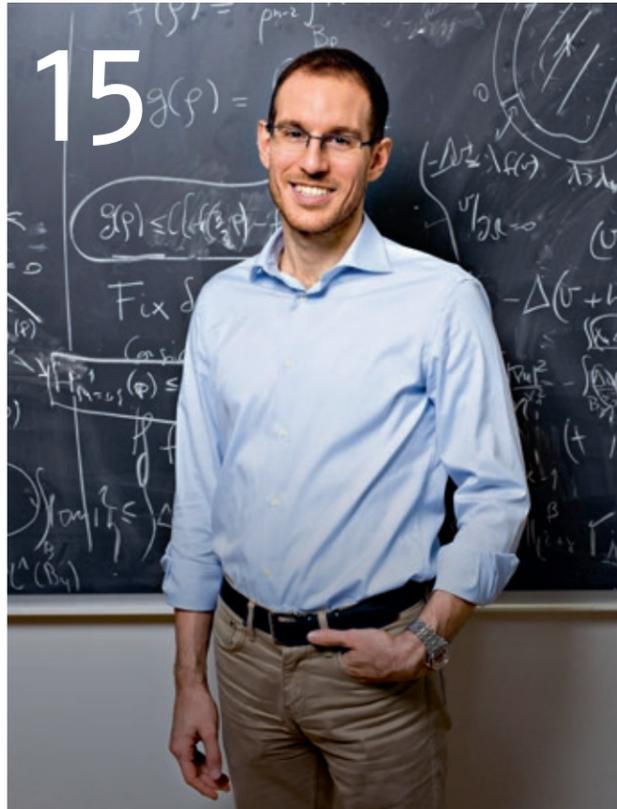
Den ETH-Bereich bilden die beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen ETH Zürich und EPFL sowie die vier Eidgenössischen Forschungsanstalten PSI, WSL, Empa und Eawag. Das strategische Führungs- und Aufsichtsorgan des ETH-Bereichs ist der ETH-Rat. [www.ethbereich.ch](http://www.ethbereich.ch) | [www.ethrat.ch](http://www.ethrat.ch)

## Geschäftsbericht des ETH-Rats über den ETH-Bereich 2018

Vorwort	6
Rückblick	8
Faszination ETH-Bereich	11
Governance	35
Strategische Ziele	45
Kennzahlen	81
Finanzen	99
Impressum	106

Finanzbericht:  
[www.ethrat.ch/finanzbericht2018](http://www.ethrat.ch/finanzbericht2018)

# Inhaltsverzeichnis



ETH Zürich: Fields-Medaille 2018

## Alessio Figalli im Porträt

Er hat ihn gewonnen. Den wichtigsten Mathematik-Preis der Welt – die Fields-Medaille. Und sie machte Alessio Figalli, Mathematikprofessor der ETH Zürich, zum Vorbild. Auch in seiner italienischen Heimatstadt Rom, wo sich im Herbst 2018 doppelt so viele Jugendliche zum Mathematikstudium anmeldeten.

# 21

EPFL: Latsis-Preis 2018

## Gewinnerin Andrea Ablasser

Für ihre bahnbrechende Forschung zur angeborenen Immunität wurde Andrea Ablasser, Assistenzprofessorin an der EPFL, mit dem Nationalen Latsis-Preis 2018 ausgezeichnet.



Bundesrat Guy Parmelin mit den Präsidenten, der Direktorin und den Direktoren der Institutionen des ETH-Bereichs.

WEF 2019

## Die Schweiz als globaler Player

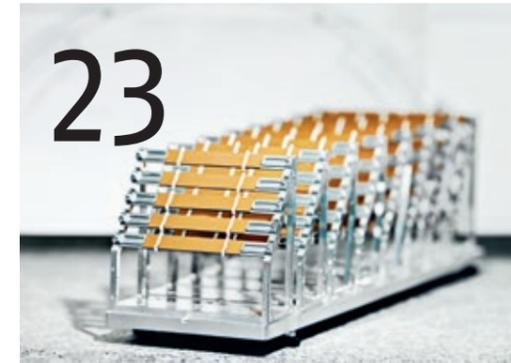
Bereits zum dritten Mal präsentierte sich die ETH Zürich im Rahmen des WEF mit einem eigenen Pavillon in Davos. Der ETH-Rat und die Institutionen des ETH-Bereichs luden zu Veranstaltungen über Spitzenforschung in der Schweiz ein. Die Netzwerkanlässe führten nationale und internationale Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zusammen.

> Markus Mallaun / ETH-Rat

EPFL

## Verschwindende Gletscher und Ökosysteme

Ein Forschungsteam der EPFL bereitet eine grosse Expedition zu rund 200 Gletschern auf der ganzen Welt vor, um das mikrobielle Leben in diesen verschwindenden Ökosystemen besser zu verstehen.



PSI

## Erfolgreicher Ausbau der Forschungsinfrastrukturen

Der ETH-Bereich unterhält zahlreiche Forschungsinfrastrukturen wie das Forschungs- und Innovationsgebäude NEST oder die Neutronenquelle SINQ, die nationalen und internationalen Forschenden zur Verfügung stehen. Letztere wird gerade umgebaut und danach die Quelle mit der besten Optik der Welt sein.

Empa

## Aktuatoren statt Motoren

CTsystems, ein Spin-off der Empa, hat den ersten Prototyp elektromechanischer Polymerwandler in Stapelbauweise bereits vorgestellt: Dieser setzt als Aktuator elektrische Energie in mechanische Arbeit mit «eingebauter» Sensorfunktion um. Dank der Zusammenarbeit mit dem Schweizer Spezialisten Dätwyler erreicht der Grad der industriellen Produktion ein neues Niveau.



Eawag

## Abwasser als Goldgrube

Millionen von Menschen haben keinen Zugang zu sanitären Anlagen, die eine «saubere» Lösung bieten. Die Eawag forscht deshalb an technischen Möglichkeiten, Abwässer aufzubereiten und aus ihnen Ressourcen rückzugewinnen.

WSL

## Die Extreme häufen sich

Im Interview erläutern die WSL-Experten Andreas Rigling und Manfred Stähli, welche Auswirkungen trockene Sommer wie der von 2018 auf die Natur in der Schweiz haben.



# VORWORT



Dr. Fritz Schiesser,  
Präsident des ETH-Rats

Seit 2008 bekleidet Fritz Schiesser das Amt des Präsidenten des ETH-Rats sowie des Geschäftsausschusses des ETH-Bereichs. Der promovierte Rechtswissenschaftler ist zudem Anwalt und Notar im Kanton Glarus. Von 1990 bis 2007 war Schiesser Mitglied des Ständerats und von 2003 bis 2004 Ständeratspräsident sowie von 1999 bis 2007 Präsident des Stiftungsrats des Schweizerischen Nationalfonds (SNF).

## Sehr geehrte Leserinnen und Leser

Die ETH Zürich fliegt auf den Mars, die EPFL bringt Gelähmte wieder auf die Beine und die Empa untersucht den Brückeneinsturz von Genua. Dies ist nur eine kleine Auswahl aus Tausenden von Medienberichten des vergangenen Jahres, welche die Kompetenzen und die Vielfältigkeit des ETH-Bereichs aufzeigen. Jahr für Jahr belegen Rankings und Studien die hohe Qualität von Lehre und Forschung sowie Wissens- und Technologietransfer der Institutionen des ETH-Bereichs. Eine Analyse der Qualität von Patenten beispielsweise zeigt, dass ein Drittel der untersuchten Patente aus dem ETH-Bereich zur Weltklasse gehört. Damit nimmt dieser weltweit den dritten Rang ein, im nationalen Kontext sogar den Spitzenplatz. Diese Erfolge sind nur möglich, weil die Rahmenbedingungen in unserem Land ausgezeichnet sind. Politik, Wirtschaft und die Bevölkerung der Schweiz sorgen gemeinsam dafür, dass der ETH-Bereich solide finanziert ist, über genügend Autonomie verfügt und die Schweiz ein offenes Land bleibt.

Spitzenforschung ist, ebenso wie Spitzensport, international. Beide sind sowohl auf einheimische als auch auf ausländische Talente angewiesen, um zu den Besten zu gehören. Ohne die Studierenden und Mitarbeitenden aus dem Ausland und ohne die Möglichkeit, international zusammenzuarbeiten, wäre der ETH-Bereich nicht dort, wo er heute ist. Der ETH-Bereich ist stolz auf die vielen Spin-offs, die hier jährlich gegründet werden und Innovationen und Arbeitsplätze schaffen. Mehr als

die Hälfte der Gründerinnen und Gründer stammt aus dem Ausland. Und zwei Drittel der Professorinnen und Professoren, die unseren Nachwuchs ausbilden, Projekte mit der Wirtschaft vorantreiben und neue Erkenntnisse in Medizin, Nanotechnologie oder Energie hervorbringen, haben keinen Schweizer Pass. Der Grossteil der Forschung basiert auf internationaler Zusammenarbeit. Diese zu unterbinden, hat negative Konsequenzen. Durch den vorübergehenden Ausschluss aus Horizon 2020 waren Schweizer Forschungsinstitutionen an deutlich weniger EU-Projekten beteiligt, erhielten weniger Mittel und konnten weniger Projekte koordinieren.

Auch in Zukunft stehen Entscheide zum Verhältnis der Schweiz zu Europa und über die Forschungsfreiheit sowie Debatten über das Budget an. Politik, Wirtschaft und die Schweizer Bevölkerung sind somit gefordert, die guten Rahmenbedingungen immer wieder von Neuem zu verteidigen. Der ETH-Bereich wird seinerseits weiterhin alles daran setzen, seine Kompetenzen zum grösstmöglichen Nutzen unseres Landes einzusetzen sowie weltweit Mitverantwortung zu übernehmen für die Bewältigung drängender gesellschaftlicher Herausforderungen.

Zürich/Bern, im Februar 2019

## ETH-Bereich

# EINE INTERNATIONALE ERFOLGSGESCHICHTE

Wissenschaftliche Exzellenz, internationale Vernetzung und Offenheit hängen eng zusammen. Dank den starken Kooperationen der Institutionen des ETH-Bereichs mit Partnern im In- und Ausland gelingt es ihnen, sich international zu behaupten und als exzellente Lehr- und Forschungsinstitutionen die weltweit besten Talente zu rekrutieren. Davon profitiert auch die Schweizer Wirtschaft mit ihrem Bedarf an Fachkräften im MINT-Bereich. Damit auch in Zukunft hervorragende forschungs- und innovationspolitische Rahmenbedingungen garantiert sind, ist der Erhalt stabiler internationaler Beziehungen – gerade auch mit der Europäischen Union – zentral.

## 1/3

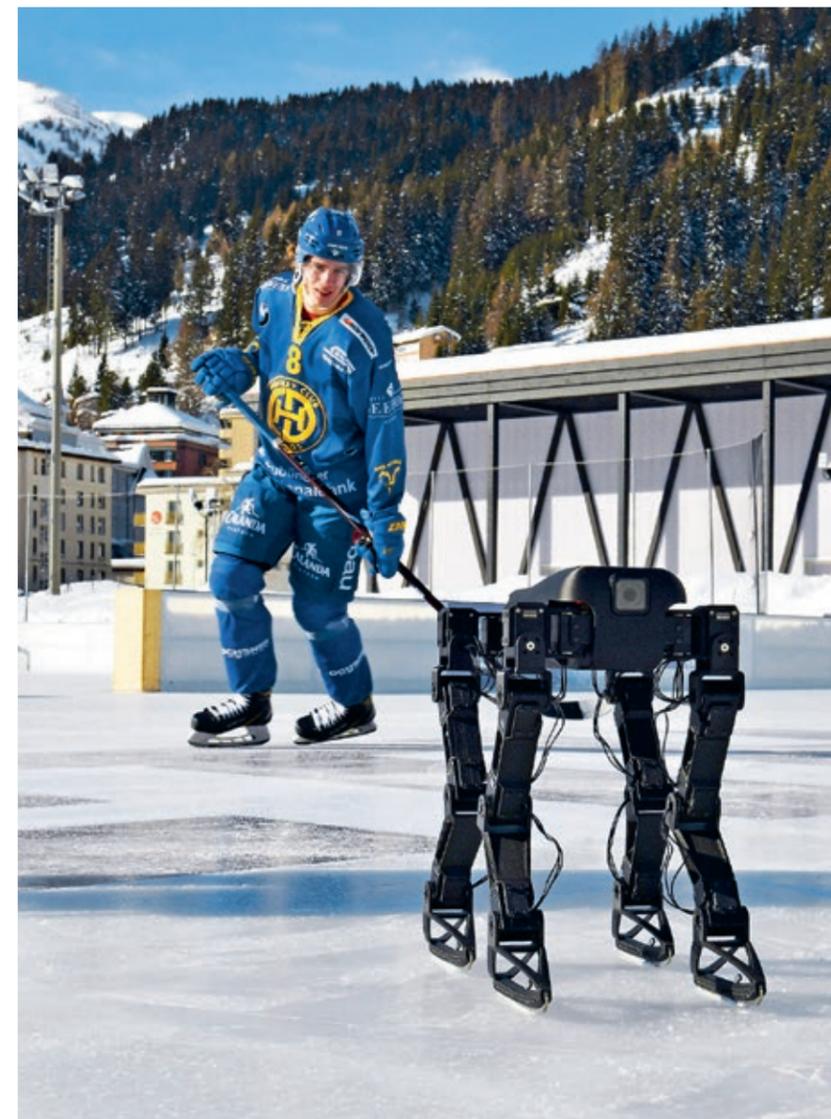
Ein Drittel der untersuchten Patente des ETH-Bereichs gehören zu den 10% der weltweit bedeutendsten Patente in ihren Technologien.

Es gibt zahlreiche Mittel und Wege, um die Qualität von Hochschulen und Forschungsanstalten zu erfassen. Ein wesentliches Element ist dabei stets der Vergleich mit anderen Wissenschaftsinstitutionen auf der ganzen Welt. In diesem Wettbewerb überzeugt der ETH-Bereich auf beeindruckende Art und Weise. Jahr für Jahr belegen die beiden Hochschulen in Zürich und Lausanne Spitzenplätze in den Rankings, die von verschiedenen Organisationen mit unterschiedlichen Methoden und Schwerpunkten erstellt werden (s. Abb. 16 und 17, S. 91). So rangiert die ETH Zürich 2018 im THE World Ranking auf dem 11. und die EPFL auf dem 35. Rang. Während das THE Kennzahlen u.a. zu Lehre, Forschung oder Zitationen verwendet, legt das QS World Ranking das Hauptgewicht auf die Reputation der akademischen Institutionen sowie der Absolventinnen und Absolventen bei ihren Arbeitgebern. Hier erreicht die ETH Zürich 2018 gar den siebten Platz, die EPFL findet sich auf Rang 22.

Das hervorragende Abschneiden des ETH-Bereichs bestätigt sich auch mit Blick auf andere «Benchmarkings». Besonders erfreulich sind die Resultate der Ende 2018 publizierten Studie «Analysis of the patent portfolio of the ETH Domain». Beauftragt vom ETH-Rat, hat die BAK Economics AG das Portfolio von Patenten im ETH-Bereich untersucht. Um von einer rein quantitativen Zählweise wegzukommen, wurde ein «Big Data»-Ansatz angewandt und die Bedeutung der einzelnen Patente in 17 verschiedenen Technologien gewichtet und u. a. mit den Werten von zehn der weltweit führenden Universitäten und Forschungsinstitutionen verglichen. Die Analyse zeigt auf, dass ca. ein Drittel der untersuchten Patente des ETH-Bereichs zu den 10% der weltweit bedeutendsten Patente in ihren Technologien gehören. Nur die beiden privaten amerikanischen Hochschulen Harvard und MIT verfügen über bessere Werte. Ein genauer Blick auf die Patentverteilung macht deutlich, dass der ETH-Bereich im internationalen Vergleich in über einem Drittel der analysierten Technologien führend ist.

Das Computational Robotics Lab der ETH Zürich hat den ersten Roboter gebaut, der Schlittschuh laufen kann.

› Andreas Eggenberger/  
ETH Zürich



## 2/3

Etwa zwei Drittel der Publikationen aus dem ETH-Bereich sind das Resultat internationaler Zusammenarbeit. Diese Art von Arbeiten verfügt über den wichtigsten Impact.

### Grosse Bedeutung der internationalen Vernetzung in der Forschung

Wenn die Messweise von Qualität und Leistung im internationalen Vergleich erfolgt, so ist dieses weltumspannende Element gleichsam ein Wesensmerkmal des Wissenschaftsbetriebs und von zentraler Bedeutung für wissenschaftliche Spitzenresultate. Ersichtlich wird dies beispielhaft anhand der bibliometrischen Analyse, die der ETH-Rat im Hinblick auf die 2019 anstehende Zwischenevaluation des ETH-Bereichs in Auftrag gegeben hat. Die vom «Centre for Science and Technology Studies (CWTS) at Leiden University» erstellte Studie analysiert die Anzahl Artikel und Reviews, die von Forschenden der sechs Institutionen des ETH-Bereichs zwischen 2007 und 2016 verfasst wurden, und quantifiziert deren Impact durch die Menge an Zitationen bis und mit 2017. Der Zusammenarbeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem ETH-Bereich mit Fachkolleginnen und -kollegen von Forschungsinstitutionen aus aller Welt kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu.

Die bibliometrische Analyse zeigt, dass etwa zwei Drittel aller Publikationen in internationaler Zusammenarbeit entstanden. Diese Art von Arbeiten weist den höchsten Impact auf, wurde also besonders häufig zitiert. Ausnahmslos alle Institutionen des ETH-Bereichs erreichen in der Analyse des wissenschaftlichen Outputs Werte, die zum Teil sehr deutlich über dem weltweiten Durchschnitt liegen.

In Zusammenhang mit der ausgeprägten internationalen Kooperationskultur im ETH-Bereich sind auch die europäischen Forschungsrahmenprogramme zu erwähnen. In den Verbundprojekten von Horizon 2020 arbeiten häufig Universitäten, Fachhochschulen und Industriepartner aus verschiedenen Ländern zusammen. Die Institutionen des ETH-Bereichs können nicht nur auf eine überdurchschnittliche Erfolgsquote der von ihnen mitausgearbeiteten Projektvorschläge verweisen, sie übernehmen auch oftmals die Koordination der multinationalen Projekte.



WEF 2019:  
EPFL-Präsident Martin Vetterli im Gespräch mit Moderatorin Patrizia Laeri, Marianne Janik, Country Manager Microsoft Schweiz, und Olivier Bousquet, Head Google AI Research in Europa (v.l.n.r.)  
> Andreas Eggenberger / ETH Zürich

Die EPFL-Forscherinnen Jenifer Miehlsbradt (li.) und Carine Rognon mit dem Fly-Jacket. Ein sensorisiertes Exoskelett mit künstlicher Intelligenzsoftware für die intuitive Steuerung von Drohnen. Die Technologie ist zum Patent angemeldet.  
> Markus Mallaun / ETH-Rat

**Weltweite Attraktivität –  
Fachkräfte für die Schweiz**

Die hohe Qualität von Lehre und Forschung im ETH-Bereich ermöglicht es den Institutionen im Wettbewerb um die «besten Köpfe» erfolgreich zu sein. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kommen oftmals aus dem Ausland, um in der Schweiz in exzellenter Forschungsumgebung zu arbeiten. So besteht die Professorenschaft an der ETH Zürich und an der EPFL zu zwei Dritteln aus Forscherinnen und Forschern aus dem Ausland. Diese internationale Zusammensetzung ist gleichzeitig das Resultat der im weltweiten Vergleich hervorragenden Positionierung der Lehr- und Forschungsinstitutionen und wesentliche Grundlage für zukünftige wissenschaftliche Spitzenleistungen.

Von der weltweiten Anziehungskraft des ETH-Bereichs profitiert nicht nur unmittelbar der Forschungsstandort Schweiz. Ein Jahr nach ihrem Abschluss an der ETH Zürich oder an der EPFL arbeiten ungefähr 60% der Bildungsausländerinnen und -ausländer in der Schweiz. Diese MINT-Fachkräfte sind nicht nur sehr gesucht, sondern tragen auch massgeblich dazu bei, die Innovationskraft der Schweizer Wirtschaft hoch zu halten. Ehemalige Mitarbeitende des ETH-Bereichs bleiben sehr aktiv, wenn sie in der Schweizer Industrie forschen. Gemäss der BAK-Studie listen 3800 Firmenpatente mindestens einen Forschenden auf, der vorher für den ETH-Bereich gearbeitet und dort bereits Patente angemeldet hat.

**Bildungspolitik –  
Internationale Offenheit sichern**

Der erste Platz, den die Schweiz im «Global Innovation Index» auch dank der in- und ausländischen Absolventinnen und Absolventen aus dem ETH-Bereich seit Jahren belegt, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass der internationale Wettbewerb um forschungs- und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen gross ist. So hat eine im Sommer veröffentlichte Studie der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) aufgezeigt, dass grössere Unternehmen in der Schweiz ihre Forschung und Entwicklung zunehmend in Länder auslagern, die vermehrt staatliche Anreize dafür bieten. Auch die vom SBFI in Auftrag gegebene Studie «Forschung und Innovation: Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen» (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mai 2018) weist darauf hin, dass andere Weltregionen ihren Rückstand laufend wettmachen. Die Untersuchung schliesst mit dem Hinweis, dass die Schweiz strukturelle Nachteile als kleiner Staat nur durch eine entsprechende Offenheit ausgleichen könne.

Für den ETH-Rat hat die Erhaltung dieser Offenheit oberste Priorität. Der Erfolg des ETH-Bereichs basiert wesentlich auf der starken internationalen Zusammenarbeit und dem direkten Wettbewerb mit den weltweit besten Forschungsinstitutionen. Stabile und verlässliche Beziehungen gerade mit der Europäischen Union sind hierfür eine unerlässliche Basis. Der erst kürzlich publizierte Bericht des SBFI über die Beteiligung der Schweiz an den europäischen Forschungsrahmenprogrammen macht deutlich, dass unser Land infolge des teilweisen Ausschlusses aus Horizon 2020 nach Annahme der Masseneinwanderungsinitiative insgesamt an deutlich weniger Projekten beteiligt war und auch eine Abnahme bei den Projektkoordinationen zu verzeichnen hatte. Um den intensiven wissenschaftlichen Austausch über die Landesgrenzen hinweg zu sichern, ist sehr zu hoffen, dass die Schweiz am nächsten EU-Forschungsrahmenprogramm wieder durchgehend als voll assoziierter Staat teilnehmen kann.



Cybersecurity, the Swiss Way	ETH-Bereich	12
Der Spass am reinen Denken	ETH Zürich	15
Uralte Ökosysteme in rauer Landschaft	EPFL	19
Scharf sehen mit Neutronen	PSI	23
Die Extreme häufen sich	WSL	26
Aktuatoren statt Motoren	Empa	29
Abwasser als Goldgrube	Eawag	32

# ETH-Bereich CYBERSECURITY, THE SWISS WAY

Das Internet – das sind nicht nur Google, Facebook, Twitter & Co, sondern dahinter steckt auch eine konkret gebaute Infrastruktur. Könnte man diese mit Schweizer Tugenden kombinieren, würde das Vertrauen ins Internet vielleicht wieder wachsen. Cybersecurity ist in aller Munde, dennoch gibt es viel Unsicherheit. Das sagen Experten des ETH-Bereichs zu diesem Thema.

2018 initiiert von der EPFL, ist das «Center for Digital Trust» (C4DT) eine Partnerschaft zwischen Forschung, Industrie, öffentlichem Sektor und der Gesellschaft, um eine gemeinsame Vision für digitales Vertrauen zu entwickeln und umzusetzen.  
[c4dt.org](http://c4dt.org)

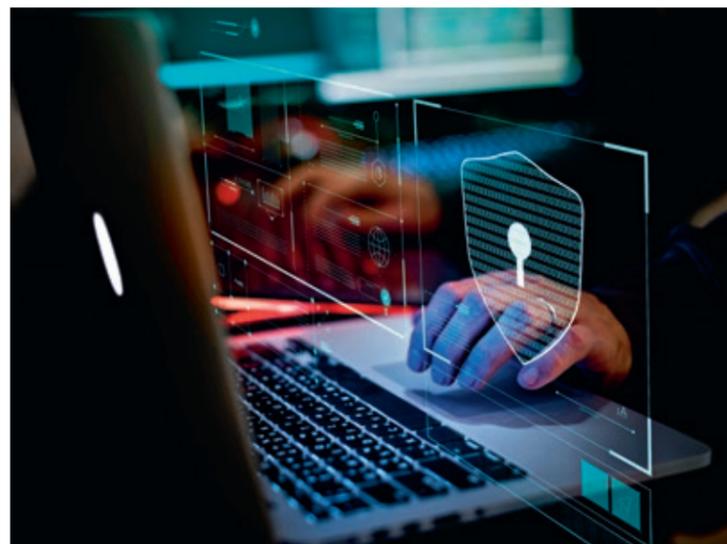
Cybersecurity. Oder die Sicherheit im digitalen Raum, den man oft gar nicht mehr Cyberspace nennt, da er längst zum Alltäglichen gehört. Genau darin liegt auch das Problem: Teilweise haben die Menschen immer noch kein Gefühl für diesen Raum entwickelt, vor allem nicht für seine dunklen Ecken und Fallgruben. Die deutsche Bundeskanzlerin Angela Merkel hatte ihn vor einigen Jahren noch «Neuland» genannt und wurde für diese Bemerkung im Netz kritisiert. Doch sie hatte nicht ganz unrecht. Die Gesellschaft nimmt dieses «neue Land» – und alles, was es «zum Laufen» bringt – für allzu selbstverständlich.

Spätestens seit dem US-amerikanischen Whistleblower Edward Snowden ist jedoch jedem Internetbenutzer klar, dass Doppelbödigkeiten und Gefahren so ziemlich überall im Netz lauern. Und immer wieder lassen neue Geschichten aufhorchen: Unlängst konnte man lesen, dass asiatische Hardwarefirmen in die elektronische Infrastruktur, die wir täglich nutzen, diskrete Hintertüren einbauen.

Nichts scheint mehr sicher. Was bleibt ist ein Unbehagen und viele Fragen. Von wem geht die Bedrohung eigentlich aus? Welche alltäglichen digitalen Handlungen und vor allem welche Nachlässigkeiten machen einen verwundbar? Hat man private Internetsurfer überhaupt im Visier? Würde die Gesellschaft bei einem gezielten Angriff auf die digitale Infrastruktur zusammenbrechen? Stecken die Probleme im Aufbau des Netzes? Oder müssen wir uns vor allem vor böswilligen Störaktionen fürchten?

Die digitale Welt hat eine Infrastruktur und «Ingenieure», die diese bauen. Die Schweiz hat mit die besten Ingenieure der Welt und vor allem eine Ingenieurskunst, die den Ruf hat, besonders verlässlich zu sein. Beide ETH bilden Ingenieure aus.

Symbolbild  
> Shutterstock



«Das jetzige Internet hat so viele Probleme, dass man es von Grund auf neu konzipieren und bauen muss, wenn man es wieder sicherer machen will.»

– Professor Adrian Perrig, Leiter der Network Security Group an der ETH Zürich

«Die Schweiz ist genau der richtige Ort, um das Vertrauen in diese Systeme wiederherzustellen.»

– Professor Edouard Bugnion, Vizepräsident für Informationssysteme an der EPFL

Im Fokus der Forschungsaktivitäten des Center for Security Studies (CSS) stehen zentrale Fragen der Sicherheitspolitik rund um die sich wandelnde Bedrohungslage, in der sich die Nationalstaaten und ihre Gesellschaften befinden.  
[css.ethz.ch](http://css.ethz.ch)

Müsste die Schweiz also nicht einiges zu bieten haben, um auch die digitale Welt ebenso elegant wie robust bauen zu können? Ein digitales Ingenieursparadigma, angelehnt an Brücken, Tunnel und Gebäudestatik.

#### C4DT: Cybersecurity interdisziplinär

Ein Ingenieur muss wissen, wie stark sein System strapaziert wird. Für die Sicherheit einer Brücke bedeutet das, dass sie stabil genug gebaut wird, um dem Zahn der Zeit und dem prognostizierten Verkehrsaufkommen zu trotzen. Und natürlich extremen Maximalbelastungen. Doch sollte sie auch einem Erdbeben widerstehen können? Und wenn ja, bis zu welcher Stärke? Die Frage nach der Sicherheit ist also immer auch die Frage nach der zu erwartenden Gefahr.

Computernetzwerke müssten nicht Naturgefahren trotzen, sondern gezielten Angriffen von Urhebern, deren Motivation «andersartig» sei, so Professor Edouard Bugnion, Vizepräsident für Informationssysteme der EPFL und einer der Initiatoren des unlängst lancierten «Center for Digital Trust» (C4DT). «Der Gegner ist nicht die Natur, sondern es sind private oder staatliche Angreifer.» Deshalb sei auch die Frage nach der Sicherheit eines Systems, seiner Widerstandsfähigkeit, eine ganz andere als beim Bauen physischer Strukturen. Und was die Abwehr von Cyberangriffen angehe, fehlten der Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern – wie den grossen Playern, aber auch Spezialisten wie Israel – ein-

deutig die Mittel und damit die Expertise. Trotzdem sei die Schweiz genau der richtige Ort, um das Vertrauen in diese Systeme wiederherzustellen.

Bugnion sieht, neben der Ingenieurskunst, nämlich noch eine zweite grosse und ebenso identitäts- und vertrauensstiftende Schweizer Tradition: Zuverlässigkeit. Seit Jahrhunderten sei die Schweiz spezialisiert in Bereichen – seien es Luxusuhren, Banken oder Versicherungen –, die auf Zuverlässigkeit und damit auf Vertrauen zwischen den Menschen beruhen. Ein Merkmal, das man auch im digitalen Raum nutzen könne. Das C4DT, das Forschungsaktivitäten von über 30 Gruppen bündelt, versucht auf interdisziplinäre Weise, ethische Fragen und politische Umsetzbarkeit beispielsweise in Bezug auf Verschlüsselungstechnologien zu verbinden. Sicherheit wird hier in einem weiteren Sinn verstanden, gewissermassen als Kultur, die es zu pflegen gilt.

Damit ist Myriam Dunn Cavelty voll und ganz einverstanden: «Cybersecurity ist längst nicht mehr nur ein technisches Problem.» Die Forscherin am «Center for Security Studies» (CSS) der ETH Zürich ist überzeugt, dass wir keinen sicheren Cyberspace haben werden, wenn es keine gesellschaftlich-politische Übereinkunft gibt, die dieses Territorium schützt. Initiativen, das zu ändern, gibt es einige, und sie kommen zuweilen von überraschender Seite. Dunn Cavelty erwähnt die unlängst vom Microsoft-Präsidenten Brad Smith lancierte Idee einer neuen Genfer Konvention für den digitalen Raum. Diese sei zwar nicht unbedingt auf grosse Gegenliebe gestossen, «weil sich Staaten nicht gern von privaten Firmen Vorgaben machen lassen». Trotzdem glaubt sie, dass die Schweiz und insbesondere Genf eine besondere Rolle spielen könnten, wenn es um internationale Bemühungen geht, Angriffe auf die digitale Infrastruktur einzudämmen. Versuche, im nationalen Kontext digitale Souveränität herzustellen, hält sie hingegen für «Humbug». Das sieht auch Bugnion so: «Man muss viel mehr europäisch denken.» Er vermisst insbesondere eine europäische Initiative für eine andere Digitalkultur, die stark auf Datenschutz und ein sicheres Internet setzen würde.

#### SCION – eine neue Internetarchitektur

Adrian Perrig denkt global. Der Professor an der ETH Zürich und Leiter der Network Security Group hat vielleicht eines der bahnbrechendsten Projekte im ETH-Bereich in Sachen Cybersecurity: Er will das ganze Internet neu bauen. Dem Netzwerkspezialisten war irgendwann klar: «Das jetzige Internet hat so viele Probleme, dass man es von Grund auf neu konzipieren und bauen muss, wenn man es wieder sicherer machen will.» In dieses Thema haben Perrig und seine Gruppe gut zehn Jahre Forschungsarbeit gesteckt. Konkret ging es darum herauszufinden, wie viel Sicherheit man überhaupt erreichen kann. Nicht als theoretisches Ideal, sondern in der alltägli-

chen Computerpraxis. «Absolute Sicherheit für die Benutzung von Computern zu erreichen, ist sehr schwierig», gibt Perrig zu bedenken. Bei Netzwerken ist er jedoch nach langjährigen Versuchen sehr optimistisch. Die neue Internetarchitektur ist nicht nur sicherer, sondern auch effizienter.

Ein weiterer wichtiger Beitrag ist die Arbeit in den Forschungsgruppen der Professoren David Basin und Peter Müller an der ETH Zürich. Sie arbeiten an mathematischen Beweisen, dass die Internetprotokolle und der Code auch tatsächlich sicher sind. «Durch die Komplexität des heutigen Internets ist diese sogenannte formale Verifikation äusserst schwierig», sagt Basin und fügt hinzu «aber die Struktur unserer neuen Netzwerkarchitektur macht eine Verifikation überhaupt erst möglich». Professor Müllers Gruppe arbeitet an der Verifikation des Quellcodes. Er bemerkt: «In den letzten Jahren haben wir intensiv daran geforscht, unsere Methoden zu verbessern, um einen Beweis zu ermöglichen.» Dank einem Durchbruch gelang es, die Beweismethoden der Gruppen Basin und Müller zu integrieren, damit das gesamte System vom Protokoll bis zum Code beweisbar sicher ist.

Dieses neue Netz trägt den Namen SCION (Scalability, Control, and Isolation on Next-Generation Networks) und Perrig verspricht, dass man als Benutzer keinen Unterschied zum «alten» Internet merken wird, und wenn, dann werde das Surfen eher angenehmer. Das erreicht das SCION-Team unter anderem dadurch, dass die Pfade der Datenpakete gezielt beeinflusst werden und für eine Übertragung mehrere unterschiedliche Pfade genutzt werden können, zum Beispiel einen mit kurzer Verzögerungszeit für das Audio- und einen mit mehr Bandbreite für das Videosignal. Dafür müsse nicht komplett alles neu gebaut werden. «Man kann es sich so vorstellen, als ob man auf derselben Strasse auswählen kann, ob man mit einem Fahrrad oder einem Elektroauto unterwegs sein will.» Noch ist das eine Vision für die Zukunft, die allerdings nicht mehr allzu fern ist; man sei in intensiven Verhandlungen mit Internetanbietern.

«Auf der Softwareebene ist es schon sehr komplex, aber ich kann mir durchaus vorstellen, dass bereits die Hardware manipuliert ist.»

– Professor Gabriel Aeppli, Direktionsmitglied und Leiter des Forschungsbereichs Photonenforschung am PSI

Wird man also bald, wie beim Stromanbieter, mehrere Möglichkeiten haben, wie man surfen möchte? Günstig und unsicher oder auf der Überholspur, mit einer Netzwerkarchitektur aus dem 21. Jahrhundert? Das klingt gar nicht so vermessen, sondern eigentlich nur vernünftig, aus Ingenieursicht.

#### Der «Feind» in meinem Laptop

Was aber, wenn das Problem im eigenen Computer sitzt? Professor Gabriel Aeppli, Direktionsmitglied und Leiter des Forschungsbereichs Photonenforschung am Paul Scherrer Institut (PSI), kann sich durchaus vorstellen, dass bereits die Hardware manipuliert ist. Zwar wurde die Software, die die westliche digitale Welt am Laufen hält, wahrscheinlich in Amerika oder in Europa geschrieben, aber die Hardware der Computer wird mehrheitlich in Asien produziert. Wenn dort gelänge, Bauteile der Computer schon bei der Herstellung zu korrumpieren, dann wäre mit normalen Abwehrstrategien oder neuen Netzwerkarchitekturen nicht viel zu erreichen. Aeppli glaubt deshalb, dass es bald zum Standardverfahren gehören wird, Hardwarelieferungen stichprobenmässig genauestens zu durchleuchten, und zwar bis hinunter auf die Ebene einzelner Schaltkreise.

Das geht bislang nur mit grossem Aufwand, der eine vernünftige Kontrolle verunmöglicht, was natürlich Verdachtsmomenten Tür und Tor öffnet. Genau hier könnte eine von Aeppli mitentwickelte neue Röntgentechnologie Abhilfe schaffen, die ganze Chips innerhalb von Minuten durchleuchten könnte, ohne sie zu zerstören. Die am PSI ausgetüfelte 3D-Methode hat in Technologiekreisen für einiges Aufsehen gesorgt, denn sie erlaubt es erstmals, die Verläufe der innen liegenden, nur Nanometer grossen Bauteile im Detail und ohne jede Verzerrung sichtbar zu machen. Das Gelieferte lässt sich dann mit dem Bestellten abgleichen. Vertrauen ist gut, Kontrolle wird in Zukunft besser sein.

Eine zentrale Frage stellt sich auf der psychologischen Ebene: Wem kann man denn überhaupt noch vertrauen? Die Geschichte um die korrumpierte Hardware hat nicht für mehr Vertrauen gesorgt, auch weil die betroffenen Firmen alles dementiert und die Reporter auf Unterlassung verklagt haben. Dennoch überrascht diese Reaktion nicht weiter, wenn man sich vor Augen führt, wie geschäftsschädigend ein solcher Vertrauensverlust wäre. Das sieht auch Dunn Cavelty so: «Vertrauen ist nun einmal zentral, auch für die Wirtschaft.»

ETH Zürich

# DER SPASS AM PUREN DENKEN



## «Mathematik ist überall. Eine Disziplin, um die Welt zu modellieren.»

– Alessio Figalli,  
Professor für Mathematik

**Alessio Figalli hat 2018 den wichtigsten Mathematik-Preis der Welt gewonnen: die Fields-Medaille. Diese hat ihn ins Rampenlicht gerückt – und ihn zum Vorbild gemacht, insbesondere für den Nachwuchs: In seiner italienischen Heimat schnellten die Immatrikulationen für Mathematik in die Höhe.**

Und dann kommt Alessio Figalli zu seinem Büro im Hauptgebäude der ETH Zürich geeilt und entschuldigt sich auf italienisch-herzliche Weise für die zwei-minütige Verspätung. Das Hemd frisch gebügelt, auf dem Schreibtisch ein paar Stapel Papiere, die er rasch zurechtrückt. Die Herbstsonne strahlt herein, er zieht die Jalousie und bedauert die Unordnung, die kaum der Rede wert ist – und man macht gleich einen Haken bei «mag die Dinge gern aufgeräumt». Sonst aber tut einem Figalli nicht den Gefallen, sich exzentrisch zu zeigen. Ein umgänglicher junger Mann, dem man auch seine Bankgeschäfte anvertrauen würde. Weiter weg vom Klischee des Mathematikers kann man eigentlich nicht sein. Und tatsächlich geht dieses Klischee Figalli gehörig auf die Nerven. «Warum glaubt man, dass Mathematiker immer ein wenig weltfremd oder schrullig sein müssen?» Die meisten passen nicht in dieses Bild. Er selber hat sich zunächst für ein humanistisches Gymnasium entschieden, inklusive Griechisch und Latein, bevor es ihn via Mathematik-Olympiade an die legendäre Scuola Normale Superiore in Pisa gezogen hat.

Ein schönes Klischee bedient das Büro dann aber doch: die pittoreske Wandtafel, vollgekritzelt mit Formeln und Diagrammen. Ja, manchmal stelle er sich gerne dahin zum Arbeiten, das könne etwas Befreiendes haben, wenn man mit dem Schwamm alles wegwischen und seine Gedanken neu ordnen könne. Am besten arbeite er aber einfach mit Stift und Papier, sagt Figalli – und wenn immer möglich bleibe der Computer abgestellt. Er frage sich mitunter, ob der Rhythmus der heutigen Gesellschaft gesund sei und ob wir nicht besser ein paar Gänge herunterschalten sollten. Die Mathematik funktioniere nun einmal eher langsam. Jeder einzelne Gedankengang müsse genauestens geprüft und bewiesen werden. Das brauche seine Zeit. Und wenn der Computer im Hintergrund ein wenig von dieser

Arbeit übernehmen würde? Figalli zieht die Stirn in Falten. Die Aussicht, dass künstliche Intelligenz womöglich bald logische Schlüsse zu ziehen und zu verknüpfen lerne, findet er «beängstigend». Prinzipiell spreche nicht viel dagegen, dass maschinelle Systeme diese Fähigkeit erlangen könnten – dass sie aber auch entsprechend kreativ würden, kann (oder will) er sich doch nicht vorstellen. Und er verweist auf Schach, da sei doch aller Spass auf der Strecke geblieben, seit die besten Rechner jeden menschlichen Spieler locker besiegen.

Die Mathematik habe er der Logik und Ordnung wegen gewählt, weil sie «sauber» sei und es dabei nicht um eine Glaubenssache gehe. Bei der Wahl seines Forschungsfelds aber ging es um genau diesen «Spas», den komplexe mathematische Probleme böten. Die Fields-Medaille wurde ihm verliehen, weil er hat zeigen können, wie Fragen zum optimalen Transport von Ressourcen mit der Geometrie des Raumes verknüpft sind. Die Resultate werden in den Wirtschaftswissenschaften, der Wahrscheinlichkeitsrechnung oder der Strömungsmechanik angewandt. Also hilft er doch bei der unaufhaltsamen Effizienzsteigerung, beim Immer-mehr, Immer-schneller? Nein, so mag er das nicht sehen, durch Effizienz könne man ja auch Zeit für anderes gewinnen. Grundsätzlich sei es aber schön zu wissen, dass das was man gefunden hat, auch von Nutzen ist: «Je näher an der Anwendung, desto besser.» Aber von der Anwendung leiten lassen würde er sich bei seiner Arbeit nicht. Die Mathematik stünde letztlich für sich. Figalli erwähnt die Fourier-Transformation, ohne die das Funktionieren heutiger Elektronik undenkbar wäre – auch Fourier ahnte das vorher nicht.

Eine Grundschwierigkeit zwischen mathematischer Grundlagenforschung und naturwissenschaftlicher Anwendung sieht er in der Kommunikation mit den Forschenden, seien es Physikerinnen oder Biologen: «Wir verstehen uns einfach nicht.» Da helfen Mediatoren, die mit beiden Gebieten vertraut sind – aber die Zugänge werden immer grundsätzlich verschieden bleiben: «Es gibt immer noch keine solide Theorie für das Phänomen, das Flugzeuge fliegen lässt, das ist mathematisch ein sehr schwieriges Feld.» Und bringt den Unterschied zwischen Mathematik und Physik schön auf den Punkt: Das Fehlen eines felsenfesten Beweises hält den Ingenieur natürlich nicht davon ab, solche fliegenden Kisten zu bauen. Und auch uns nicht, in sie einzusteigen.

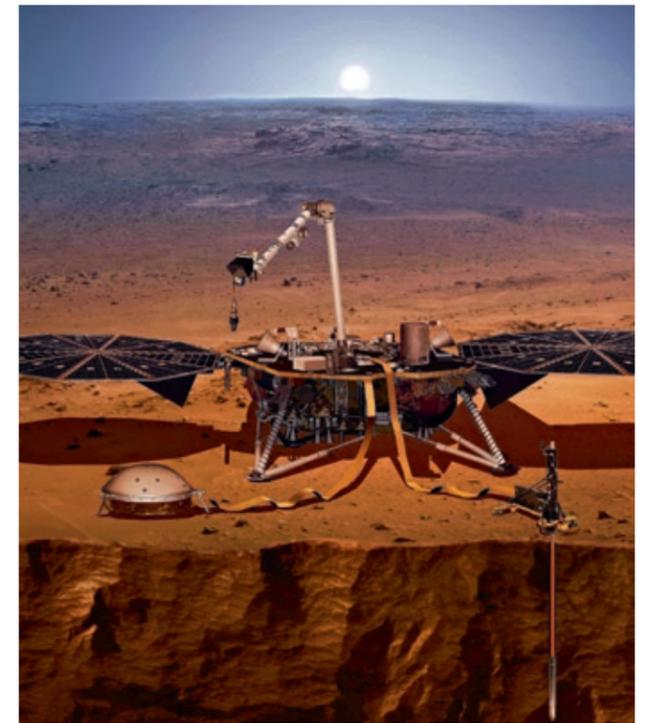
Figalli beschäftigt sich mit der Monge-Ampère-Gleichung. Er nutzt diese nun, um zum Beispiel den Weg von einzelnen Wassertropfen in einer Wolke zu beschreiben – und somit die mathematischen Modelle für die Wettervorhersage zu verbessern.

Die Fields-Medaille hat ihn ins Rampenlicht gerückt – und ihn zu einem Vorbild gemacht. In Rom, seiner Heimatstadt, meldeten sich im Herbst 2018 doppelt so viele Jugendliche für das Mathematikstudium an.

## ETH-Elektronik fliegt zum Mars

Darstellung des InSight-Landers: Die ETH-Elektronik liegt gut geschützt im Inneren des Landers.  
› Courtesy NASA/JPL-Caltech

Anfang Mai 2018 startete in Kalifornien eine Rakete mit dem InSight-Lander der NASA in Richtung Mars. An Bord befand sich eine an der ETH Zürich entwickelte Steuerungs- und Datenerfassungselektronik, die im Seismometer des Landers zum Einsatz kommt. Damit wollen Wissenschaftler seismische Aktivitäten und Meteoriteneinschläge auf dem Mars erfassen, um den inneren Aufbau des roten Planeten zu untersuchen. Erdwissenschaftler der ETH Zürich erhalten ab Frühjahr 2019 routinemässig seismische Daten vom Mars zur Auswertung und Interpretation. Die Forschenden erhoffen sich von der InSight-Mission auch neue Erkenntnisse über den Ursprung und die Entwicklung anderer Planeten unseres Sonnensystems.



## Forschung auf Banknote

Ende August 2018 präsentierte die Schweizerische Nationalbank (SNB) die neue 200er-Banknote. Darauf sind eine Teilchenkollision sowie die Geschichte des Universums abgebildet. Als Berater fungierte Günther Dissertori, Professor am Institut für Teilchenphysik und Astrophysik der ETH Zürich. Das Projekt dauerte einige Jahre und war streng vertraulich. Dissertori beriet das Grafikteam der SNB dabei, wie eine Teilchenkollision und ein Teilchendetektor sowie die wichtigsten Momente in der Geschichte des Universums dargestellt werden können. Dass auf einer Banknote Grundlagenforschung prominent gezeigt wird, verdeutlicht deren Stellenwert in der Schweiz.



Notenhaufen 200er-Noten: Die Rückseite zeigt unter anderem eine Teilchenkollision.  
› Schweizerische Nationalbank 2017

Ursula Keller erhält den Europäischen Erfinderpreis in der Kategorie Lebenswerk.  
› European Patent Office

## Ausgezeichnetes Lebenswerk

Seit 2006 würdigt das Europäische Patentamt mit dem Europäischen Erfinderpreis Leistungen von Menschen, die mit ihren Ideen und ihrer Kreativität die Entwicklung von neuartigen Produkten massgeblich vorangetrieben haben. Zu den Ausgezeichneten gehörte 2018 auch Ursula Keller, ETH-Professorin für Kurzzeitleaserphysik. Sie wurde von der Jury in der Kategorie Lebenswerk für ihre Entwicklungen im Bereich ultraschnelle Laser gewürdigt. Die von Keller entwickelten Laser finden heute in der Industrie breite Anwendung. Gleichzeitig ermöglichten sie auch wichtige Durchbrüche in der Grundlagenforschung. So konnte Keller beispielsweise mit ihrer laserbetriebenen Atto-Uhr quantenphysikalische Phänomene mit hoher Präzision nachweisen.





## Goldener Löwe für Schweizer Pavillon

Vier junge ETH-Architekten gestalteten auf Einladung der Kulturstiftung Pro Helvetia den Schweizer Pavillon an der 16. Ausgabe der Architekturbiennale in Venedig. Das Projekt überzeugte: «Svizzera 240: House Tour» gewann den Goldenen Löwen. Es ist das erste Mal, dass diese höchste Auszeichnung in der Kategorie Nationale Beiträge an die Schweiz geht. Das Team, bestehend aus Alessandro Bosshard, Li Tavor, Matthew van der Ploeg und Ani Vihervaara, konzipierte einen Rundgang durch unmöblierte Räume, die an eine klassische Wohnung erinnern, aber gleichzeitig mit übergrossen Küchen und verzogenen Türen irritieren. Ziel ist es, bei den Besuchenden die Wahrnehmung für die architektonische Hülle, die uns Tag für Tag umgibt, zu schärfen.

Die Gewinner des Goldenen Löwen – Alessandro Bosshard, Li Tavor, Matthew van der Ploeg und Ani Vihervaara (v.l.n.r.) – in der übergrossen Küche des Schweizer Pavillons.  
 > Christian Beutler / KEYSTONE

## School for Continuing Education

Der technische Wandel hat grosse Auswirkungen auf die nachgefragten Kompetenzen in Wirtschaft und Gesellschaft. Die Halbwertszeit von Wissen verringert sich und Weiterbildung wird zu einer Lebensaufgabe. Vor diesem Hintergrund hat die ETH Zürich die «School for Continuing Education» gegründet und die bestehenden Weiterbildungsprogramme in vier Bereiche gruppiert: «Environment, Infrastructure & Architecture», «Technology, Management & Innovation», «Public Policy & Governance» und «Health, Life & Natural Science». Insgesamt umfasst das Angebot 17 MAS (Master of Advanced Studies), 9 DAS (Diploma of Advanced Studies) und 20 CAS (Certificates of Advanced Studies), rund 20 weitere Programme sind geplant.



## Botnar finanziert Forschung für Kinder

Am 19. September 2018 haben die Universität Basel und die ETH Zürich das Botnar Research Centre for Child Health (BRCC) in Basel gegründet. In diesem bringen sie hervorragende Wissenschaft und klinische Forschung aus verschiedenen Fachgebieten zusammen, um neue Methoden und digitale Innovationen für den weltweiten Einsatz in der Pädiatrie zu entwickeln. Im Zentrum stehen dabei Länder mit beschränkten Ressourcen. Die entwickelten Lösungen sollen aber überall einsetzbar sein. Dieser Ansatz ermöglicht nachhaltige Forschung und Entwicklung mit einem direkten Nutzen für die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen. Das BRCC wird von der Basler Fondation Botnar durch einen Beitrag von 100 Millionen Franken über zehn Jahre finanziert.



Peter Lenz, Stiftungsratspräsident der Fondation Botnar, Andrea Schenker-Wicki, Rektorin der Universität Basel, und damaliger ETH Zürich Präsident Lino Guzzella (v.l.n.r.).  
 > Peter Hauck

Sich an den Besten messen: Mit ihrem bekanntesten Alumnus wirbt die ETH Zürich für ihr Weiterbildungsangebot. > ETH Zürich



## «Diese Forschung hat globale Bedeutung und passt hervorragend zum neuen Zentrum für den Wandel der alpinen und polaren Umwelt an der EPFL Wallis.»

– Martin Vetterli, Präsident der EPFL

**Warum interessiert sich ein Naturwissenschaftler für Gletscher? Weil es da oben erstaunlich viel Leben gibt. Und dieses Leben erstaunlich schlecht erforscht ist. Dabei kann es womöglich viel erzählen über Zeiten, als die ganze Erde vereist und vergletschert war. Ein Team der EPFL bereitet eine grosse Expedition zu rund 200 Gletschern auf der ganzen Welt vor, um diese Forschungslücke zu schliessen.**

«Wir sind es zukünftigen Generationen schuldig, das mikrobielle Leben in diesen verschwindenden Ökosystemen besser zu verstehen.»  
– Professor Tom Battin, Forschungsdirektor des NOMIS-Projekts (im Bild)

Es ist kalt hier oben auf gut 2300 Metern, zum Glück scheint die Sonne. Mitte November am Corbassière-Gletscher, es liegt bereits erster Schnee von diesem Jahr. Während sich das Team am Bach gleich unterhalb des Gletschertors einrichtet und die mitgebrachten Experimente aus den Koffern auspackt, sind Tom Battin und Hannes Peter ganz aus dem Häuschen, sie nehmen Steine aus dem Bach und zeigen sie herum. Was soll es da zu sehen geben, in diesem unwirtlichen, schon sehr winterlichen Hochgebirge? Sehr viel, das merkt auch der Laie rasch: Einige der Steine sind von einer grünlichen Schleimschicht überzogen, an manchen Stellen im Bach wuchert es wie Gandalfs Bart. Die Wassertemperatur? 0,01 Grad. Sonstiges Leben rundherum? Nicht viel auszumachen: einige Flechten auf den Steinen, an geschützten Stellen an den Hängen ein paar zähe Pflanzen. Viele Nährstoffe wird der Bach kaum aus dem Gletscherbett spülen. Aber für diese Mikroorganismen reicht es allemal. Hannes Peter ist Experte für Ökosysteme in Fließgewässern, und er weiss: Es ist die beste Zeit für Biofilme. Nicht zu viel Strömung, dafür viel Licht, besser könnten die Bedingungen nicht sein.

Biofilme? Das hat nichts mit Tierfilmen zu tun, es handelt sich dabei um Lebensgemeinschaften von Mikroorganismen. Am ehesten kennt man das aus der Medizin, wo Biofilme oft problematisch sind, weil sie sich als sehr resistent erweisen. Schätzungen zufolge, gehen gegen 80 Prozent der chronischen Infektionen auf Biofilme zurück. Resistent zeigen sie sich auch hier oben, am Gletscher, wo sie eine perfekte Nische gefunden haben. «Biofilme gibt es seit 3,5 Milliarden Jahren, sie stellen eine sehr ursprüngliche und auch erfolgreiche Form des Lebens auf der Erde dar», erklärt Tom Battin, Professor an der EPFL und Leiter des «Stream Biofilm and Ecosystem Research Laboratory».

Vielleicht war es überhaupt der Beginn des Lebens, so wie wir es kennen: komplexere Lebensformen mit Organen, die eine Aufgabenteilung kennen. Mikroorganismen wurden irgendwann «sesshaft». Sie begannen, ein schleimiges Substrat zu bilden, in das sich in der Folge auch andere Arten einnisteten: Höheres Leben begann wohl als Mikroben-WG. Bald wurden aus den Gemeinschaften Megacities, mit tausenden von Taxa, die zum Beispiel im Stoffwechsel und in der Abwehr von Feinden ein Auskommen fanden. Battin nennt es eine «Soziomikrobiologie».

Die Biofilme hier oben sind die Basis von Bach-Ökosystemen und gewissermassen der Anfang der Nahrungskette. «Es sind die Mikroorganismen, die wesentliche biochemische Prozesse in Bächen und Flüssen orchestrieren, und sie sind am wenigsten erforscht.» Vor allem hier oben, wo das Wasser herkommt. «Wir wissen inzwischen mehr über mikrobielles Leben in den Meerestiefen als über jenes in den Bächen, die das Dach unserer Erde drainieren», sagt Battin.

Das will er ändern. Deshalb hat er Michael Styllas engagiert, der normalerweise Expeditionen ins Hochgebirge führt und nun mit einer Schaufel Sedimente aus dem Bach holt. In den nächsten Jahren wird ein Team um Styllas die ganze Welt bereisen und gegen 200 Gletscherbäche in diversen geografischen Umgebungen untersuchen.

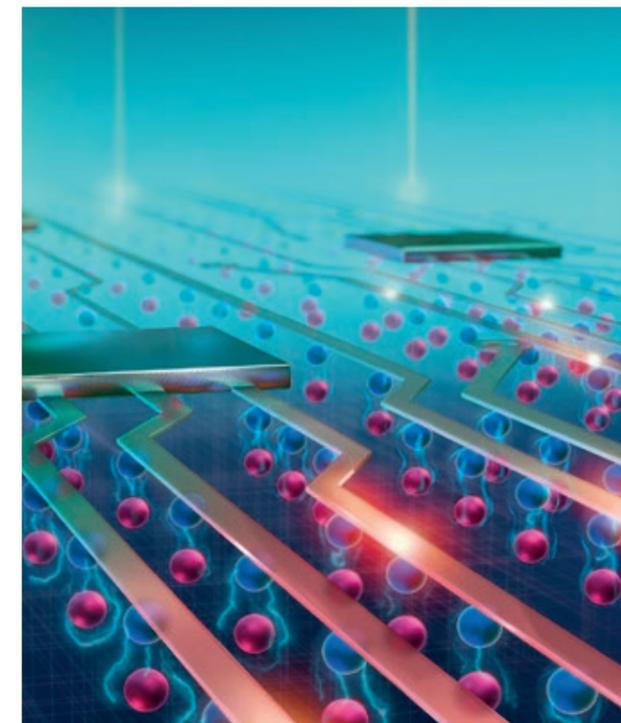
Battin glaubt, dass man hier oben in Schnee und Eis Überreste von uralten Ökosystemen findet. Womöglich haben sich diese kaum verändert. Battin und Peter hoffen, ein Core-Mikrobiom zu finden, der kleinste gemeinsame Nenner des Biofilm-Lebens. «Wir möchten wissen, welches genetische Repertoire diese Lebensgemeinschaften brauchen. So können wir verstehen, wie sie unter diesen Bedingungen überleben können.» Und das ist umso wichtiger, als sich diese Bedingungen im Moment rasant verändern. Wie kommt es zu stabilen Lebensgemeinschaften in einer Umwelt, die höchst instabil ist, gerade jetzt? Es wird ein Blick in die Vergangenheit sein, und gleichzeitig einer in die Zukunft: Wie passen sich diese Biofilme an den Klimawandel an?

Auf dem Corbassière-Gletscher geht es darum, die Handgriffe zu trainieren und das Material zu testen. Wer installiert sich wo am Bach, wie koordiniert man die Experimente? Alles läuft nach einem genauen Protokoll ab und muss zuverlässig funktionieren, ob nun die Sonne scheint oder ob es trüb und windig ist. Manche Experimente werden gleich am Bach gemacht, komplexere Analysen folgen später im Labor. Vor allem das exakte Sequenzieren erfolgt dort, denn die Forscher interessieren sich für die Metagenomik und Metatranskriptomik der Mikroben in den Biofilmen.

Eine exzitonische Schaltung.  
› LANES / EPFL

## Die Elektronik der Zukunft

Das Exziton könnte die Elektronik revolutionieren. Ein EPFL-Forscherteam hat einen Transistor entwickelt – einer der wichtigsten Bestandteile elektronischer Schaltungen –, der auf Exzitonen statt Elektronen basiert. Und vor allem konnten sie seine Leistung bei Raumtemperatur unter Beweis stellen, was bislang nicht möglich war, und damit das Hauptproblem derartiger Apparate lösen. Der Erfolg ist insbesondere auf die Wahl von zwei 2D-Materialien als Halbleiter zurückzuführen. Diese Entdeckung könnte zu wirtschaftlicheren, schnelleren und kompakteren Vorrichtungen führen und ebnet den Weg zu einer Vielzahl neuer Möglichkeiten im Bereich Exzitonen, der sich neben der Photonik und der Spintronik als höchst vielversprechend erweist.



## Eröffnung eines Zentrums für Bildungswissenschaften

Im Bereich der Bildung hat die EPFL ein einzigartiges Ökosystem aus Dienstleistungen, Forschungs-labors und Unternehmertum entwickelt. Das Zentrum LEARN, das von Francesco Mondada, Professor am Robotic Systems Laboratory und Erfinder des Roboters Thymio, geleitet wird, vereint alle Akteure im Bereich der Bildungsforschung und der Entwicklung neuer Tools für die Ausbildung. «Um mit den grossen Fortschritten der digitalen Technologien Schritt zu halten, müssen wir sowohl den Lerninhalt als auch die Lernmethoden anpassen», erklärt Pierre Vanderghyest, Vizepräsident für Bildung an der EPFL. Das Zentrum will die Innovation im pädagogischen Bereich fördern und auf die Herausforderungen der digitalen Transformation reagieren.



Mit dem Roboter Thymio können Kinder das Programmieren ausprobieren und die Grundlagen der Robotik entdecken.  
› EPFL

## Gewinnerin des Latsis-Preises 2018: Andrea Ablasser

Die Immunologin und EPFL-Professorin Andrea Ablasser untersucht, wie sich Zellen gegen Angriffe von Viren und Bakterien zur Wehr setzen. Für ihre bahnbrechende Forschung zur angeborenen Immunität wurde sie mit dem Nationalen Latsis-Preis 2018 ausgezeichnet. Im Gegensatz zur erworbenen Immunität, die gezielt, aber langsam Antikörper gegen bestimmte Krankheitserreger produziert, reagiert die angeborene Immunität sofort und löst eine Abwehrreaktion aus. Ablasser erforscht, wie diese angeborene Immunantwort gesteuert wird, und ist dabei auf einen vielversprechenden therapeutischen Ansatz gestossen, um Autoimmunerkrankungen besser zu verstehen.



## Eine revolutionäre Neurotechnologie zur Behandlung von Querschnittslähmungen



Die von der EPFL und dem CHUV (Centre hospitalier universitaire vaudois) geleitete STIMO-Studie schafft einen neuen therapeutischen Rahmen zur Verbesserung der Rehabilitation nach einer Rückenmarkverletzung. Drei Patienten mit einer chronischen Querschnittslähmung konnten dank präziser elektrischer Stimulation des Rückenmarks durch ein drahtloses Implantat deutlich besser stehen und gehen. Die Wissenschaftler Grégoire Courtine (EPFL/CHUV) und Jocelyne Bloch (CHUV) zeigen, dass die Patienten nach einigen Monaten Training ihre bisher gelähmte Beinmuskulatur auch ohne elektrische Stimulation kontrollieren konnten. Dank eines neuen Rehabilitationsprogramms, das eine gezielte epidurale Elektrostimulation des Rückenmarks und ein Körpergewichtsstützsystem kombiniert, können sie nun mit Hilfe von Gehhilfen kurze Gehdistanzen bewältigen.

Bloch und Courtine (stehend, Mitte und rechts) mit Patienten.  
 > Laurianne Aeby/EPFL

## EPFL-Studierende auf dem Hyperloop-Siegerpodest

Im vergangenen Juli belegte das EPFLoop-Team im Final der Hyperloop Pod Competition im kalifornischen Hawthorne den dritten Platz. Ein Erfolg für die Studierenden, für die es die erste Teilnahme an diesem Wettbewerb war und die zu den zwei einzigen Teams zählten, die nicht an einer der vorhergehenden Ausgaben teilgenommen hatten. Das für den Final qualifizierte EPFLoop-Team erreichte mit seinem Pod eine Geschwindigkeit von 85 km/h in der 1,5 km langen Röhre. Kommunikationsprobleme hinderten den EPFL-Pod daran, seine Höchstgeschwindigkeit zu erreichen. Trotzdem schaffte es das Team in Anwesenheit von Elon Musk, dem Gründer von SpaceX, der den Wettbewerb initiiert hatte, auf den guten dritten Platz.



## Einweihung des Zentrums für künstliche Muskeln in Neuenburg

In Zusammenarbeit mit dem Universitätsspital Bern und später mit dem Universitätsspital Zürich platziert sich die EPFL an der Schnittstelle zwischen Technik und Medizin. Das erste Projekt hat die Entwicklung eines weniger invasiven Herzunterstützungssystems zum Ziel, um dort zu helfen, wo nur ein Spenderorgan oder ein komplexes Unterstützungssystem Patienten retten kann. Die an der EPFL entwickelte Prothese, ein Ring um die Aorta, kommt nicht mit dem Blut in Berührung und vermeidet insbesondere Blutungen und Thromboseprobleme. Das zweite Projekt, der Wiederaufbau der Gesichtsmuskulatur, soll die Mimik wiederherstellen. Danach soll die Entwicklung eines künstlichen Schliessmuskels mit der gleichen Technologie wie beim Herzen folgen.



Die Bewegungen des Rings um die Aorta werden durch eine hochpräzise Titanfeder verstärkt.  
 > EPFL



## «Wenn alles fertig umgebaut ist, werden wir die Quelle mit der besten Optik der Welt haben.»

– Professor Christian Rüegg, Direktionsmitglied und Leiter des Forschungsbereichs Neutronen und Myonen

Im Bild mit seinem Team (v.l.n.r.): Christian Kägi, Mechanik, Roman Bürge, Elektronik, und Dieter Graf, Konstruktion

**Das PSI hat eine der besten Neutronenquellen der Welt, die gerade auf den neuesten Stand der Technik gebracht wird. Der Leiter des Forschungsbereichs Neutronen und Myonen, Christian Rüegg, erklärt vor Ort, was das Neutronenverfahren so besonders macht.**

Röntgen- oder Photonenstrahlen kennt man. Auch am PSI experimentieren Forschende mit Röntgenstrahlen. Christian Rüegg, Leiter des Forschungsbereichs Neutronen und Myonen, aber ist verantwortlich für eine andere Durchleuchtungsmethode, die mit Neutronen funktioniert. Die Spallationsneutronenquelle SINQ, die 2017 ihr 20-jähriges Bestehen feierte, liefert dafür diese Neutronen. Klassische Neutronenquellen sind Forschungsreaktoren, denn bei der Kernspaltung entstehen auch freie Neutronen. Die Gewinnung von Neutronen mit Hilfe eines Teilchenbeschleunigers, wie am PSI, ist aufwendiger. Die SINQ war die erste Anlage, die die Spallation nutzte, um einen kontinuierlichen Neutronenstrahl zu produzieren, und ist nach wie vor die stärkste ihrer Art.

Das Untersuchen von Proben mit Neutronen ist an sich nicht anders als das Röntgen: Auch mit einer Neutronenquelle kann man Gegenstände «durchleuchten», um in das Innere zu schauen. Oder man kann messen, wie die Neutronen beim Durchdringen einer Probe ihre Richtung ändern. Das wiederum lässt Rückschlüsse auf feinste regelmässige Strukturen bis hinunter auf die Ebene einzelner Atome zu. «Die Kunst besteht darin, die Neutronen sehr kontrolliert zu produzieren, sie auf die gewünschte Energie abzubremsen und zu fokussieren», erklärt Rüegg. Denn die Neutronentechnologie muss mit weniger Teilchen auskommen als die Röntgentechnologie. «Bei deren Selektion dürfen wir nicht so wählerisch sein, sonst haben wir am Ende zu wenig Teilchen und es fehlt die notwendige Intensität. Dafür ist die gewonnene Information einzigartig und besonders wertvoll.» Um möglichst alle erzeugten und gestreuten Teilchen aufzufangen, braucht es daher modernste Optik sowie besonders sensible und effiziente Detektoren.

Derzeit werden die Neutronenoptik – Neutronenleiter, die die Teilchen von der Quelle zu den Instru-

menten transportieren – und mehrere Instrumente an der SINQ aufgerüstet. Ein neues Instrument, das Neutronenspektrometer CAMEA (Continuous Angle Multiple Energy Analysis), das das PSI zusammen mit der EPFL gebaut hat, ist schon fertig und auf optimale Ausbeute ausgelegt. Die Detektion sei «super-effizient». Rüegg freut sich: «Wenn alles fertig umgebaut ist, werden wir die Quelle mit der besten Optik haben und unsere Instrumente wie das CAMEA gehören zu den innovativsten der Welt.» Dafür greift man auf die Expertise des PSI-Spin-offs SwissNeutronics zurück, das die Neutronenoptik mit speziellen, für Neutronenstrahlen optimierten Fokussiereinheiten und Spiegeln fit für die Zukunft macht. Manche dieser Spiegel haben bis zu 10 000 Metallbeschichtungen. So werden ab 2020 neuartige und viel genauere Messungen möglich. Entscheidend dafür sei nicht nur die wissenschaftliche Expertise, sondern vor allem das am PSI vorhandene technische Know-how, so Rüegg. Die Forschungsanstalt sei diesbezüglich ein Powerhouse mit den besten Wissenschaftlern und hervorragenden Technikern. So entstehen viele Anlagen im Eigenbau, um die hohen technischen Anforderungen zu gewährleisten und die innovativsten Ideen für neue Instrumente umzusetzen.

Forschende des ETH-Bereichs, von Schweizer Hochschulen und aus der Industrie weltweit haben an den PSI-Grossforschungsanlagen einzigartige Möglichkeiten, um Experimente durchzuführen. Die Neutronenstreuung wird oft komplementär zur Röntgenbeugung eingesetzt, zum Beispiel um die Position von Wasserstoff- oder Lithiumatomen zu bestimmen, die man beim Röntgen schwer sieht, oder um Strukturen und Prozesse in Metallteilen sichtbar zu machen. Das eröffnet Möglichkeiten für eine ganze Reihe von spezifischen Analyseanwendungen, von der Grundlagenforschung in Physik und Chemie bis zur Anwendung in Material- und Energieforschung oder in der Medizin. Hocheffizient ist die Technologie zum Beispiel in der Batterieforschung und beim In-situ-Beobachten von chemischen Prozessen. Noch interessanter macht Neutronen ihr magnetisches Moment. Neutronenstreuung ist daher eine wichtige Methode zur Untersuchung magnetischer Strukturen und Phänomene. Man kann Schichtstrukturen in Elektronikbausteinen sichtbar machen und ihnen quasi beim Schaltvorgang zusehen.

Die eher schwache Wechselwirkung von Neutronen mit der zu untersuchenden Probe bleibt aber Fluch und Segen zugleich. Sie verunmöglicht im Moment zwar den Bau von Detektoren mit noch feinerer Auflösung und höherer Detektionseffizienz. Doch wenig Wechselwirkung bedeutet auch eine grosse Eindringtiefe und zerstörungsfreie Untersuchung, und diese sind unschätzbare Vorteile für viele Anwendungen, zum Beispiel bei der Untersuchung von grossen industriellen Metallteilen oder von einzigartigen Kunstgegenständen.

Viele Anlagen entstehen im Eigenbau. Diesbezüglich ist das PSI ein Powerhouse, wo nicht nur die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten, sondern auch hervorragende Technikerinnen und Techniker.

Chemiker Martin Béhé nimmt das radioaktive Nuklid Lutetium-177 aus einem Bleibehälter, um es an ein Zielmolekül zu koppeln.  
» Markus Fischer / PSI



## Neues Krebsmedikament

Ein am PSI entwickelter radioaktiver Wirkstoff gegen eine besonders bösartige Form von Schilddrüsenkrebs hat das Potenzial für einen Medikamenten-Blockbuster. Durch seine Struktur kann er womöglich auch an Zellen anderer Tumore andocken und diese mit seiner Strahlung zerstören – sofern sie an ihrer Oberfläche die passenden Rezeptoren tragen. Ein solcher Tumor ist das kleinzellige Lungenkarzinom. Da es gegen beide Krebsarten keine wirklich effektive Behandlung gibt, will das Lausanner Biopharma-Unternehmen Debiopharm den PSI-Wirkstoff bis zur Zulassung als Arzneimittel weiterentwickeln. Dafür haben Debiopharm und das PSI im Oktober 2018 die vertragliche Grundlage geschaffen.

## Saubere Dieselabgase

In Diesel-Motoren entstehen bei der Verbrennung des Kraftstoffs gesundheitsschädliche Stickoxide (NOx). Die Fahrzeugindustrie hat daher ein Verfahren entwickelt, das die Emissionen reduziert: Dem Abgas wird gasförmiges Ammoniak zugegeben, welches mithilfe eines Katalysators die Stickoxide in harmlosen Stickstoff sowie Wasser umwandelt. Bei niedrigen Temperaturen funktioniert dieser Prozess jedoch noch nicht optimal. Wissenschaftler am PSI haben nun erstmals auf molekularer Ebene nachgewiesen, was im Motor Abhilfe schafft: Die genaue Menge des zugegebenen Ammoniaks muss je nach Temperatur variiert werden. Mit diesem Wissen können Hersteller die Wirksamkeit ihrer Katalysatoren für Dieselfahrzeuge verbessern.

Das richtige Gasgemisch bekämpft Diesel-Stickoxide.  
» Markus Fischer / PSI



## Neue Leistungstransistoren

Von einem neuartigen Leistungstransistor aus Galliumnitrid verspricht sich die Elektronikindustrie erhebliche Vorteile gegenüber derzeit eingesetzten Hochfrequenztransistoren. Doch noch sind viele grundlegende Eigenschaften des Materials unbekannt. Forschende am PSI haben gemeinsam mit Kollegen aus Russland und Rumänien nun erstmals den Elektronen in einem derartigen Transistor beim Fließen zugeschaut. Sie nutzten dafür eine der weltweit besten Quellen für weiches Röntgenlicht an der Synchrotron Lichtquelle Schweiz (SLS) des PSI. Ihr Ergebnis: Wenn man den Galliumnitrid-Transistor im Hochspannungsbetrieb untersucht, bewegen sich die Elektronen in bestimmte Richtungen effizienter. Diese Erkenntnis wird helfen, schnellere und leistungsfähigere Transistoren zu entwickeln – eine Grundvoraussetzung für die Umstellung unserer Kommunikationsnetze auf den kommenden 5G-Standard.

WSL

# DIE EXTREME HÄUFEN SICH



Andreas Rigling (li.), WSL-Direktionsmitglied und Professor am Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich, leitet die Forschungseinheit Walddynamik.

Manfred Stähli, Leiter der Forschungseinheit Gebirghydrologie und Massenbewegungen, beschäftigt sich u. a. mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen.

**Welche Auswirkungen werden trockene Sommer wie der von 2018 auf die Natur in der Schweiz haben? Experten an der WSL fokussieren dabei auf den Wasserhaushalt sowie auf den Wald als Ressource und Erholungsraum. Die Aussichten: Es könnte durchaus zu grossen Veränderungen kommen, aber nicht auf allen Ebenen. Manfred Stähli (S) und Andreas Rigling (R) im Gespräch mit Roland Fischer.**

**Herr Stähli, Herr Rigling, Sommer 2018. Wie haben Sie ihn aus fachlicher Sicht wahrgenommen?**

S – Zunächst einmal muss man den Winter erwähnen, der sehr schneereich war. Das schuf eigentlich allerbeste Voraussetzungen, es war viel Wasser im Boden. R – Aber dann kam der April, entscheidend für die Vegetation. Von da an stellte sich eine konstant trockene Wetterlage ein. In Sachen Sommerhitze ist 2018 tatsächlich vergleichbar mit 2003, dem bisherigen Mass aller Dinge. S – Das stimmt, die bis anhin unerreichte Sommerhitze von 2003 wurde dieses Jahr egalisiert. Aber dieser Sommer hatte einige Zutaten, die noch extremer ausfielen als damals. So waren zum Beispiel vielerorts die Abflüsse in Fließgewässern 2018 tiefer als 2003. Auch das Grundwasser ging, zum Beispiel im Thurgau, sehr stark zurück.

**Und 15 Jahre später haben wir schon wieder ein Extrem. Kann man sagen, die Extreme häufen sich?**

S – Ja, es geht in diese Richtung. Wir hatten nun vier sehr trockene Jahre innerhalb kurzer Zeit.

**Welche Auswirkungen hat das auf den Wald?**

R – Ich befasse mich schon seit über 20 Jahren mit Trockenheitsschäden im Wald. Wir beobachten immer wieder sogenannte Mortalitätspeaks. Doch diese folgen nicht unbedingt direkt auf Extremjahre. Unseren Erkenntnissen zufolge treten diese verstärkt auf, wenn mehrere trockene Jahre aufeinanderfolgen. Ein trockenes Jahr kann der Wald abfedern, aber wenn das nächste wieder trocken ist, kann es kritisch werden.

**Warum ist das so?**

R – Die Bäume haben ein Notprogramm für solche Trockenzeiten. Sie schliessen ihre Spaltöffnungen, um sich vor übermässiger Transpiration zu schützen und

fahren ihren ganzen Stoffhaushalt herunter. Das ist eine gute Strategie, aber nicht für allzu lange: In solchen Jahren produziert ein Baum viel weniger Zucker. Man sieht das beispielsweise an den schmalen Jahrringen. Er lebt von den Reserven, aber irgendwann sind diese aufgebraucht.

S – Für den Wasserhaushalt als Ganzes sieht es bis zu einem gewissen Grad ähnlich aus. Auch da gibt es sogenannte Memory Effects. Der Grundwasserspiegel hat sich zum Beispiel noch nicht ganz erholt, das wird noch dauern. Mittelfristig ist das aber kein Problem, denn das Grundwasser wird über mehrere Jahre immer wieder aufgefüllt.

**Wie muss man sich das vorstellen? Liegt da ein grosser See unter der Schweiz?**

S – Nein, die Topologie im Untergrund ist komplex, das Grundwasser ist nicht überall gleichmässig verteilt, das hängt stark von der Geologie ab. Das bedeutet, dass es lokal durchaus zu Knappheiten kommen kann.

R – Für den Wald ist nicht das Grundwasser entscheidend. Es geht vielmehr um das Verhältnis von Niederschlag, Sonneneinstrahlung und Wasserspeicherung im Oberboden.

**Was wissen wir denn darüber, gibt es da auch Tendenzen?**

S – Ja, die Wasserverfügbarkeit verändert sich. Es wird wahrscheinlich feuchtere Winter und trockenere Sommer geben. Ausserdem rechnen wir mit mehr Starkregen.

R – Die Gründungsgeschichte der WSL hat übrigens viel mit solchen Extremereignissen wie Hochwassern zu tun. Und das beschäftigt uns mehr und mehr, auf vielen verschiedenen Ebenen.

S – Es ist zu einem gemeinsamen Thema geworden.

**Wie dramatisch wird es für den Wald?**

R – Das kommt auf die Perspektive an. Der Wald wird nicht verschwinden, aber wir werden eine mehr oder weniger ausgeprägte Artenverschiebung sehen. Eichen beispielsweise können mit Trockenheit viel besser umgehen, für Fichte und Buche könnte es im Mittelland aber schwierig werden, sich zu behaupten. Aber auch im Eichenwald kann man sich erholen. Doch für die Holzwirtschaft wird das eine grosse Umstellung.

**Und auf Seiten des Wasserhaushalts, wie sehen da die Perspektiven aus?**

S – Das unlängst abgeschlossene NFP 61 zum Thema «Nachhaltige Wassernutzung» ist zu folgendem Schluss gekommen: Lokal wird es vermehrt zu Knappheiten kommen, aber insgesamt werden wir genug Niederschläge haben, auch für die extremen Klimaszenarien.

**Kein Problem für die Landwirtschaft?**

S – Sicher eine Herausforderung. Man wird mehr bewässern müssen, das ist absehbar, und womöglich die Nutzpflanzen anpassen.

R – Ja, bei der Anpassung gibt es auch den entscheidenden Unterschied. Die Landwirtschaft schafft eine solche Anpassung rasch, sie kann den Anbau von einem zum nächsten Jahr umstellen. Der Wald aber funktioniert in viel längeren Zeiträumen, von Jahrzehnten bis Jahrhunderten. Und die Holzwirtschaft ist auf die Fichte ausgerichtet und wird gezwungen sein umzudenken. 2018 war mit dem frühen Laubfall bei der Buche und gebietsweise massivem Befall durch Borkenkäfer womöglich ein Augenöffner, auch für die Förster.

**Welche Rolle spielt die WSL, wie reagiert man auf solche Extremjahre mit konkreten Forschungsprojekten?**

S – Wir haben zusammen mit Meteo-Schweiz eine hydrologische 30-Tages-Prognose für die Schweiz entwickelt. Bei einem Monatsausblick kann man präventive Massnahmen ergreifen, auch wenn es nur Prognosen sind.

R – Für uns sind solche Jahre auch immer eine einmalige Chance. Anhand klimatischer Extremjahre lernen wir sehr viel über die Prozesse. Wir haben unser Monitoring intensiviert und 1000 Bäume ausgewählt, über die ganze Schweiz verteilt. Nun können wir nachvollziehen, wie betroffene Bäume das Extremereignis 2018 «verdauen» werden. Wir untersuchen die grundlegenden Zusammenhänge zur Reaktions- und Anpassungsfähigkeit unserer Bäume, um drängende Fragen aus der Praxis beantworten zu können. Müssen Bäume, die so früh ihr Laub abgeworfen haben, gefällt werden oder können sie sich wieder erholen? Da fehlt schlicht das Erfahrungswissen, weil solche Sommer bislang so selten vorgekommen sind. Dabei können wir unterstützen.



## 50 Jahre auf den Spuren des Wassers

Kleine Bäche im Voralpengebiet können sich bei viel Regen in tosende Wildbäche verwandeln, die zu Überschwemmungen führen. Deshalb untersucht die WSL seit fünfzig Jahren im Alptal (SZ) die Einzugsgebiete solcher Bäche. Dank langjähriger Messung des Geschiebes – also Steine, Geröll und Holzstücke, die der Wildbach ins Tal verfrachtet – verbessert sie Modelle für die Abschätzung möglicher Hochwasser, was für exakte Gefahrenkarten wichtig ist. Zum 50-Jahr-Jubiläum organisierte die WSL nicht nur einen wissenschaftlichen Workshop, sondern sie brachte auch die Abfluss- und Klimastationen im Alptal auf den neuesten Stand und machte die langjährigen Datenreihen im WSL-Datenportal EnviDat verfügbar.

Metallkörbe fangen Steine, Geröll und Holzstücke auf, die der Erlbach bei Hochwasser mitführt.  
> WSL

## Suche nach gesunden Eschen

In der Schweiz sind fast alle Eschen vom Eschenriebsterben betroffen, einer gefährlichen, aus Asien eingeschleppten Pilzkrankheit. Immer mehr Bäume sterben ab. Weil die Esche eine ökologisch und wirtschaftlich wichtige Baumart ist, sucht die WSL in einem vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanzierten Projekt nach Möglichkeiten, sie zu erhalten. Und es besteht Hoffnung: Einzelne Bäume scheinen gesund oder tolerant zu sein. Die Forstdienste meldeten der WSL 397 solcher Individuen, die nun genau unter die Lupe genommen werden. Dabei wird nicht nur ihr Gesundheitszustand erfasst, sondern auch weitere wichtige Umweltparameter, wie die Exposition und die Waldgesellschaft. Eine genügend grosse Auswahl von vielversprechenden Eschen für künftige Forschung und einen möglichen Populationswiederaufbau soll langfristig erhalten werden.

## Drei Frauen mit ERC-Grants

Im Frühling 2018 hat mit Catherine Graham eine dritte Frau an der WSL einen der renommierten ERC-Grants erlangt: Nach Anna Hersperger (SNSF Consolidator Grant, 2015) und Francesca Pellicciotti (ERC Consolidator Grant, 2017) unterstützt die EU nun die Forschung der renommierten Ökologin mit 2,5 Millionen Euro in Form eines ERC Advanced Grant. Graham geht einem zentralen Rätsel der Ökologie nach, nämlich warum sich die Artenvielfalt und die Art der Pflanzen-Tier-Wechselwirkungen über Raum und Zeit verändern. Dazu wird sie Kolibris und Pflanzen in verschiedenen Höhenlagen in drei biogeografischen Regionen mit unterschiedlicher Evolutionsgeschichte untersuchen.



Drei Frauen mit ERC-Grants an der WSL: Catherine Graham, Anna Hersperger, Francesca Pellicciotti (v.l.n.r.).  
> WSL



Empa

# AKTUATOREN STATT MOTOREN

## «Elektroaktive Polymere könnten elektronische Bedienelemente revolutionieren.»

– Pierangelo Gröning, Direktionsmitglied und Leiter des Departements «Moderne Materialien und Oberflächen»

**An der Empa werden ganz verschiedene Materialien erforscht, manche davon mit überraschenden Eigenschaften. So gibt es Elastomere, die auf Strom reagieren und sich je nach angelegter Spannung zusammenziehen oder ausdehnen. «Was könnte man mit so etwas anfangen?», fragten sich ein paar Forschende vor zwei Jahrzehnten. Heute ist das Resultat fast marktreif – und könnte elektronische Bedienelemente revolutionieren.**

Etwas muss in Bewegung versetzt werden? Die Natur setzt auf Muskeln, die Technik auf Motoren, die Natur verformt, die Technik dreht und schraubt. Das könnte sich bald ändern, denn Forschende der Empa sind dabei, günstige und in Massen verfügbare sogenannte Aktuatoren zur Marktreife zu bringen. Diese basieren auf einer im Grunde simplen, aber ziemlich geheimnisvollen Technologie: Dielektrische Elastomere gehören zur Gruppe der elektroaktiven Polymere und sind Materialien, die sich bei Anlegung von elektrischer Spannung verformen. Warum sie das machen, ist auf der molekularen Ebene immer noch Forschungsgegenstand. In den letzten 20 Jahren hat man immerhin gelernt, diese Materialien so zu «zügeln», dass die Verformung sehr gezielt und fein manipulierbar vonstattengeht. «Es ist gar nicht so einfach, eine lineare Bewegung zu erzeugen», sagt Pierangelo Gröning, Direktionsmitglied und Leiter des Departements «Moderne Materialien und Oberflächen». Aber über die Jahre hat man sich dem Ziel kontinuierlich angenähert und dank Empa-Know-how erst noch bei vergleichsweise tiefen Spannungen. So könnten die von Gabor Kovacs entwickelten Aktuatoren den Sprung vom Forschungslabor in die grossindustrielle Anwendung schaffen.

In der Hand wirken die Testaktuatoren wie ein weicher Stapel Kunststoff, bestehend aus vielen dünnen Plättchen. Es sieht unspektakulär aus, doch in dem gut zehn Zentimeter hohen Stapel steckt viel Forschungsarbeit. 2000 startete an der Empa ein Forschungsprogramm mit dem Ziel, mechanische Strukturen durch elektrische Signale zu verformen, erinnert sich Kovacs. Die damals bekannten Materialien waren allerdings kaum für konkrete Anwendungen zu gebrauchen. Sie leisteten zu wenig und waren zu teuer. Weil man aber fest an das Potenzial der Technologie glaubte, entschloss man sich zur Flucht nach vorn und gründete die Abteilung Funktionale Polymere, um diese Materialien selber zu

entwickeln. Das mache Aktuatoren zu einem «klassischen Empa-Fall», sagt Gröning, da sie ihren Ursprung in der Materialforschung hätten. Dass dann «in dieser Konsequenz in zwei verschiedenen Labors» an der Idee weitergearbeitet werde, mache die Empa aus. Zur Ingenieursherausforderung kam die Optimierung des Materials.

Bei der Entwicklung von geeigneteren und auf die spezifischen Bedürfnisse zugeschnittenen Polymerfolien kommt Dorina Opris ins Spiel. Dank ihrem Know-how schaffte man den Durchbruch. Sie modifiziert die Elastomere, aus denen die Folien bestehen, mit Dipolen, was sie «sensibler» macht. Nach der Modifizierung verformen sie sich bereits bei viel tieferen Spannungen. Zudem hat sie die Folien für das spezielle Fabrikationsverfahren «fit» gemacht, bei dem sie wie in einem 3D-Drucker aufeinander aufgetragen werden. Auch dieses sogenannte «Nassstapelverfahren» macht die Empa-Technologie einzigartig – die Automatisierung ist dabei schon mitgedacht.

Im Forschungslabor von Kovacs stehen zwei Fabrikationsroboter. Eine Maschine druckt feinste Folienschichten inklusive dehnbarer Elektroden, eine auf die andere, sodass langsam ein etwa 0,5 Millimeter dickes Kunststoffplättchen wächst. Dieses wird dann in der anderen Maschine kleingeschnitten und zu sogenannten Stacks gestapelt. Sobald elektrische Spannung angelegt wird, verformt sich jede einzelne Folie um ein Geringes und ändert damit auch ihre Dicke. Bei einer einzelnen Schicht würde man vom Resultat kaum etwas merken, aber in so einem Stack stecken mehr als 1000 Folienschichten. Damit multipliziert sich auch der Effekt und die Aktuatoren erreichen Bewegungen von Millimetern bis Zentimetern, die sogar mit dem blossen Auge zu sehen sind. Die Bewegung ist komplett geräuschlos, die Aktuatoren sind kompakt und leicht. Und zuverlässig. Die «künstlichen Muskeln» führen ihre Bewegung Tausende und Millionen Male aus, ohne zu klagen. Zudem lässt sich das Prinzip auch umkehren: Ändern die Folien auf Druck ihre Dicke, zeigt sich das als elektrisches Signal.

Anwendungen sieht Kovacs einerseits im menschlichen Körper als «Hilfsmuskeln». Aber grosses Potenzial sieht er auch in der Konsumgüterindustrie. Die Mensch-Maschine-Interaktion könnte durch Aktuatoren komplett umgekrempelt werden. Man stelle sich vor, eine flache Bedienoberfläche reagiert nicht visuell, sondern taktil. Knöpfe entstehen je nach Bedarf, ein Relief verändert sich ständig. Das interessiert zum Beispiel die Autoindustrie. «In zehn Jahren werden Morphing Cockpits serienmässig in Autos eingebaut sein», prophezeit Kovacs. Die Firma CTSYSTEMS, die aus seiner beharrlichen Forschungsarbeit entstanden ist, wird dies umsetzen und auf den Markt bringen.

Die von Gabor Kovacs (li. im Bild) entwickelten Aktuatoren könnten den Sprung vom Forschungslabor in die grossindustrielle Anwendung schaffen.

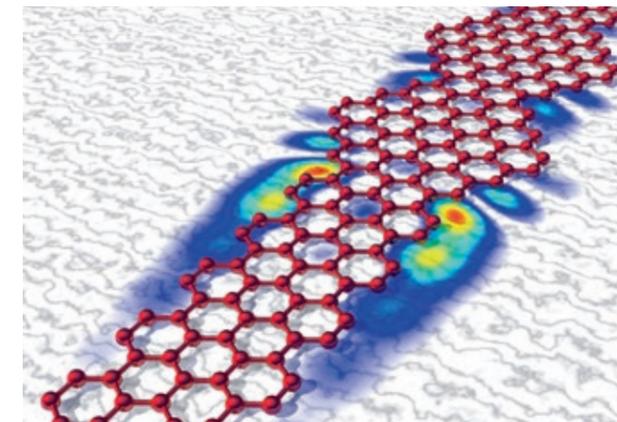
Dorina Opris (re. im Bild) von der Abteilung Funktionale Polymere kommt ins Spiel, wenn die Polymerfolien auf spezifische Bedürfnisse zugeschnitten werden müssen.

Dank der Zusammenarbeit mit dem Schweizer Spezialist Dätwyler Holding AG, erreicht der Grad der industriellen Produktion ein neues Niveau.

## Auf dem Weg zu Nanoelektronik und Quantencomputern

Enthalten Graphen-Nanobänder Abschnitte unterschiedlicher Breite, können an den Übergängen robuste neue Quantenzustände entstehen, die sich eventuell in Quantencomputern nutzen lassen.

› Empa



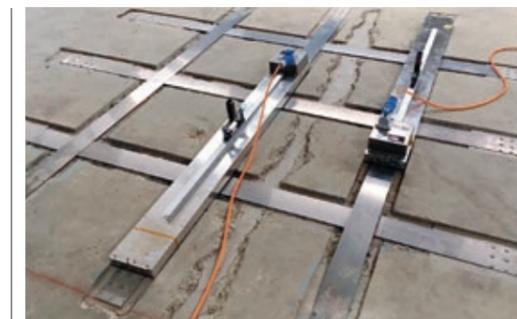
Nanobänder aus Graphen – nur wenige Atome breite und ein Atom dünne Schichten aus Kohlenstoff – gelten als Werkstoffe der Zukunft, etwa für die weitere Miniaturisierung elektronischer Bauteile. Je nach Form und Breite verhalten sich die Bänder als Leiter, Halbleiter oder Isolator. Empa-Forschende ist es gelungen, durch eine gezielte Variation der Form der Bänder deren Eigenschaften präzise einzustellen und spezielle lokale Quantenzustände zu erzeugen. Dadurch könnten sich zukünftig Nanotransistoren mit einem 1000-mal kleineren Kanalquerschnitt als heute üblich herstellen lassen. Und die Quantenzustände könnten sich als Elemente von Qubits nutzen lassen, so nennt man die komplexen, untereinander verschränkten Zustände in einem Quantenrechner.

## «Smarte» Pflaster mit vielen Talenten

Nicht jedes Medikament eignet sich als Tablette oder kann injiziert werden. Die Haut bietet hingegen eine grosse, durchlässige Fläche, um Wirkstoffe schmerzfrei und effizient aufzunehmen, etwa über Wirkstoffpflaster. Empa-Forschende haben Nanobehälter für Medikamente sowie spezielle Polymerfasern entwickelt, die über externe Reize wie Licht, Druck oder pH-Wert gesteuert werden können, um die Dosierung exakt zu kontrollieren. Aber auch für die Überwachung der Wundheilung können Pflaster «smart» gemacht werden und zwar mit einem Sensor, der früh vor einer schlechten Wundheilung warnt. Werden in der Wunde kritische Werte an Glukose überschritten – ein Zeichen für eine schlechte Heilung –, beginnt der Sensor zu fluoreszieren. So lassen sich komplexe Hautverletzungen, etwa bei Verbrennungen, besser überwachen.

Verstärkung einer Zwischendecke mit «memory-steel», einer neuartigen Formgedächtnislegierung.

› Empa



Eine neuartige Wundauflage warnt das Pflegepersonal mittels fluoreszierender Sensoren, wenn eine Wunde schlecht verheilt.

› Empa



## Wie man brüchige Bauwerke wieder fit macht

In der Schweiz, aber auch im Ausland sind unzählige Brücken und andere Bauwerke in die Jahre gekommen. Empa-Forschende haben verschiedene Technologien entwickelt, um diese nachträglich zu verstärken, damit sie den gewachsenen Belastungen weiter sicher standhalten können. Zum einen ein Carbonfaser-Pflaster für mürbe werdende Stahlbrücken, mit dem bereits eine Schweizer Eisenbahnbrücke und eine Strassenbrücke in Australien erfolgreich verstärkt wurden. Zum anderen ein neuartiges Baumaterial mit Formgedächtnis: Das sogenannte «memory-steel» spannt sich durch Erhitzen wie von selber vor und verstärkt so Betonstrukturen. Nach rund 15 Jahren Forschungsarbeit steht das neuartige Material über das Empa-Spin-off re-fer und einen weiteren Industriepartner nun kurz vor der Markteinführung.



Eawag

# ABWASSER ALS GOLDGRUBE

## «Die ökonomischen Perspektiven von Pellets, die sich verfeuern lassen, sind hervorragend.»

– Linda Strande, Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung an der Eawag

**Millionen von Menschen weltweit haben keinen Zugang zu sanitären Anlagen, die eine «saubere» Lösung bieten. Die Eawag forscht deshalb an technischen Möglichkeiten, Abwässer aufzubereiten und aus ihnen Ressourcen rückzugewinnen. Ein Hauptaugenmerk gilt dabei nachhaltigen Lösungen für den globalen Süden.**

Man kann diese Geschichte auf zwei Arten erzählen. Da ist zunächst die Markt-Story: Was für eine Verschwendung! All das Wertvolle, das in menschlichen Ausscheidungen steckt, einfach die Kanalisation runter zu schicken. Aus den Augen, aus dem Sinn. Weggeworfenes, weggespültes Geld. Die Public-Health-Story klingt jedoch ganz anders: Siedlungen brauchen ein funktionierendes Abwassersystem, sonst sind hygienische Notstände vorprogrammiert. Die westlichen Länder haben sich mit der Zeit zentralisierte Kanalisationen zugelegt, die hierzulande funktionieren, aber auch einiges an Kosten verursachen. Für Städte im globalen Süden funktioniert dieser Ansatz nicht wirklich, die Anlagen fallen meist früher oder später aus und entsprechend investiertes Geld geht «down the drain». Dezentralisierte Systeme sind dort viel besser geeignet, um Abwässer lokal zu sammeln und zu behandeln. Doch die wichtigste Frage kommt danach: Was tun damit? Sicher nicht einfach in den nächsten Bach kippen, sondern aufbereiten und zum Beispiel verfeuern, das wäre die hygienischere Lösung.

Richtig interessant wird es, wenn man die beiden Geschichten zusammenbringt. Das ist das Ziel der Forschung von Linda Strande und Christoph Lüthi von der Eawag. Beide arbeiten in der Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung (Sandec) und entwickeln Szenarien, um auch in Ländern des globalen Südens ein Abwassermanagement zu etablieren, das den Namen verdient. Die Gesundheit der Menschen steht dabei im Fokus, während die Ressourcenrückgewinnung und das «Management» als ökonomische Triebfeder fungieren. Bisherige Versuche, die Abwassersituation im globalen Süden zu verbessern, hätten die ökonomischen Aspekte weitgehend ignoriert, sagt Lüthi. Dabei sei dies das Entscheidende, wenn es um eine nachhaltige und finanziell tragbare Lösung geht.

Weil das Abwassersystem nicht subventioniert sei – dafür fehlen schlicht und einfach die Mittel –, müsse man Lösungen suchen, die sich rechnen.

Nach Jahren der Forschung haben die Spezialisten aus Dübendorf tatsächlich gleich eine Reihe ökonomisch überzeugender Lösungen zusammen: Aus Abwasser und Fäkalschlamm lassen sich Energie, Nährstoffe für Dünger und sogar Tiernahrung gewinnen. Die Nährstoffe kommen fast alle aus dem Urin. An der Eawag selber ist eine Hightech-Anlage in Betrieb, die den Urin in den Toiletten abtrennt und dann zu wertvollem Flüssigdünger aufbereitet. Seit kurzem sei es in der Schweiz sogar behördlich erlaubt, diesen Dünger für Speisepflanzen zu verwenden, berichten die Forschenden nicht ohne Stolz. Für Städte in Entwicklungsländern dürften sich allerdings weniger komplexe und dafür robustere Lösungen für Fäkalschlamm als viel interessanter erweisen. Das ist Strandes Spezialgebiet. Sie hat diverse Projekte zum Beispiel in Uganda begleitet, die die Praxistauglichkeit der Verfahren aufgezeigt haben. So kann Fäkalschlamm zum Beispiel getrocknet und zu geruchsfreien Pellets gepresst werden, die sich verfeuern lassen wie Holzpellets, womit auch gleich das Problem möglicher Krankheitserreger gelöst ist. Die ökonomischen Perspektiven seien hervorragend, sagt Strande, auch lokale Industrien haben grosses Interesse an den günstigen Pellets signalisiert, sofern sie in genügend grosser Menge produziert werden.

Der neueste Trick der Forschenden ist noch verblüffender: die direkte Verwandlung tierischer oder menschlicher Ausscheidungen in wertvolles Protein. Dafür nutzen sie die Larven der schwarzen Waffenfliege (Black Soldier Fly oder kurz BSF), die so ziemlich alle organischen Abfälle wegputzen, seien es Salatreste, Fleisch oder von uns bereits Verdautes. Wird dieser Nahrungsbrei richtig aufbereitet, bleibt nach dem Festmahl kaum etwas zurück, ausser dicken Larven, die zum Beispiel zu Futter für die eigenen Nutztiere oder in der Fischzucht verarbeitet werden können.

Das Potenzial ist riesig: Auf der einen Seite der wachsende Bedarf an solchen Futterstoffen, ökonomischen Pellets oder nährstoffreichem Dünger. Zum anderen die unschöne Realität für etwa ein Drittel der Weltbevölkerung: Nach wie vor erfolgt die Sanitärversorgung von rund 2,7 Milliarden Menschen dezentral ohne Kanalisation und geregelte Entsorgung. Lüthi betont noch einmal, dass nur auf einer Marktanalyse basierende Lösungsansätze eine Chance haben werden, um sich auch im grossen Massstab durchzusetzen. Er möchte keine weiteren «weissen Elefanten» sehen – lieber viele schwarze Waffenfliegen.

«Nur Lösungsansätze, die auf einer Marktanalyse basieren, haben eine Chance, sich im grossen Massstab durchzusetzen.»  
– Christoph Lüthi, Leiter der Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung an der Eawag

## Interdisziplinär und praxisrelevant: Forschungsprojekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik»

Was lebt in und an Bächen mit ausgeprägter Geschiebedynamik? Und wie funktionieren Flüsse mit zu geringem Nachschub an Kies? Die Ergebnisse eines interdisziplinären Forschungsprojekts des Bundesamts für Umwelt (BAFU), der Eawag und der WSL sowie den Wasserbaulabors der ETH Zürich und der EPFL aus dem Bereich «Geschiebe- und Habitatsdynamik» beantworten diese Fragen. Dokumentiert in der neuen Merkblatt-Sammlung der BAFU-Reihe «Umwelt-Wissen», die zum Programm «Wasserbau und Ökologie» gehört, beschreiben die acht Merkblätter praxisrelevante Erkenntnisse rund um den Geschiebehaushalt und die Wiederherstellung der Geschiebedynamik mit baulichen und betrieblichen Massnahmen (z. B. Umleitstollen, Schüttungen).



Viele Insekten verbringen ihr Larvenstadium im Wasser. Die Köcherfliege *Allogamus auricollis* baut sich ihre Köcher aus Sedimentpartikeln. Die schlüpfenden Insekten stellen eine wichtige Futterquelle für viele Lebewesen an Land dar.

› Roland Riederer / Eawag



## SQUIDs – Auf Spurensuche in der Kanalisation

Die Kanalisation transportiert nicht nur Abwasser, sie ist auch ein grosser biologischer Reaktor. Variablen, die die «Leistung» dieses Reaktors beeinflussen, werden – wenn überhaupt – nur an wenigen Punkten und mit grossem Aufwand gemessen. Ob und wie stark Substanzen in der Kanalisation transformiert werden, ist insbesondere in der abwasserbasierten Epidemiologie von Interesse. Im Projekt TransDrugS haben Eawag-Forschende deshalb die kleine Sensorplattform SQUID entwickelt. Im Abwasserstrom schwimmend misst SQUID autonom pH, Temperatur, Redoxpotenzial und elektrische Leitfähigkeit. Durch den wiederholten Einsatz wird so eine bisher unerreichte hohe räumliche Auflösung der Messparameter erzielt. Die erhobenen Daten dienen der Kalibrierung von Wasserqualitätsmodellen und können im Zusammenhang mit der Identifikation von Spezialleitern oder der Fremdwasserproblematik praxisrelevant sein. Eine detailliertere «Spurensuche» wird im einzigartigen Projekt MS2field mit Industriepartnern realisiert: Ein High-End-Massenspektrometer misst organische Mikroverunreinigungen wie Medikamentenrückstände oder Pestizide in Echtzeit direkt im Feld.

## Hässliche Badeentchen

In feuchtwarmen Badezimmern herrschen ideale Wachstumsbedingungen für Biofilme aus Bakterien und Pilzen. Insbesondere in Gummienten und anderen Badespielsachen wachsen üppige Teppiche. Eine Gruppe von Forschenden der Eawag, der ETH Zürich und der University of Illinois hat untersucht, welche Faktoren den Bewuchs fördern und welche Arten von Mikroorganismen darin vertreten sind. Die Ergebnisse klingen nicht appetitlich: Zwischen 5 und 75 Millionen Zellen pro Quadratzentimeter tummelten sich auf den Plastikflächen. In 80 Prozent aller Badeenten fanden die Forschenden Vertreter potenziell krankheitserregender Bakterien. Die Ursache für die üppigen Biofilme liegt in dem weichen Plastikmaterial, aus dem viele Badeenten hergestellt werden und aus dem viel organischer Kohlenstoff freigesetzt wird, der als Nährstoff dient. Weitere wichtige Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor, aber auch zusätzliche Bakterien gelangen beim Baden in die Wanne.

Entwicklung und Test einer Kleinserie neuer SQUIDs für die internationale Zusammenarbeit mit elf Partnerinstitutionen.

› Andri Bryner / Eawag



Nicht gerade appetitlich: Das Innenleben einer Gummiente. Neben dem Plastikmaterial tragen auch die Badenden zu den vielfältigen Bakterienkulturen bei.

› Andri Bryner / Eawag

# GOVERNANCE

Aufbau und Führung	36
Organisation und Leitungsgremien	38
Kontrolle und Revision	39
Mitglieder des ETH-Rats	40
Personalgeschäfte	42
Professorengeschäfte	43
Risikosituation und Risikomanagement	44

# 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 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 wurde die Vernehmlassung für die Partialrevision des ETH-Gesetzes eröffnet. Die zur Diskussion stehenden Neuregelungen betreffen, neben noch nicht umgesetzten Corporate-Governance-Leitsätzen (Einschränkung des Stimmrechts und Ausstand der institutionellen Mitglieder des ETH-Rats), diverse

personalpolitische Änderungen, die Schaffung einer rechtlichen Grundlage für gewisse Datenbearbeitungen und den Verkauf von zum Eigengebrauch erzeugter oder gekaufter überschüssiger Energie sowie die Umsetzung von Empfehlungen der Eidgenössischen Finanzkontrolle (EFK). Die Gesetzesanpassungen sollen dem Parlament zusammen mit der nächsten BFI-Botschaft 2021–2024 beantragt werden und voraussichtlich Anfang 2021 in Kraft treten.

## Aufgaben und Führung

Gemäss der Zwecksetzung 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.

## ETH-Bereich

### ETH-Rat

11 Mitglieder  
Stab: 53 Mitarbeitende\*

## Eidgenössische Technische Hochschulen

### ETH Zürich

Über 21 000 Studierende und Doktorierende  
12 151 Mitarbeitende\*

### EPFL

Über 11 000 Studierende und Doktorierende  
6 053 Mitarbeitende\*

## Forschungsanstalten

### PSI

2 080  
Mitarbeitende\*

### WSL

508  
Mitarbeitende\*

### Empa

994  
Mitarbeitende\*

### Eawag

510  
Mitarbeitende\*

Struktur des  
ETH-Bereichs

\*Arbeitsverhältnisse  
inkl. Doktorierenden,  
Stand: 31. Dezember  
2018

## Strategische Ziele und Zahlungsrahmen

Der ETH-Bereich wird gemäss einem wirkungsorientierten Modell gesteuert. Die politischen Behörden geben die zu erfüllenden Leistungsstandards und die finanziellen Eckwerte vor. Der ETH-Bereich ist der Leistungserbringer und der ETH-Rat sorgt für die Umsetzung der Vorgaben.

Die politische Führung liegt beim Bundesrat und beim eidgenössischen Parlament. Als zentrale Führungsinstrumente dienen die Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation (BFI-Botschaft), die darauf abgestimmten «Strategischen Ziele» des Bundesrats für den ETH-Bereich und die jährliche Kreditbewilligung durch das Parlament. Ein Controlling ergänzt die politischen Instrumente und gibt Auskunft über die Rechnungsführung sowie die Auftragserfüllung. Die gemeinsamen Grundsätze zur Steuerung von bundesnahen Unternehmen und Einheiten sind in der Corporate-Governance-Berichterstattung des Bundesrats festgehalten.

Im Rahmen der BFI-Botschaft 2017–2020 wurde das ETH-Gesetz revidiert. Anstelle der Erteilung eines Leistungsauftrags beschliesst der Bundesrat seither die Strategischen Ziele für den ETH-Bereich. Das Parlament nimmt weiterhin die parlamentarische Oberaufsicht wahr und kann den Bundesrat beauftragen, Strategische Ziele festzulegen oder zu ändern. Mit dieser Änderung wurden die Leitsätze 16 und 17 des Corporate-Governance-Berichts des Bundesrats vom 13. September 2006 bzw. 25. März 2009 (Zusatzbericht) im ETH-Bereich umgesetzt. Die Botschaft ist zudem abgestimmt auf das Bundesgesetz über die Mitwirkung der Bundesversammlung bei der Steuerung der selbstständigen Einheiten vom 17. Dezember 2010.

## Berichterstattung

Der ETH-Rat erstattet in verschiedener Weise Bericht: Er berichtet dem Bundesrat jährlich über die Erfüllung der Strategischen Ziele und zeigt auf, wie der ETH-Bereich den jährlichen Beitrag der Trägerfinanzierung des Bundes 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 Leistungsperiode 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 zum Zahlungsrahmen für die nächste Leistungsperiode 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. Er schliesst mit den Institutionen die Zielvereinbarungen ab und teilt, namentlich gestützt auf die Budgetanträge der Institutionen, die Bundesmittel zu. 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. Ferner ernennt er die übrigen Mitglieder der Schulleitungen der beiden ETH und der Direktionen der vier Forschungsanstalten. Schliesslich ernennt er, auf Antrag der Präsidentinnen oder Präsidenten der beiden ETH, die Professorinnen und Professoren.

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 adressierte 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, insbesondere dessen Auditausschuss. Die Geschäftsordnung des ETH-Rats ist in den Rechtssammlungen 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. Der Präsident des ETH-Rats zeichnet für periodische Einzelgespräche mit den Präsidenten der beiden ETH sowie mit der Direktorin und den 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 Präsidenten, statt.

## Leitungsgremien des ETH-Bereichs

**Präsidium und Mitglieder des ETH-Rats**

- Fritz Schiesser<sup>1</sup>, Präsident (bis Ende April 2019)
- Beth Krasna<sup>2</sup>, Vizepräsidentin (ab Mai 2019 Präsidentin ad interim)
- Prof. Dr. Lino Guzzella<sup>1</sup> (bis Ende 2018)
- Prof. Dr. Martin Vetterli<sup>1</sup>
- Prof. Dr. Joël Mesot<sup>1</sup>
- Dr. Kristin Becker van Slooten<sup>1</sup>
- Marc Bürki<sup>2</sup>
- Beatrice Fasana
- Prof. Dr. sc. nat., Dr. h. c. mult. Susan Gasser
- Prof. Dr. Dr. h. c. Barbara Haering<sup>2</sup>
- Christiane Leister

<sup>1</sup> Mitglied Geschäftsausschuss

<sup>2</sup> Mitglied Auditausschuss

Per Ende April 2019 wird Fritz Schiesser sein Amt abgeben, da er das Pensionsalter erreicht.

Prof. Dr. Lino Guzzella trat auf Ende 2018 als Präsident der ETH Zürich zurück. An seine Stelle trat am 1. Januar 2019 Prof. Dr. Joël Mesot, der in dieser Funktion weiterhin im ETH-Rat einsetzt.

Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Direktor der Empa, ist seit Januar 2019 neues Mitglied des ETH-Rats und Vertreter der Forschungsanstalten im ETH-Rat.

**Schulleitung der ETH Zürich**

- Prof. Dr. Lino Guzzella, Präsident (bis Ende 2018)
- Prof. Dr. Joël Mesot, Präsident (seit Januar 2019)
- 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 Vanderghynst, 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**

- Prof. Dr. Joël Mesot, Direktor (bis Ende 2018)
- Dr. Thierry Strässle, Direktor ad interim (seit Januar 2019)<sup>3</sup>
- 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 (seit Mai 2018)
- Prof. Dr. Gebhard F. X. Schertler, Mitglied

**Direktion der WSL**

- Prof. Dr. Konrad Steffen, Direktor
- Dr. Christoph Hegg, stv. Direktor
- 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
- Dr. Alex Dommann, Mitglied
- Dr. Pierangelo Gröning, Mitglied
- Dr. Urs Leemann, Mitglied
- Dr. Tanja Zimmermann, Mitglied (seit September 2018)

**Direktion der Eawag**

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

<sup>3</sup> An Stelle des per Ende 2018 zurücktretenden Direktors des PSI übernahm per Januar 2019 Dr. Thierry Strässle als Direktor ad interim die Leitung des PSI, bis eine neue Direktorin oder ein neuer Direktor gefunden ist.

Stand 31. Dezember 2018  
(zusätzlich sind im Jahr 2018 bereits beschlossene Änderungen mit Auswirkung auf das Jahr 2019 erwähnt).

**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 aus drei von der Geschäftsführung unabhängigen Mitgliedern des ETH-Rats zusammen, kann jedoch auch weitere Personen mit beratender Stimme beiziehen. Der Präsident des ETH-Rats, der Leiter des Internen Audits und der Leiter des Stabsbereichs Finanzen des ETH-Rats nehmen an den Sitzungen mit beratender Stimme teil.

Der Geschäftsausschuss unterstützt den ETH-Rat bei der Vor- und Nachbereitung von Sitzungen, bei der Besetzung von Leitungspositionen der Institutionen des ETH-Bereichs sowie bei der Wahrnehmung der Arbeitgeberfunktion. Er pflegt den Kontakt zu den Sozialpartnern. Er setzt sich zusammen aus dem Präsidenten des ETH-Rats (Vorsitz), den Präsidenten der

beiden ETH, dem Vertreter der Forschungsanstalten sowie der Delegierten der Hochschulversammlungen. Der Geschäftsführer und, bei Bedarf, weitere Mitarbeitende des Stabs des ETH-Rats nehmen an den Sitzungen teil.

**Entschädigung des ETH-Rats**

Der Präsident des ETH-Rats bezog 2018 für sein Pensum von 80 % ein Bruttojahresgehalt von 287 306 CHF (zusätzlich leistete der Arbeitgeber Sozialversicherungsbeiträge in Höhe von 84 660 CHF). Hinzu kam eine Repräsentationszulage von 5000 CHF. Der Präsident ist bei der Pensionskasse des Bundes versichert, nach deren Reglement sich die Arbeitgeberbeiträge richten. Die Vizepräsidentin, die wie die weiteren fünf Mitglieder des ETH-Rats in keinem Arbeitsverhältnis mit einer Institution des ETH-Bereichs steht, bezog 2018 eine Pauschale von 26 000 CHF. Die weiteren fünf Mitglieder des ETH-Rats bezogen 2018 je eine Pau-

schale von 20 000 CHF. Zusätzlich wurden ihnen insgesamt 42 000 CHF für Dialoggespräche und Sitzungen des Auditausschusses (inkl. 6000 CHF Pauschalentschädigung für den Vorsitz Auditausschuss durch die Vizepräsidentin ETH-Rat und die damit verbundene Prüfung der Jahresrechnung) ausbezahlt. Zudem wurden ihnen die Spesen auf der 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 zu 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). 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<sup>ter</sup> 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<sup>ter</sup> Abs. 3 ETH-Gesetz). Sie prüfte im Jahr 2018 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. Im Jahr 2018 stellte die EFK dem ETH-Rat den Betrag von total 548 837 CHF (davon 344 601 CHF für die Abschlussrevisionen 2017 und 204 236 CHF für die Zwischenprüfung der Jahresrechnung 2018) 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](http://www.ethrat.ch), gezielte Medienarbeit sowie die fallweise Beleuchtung relevanter Fakten und Positionen, insbesondere zur Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik.

**Beschwerdeinstanz****ETH-Beschwerdekommision**

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

- Prof. Dr. Hansjörg Peter, Präsident
- Dr. Esther Tophinke, Vizepräsidentin (seit März 2018)
- Consuelo Antille, Mitglied
- Jonas Philippe, Mitglied
- Dr. Dieter Ramseier, Mitglied
- Prof. em. Rodolphe Schlaepfer, Mitglied
- 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.

**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<sup>ter</sup> ETH-Gesetz ein. Dieses führt die interne Revision für die Institutionen des ETH-Bereichs durch.

- Patrick Graber, Leitung



**Fritz Schiesser**  
\* 1954, Schweizer  
Dr. iur.

**Präsident des ETH-Rats (80 %) und des Geschäftsausschusses seit 2008. Anwalt bei «RHS & Partner Rechtsanwältin und Urkundspersonen» seit 1998 (Teilzeit).**

Fritz Schiesser promovierte in Rechtswissenschaften an der Universität Zürich und ist seit 1998 Anwalt und Notar im Kanton Glarus. Von 1990 bis 2007 war er Mitglied des Ständerats, von 2003 bis 2004 Ständeratspräsident und von 1999 bis 2007 Präsident des Stiftungsrats des Schweizerischen Nationalfonds (SNF). Heute ist Fritz Schiesser Stiftungsrat des SNF, der Sandoz-Familienstiftung, der Entwicklungstiftung Glarus Süd, der Proto Chemicals, der Schweizerischen Mobiliar Genossenschaft und der Hefti AG. Zudem ist er Stiftungsrat des Think-Tanks Avenir Suisse und des Schweizerischen Innovationsparks. Fritz Schiesser wird auf Ende April 2019 das Präsidium des ETH-Rats abgeben, da er das Pensionsalter erreicht.



**Beth Krasna**  
\* 1953, Schweizerin / Amerikanerin  
Dipl. Ing.

**Vizepräsidentin des ETH-Rats seit 2018, Mitglied des ETH-Rats seit 2003 sowie Präsidentin des Auditausschusses seit 2008. 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 Coop und bei der Symbiotics SA sowie Verwaltungsratspräsidentin der Ethos Services AG und der Xsensio SA. Zudem ist Beth Krasna Vizepräsidentin des Stiftungsrats des Hochschulinstituts für internationale Studien und Entwicklung in Genf und Mitglied der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften. Beth Krasna wird per Mai 2019 ad interim das Amt des Präsidenten übernehmen, bis eine Nachfolgerin oder ein Nachfolger gefunden ist.



**Lino Guzzella**  
\* 1957, Schweizer  
Prof. Dr. sc. techn.

**Mitglied des ETH-Rats und des Geschäftsausschusses seit 2015. Präsident der ETH Zürich seit 2015.**

Lino Guzzella promovierte in Maschineningenieurwesen an der ETH Zürich. Nach Industrieerfahrungen in Forschung und Entwicklung bei Sulzer in Winterthur und Hilti in Schaan (FL) wurde er 1993 als Assistentenprofessor an die ETH Zürich berufen. Seit 1999 ist er ordentlicher Professor für Thermotrik. Von 2003 bis 2004 war er Honda Visiting Professor an der Ohio State University in Columbus (USA). Von Mitte 2012 bis Ende 2014 war er Rektor der ETH Zürich. Lino Guzzella ist Verwaltungsrat der Kistler Holding AG und Gesellschafter der Robert Bosch Industrietreuhand KG (RBIK). Er ist ein Fellow der IEEE und der IFAC, Mitglied des Beirats Digitale Transformation des Bundesrats sowie Stiftungsrat des Schweizerischen Innovationsparks. (Bild: Markus Bertschi / ETH Zürich)



**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 (SWTR, heute SWIR). Von 2004 bis 2011 war er Vizepräsident der EPFL, 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). (Bild: Nik Hunger / EPFL)



**Joël Mesot**  
\* 1964, Schweizer  
Prof. Dr. sc. nat.

**Mitglied des ETH-Rats und des Geschäftsausschusses seit 2010 (Vertreter der Forschungsanstalten). Direktor des PSI (bis Ende 2018) und Doppelpflichter an der ETH Zürich / EPFL seit 2008.<sup>1</sup>**

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 Aufenthalten in Frankreich und den USA kam er an die ETH Zürich und ans PSI, wo er ab 2004 das Labor für Neutronenstreuung leitete. 2007 wurde er zum Direktor des PSI gewählt. Joël Mesot ist Senator der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und Mitglied verschiedener aussereuropäischer Expertengremien. Zudem ist er zweiter Vizepräsident des Marcel-Benoist-Stiftungsrats sowie Stiftungsrat des Swiss Science Center Technorama Winterthur, der Förderstiftung Technorama Aargau und des Schweizerischen Innovationsparks sowie Verwaltungsrat des PARK INNOVAARE. (Bild: Markus Bertschi / ETH Zürich)



**Kristin Becker van Slooten**  
\* 1962, Schweizerin / Deutsche  
Dr.

**Mitglied des ETH-Rats und des Geschäftsausschusses seit 2017. 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 Kristin 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 und Swissquote Bank AG seit 1999 bzw. 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. Noch im selben Jahr erhielt die Swissquote Bank AG die Banklizenz. Beiden Unternehmen sitzt Marc Bürki als CEO vor. (Bild: 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 Beatrice 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.



**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 und Professorin für Molekularbiologie an der Universität Basel seit 2004 bzw. 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. Ende 2004 wurde sie zur Direktorin des Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research gewählt und seit 2005 ist sie ausserdem ordentliche Professorin für Molekularbiologie an der Universität Basel. Susan Gasser ist Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie, des Wissenschaftskollegs zu Berlin und des European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg. Beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) präsidiert sie die Gleichstellungskommission. (Bild: Nestlé Nutrition Council)



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

**Mitglied des ETH-Rats und des Auditausschusses seit 2008. 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, Metallbau. Zudem präsidiert sie den Conseil d'orientation stratégique der Universität Genf sowie den Stiftungsrat des Genfer Internationalen Zentrums für Humanitäre Minenräumung. Des Weiteren ist Barbara Haering Stiftungsrätin des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und Hochschulrätin der TU Dresden. Seit August 2016 ist sie zudem als Titularprofessorin an der Universität Lausanne tätig.

<sup>1</sup> Am 1. Januar 2019 übernahm Joël Mesot das Amt des Präsidenten der ETH Zürich. Er sitzt in dieser Funktion weiterhin im ETH-Rat ein.



**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 sie Inhaberin der Leister Unternehmen, die sie bis 2014 auch operativ führte, mit neuen Technologien diversifizierte und zur Leister-Gruppe international ausbaute. (Bild: Leister AG)



**Neues Mitglied ETH-Rat**

Gian-Luca Bona (\* 1957) ist seit 2009 Direktor der Empa und Professor für Photonik an der ETH Zürich und der EPFL. Unter der Leitung des studierten Physikers hat sich die Empa zu einem international führenden Forschungsinstitut für Materialforschung und innovative Technologien entwickelt. Bona ist Mitglied in verschiedenen Gremien für Wissens- und Technologietransfer u. a. bei der Kommission für Technologie und Innovation, im Technopark Zürich und im Förderzentrum für Jungunternehmen und Innovationsprozesse glaTec. Als Vertreter der Forschungsanstalten ist Gian-Luca Bona seit 1. Januar 2019 Mitglied des ETH-Rats und löst in dieser Funktion Joël Mesot ab, der die Präsidentschaft der ETH Zürich übernimmt.

Eine vollständige Übersicht der Interessenbindungen der Mitglieder des ETH-Rats finden Sie auf [www.ethrat.ch/interessenbindungen](http://www.ethrat.ch/interessenbindungen).

# Personalgeschäfte

## Personalgeschäfte des Bundesrats

Der Bundesrat nahm am 19. Dezember 2018 zur Kenntnis, dass Fritz Schiesser das Präsidium des ETH-Rats auf Ende April 2019 abgeben wird, da er das Pensionsalter erreicht. 2008 übernahm Fritz Schiesser das Präsidium, als der ETH-Bereich in einer schwierigen Phase war. In den folgenden Jahren ist es ihm gelungen, mit dem Strategie- und Aufsichtsorgan ETH-Rat den ETH-Bereich auf einem erfolgreichen Kurs zu etablieren.

Am 24. Oktober 2018 wählte der Bundesrat Prof. Dr. Joël Mesot zum neuen Präsidenten der ETH Zürich. Die Wahl erfolgte auf Antrag des damaligen Vorstehers des WBF, Bundesrat Johann Schneider-Ammann, und einstimmiger Empfehlung des ETH-Rats. Joël Mesot ist seit 2008 Direktor des Paul Scherrer Instituts (PSI) und übte eine Doppelprofessur an den beiden Hochschulen ETH Zürich und EPFL aus. Er trat sein Amt am 1. Januar 2019 an und übernahm die Nachfolge von Prof. Dr. Lino Guzzella.

Lino Guzzella, der von 2015 bis 2018 als Präsident der ETH Zürich amtierte, entschied sich im Mai 2018, auf eine Kandidatur für die nächste Amtszeit als Präsident zu verzichten, um wieder als Professor für Thermotrik am Departement Maschinenbau und Verfahrenstechnik der ETH Zürich tätig zu sein.

Am 14. Dezember 2018 wählte der Bundesrat Prof. Dr. Gian-Luca Bona als neues Mitglied des ETH-Rats, wo er seit 1. Januar 2019 die Funktion des Vertreters der Forschungsanstalten ausübt. Gian-Luca Bona studierte Physik an der ETH Zürich, wo er 1987 sein Doktorat abschloss. Seit 2009 leitet er die Empa und ist Professor für Photonik an der ETH Zürich und der EPFL. Unter seiner Leitung hat sich die Empa zu einem international führenden Forschungsinstitut für Materialforschung und innovative Technologien entwickelt.

Ebenfalls am 14. Dezember 2018 wählte der Bundesrat Dr. Thierry Strässle zum Direktor des PSI ad interim, das er seit Januar 2019 leitet, bis eine Nachfolgerin oder ein Nachfolger für das Amt des Direktors gefunden ist. Thierry Strässle ist seit Dezember 2012 Stabschef des PSI. 2005 kam der studierte Physiker als Instrumentverantwortlicher des Labors für Neutronenstreuung ans PSI. Ab 2010 war er als wissenschaft-

licher Assistent des Direktors tätig und übernahm ab 2011 die Leitung des Ressorts Wissenschaft.

Am 1. Januar 2018 trat Beth Krasna, die am 5. Juli 2017 vom Bundesrat zur Vizepräsidentin des ETH-Rats gewählt wurde, ihr Amt an. Ebenso wie Prof. Dr. Susan Gasser, die als neues Mitglied in den ETH-Rat gewählt wurde.

Auf Antrag des ETH-Rats bestätigte der Bundesrat am 4. Juli 2018 Prof. Dr. Janet Hering für weitere vier Jahre als Direktorin der Eawag. Seit 2007, als Janet Hering die erste Amtszeit an der Spitze der Eawag antrat, hat sich diese weltweit als anerkanntes Forschungsinstitut bestätigt. In der Schweiz verstärkte Hering die Vernetzung der Eawag mit den Akteuren des Gewässerschutzes aus Verwaltung und Verbänden.

## Personalgeschäfte des ETH-Rats

### Wahl in die Direktion des PSI

Auf Antrag des damaligen Direktors des PSI, Prof. Dr. Joël Mesot, ernannte der ETH-Rat im Mai 2018 Prof. Dr. Christian Rüegg zum neuen Mitglied der Direktion. Christian Rüegg ist seit 2017 Leiter des Forschungsbereiches Neutronen und Myonen (NUM) am PSI und untersucht als Festkörperphysiker das Verhalten von Quantenmagneten. Zudem ist er seit 2011 Honorary Professor am UCL und seit 2012 Professor an der Universität Genf.

### Wahl in die Direktion der Empa

Im September 2018 ernannte der ETH-Rat auf Antrag des Direktors der Empa, Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Dr. Tanja Zimmermann zum neuen Mitglied der Direktion der Empa. Die studierte Holzwissenschaftlerin übernahm 2001 die Leitung einer Forschungsgruppe an der Empa. Ab 2011 leitete sie die Abteilung «Angewandte Holzforschung». Es gelang ihr, mit Neugier, Kreativität und wissenschaftlicher Kompetenz einem früher wenig beachteten Forschungsfeld internationales Renommee zu verschaffen. Seit September 2017 leitet Tanja Zimmermann das neue Departement «Functional Materials».

# Professorengeschäfte

## Ernennung von Professorinnen und Professoren

2018 behandelte der ETH-Rat 170 Professorengeschäfte. Insgesamt ernannte er 74 Professorinnen und Professoren, davon 54 neue Personen und 20 interne Beförderungen. Insgesamt wurden an der ETH Zürich 16 Professorinnen und 32 Professoren und an der EPFL 7 Professorinnen und 19 Professoren ernannt.

Bei 7 der 25 Ernennungen von ordentlichen Professorinnen und Professoren handelte es sich um Beförderungen von ausserordentlichen Professorinnen und Professoren. Bei 13 der 21 Ernennungen von ausserordentlichen Professorinnen und Professoren handelte es sich um Beförderungen von Assistenzprofessorinnen und -professoren.

Der Frauenanteil bei den Ernennungen neuer Personen lag 2018 bei 31%.

Erstmals hat der ETH-Rat 2018 einen affilierten Professor ernannt. Affilierte Professorinnen und Professoren arbeiten hauptamtlich an einer in- oder ausländischen Forschungsinstitution und sind mit einem reduzierten Beschäftigungsgrad an einer ETH tätig. Sie haben den Status von ordentlichen Professorinnen oder Professoren und werden in der Statistik als solche gezählt.

Weiter verlieh der ETH-Rat 4 Wissenschaftlerinnen und 7 Wissenschaftlern den Titel einer Professorin (Titularprofessorin) bzw. eines Professors (Titularprofessors).

## Emeritierungen und Rücktritte

2018 nahm der ETH-Rat von 26 Rücktritten aus Altersgründen Kenntnis: 18 an der ETH Zürich und 8 an der EPFL. Zudem informierten die ETH Zürich und die EPFL den ETH-Rat über insgesamt 6 Rücktritte aus anderen Gründen.

Ernennungen

# 74

Professorinnen und Professoren, davon 16 Frauen und 32 Männer an der ETH Zürich sowie 7 Frauen und 19 Männer an der EPFL

Die insgesamt 74 Ernennungen umfassten:

Ordentliche Professorinnen\*

# 25

davon 3 Frauen und 22 Männer

Ausserordentliche Professoren

# 21

davon 9 Frauen und 12 Männer

Frauenanteil

# 31%

bei den Ernennungen neuer Personen

Assistenzprofessoren mit Tenure Track

# 23

davon 9 Frauen und 14 Männer

Assistenzprofessoren ohne Tenure Track

# 5

davon 2 Frauen und 3 Männer

\* davon 1 affiliierter Professor

# 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 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 Strategien zu deren Bewältigung und ein entsprechendes Controlling umfasst. 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 potenzieller 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) bilden auch in 2018 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 potenzielle Verletzungen von Geschäftsgeheimnissen, Datenverlust und Veröffentlichung von vertraulichen Daten, mögliche Verstösse gegen die wissenschaftliche Integrität und die gute wissenschaftliche Praxis sowie Gewalt und/oder Bedrohung gegen Personen.

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 Betriebspflichtversicherungen sowie kleinere Versicherungen für spezifische Risiken abgeschlossen. Nicht versichert sind die Immobilien im Eigentum des Bundes, da die Eidgenossenschaft die Strategie des Selbstversicherers verfolgt.

# STRATEGISCHE ZIELE

Lehre <small>Ziel 1</small>	46
Forschung <small>Ziel 2</small>	49
Forschungsinfrastrukturen <small>Ziel 3</small>	52
Wissens- und Technologietransfer <small>Ziel 4</small>	55
Nationale Zusammenarbeit und Koordination <small>Ziel 5</small>	58
Internationale Positionierung und Zusammenarbeit <small>Ziel 6</small>	61
Rolle in der Gesellschaft und nationale Aufgaben <small>Ziel 7</small>	64
Finanzierungsquellen und Mittelverwendung <small>Ziel 8</small>	67
Immobilienmanagement <small>Ziel 9</small>	71
Arbeitsbedingungen, Chancengleichheit und wissenschaftlicher Nachwuchs <small>Ziel 10</small>	76

# Strategisches Ziel

# LEHRE

Im Jahr 2018 waren an den beiden ETH 32 531 Studierende und Doktorierende eingeschrieben. Dies entspricht einem Wachstum von 4 % im Vergleich zum Vorjahr. Die steigende Attraktivität des ETH-Bereichs ist ein Zeichen für die exzellente Qualität der Lehre. Das entsprechende Angebot wurde auch 2018 mit Schwerpunkt auf Innovation, Digitalisierung und kritisches Denken weiterentwickelt.

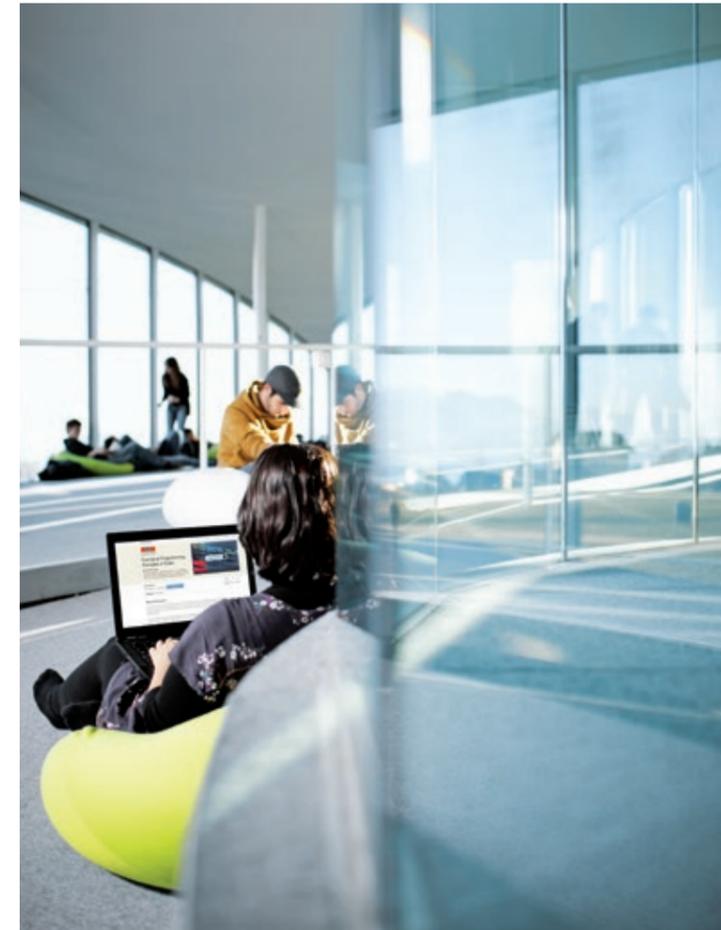
### Exzellenz in der forschungs- und kompetenzorientierten Ausbildung

Die Ausbildung im ETH-Bereich ist im internationalen Vergleich exzellent und attraktiv. 2018 stieg die Gesamtzahl der Studierenden und Doktorierenden an der ETH Zürich auf 21 397 und an der EPFL auf 11 134 (je + 4 % gegenüber 2017). Zum zweiten Mal in Folge verzeichneten die Bereiche Informatik und Kommunikationstechnologie die höchste Zunahme (+ 11,9 %). Dies ist eine erfreuliche Entwicklung angesichts des zunehmenden Interesses von Gesellschaft und Wirtschaft, den wissenschaftlichen Nachwuchs in diesem Bereich zu fördern. Die Internationalität der Studierenden und Doktorierenden ist ein weiterer Beweis für die Attraktivität des ETH-Bereichs. 2018 betrug der Anteil der ausländischen Studierenden und Doktorierenden 46,6 % (2017: 45,7 %). Zu erwähnen ist, dass der Anteil bei den Doktorierenden um einiges höher liegt als bei den Masterstudierenden und vor allem als bei den Bachelorstudierenden, von denen 69,6 % aus der Schweiz stammen. Die beiden ETH unternehmen grosse Anstrengungen, um den Frauenanteil in den angebotenen Studiengängen zu erhöhen. 2018 waren 31,3 %

der Studierenden und Doktorierenden Frauen, was einer Erhöhung gegenüber den Vorjahren entspricht (2017: 30,6 %) (für detaillierte Statistiken zu Studierenden und Doktorierenden s. Monitoringtabelle und akademisches Leistungsreporting, S. 82 ff.).

Die beiden ETH entwickeln ihre Curricula kontinuierlich mit Blick auf die strategisch wichtigen Tätigkeitsbereiche und die Bedürfnisse der Gesellschaft weiter und integrieren dabei die neusten Entwicklungen in der Forschung. In diesem Zusammenhang haben die ETH Zürich und die EPFL die gemeinsame Lancierung eines Masterprogramms in Cybersecurity beschlossen, das 2019 starten wird. Die EPFL hat ihr Angebot auf Masterstufe weiterentwickelt und einen Studiengang in Robotik eingeführt, der im ersten Jahr seines Bestehens 69 Studierende zählte. 84 der 100 Studierenden des ersten Jahrgangs des Bachelorstudiengangs in Humanmedizin der ETH Zürich, der 2017 eingeführt worden war, haben die beiden Prüfungsblöcke des Basisjahres erfolgreich absolviert (s. auch Ziel 5, S. 58). Die ETH Zürich und die EPFL bieten jede seit dem Herbstsemester 2017 einen Master in Data Science an. Diese Studiengänge sind sehr erfolgreich und verzeichneten 2018 insgesamt 124 neue Studierende an den beiden ETH (37 mehr als 2017). Die EPFL hat ihre Grundkurse einer wesentlichen Reform unterzogen, um frühzeitig computergestütztes Denken zu integrieren. Sie hat zudem ein neues Doktoratsprogramm in rechnergestützter und quantitativer Biologie eingeführt.

Die Mitarbeitenden des PSI, der WSL, der Empa und der Eawag bieten Vorlesungen, Seminare und praktische Arbeiten sowie andere Lehrangebote in verschiedenen Fachgebieten an. 2018 entsprach dieses Engagement 18 659 Unterrichtsstunden an einer in- oder ausländischen Hochschule (s. Abb. 13, S. 88). Im Berichtsjahr machten zudem 1477 Studierende und Doktorierende eine Bachelor-, Master- oder Doktor-



Inspirierende Lernumgebung: Studierende im multifunktionalen Rolex Learning Center der EPFL.  
 > Michael Sieber / ETH-Rat

arbeit an einer der Forschungsanstalten. Das Jahr war geprägt durch mehrere Ernennungen von Professorinnen und Professoren, die an einer der Forschungsanstalten tätig sind. So konnte im Berichtsjahr eine EPFL-Professur am Institute of Chemical Science and Engineering in Kombination mit der Laborleitung Femtochemie am PSI besetzt werden. Die ETH Zürich hat der «Biointerfaces»-Laborleiterin an der Empa einen Professorentitel verliehen, weitere Empa-Forschende erhielten Professorentitel an den Universitäten Freiburg und Basel, eine Leiterin einer Eawag-Forschungsgruppe wurde zur ausserordentlichen Professorin für anorganische Umweltgeochemie an der ETH Zürich und ein weiterer Gruppenleiter der Eawag wurde zum ausserordentlichen Professor für Gewässerökologie an der Universität Zürich ernannt. Beide sind nach wie vor auch an der Eawag tätig. Eine Professur für Ökotoxikologie, gemeinsam ausgeschrieben von der Eawag und der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, wurde 2018 erfolgreich besetzt. Dies ist das erste Mal, dass die Eawag mit einer Fachhochschule eine gemeinsame Professur geschaffen hat. Darüber hinaus hat das PSI mit der Universität Bern im Berichtsjahr eine Professur im Bereich «Nichtlineare Optik» ausgeschrieben, die mit einer Laborleitung am PSI verknüpft ist. Und im Sommer 2018 haben die WSL und die EPFL eine gemeinsame ordentliche Professur ausgeschrieben.

Die Institutionen des ETH-Bereichs fördern den Austausch zwischen den MINT-Fächern und den Sozial- und Geisteswissenschaften, damit die Studierenden ihre Kompetenzen weiterentwickeln können. An der ETH Zürich ist beispielsweise das Programm «Science-in-Perspective» (SiP), das neue Perspektiven auf die Natur- und Ingenieurwissenschaften eröffnet und das kritische Denken fördert, seit vielen Jahren in den verschiedenen Studiengängen fest verankert. Im Rahmen dieses Programms fanden 2018 zwei «SiP Talks» statt. Einer davon befasste sich mit den Möglichkeiten und Grenzen der rechnergestützten Technologien in den Life Sciences, der andere hatte die Sammlung persönlicher Daten der Studierenden während ihres Studiums an der ETH Zürich zum Thema. Zudem hat die ETH Zürich spezifische Angebote für verschiedene Ingenieurstudiengänge entwickelt, die betriebs- und volkswirtschaftliche Grundkenntnisse vermitteln. Die EPFL bietet verschiedene Aktivitäten, um sozial- und geisteswissenschaftliche Kenntnisse in ihre Studiengänge zu integrieren. Die Lehrveranstaltung «Globale Herausforderungen» ist im ersten Studienjahr obligatorisch. Ab dem zweiten Studienjahr wird eine Auswahl an Vorlesungen in Sozial- und Geisteswissenschaften angeboten. Die WSL hat einen MOOC (Massive Open Online Course) zum Thema Landschaftsökologie lanciert, in dem sich Natur- und Sozialwissenschaften begegnen. Dieser MOOC ist das Resultat der Zusammenarbeit von sechs Universitäten und Forschungsinstituten und wird gemeinsam von der WSL und der ETH Zürich finanziert. Die Eawag bietet zusammen mit der EPFL vier MOOCs zum Thema «Sanitation, Water and Solid Waste for Development» an und beteiligt sich seit Ende 2017 an einem zusätzlichen Online-Kurs mit dem Titel «Introduction to Public Health Engineering in Humanitarian Contexts».

### Innovationen und Qualitätssicherung in der Lehre

Zusätzlich zum Standard-Lehrangebot entwickeln und fördern die Institutionen des ETH-Bereichs neuartige Unterrichts- und Lehrformen. Der KITE Award der ETH Zürich, der fortschrittliche Lehrkonzepte auszeichnet, ging 2018 an drei Dozierende des Departements Informatik für ihre «E-Tutorials», die Studierenden verschiedener Studiengänge ermöglichen, das Programmieren zu erlernen und anzuwenden. Die «E-Tutorials» sind inhaltlich auf die jeweiligen Fachgebiete der Studierenden abgestimmt und erlauben eine individuelle Betreuung auch in grossen Lehrveranstaltungen. Die ETH Zürich bietet auch eine grosse Anzahl von Onlineprüfungen an. Diese eignen sich besonders, um Kompetenzen zu prüfen. Ein neuer Prüfungsraum in Zürich-Oerlikon wurde in Betrieb genommen und das Projekt «Prüfen mit mobilen Geräten» lanciert.

Auch die «Mixed Reality», welche die physische Interaktion von verschiedenen Personen mit computererzeugten Simulationen im Unterrichtsraum möglich macht, hat im Lehrangebot der ETH Zürich an Be-

deutung gewonnen. Mehrere Mixed-Reality-Projekte wurden 2018 vom Innovedum Fonds der ETH Zürich, der innovative Lehrprojekte unterstützt, finanziert. Zudem haben die ETH Zürich und die WSL in Zusammenarbeit mit einem privaten Unternehmen eine App für HoloLens-Brillen entwickelt, mit denen die Studierenden mehr über Flechten erfahren.

Die EPFL lancierte 2018 neuartige Lehrinitiativen, die auf den drei Pfeilern «CORE», «MAKE» und «LEARN» basieren. Die CORE-Initiative befasst sich mit der Weiterentwicklung der polytechnischen Grundkurse durch die Einführung von neuen Unterrichtsmethoden wie dem «Flipped Classroom», den Fern- oder virtuellen Erlebnissen oder dem MOOC-unterstützten Klassenzimmer. Die MAKE-Initiative unterstützt die Arbeit in Labors, interdisziplinäre Projekte mit Studierenden aus verschiedenen Fakultäten und die Entwicklung neuartiger Infrastrukturen mittels Discovery Learning Labs. Die LEARN-Initiative konzentriert sich auf die translationale Pädagogikforschung (s. S. 66). Auch das PSI entwickelt sein Online-Lehrangebot weiter und hat in Zusammenarbeit mit der EPFL und der Universität Zürich den MOOC «SYNCHROTRONx» als Einführung in Synchrotrone und Röntgenlaser lanciert. Über 4000 Studierende haben diesen Kurs bereits absolviert.

Um die Qualität ihrer Studiengänge und Lehrveranstaltungen sicherzustellen, nehmen die ETH Zürich und die EPFL regelmässig Evaluationen und Akkreditierungen vor. Die Resultate der Evaluationen fliessen in die Ausbildungsoptimierung ein. Die Studierenden der ETH Zürich haben seit einigen Jahren die Möglichkeit, nicht nur die Lehrveranstaltungen, sondern auch die schriftlichen Prüfungen zu beurteilen. Im Frühlingsemester 2018 wurden 497 Prüfungen evaluiert. Der Rücklauf lag im Mittel bei 47,6% und die Gesamtzufriedenheit bei 3,6 (auf einer Skala von 1 bis 5).

Die EPFL hat ein Pilotprojekt zur Evaluation aller Bachelor- und Masterstudiengänge lanciert. Die Masterstudierenden wurden zu ihrem Bachelorstudium befragt und die Alumni zu ihrem Masterstudium. Es ist auch vorgesehen, die Daten des Onlinelehreangebots für die Weiterentwicklung der Lehr- und Lehrmittelanalyse zu verwenden.

### Förderung der nationalen und internationalen Mobilität

Die ETH Zürich und die EPFL unterstützen die Mobilität der Studierenden, um den Erfahrungs- und Ideenaustausch zu fördern. Im Studienjahr 2017/2018 verbrachten 350 Studierende der ETH Zürich ein oder zwei Semester an einer anderen Hochschule im In- oder Ausland. An der EPFL entschieden sich im Frühjahrssemester 326 und im Herbstsemester 385 Studierende für einen Austausch mit einer anderen Hochschule. Zahlreich sind auch die Mobilitätsstudierenden von einer anderen in- oder ausländischen Hochschule, die für einen Austausch an die ETH Zürich oder an die EPFL kommen. So besuchten im Jahr 2018 480 Mobilitätsstudierende Lehrveranstaltungen an der ETH Zürich auf Bachelor- und Masterstufe. An der EPFL waren es 524 (s. Abb. 7, S. 85).

Auch im ETH-Bereich existiert ein Mobilitätsprogramm, das den Austausch zwischen den Institutionen des ETH-Bereichs fördern soll. 2018 profitierten über 150 Studierende durch die Teilnahme an einer Summer School und 86 durch den Austausch mit einer anderen Institution des ETH-Bereichs von diesem Programm. Die Einführung des Masterstudiengangs in Cybersecurity 2019 durch die ETH Zürich und die EPFL wird die Mobilität der Studierenden weiter erhöhen, da das Programm ein Austauschsemester zwischen den beiden ETH vorsieht.

## Strategisches Ziel

# FORSCHUNG

Die Exzellenz des ETH-Bereichs in der Forschung wird erneut durch das hohe Niveau der Arbeiten und Publikationen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bestätigt. Auch die Topposition der beiden ETH in den internationalen Rankings und die zahlreichen Auszeichnungen und Stipendien, die die Forschenden des ETH-Bereichs erhalten haben, belegen die hervorragende Leistung.

### Internationale Spitzenposition in der Forschung

2018 verzeichnete der ETH-Bereich sehr viele verschiedene Forschungsaktivitäten. Zu den wichtigsten Kooperationsprojekten gehören die FET-Flagship-Projekte der Europäischen Kommission. Von den 140 in ganz Europa eingereichten Projektvorschlägen für das FET-Projekt «Quantum Flagship» wurden 20 ausgewählt; darunter sechs Projekte mit Beteiligung von Forschenden der ETH Zürich. Für das nächste FET-Flagship kamen die beiden Projekte «Health EU» und «Time Machine» der EPFL in die zweite Auswahlrunde. Auch andere Grossprojekte werden mit internationalen Partnern umgesetzt, oder aber mit verschiedenen Schweizer Akteuren. So lancierte die ETH Zürich gemeinsam mit der SBB die interdisziplinäre «ETH Mobilitäts-Initiative», um die Erforschung innovativer Lösungsansätze für die Mobilität der Zukunft zu stärken und die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zu fördern. An der EPFL gelang in Zusammenarbeit mit dem CHUV (Centre hospitalier universitaire vaudois) und der Universität Lausanne ein entscheidender Durchbruch bei der Behandlung von Querschnittslähmung (s. S. 22). Forschende der WSL beteiligen sich an

der internationalen G-TREE (Global Treeline Range Expansion Experiment)-Initiative, die den Einfluss verschiedener Faktoren auf die aufgrund der Klimaerwärmung zu beobachtende Verschiebung der Waldgrenze in höhere Lagen ermitteln soll. Die Arbeiten der WSL liefern wichtige Informationen zu den Keimungs- und Wachstumsbedingungen der Baumsamen und Bäume oberhalb der heutigen Waldgrenze.

Zahlreiche Forschungsarbeiten stützen sich auf leistungsfähige und hochspezialisierte Forschungsinfrastrukturen und erlauben es so, die Grenzen der Forschung auszuweiten. Dies ist beispielsweise bei den Projekten am SwissFEL des PSI der Fall (s. auch Ziel 3, S. 52). Im Rahmen erster Pilotexperimente an der ARAMIS-Strahllinie des SwissFEL konnte die besondere Leistungsfähigkeit des Röntgenlasers für die Untersuchung von Proteinen oder Proteinkomplexen erfolgreich unter Beweis gestellt werden. Die Pilotexperimente ermöglichten nicht nur, die Struktur der Proteine zu analysieren, sondern auch, ihre Bewegungen und Formveränderungen zu beobachten.

Zu den weiteren wichtigen Forschungserfolgen gehören auch diejenigen der Empa-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler, die einen entscheidenden Durchbruch im Bereich der Graphennanobänder erzielten (s. S. 31). Anderen Empa-Forschenden gelang in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und IBM Research – Zurich die künstliche Erzeugung des sogenannten Superfluoreszenz-Effekts. Diese Entdeckung könnte weitere Entwicklungen im Bereich der LED-Beleuchtung, der Quantensensorik, der Quantenkommunikation und sogar künftiger Quantencomputer ermöglichen. An der Eawag beschäftigten sich die Forschenden mit der Diversifizierung der Buntbarsche, die ideale Modelle zur Untersuchung der Artenentwicklung sind, da sie sich extrem rasch entwickeln und ständig neue Arten hervorbringen. Die Eawag-

Forschenden konnten die Buntbarsche in einem See in Tansania, wo diese Fische vor rund 50 Jahren angesiedelt worden waren, quasi bei der Evolution beobachten.

Die Exzellenz der Forschenden des ETH-Bereichs zeigt sich auch in den zahlreichen Auszeichnungen und Forschungsstipendien, die diese 2018 erhielten. Alessio Figalli, Mathematik-Professor an der ETH Zürich, erhielt die renommierte Fields-Medaille (s. S. 15); ETH-Professor Lars-Erik Cederman wurde mit dem Schweizer Wissenschaftspreis Marcel Benoist ausgezeichnet und Professorin Ursula Keller, ebenfalls von der ETH Zürich, erhielt den Europäischen Erfinderpreis (s. S. 17). Von der ETH Zürich erhielt zudem Professor Reto Knutti den Preis der Stiftung Dr. J. E. Brandenberger und Professor Antonio Lanzavecchia wurde mit dem Louis-Jeantet-Preis für Medizin ausgezeichnet. Der Nationale Latsis-Preis 2018 ging an die EPFL-Professorin Andrea Ablasser (s. S. 21). Von der EPFL erhielt zudem Professorin Maryna Viazovska den Mathematics Breakthrough Prize, Professor Michael Grätzel die August-Wilhelm-von-Hofmann-Denkmedaille, Professor Paul Dysen den European Sustainable Chemistry Award und Professor Jacques Lévy den Vautrin-Lud-Preis für Geografie. Ayodhya Tiwari, Laborleiterin an der Empa, erhielt den Ehrendoktor der belgischen Hasselt Universität, und Empa-Forscherin Maria Muñoz wurde mit dem «Swiss Aerosol Award» ausgezeichnet. Professorin Janet Hering, Direktorin der Eawag, erhielt den Clarke-Preis des amerikanischen National Water Research Institute und wurde von der Geochemical Society und der European Association of Geochemistry mit dem Geochemical Fellow ausgezeichnet.

2018 erhielten die Institutionen des ETH-Bereichs zahlreiche ERC Grants: sieben Starting Grants, 16 Advanced Grants, 14 Consolidator Grants und zwei Proof of Concept Grants. Zudem ging ein ERC Synergy Grant an das Projekt HERO (Hidden Entangled and Resonating Orders), welches unter der Leitung des PSI in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich, der EPFL und der Universität Stockholm umgesetzt werden wird.

Die Forschenden des ETH-Bereichs nehmen aktiv an den nationalen Ausschreibungen wie den Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS) und den Nationalen Forschungsprogrammen (NFP) des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) teil. Die Institutionen des ETH-Bereichs sind derzeit als Leading House oder Co-Leading House an mehreren Vorschlägen für neue NFS beteiligt, die in der ersten Evaluationsphase mit den Noten A oder B bewertet wurden. Der SNF hat die Verlängerung der Finanzierung des NFS «Robotik» von 2018 bis 2022 bestätigt, der von der EPFL geleitet und von der ETH Zürich mitgeleitet wird. Die Institutionen des ETH-Bereichs leiten 13 der 25 Projekte des NFP 73 «Nachhaltige Wirtschaft», die 2018 gestartet sind.

Die bibliometrische Analyse des ETH-Bereichs, die 2018 durchgeführt wurde, bestätigte die exzellente Leistung der Institutionen des ETH-Bereichs in Bezug auf die Publikationstätigkeit. Die vom CWTS (Centre for Science and Technology Studies, Leiden, Niederlande) durchgeführte Studie hat ergeben, dass sämtliche Institutionen des ETH-Bereichs im internationalen Vergleich sehr leistungsstark sind. Das durchschnittliche Ergebnis des Impacts ihrer Publikationen, ebenso wie der Anteil ihrer Publikationen, der zu den internatio-



Verschwindende Gletscher, Biofilme und mikrobielles Leben: Das erste Forschungsprogramm für das Alpine and Polar Environment Research Center (Alpole) des EPFL Campus in Sitten startete im Februar 2019. Ein Forscherteam trainierte 2018 auf dem Corbassière-Gletscher die notwendigen Handgriffe (s. S. 19 f.).

nalen Top 10 gehört, ist – teilweise sogar bedeutend – höher als der weltweite Durchschnitt (s. auch Ziel 6, S. 61 ff.). Auch in den internationalen Rankings der besten Universitäten der Welt besetzen die beiden ETH weiterhin Spitzenplätze (s. S. 91).

#### 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.

Im Einklang mit der Umsetzung der Energiestrategie 2050 des Bundes hat die Energieforschung einen besonderen Stellenwert für den ETH-Bereich. Die Institutionen des ETH-Bereichs leiten sieben der acht SCCER (Swiss Competence Center for Energy Research). Zudem schufen sowohl die ETH Zürich als auch die EPFL 2018 zwei zusätzliche Professuren in diesem strategischen Bereich. Die ETH Zürich, das PSI und die Empa bauen gemeinsam die interdisziplinäre Entwicklungsplattform ReMaP auf, um die zukünftige Energieversorgung von Quartieren zu modellieren. In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich, der EPFL und den Universitäten Lausanne, Freiburg und Zürich lieferte eine Studie der WSL erstmals Zahlen zu den Auswirkungen des Gletscherrückgangs auf die Wasserkraftproduktion. Forschende der Eawag untersuchten in einem vom Bundesamt für Umwelt unterstützten Projekt das Potenzial bestimmter Seen als Wärmequellen oder -senken. Auch auf der Energieforschungsplattform «ehub» der Empa laufen verschiedene Projekte, wie die Installation einer Batterie auf Basis einer Salzsäuremelze oder die Entwicklung verschiedener Computermodelle, um beispielsweise die Energienachfrage besser vorherzusagen.

Auch die Datenwissenschaften sind einer der Strategischen Fokusbereiche des ETH-Bereichs. 2018 wurden in diesem Fachgebiet drei neue Professuren an der ETH Zürich und eine an der EPFL besetzt. Vier Projekte der Initiative ETH+ der ETH Zürich, die 2018 bewilligt worden sind, stehen in direkter Verbindung mit der Digitalisierung und sehen die Schaffung von sechs zusätzlichen Professuren in naher Zukunft vor. Das Swiss Data Science Center hat zudem die ersten interdisziplinären Projekte im Bereich Datenwissenschaften und Offene Wissenschaft gestartet, die von einer neuen Datenanalyse-Software unterstützt werden. Die Grossforschungsanlagen des PSI können als Testumgebung zur Entwicklung neuer Technologien und Konzepte für die Datenverarbeitung und -verwaltung dienen. Im Rahmen von Pilotanwendungen bieten sie Partnern aus Wissenschaft und Industrie die Möglichkeit, Anwendungen z. B. im Bereich der Cybersicherheit oder des maschinellen Lernens auszutesten.

In Bezug auf den Strategischen Fokusbereich «Advanced Manufacturing» präsentierten die Verantwortlichen der sieben ersten durch dieses Programm finan-

zierten Projekte im November 2018 die bereits vorliegenden Resultate. Vier neue Projekte sind 2018 angelaufen. Auf das Netzwerk von Technologietransferzentren im Bereich «Advanced Manufacturing», das sich im Aufbau befindet, wird in Ziel 4 näher eingegangen (s. S. 55 ff.). An der ETH Zürich fand zudem im Rahmen des NFS «Digitale Fabrikation» in Zusammenarbeit mit dem RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages) eine internationale Konferenz zum Thema «Digital Concrete» statt. Ebenfalls im Rahmen dieses NFS ist 2018 das DFAB HOUSE entstanden (s. auch Ziel 3, S. 52 ff.).

Die Höhepunkte aus dem Strategischen Fokusbereich «Personalized Health and Related Technologies» werden in Ziel 5 (s. S. 58 ff.), das sich ausführlich mit dem Beitrag der Institutionen im Bereich der Medizin und der Medizintechnik befasst, detailliert beschrieben.

#### Wissenschaftliche Integrität

Die wissenschaftliche Integrität und die ethische Verantwortung sind zentrale Werte des ETH-Bereichs. Sämtliche Institutionen des Bereichs haben Massnahmen getroffen, die eine Kultur befördern, in der ein besonderes Augenmerk auf die wissenschaftliche Integrität gelegt wird. Zudem stehen insbesondere der neuen Forschergeneration zahlreiche Schulungs- und Informationsangebote zur Verfügung. Zur Förderung der wissenschaftlichen Integrität hat die Schulleitung der ETH Zürich eine neue Kommission für gute wissenschaftliche Praxis ins Leben gerufen. Sie besteht aus 16 Mitgliedern (eines pro Departement) und hat insbesondere die Aufgabe, die Arbeit am Thema schulweit zu koordinieren, das Bewusstsein für korrektes wissenschaftliches Arbeiten zu fördern, entsprechende Lehrinhalte und Lehrveranstaltungen zu empfehlen sowie die Schulleitung in diesem Gebiet sachkundig zu unterstützen.

Die EPFL hat ihren Compliance Guide überarbeitet und 2018 eine neue Version davon publiziert. Die Wissenschaftsethik nimmt darin mit einem eigenen Kapitel eine wichtige Stellung ein. Das PSI hat Anpassungen im Ausbildungsprogramm Research Integrity für Nachwuchswissenschaftler vorgenommen. Zusätzlich zu den bestehenden Kursen wurde ein neues eLearning-Kursmodul zur Ethik in der Forschung lanciert. Die WSL organisierte 2018 ein «World Café» zur wissenschaftlichen Integrität für die Forschenden aller Stufen. Wie jedes Jahr organisierte die Empa zwei Welcome-Veranstaltungen für die neuen Doktorierenden und nutzte diese dazu, um sie in die Grundregeln der wissenschaftlichen Integrität einzuführen. Schliesslich haben die Institutionen Verfahrensabläufe etabliert, die bei Verdacht auf Betrug zu befolgen sind. Zu entsprechenden Untersuchungen kam es vor kurzem an der ETH Zürich und am PSI. In beiden Fällen wurden die Untersuchungsergebnisse durch die Institutionen öffentlich kommuniziert.

## Strategisches Ziel

# FORSCHUNGS- INFRASTRUKTUREN

Der Ausbau der Forschungsinfrastrukturen des ETH-Bereichs wurde 2018 erfolgreich weiterverfolgt. Zahlreiche Infrastrukturen dienen nicht nur Forschenden des ETH-Bereichs, sondern werden auch Forschenden von anderen Institutionen sowie der Industrie aus dem In- und Ausland zur Verfügung gestellt.

## Betrieb, Weiterentwicklung und Bereitstellung von grossen Forschungsinfrastrukturen

2018 wurden verschiedene vom ETH-Bereich betriebene Forschungsinfrastrukturen weiterentwickelt und ausgebaut. Das PSI entwickelt, baut und betreibt im Auftrag des Bundes mehrere grosse Forschungsinfrastrukturen, die es in- und ausländischen Forschenden zur Verfügung stellt. Dazu gehören die Synchrotron Lichtquelle Schweiz (SLS), die Neutronenquelle (SINQ), die Myonenquelle ( $\mu\text{S}$ ) und als neueste Anlage der Freie-Elektronen-Röntgenlaser SwissFEL. Für SwissFEL wurde im Herbst 2018 ein erster Call für Messzeit lanciert. Die Anlage wird ab 2019 der nationalen und internationalen Wissenschaftsgemeinschaft zur Verfügung stehen. Umfangreiche Upgrade-Projekte, wie sie derzeit an der SINQ und der SLS (s. S. 54) in Umsetzung bzw. in Vorbereitung sind, sollen die Wettbewerbsfähigkeit der Anlagen und somit auch den Standortvorteil für Schweizer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und die Industrie langfristig sicherstellen. Die Zahl von 2595 Nutzerinnen und Nutzern der Grossforschungsanlagen des PSI im Jahr 2018 liegt über dem Niveau der Vorjahre. Etwa 45% der Messzeit wurde durch Schweizer Gruppen genutzt, von denen wiederum etwa 85% aus dem ETH-Bereich (inklusive PSI) stammen. Die Grossforschungsanlagen sind durchschnittlich um den Faktor zwei überbucht.

Die Nutzung der Industrie liegt an der SLS bei rund 10%, im Vergleich zu 5–7% für die anderen Synchrotronlichtquellen weltweit. Jährlich werden rund 800 Publikationen von Forschenden veröffentlicht, die aus dem Zugang zu diesen Infrastrukturen resultieren.

Das Forschungs- und Innovationsgebäude NEST der Empa und der Eawag eröffnete 2018 zwei neue Units: UMAR (Urban Mining & Recycling Unit), die der Kreislaufwirtschaft in der Bauindustrie gewidmet ist, und SolAce, eine Forschungsunit der EPFL, die sich mit dem Energiemanagement eines kombinierten Wohn-/Bürogebäudes befasst. Für die Unit DFAB HOUSE, die sich mit der Digitalisierung in der Bauindustrie beschäftigt, wurden 2018 Holzmodule durch an der ETH Zürich entwickelte Roboter konzipiert und vorfabriziert. Die Unit Solar Fitness & Wellness wurde mit dem «Norman Foster Solar Award», dem «Award für Marketing und Architektur» und einem «Watt d'Or» des Bundesamtes für Energie (BFE) ausgezeichnet. Und die Unit Vision Wood erhielt den Cadre d'Or 2018. Diese verschiedenen Units werden als Module ins NEST integriert. Die Forschung erfolgt aber auch an der Trägerkonstruktion, insbesondere im ehub – der Energieforschungsplattform der Empa – und im Water Hub der Eawag, dem experimentellen Standort, der es Eawag-Forschenden ermöglicht, Abwasser getrennt zu sammeln und Technologien für dessen Aufbereitung zu entwickeln und vorzuzeigen. Die Forschenden des Water Hubs entwickelten «Aurin», einen Dünger aus den Nährstoffen menschlichen Urins. Dieser Dünger wurde 2018 vom Bundesamt für Landwirtschaft zum Düngen aller, auch essbarer Pflanzenarten zugelassen (s. auch S. 33). Eine weitere wichtige Forschungsinfrastruktur der Empa ist die Demonstrationsplattform move für nachhaltige Mobilität. In der zweiten Phase dieser Infrastruktur, die 2018 begonnen hat, liegt der Fokus auf der Umwandlung von Wasserstoff und Kohlendioxid aus der Atmosphäre in

synthetisches Methan für den Betrieb von Gasfahrzeugen, der sogenannten «Power-to-Gas»-Technologie.

Mit dem Swiss Plasma Center (SPC) der EPFL hält sich die Schweiz an der Spitze der Forschung im Bereich der Kernfusion. 2018 wurden die Anstrengungen des SPC rund um das Upgrade des TCV (Tokamak à configuration variable) und die Studie zu erweiterten Plasmaanwendungen – beispielsweise im Bereich der Wasseraufbereitung, der Sterilisation oder der Medizin – weitergeführt. Die weitere Schweizer Beteiligung an ITER/Euratom ist zentral für die Fortsetzung dieser Aktivitäten. Das CMI (Center of Micronanotechnology) ist eine weitere Forschungsinfrastruktur der EPFL, die durch die regelmässigen Investitionen in die Ausstattungen von Reinräumen und die konsequenten, aber kostenbewussten Anpassungen an die neusten technologischen Entwicklungen die steigenden Anforderungen der Forschenden erfüllen kann. Die Zahl der Nutzerinnen und Nutzer des CMI – sowohl aus der Industrie als auch von der EPFL oder anderen Institutionen – stieg 2018 weiter an. 510 Personen nutzten im Berichtsjahr die Infrastruktur.

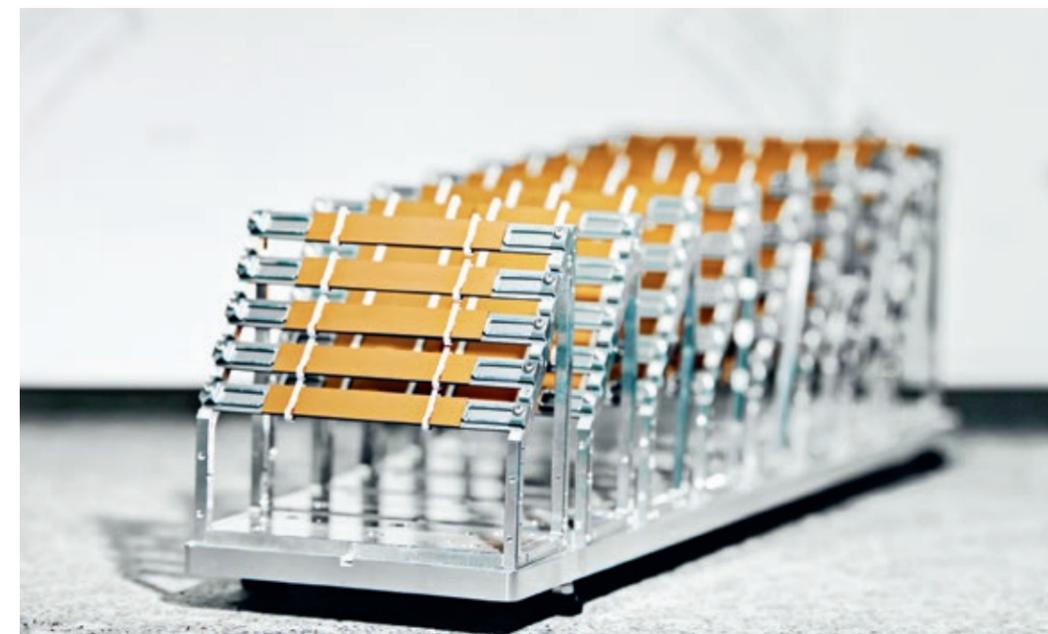
## Schweizer Roadmap für Forschungsinfrastrukturen: Umsetzung der strategischen Projekte

Die Schweizer Roadmap für Forschungsinfrastrukturen ist ein Planungsinstrument des Bundes. Sie dient als Grundlage für zukünftige Investitionen in Forschungsinfrastrukturen von nationaler Bedeutung und in internationale Infrastrukturen mit Schweizer Beteiligung. Unter den Infrastrukturen der Roadmap haben die folgenden strategischen Projekte 2018 wichtige Etappen bei ihrer Umsetzung gemeistert.

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 Zahl der laufenden Projekte sowie die Anzahl Nutzerinnen und Nutzer nimmt kontinuierlich zu: 2018 waren es 132 Projekte mit 1584 Nutzerinnen und Nutzern gegenüber 116 Projekten mit 1213 Nutzerinnen und Nutzern 2017 und 109 Projekten mit 1190 Nutzerinnen und Nutzern 2016. Neben der Bereitstellung von Rechnerkapazitäten für die Schweizer Forschenden ist das CSCS auch Mitglied der PRACE-Initiative (Partnership for Advanced Computing in Europe), die den europäischen Forschenden Rechen- und Datenverarbeitungsleistungen von Weltklasse zur Verfügung stellen will. Das CSCS ermöglicht den Zugang zum Supercomputer Piz Daint und als Gegenleistung können die Schweizer Forschenden die Anlagen der anderen PRACE-Gastgeberländer nutzen.

Das Blue Brain Project (BBP) der EPFL hat die digitale Rekonstruktion und Simulation des Gehirns von Nagetieren und schliesslich desjenigen des Menschen zum Ziel. Das Projekt, das ein wesentlicher Bestandteil der EU-FET-Flaggschiff-Initiative Human Brain Project (HBP, s. S. 54) ist, leistet Pionierarbeit in der Anwendung der Computersimulation sowie der Big-Data- und Open-Science-Konzepte in den Neurowissenschaften. So erlaubt das vom Projektteam entwickelte und Anfang 2018 eingeführte NEXUS-Tool das Teilen von Daten mit der neurowissenschaftlichen Gemeinschaft. Zudem hat

Derzeit werden die Neutronenoptik und weitere Instrumente an der SINQ aufgerüstet. Nach dem Umbau wird die Quelle die beste Optik der Welt haben (s. S. 23 f.). Hier die Analysatoreinheit des Spektrometers CAMEA für simultane Energiemessungen (PSI/EPFL).



das BBP seine Schlüsselinfrastruktur erneuert, indem es am CSCS einen Supercomputer der neusten Generation installiert hat. Erwähnenswert ist auch, dass die EPFL das Projekt im Herbst 2018 von internationalen Experten wissenschaftlich evaluieren liess.

Der Aufbau der ATHOS-Strahllinie für weiche Röntgenstrahlung am SwissFEL des PSI konnte gemäss dem vorgesehenen Zeitplan fortgesetzt werden. Das erste Licht an der Strahllinie wird bis Ende 2019 erwartet, die ersten Pilotexperimente sind für 2021 vorgesehen. Mit der Inbetriebnahme der ATHOS-Strahllinie wird der SwissFEL breitere Anwendungsfelder ermöglichen und somit auch einen erweiterten Kreis von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern anziehen. Der schrittweise Aufbau der zweiten Strahllinie erfolgte parallel zur Durchführung von ersten Pilotexperimenten an der ARAMIS-Strahllinie.

Am Large Hadron Collider des CERN wird das Upgrade des CMS-Detektors (Compact Muon Solenoid) fortgesetzt, um ein optimales Umfeld für die Erforschung grundlegender physikalischer Phänomene zu gewährleisten. Mehrere Teilprojekte unter der Leitung der ETH Zürich und des PSI wurden wissenschaftlich bewertet und 2018 vom CERN genehmigt. Dadurch kann die nächste Phase dieser Projekte, die die letzten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie die Produktion und Tests von Prototypen einschliesst, starten.

Im Hinblick auf die BFI-Botschaft für die Jahre 2021–2024 wird das SBFI 2019 eine aktualisierte Schweizer Roadmap für Forschungsinfrastrukturen publizieren. Nach einem nun abgeschlossenen mehrstufigen Prozess einschliesslich einer wissenschaftlichen Bewertung durch den SNF und einer Machbarkeits- und Finanzierungsbewertung durch den ETH-Rat ist vorgesehen, drei Forschungsinfrastrukturen des ETH-Bereichs in die Roadmap 2019 aufzunehmen: HPCN-24, SLS 2.0 und den CatalysisHub. Die erstgenannte Infrastruktur ist die nächste Phase der Hochleistungsrechnen- und Vernetzungsstrategie (HPCN-Strategie), die am CSCS der ETH Zürich zum Bau der nächsten Generation von Hochleistungsrechnensystemen führen soll. SLS 2.0 ist ein umfassendes Upgrade der Swiss Light Source (SLS) des PSI, das diese zu einer Lichtquelle der vierten Generation ausbauen, eine signifikant höhere Intensität der Röntgenstrahlung an der SLS erreichen und neuartige Experimentiermöglichkeiten erlauben wird. Mit dem Catalysis Hub soll eine neue Forschungsinfrastruktur an der ETH Zürich und an der EPFL entstehen, die zur Erforschung neuer Katalysatortechnologien für chemische Umwandlungsprozesse sowie zur Energieforschung beitragen wird. Diese drei Forschungsinfrastrukturen sowie das BBP werden in der Strategischen Planung 2021–2024 des ETH-Rats für den ETH-Bereich enthalten sein.

#### Beteiligung an internationalen Forschungsinfrastrukturen

Die Institutionen des ETH-Bereichs wirken auch auf europäischer und internationaler Ebene an grossen Forschungsinfrastrukturen und wichtigen Projekten mit. Die Initiative EuroHPC (European High-Performance Computing) wurde 2017 von der Europäischen Union zur Entwicklung eines Exascale-Supercomputers basierend auf europäischen Technologien lanciert. Dank der Erfahrung des CSCS der ETH Zürich in diesem Bereich ist die Schweiz gut aufgestellt, um an den Projekt-Vorbereitungsarbeiten und bei der Formulierung der Ziele und Vorgaben mitzuwirken.

Das EU-FET-Flaggschiff HBP hat den Aufbau einer hochleistungsfähigen Forschungsinfrastruktur zum Ziel, die zu neuen Erkenntnissen in den Bereichen Neurowissenschaften, Informatik und Gehirnmedizin führen soll. Die laufenden Arbeiten zur dauerhaften Konsolidierung dieser Infrastruktur dürften 2019 zur Schaffung einer externen rechtlichen Einheit führen.

Unter der Leitung des PSI hat die CHART-Zusammenarbeit (Swiss Center for Accelerator Research and Technology) die Förderung des Projekts des Future Circular Collider (FCC) des CERN zum Ziel. Das Projekt soll zudem die Konkurrenzfähigkeit der Beschleunigerforschung und deren Anwendungen am Forschungs- und Industriestandort Schweiz langfristig stärken. CHART bringt unter anderem Forschende aus drei Institutionen des ETH-Bereichs zusammen: PSI, ETH Zürich und EPFL. Die erste Phase dieses Projekts wurde 2018 abgeschlossen. Die zweite beginnt 2019 und erhält finanzielle Unterstützung von CERN, ETH-Rat, SBFI und von den CHART-Partnerinstitutionen.

Das europäische ICOS-Netzwerk (Integrated Carbon Observation System) soll Daten zum besseren Verständnis des globalen Kohlenstoffkreislaufs und dessen Beeinflussung durch menschliche Aktivitäten liefern. Mehrere Schweizer Institutionen sind daran beteiligt, darunter die ETH Zürich (Leading House für den Schweizer Beitrag), die WSL und die Empa. Hinter ICOS steht ein Messnetz von Stationen, die strenge Qualitätskriterien erfüllen müssen. 2018 wurde die Forschungsstation auf dem Jungfrauoch, die von Empa-Forschenden zum Sammeln dieser Daten verwendet wird, vom ICOS offiziell zertifiziert und in dieses Netzwerk aufgenommen.

Zum Abschluss dieser unvollständigen Liste der internationalen Forschungsinfrastrukturen, an denen der ETH-Bereich mitwirkt, gilt es noch zu erwähnen, dass das PSI an der Entwicklung verschiedener Instrumente für die ESS, die Europäische Spallationsquelle in Schweden, teilnimmt, die die stärkste Neutronenquelle der Welt bilden wird. Diese Beteiligung und weitere Anfragen für internationale Kooperationen sind auf die Kompetenzen zurückzuführen, die sich das PSI bei Bau und Betrieb der nationalen Anlagen angeeignet hat.

## Strategisches Ziel

# WISSENS- UND TECHNOLOGIE-TRANSFER

Die Kennzahlen zu Spin-offs, Patenten oder Zusammenarbeitsverträgen zeigen, dass den Institutionen des ETH-Bereichs der Transfer ihrer wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Industrie und den öffentlichen Sektor sehr gut gelungen ist. Mit dem stetig wachsenden Weiterbildungsangebot fördern die Institutionen zudem gezielt Kompetenzen in Wirtschaft und Gesellschaft.

#### Stärkung der Innovationskraft und der Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz

Mit der Umsetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in marktfähige Innovationen trägt der ETH-Bereich massgeblich zur Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz bei. Belegt wird dieser Wissens- und Technologietransfer im Berichtsjahr durch 358 Erfindungs- und 36 Softwaremeldungen sowie 230 Patente und 341 Lizenzen (s. Abb. 14, S. 89). Weiter wurden von Mitarbeitenden sowie Absolventinnen und Absolventen des ETH-Bereichs 2018 insgesamt 55 Spin-offs gegründet. Auffällig an diesen Neugründungen ist ein Trend in Richtung Digitalisierung. So wurden mehrere Firmen in den Bereichen Artificial Intelligence, Machine Learning, Robotik und Augmented Reality gegründet. Im Umfeld der EPFL hat das auf Augmented-Reality-Lösungen fürs Gesundheitswesen spezialisierte Spin-off MindMaze zwei weitere Spin-offs der EPFL aus dem Medtech-Bereich aufgekauft, um sich stärker zu positionieren. Die meisten der Spin-offs aus dem ETH-Bereich sind äusserst erfolgreich. Im aktuellen Ranking der «Top 100 Swiss Startups» befinden sich unter den Top 10 vier Spin-offs der EPFL und zwei der ETH Zürich.

«Optotune» ist ein Beispiel für ein Spin-off der ETH Zürich, das sich allein mit Partnerschaften und ohne Investoren etabliert hat. Es feierte 2018 sein 10-jähriges Bestehen und konnte seinen 150. Mitarbeitenden einstellen.

Um die Entstehung von Spin-offs zu fördern und den engen Austausch mit der Industrie aufrechtzuerhalten, organisieren die beiden ETH regelmässig Grossanlässe mit lokalen KMU. An der EPFL fand 2018 das erste, sehr erfolgreiche Innovationsforum für KMU «FORWARD» statt, an dem fast 1000 Personen die Angebote der EPFL im digitalen Bereich kennenlernen konnten. Auch der «Industry Day» der ETH Zürich wurde von mehr als 600 Teilnehmenden besucht und wird von Ausstellern und Referierenden als ausserordentlich wertvoll eingeschätzt.

Die Institutionen arbeiten auch erfolgreich direkt mit Akteuren aus der Privatwirtschaft und dem öffentlichen Sektor zusammen. Insgesamt schlossen sie im Berichtsjahr 594 neue Zusammenarbeitsverträge mit einem Volumen von je über 50 000 CHF mit der Privatwirtschaft und 261 mit der öffentlichen Hand ab (s. Abb. 15, S. 90). Ein typisches Beispiel für Letzteres ist das 2009 gestartete und inzwischen beendete Forschungsprogramm Wald und Klimawandel der WSL mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU). Der daraus u. a. resultierende Bericht «Standortkundliche Grundlagen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel» stellt wichtige Entscheidungshilfen für die waldbauliche Praxis der Kantone bereit. Eine besonders enge Zusammenarbeit mit der Industrie weist die Empa bei ihrem Future Mobility Demonstrator move für eine nachhaltige Mobilität und beim Forschungs- und Innovationsgebäude NEST auf, dessen Netzwerk inzwischen auf über 120 Partner angewachsen ist. Auch das sich im Aufbau befindende Netzwerk von Technologietransferzentren im Bereich «Advanced Manu-

facturing» will die Chancen einer engen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie optimal nutzen. Die jeweils als öffentlich-private Partnerschaft (PPP) geplanten, verschiedenen Zentren werden Infrastrukturen entwickeln und betreiben, die für das Hochskalieren und den Transfer von neuen Produktionstechnologien in die industrielle Anwendung notwendig sind. Ende November fand am PSI das u. a. zusammen mit der Empa organisierte Technology Briefing «Advanced Manufacturing» statt, das sich an Partnerunternehmen aus der Industrie richtete und mehr als 100 Teilnehmende verzeichnete.

Eine wichtige Rolle bei der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz spielen auch Innovationsnetzwerke und die Zusammenarbeit der Institutionen mit internationalen Firmen. Die Technologie-Transferstelle der ETH Zürich hat Einsitz im Programm-Komitee von ASTP-Proton, der grössten Gesellschaft für Technologietransfer auf europäischer Ebene. In dieser Funktion empfing sie im Herbst eine Mitgliederdelegation aus diversen europäischen Ländern, um Best Practices im Wissens- und Technologietransfer auszutauschen. Ein besonderes Highlight war für die ETH Zürich 2018 auch das 10-jährige Jubiläum von Disney Research Zurich. Am Schweizer Forschungs- und Entwicklungsstandort des US-Unternehmenskonzerns arbeiten rund 50 Fachleute – darunter 20 Doktorierende der ETH Zürich – an Innovationen, die in sämtliche Sparten von Disney einfließen. Dank des Bildgebungsverfahrens mit Neutronen gelang es dem PSI im Berichtsjahr zusammen mit ABB, die Grundlage zu legen für wesentliche Prozessoptimierungen bei der Produktion von Keramikkomponenten durch das Technologieunternehmen. An der EPFL wurde die Einheit «Grossunternehmen» des Vizepräsidiums für Innovation verstärkt, mit dem Ziel, neue Partnerschaften mit Grossunternehmen proaktiv anzugehen.

Eine andere Form von internationalem Wissens- und Technologietransfer findet überall dort statt, wo Forschende aus dem ETH-Bereich ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im nahen und fernen Ausland – oftmals in Zusammenarbeit mit weiteren Wissenschaftsinstitutionen – zur Verfügung stellen. So haben spanische Forschende zusammen mit der Eawag die unterirdischen Wasserflüsse in der überdüngten Lagune des «Mar Menor» modelliert, um bessere Bewirtschaftungsszenarien zu entwickeln. Die WSL beteiligt sich am neuen EU-Projekt PROSNOW. Dieses bringt 13 europäische Projektpartner sowie acht Wintersportgebiete zusammen und hat die Entwicklung einer webbasierten Plattform zur ökonomischen und ökologischen Optimierung des Schnee-Managements für Wintersportgebiete zum Ziel.

### Weiterbildung

Mit ihrem Weiterbildungsangebot tragen die Institutionen zum Transfer von Erkenntnissen und Fähigkeiten in die Gesellschaft und die Wirtschaft bei. Einige Weiterbildungen sind dabei sehr spezifisch und prägen einzelne Berufsgruppen, etwa bei der Pflege öffentlicher Güter. Ein typisches Beispiel hierfür sind die praxisorientierten Eawag-Kurse (PEAK), die dieses Jahr ihr 25. Jubiläum feierten. Der gut besuchte Jubiläumsanlass mit Gästen aus vergangenen PEAK-Kursen zeigt exemplarisch, wie die Kurse neben der Vermittlung von praxisrelevanten wissenschaftlichen Erkenntnissen die Vernetzung von Forschenden und Berufsleuten verschiedener Stellen sowie Ingenieur- und Umweltbüros gefördert haben. Das institutionalisierte Weiterbildungsangebot des PSI besteht neben der internen PSI Akademie insbesondere aus der Strahlenschutzschule und der Reaktorschule. 2018 besuchten ca. 3330 Personen die Schule für Strahlenschutz, die Reaktorschule verzeichnete 170 Teilnehmende. Unter anderem dem Themenbereich Schnee widmen sich die Weiterbildungsangebote der WSL. Die Ausbildungsgrundlage des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF zu «Pistenpräparation und Pistenpflege» wurde 2018 neu aufgelegt und bietet Fachleuten in der Pistenpräparation Informationen, die in dieser fundierten Form einzigartig sind. An der Empa-Akademie fanden 2018 rund 25 Fach- und Weiterbildungsveranstaltungen für die Industrie mit knapp 1600 Teilnehmenden statt. Speziell für innovative Schweizer Unternehmen im Nanobereich hat die Empa zudem eine neue webbasierte Anlaufstelle ins Leben gerufen.

An den beiden ETH sind in diesem und im vergangenen Jahr Anstrengungen unternommen worden, um die Weiterbildungsangebote kompakter und zugänglicher zu fassen. So lancierte die ETH Zürich die «School for Continuing Education», in deren Zentrum neue Angebote im Bereich Cybersecurity und Data Science sowie personalisierte Weiterbildungen stehen, die für die Schweizer Wirtschaft besonders attraktiv sind (s. auch S. 18). Unter diesem Dach werden auch die bestehenden Weiterbildungsstudiengänge integriert. Neun CAS, zwei DAS und ein MAS kamen 2018 neu hinzu. Die EPFL bietet in Zusammenarbeit mit der Universität Lausanne ein vielfältiges Angebot an Weiterbildungsstudiengängen an. Im vergangenen Jahr wurde zudem die «Extension School» aufgebaut, die Weiterbildungen im Bereich der digitalen Technologien anbietet. Aktuell umfasst die «Extension School» drei Kurse sowie zwei umfangreichere Programme, die mit einem im November erstmals vergebenen «Certificate of Open Studies» (COS) abgeschlossen werden. Ein COS setzt keinen akademischen Abschluss voraus, sondern vermittelt den Teilnehmenden spezialisiertes Wissen in einem von der Industrie stark nachgefragten Fachgebiet. Seit 2018 leitet das «Center for Digital Education» der EPFL die Entwicklung des «Swiss MOOC Service».



Das Empa Spin-off CTSystems und Dätwyler arbeiten zusammen. Ziel ist die Vermarktung und Industrialisierung einer neuen Technologie für elektromechanische Polymerwandler in Stapelbauweise (s. S. 29 f.).

Diese nationale Plattform dient der Bereitstellung von Online-Kursen, wie sie an der EPFL schon seit 2012 in grosser Zahl produziert werden.

### Günstige Voraussetzungen für WTT und Unternehmertum

Die Institutionen fördern den Unternehmertum ihrer Studierenden und Forschenden mit verschiedenen Instrumenten. Ein zentraler Pfeiler sind Stipendien und Fellowships. Damit werden junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der Entwicklung innovativer Produkte oder Dienstleistungen unterstützt, die auf ihren wissenschaftlichen Arbeiten basieren. Die ETH Zürich verleiht seit 2010 «Pioneer Fellowships», deren erfolgreiche Bewerber die Räumlichkeiten und das Unterstützungsangebot des «Innovation & Entrepreneurship Lab» nutzen dürfen. 2018 vergab die ETH Zürich sieben dieser «Pioneer Fellowships». Zehn Stipendien wurden im Rahmen des ähnlich strukturierten Programms «Innogrants» an der EPFL vergeben, das neu von den «Xgrants» ergänzt wird, die sich an Bachelor- und Masterstudierende richten. Seit der Einführung Ende 2017 konnten bereits 20 Projekte unterstützt werden.

Das PSI vergab 2018 zum zweiten Mal drei seiner «Founder Fellowships». In einem 18-monatigen Förderprogramm werden die Fellows darin unterstützt, ihre Geschäftsidee zu vertiefen und mit potenziellen

Kunden in Kontakt zu treten. Daneben startete die Pilotphase zum Aufbau eines PSI Career Center, das Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Berufsfachleuten eine strukturierte Laufbahnunterstützung anbieten und einen allfälligen Übertritt in die Privatwirtschaft erleichtern soll.

Unter Führung des PSI haben die Institutionen des ETH-Bereichs 2018 zudem gemeinsam mit der Universität Zürich das Projekt «Connecting Women's Careers in Academia and Industry» gestartet. Es wird im Rahmen der projektgebundenen Beiträge von swissuniversities gefördert und soll zur Vernetzung von Wissenschaftlerinnen aus dem MINT-Bereich im akademischen und privatwirtschaftlichen Umfeld beitragen.

### Starke Beteiligung an «Switzerland Innovation»

Am Generationenprojekt des Schweizerischen Innovationsparks «Switzerland Innovation» sind die Institutionen des ETH-Bereichs intensiv beteiligt. Der ETH-Bereich ist mit mehreren Mitgliedern im Stiftungsrat des Grossprojekts vertreten. In der Romanie nimmt die EPFL für «Switzerland Innovation» die Koordinationsfunktion wahr. In dieser Rolle hat sie 2018 einen Anlass für über 300 Vertreterinnen und Vertreter ausländischer Unternehmen durchgeführt, die an Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den verschiedenen Kompetenzbereichen des Park Network West EPFL interessiert sind. Auf dem EPFL Innovation Park Lausanne, der aktuell einen Belegungsgrad von 99% vorweisen kann, hat sich 2018 die amerikanische Firma Magic Leap angesiedelt. Dieses stark wachsende Technologieunternehmen will im innovativen Umfeld der EPFL seine Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Optik und der «Mixed Reality» weiter ausbauen. Die ETH Zürich ist mit dem Kernthema «Robotics & Mobility» auf dem Park Zürich in Dübendorf präsent. Sowohl Professuren als auch Spin-offs der ETH Zürich nutzen die bestehende Infrastruktur des Hangar 3 für ihre Forschungsprojekte. Die Empa plant, sich auf dem Park Zürich im Themenbereich moderne Produktionstechnologien zu engagieren, zudem wird mit Partnern im Innovationspark Biel das Thema Advanced Manufacturing und additive Fertigungstechnologien vorangetrieben. Im PARK INNOVAARE, der in räumlicher Nachbarschaft zum PSI aufgebaut wird, haben sich mittlerweile 14 Unternehmen angesiedelt. Hier entsteht aktuell auch das neue «Business Incubation Centre of CERN Technologies», das Unternehmensgründungen mit einem Bezug zu Beschleunigertechnologien fördern will. Schliesslich konnten im Rahmen des «ESA Business Incubation Center Switzerland», das von der ETH Zürich geleitet wird, 2018 zehn weitere Start-ups mit Bezug zu Raumfahrttechnologien – mehrheitlich von ETH Zürich und EPFL – gefördert werden.

## Strategisches Ziel

# NATIONALE ZUSAMMENARBEIT UND KOORDINATION

Die Institutionen des ETH-Bereichs haben im Berichtsjahr intensiv untereinander und mit nationalen Bildungs- und Forschungsinstitutionen zusammengearbeitet. Einen besonderen Stellenwert hatten dabei die strategischen Allianzen mit vom Bund geförderten Forschungseinrichtungen und die Aktivitäten im Medizinbereich. Hier wurden die Kooperationen mit Universitäten und Spitälern weiter ausgebaut.

## Zusammenarbeit innerhalb und ausserhalb des ETH-Bereichs

Die Zusammenarbeit innerhalb des ETH-Bereichs und mit Bildungs- und Forschungsinstitutionen in der Schweiz schafft durch die Nutzung von Synergien einen Mehrwert für alle Beteiligten. Die Formen dieser Zusammenarbeit sind dabei äusserst vielfältig und basieren auf der Eigeninitiative der involvierten Akteure, die die jeweiligen Rahmenbedingungen am besten kennen. Die beiden ETH suchen die Zusammenarbeit in der Lehre beispielsweise über die gemeinsame Konzeption von Studiengängen und Summer Schools. 2018 fanden sieben ETH Zürich-EPFL Summer Schools statt und die beiden Schulleitungen haben im Oktober die Lancierung des Joint Master Programms in Cyber Security beschlossen, das 2019 starten soll. Ein intensiver Austausch zwischen den beiden ETH und den Forschungsanstalten besteht durch die Beteiligung der Forschungsanstalten an der Lehre sowie durch die gemeinsame Finanzierung von Professuren (s. auch Ziel 1, S. 46 ff.). Im Bereich der Forschung sind die sechs Institutionen besonders eng über die Strategischen Fokusbereiche oder gemeinsam genutzte

und betriebene Forschungsinfrastrukturen miteinander verbunden. Im Forschungs- und Innovationsgebäude NEST der Empa und Eawag beispielsweise betreiben die ETH Zürich und die Empa aktuell je zwei Einheiten, die EPFL und die Eawag je eine. Mehr als die Hälfte aller Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Schweizer Institutionen, die an den Grossforschungsanlagen des PSI ihre Experimente durchführen, stammen aus dem ETH-Bereich. Zudem beteiligen sich die Forschenden der verschiedenen Institutionen des ETH-Bereichs oftmals gemeinsam an Ausschreibungen wie jenen für die neuen Nationalen Forschungsschwerpunkte des Schweizerischen Nationalfonds SNF (s. auch Ziel 2, S. 49 ff.).

Eine grosse Zahl an Projekten wird in direkter Zusammenarbeit von Forschenden der verschiedenen Institutionen des ETH-Bereichs und Fachpersonen anderer nationaler Bildungs- und Forschungsinstitutionen durchgeführt. Fischbiologinnen und -biologen der Eawag und der Universität Bern haben beispielsweise im Thunersee eine neue Fischart entdeckt, die sich morphologisch, ökologisch und genetisch klar von den bisher bekannten Arten unterscheidet. Das von der WSL initiierte und Ende 2017 eröffnete Swiss-ForestLab vernetzt verschiedene Institutionen wie die Universitäten Zürich, Bern und Basel sowie die ETH Zürich im Bereich der Waldforschung. Das von der ETH Zürich in Kooperation mit der Universität Zürich und der Zürcher Hochschule der Künste neu lancierte Doktoratsprogramm «Epistemologien ästhetischer Praktiken» fördert Promotionsprojekte an der Schnittstelle von Kunst und Wissenschaften. In diesem von swissuniversities unterstützten Programm soll spezifisch auch Absolventinnen und Absolventen von Fachhochschulen die Möglichkeit zur Dissertation an einer universitären Hochschule gegeben werden. Ebenfalls einen interdisziplinären Ansatz verfolgt das auf Initiative der EPFL gegründete Swiss Polar Insti-

Die WSL intensivierte ihr Monitoring. An 1000 Bäumen misst sie die Trockenheitsschäden, um nachzuvollziehen, wie betroffene Bäume den trockenen Sommer 2018 «verdauen». Davon könnte auch die Holzwirtschaft profitieren (s. S. 26 f.).



tute. Die für 2019 geplante Umrundung von Grönland will Forschende und Studierende verschiedener Länder und Disziplinen zusammenführen, die sich wissenschaftlich mit dem äusserst empfindlichen und bedrohten Ökosystem in der Umgebung des Nordpols auseinandersetzen.

## Strategische Allianzen

Eine besondere Form der Zusammenarbeit sind schliesslich die strategischen Forschungsallianzen. Die Institutionen des ETH-Bereichs arbeiten dabei mit spezifischen, vom Bund geförderten Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung zusammen, die in Spezialbereichen tätig sind. Am Kompetenzzentrum für den Technologietransfer zur Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie inspire AG sind aktuell sechs Professoren der ETH Zürich tätig und unterstützen die inspire AG in fachlicher Hinsicht. Das Angebot des Kompetenzzentrums richtet sich insbesondere an KMU, die oft nicht über eine eigene Forschungsabteilung verfügen. Derzeit arbeiten über 70 Forschende in zehn Forschungsgruppen für die inspire AG. Das Schweizer Zentrum für Elektronik und Mikrotechnik CSEM in Neuenburg hat 2018 mit einem grossen Fest den 50. Geburtstag der weltweit ersten Quarzuhr, die an der Vorläuferinstitution des CSEM entwickelt wurde, gefeiert. An den Feierlichkeiten nahmen auch Vertreter der EPFL teil, die dank der örtlichen Nähe des Standorts EPFL Neuenburg, durch verschiedene Forschungsprojekte sowie eine gemeinsame Professur eng mit dem CSEM verbunden ist. Im Berichtsjahr hat die EPFL zudem die Zusammenarbeit in Forschung und Lehre mit dem Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut Swiss TPH in Basel intensiviert. Dozierende von beiden Institutionen gaben Seminare in Basel und Lausanne und im Februar startete ein vierjähriges interdisziplinäres Projekt des Swiss TPH zu Tuberkulose, an dem sich auch die EPFL beteiligt. Besonders intensiv ist schliesslich die Zusammen-

arbeit der EPFL mit dem Forschungsinstitut Idiap. 40 Doktorierende am Idiap nehmen am Doktoratsprogramm «Electrical Engineering» der EPFL teil. Zwischen der Forschungsgruppe «Social Computing» von Idiap und dem «Centre en Humanités Digitales» der EPFL bestehen verschiedene gemeinsame Projekte, u. a. auch mit Nestlé Research.

## Umsetzung HFKG-Hochschulraum Schweiz

Ein bedeutender Beitrag des ETH-Bereichs bei der Mitgestaltung des Hochschulraums Schweiz sind seine grossen, kostenintensiven Forschungsinfrastrukturen von gesamtschweizerischer Bedeutung (s. auch Ziel 3, S. 52 ff.). Darüber hinaus beteiligen sich die beiden ETH an den laufenden Arbeiten von swissuniversities zur Harmonisierung und Koordination innerhalb der Schweizer Hochschullandschaft. Die Institutionen des ETH-Bereichs partizipieren auch an den Zusammenarbeitsprojekten von gesamtschweizerischer, hochschulpolitischer Bedeutung, die der Bund mit projektbezogenen Beiträgen fördert. Im Sommer hat beispielsweise die Swiss Library Service Plattform AG ihre Arbeit aufgenommen, die mit massgeblicher Unterstützung der ETH-Bibliothek initiiert und realisiert wurde. Die Plattform will schweizweit alle Bibliotheksverbände der Hochschulen unter einem Dach vereinen.

## Aktivitäten im Bereich Medizin und Medizintechnik

Eine wichtige Rolle spielen die Institutionen des ETH-Bereichs auch im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Gesundheitssystems der Schweiz. Mit dem Strategischen Fokusbereich «Personalized Health and Related Technologies» (PHRT) des ETH-Bereichs für die Jahre 2017–2020 soll die Zusammenarbeit zwischen Spitälern, Universitäten und den Institutionen des ETH-Bereichs im Gebiet der stark datenbezogenen Personalisierten Gesundheit gestärkt werden. Anfang 2018 starteten die 27 PHRT-Projekte aus der ersten

Ausschreibungsrunde. Zudem wurden zwei Technologieplattformen für Genomik und Proteomik lanciert. Im März 2018 fand gemeinsam mit dem Swiss Data Science Center und dem Swiss Personalized Health Network (SPHN) der erste «Joint Personalized Health Day Switzerland» statt. Mehr als 200 Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft tauschten sich zu den Chancen und Herausforderungen der Personalisierten Medizin aus. Im Rahmen der zweiten PHRT-Projektausschreibung wurden im Herbst 2018 insgesamt 24 weitere Projekte bewilligt.

Auch ausserhalb des Strategischen Fokusbereichs intensivieren die Institutionen des ETH-Bereichs ihre Zusammenarbeit mit medizinischen Fakultäten, Universitäts- und Kantonsspitalern sowie mit spezialisierten Kliniken und Firmen im Bereich der Medizin und Medizintechnik. Die Empa führt aktuell drei Projekte mit dem Kantonsspital St. Gallen durch. Unter dem Dach der Hochschulmedizin Zürich, einer institutionellen Kooperation der ETH Zürich, der Universität Zürich und der universitären Spitäler Zürichs, beteiligt sie sich auch an den Grossprojekten SKINTEGRITY und «Zurich Heart». Im Berichtsjahr konnten Forschende der Empa wichtige Fortschritte beim Züchten von funktionalem Herzgewebe erzielen. Am PSI wurde im Bereich der Protonentherapie mit der Einweihung der Bestrahlungseinrichtung «Gantry 3» ein deutlicher Kapazitätsausbau für die Patientenbehandlungen realisiert. Das Projekt wurde gemeinsam mit der Universität Zürich und dem Universitätsspital Zürich sowie einem Industriepartner in den vergangenen vier Jahren realisiert (s. auch Ziel 7, S. 64 ff.). In Lausanne bezogen im Oktober 2018 die ersten Forschenden das neue Gebäude von AGORA. Dieser translationale Krebsforschungcluster, an dem sich die EPFL beteiligt, ist an der Schnittstelle von Forschung und klinischer Praxis angesiedelt und bietet für die ganze Wissenschaftsgemeinschaft der Westschweiz einmalige Möglichkeiten zur Zusammenarbeit. Am EPFL-Standort in Sitten wurde zudem die Zusammenarbeit mit der Clinique Romande de Réadaptation SuvaCare intensiviert.

Forschende der EPFL arbeiten gemeinsam mit Spezialisten der Klinik in den Labors der EPFL im Wallis. An der ETH Zürich wurden 2018 gleich zwei grosse Kooperationen im medizinischen Bereich lanciert. Neben dem in Basel angesiedelten «Botnar Research Center for Child Health» (s. S. 18) ist dies das «Center for Precision Medicine Research (CPMR)», das die ETH Zürich gemeinsam mit der Universität Zürich und den universitären Spitalern Zürichs gegründet hat. Im Rahmen des CPMR sollen modernste Forschungsplattformen im Bereich der Präzisionsmedizin aufgebaut und der Zugang zu Patientendaten und -proben verbessert werden.

Ein wichtiger Aspekt des Engagements der Institutionen für den Medizinbereich ist schliesslich die Ausbildung des Nachwuchses. Seit dem Herbstsemester 2017 bietet die ETH Zürich den Bachelorstudiengang Humanmedizin mit jährlich 100 Studienplätzen an. Der Studiengang fokussiert schon zu einem frühen Zeitpunkt auf klinische Aspekte und veranschaulicht den Bezug zur medizinischen Praxis. Im Herbst 2018 nahm ein weiterer Jahrgang das Bachelorstudium in Medizin auf. Die ETH Zürich hat im Berichtsjahr zudem vier neue Professuren im Bereich der Medizin und der Medizintechnik besetzt. An der EPFL wurde die «Passerelle» zwischen dem Bachelor in Life Sciences Engineering an der EPFL und dem Masterprogramm an den Medizinischen Fakultäten der Universitäten Lausanne und Genf weiter gestärkt.

## Strategisches Ziel

# INTERNATIONALE POSITIONIERUNG UND ZUSAMMENARBEIT

Der ETH-Bereich konnte 2018 seine Kooperationsaktivitäten mit den besten Institutionen der Welt weiter ausbauen und seine globale Ausstrahlung verstärken. Die Mittel dazu waren sehr unterschiedlich und reichten von Mobilitätsprogrammen für Forschende aus der ganzen Welt über Bottom-up-Initiativen für internationale Zusammenarbeit bis hin zu Hochschulallianzen.

### 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 das europäische Programm Marie Skłodowska Curie COFUND ermöglicht es verschiedenen Institutionen, vielversprechende junge Forschende aus der ganzen Welt zu finanzieren. Dieses Programm kofinanziert beispielsweise das Programm ETH Fellows, das der ETH Zürich 2018 die Unterstützung von 33 weiteren Postdoktorierenden erlaubte. Auch die EPFL konnte dank diesem europäischen Programm 23 Doktorierende anstellen. Das Programm EMPAPOSTDOCS-II der Empa ist ebenfalls ein COFUND-Programm. 20 Postdoc-Projekte wurden in der ersten Ausschreibungsrunde bewilligt. Die Auswertung der im Rahmen der zweiten Ausschreibung eingereichten Projekte wurde Ende 2018 mit weiteren 23 bewilligten Postdoc-Projekten abgeschlossen.

Das PSI wird über die im Herbst 2018 publizierte zweite Ausschreibung des Programms PSI-Fellow-II-31 30

Postdoktorierende für jeweils zwei Jahre anstellen. Diese Angebote werden von verschiedenen weiteren Programmen ergänzt. An der ETH Zürich beispielsweise erlaubte das Programm «Society in Science – The Branco Weiss Fellowships» 2018 die Unterstützung von sechs Postdoktorierenden, die sich für den Dialog zwischen ihrer Fachdisziplin und der Gesellschaft einsetzen. Und schliesslich arbeiteten 2018 vier erfahrene Wissenschaftler von verschiedenen Institutionen an der WSL. Die «Visiting Fellows» forschten zusammen mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der WSL an verschiedenen Projekten.

An den beiden ETH werden zahlreiche Anstrengungen unternommen, um die besten ausländischen Studierenden anzuziehen. So gewährten die EPFL und die ETH Zürich internen Studierenden und solchen aus dem Ausland wie schon in den Vorjahren Excellence-Stipendien auf Masterstufe. Die beiden ETH organisieren auch Forschungspraktika für ausgewählte Bachelor- und Masterstudierende. Zudem lädt die EPFL-Doktoratsschule ausländische Studierende und Doktorierende zur Teilnahme an ihren Summer Schools ein. In Zusammenarbeit mit verschiedenen hochklassigen ausländischen Institutionen entwickelt die EPFL Doppeldiplom-Programme. Unter den Partneruniversitäten befinden sich unter anderem mehrere renommierte französische Hochschulen, die Polytechnique Montréal, die Technische Universität München und das Politecnico di Milano. Für einige dieser Doppeldiplome laufen zurzeit Verhandlungen über die Weiterführung des Angebots. Die Attraktivität der beiden ETH als Ausbildungsstätten zeigt sich auch bei der Zunahme der Bewerbungen ausländischer Studierender für das Masterstudium. 2018 erhöhten sich die Anfragen um ca. 22% und überstiegen damit 7100 Bewerbungen. Knapp 2000 davon wurden zugelassen. 1080 Studierende begannen schliesslich effektiv ein Masterstudium an einer der beiden ETH.

### Internationale Zusammenarbeit

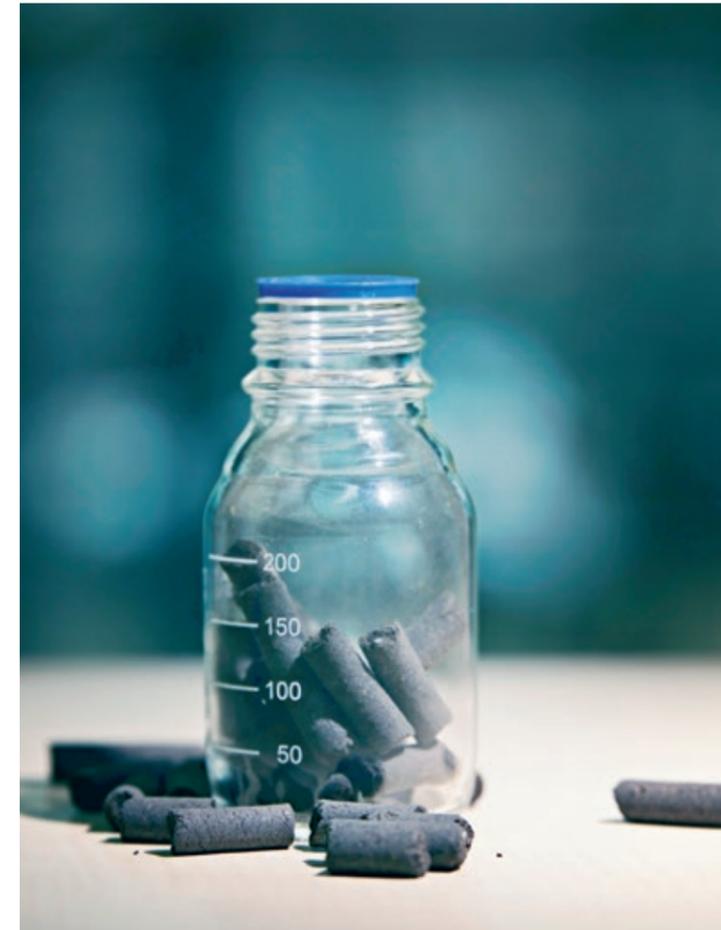
Die Institutionen des ETH-Bereichs pflegen die zahlreichen existierenden und gleisen neue Partnerschaften mit der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft auf, denn diese sind zentral für die wissenschaftliche Exzellenz. Die Mittel für diese Vernetzung sind sehr unterschiedlich und reichen von den vielen einzelnen Forschungsprojekten mit ausländischen Partnern über die Aussenstandorte der beiden ETH bis hin zu den zahlreichen strategischen Allianzen und Hochschulnetzwerken, in denen die beiden ETH Mitglied sind.

Die ETH Zürich ist beispielsweise Mitglied der International Alliance of Research Universities (IARU) oder der IDEA League, für deren Studierende die ETH Zürich 2018 eine Summer School zum Thema «Assessing and reducing society's environmental footprint» angeboten hat. 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 Annual Meetings des WEF im Januar 2018 in Davos waren die Institutionen des ETH-Bereichs an zwei Orten vertreten: in der Ausstellung «RETHINKING Intelligence» im Pavillon der ETH Zürich sowie am SLF, dem Institut für Schnee- und Lawinenforschung der WSL. Für die Institutionen bot sich damit die Gelegenheit, ihre nationalen und internationalen Netzwerke zu pflegen und sich mit Politikerinnen und Politikern, Behörden und Wirtschaftsvertretern auszutauschen. Die EPFL war 2018 zudem in den beiden Netzwerken EuroTech Universities Alliance und RESCIF aktiv. EuroTech ist ein Netzwerk von sechs bedeutenden Institutionen in Europa und Israel. Das Brüsseler Büro des Netzwerks widmet sich dem Monitoring der Wissenschaftspolitik und der Interessenvertretung bei der Europäischen Union. RESCIF umfasst 14 frankophone Universitäten aus 11 Ländern. 2018 fand die Versammlung der Präsidenten dieses Netzwerks in Lausanne statt. Nach mehreren Jahren an dessen Spitze übergab die EPFL das Generalsekretariat und das Präsidium an die Institution INP-HB in der Elfenbeinküste.

Zu den Bottom-up-Initiativen im Bereich der internationalen Zusammenarbeit zählt zum Beispiel das neue Robotikzentrum «Materials Science and Technology Center for Robotics», das die Empa zusammen mit dem Imperial College London errichtet hat. Dieses Zentrum, das im Januar 2019 den Betrieb aufnehmen wird, entwickelt Drohnen, für deren Modellierung es sich von der Biologie inspirieren lässt. Die Empa und das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung haben eine strategische Partnerschaft für die Entwicklung von Feststoff-Batterien unterzeichnet. Diese Zusammenarbeit startet mit einem Projekt im Rahmen des ICON-Programms (International Coope-

ration and Networking) der Fraunhofer-Gesellschaft. Es handelt sich dabei um das erste ICON-Projekt mit der Schweiz. Im September 2018 lancierte das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung ein Förderprogramm auf dem Gebiet «Erforschung der Materie an Grossgeräten». Obwohl ausländische Institutionen normalerweise nicht teilnehmen dürfen, wurde dieses Programm einer Auswahl von ausländischen Institutionen, darunter das PSI, zugänglich gemacht. Dies ist ein starkes Zeichen der Anerkennung der Exzellenz des ETH-Bereichs. Ein weiteres internationales Einzelprojekt, an dem eine Institution des ETH-Bereichs beteiligt ist, ist zum Beispiel das europäische CENTAUR-Projekt (Cost-Effective Neural Technique for Alleviation of Urban Flood Risk). Forschende der Eawag tragen dazu bei, Hochwassersituationen dank einer auf künstlicher Intelligenz basierenden ausgeklügelten Technologie sehr viel wirksamer zu bewältigen. Anlässlich der Water Industry Awards 2018 wurde diesem Kanalisationssteuersystem der Preis als «innovativste technische Neuheit des Jahres» verliehen. Erwähnenswert ist auch ein internationales Forschungsnetzwerk unter der Leitung des SLF, das die Vegetation auf 302 Berggipfeln in ganz Europa untersuchte. Der daraus resultierende Datensatz ist von grossem Wert für die Klimaforschung und hat bereits zu interessanten Erkenntnissen geführt.

Die Aussenstandorte der beiden ETH im Ausland tragen massgeblich zur internationalen Ausstrahlung des ETH-Bereichs bei. Am Singapore-ETH Centre (SEC) der ETH Zürich wurde 2018 nach einer umfassenden Evaluation beschlossen, das Programm Future Resilient Systems (FRS) weiterzuverfolgen. Ziel dieses Programms, in dem auch PSI-Forschende tätig sind, ist die Verminderung der Störungsanfälligkeit wichtiger komplexer Infrastrukturen wie Energie-, Transport- und Kommunikationssysteme. Des Weiteren ist ein neues Programm – Future Health Technologies – in Vorbereitung. Das ETH Studio New York organisierte 2018 gemeinsam mit dem «Zurich Information Security & Privacy Center» und dem Unternehmen Bloomberg die New York Security Challenge. Am Standort EPFL Middle East in Ras al Khaimah (Vereinigte Arabische Emirate) haben verschiedene Projekte im Bereich des Energiemanagements und der nachhaltigen Entwicklung zu einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses in den Emiraten geführt. Die Einsparungen haben 2018 die Grenze von jährlich 150 000 Tonnen CO<sub>2</sub> überschritten, was dem Siebenfachen des CO<sub>2</sub>-Fussabdrucks des Lausanner EPFL-Campus entspricht. Die Schulleitung der EPFL hat im September 2018 den Antrag der Regierung von Ras Al Khaimah zur Verlängerung der Aktivitäten des Standorts um ein Jahr bis Ende September 2020 gutgeheissen. Die definitive Entscheidung bezüglich der weiteren Präsenz der EPFL in den Vereinigten Arabischen Emiraten wird 2019 gefällt werden. Grundlage dafür ist die wissenschaftliche Planung, die die Schulleitung der EPFL im April



Die ökonomischen Perspektiven der Eawag-Pellets aus getrocknetem Fäkal-schlamm, die sich verfeuern lassen, sind ausgezeichnet, auch für den globalen Süden (s. S. 32 f.).

2018 gutgeheissen hat. Neben der Verlängerung würde auch das allfällige längerfristige Engagement über lokale Geldgeber finanziert werden.

2018 wurde eine bibliometrische Analyse des ETH-Bereichs durchgeführt (s. auch Ziel 2, S. 49 ff.). Diese Studie ergab einen klaren Zusammenhang zwischen der internationalen Ausrichtung der Forschungszusammenarbeit und der Wirkung der daraus resultierenden Publikationen. Die Publikationen mit mindestens einem ausländischen Autor machen nicht nur den grössten Teil der Publikationen des ETH-Bereichs aus (je nach Institution zwischen 59% und 73%), diese Arbeiten haben auch bei allen sechs Institutionen einen grösseren Impact als die anderen Publikationsarten.

### Aktive Rolle im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit mit Schwellenländern

Die ETH Zürich ist das Leading House für die bilaterale Forschungszusammenarbeit der Schweiz mit China, Japan, Südkorea und der Association of Southeast Asian Nations ASEAN. 2018 wurden über die Programme «Seed Money Grants» und «Bridging Grants» neun Projekte finanziert, in denen Schweizer Forschende mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den Partnerländern zusammenarbeiteten. Zudem wurde der Aktionsplan des Leading Houses für die Jahre 2018–2020 um einen neuen Abschnitt ergänzt, der der Innovation gewidmet ist und die Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung und Technologie stärken will. In diesem Rahmen wurde beispielsweise die erste Ausschreibung des «Asia Entrepreneurship Training Program» lanciert. Dieses von der ETH Zürich und der ZHAW (Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften) angebotene Programm will Schweizer Start-ups den Zugang zum Markt der ASEAN-Staaten, und insbesondere zum indonesischen Markt, eröffnen.

Die sehr intensive Zusammenarbeit der Institutionen des ETH-Bereichs mit den Schwellenländern geht über die bilateralen Programme des SBFI hinaus. An der EPFL beispielsweise unterstützte das Programm «MOOCs4DEV» 34 MOOCs für Afrika, die über 750 000 Anmeldungen verzeichneten. Ebenfalls an der EPFL ermöglichte ein Seed-Money-Programm in Zusammenarbeit mit Partnern aus dem Iran, aus Indien, Chile und den Philippinen die Finanzierung von sechs transdisziplinären Forschungsprojekten zu Themen im Einklang mit den Zielen der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der UNO. Die Forschung in Ländern mit niedrigem oder mittlerem Einkommensniveau ist auch ein wichtiger Tätigkeitsbereich der Eawag. 2018 war geprägt vom 10-jährigen Jubiläum des Partnerschaftsprogramms für Entwicklungsländer (Eawag Partnerschaftsprogramm EPP). Während dieses Jahrzehnts wurden über 80 Stipendien an Personen aus mehr als 28 verschiedenen Ländern vergeben.

## Strategisches Ziel

# ROLLE IN DER GESELLSCHAFT UND NATIONALE AUFGABEN

Alle Institutionen des ETH-Bereichs haben im Jahr 2018 auf vielfältige Art und Weise den Austausch mit der Gesellschaft gepflegt. Einen besonderen Platz nahm dabei die Zusammenarbeit mit den Schulen der Primarstufe und der Sekundarstufe I und II zur Stärkung des Informatikunterrichts ein. Wie in den Vorjahren erfüllten die Institutionen die verantwortungsvollen nationalen Aufgaben, die sie im Interesse der Allgemeinheit wahrnehmen.

## Dialog mit der Gesellschaft

Die Institutionen des ETH-Bereichs tragen mit ihrer Forschung dazu bei, gesellschaftlich relevante Themen aus wissenschaftlicher Sicht anzugehen. Zentral ist dabei der direkte Dialog mit der Öffentlichkeit, um wissenschaftliche Sachverhalte, Problemstellungen und neue Erkenntnisse einem breiten Publikum zugänglich zu machen. Im Berichtsjahr haben die sechs Institutionen diesen Austausch auf vielfältige Art und Weise gepflegt. Neben fest institutionalisierten und sehr beliebten Veranstaltungsangeboten für die Öffentlichkeit, wie beispielsweise das Festival «Scientastic» an der EPFL oder der «Treffpunkt Science City» an der ETH Zürich, bezogen sich viele einmalige thematische Veranstaltungen auf konkrete historische oder aktuelle Ereignisse. So hat das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF zusammen mit der Gemeinde Davos zum 50. Jahrestag der Lawinenaufschüttung vom Januar 1968 einen Blick zurück auf dieses folgenreiche Unglück geworfen. Neben der Schilderung der damaligen Ereignisse durch Fachleute

und Zeitzeugen konnte das SLF auch aufzeigen, was in der Zwischenzeit in Sachen Lawinenschutz unternommen worden ist. Mit rund 700 Besucherinnen und Besuchern war das lokale Interesse an dieser Veranstaltung ausserordentlich gross. Auch international wird die Bedeutung des Umgangs mit der Lawinengefahr anerkannt. So hat die UNESCO dieses Thema 2018 in die Liste des immateriellen Kulturerbes der Menschheit aufgenommen – das SLF hat das Bewerbungsdossier stark mitgeprägt. Die ETH Zürich stellte im Juni 2018 einen Anlass ganz anderer Art in einen wissenschaftlichen Kontext. Sie engagierte sich im Rahmenprogramm zum ersten Formel-E-Rennen in der Schweiz. Neben einem ganztägigen Symposium zum Thema «Intelligente Wege zur Mobilität der Zukunft» präsentierten am Rennwochenende Studierende der ETH Zürich zukunftsweisende Projekte auf dem Festgelände. Eine andere Form der Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse und der Bedeutung von Forschung und Entwicklung verläuft via Medien. Das PSI beging am 15. Oktober sein 30-jähriges Jubiläum mit einem grossen Festakt und einem Rückblick auf Schwerpunkte aus drei Jahrzehnten Forschung. Begleitet wurde der Anlass durch die NZZ und Le Temps, deren Sonderbeilagen zum Thema eine breite Leserschaft erreichten. Die Zeitschrift «The Technologist», die die EPFL zusammen mit Partneruniversitäten aus Europa publiziert, beleuchtet mit professionellen journalistischen Artikeln und gut aufbereiteten Informationsgrafiken bahnbrechende Forschung und Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Gesellschaft und Wirtschaft.

Eine besondere Verantwortung hat der ETH-Bereich hinsichtlich der nachhaltigen Entwicklung unserer Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. In ihren jeweiligen Spezialgebieten fördern die Institutionen die Vernetzung der relevanten Akteure und stellen Plattformen für die wissenschaftliche Bearbeitung aktu-

Protonentherapie: In Forschungskollaboration mit der Firma Varian Medical Systems erstellt, bietet Gantry 3 Behandlungsmöglichkeiten mit einem maximalen Bestrahlungsfeld von 30 x 40 cm<sup>2</sup>, sodass die Behandlungsdauer pro Patient kurzgehalten werden kann.  
» PSI



eller Fragestellungen bereit. Im November wurde die neue Webplattform für Klimadienstleistungen des «National Centre for Climate Services» lanciert. Damit stehen Behörden, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft eine Vielzahl von Klimadienstleistungen zur Verfügung. In der Trägerorganisation des Zentrums befinden sich neben verschiedenen Bundesämtern auch die ETH Zürich und die WSL. Letztere trägt mit ihrem Schwerpunkt Waldfunktionen und Klimawandel zum Service bei. An der Empa fand 2018 die zweite Ausgabe des Ressourcen Forums Schweiz statt, das unter dem Motto «Wissenschaft, Wirtschaft und Städte gemeinsam für mehr Ressourcen» stand. Die Konferenz will Entscheidungsträgerinnen und -träger aus Wirtschaft und Politik sowie Akteure aus Forschung, Verwaltung und der Zivilgesellschaft vernetzen. Die Eawag engagiert sich insbesondere für die Ausbildung und Zusammenarbeit im Wassersektor. Die beiden öffentlich zugänglichen Plattformen «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen» und «Wasserqualität» sind Kooperationen der Eawag mit dem Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute sowie dem Bundesamt für Umwelt (BAFU). Über die Landwirtschaft der Zukunft wurde im Juni an der ETH Zürich diskutiert, als der damalige Bundesrat Johann Schneider-Ammann und Fachleute der ETH Zürich mit Vertreterinnen und Vertretern des Agrarsektors in einen Dialog über Konzepte des Smart Farming traten.

## Engagement für MINT-Fächer

Um das Interesse von jungen Menschen an den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) zu fördern, haben die Institutionen des ETH-Bereichs auch 2018 eine Reihe von Veranstaltungen durchgeführt. Das PSI ermöglichte mit dem Verein «Girls on Ice» einer Gruppe von jungen Frauen eine einwöchige Expedition in das Gebiet des Findelengletschers im Wallis. Auf über 2800 Metern schlüpfen die jungen Frauen in die Rolle von Glet-

scherforscherinnen, untersuchten Schmelzprozesse vor Ort und anschliessend am PSI die gezogenen Gletscherproben. Auf dem WSL-Gelände fand im Sommer zusammen mit der Stiftung kihz eine betreute Ferienwoche für fast 40 Kinder statt, die so einen ersten Einblick in die Forschung zu Wald, Schnee und Landschaft erhalten haben. Und die ETH Zürich beteiligte sich am Umweltbildungs- und Dialog-Programm «Lernfeld», das die Themen Biodiversität und Klimawandel im Zusammenhang mit der Landwirtschaft erforscht und dazu Jungforscherinnen und -forscher Untersuchungen auf Bauernbetrieben durchführen lässt. Mit einer speziellen Möglichkeit, Kinder an technische Themen heranzuführen, ist die EPFL erfolgreich. Der kleine «Thymio» ist ein in Lausanne unter wesentlicher Beteiligung der EPFL entwickelter Roboter, der Kindern und Jugendlichen erlaubt, grundlegende Fähigkeiten und Wissen rund um Robotik und Programmieren zu erlernen. Bereits sind zahlreiche dieser Roboter in Schulen im Einsatz und über 1500 Lehrpersonen haben Begleitkurse besucht. In einem ähnlichen Themengebiet engagiert sich auch die Empa mit ihrer Teilnahme an der Bildungsinitiative «Smartfeld» in der Ostschweiz. Im August wurde die Plattform vom Verein Startfeld mit einem Festakt lanciert. Das Basisangebot von «Smartfeld» beinhaltet halbtägige Programmier-Workshops für Schulklassen sowie entsprechende Kurse für Lehrpersonen. Das erste Schwerpunktthema sind intelligente Textilien.

Einen besonderen Stellenwert bei der Förderung des Interesses an den MINT-Fächern hat die Zusammenarbeit der Institutionen mit den Schulen. Auch 2018 experimentierten ca. 200 Schulklassen im hauseigenen Schülerlabor iLab des PSI und versuchten, den Geheimnissen von Wellen, Licht und Vakuum auf die Spur zu kommen. Etwa 50 Schulklassen erhielten am WSL-Institut SLF Einblicke in die Schnee- und Lawinen-

forschung. Die EPFL und die ETH Zürich führten Studieninformations- und Besuchstage für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten auf ihrem Campus durch. Die EPFL besuchte zudem Schulklassen vor Ort mit Thementagen, die ETH Zürich im Rahmen von «ETH unterwegs». Sowohl die ETH Zürich als auch die EPFL spielen schon seit vielen Jahren eine sehr wichtige Rolle in der Ausbildung von Lehrpersonen für die MINT-Fächer. Eine spezielle Herausforderung stellt momentan die Stärkung des Informatikunterrichts an den Schulen der Primarstufe und der Sekundarstufe I und II dar. Beide ETH engagieren sich stark in der Beratung der Kantone zum entsprechenden Lehrinhalt und in der Weiterbildung der Lehrpersonen. Das 2005 gegründete Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht der ETH Zürich hat 2018 das zehnbändige Lehrmittel «einfach Informatik» fertiggestellt und verschiedene Onlineplattformen für Schulen in Betrieb genommen. Über 1400 Lehrpersonen profitierten im Berichtsjahr von den kostenlosen Aus- und Weiterbildungskursen für das Fach Informatik, welche die ETH Zürich gemeinsam mit der Pädagogischen Hochschule Graubünden anbietet. An der EPFL wurde im Oktober die Einweihung des neuen Zentrums LEARN gefeiert, das Innovationen im pädagogischen Bereich fördern will und sich mit allen Ebenen des Bildungssystems beschäftigt, so auch mit der Lehrpersonenausbildung im Fach Informatik. Das Zentrum möchte dazu beitragen, die Herausforderungen der digitalen Transformation zu bewältigen (s. auch S. 48). Zu LEARN gehört auch der neue SwissEdTech Collider, der als Co-Workingspace 30 Start-ups vereint, die sich alle der Entwicklung neuer Lerntechnologien widmen.

#### Nationale Aufgaben

Im Interesse der Gesellschaft und im Auftrag der Politik erfüllt der ETH-Bereich verschiedene nationale Aufgaben. Dabei geht es um wissenschaftliche Dienstleistungen, Forschungsinfrastrukturen von gesamtschweizerischer Bedeutung und den langfristigen Erhalt von öffentlichen Gütern. Bei einigen der zahlreichen nationalen Aufgaben gibt es für das Jahr 2018 etwas Spezielles zu berichten. So feierte das Schweizerische Zentrum für Angewandte Ökotoxikologie (Ökotoxzentrum Eawag-EPFL) im Berichtsjahr sein 10-jähriges Jubiläum. Ein zweitägiges Symposium zum Thema Umweltmonitoring mit Biotests brachte Personen aus verschiedenen Ämtern, der Privatwirt-

schaft und der Wissenschaft an einen Tisch. Zusammen mit den Bundesämtern für Umwelt und für Landwirtschaft erarbeiten die Spezialisten am Zentrum momentan ein Monitoringkonzept für Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Schweizer Böden. Ebenfalls 2018 begann die fünfte Datenaufnahme des Landesforstinventars. In diesem gemeinsamen Projekt des Bundesamtes für Umwelt und der WSL werden rund 6500 Stichprobeflächen, die in einem regelmässigen Netz über den ganzen Schweizer Wald verteilt sind, periodisch inventarisiert. Die WSL verantwortet diese für die Waldbewirtschaftung und die Waldpolitik notwendige Erhebung wissenschaftlich und praktisch seit 1983 und stellt diese wertvollen Datensammlungen der Öffentlichkeit als Dienstleistung zur Verfügung. Die Empa ihrerseits führt das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL. Im Juni 2018 wurde auf Basis von Untersuchungen begleitend zu NABEL ein neuer Immissionsgrenzwert für Feinstaub eingeführt. Die Belastung der Luft mit diesen winzigen Staubteilchen ist nach wie vor eine der grössten Herausforderungen für die Schweizer Luftreinhaltepolitik. Am PSI konnte nach vier Jahren Planungs- und Bauzeit die «Gantry 3» eingeweiht werden. Diese in enger Zusammenarbeit mit einer Medizintechnik-Firma errichtete neue Bestrahlungseinrichtung für die Protonentherapie wird die Kapazität für die Behandlung von Patientinnen und Patienten mit Tumorerkrankungen deutlich erhöhen (s. auch Ziel 5, S. 58 ff.). Die Forschung in diesem Bereich zieht zahlreiche Doktorierende und Postdoktorierende aus dem In- und Ausland an, die zur Weiterentwicklung der hochstehenden Technologie beitragen.

## Strategisches Ziel

# FINANZIERUNGS-QUELLEN UND MITTELVERWENDUNG

Die angestrebte Erweiterung der Finanzierungsbasis ist auf gutem Weg. Aufgrund der Stagnation der Bundesmittel, die aus der Trägerfinanzierung stammen, verzeichnete der ETH-Bereich eine leichte anteilmässige Verlagerung zugunsten der Forschungsbeiträge (Bund und Privatwirtschaft).

Der Drittmittelanteil (gemessen am operativen Ertrag) an der Finanzierung des ETH-Bereichs erhöhte sich im Berichtsjahr auf knapp 29 % (2017: 27%), womit eine der Zielsetzungen, die Erhöhung des Anteils, erreicht wurde. Diese Entwicklung ist jedoch auch eng verknüpft mit der Entwicklung der Trägerfinanzierung. Stagnieren die Bundesmittel aus der Trägerfinanzierung wie im Berichtsjahr auf dem Niveau des Vorjahres 2017, führt dies zu einer Verlagerung der Anteile.

Im Berichtsjahr wurden wiederum Synergieeffekte erzielt. Diese wurden durch die Förderung von gemeinsamen Initiativen und Projekten wie den strategischen Fokusbereichen ermöglicht. Bereichsübergreifende Vorhaben in der Erneuerung der Infrastruktur tragen ebenfalls zur Steigerung der Effizienz des ETH-Bereichs bei.

#### Trägerfinanzierung

Das Parlament bewilligte bei der Beratung der BFI-Botschaft 2017–2020 einen Zahlungsrahmen für den ETH-Bereich in Höhe von 10337,8 Mio. CHF. Wegen der Einsprache gegen die Vergabe eines umfangreichen Bauauftrags der ETH Zürich wurde ein Vorhaben blockiert bzw. verzögerte sich. Der Bundesrat wird dem Parlament mit der Botschaft zur Staatsrechnung 2018

die Bildung von zweckgebundenen Reserven in Höhe von 40 Mio. CHF beantragen.

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

Die verfügbaren Mittel aus den beiden Krediten in Anrechnung an den Zahlungsrahmen von 2530,9 Mio. CHF (2017: 2530,8 Mio. CHF) wurden durch den ETH-Rat wie folgt zugeteilt, wobei es im Vergleich zum Vorjahr zu einer leichten anteilmässigen Verlagerung zugunsten der strategischen Projekte des ETH-Bereichs kam:

Grundauftrag (Base Budget) inklusive des leistungsorientierten Awards von 43,4 Mio. CHF

(2018: Total 2401,7 Mio. CHF):

– ETH Zürich	1257,0 Mio. CHF
– EPFL	626,1 Mio. CHF
– PSI	291,9 Mio. CHF
– WSL	58,2 Mio. CHF
– Empa	106,7 Mio. CHF
– Eawag	61,8 Mio. CHF

Abb. 1: Zahlungsrahmen für den ETH-Bereich in der BFI-Periode 2017–2020 (Stand Dezember 2018)

Mio. CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017–2020
<b>BFI-Botschaft vom 24. Februar 2016 (16.025)</b>	<b>2453,8</b>	<b>2489,1</b>	<b>2524,3</b>	<b>2561,6</b>	<b>2602,8</b>	<b>10177,8</b>
<b>BB 4 Zahlungsrahmen ETH-Bereich – Aufstockung</b>		<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>160,0</b>
<b>Zahlungsrahmen ETH-Bereich 2017–2020 BB 4 vom 16. September 2016</b>	<b>2453,8</b>	<b>2529,1</b>	<b>2564,3</b>	<b>2601,6</b>	<b>2642,8</b>	<b>10337,8</b>
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 (Stand Dezember 2018)

Mio. CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017–2020
A231.0181 Finanzierungsbeitrag des Bundes	2288,7	2377,9	2356,7	2365,4	2344,3	9444,3
A202.0134 Investitionen Bauten ETH-Bereich	165,1	152,9	134,2	215,8	254,4	757,3
<b>Total Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen</b>	<b>2453,8</b>	<b>2530,8</b>	<b>2490,9</b>	<b>2581,2</b>	<b>2598,7</b>	<b>10201,6</b>
Nom. Wachstum in Mio. CHF		77,0	–39,9	90,3	17,6	
Nom. Wachstum in %		3,1	–1,6	3,6	0,7	
Ø jährl. Wachstum 2017–2020 (auf Basis Budget 2016) in %						1,4
Voraussichtliche Ausschöpfung der Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen in %						98,7

Abb. 3: Mittelzuteilung an die Institutionen des ETH-Bereichs (nach Berücksichtigung der Kredit-/Mittelverschiebungen innerhalb 2018)

Mio. CHF	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017 / 2018	
						abs.	%
<b>ETH-Bereich<sup>1, 2, 9, 10</sup></b>	<b>2378,2</b>	<b>2417,9</b>	<b>2453,8</b>	<b>2530,8</b>	<b>2530,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
ETH Zürich <sup>3</sup>	1212,5	1224,0	1247,2	1297,4	1300,5	3,1	0,2
EPFL <sup>4</sup>	594,9	618,1	640,3	666,2	664,9	–1,3	–0,2
PSI <sup>5, 8</sup>	300,4	324,0	305,4	294,3	307,3	13,1	4,4
WSL	53,0	55,7	55,9	58,7	58,3	–0,4	–0,7
Empa <sup>6</sup>	106,8	106,7	110,7	114,7	105,2	–9,4	–8,2
Eawag	56,1	58,6	59,1	61,5	61,5	0,0	0,0
ETH-Rat <sup>7</sup>	54,6	30,7	35,1	38,2	33,2	–5,0	–13,2

**Zusatzinformationen zur Rechnung 2018:**<sup>1</sup> Total Mittelzuteilung 2018 inkl. Award (43,4 Mio. CHF) für ausserordentliche Leistungen<sup>2</sup> Jahrestanzen gemäss bewilligtem Zahlungsrahmen 2017–2020 (Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen):  
Jahrestanche 2018: 2564,3 Mio. CHF / Bundesbeschluss Budget gemäss BB 1a Voranschlag 2018: 2530,9 Mio. CHF<sup>3</sup> 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. CHF

<sup>4</sup> inkl. Neuroinformatikprojekt Blue Brain Project: 23,2 Mio. CHF, Anschubfinanzierung Präsident: 3,0 Mio. CHF<sup>5</sup> inkl. ATHOS/SwissFEL: 8,0 Mio. CHF, Action Plan Energy PSI: 3,0 Mio. CHF<sup>6</sup> inkl. Portfoliobereinigung Immobilien: 2018: –<sup>7</sup> inkl. strategische Projekte, Finanzierung Rückbau Beschleunigeranlagen PSI (8,0 Mio. CHF), Beiträge an Vorsorgewerk  
ETH-Bereich bei PUBLICA (Deckungsgrad 3,5 Mio. CHF / Grundlagenwechsel 5,0 Mio. CHF)<sup>8</sup> inkl. Sondermittel (4,2 Mio. CHF)<sup>9</sup> inkl. Strategische Fokusbereiche (Personalized Health and Related Technologies, Datenwissenschaften, Advanced Manufacturing) (total: 23,9 Mio. CHF)<sup>10</sup> inkl. Forschungsinfrastrukturen (Upgrade CMS detectors am CERN, Swiss Plasma Center) (total 5,5 Mio. CHF)

Mittel für strategische Projekte des ETH-Bereichs:

- Forschungsinfrastrukturen /  
Grossforschungsprojekte: 59,6 Mio. CHF
- Strategische Fokusbereiche: 23,9 Mio. CHF
- Anreiz- und Anschubfinanzierungen sowie  
sonstige zentrale Ausgaben: 30,7 Mio. CHF

Eigenverbrauch Stab ETH-Rat:

- Verwaltung ETH-Rat und Beschwerdekommision:  
15,0 Mio. CHF

**Erhöhung Drittmittelanteil**

Ein wesentlicher Teil der Finanzierung des ETH-Bereichs erfolgt über die Drittmittel.<sup>1</sup> Die Erhöhung des Drittmittelanteils als eine Zielsetzung innerhalb des Strategischen Ziels 8 ist eine der Erwartungen des Bundesrats und mit diesen Bemühungen soll die Finanzierungsbasis des ETH-Bereichs verbreitert werden.

Das Total der Forschungsbeiträge des Bundes innerhalb der Drittmittel lag knapp unter dem hohen Stand des Vorjahres (2018: 533 Mio. CHF; 2017: 540 Mio. CHF). Die Prognose (B 2018: 532 Mio. CHF) bewahrheitete sich. Die Forschungsbeiträge aus der Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft und der übrigen projektorientierten Forschung (222 Mio. CHF) übertrafen den budgetierten Wert (B 2018: 201 Mio. CHF). Auch gegenüber 2017 (2017: 203 Mio. CHF) verzeichnete man einen Zuwachs (+9%). Dies trifft auch auf das Total der übrigen Drittmittel wie die Schenkungen und diversen Erträge mit total 292 Mio. CHF zu, die ebenfalls die Erwartungen (B 2018: 190 Mio. CHF) übertrafen.

Der Anteil der gesamten operativen Drittmittel gemessen am operativen Ertrag lag im Berichtsjahr bei 28,2%. Im Vergleich zum Vorjahr (R 2017: 27,1%) verzeichnete man eine merkliche Verlagerung in den Anteilen und absolut betrachtet fiel das Drittmitteltotal 2018 (2018: 1048 Mio. CHF) höher aus als 2017 (2017: 1003 Mio. CHF). In die Beurteilung miteinzubeziehen ist auch die Entwicklung von Bilanzvorgängen, insbesondere die Entwicklung der zweckgebundenen Drittmittel aus Verträgen, die nach IPSAS 23 bilanziert werden. Steigt das Volumen gegenüber dem Vorjahr an, könnte dies ein positives Indiz sein hinsichtlich der Erweiterung der Finanzierungsbasis. Im Berichtsjahr war dies der Fall. Die bilanzierten zweckgebundenen Drittmittel nahmen zu (2018: 1510 Mio. CHF; 2017: 1428 Mio. CHF). Dieses höhere Volumen wird sich bezüglich der Forschungsbeiträge zukünftig über den entsprechenden Mehrertrag auch im Anteil am operativen Ertrag auswirken (auch in absoluten

<sup>1</sup> 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. 33, S. 102).

Zahlen). Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung über das Erreichen von Ziel 8 ist die Entwicklung der Zusprache von Fördermitteln des Bundes (SNF und Innosuisse sowie EU-FRP). Das Volumen nahm gegenüber 2017 deutlich zu (2018: 512 Mio. CHF; 2017: 422 Mio. CHF). Dies erhärtet das positive Fazit zu Ziel 8.

Die indirekten Kosten werden jeweils verrechnet, sodass der Grundauftrag nicht von diesen Kosten tangiert ist und diese somit auch nicht über den Finanzierungsbeitrag quer subventioniert werden.

Ein Indiz für die Erweiterung der Finanzierungsbasis des ETH-Bereichs zeigt der Verlauf über die Jahre. Die Mittel der kompetitiven projektorientierten Forschungsförderung und die Zuwendungen (v. a. an die ETH Zürich) verdoppelten sich im Zeitraum seit 2000.

**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. Auch die Publikationsfreiheit von und bei 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**

Gemeinsame Initiativen wie KoBe-ETH+ (Koordinierte Beschaffung im ETH-Bereich + Partner), SAP4Four (gemeinsame Lösung der Forschungsanstalten für die Abwicklung der Geschäftsprozesse und das Reporting) oder Lib4RI (Bibliothekszusammenschluss der vier Forschungsanstalten) verringern auf mittlere und lange Sicht den Aufwand. Weiter bewährt sich die gemeinsame Reportingplattform auf SAP FC im ETH-Bereich. Um einen effizienten Ablauf sicherzustellen, wird die Liquiditätsbündelung für den gesamten ETH-Bereich durch die ETH Zürich abgewickelt. Mit dem Projekt refine wird die Ressourcen- und Finanzplattform der ETH Zürich erneuert. Dies trägt zur Steigerung der Effizienz bei und Synergien werden genutzt.

Auch gemeinsame, von mehreren Institutionen des ETH-Bereichs getragene Forschungsplattformen oder -programme, um komplementäre Forschungskompetenzen bestmöglich miteinander zu vernetzen und zu nutzen, tragen zur Effizienzsteigerung im ETH-Bereich bei. So z. B. das Swiss Data Science Center (SDSC) von EPFL und ETH Zürich oder die Energy System Integration Plattform (ESI) von PSI, Empa, EPFL und ETH Zürich. Am Standort EPFL Valais Wallis existiert das gemeinsame Labor der EPFL und der Empa für Materialien für erneuerbare Energien (LMER). Durch die gemeinsame Nutzung von Forschungsinfrastrukturen ergeben sich bedeutende Synergiegewinne.

**Rückbau und Entsorgung Beschleunigeranlagen PSI**

Radioaktive Abfälle entstehen bei der Nutzung von Kernenergie oder bei 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 631 Mio. CHF für die Stilllegung der Beschleunigeranlagen beim PSI geschieht über jährliche Sparbeträge zulasten des Kredits Finanzierungsbeitrag des Bundes. Die Erhöhung der Rückstellung gegenüber 2017 (426 Mio. CHF) basiert auf der aktualisierten Kostenschätzung des Bundes.

Per Ende 2018 belief sich der Sparbetrag auf total 20,0 Mio. CHF (2018: + 8,0 Mio. CHF). Vom Sparbetrag verwendete das PSI bisher rund 1,3 Mio. CHF für erste Massnahmen im Zusammenhang mit dem Rückbau.

**Risikomanagement Kernrisiken**

Dazu verweisen wir auf die Berichterstattung über die Risikosituation und das Risikomanagement im Kapitel Governance, S. 44.

## Strategisches Ziel

**IMMOBILIEN-MANAGEMENT**

Spezifische Herausforderungen wie Investitionen in denkmalgeschütztes Bauen, Erdbebenertüchtigung oder Umgang mit Altlasten prägten das Immobilienmanagement im Berichtsjahr. Zudem ging es um einen Rekurs gegen das Vergebungsverfahren bei einem Grossprojekt, die Einführung eines Risk Managements sowie um den Projektstart der allfälligen Eigentumsübertragung der Immobilien vom Bund an den ETH-Bereich.

**Strategie und langfristige Portfolioentwicklung**

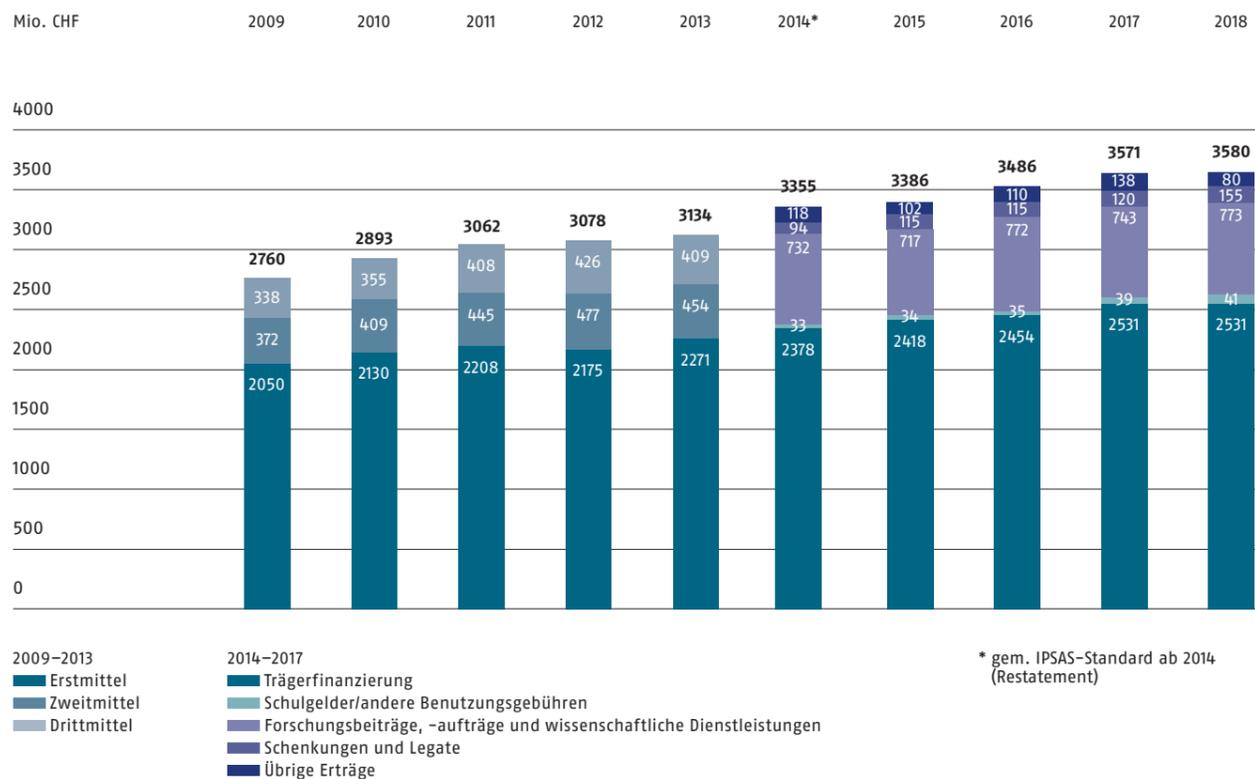
Im Hinblick auf die kommende Leistungsperiode 2021–2024 begannen 2018 die ersten Vorbereitungen, um die langfristige Portfolioplanung zu erarbeiten. Das Ergebnis werden die aktualisierten sogenannten «Räumlichen und finanziellen Gesamtkonzepte» (RFGK) sein. Aus der erstmaligen Erarbeitung und Anwendung der RFGK für die aktuelle Leistungsperiode 2017–2020 konnten bereits wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden, die in die Planung einfließen. Ein Planungshorizont von zwölf Jahren ist im akademischen Umfeld sehr ambitioniert, da die Dynamik der Lehre und Forschung schwer vorhersehbar und planbar ist. Zudem haben die in den ersten vier Jahren dieser Planungsperiode tatsächlich eintretenden Ereignisse teilweise einen weichenstellenden Effekt, was den Planungen der letzten vier Jahre der Periode die konkrete Aussagekraft nimmt.

Verbunden mit der Kürzung von jährlich 5 % der Bauinvestitionen beauftragte der Bundesrat seine Bau-

und Liegenschaftsorgane mit der Überprüfung der Normen und Standards. Der ETH-Bereich versucht, an den hohen Zielsetzungen der Vorbildfunktion des Bundes im Bereich Energie und Nachhaltigkeit festzuhalten, die Wert- und Funktionserhaltung sicherzustellen sowie weiterhin rechtzeitig bestmögliche Rahmenbedingungen für Lehre und Forschung bereitzustellen. Dadurch musste die Investitionsplanung angepasst werden, was bereits geplante und laufende Projektierungen im Berichtsjahr beeinflusste.

2018 stellte die ETH Zürich Überlegungen zum Engagement bei der Digitalisierungsinitiative im Innovationspark Dübendorf und der medizinischen Forschung am Standort Lengg an, die sich aber noch nicht auf die langfristige Immobilienplanung auswirkten. Auf Basis der aktuellen akademischen Planung wird sich das bisherige quantitative Wachstum der ETH Zürich bis 2021 konsolidieren und von einer qualitativen Entwicklung abgelöst. Dabei werden der Substanzerhalt und die Effizienzsteigerung bei der Gebäudenutzung bei einem unterproportionalen Flächenwachstum mit dem Gesamtwachstum der ETH Zürich verglichen und bei jährlichen Investitionen von rund 200 Mio. CHF als Prämissen wahrgenommen. Die von der Schulleitung lancierte Initiative ETH+ hat in der ersten Runde neun Projekten finanzielle Unterstützung zugesprochen. Investitionsmittel sollen vor allem für akademische Gebäude eingesetzt werden, Liegenschaften für die Verwaltung und die zentralen Dienste werden vermehrt angemietet. Die Teilrevision des kantonalen Richtplans für das Hochschulgebiet Zürich-Zentrum wurde vom Kantonsrat festgesetzt; die Genehmigung durch den Bundesrat ist mittlerweile ebenfalls erfolgt. Die Sonderbauvorschriften Höggerberg zur Erhöhung der zulässigen Baumassenziffer wurde inklusive Planungsbericht, Freiraum- und Mobilitätskonzept ausgearbeitet und mit den Ämtern vorbesprochen, die öffentliche Auflage ist abgeschlossen.

Abb. 4: Entwicklung der Finanzierungsquellen



Die EPFL möchte ihr kulturelles architektonisches Erbe bewahren und das Immobilienportfolio entsprechend den Nutzungsbedürfnissen innerhalb des finanziellen Rahmens entwickeln. Um Budgetkürzungen aufzufangen, wurden auch alternative Finanzierungsmodelle geprüft. Ein besonderes Interesse gilt den neuen Unterrichtsformen mit interdisziplinären und praktischen Arbeitsplätzen für die flexible Nutzung der stetig wachsenden Massive Open Online Courses (MOOCs). Die 2016 geführten Gespräche mit dem Kanton Waadt und der Stadt Lausanne zeigten, dass ein Teil des nördlichen Geländes (aktuell Sportplätze) der EPFL zur Verfügung gestellt werden muss, damit diese ihre Aktivitäten weiterentwickeln kann. Die Gespräche über Möglichkeiten der Umsiedlung dieser Sportplätze sind noch im Gang. Gemeinsam mit der UNIL wurden zudem Schritte eingeleitet bezüglich der Zukunft des von der EPFL genutzten Gebäudes Cubotron. Dies steht im Zusammenhang mit den Rochaden (Ausweichfläche), die das neue Chemie- und Physikgebäude «Advanced Science Building» ausgelöst hat. Letzteres ist Gegenstand des vorläufigen Bauprogramms 2023. Parallel dazu haben EPFL und UNIL gemeinsam die Erstellung eines Masterplans für ihre Hochschulen eingeleitet, der im zweiten Quartal 2019 abgeschlossen sein soll.

Die nächsten Jahre fokussiert sich das PSI auf die Realisierung des PARK INNOVAARE und damit auf den Umzug von zwei Einheiten mit fast 400 Mitarbeitenden. Bis dahin wird die angespannte Platzsituation auch für die bereits im PARK INNOVAARE ansässigen Firmen mit Optimierungen, Umnutzungen und Provisorien abgedeckt. Die Planung der Nachnutzung der verbleibenden Gebäude hat schon begonnen.

#### Immobilienmanagement in Zahlen

Der Anschaffungswert des Immobilienportfolios des ETH-Bereichs belief sich Ende 2018 auf 7,83 Mrd. CHF. Das entspricht wertmässig etwa einem Drittel des gesamten Immobilienportfolios des Bundes. Der Buchwert beträgt rund 4,11 Mrd. CHF. Der ETH-Bereich nutzt rund 390 Gebäude auf 130 Parzellen. Die Ende 2018 ausgewiesene Hauptnutzfläche (HNF) von 972 740 m<sup>2</sup> zeigt eine Zunahme gegenüber 2017. Es fand eine Portfoliobereinigung durch ein Tauschgeschäft bei der ETH-Zürich statt. Die ETH Zürich erstellt Neubauten im Zentrum, auf dem Hönggerberg und auch in Basel. Die EPFL wächst flächenmässig mehrheitlich an den neuen Ausstandorten in Genf, Neuenburg, Sitten und Freiburg. Bei der Darstellung der Entwicklung der HNF in Prozent seit 2009 (s. Abb. 27, S. 96) sticht das Wachstum der EPFL heraus. Wesentlich dazu beigetragen hat der Campus Biotech in Genf.

Der Flächenmix (s. Abb. 28, S. 96) aus selbst- und fremdgenutzten Gebäuden des Bundes sowie von Dritten angemieteten Gebäuden (in m<sup>2</sup> 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. Für nicht betriebsbedingt vermietete Flächen ist neu eine Abgabe an den Bund zu entrichten.

#### Laufende und realisierte Projekte 2018

Die Investitionen in Neubauten, Erweiterungen und Instandsetzungen führen nicht nur zur gezielten Optimierung der Nutzung, sondern verbessern auch den energetischen Zustand, das Innenraumklima, die Behindertengerechtigkeit, den Brandschutz, die Erdbbensicherheit und die Betriebskosten.

2018 gab es folgende bedeutende Projekte: An der ETH Zürich waren es die fortschreitende Realisierung des neuen Forschungsgebäudes GLC mit Labor- und Büroflächen an der Gloriastrasse für das Departement D-HEST. Auf dem Campus Hönggerberg einerseits die Planung der Gesamtsanierung und Erweiterung des Gebäudes HIF für Lehre und Forschung des Departements D-BAUG. Andererseits die Modernisierung des Kopfbaus HPM als vielseitiges Laborgebäude mit einer zweigeschossigen Aufstockung und im Zentrum von Zürich die weitere Fortführung der Sanierung und Erweiterung des denkmalgeschützten Maschinenlaboratoriums (ML/FHK).

Beim Projekt Neubau BSS auf dem Basler Schällemätteli-Areal, einem modernen Forschungsgebäude, erfolgte die langwierige Auseinandersetzung mit der Beschwerde eines Generalunternehmers gegen den Vergabeentscheid der ETH Zürich, was den Beginn der Bauarbeiten um ein Dreivierteljahr verzögerte. Die für dieses Grossvorhaben bestimmten und bis zum Jahresende nicht ausgegebenen Mittel führten zum erstmaligen Antrag zur Bildung einer zweckgebundene Reserve im Stammhaus Bund in Höhe von 40 Mio. CHF gemäss Finanzhaushaltsgesetz (Art. 32a FHG). Diese Mittel werden dem Projekt später wieder zugeführt. Aufgrund der Beschwerde musste der Vergabeentscheid zurückgezogen und eine Reevaluation durchgeführt werden. Der Zuschlagsentscheid erfolgte schliesslich am 24. Februar 2018 und bestätigte den ursprünglichen Entscheid.

Die EPFL setzte den ersten Teil des Masterplans Energie mit dem Einbau einer neuen Trafostation mit 50/20 kV um. Der zweite Teil bestand aus der Modernisierung/Erweiterung der Heiz- und Kältezentrale, die Ende 2018 eröffnet wurde. Im Frühling 2018 konnte die neue, mit Drittmitteln finanzierte Kinderkrippe eingeweiht werden.

Am PSI erfolgte im September der Bezug der neuen Aktiv-Wäscherei (Gebäude OIPA); die Realisierung der Erweiterung des Feuerwehrmagazins (OFMA) konnte 2018 ebenfalls begonnen werden. Das PSI führte das Projekt für den Rückbau des Forschungsreaktors Pro-

teus fort und stiess das Bewilligungsverfahren für den Neubau ORAB (Stapelplatz für schwach radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung, MIF) an. Dabei erhielt es bereits die Bewilligung Stufe H2 des ENSI. An der WSL wurden für das SLF in Davos geologische und hydrogeologische Probebohrungen und Vorarbeiten für die Erweiterung des Gebäudes D sowie der Ersatz der Ölheizung durch eine Grundwasserwärmepumpe vorgenommen. In Dübendorf und St. Gallen führte die Empa mehrere Erneuerungen und Sanierungen fort, und die Eawag entwickelte den Neubau FLUX für Lehre und Forschung weiter, d. h. die Baueingabe erfolgte im Frühjahr 2018 und die Ausschreibungsplanung begann. Zudem wurden 2018 zwei neue NEST-Units (Urban Mining und Solace) in Betrieb genommen.

#### Investitionen und Mittelherkunft 2018

Der Investitionskredit 2018 für Bauten im ETH-Bereich betrug 174,2 Mio. CHF, dies nach einer Kreditverschiebung in den Finanzierungsbeitrag von 24,2 Mio. CHF (12,2 %). Er lag damit über dem Vorjahreswert (152,9 Mio. CHF). Hauptgrund für die Verschiebung waren Minderausgaben wegen Bauverzögerungen. Aufgrund eines Rekurses wurde beim Projekt Biosysteme in Basel die Bildung einer zweckgebundenen Reserve von 40 Mio. CHF beantragt. Die Investitionen betrafen zu 27,3% Neubauten und zu 72,7% die Sicherstellung des Wert- und Funktionserhalts. Darüber hinaus wurden Drittmittel im Umfang von 11,9 Mio. CHF für bauliche Massnahmen eingesetzt sowie aus dem Finanzierungsbeitrag Investitionen in der Höhe von 80,4 Mio. CHF in die nutzerspezifischen Betriebseinrichtungen im Eigentum der Institutionen getätigt. Das gesamte 2018 durch den ETH-Bereich ausgelöste Bauvolumen betrug 226,5 Mio. CHF (s. Abb. 25, S. 95). Für die kalkulatorische Miete der Immobilien des Bundes erhielt der ETH-Bereich 2018 einen Unterbringungskredit von 268,6 Mio. CHF. Die Grafik Mittelherkunft (Abb. 25, S. 95) zeigt, aus welchen Quellen die für Bauten im ETH-Bereich eingesetzten Mittel seit 2010 stammen. Die jährlichen Schwankungen hängen mit der Vergabe und dem Umfang der aktuellen Bauprojekte

zusammen. Eingeworbene Drittmittel beziehen sich auf einzelne Projekte und schwanken von Jahr zu Jahr. Das Projekt PARK INNOVAARE beim PSI wurde 2018 weiter geplant und es wurden Investoren gesucht. Der Gesamtbedarf an Investorenmitteln für die erste Etappe beträgt ca. 160 Mio. CHF.

#### Bauprogramm 2019: Grossvorhaben ETH-Bereich

Mit dem jährlichen Bauprogramm beantragt der ETH-Bereich die Verpflichtungskredite für die geplanten neuen Bauvorhaben. Die eidgenössischen Räte genehmigten diese mit dem Bundesbeschluss BB Ia über den Voranschlag 2019 am 13. Dezember 2018. In dem 2018 vom ETH-Rat beantragten und im Dezember 2018 vom Bundesrat genehmigten Bauprogramm 2019 von total 269,4 Mio. CHF (Gesamtkredit) sind folgende drei Grossvorhaben enthalten: Die Sanierung und Erweiterung des Gebäudes HIF der ETH Zürich auf dem Campus Hönggerberg von 112,7 Mio. CHF. Das Gebäude ist das Stammhaus des Departements D-BAUG und wurde Mitte der 1970er-Jahre bezogen. Es bedarf nun einer ersten, umfangreichen Sanierung. Nicht nur die Erweiterung, sondern auch der Bestand wird nach der Gesamtsanierung in etwa dem eines Neubaus entsprechen. Als weiteres Grossprojekt wurde der Laborneubau FLUX an der Eawag in Dübendorf für 22,7 Mio. CHF beantragt. Dieser dient als Ersatz für den nicht mehr bedarfsgerechten 30-jährigen Pavillon und schafft notwendige zusätzliche Labor-, Büro- und Seminarflächen. Der Neubau des Data Centers der EPFL in Ecublens für 14 Mio. CHF – in Verbindung mit der zuvor genannten Heiz- und Kältezentrale – ist das dritte Grossbauvorhaben. Der ebenfalls beantragte Rahmenkredit 2019 beträgt 120,4 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 unmittelbaren Interesse des Bundes als Eigentümer der Immobilien und des

#### 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. Von den jährlichen Zahlungstranchen des Bundes an den ETH-Bereich wird der Investitionskredit für Bauten zweckgebunden separiert. In der Rechnung des Bundes wird er beim BBL und damit beim Finanzdepartement abgebildet. Der ETH-Rat nimmt treuhänderisch die Eigentümerrolle wahr (als eines der drei Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes: BBL, arma-suisse und ETH-Rat). Er ist für das Immobilienportfolio des ETH-Bereichs verantwortlich und stimmt das strategische Immobilienmanagement mit den Institutionen ab. Es ist die Aufgabe des Immobilienmanagements des ETH-Bereichs, die Funktionstüchtigkeit des Immobilienportfolios kurz-, 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. Er folgt damit dem Auftrag an den Bundesrat gemäss Art. 73 der Bundesverfassung sowie der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes. Eine gezielte Zusammenarbeit innerhalb des ETH-Bereichs, basierend auf einem gemeinsamen Umweltleitbild, trägt dazu bei, die Immobilien nachhaltig zu bewirtschaften, die Energieeffizienz zu steigern und den Ressourcenverbrauch wo immer möglich zu senken – langfristig und vorbildhaft.

gesamten ETH-Bereichs als deren Nutzer. Der Zustand der einzelnen Objekte wird mit einer branchenüblichen Methode erfasst, auf Portfolioebene kumuliert und dem mehrjährigen Trend gegenübergestellt. Trotz des teilweise hohen Alters der Gebäude und deren intensiver Nutzung ist der 2018 ermittelte Zustandswert von rund 83% in Relation zum Neuwert weiterhin auf einem konstant hohen Niveau (s. Abb. 26, S. 95). Der Sanierungsaufwand ist vor allem für die historischen Gebäude teilweise beträchtlich und führt zu anspruchsvollen Bauprojekten, nicht zuletzt aufgrund neuer Vorschriften oder fachgerecht zu entsorgender Altlasten. Zurzeit sind Sanierungsprojekte im Wert von über 770 Mio. CHF im Investitionsplan Immobilien 2019–2022 aufgeführt. Diese lösten 2018 ein Investitionsvolumen von rund 98 Mio. CHF aus. Zusätzlich wurden laufende Unterhaltsarbeiten in Höhe von rund 50 Mio. CHF aus dem Finanzierungsbeitrag ausgeführt. Damit weist der ETH-Bereich seinen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit der vom Bund zur Verfügung gestellten Bausubstanz nach.

#### Koordinationsaufgaben

Mit der «Strategie Nachhaltige Entwicklung» des Bundesrats und der daraus folgenden Weisung des EFD für ein nachhaltiges Immobilienmanagement resultieren für den ETH-Rat als Bau- und Liegenschaftsorgan (BLO) zahlreiche Standards und Richtlinien. Diese werden von den jeweils zuständigen und von der Umsetzung betroffenen Bundesämtern erarbeitet. Für den ETH-Rat als BLO übernimmt der Stabsbereich Immobilien die Aufgabe, die Anliegen der Bundesämter und der Institutionen des ETH-Bereichs zu koordinieren sowie tragbare Lösungen für konkrete Zielkonflikte zu verhandeln. Für das Querschnittsthema Nachhaltiges Bauen nimmt er Einsitz in verschiedenen Kommissionen, Fach- und Arbeitsgruppen. Die Themenvielfalt reicht dabei von Fragen des Beschaffungs- und Vertragswesens über zahlreiche Aspekte aus dem Umwelt- und Energiebereich, Altlasten und Erdbebenvorsorge bis hin zu sozialen Fragestellungen zur Qualität der Baukultur und Landschaft. Darüber hinaus nimmt der ETH-Rat aber auch als Kommissionsmitglied in der Fachstelle für Hochschulbauten zur Vorbereitung der Geschäfte der Bauinvestitions- und Baulnutzungsbeiträge an den Hochschulrat einewichtige Koordinationsaufgabe wahr.

#### Governance

Der ETH-Rat hat zusammen mit den Institutionen ein Risk Management im Immobilienmanagement eingeführt. Dieses prüft das Immobilienportfolio systematisch nach Risiken für den Eigentümer und führt zu gezielten Massnahmen, um den identifizierten Risiken angemessen zu begegnen. Der ETH-Bereich leistet mit diesem spezifisch auf die Immobilienrisiken zugeschnittenen Auszug aus dem gesamten Risikoportfolio einen weiteren Beitrag zum sorgfältigen Umgang mit den ihm zur Nutzung überlassenen Immobilien des Bundes.

2018 wurden vom WBF und EFD im Auftrag des Bundesrats, und als Teil der beschlossenen Massnahmen der «strukturellen Reformen», Varianten einer allfälligen Eigentumsübertragung der Immobilien an den ETH-Bereich geprüft. Der ETH-Rat wird laufend einbezogen und prüft seinerseits intern auch mit den Institutionen die Folgen einer allfälligen Übertragung. Die Ergebnisse liegen 2019 vor. Ob eine der vorgeschlagenen Varianten umgesetzt wird und welche Auswirkungen dies auf die Langfristplanung des Immobilienportfolios hat, kann heute noch nicht eingeschätzt werden.

Mit dem Bund wurde ein Controlling konzipiert und eingeführt, das die laufenden und kommenden Rückbauprojekte von Kernanlagen im Eigentum des Bundes umfasst. Die in den 1950er- und 1960er-Jahren gebauten und betriebenen Forschungsanlagen sind zwischenzeitlich mehrheitlich stillgelegt. Gemäss Beschluss des Bundesrats werden die Institutionen des ETH-Bereichs projektweise mit den Stilllegungs- und Rückbaumassnahmen sowie der Zwischenlagerung der Abfälle beauftragt und separat abgegolten.

Mit der Schaffung einer gesetzlichen Grundlage ermöglichten die eidgenössischen Räte dem ETH-Bereich, aktuell nicht benötigte Flächen in einem bescheidenen Umfang Dritten zur Nutzung zu überlassen, wobei der Bund am Ertrag partizipiert. 2018 wurde mit der EFV an einer Anpassung der geltenden Verordnung gearbeitet, die die Vermietungsverhältnisse und die Abgabepflicht differenziert nach den für die Aufgabenerfüllung notwendigen und übrigen Nutzungsüberlassungen.

## Umwelt und Energie

#### Energiebedarf: effizient und effektiv

Seit 2014 beteiligt sich der ETH-Bereich an der Initiative Energie-Vorbild des Bundes (VBE). Per Ende 2017 wurde eine Effizienzsteigerung von 34,8% gegenüber 2006 erreicht und damit wurde das ursprüngliche Ziel der Initiative von 25% bis 2020 bereits übertroffen. Kontinuierliche Optimierungsmassnahmen stellen sicher, dass auch in Zukunft Energie möglichst effizient für die Kernaufgaben der Institutionen eingesetzt wird.

Die Umsetzung der Massnahmen im Rahmen von Energie-Vorbild Bund war ein Schwerpunkt des Berichtsjahres im Bereich Umwelt und Energie. Ein wichtiges Handlungsfeld war die Mobilität. Die Institutionen haben in den vergangenen Jahren eigene Mobilitätsmanagementsysteme aufgebaut, um das durch ihre Aktivitäten bedingte Mobilitätsverhalten von Mitarbeitenden und Studierenden analysieren und steuern zu können. 2018 konnte der Austausch unter den Institutionen über Massnahmen für eine nachhaltige Mobilität intensiviert werden. Alle setzen dabei auf ein Mobilitätsmonitoring, um die Anreize



Das Maschinenlaboratorium / Fernheizkraftwerk (ML/FHK) der ETH Zürich im Zentrum von Zürich – eine Sanierung unter strengen Auflagen der Denkmalpflege.  
 > Luca Zanier / ETH Zürich

für eine Anpassung des Verhaltens im Bereich Dienstreise-, Pendler- und Campusmobilität optimal abzustimmen und eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erreichen.

Die Senkung des Energie- und Strombedarfs ist eine der Stossrichtungen der Energiestrategie 2050 des Bundesrats, mit der die Endenergienachfrage bis 2050 erheblich reduziert werden soll. Der sparsame Umgang mit Energie im Allgemeinen und Strom im Speziellen soll mit verstärkten Effizienzmassnahmen gefördert werden. Die Institutionen des ETH-Bereichs haben diesen Handlungsgrundsatz bereits seit Jahren in den eigenen Umwelt- und Energieleitbildern verankert und optimieren ihre Infrastruktur in Bezug auf deren Energieeffizienz laufend. Dabei orientieren sie sich an einem Absenkpfad, der zum Teil ambitionierter ist als die Vorgaben des Bundes. Die Anstrengungen zur Effizienzsteigerung dürfen dabei den jeweiligen Grundauftrag der Institutionen (z. B. den Betrieb von Grossforschungsanlagen im PSI) nicht beeinträchtigen. Gewisse Handlungsspielräume werden dadurch eingeschränkt. In einem weiteren Spannungsfeld zwischen Reduktion des Energiebedarfs und den quantitativ sowie qualitativ wachsenden Ansprüchen von Lehre und Forschung konzentrieren sich die Institutionen des ETH-Bereichs darauf, mit guten Lösungen den relativen Verbrauch pro Bezugsgrösse (Vollzeitäquivalente, Energiebezugsfläche, Anzahl Messstage für wissenschaftliche Experimente an Grossforschungsanlagen etc.) zu reduzieren und die Energieeffizienz zu erhöhen.

Grundlage für ein effektives Monitoring der Einsparungen und der Effizienzsteigerungen ist ein konsistentes Messkonzept, das die Energieflüsse gebäude- oder anlagenscharf erfasst. Die Ausarbeitung eines solchen Messsystems wurde an der EPFL 2018 in Angriff genommen. Zusammen mit der Automation der Zähler und einer neuen Energieverbrauchs-Analyse-Software wird eine verbesserte Datenauswertung und Optimierungsplanung ermöglicht.

Immer mehr zeigt sich auch, dass beim hohen Technisierungsgrad des Portfolios die effiziente Versorgung der Gebäude mit Kühlenergie eine sehr grosse Herausforderung darstellt. An der ETH Zürich liegt deshalb auch ein grosser Fokus auf der Effizienzsteigerung der Kälteproduktion: Umgesetzte Massnahmen im 2018 sind u. a. die systematische Betriebsoptimierung der Kälteanlagen, die Maximierung von Freecooling oder die Anhebung der Kühlwassertemperatur. Mit der Umsetzung des Masterplans Energie ETH Zentrum beabsichtigt die Schulleitung bis 2025 u. a. den Ersatz der bestehenden dezentralen Kälteversorgung durch ein Kältenetz sowie – sofern ökonomisch und ökologisch sinnvoll – den Anschluss an eine Seewasserleitung, die das Hochschulgebiet versorgen soll. Neben der Energieeffizienz wird damit auch die Versorgungssicherheit erhöht.

Die Optimierung des Energienetzes wurde auch auf dem Campus von Empa/Eawag vorangetrieben. Das 2018 gebaute neue Fernwärmenetz, das sogenannte Mitteltemperaturnetz, steht kurz vor der Inbetriebnahme. 2019 wird auch die neue Wärmepumpe installiert, die die im Mitteltemperaturnetz (oder im saisonalen Speicher) gespeicherte Wärme effizient in Hochtemperatur veredelt.

Bei allen Effizienzmassnahmen wird im ETH-Bereich die Wirtschaftlichkeit auf Basis des Lebenszykluskosten-Ansatzes nachgewiesen. Am PSI konnte durch den Ersatz der bestehenden Leuchten an der SLS mit modernster LED-Technik sowie deren Anordnung die Beleuchtungsstärke um 100% erhöht werden. Gleichzeitig sollen durch diese Massnahmen die Energiekosten bei massiv gesenkten Wartungskosten um 50% reduziert werden. Eine neue Technologie führt auch beim Ersatz der Heliumkompressoren zu einem Mehrwert: Moderne Schraubenkompressoren ersetzen alte Kolbenkompressoren und reduzieren neben dem Energieverbrauch (Einsparung von ca. 1,3 GWh/a) auch störende Vibrationen an der SLS.

Durch die langjährigen Bestrebungen, Energiesparmassnahmen umzusetzen, sind die Institutionen des ETH-Bereichs bereits auf einem sehr guten Weg. In den letzten Jahren wurden an den Standorten der WSL die Gebäude energetisch saniert und die Kältezellen erneuert. Das naheliegende Sparpotenzial wurde somit bereits weitestgehend erschlossen. Weitere Effizienzsteigerungen sind natürlich möglich, aber auch immer aufwendiger zu erzielen. Neben der fortlaufenden Anlageüberwachung und -optimierung sind Massnahmen in weiteren Handlungsfeldern, wie beispielsweise Energiesparwochen zur Sensibilisierung der Mitarbeitenden, geplant. Damit unterstreicht der ETH-Bereich sein Bekenntnis zur Vorbildlichkeit im Umwelt- und Energiebereich.

## Strategisches Ziel

# ARBEITSBEDINGUNGEN, CHANCENGLEICHHEIT UND WISSENSCHAFT- LICHER NACHWUCHS

Führungskultur, Personalarbeit und Chancengleichheit haben im ETH-Bereich einen hohen Stellenwert. Die Qualität der Personalarbeit wird durch nationale und internationale Labels sowie verschiedene Auszeichnungen regelmässig nachgewiesen. Die Chancengleichheit wird durch mehrere Massnahmen gefördert, und es werden Voraussetzungen für eine faire und respektvolle Zusammenarbeit geschaffen.

## Schwerpunkte Personalpolitik 2018:

### Führungskompetenz und Verhaltenskodex

Die Institutionen des ETH-Bereichs verfügen über eine Vielzahl von Instrumenten zur Unterstützung der Mitarbeitenden hinsichtlich Führungs-, Sozial-, Methoden- und Fachkompetenz. In Ergänzung zu der 2017 lancierten Kampagne «Respekt» verteilte die ETH Zürich 2018 den dazugehörigen Verhaltenskodex «Respekt» an alle Professorinnen und Professoren, Mitarbeitenden und Studierenden. Damit verankert sie die gemeinsamen Werte, dass unangemessenes Verhalten wie sexuelle Belästigung, Diskriminierung, Mobbing, Bedrohung und Gewalt nicht toleriert wird. Die Direktion der EPFL wählte ein eigenes Gremium, das für die Einführung und das reibungslose Funktionieren der Präventions-, Unterstützungs- und Reaktionsmassnahmen in Belästigungsfällen sowie für die Behandlung der entsprechenden Fälle zuständig ist. Die Forschungsanstalten PSI, Empa und Eawag haben die bestehenden Codes of Conducts überarbeitet. Die WSL hat 2018 eine neue direktoriale Weisung zum

«Schutz der Persönlichkeit» und ihren eigenen Verhaltenskodex RESPEKT erarbeitet.

### Weiterentwicklung des Lohnsystems

Im ETH-bereichsweit lancierten Projekt «Überarbeitung der Anforderungsprofile», das der ETH-Rat aufgrund der Empfehlungen aus der Evaluation des Lohnsystems in Auftrag gegeben hatte, wurden die Profile unter Einbezug der HR-Fachpersonen sowie der Personalvertreterinnen und -vertreter des ETH-Bereichs aktualisiert, präzisiert und weiter standardisiert. Projektziel war es, die 2006/2007 eingeführten Profile auf Stufe ETH-Bereich zu harmonisieren und sicherzustellen, dass neue Funktionen in allen Institutionen gleich eingestuft werden, um auch in Zukunft systembedingte Lohnungleichheiten zwischen den Institutionen zu vermeiden oder auch interne Wechsel von Mitarbeitenden zu fördern.

### Kaderförderung und Managemententwicklung

Die ETH Zürich hat ein neues, modular aufgebautes Einführungskonzept für neu ernannte Professorinnen und Professoren entwickelt, um deren Amtsantrittsphase effizient zu gestalten und sie in die Werte, Kultur und Prozesse der ETH Zürich einzuführen. Spezifisch für die Kaderentwicklung ist auch das Redesign der Ausbildung aller Führungskräfte und Spezialisten als Joint Venture mit der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), an dem das PSI, die WSL, die Empa und die Eawag beteiligt sind. Bisher haben zwei Pilotlehrgänge des CAS «Leadership in Science» in Deutsch und Englisch stattgefunden; Führungskräfte der Forschungsanstalten und der ETH Zürich haben bereits daran teilgenommen. Zudem wurden in allen Forschungsanstalten zahlreiche Workshops durchgeführt. An der WSL z. B. zum Thema «Schwierige Gesprächssituationen»; an der Empa zu Themen wie Recruiting, Konfliktmanagement, Gesundheitsförderung oder Verhandlungskompetenz. Die Eawag führte zahlreiche

Workshops für Abteilungs- und Gruppenleitende sowie für PhD-Betreuerinnen und -Betreuer durch. Darüber hinaus werden neue Führungskräfte in den ersten Monaten nach Antritt bei der WSL sowie bei der Empa mit einem externen Coaching und beim PSI mit einem internen Mentoring-Programm unterstützt.

### Wissenschaftliche Laufbahnen schärfen

Senior Scientists spielen für die Qualität von Lehre und Forschung eine bedeutende Rolle. Daher hat die ETH Zürich 2018 in einer breiten Vernehmlassung bei allen Departementen die Profile und Laufbahnen von unbefristet angestellten wissenschaftlichen Mitarbeitenden (Senior Scientists) geschärft. Insbesondere definierte sie vier Profilschwerpunkte sowie Kriterien wie die Unterstellung bei einer Professorin bzw. einem Professor und die langfristige organisatorische Eingliederung bzw. Finanzierung in einem Departement. Die EPFL bietet Schulungen (inklusive Fernunterricht) für verschiedene Mitarbeiterkategorien aufgrund deren Bedürfnisse an. Es wurden u. a. Zertifikatslehrgänge in Projektmanagement sowie eine Management-schulung für Assistenzprofessorinnen und -professoren mit Tenure Track entwickelt, die diesen ab 2019 ermöglicht, die erforderlichen Organisations- und People-Management-Kompetenzen zu verbessern.

### Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Zur Entwicklung der Führungsfunktion führte die ETH Zürich neue Angebote für Professorinnen und Professoren sowie für wissenschaftliche Mitarbeitende ein. So bietet die Veranstaltungsreihe «leadership 4to7» insbesondere Assistenzprofessorinnen und -professoren die Möglichkeit, Informationen zu aktuellen Themen wie Rekrutierung oder Doktorandenbetreuung zu erhalten, sich mit einer etablierten Professorin bzw. einem etablierten Professor auszutauschen oder das eigene Netzwerk auszubauen. Der Kurs «Laterales Führen» spricht wissenschaftliche Mitarbeitende an, die keine formelle Führungsfunktion bekleiden, in der Praxis aber einen wesentlichen Einfluss auf das gute Funktionieren einer Forschungsgruppe ausüben.

Um die Betreuung des wissenschaftlichen Nachwuchses weiter zu optimieren, erarbeitete die ETH Zürich auch einen Leitfaden für das Mentoring von Assistenzprofessorinnen und -professoren. Dieser soll die Ziele und Inhalte des Mentorings klären und zu einer erfolgreichen Gestaltung der Beziehung zwischen Mentee und Mentorin oder Mentor beitragen. Bereits etabliert ist ein jährlicher Netzwerkanlass für Assistenzprofessorinnen und -professoren mit kleineren Workshops, «Pitch your Research»-Events und Impulsreferaten von ehemaligen Assistenzprofessorinnen und -professoren.

Die EPFL setzt bei der Nachwuchsförderung einen besonderen Akzent auf Doktoratsschulen und die Einrichtung von Assistenzprofessuren mit Tenure Track (APTT). Alle neu eintretenden Doktorierenden wurden

in eines der 20 Doktoratsprogramme der EPFL integriert, die einen intensiven Austausch mit anderen Doktorierenden sowie Professorinnen und Professoren ermöglichen. Fast die Hälfte der Professorenstellen wurde mit APTT besetzt. Zudem legt sie grossen Wert auf die Förderung und Unterstützung der Karriere- und Mobilitätsmöglichkeiten von internen Kandidatinnen und Kandidaten, damit diese ihre Laufbahn weiterhin an der EPFL verfolgen können. Dank der Zusammenarbeit mit dem Career Center der EPFL konnte die Schulung «Tackling the job market successfully», um wissenschaftliche Mitarbeitende auf dem Arbeitsmarkt zu positionieren, entwickelt und durchgeführt werden.

Das PSI bietet für Doktorierende und Postdoktorierende das «Transferable Skills Programme» an, um überfachliche Kompetenzen zu fördern. Das Konzept «Professional Development Support» für die vorbildliche Betreuung von Doktorierenden und Postdoktorierenden wurde unter obligatorischer Teilnahme aller Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Betreuungsaufgaben geschult. Die Eawag führt PhD-Workshops durch; es gibt die Eawag Postdoc-Fellowship und das «Eawag partnership program for developing countries» (EPP), das Personen und Institutionen in Entwicklungsländern fördert. «wsl-junior.ch» bringt Kindern und Jugendlichen die Welt der Forschung online nahe; Empa und PSI führen jeden Sommer Camps für Kinder im Primarschulalter durch. Am Nationalen Zukunftstag begeistern sich Jahr für Jahr unzählige Kinder für Wissenschaft und Forschung.

### Karrieremöglichkeiten für alle Funktionsgruppen

Neben der alljährlich stattfindenden persönlichen Entwicklungsplanung werden auch spezielle Kurse für die Laufbahnplanung auf allen Funktionsstufen angeboten ebenso wie es für Doktorierende und Postdoktorierende spezifische Kurse zur Planung ihrer beruflichen Laufbahn (s. Abschnitt oben links) gibt.

So wurde an der ETH Zürich das Pilotprojekt «Persönlicher Entwicklungsplan» (PEP) für technisch-administrative Mitarbeitende mit positivem Echo abgeschlossen und wird 2019 zur Verfügung gestellt. Das PSI erarbeitete ein Konzept zur Stärkung der Themen Diversity & Inclusion, das die obligatorische Schulung für Forschende mit Betreuungsfunktion miteinschliesst. An der Empa wird die Fachkarriere der Führungslaufbahn gleichgestellt und reicht bis zur Stufe «Distinguished Senior Researcher», die der Einstufung eines Abteilungsleiters entspricht. Die geltenden Führungsgrundsätze werden in Kaderseminaren regelmässig geschult. Die Eawag fördert interne Karrieren wie Nachfolgeregelungen für Abteilungsleitende sowie fachliche und persönliche Weiterbildungen mit dem Ziel, den Mitarbeitenden auf dem Arbeitsmarkt eine gute Perspektive zu verschaffen. In einer Diskussion über die Laufbahn von Postdokto-

rierenden und Oberassistenten sollen an der ETH Zürich Schwerpunkte und Rahmenbedingungen von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern geschaffen werden.

#### Verbesserung der Betreuung von Doktorierenden

Zur Unterstützung von Doktorierenden erarbeiteten die beiden ETH und die Forschungsanstalten Massnahmen, die von der Durchführung regelmässiger Standort- bzw. Mitarbeitergespräche bis zur Klärung grundsätzlicher Fragen zur Rekrutierung von Doktorierenden reichen. Mit dem Ziel, die Karrierebegleitung von Doktorierenden und Postdoktorierenden zu verbessern, Karrieren von Frauen in MINT-Fächern zu fördern und eine bessere Zusammenarbeit mit regionalen Unternehmen durch Vernetzung mit Absolventinnen und Absolventen aus dem ETH-Bereich zu ermöglichen, haben mittlerweile alle Institutionen Career Centers aufgebaut.

#### Inländisches Arbeitskräftepotenzial

Die seit 1. Juli 2018 gültigen Vorschriften zur Stellenmeldepflicht setzen alle Institutionen des ETH-Bereichs konsequent um. Geeignete Massnahmen zur Ausschöpfung des Inländervorrangs als Reaktion auf die Masseneinwanderungsinitiative wurden ergriffen. Die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben und Empfehlungen werden bei der Rekrutierung neuer Mitarbeitender berücksichtigt. Offene Stellen im administrativen und technischen Bereich werden den zuständigen regionalen Arbeitsvermittlungen (RAV) gemeldet und auf Schweizer Stellenplattformen publiziert.

#### Berufliche Integration

Die ETH Zürich sowie die Empa bauten ein Case Management auf, um Vorgesetzte und Mitarbeitende bei Langzeitabwesenheit zu beraten und zu begleiten und dadurch die berufliche Reintegration zu fördern. Mitarbeitende werden beim Aufbau ihrer Leistungsfähigkeit und bei der Findung von internen Reintegrationsmöglichkeiten unterstützt. Alle Institutionen des ETH-Bereichs bieten seit mehreren Jahren Arbeitsplätze für Menschen mit Erwerbs- und Leistungseinschränkungen an. Das PSI wurde für sein Programm zur Reintegration von Langzeitabwesenden mit dem massgebenden nationalen Preis für vorbildliche Personalarbeit in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit und Wohlbefinden der Mitarbeitenden ausgezeichnet (Grand Prix Suisse von «Citizen at Work»). Bei arbeitsplatzbezogener Arbeitsunfähigkeit werden Möglichkeiten für eine interne Umplatzierung geprüft und gegebenenfalls interne Beschäftigungsmöglichkeiten geschaffen. Im Fokus stehen die berufliche Integration und die Förderung der Arbeitsmarktfähigkeit. Die EPFL erzielte in diesem Bereich gute Ergebnisse, indem sie besonderen Wert auf die Intensivierung der Beziehungen zwischen den involvierten Stellen legte.

#### Förderung der Chancengleichheit

2017 führte der ETH-Rat die Gender-Strategie 2017–2020 ein. Für die Entwicklung und Umsetzung sind alle Institutionen des ETH-Bereichs selber verantwortlich und verfügen über professionelle Instrumente wie den «Gender Action Plan». Alle Institutionen beteiligen sich am Projekt «Fix the leaky pipeline». Die EPFL setzt seit einem Jahr die «Policy for equal opportunities in faculty recruitment» um. In Zusammenarbeit mit der UNIL wurden vier Seminare zur Sensibilisierung der Mitglieder der Rekrutierungs-

kommissionen in Bezug auf implizite Voreingenommenheit und deren Auswirkungen durchgeführt. Der Aktionsplan will die Fakultäten stärker in die Umsetzung der Massnahmen zur Förderung der Chancengleichheit einbeziehen. Im Weiteren erstellte die EPFL mit der «School of Basic Sciences» ein Pilotverfahren zur Identifizierung der Bedürfnisse, Prioritäten und konkreten Aktionen zur Förderung der Karriere-Chancengleichheit und eines integrativen Studien- und Arbeitsumfelds. Das PSI führte das Projekt «Smart-Staffing – Hinder Bias» zur Überprüfung und weiteren Optimierung der Rekrutierungsprozesse hinsichtlich offener, transparenter und leistungsabhängiger Standards durch. Dadurch wird die Möglichkeit, Führungspositionen am PSI in Teilzeit auszuschreiben, explizit thematisiert. Ein spezifisches Mentoring-Programm für Frauen mit Führungsambitionen wurde erstmals 2018 angeboten. Bei der WSL konnten mehrere wissenschaftliche Schlüsselpositionen mit Frauen besetzt werden. Die Eawag verfügt über zahlreiche Programme wie die Weisung zu Diversity, «Tailwind Grant» für Mütter sowie die automatische Verlängerung bei Mutterschaft von Gruppenleiterinnen im Tenure-Track-Verfahren.

#### Vereinbarkeit von Beruf und Familie

In den Institutionen des ETH-Bereichs werden die Kinderbetreuungsmassnahmen kontinuierlich erweitert und den aktuellen Bedürfnissen angepasst und im Bereich Vereinbarkeit werden flexible Arbeitszeitmodelle wie Teilzeit auf allen Stufen sowie Home Office angeboten. Die EPFL schuf neue Krippenplätze und führte das «Stop the Clock»-Prinzip während des Mutterschaftsurlaubs von Doktorandinnen und Postdoktorandinnen ein. Dadurch werden die Verträge systematisch um die entsprechende Dauer verlängert zur Unterstützung der Postdoktorandinnen nach der Rückkehr aus dem Mutterschaftsurlaub. Mit dem Beitritt der PSI-internen Kita «Kiwi» zum «Verbund hochschulnaher Kitas» können PSI-Mitarbeitende seit 2018 vom umfassenden flexiblen Betreuungsangebot der Stiftung KIHZ (KIHZ Flex, KIHZ Mobil) profitieren. Generell sollen Teilzeitarbeit auf allen Stufen und tiefere Arbeitspensen möglich sein. Insbesondere die Empa wurde mehrfach für ihre familienfreundlichen Anstellungsbedingungen und für ihre gelebte Kultur der Diversität und Chancengleichheit ausgezeichnet. Neben dem Prädikat «Familie UND Beruf» mit der Einstufung «Best Practice» und dem «Prix BalanceZH» erfolgte 2018 die Auszeichnung «HR Excellence in Research» von der European Commission Research & Innovation.

#### Förderung von Diversity

Der Hauptfokus der Diversity-Aktionen bleibt die Gleichstellung von Mann und Frau. 2019 wird die EPFL an dem vom Diversity and Inclusion Benchmarking in den Schweizer Hochschulen finanzierten Kooperationsprojekt teilnehmen. Das PSI lancierte 2018 zum ersten Mal den «PSI Diversity Award» für Führungskräfte.

Mitarbeitende konnten Führungskräfte, die Chancengleichheit und Diversität fördern, nominieren. Die Vorstellung der Preisträgerin bzw. des Preisträgers sowie die Übergabe des Preises erfolgten Anfang 2019. Für eine Schärfung der Rollenverständnisse und zur Vernetzung wurde 2018 ein Workshop für alle Ansprechpersonen des PSI-Beratungsnetzwerks durchgeführt. Zudem nahm das PSI 2018 erneut am Diversity Index der Hochschule Luzern teil. Die Ergebnisse werden im ersten Semester 2019 erwartet und dienen der Standortbestimmung zur Definition von Schwerpunkten und Aktionsfeldern für die nächste Periode. Im Rahmen des neu geschaffenen Gremiums zur Förderung der Chancengleichheit befasste sich die WSL mit Diversity-Themen; die Empa und die Eawag führten Veranstaltungen zum Thema «Women in Science» durch.

#### Arbeitsicherheit, Schutz der Persönlichkeit und der Gesundheit

Die PSI-Direktion verabschiedete 2018 ein neues Sicherheitsleitbild. Die Empa entwickelte einen Verhaltenskodex, der durch regelmässige Kampagnen umgesetzt wird. Zudem wird in Führungsausbildungen das Gesundheitsmanagement regelmässig thematisiert. Die Eawag sowie die ETH Zürich (Abteilung Sicherheit, Gesundheit und Umwelt) führten ebenfalls diverse Veranstaltungen sowie Schulungen und Workshops zum betrieblichen Gesundheitsmanagement durch.

#### Ausbildung von Lernenden

Die ETH Zürich bietet rund 170 Ausbildungsplätze in 15 Berufen an und setzt auf den Ausbau der Berufsfelder der Zukunft wie Informatik. Es gibt Weiterbildungsangebote für Berufsbildende sowie verschiedenste Massnahmen zur Steigerung der Qualität der Ausbildung, der Rotationen, der Rekrutierung und der Betreuung. Der Fachbereich «Ausbildung Lernende» der EPFL koordiniert die Organisation und die Berufsausbildung der rund 100 Lernenden. Es wurde ein Praktikumsbewerbungsportal eigens für Schulabgängerinnen und Schulabgänger geschaffen, um potenzielle Kandidatinnen und Kandidaten für zukünftige Lehrstellen zu rekrutieren. Das PSI bildet über 100 Lernende in 15 Berufen aus. Seit kurzem bietet es auch Lehrstellen für Leistungsschwächere und junge Menschen mit Handicap an. Die Lernenden des PSI werden regelmässig mit regionalen und nationalen Preisen ausgezeichnet. Nationale Preise 2018: An den SwissSkills gingen eine Silbermedaille und zwei Diplome an Lernende des PSI (Lehrberufe Elektroniker und Informatiker), ebenso wie ein «Pestalozzi-Stiftungspreis» (Kategorie beste Konstrukteure der Schweiz). Die WSL beschäftigt 14 Lernende. Gemäss einer Untersuchung der Firma «Great place to work» gehört die Empa zu den besten Lehrbetrieben der Schweiz. Über 40 Lernenden in zehn verschiedenen Berufen bietet sie eine breite, fundierte und abwechslungsreiche Berufsausbildung. Die Eawag bildet insgesamt 25 Lernende aus.

2018 bildete der ETH-Bereich über 460 Lernende in über 20 Berufen aus. Besonders beliebt ist neben Physik und Chemie die Ausbildung zur Biologielaborantin.  
» Empa



**Fazit, Ausblick und Ziele**

Schwerpunkte waren die Themen Führung und Betreuung, Entwicklung und Laufbahn auf allen Ebenen. Langfristige strategische Themen der Personalarbeit wurden adressiert und gleichzeitig verbessern die Institutionen kontinuierlich die Voraussetzungen für eine faire und respektvolle Zusammenarbeit. Im Zuge der Weiterentwicklung des Berufungsprozesses und aufgrund der Bedeutung des Themas «Führung» bei den Professorinnen und Professoren hat die ETH Zürich Führungskompetenzen und Werte definiert, die Professorinnen und Professoren mitbringen, leben und entwickeln sollen. Im Berufungsprozess werden die Kandidatinnen und Kandidaten sowohl bezüglich Lehre und Forschung evaluiert als auch neu aufgrund von Führungskompetenzen und Persönlichkeit. Zwei neu geschaffene Stellen bei den Human Resources der EPFL sollen die Kohärenz und Effizienz verbessern und mit der Entwicklung eines Programms zur Digitalisierung die HR-Prozesse stärken. Die WSL schuf die neue, durch eine Frau besetzte Führungsposition des Head Human Resources sowie ein Gremium zur Förderung der Chancengleichheit. Die Empa entwickelte 2018 einen Verhaltenskodex, der als Guideline für den Umgang miteinander dient und die Werte unterstreicht, für die die Empa einsteht.

Themen im Bereich «Chancengleichheit und Diversity» werden offen und konstruktiv diskutiert und fliessen vermehrt in strategische Überlegungen ein. Auf die Gewinnung von Frauen in wissenschaftlichen Funktionen und die Erhöhung des Frauenanteils auf Kaderstufe wird im gesamten ETH-Bereich besonders grosser Wert gelegt. Der höhere Anteil an Frauen in Führungspositionen beweist, dass die ergriffenen Massnahmen bereits erste Erfolge zeigen. Massnahmen zur Früherkennung und das Monitoring von kritischen Situationen gewinnen an Bedeutung und das Risikomanagement von Compliance-Themen wie interne Mobilität, Datenschutz und Digitalisierung bleibt aktuell.

**Kennzahlen Personal**

Am 31. Dezember 2018 zählte der Personalbestand im ETH-Bereich 22349 Arbeitsverhältnisse (AV) bzw. 19120,4 Vollzeitstellen (FTE) (s. Abb. 18, S. 92). Mit einer Zunahme von 859 AV (+4%) oder 488,8 FTE fiel das ausgewiesene Personalwachstum markant höher aus als in den Vorjahren, wo sich dieses zwischen 2% und 3% bewegte. Ohne die systembedingten zusätzlichen 515 AV der ETH Zürich läge das Personalwachstum im ETH-Bereich im Rahmen der früheren Jahre.<sup>1</sup>

Das wissenschaftliche Personal, zu dem auch die Doktorierenden zählen, ist mit 13 656 AV (11542,4 FTE) unverändert die deutlich grösste Funktionsgruppe im ETH-Bereich (61,1% des Gesamtpersonalbestands, s. Abb. 18, S. 92), gefolgt von den technischen Mitarbeitenden, die mit 3838 AV (3494,0 FTE) 17,2% des Personalbestands ausmachen. 15,8% aller Mitarbeitenden bzw. 3542 AV

(2804,7 FTE) sind administrative Mitarbeitende und 2,1% sind Lernende. Die Professorenschaft mit 851 AV (818,3 FTE) umfasst 3,8% des Gesamtpersonalbestands.

**Professorinnen und Professoren**

2018 waren an der ETH Zürich und der EPFL insgesamt 687 ordentliche (o.) und ausserordentliche (a. o.) Professorinnen und Professoren tätig sowie 108 Assistenzprofessorinnen und -professoren mit Tenure Track (TT) und 56 Assistenzprofessorinnen und -professoren ohne TT (s. Abb. 19, S. 92). Der Frauenanteil in den drei Kategorien konnte 2018 von 14,9 auf 15,5% gesteigert werden. Bei den o. und a.o. Professorinnen lag er bei 13,5%, bei den Assistenzprofessorinnen mit TT bei 22,2% und bei 26,8% bei den Assistenzprofessorinnen ohne TT. 2018 stammten 67,1% der insgesamt 851 Professorinnen und Professoren aus dem Ausland (2017: 66,9%). Dabei kamen 52,1% (2017: 53,3%) aus dem EU-Raum und 15,0% aus den übrigen Ländern (2017: 13,6) (s. Abb. 20, S. 93).

**Finanzierung**

2018 wurden an der ETH Zürich 445,4 FTE von den 511 Professuren (492,1 FTE) aus der Trägerfinanzierung finanziert, 17,9 FTE vom SNF, 5,8 FTE aus EU-Forschungsprogrammen und 23,0 FTE aus wirtschaftsorientierter Forschung Dritter sowie aus Schenkungen und Legaten. An der EPFL wurden 304,4 FTE von den 340 Professuren (326,1 FTE) aus der Trägerfinanzierung finanziert, 10,7 FTE vom SNF und 10,9 FTE aus wirtschaftsorientierter Forschung Dritter sowie aus Schenkungen und Legaten.

**Frauenanteil**

Per Ende 2018 lag der Anteil von Frauen im ETH-Bereich erneut bei 34%. Er konnte praktisch in allen Institutionen gesteigert werden. Die Anteile variieren jedoch je 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. 94). Infolge der Umstellung der IT-Systeme dürfte der leichte Rückgang des Frauenanteils bei der ETH Zürich auf die 515 zusätzlich aufgeführten AV von Hilfsassistenten zurückzuführen sein.

**Lernende**

Der ETH-Bereich bot im Berichtsjahr 462 Lernenden eine Lehrstelle in über 20 verschiedenen Berufen an. Der Anteil der Frauen bei den Lernenden liegt auch 2018 bei 31,8%.

<sup>1</sup> Der markant höhere Personalbestand im ETH-Bereich ist bedingt durch eine Umstellung der IT-Systeme bei der ETH Zürich per 1. Januar 2019. Aufgrund projektbedingter Fristen wurden die Verträge von 515 Hilfsassistenten (515 AV bzw. 208,1 FTE) bis Ende Januar 2019 ausgestellt, um diese ins neue System zu migrieren und die Stunden von 2018 im Januar 2019 abzurechnen. In den Vorjahren wurden diese Verträge im Verlauf des Dezembers beendet und die Stunden abgerechnet, weshalb sie am Stichtag 31.12. nie erschienen. In Zukunft werden diese Verträge wieder wie in den früheren Jahren vor dem Stichtag 31.12. abgerechnet.

# KENNZAHLEN

Monitoringtabelle	82
Akademisches Leistungsreporting	84
Wissens- und Technologietransfer	89
Hochschulrankings	91
Personal	92
Immobilien	95
Umwelt und Energie	98

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

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

<sup>1</sup> Seit 2017 bilden die Mobilitätsstudierenden eine separate Studierendenkategorie.<sup>2</sup> Die Publikationstätigkeit wird alle vier Jahre im Rahmen der Zwischenevaluation bewertet (s. S. 50 und 63).<sup>3</sup> Zusätzliche, 2017 eingeführte WTT-Indikatoren.

## 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 in einer der beiden ETH studieren, jedoch an einer anderen Hochschule eingeschrieben sind) zu verstehen. Bei gleichzeitiger Einschreibung in mehrere Studiengänge oder –stufen wird der/die primäre Studiengang oder –stufe gezählt. Seit 2017 bilden die Mobilitätsstudierenden eine separate Studierendenkategorie. Davor waren die Mobilitätsstudierenden in den Zahlen der Studierenden auf Bachelor- und Masterstufe inbegriffen. Dies ist bei Vergleichen mit den Vorjahren zu berücksichtigen. Die Doktorierenden hingegen bilden eine separate Kategorie. 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 Mitarbeitenden werden gemäss ihrem Beschäftigungsgrad als Vollzeitäquivalente (FTE) gezählt. Professorinnen und Professoren – ordentliche und ausserordentliche sowie Assistenzprofessorinnen und –professoren inklusive Förderungsprofessuren 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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
												in %
<b>Architektur</b>	<b>2743</b>	<b>2994</b>	<b>3098</b>	<b>3177</b>	<b>3097</b>	<b>3066</b>	<b>3060</b>	<b>3030</b>	<b>3047</b>	<b>3041</b>	<b>-6</b>	<b>-0,2</b>
ETH Zürich	1697	1848	1900	1950	1852	1783	1805	1771	1823	1855	32	1,8
EPFL	1046	1146	1198	1227	1245	1283	1255	1259	1224	1186	-38	-3,1
<b>Bauwesen und Geomatik</b>	<b>2170</b>	<b>2405</b>	<b>2727</b>	<b>2900</b>	<b>3074</b>	<b>2946</b>	<b>2882</b>	<b>2860</b>	<b>2791</b>	<b>2777</b>	<b>-14</b>	<b>-0,5</b>
ETH Zürich	1278	1434	1576	1629	1740	1731	1716	1701	1688	1667	-21	-1,2
EPFL	892	971	1151	1271	1334	1215	1166	1159	1103	1110	7	0,6
<b>Ingenieurwissenschaften</b>	<b>5597</b>	<b>5985</b>	<b>6391</b>	<b>6816</b>	<b>7245</b>	<b>7502</b>	<b>7903</b>	<b>8069</b>	<b>8398</b>	<b>8699</b>	<b>301</b>	<b>3,6</b>
ETH Zürich	3677	3901	4167	4341	4549	4729	4930	4993	5135	5224	89	1,7
EPFL	1920	2084	2224	2475	2696	2773	2973	3076	3263	3475	212	6,5
<b>Informatik und Kommunikationstechnologie</b>	<b>1929</b>	<b>2070</b>	<b>2253</b>	<b>2367</b>	<b>2536</b>	<b>2665</b>	<b>2809</b>	<b>3033</b>	<b>3261</b>	<b>3648</b>	<b>387</b>	<b>11,9</b>
ETH Zürich	997	1029	1082	1083	1158	1247	1405	1536	1753	1991	238	13,6
EPFL	932	1041	1171	1284	1378	1418	1404	1497	1508	1657	149	9,9
<b>Exakte und Naturwissenschaften</b>	<b>3942</b>	<b>4155</b>	<b>4476</b>	<b>4780</b>	<b>4883</b>	<b>4944</b>	<b>5145</b>	<b>5442</b>	<b>5595</b>	<b>5810</b>	<b>215</b>	<b>3,8</b>
ETH Zürich	2470	2606	2790	2903	2972	3024	3157	3352	3505	3691	186	5,3
EPFL	1472	1549	1686	1877	1911	1920	1988	2090	2090	2119	29	1,4
<b>Humanmedizin<sup>1</sup></b>	<b>-</b>	<b>99</b>	<b>192</b>	<b>93</b>	<b>93,9</b>							
ETH Zürich	-	-	-	-	-	-	-	-	99	192	93	93,9
<b>Life Sciences</b>	<b>3034</b>	<b>3176</b>	<b>3314</b>	<b>3708</b>	<b>3879</b>	<b>3990</b>	<b>4051</b>	<b>4216</b>	<b>4312</b>	<b>4500</b>	<b>188</b>	<b>4,4</b>
ETH Zürich	2391	2472	2551	2823	2923	3012	3044	3162	3218	3326	108	3,4
EPFL	643	704	763	885	956	978	1007	1054	1094	1174	80	7,3
<b>Systemorientierte Naturwissenschaften</b>	<b>2104</b>	<b>2205</b>	<b>2261</b>	<b>2201</b>	<b>2159</b>	<b>2211</b>	<b>2284</b>	<b>2411</b>	<b>2437</b>	<b>2520</b>	<b>83</b>	<b>3,4</b>
ETH Zürich	2104	2205	2261	2201	2159	2211	2284	2411	2437	2520	83	3,4
<b>Management, Technologie, Ökonomie</b>	<b>819</b>	<b>859</b>	<b>833</b>	<b>870</b>	<b>897</b>	<b>913</b>	<b>913</b>	<b>972</b>	<b>973</b>	<b>966</b>	<b>-7</b>	<b>-0,7</b>
ETH Zürich	562	592	584	583	549	579	582	571	583	573	-10	-1,7
EPFL	257	267	249	287	348	334	331	401	390	393	3	0,8
<b>Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften<sup>2</sup></b>	<b>202</b>	<b>255</b>	<b>276</b>	<b>268</b>	<b>276</b>	<b>300</b>	<b>310</b>	<b>318</b>	<b>380</b>	<b>378</b>	<b>-2</b>	<b>-0,5</b>
ETH Zürich	202	255	276	268	276	300	310	318	366	358	-8	-2,2
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	14	20	6	42,9
<b>Total Studierende und Doktorierende</b>	<b>22540</b>	<b>24104</b>	<b>25629</b>	<b>27087</b>	<b>28046</b>	<b>28537</b>	<b>29357</b>	<b>30351</b>	<b>31293</b>	<b>32531</b>	<b>1238</b>	<b>4,0</b>
ETH Zürich	15378	16342	17187	17781	18178	18616	19233	19815	20607	21397	790	3,8
EPFL	7162	7762	8442	9306	9868	9921	10124	10536	10686	11134	448	4,2
<b>Frauen</b>	<b>6627</b>	<b>7149</b>	<b>7585</b>	<b>7973</b>	<b>8238</b>	<b>8414</b>	<b>8677</b>	<b>9091</b>	<b>9587</b>	<b>10167</b>	<b>580</b>	<b>6,0</b>
ETH Zürich	4707	5050	5292	5445	5560	5701	5873	6164	6563	6917	354	5,4
EPFL	1920	2099	2293	2528	2678	2713	2804	2927	3024	3250	226	7,5
<b>Ausländerinnen und Ausländer</b>	<b>8396</b>	<b>9488</b>	<b>10456</b>	<b>11437</b>	<b>12152</b>	<b>12354</b>	<b>12804</b>	<b>13615</b>	<b>14290</b>	<b>15160</b>	<b>870</b>	<b>6,1</b>
ETH Zürich	5113	5698	6205	6559	6751	6949	7226	7563	7972	8433	461	5,8
EPFL	3283	3790	4251	4878	5401	5405	5578	6052	6318	6727	409	6,5

<sup>1</sup> Die ETH Zürich hat 2017 einen Bachelorstudiengang in Humanmedizin eingeführt.

<sup>2</sup> Die EPFL hat 2017 einen Masterstudiengang in Digital Humanities eingeführt.

Abb. 7: Studierende und Doktorierende nach Studienstufen

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
												in %
<b>Bachelorstudium</b>	<b>10 970</b>	<b>11 716</b>	<b>12 600</b>	<b>13 359</b>	<b>13 995</b>	<b>13 944</b>	<b>14 292</b>	<b>14 727</b>	<b>14 385</b>	<b>14 792</b>	<b>407</b>	<b>2,8</b>
ETH Zürich	7344	7757	8236	8468	8817	8820	9087	9309	9262	9517	255	2,8
EPFL	3626	3959	4364	4891	5178	5124	5205	5418	5123	5275	152	3,0
<b>Masterstudium</b>	<b>5326</b>	<b>5997</b>	<b>6568</b>	<b>6981</b>	<b>7241</b>	<b>7781</b>	<b>8126</b>	<b>8662</b>	<b>8895</b>	<b>9517</b>	<b>622</b>	<b>7,0</b>
ETH Zürich	3749	4281	4607	4755	4811	5187	5480	5861	6158	6590	432	7,0
EPFL	1577	1716	1961	2226	2430	2594	2646	2801	2737	2927	190	6,9
<b>Diplomstudium</b>	<b>395</b>	<b>191</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>							
ETH Zürich	395	191	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
EPFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
<b>MAS/MBA</b>	<b>676</b>	<b>792</b>	<b>801</b>	<b>911</b>	<b>863</b>	<b>805</b>	<b>836</b>	<b>828</b>	<b>840</b>	<b>827</b>	<b>-13</b>	<b>-1,5</b>
ETH Zürich	502	606	659	763	661	634	640	635	646	635	-11	-1,7
EPFL	174	186	142	148	202	171	196	193	194	192	-2	-1,0
<b>Mobilitätsstudium<sup>1</sup></b>	<b>-</b>	<b>939</b>	<b>1004</b>	<b>65</b>	<b>6,9</b>							
ETH Zürich	-	-	-	-	-	-	-	-	449	480	31	6,9
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	490	524	34	6,9
<b>Total Studierende</b>	<b>17 367</b>	<b>18 696</b>	<b>19 969</b>	<b>21 251</b>	<b>22 099</b>	<b>22 530</b>	<b>23 254</b>	<b>24 217</b>	<b>25 059</b>	<b>26 140</b>	<b>1081</b>	<b>4,3</b>
ETH Zürich	11990	12835	13502	13986	14289	14641	15207	15805	16515	17222	707	4,3
EPFL	5377	5861	6467	7265	7810	7889	8047	8412	8544	8918	374	4,4
<b>Doktoratsstudium</b>	<b>5173</b>	<b>5408</b>	<b>5660</b>	<b>5836</b>	<b>5947</b>	<b>6007</b>	<b>6103</b>	<b>6134</b>	<b>6234</b>	<b>6391</b>	<b>157</b>	<b>2,5</b>
ETH Zürich	3388	3507	3685	3795	3889	3975	4026	4010	4092	4175	83	2,0
EPFL	1785	1901	1975	2041	2058	2032	2077	2124	2142	2216	74	3,5
<b>Total Studierende und Doktorierende</b>	<b>22 540</b>	<b>24 104</b>	<b>25 629</b>	<b>27 087</b>	<b>28 046</b>	<b>28 537</b>	<b>29 357</b>	<b>30 351</b>	<b>31 293</b>	<b>32 531</b>	<b>1 238</b>	<b>4,0</b>
ETH Zürich	15378	16342	17187	17781	18178	18616	19233	19815	20607	21397	790	3,8
EPFL	7162	7762	8442	9306	9868	9921	10124	10536	10686	11134	448	4,2

<sup>1</sup> Seit 2017 bilden die Mobilitätsstudierenden eine separate Studierendenkategorie.

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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
												in %
Architektur	689	671	646	599	604	564	573	569	437	450	13	3,0
Bauwesen und Geomatik	513	556	638	620	613	486	493	488	366	370	4	1,1
Ingenieurwissenschaften	1201	1183	1240	1354	1429	1393	1550	1518	1350	1303	-47	-3,5
Informatik und Kommunikationstechnologie	396	425	448	465	547	595	596	679	582	662	80	13,7
Exakte und Naturwissenschaften	810	832	954	986	969	952	1001	1108	985	928	-57	-5,8
Humanmedizin <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	0	0,0
Life Sciences	523	529	578	700	744	721	695	778	635	696	61	9,6
Systemorientierte Naturwissenschaften	276	318	321	336	335	316	366	372	288	307	19	6,6
Management, Technologie, Ökonomie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften	18	13	13	12	14	14	16	19	13	11	-2	-15,4
<b>Total</b>	<b>4 426</b>	<b>4 527</b>	<b>4 838</b>	<b>5 072</b>	<b>5 255</b>	<b>5 041</b>	<b>5 290</b>	<b>5 531</b>	<b>4 756</b>	<b>4 827</b>	<b>71</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup> 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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
%-Anteil im Bachelorstudium	28,9	28,9	29,4	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6
%-Anteil im Masterstudium	29,0	29,2	29,2	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6
%-Anteil im MAS- / MBA-Studium	34,8	37,0	37,1	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6
%-Anteil im Mobilitätsstudium	-	-	-	-	-	-	-	-	35,5	32,9
%-Anteil im Doktoratsstudium	29,3	30,4	29,4	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4

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

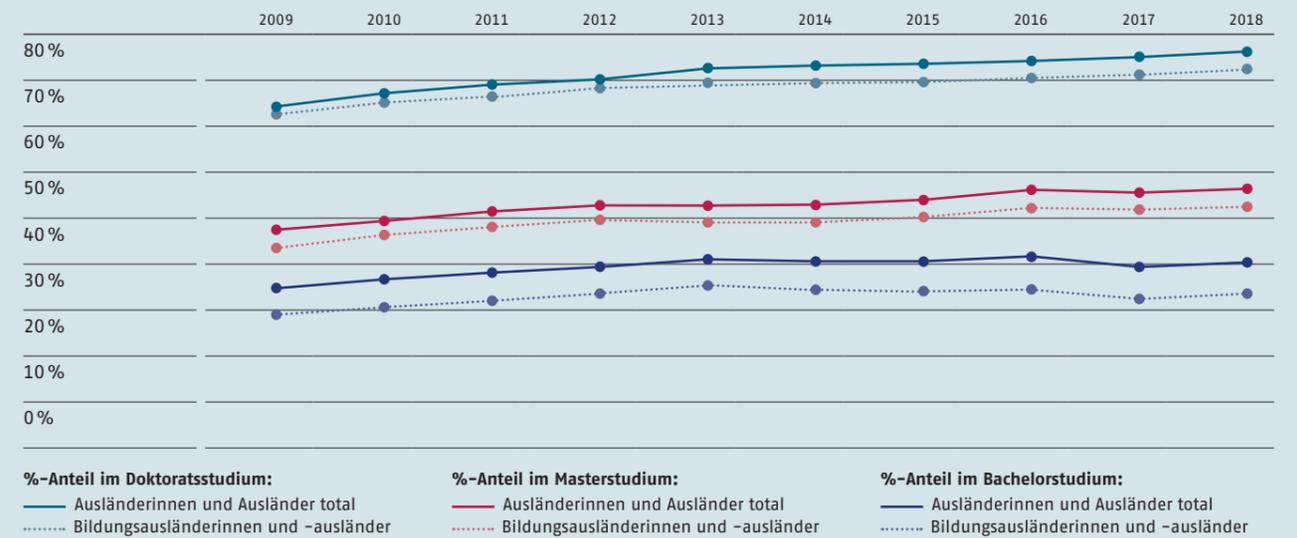


Abb. 11: Betreuungsverhältnisse an der ETH Zürich und der EPFL

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Betreuungsverhältnis</b>	<b>34,7</b>	<b>35,1</b>	<b>35,8</b>	<b>36,4</b>	<b>36,5</b>	<b>36,8</b>	<b>37,4</b>	<b>37,9</b>	<b>38,0</b>	<b>39,8</b>
im Bachelor- / Masterstudium	25,7	26,1	26,8	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7
im Doktoratsstudium	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8
<b>Betreuungsverhältnis, erweitert</b>	<b>22,4</b>	<b>22,9</b>	<b>23,7</b>	<b>24,5</b>	<b>24,7</b>	<b>24,7</b>	<b>25,3</b>	<b>25,7</b>	<b>25,8</b>	<b>26,8</b>
im Bachelor- / Masterstudium	16,6	17,0	17,8	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0
im Doktoratsstudium	5,1	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3

Abb. 12: Abschlüsse nach Studienstufen

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
											absolut	in %
<b>Bachelor</b>	<b>1835</b>	<b>1900</b>	<b>1988</b>	<b>2216</b>	<b>2249</b>	<b>2538</b>	<b>2528</b>	<b>2500</b>	<b>2602</b>	<b>2686</b>	<b>84</b>	<b>3,2</b>
ETH Zürich	1203	1283	1304	1447	1447	1579	1564	1571	1606	1678	72	4,5
EPFL	632	617	684	769	802	959	964	929	996	1008	12	1,2
<b>Master / Diplom</b>	<b>1988</b>	<b>1898</b>	<b>2159</b>	<b>2320</b>	<b>2663</b>	<b>2711</b>	<b>2821</b>	<b>2989</b>	<b>3065</b>	<b>3240</b>	<b>175</b>	<b>5,7</b>
ETH Zürich	1317	1270	1506	1650	1847	1839	1879	2015	2072	2196	124	6,0
EPFL	671	628	653	670	816	872	942	974	993	1044	51	5,1
<b>MAS / MBA</b>	<b>400</b>	<b>283</b>	<b>301</b>	<b>256</b>	<b>346</b>	<b>260</b>	<b>254</b>	<b>303</b>	<b>394</b>	<b>343</b>	<b>-51</b>	<b>-12,9</b>
ETH Zürich	239	174	203	184	228	205	175	203	272	232	-40	-14,7
EPFL	161	109	98	72	118	55	79	100	122	111	-11	-9,0
<b>Doktorat</b>	<b>962</b>	<b>986</b>	<b>1027</b>	<b>1095</b>	<b>993</b>	<b>1197</b>	<b>1109</b>	<b>1256</b>	<b>1258</b>	<b>1209</b>	<b>-49</b>	<b>-3,9</b>
ETH Zürich	651	650	696	747	579	769	718	851	827	802	-25	-3,0
EPFL	311	336	331	348	414	428	391	405	431	407	-24	-5,6

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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Erfindungsmeldungen</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>343</b>	<b>358</b>
ETH Zürich	-	-	-	-	-	-	-	-	171	205
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	134	119
Forschungsanstalten	-	-	-	-	-	-	-	-	38	34
<b>Softwaremeldungen</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>26</b>	<b>36</b>
ETH Zürich	-	-	-	-	-	-	-	-	20	19
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	6	13
Forschungsanstalten	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4
<b>Patente</b>	<b>155</b>	<b>128</b>	<b>147</b>	<b>195</b>	<b>193</b>	<b>211</b>	<b>219</b>	<b>230</b>	<b>206</b>	<b>230</b>
ETH Zürich	78	63	72	87	103	82	98	109	84	109
EPFL	44	47	52	75	66	99	88	100	95	95
Forschungsanstalten	33	18	23	33	24	30	33	21	27	26
<b>Lizenzen</b>	<b>176</b>	<b>178</b>	<b>194</b>	<b>230</b>	<b>223</b>	<b>270</b>	<b>311</b>	<b>353</b>	<b>377</b>	<b>341</b>
ETH Zürich	37	39	45	35	38	35	50	78	82	87
EPFL	47	45	50	31	41	46	48	58	50	39
Forschungsanstalten	92	94	99	164	144	189	213	217	245	215
<b>Spin-offs</b>	<b>45</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>55</b>
ETH Zürich	24	20	22	22	24	22	25	25	25	27
EPFL	20	14	15	12	12	24	18	20	15	25
Forschungsanstalten	1	4	3	4	7	3	5	5	8	3

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

Lizenzen

341



ETH Zürich	87
EPFL	39
Forschungsanstalten	215

Erfindungsmeldungen

358

Softwaremeldungen

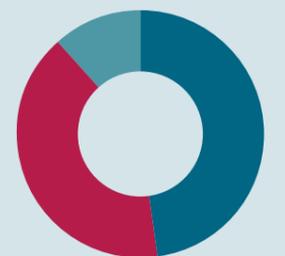
36

Spin-offs

55

Patente

230



ETH Zürich	109
EPFL	95
Forschungsanstalten	26

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

	2018	2017
<b>Zusammenarbeitsverträge mit der Privatwirtschaft</b>	<b>594</b>	<b>507</b>
<b>Finanzierung durch Privatwirtschaft</b>	<b>415</b>	<b>316</b>
ETH Zürich	149	122
EPFL	120	99
Forschungsanstalten	146	95
<b>Finanzierung durch Innosuisse / FRP*</b>	<b>179</b>	<b>191</b>
ETH Zürich	74	57
EPFL	49	66
Forschungsanstalten	56	68
<b>Zusammenarbeitsverträge mit der schweizerischen öffentlichen Hand</b>	<b>261</b>	<b>285</b>
ETH Zürich	100	88
EPFL	43	54
Forschungsanstalten	118	143

Anzahl neuer Zusammenarbeitsverträge (Forschungsaufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen) mit Privatwirtschaft und der schweizerischen öffentlichen Hand mit einem Volumen von je mindestens 50 000 CHF. Diese Indikatoren werden ab 2017 ausgewiesen.  
 \* FRP: Europäische Forschungsrahmenprogramme

WTT-Indikatoren und Zählweise

Die Patente entsprechen ausschliesslich den prioritären Anmeldungen 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.

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

# Hochschulrankings

Abb. 16: Rangierungen der ETH Zürich (blau) und der EPFL (rot) gemäss THE, QS, ARWU und CWTS Leiden Rankings 2018/2019

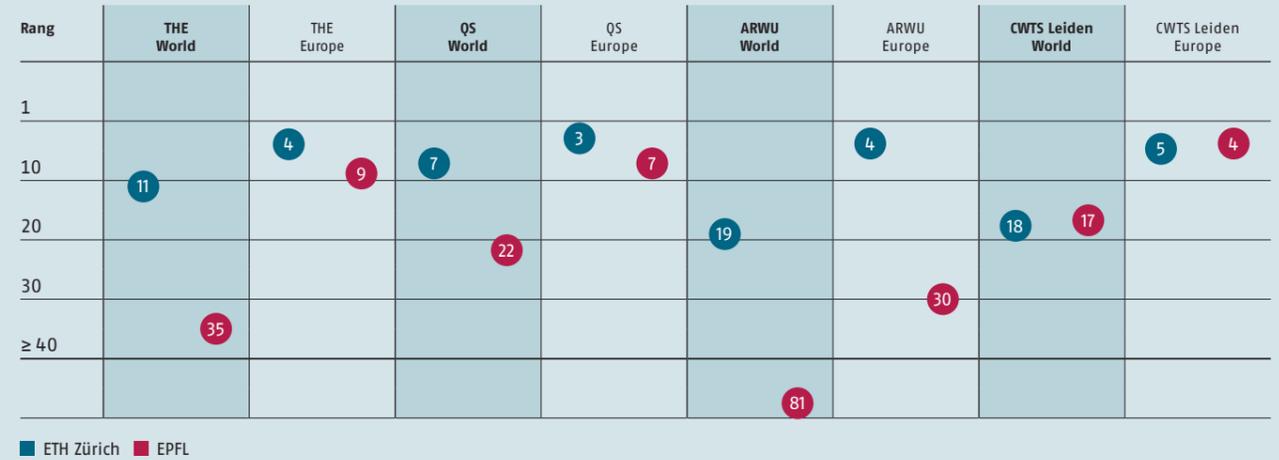
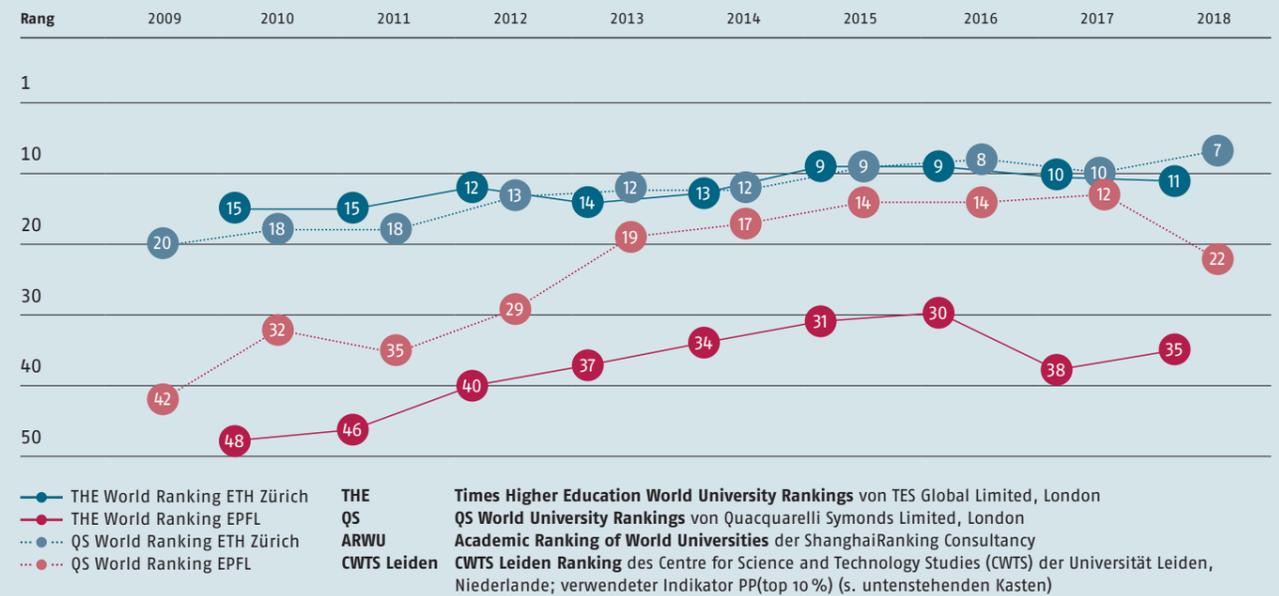


Abb. 17: Rangierungen der ETH Zürich (blau) und der EPFL (rot) gemäss THE und QS World Rankings 2009–2018



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,

Mitarbeitenden 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

2018	Männer			Frauen			ETH-Bereich		
	AV	FTE	Ø-BG in %	AV	FTE	Ø-BG in %	AV	FTE	Ø-BG in %
ProfessorInnen (o./a.o.)	594	569,1	95,8	93	88,6	95,3	687	657,7	95,7
Assistenzprof. mit Tenure Track	84	84,0	100,1	24	24,0	100,0	108	108,0	100,0
Assistenzprof. ohne Tenure Track	41	39,4	96,1	15	13,2	88,0	56	52,6	93,9
Wissenschaftliches Personal	9 550	8 170,4	85,6	4 106	3 372,0	82,1	13 656	11 542,3	84,5
davon Senior Scientists und MER	688	659,6	95,9	108	96,8	89,6	796	756,4	95,0
Technische Mitarbeitende	2 972	2 815,8	94,7	866	678,2	78,3	3 838	3 494,0	91,0
Administrative Mitarbeitende	1 190	1 032,0	86,7	2 352	1 772,7	75,4	3 542	2 804,7	79,2
Lernende	315	314,7	99,9	147	146,4	99,6	462	461,1	99,8
<b>Total</b>	<b>14 746</b>	<b>13 025,4</b>	<b>88,3</b>	<b>7 603</b>	<b>6 095,1</b>	<b>80,2</b>	<b>22 349</b>	<b>19 120,4</b>	<b>85,6</b>

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.

Der markant höhere Personalbestand im ETH-Bereich ist bedingt durch eine Umstellung der IT-Systeme bei der ETH Zürich per 1. Januar 2019. Aufgrund projektbedingter Fristen wurden die Verträge von 515 Hilfsassistenten (515 AV bzw. 208,1 FTE) bis Ende Januar 2019 ausgestellt, um diese ins neue System zu migrieren und die Stunden von 2018 im Januar 2019 abzurechnen. In den Vorjahren wurden diese Verträge im Verlauf des Dezembers beendet und die Stunden abgerechnet, weshalb sie am Stichtag 31.12. nie erschienen. In Zukunft werden diese Verträge wieder wie in den früheren Jahren vor dem Stichtag 31.12. abgerechnet.

Abb. 19: Entwicklung der Anzahl der Professorinnen und Professoren

	2018			2017			Veränderungen		
	Männer	Frauen	Total	Männer	Frauen	Total	Männer in %	Frauen in %	Total in %
ProfessorInnen (o./a.o.)	594	93	687	598	88	686	-0,7	5,7	0,1
Assistenzprof. mit Tenure Track	84	24	108	85	24	109	-1,2	0,0	-0,9
Assistenzprof. ohne Tenure Track	41	15	56	40	15	55	2,5	0,0	1,8
<b>ProfessorInnen total</b>	<b>719</b>	<b>132</b>	<b>851</b>	<b>723</b>	<b>127</b>	<b>850</b>	<b>-0,6</b>	<b>3,9</b>	<b>0,1</b>

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.

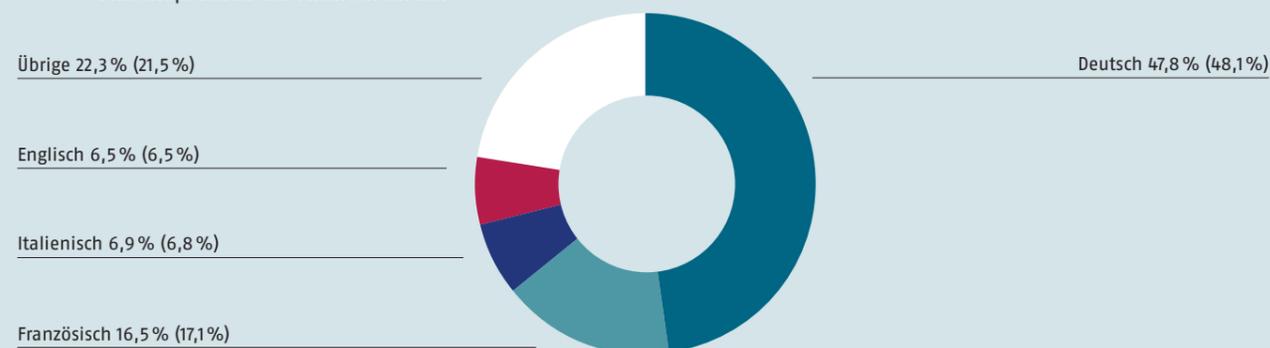
Per 1. März 2017 trat ein neuer Artikel in der Professorenverordnung ETH in Kraft, der die Kategorie der ordentlichen Professorinnen und Professoren erweitert sowie die Rahmenbedingungen für die Anstellung sogenannter «affiliierter» Professorinnen und Professoren regelt. Die Verankerung der Rahmenbedingungen 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

2018	Schweiz			EU			Übrige		
	Männer	Frauen	Total	Männer	Frauen	Total	Männer	Frauen	Total
ProfessorInnen (o./a.o.)	220	28	248	301	51	352	73	14	87
Assistenzprof. mit Tenure Track	13	6	19	46	12	58	25	6	31
Assistenzprof. ohne Tenure Track	11	2	13	22	11	33	8	2	10
<b>ProfessorInnen total</b>	<b>244</b>	<b>36</b>	<b>280</b>	<b>369</b>	<b>74</b>	<b>443</b>	<b>106</b>	<b>22</b>	<b>128</b>

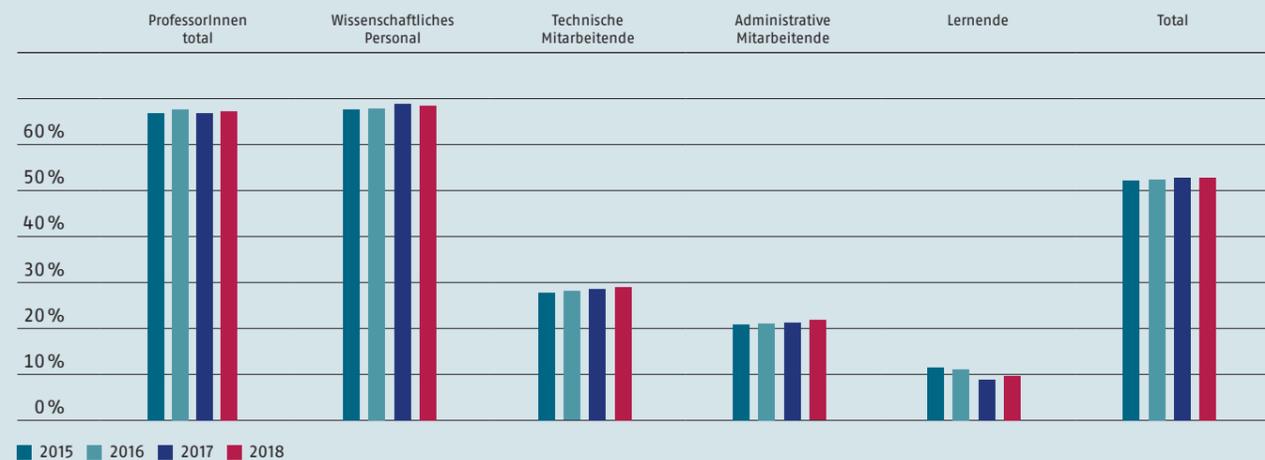
Anzahl Professorinnen und Professoren nach Herkunft Schweiz, EU und übrige Länder.

Abb. 21: Muttersprachen der Mitarbeitenden



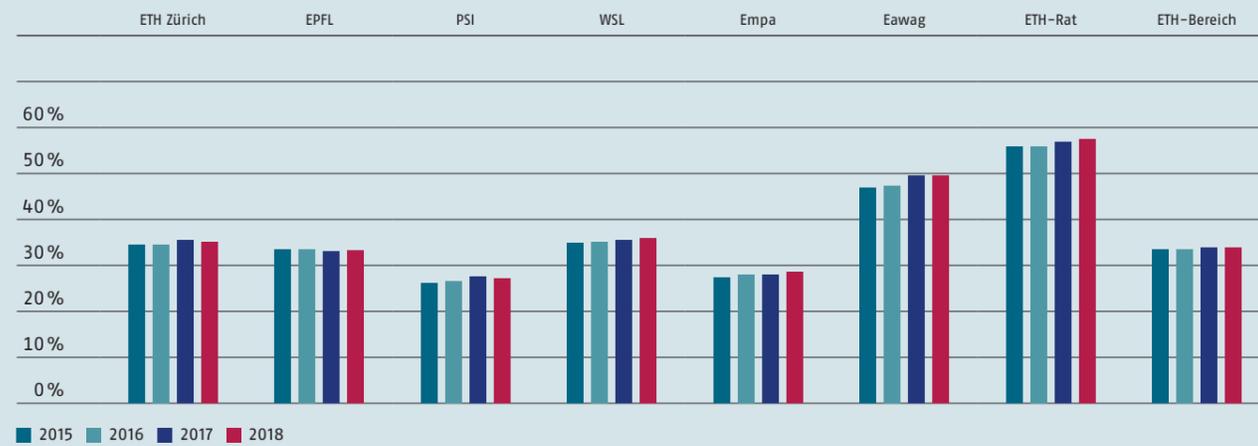
Muttersprachen der Mitarbeitenden des ETH-Bereichs im Jahr 2018. Die Werte des Vorjahrs sind in Klammern angegeben.

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
<b>Mittelherkunft</b>						
<b>Trägerfinanzierung (Erstmittel)</b> Finanzierungsbeitrag des Bundes	2017	756,7	5 955,0	2 858,1	2 393,4	<b>11 963,2</b>
	2018	749,8	6 254,2	2 920,1	2 502,7	<b>12 426,8</b>
	Δ 2017/2018	- 6,9	299,2	62,0	109,3	<b>463,6</b>
<b>Drittmittel</b> Forschungsförderung (SNF, Innosuisse, übrige), Ressortforschung und EU-FRP	2017	35,4	3 902,7	225,6	106,1	<b>4 269,8</b>
	2018	34,5	3 833,4	193,9	99,0	<b>4 160,8</b>
	Δ 2017/2018	- 0,9	- 69,3	- 31,7	- 7,1	<b>- 109,0</b>
Wirtschaftsorientierte Forschung, Schenkungen / Legate	2017	31,4	1 348,1	355,4	190,1	<b>1 925,0</b>
	2018	33,9	1 461,9	371,9	204,0	<b>2 071,7</b>
	Δ 2017/2018	2,5	113,8	16,5	13,9	<b>146,7</b>
<b>Total</b>	2017	823,5	11 205,8	3 439,1	2 689,6	<b>18 158,0</b>
	2018	818,2	11 549,5	3 485,9	2 805,7	<b>18 659,3</b>
	Δ 2017/2018	- 5,3	343,7	46,8	116,1	<b>501,3</b>

Mittelherkunft nach Funktionsgruppen (in FTE) im Jahr 2018 und im Vergleich zu 2017. Δ zeigt die absolute Veränderung gegenüber dem Vorjahr. Zahlen ohne Lernende (461,1 FTE) sowie Praktikantinnen und Praktikanten.

# Immobilien

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

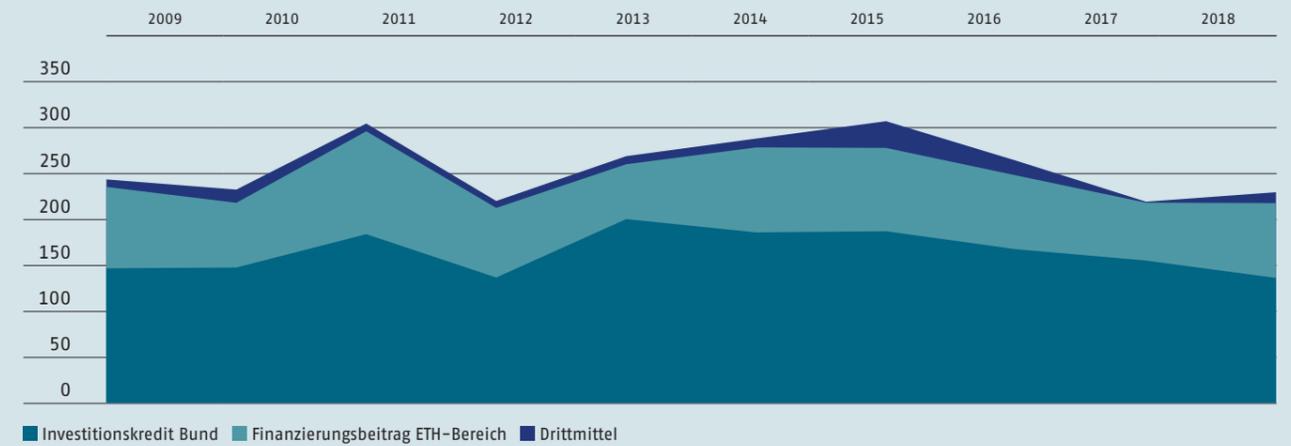
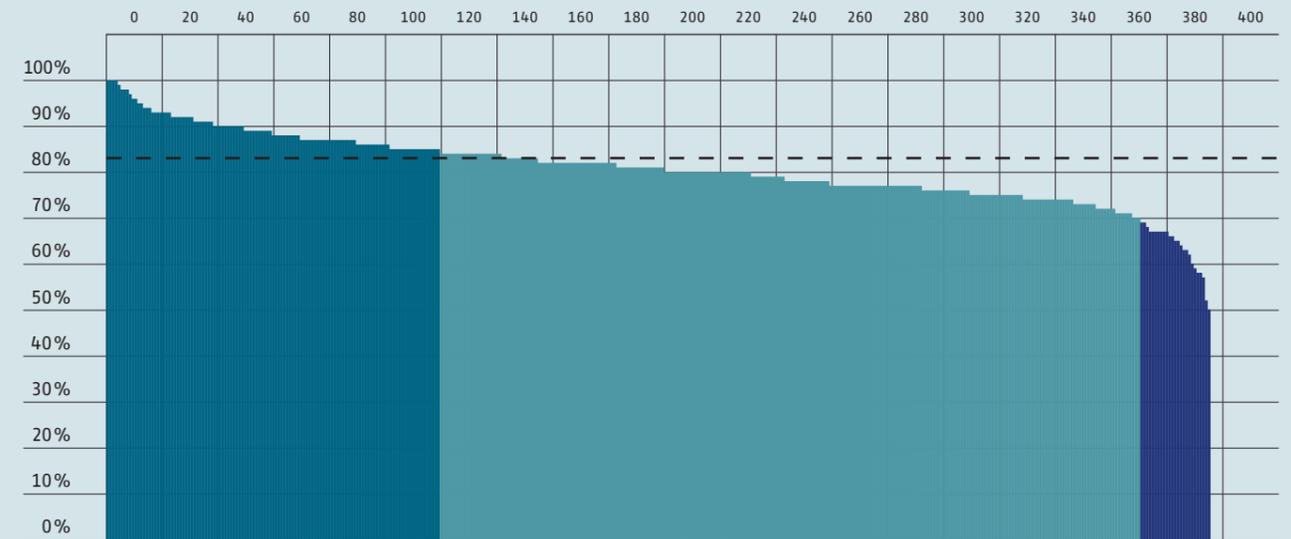


Abb. 26: Zustandswerte per 31. Dezember 2018



Anzahl erfasster Objekte: 394

■ 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 %

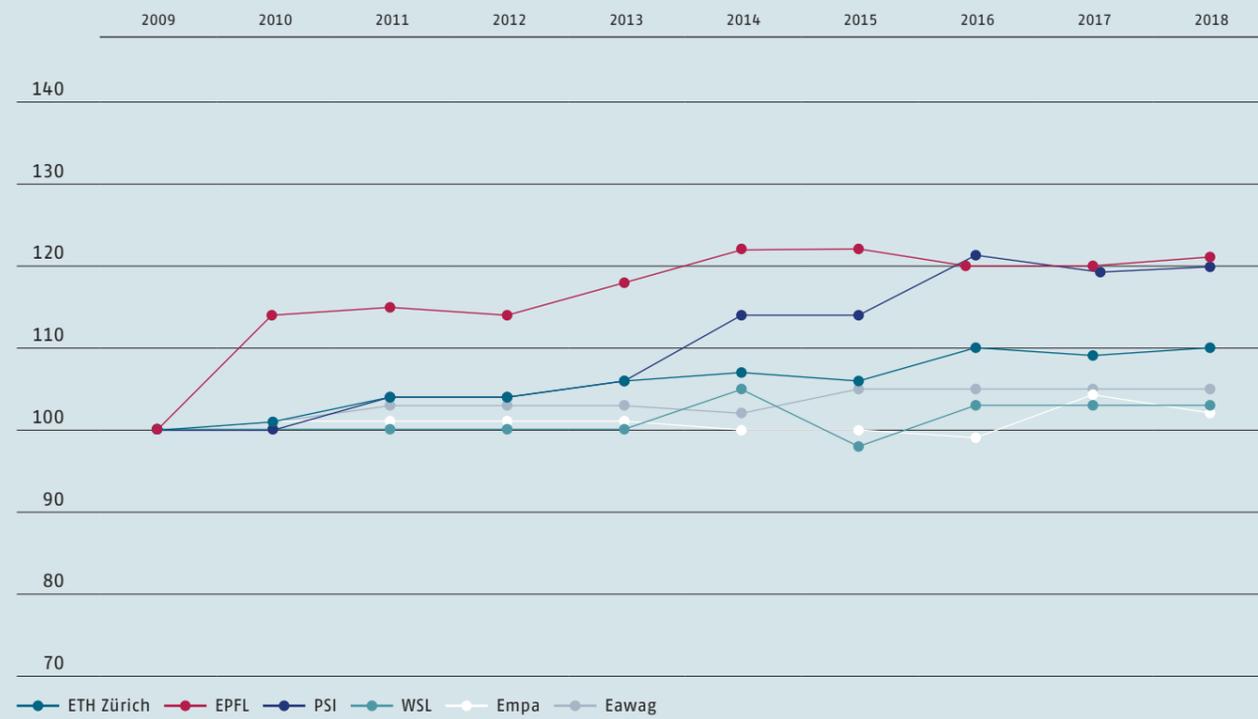
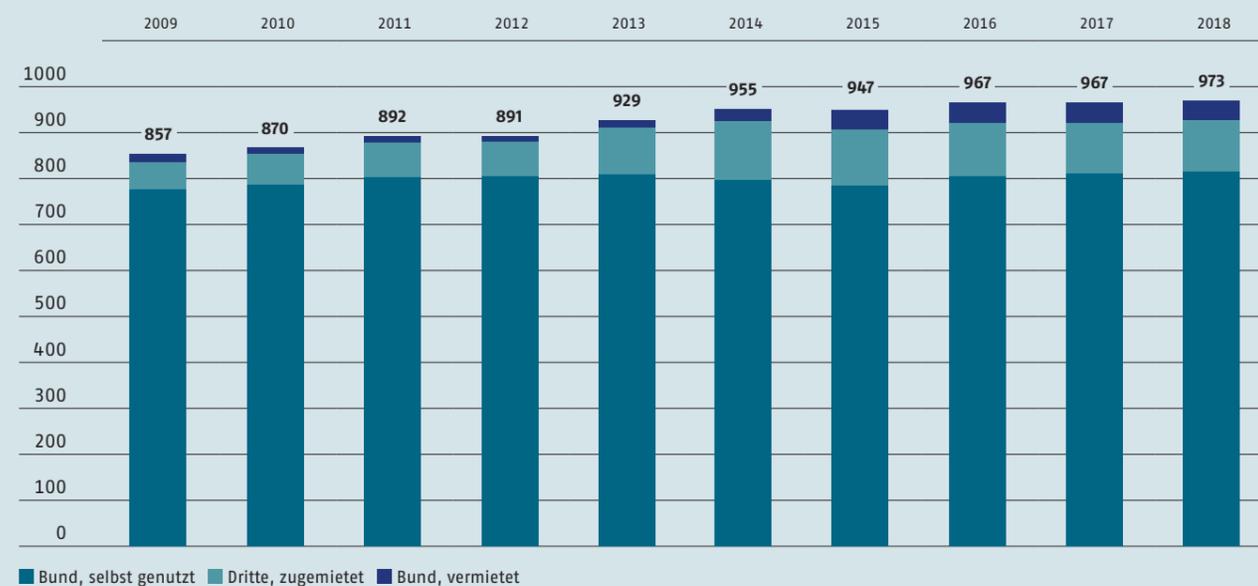
Abb. 28: Flächenmix (in 1000 m<sup>2</sup>)

Abb. 29: Mengengerüst Portfolio ETH-Bereich

Mio. CHF	ETH Zürich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
<b>Gebäude / Infrastrukturen</b>							
Anzahl	162	83	138	24	28	13	448
Neuwert	3 565	1 669	627	103	362	102	6 428
Buchwert	1 350	912	243	47	105	52	2 709
<b>Parzellen</b>							
Anzahl	69	20	15	16	4	4	128
Buchwert	691	246	30	24	63	10	1 064
Buchwert Anlagen im Bau	270	45	12	1	5	4	337
Baurechte (unter Einhaltung der Vorschriften nicht bewertet)							0
<b>Total Aktiven (Buchwerte Immobilien)</b>	<b>2 311</b>	<b>1 203</b>	<b>285</b>	<b>72</b>	<b>174</b>	<b>67</b>	<b>4 110</b>
Rückstellungen (z. B. für belastete Standorte, Asbest, radioaktive Abfälle)							306

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	83 500	32 000	10 750	1 235	4 250	2 475	134 210
Davon für Neubau oder Ersatz	26 511	1 171	5 879	10	900	2 154	36 625
Davon für Wert- und Funktionserhalt	56 989	30 829	4 871	1 225	3 350	321	97 585
Finanzierungsbeitrag Investitionen (für nutzerspezifischen Ausbau)	57 267	14 371	5 260	261	2 971	245	80 374
Drittmittel	1 125	7 776	0	0	3 008	0	11 909
Bauausgaben der Institutionen	141 891	54 147	16 010	14 96	10 228	2 720	226 493
Hauptnutzfläche HNF (in m <sup>2</sup> )	479 050	283 970	112 410	20 080	59 850	17 380	972 740
Bauausgaben pro m <sup>2</sup> HNF (CHF / m <sup>2</sup> )	296	191	142	74	171	156	233

Investitionen 2018 in das Immobilieneigentum des Bundes in Bezug zur Hauptnutzfläche (HNF, m<sup>2</sup>). 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 2016	ETH-Bereich 2017	ETH Zürich Gesamt	EPFL Gesamt	PSI Gesamt	WSL Gesamt	Empa Gesamt	Eawag Gesamt	ETH-Bereich Trend 2018 <sup>1</sup>
<b>BASISDATEN</b>										
Energiebezugsfläche EBF <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1471508	1475985	692662	437415	166750	28246	122812	28100	1470019
Vollzeitäquivalent <sup>3</sup>	FTE	35310	36103	20415	11373	2031	610	1018	656	37378
<b>ENERGIE<sup>4</sup></b>										
<b>Endenergie netto<sup>7</sup></b>	<b>kWh / a</b>	<b>430768848</b>	<b>429011863</b>	<b>167376588</b>	<b>97228239</b>	<b>137308911</b>	<b>4729615</b>	<b>17968245</b>	<b>4400265</b>	<b>428986372</b>
<b>Elektrizität netto (ohne selber prod.)</b>	<b>kWh / a</b>	<b>360612906</b>	<b>357484834</b>	<b>132953000</b>	<b>77333271</b>	<b>129992836</b>	<b>2897976</b>	<b>10941611</b>	<b>3366140</b>	<b>346989828</b>
Bezug unsertifizierter Elektrizität	kWh / a	60638256	50939413	4590000	1356577	44992836	0	0	0	
Bezug zertifizierter Elektrizität	kWh / a	306751078	306545421	128363000	75976694	85000000	2897976	10941611	3366140	
Elektrizität (ohne nature made star)	kWh / a	292399481	298164120	124363000	74614207	85000000	858063	13328850	0	
Photovoltaik naturemade star	kWh / a	2078078	2084150	0	2000000	0	0	0	84150	
Wasserkraft naturemade star	kWh / a	12214009	13936394	4000000	4716487	0	1937917	0	3281990	
Windenergie naturemade star	kWh / a	0	101996	0	0	0	101996	0	0	
Verkauf Elektrizität	kWh / a	-6776428	-7741239	0	-5354000	0	0	-2387239	0	
<b>Wärme</b>	<b>kWh / a</b>	<b>67627075</b>	<b>69191978</b>	<b>33537000</b>	<b>19544968</b>	<b>6993075</b>	<b>1400942</b>	<b>6827953</b>	<b>888040</b>	
Heizöl	kWh / a	4540980	7918044	308000	6885131	420175	300258	0	4480	
Erdgas	kWh / a	59752463	53911698	34287000	12619686	0	0	6997982	7030	
Fernwärme	kWh / a	28730003	33038081	24532000	350151	6572900	0	706500	876530	
Holzchnitzel	kWh / a	1463127	1100684	0	0	0	1100684	0	0	
Verkauf Wärme	kWh / a	-26859498	-26776529	-25590000	-310000	0	0	-876529	0	
<b>Treibstoffe (eigene Fahrzeuge)</b>	<b>kWh / a</b>	<b>2528867</b>	<b>2335051</b>	<b>886588</b>	<b>350000</b>	<b>323000</b>	<b>430697</b>	<b>198681</b>	<b>146085</b>	
<b>Energie Zusatzinformationen</b>										
Energiekosten Elektrizität und Wärme <sup>5</sup>	CHF / a	47499551	47371233	24430920	9966132	10360802	447826	1699030	466523	48660186
Selber produzierte erneuerbare Elektrizität	kWh / a	520813	622450	205253	0	0	128420	125532	163245	
Total Verkauf an Dritte	kWh / a	-33635926	-34517768	-25590000	-5664000	0	0	-3263768	0	
<b>WASSER (TRINKWASSER)</b>										
	m <sup>3</sup>	649066	663418	355756	182098	94366	8318	19905	2975	680576
<b>STOFFE</b>										
<b>Papier</b>	<b>kg</b>	<b>411592</b>	<b>344133</b>	<b>211000</b>	<b>87990</b>	<b>25687</b>	<b>5775</b>	<b>7968</b>	<b>5713</b>	<b>368649</b>
Papier Neufaser	kg	173722	114284	85750	13683	7724	1476	5578	73	62507
Papier Recycling	kg	237870	229849	125250	74307	17963	4299	2390	5640	306142
<b>KENNZAHLEN UMWELTBELASTUNG</b>										
<b>Primärenergie (PE)<sup>6</sup></b>	<b>kWh / a</b>	<b>616876534</b>	<b>597739400</b>	<b>200930119</b>	<b>118674228</b>	<b>243574309</b>	<b>7209525</b>	<b>21645330</b>	<b>5705889</b>	
Anteil erneuerbare Energien an PE	%	65	68	62	65	75	55	60	70	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	t CO <sub>2</sub> /a	36776	35553	13724	8103	10409	412	2508	396	

<sup>1</sup> Provisorische Zahlen für das Berichtsjahr (Trend), Stand: Anfang März 2018.

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

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

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

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

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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	100
Konsolidierte Jahresrechnung*	104
Konsolidierte Bilanz*	105

\* Auszug aus dem Finanzbericht 2018

Finanzbericht:  
[www.ethrat.ch/finanzbericht2018](http://www.ethrat.ch/finanzbericht2018)

# Finanzierungsrechnung

Der Bund subventioniert den ETH-Bereich zu rund 70 % direkt über die Trägerfinanzierung. Weitere 20 % werden indirekt über kompetitive Forschungsbeiträge des Bundes finanziert. Einen wesentlichen Teil steuert die Privatwirtschaft über Forschungsbeiträge bei.

## Mittelherkunft (Einnahmen) Finanzierung

Die gesamten operativen Einnahmen des ETH-Bereichs belaufen sich im Berichtsjahr auf 3571 Mio. CHF. Das Einnahmenvolumen verharrt somit auf dem hohen Niveau des Vorjahrestotals (2017: 3572 Mio. CHF). Die Erwartungen gemäss Budget 2018 (3490 Mio. CHF inkl. Aufstockung) wurden hingegen übertroffen. Im Budgetbericht 2018 war die Aufstockung der Trägerfinanzierung von 52,9 Mio. CHF gemäss BB Ia zum Voranschlag 2018 bei den Einnahmen noch nicht enthalten.

Der Bund als Eigner finanzierte den ETH-Bereich wie auch 2017 mit einem unverändert hohen Anteil von knapp 86%. Auf die Trägerfinanzierung entfielen dabei ebenfalls unverändert 71%; auch deren absolute Höhe war identisch mit dem Vorjahr (2531 Mio. CHF).

Der Anteil der Finanzierung der eingeworbenen Forschungsbeiträge über die beiden Förderorgane SNF und Innosuisse, die Ressortforschung und über die Mittel der EU-Forschungsrahmenprogramme (EU-FRP) sowie der Anteil, der indirekt durch den Bund beige-steuert wird, verharrte ebenfalls unverändert bei insgesamt 15% des finanziellen Volumens. Konstant blieb auch der Anteil der Drittmittel gemessen an

den operativen Einnahmen (2018: 13,1%). Dies trotz des leichten Anstiegs gegenüber 2017.

## Trägerfinanzierung Bund

### Zahlungsrahmen ETH-Bereich 2017–2020

Der maximal bewilligte Zahlungsrahmen beläuft sich auf 10337,8 Mio. CHF (Ø Wachstum 1,9%). Per Ende der Leistungsperiode werden voraussichtlich 98,7% der Mittel (10201,6 Mio. CHF) verwendet, was einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 1,4% entspricht (s. Abb. 1 und 2, Ziel 8, S. 68).

## Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen

Das Total der beiden Kredite in Anrechnung an den Zahlungsrahmen (Budget 2018: total 2530,9 Mio. CHF) verharrte auf dem Stand des Budgets 2017 (2530,8 Mio. CHF). Neben den haushaltsneutralen Kreditverschiebungen beim Budgetprozess kam es auch 2018 wieder zu einer Kreditverschiebung (2018: 24,2 Mio. CHF) zugunsten des Kredits Finanzierungsbeitrag des Bundes. Zudem macht der ETH-Bereich Gebrauch von der Möglichkeit der Bildung von Reserven im Stammhaus Bund. Es geht um einen Antrag nach Art. 32a FHG in Höhe von 40 Mio. CHF, der im Zusammenhang mit einem zeitlich verzögerten Bauvorhaben der ETH Zürich steht. Das eidgenössische Parlament wird in der Sommersession 2019 über das Gesuch beschliessen.

## Forschungsbeiträge Bund und EU

Im Berichtsjahr steuerte der Bund über die beiden Förderorgane SNF und Innosuisse sowie über die Ressortforschung und die Mittel der EU-FRP total 533 Mio. CHF bei. Die Einnahmen stagnierten auf dem hohen Stand bzw. lagen leicht unter dem Vorjahrestotal von 2017 (2017: 540 Mio. CHF). Das Volumen entspricht praktisch dem für 2018 prognostizierten Wert (B 2018: 531 Mio. CHF). Es kam zudem zu leichten Verlagerungen innerhalb der Forschungsbeiträge, die jedoch betragsmässig nicht stark ins Gewicht fallen. So verzeichneten die

Einnahmen der beiden Förderorgane des Bundes gegenüber 2017 einen leichten Rückgang. Aus der Ressortforschung und den Einnahmen aus den FRP resultierten Mehreinnahmen. Der Anteil dieser Forschungsbeiträge des Bundes lag unverändert bei rund 15% (2017: 15%).

## Drittmittel

Das Total der Drittmittel belief sich auf 466 Mio. CHF (R 2017: 462 Mio. CHF). Neben dem Wachstum gegenüber 2017 wurden auch die Erwartungen übertroffen (B 2018: 421 Mio. CHF). Mit Ausnahme der übrigen Erträge verzeichneten sämtliche Kategorien der Drittmittel einen Anstieg gegenüber dem Vorjahr.

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 unter Berücksichtigung der Zusage von Fördermitteln des Bundes (Förderorgane SNF und Innosuisse, Ressortforschung, EU-FRP) beurteilt werden.

## Mittelverwendung (Ausgaben)

Die Ausgaben gliedern sich in die Teile Personal-, Sach- und Investitionsausgaben. Auf das Personal entfiel wiederum der Hauptanteil der Mittel (67%). In Sachanlagen wurden 11% investiert. Die Höhe der übrigen laufenden Betriebsausgaben (rund 22%) für Infrastruktur und für Projekte in Lehre und Forschung ist von zahlreichen Faktoren abhängig (s. Finanzbericht unter [www.ethrat.ch/finanzbericht2018](http://www.ethrat.ch/finanzbericht2018)).

Das Total der operativen Ausgaben 2018 beläuft sich auf 3349 Mio. CHF. Das Total liegt damit über dem Vorjahresniveau (2017: 3307 Mio. CHF). Das Budget hingegen wurde unterschritten (2018: 3459 Mio. CHF). Geringere übrige Ausgaben sowie weniger Investitionen waren ausschlaggebend für die Abweichung. Die Personalausgaben hingegen entsprechen praktisch dem für 2018 veranschlagten Wert.

Die anteilmässige Verteilung der Hauptkomponenten der Ausgaben blieb im Vergleich zum Vorjahr relativ konstant.

Für das Personal wurden 2018 total 2232 Mio. CHF eingesetzt (R 2017: 2204 Mio. CHF), was einem Anstieg von 1,13% gegenüber 2017 entspricht. Finanziert wurden 18 659,3 Vollzeitstellen (FTE; Stichtagswerte). Davon entfiel der Hauptanteil auf die Trägerfinanzierung (12426,8 FTE), für die 2018 gemäss der statistischen Erhebung rund 1600 Mio. CHF aufgewendet worden sind. Über die Forschungsbeiträge des Bundes und der EU wurden 4160,8 FTE finanziert. Ein weiterer wesentlicher Teil des Personals wurde wiederum in Zusammenarbeit aus Forschungsk Kooperationen mit der Privatwirtschaft und aus Schenkungen/Legaten ermöglicht (2071,7 FTE). Aus diesen unter dem Begriff Drittmittel zusammengefassten Kategorien wurden 2018 gemäss statistischer Erhebung insgesamt gegen 630 Mio. CHF für Personalausgaben verwendet (s. Abb. 24, Mittelherkunft nach Funktionsgruppen; Stichtagsbetrachtung, S. 94).

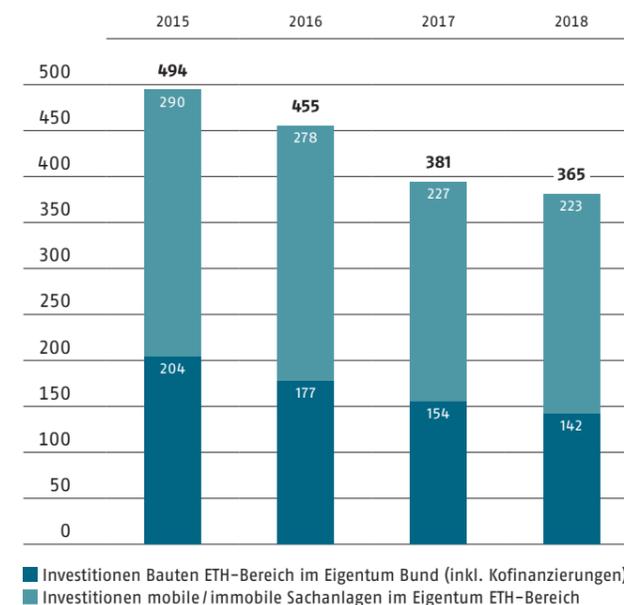
Die Arbeitgeberbeiträge im Verhältnis zu den Personalbezügen lagen 2018 bei 19,9% (R 2017: 20,0%). Die Kalkulation bei der Budgetierung 2018 erfolgte analog dem Bund (Eidgenössisches Personalamt, EPA) mit einem Arbeitgeberbeitragsatz von pauschal 20,2%.

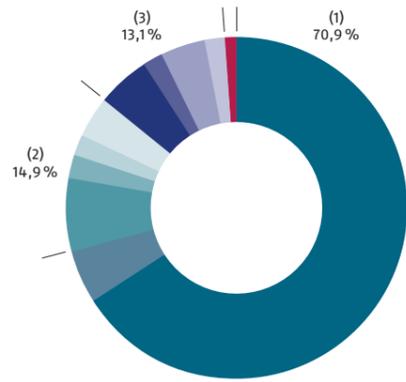
Die übrigen laufenden Betriebsausgaben (R 2018: 753 Mio. CHF) erhöhten sich gegenüber dem Vorjahr um rund 27 Mio. CHF (+4,4%). Deren Anteil an den Gesamtausgaben blieb 2018 konstant bei 22% (R 2017: 22%).

## Investitionen

Bei den Investitionen wird zwischen Nutzung und Eigentum unterschieden. Bei den Gesamtinvestitionen werden sämtliche Investitionen unabhängig vom Eigentum und der Finanzierung ausgewiesen, d. h. es geht um die Investitionen in die durch den ETH-Bereich genutzte Substanz. Deshalb werden auch die

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

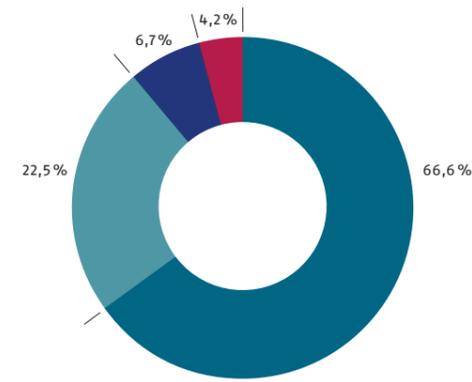




**Mittelherkunft**  
Abb. 33\*: Struktur der Einnahmen in %

Operative Einnahmen, Rechnung 2018: 3571 Mio. CHF  
(Sicht Finanzierungsrechnung)

<b>(1) Trägerfinanzierung (Sicht Zahlungsrahmen)</b>	<b>70,9%</b>
Finanzierungsbeitrag des Bundes	66,0%
Investitionskredit Bauten ETH-Bereich	4,9%
<b>(2) Indirekte Forschungsbeiträge des Bundes und der EU</b>	<b>14,9%</b>
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	7,1%
Innosuisse	1,6%
Ressortforschung	2,3%
Europäische Forschungsrahmenprogramme (FRP)	4,0%
<b>(3) Drittmittel</b>	<b>13,1%</b>
Zusammenarbeit mit der Wirtschaft	3,9%
Übrige Drittmittel (Universitäten, Kantone etc.)	2,3%
Schenkungen und Legate	4,3%
Übrige Erträge	2,25%
Schulgelder und andere Benutzungsgebühren	1,1%



**Mittelverwendung**  
Abb. 34\*\*: Struktur der Ausgaben in %

Operative Ausgaben, Rechnung 2018: 3349 Mio. CHF  
(Sicht Finanzierungsrechnung)

Personal	66,6%
Übrige laufende Ausgaben	22,5%
Investitionen Eigentum ETH-Bereich	6,7%
Investitionen Eigentum Bund	4,2%

\* Abb. 33 zeigt die Einnahmen aus Sicht Finanzierung nach Mittelherkunft. Sie betragen 3571 Mio. CHF und setzen sich zusammen aus: Finanzierungsbeitrag des Bundes, Investitionskredit Bauten ETH-Bereich, Schenkungen und Legate; Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen, Schulgelder und andere Benutzungsgebühren sowie übrige Erträge.

\*\* Abb. 34 zeigt die Ausgaben aus Sicht Finanzierung nach Mittelverwendung. Sie betragen 3349 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 Unterbringungs- und Transferaufwand) und Transferaufwand. Die Abschreibungen sind ebenfalls nicht Teil des Totals nach Mittelverwendung.

Investitionen in Immobilien im Eigentum des Bundes gezeigt, die über den Kredit A202.0134 Investitionskredit Bauten ETH-Bereich finanziert werden.

Der Rückgang um 16 Mio. CHF gegenüber dem Vorjahr (R 2018: 365 Mio. CHF; R 2017: 381 Mio. CHF) betrifft in erster Linie die Bauinvestitionen. Die budgetierten Investitionen (B 2018: 438 Mio. CHF) wurden deutlich unterschritten. Bauverzögerungen bei der ETH Zürich sind die Hauptursache für die tieferen Investitionen. Der Anteil der Investitionen an den Gesamtausgaben belief sich 2018 auf knapp 11% (R 2017: 12%). Dies entspricht dem langfristigen Mittel und auch dem Vergleich mit der zentralen Bundesverwaltung (12–15%). Wie im Vorjahr betreffen die grössten Investitionen das PSI (Gantry 3, ATHOS, SwissFEL).

Analog Mittelherkunft gab es auch bei der Mittelverwendung keine wesentlichen Veränderungen in den Anteilen gegenüber dem Vorjahr 2017.

**Überleitung Finanzierungs- auf Erfolgsrechnung**

Anders als in der Finanzierungssicht, bei der die Trägerfinanzierung und die weiteren Finanzierungsquellen derjenigen Periode zugerechnet werden, in der die Gelder flossen, werden die Erträge und Aufwendungen in der Erfolgsrechnung in der Periode verbucht, zu der sie betriebswirtschaftlich gehören. Diese Darstellung entspricht der Periodenrechnung oder dem sogenannten Accrual Accounting. Daher besteht die Trägerfinanzierung in der Erfolgsrechnung aus den Krediten A231.0181 Finanzierungsbeitrag des Bundes an den ETH-Bereich und A231.0182 Beitrag

an Unterbringung ETH-Bereich und nicht analog der Finanzierungsrechnung aus den Krediten A231.0181 Finanzierungsbeitrag des Bundes an den ETH-Bereich und A202.0134 Investitionen Bauten ETH-Bereich.

Hingegen kann aus systembedingten Gründen der Unterschied zwischen der Finanzierungsrechnung und der Erfolgsrechnung bei den Forschungsbeiträgen nicht abgeleitet und dargestellt werden. Deshalb werden analoge Werte gezeigt. Die wichtigsten Unterschiede zwischen Ausgaben und Aufwand (Nettovorsorgeaufwand nach IPSAS 39, Unterbringung, Abschreibungen) werden in der Überleitung einzeln dargestellt.

Ein weiterer Aspekt des Überleitens betrifft den Effekt der Subkonsolidierungen im ETH-Bereich, der in der Finanzierungsrechnung unberücksichtigt bleibt. Die Auswirkungen aus In-kind-Leistungen sind geringfügig und werden lediglich in der Accrualsicht berücksichtigt.

Abb. 35: Überleitung Finanzierungsrechnung auf Erfolgsrechnung

	Finanzierungsrechnung 2018	Überleitung			Erfolgsrechnung 2018
		Reduktion (-)	Erhöhung (+)	Konsolidierung (+/-)	
<b>FINANZIERUNGSRECHNUNG / ERFOLGSRECHNUNG</b>					
<b>Einnahmen (Mittelherkunft) / operativer Ertrag</b>	<b>3 571</b>	<b>- 174</b>	<b>269</b>	<b>49</b>	<b>3 714</b>
<b>Trägerfinanzierung Bund</b>	<b>2 531</b>	<b>- 174</b>	<b>269</b>	<b>-</b>	<b>2 625</b>
Finanzierungsbeitrag des Bundes	2 357				2 357
Investitionen Bauten ETH-Bereich	174	- 174			-
Beitrag an Unterbringung	-		269		269
Forschungsbeiträge Bund	533				533
Forschungsbeiträge Dritte / Diverse Einnahmen	507			49	556
<b>Ausgaben (Mittelverwendung) / operativer Aufwand</b>	<b>3 349</b>	<b>- 144</b>	<b>615</b>	<b>41</b>	<b>3 631</b>
Personal	2 232	- 10	90	21	2 333
Sachaufwand - Unterbringung ETH-Bereich	-		269		269
Abschreibungen	-		256	9	266
Übrige laufende Sach- / Transferausgaben / -aufwand	753			11	764
<b>Investitionen</b>	<b>365</b>	<b>- 134</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>231</b>
Bauten ETH-Bereich (Eigentum Bund)	134	- 134			-
Kofinanzierungen Bauten ETH-Bereich (Eigentum Bund)	7				7
Immobilien Anlagevermögen (Eigentum ETH-Bereich)	40				40
Mobiles Anlagevermögen (Eigentum ETH-Bereich)	180				180
Immaterielles Anlagevermögen (Eigentum ETH-Bereich)	4				4

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

# Konsolidierte Jahresrechnung

Tabelle 1: Erfolgsrechnung ETH-Bereich (konsolidiert)

Mio. CHF	Anhang	Budget 2018	Ist 2018	Ist 2017	Veränderung Ist absolut
Finanzierungsbeitrag des Bundes		2 357	2 357	2 378	- 21
Beitrag an Unterbringung		269	269	278	- 10
<b>Trägerfinanzierung</b>	7	<b>2 625</b>	<b>2 625</b>	<b>2 656</b>	<b>- 31</b>
<b>Schulgelder und andere Benutzungsgebühren</b>	8	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>2</b>
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)		252	255	260	- 6
Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)*		60	56	63	- 7
Forschung Bund (Ressortforschung)		75	81	78	3
EU-Forschungsrahmenprogramme (FRP)		144	142	139	3
Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)		129	139	129	9
Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen)		71	84	74	10
<b>Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen</b>	9	<b>732</b>	<b>755</b>	<b>743</b>	<b>12</b>
<b>Schenkungen und Legate</b>	10	<b>76</b>	<b>155</b>	<b>120</b>	<b>35</b>
<b>Übrige Erträge</b>	11	<b>114</b>	<b>138</b>	<b>140</b>	<b>- 2</b>
<b>Operativer Ertrag</b>		<b>3 585</b>	<b>3 714</b>	<b>3 698</b>	<b>16</b>
Personalaufwand	12, 28	2 306	2 333	2 303	30
Sachaufwand	13	979	990	958	32
Abschreibungen	21, 23	215	266	212	53
Transferaufwand	14	179	43	42	1
<b>Operativer Aufwand</b>		<b>3 679</b>	<b>3 631</b>	<b>3 515</b>	<b>116</b>
<b>OPERATIVES ERGEBNIS</b>		<b>- 94</b>	<b>83</b>	<b>182</b>	<b>- 100</b>
<b>FINANZERGEBNIS</b>	15	<b>7</b>	<b>- 22</b>	<b>13</b>	<b>- 35</b>
Ergebnis von assoziierten Einheiten und Joint Ventures	20	-	- 11	14	- 24
<b>JAHRESERGEBNIS</b>		<b>- 87</b>	<b>50</b>	<b>209</b>	<b>- 159</b>

\* Am 1. Januar 2018 übernahm die Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse die Funktion der Kommission für Technologie und Innovation (KTI).

Tabelle 2: Bilanz ETH-Bereich (konsolidiert)

Mio. CHF	Anhang	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut
<b>UMLAUFVERMÖGEN</b>				
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	16	852	733	118
Kurzfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	17	558	555	3
Kurzfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	17	36	38	- 2
Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen	22	1 409	1 389	20
Vorräte	18	10	10	- 1
Aktive Rechnungsabgrenzungen	19	48	45	3
<b>Total Umlaufvermögen</b>		<b>2 913</b>	<b>2 771</b>	<b>141</b>
<b>ANLAGEVERMÖGEN</b>				
Sachanlagen	21	2 023	1 863	161
Immaterielle Anlagen	21	67	68	- 1
Langfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	17	970	838	132
Langfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	17	-	-	-
Beteiligungen an assoziierten Einheiten und Joint Ventures	20	135	147	- 12
Langfristige Finanzanlagen und Darlehen	22	32	26	6
Kofinanzierungen	23	128	125	3
<b>Total Anlagevermögen</b>		<b>3 354</b>	<b>3 066</b>	<b>288</b>
<b>TOTAL AKTIVEN</b>		<b>6 267</b>	<b>5 837</b>	<b>429</b>
<b>FREMDKAPITAL</b>				
Laufende Verbindlichkeiten	24	179	172	7
Kurzfristige Finanzverbindlichkeiten	25	16	16	1
Passive Rechnungsabgrenzungen	26	142	134	7
Kurzfristige Rückstellungen	27	109	103	6
<b>Kurzfristiges Fremdkapital</b>		<b>446</b>	<b>425</b>	<b>21</b>
Zweckgebundene Drittmittel	29	1 510	1 428	83
Langfristige Finanzverbindlichkeiten	25	361	374	- 12
Nettovorsorgeverpflichtungen	28	2 239	1 894	344
Langfristige Rückstellungen	27	705	505	199
<b>Langfristiges Fremdkapital</b>		<b>4 815</b>	<b>4 201</b>	<b>614</b>
<b>Total Fremdkapital</b>		<b>5 261</b>	<b>4 626</b>	<b>635</b>
<b>EIGENKAPITAL</b>				
Bewertungsreserven		- 1 364	- 1 109	- 255
Zweckgebundene Reserven		1 123	949	174
Freie Reserven		967	965	2
Kofinanzierungen	23	128	125	3
Reserven aus assoziierten Einheiten	20	135	147	- 12
Bilanzüberschuss (+) / -fehlbetrag (-)		17	135	- 118
<b>Total Eigenkapital</b>		<b>1 006</b>	<b>1 212</b>	<b>- 206</b>
<b>TOTAL PASSIVEN</b>		<b>6 267</b>	<b>5 837</b>	<b>429</b>

# Impressum

Herausgeber: ETH-Rat, Häldeliweg 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: Kromer Print AG, Lenzburg  
Redaktionsschluss: 21. März 2019

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/geschaeftsbericht2018](http://www.ethrat.ch/geschaeftsbericht2018).

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 2019



[Titelseite](#)  
EPFL-Professor Tom Battin, Forschungsdirektor des NOMIS-Projekts, wird in den nächsten Jahren rund 200 Gletscherbäche weltweit untersuchen, um das mikrobielle Leben in den verschwindenden Ökosystemen besser zu verstehen.

## **ETH-Rat**

Rat der Eidgenössischen  
Technischen Hochschulen

Zürich:

**Händeliweg 15**  
**8092 Zürich**

Bern:

**Hirschengraben 3**  
**3011 Bern**

[www.ethrat.ch](http://www.ethrat.ch)