



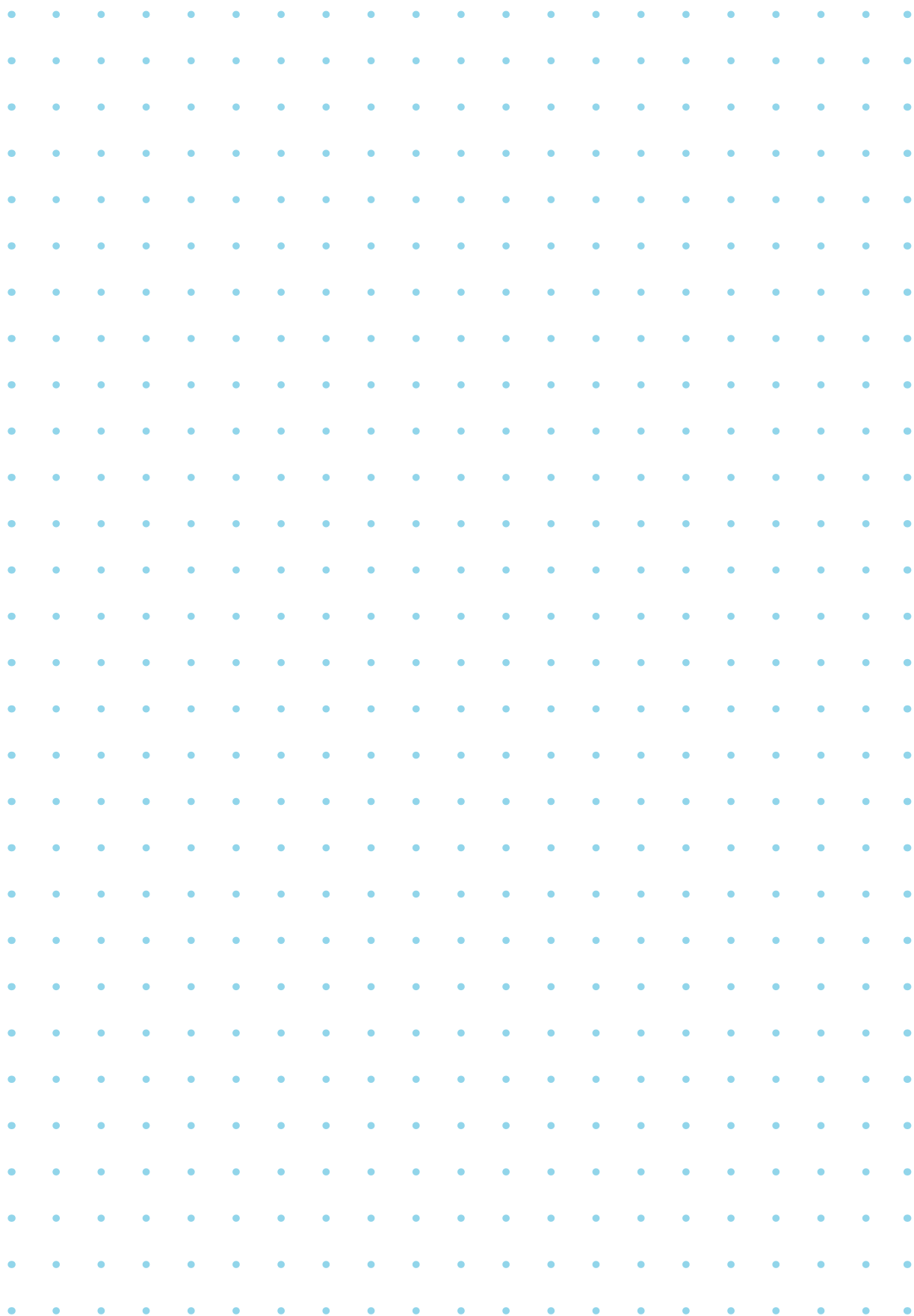
# PANORAMA 013

JAHRESBERICHT



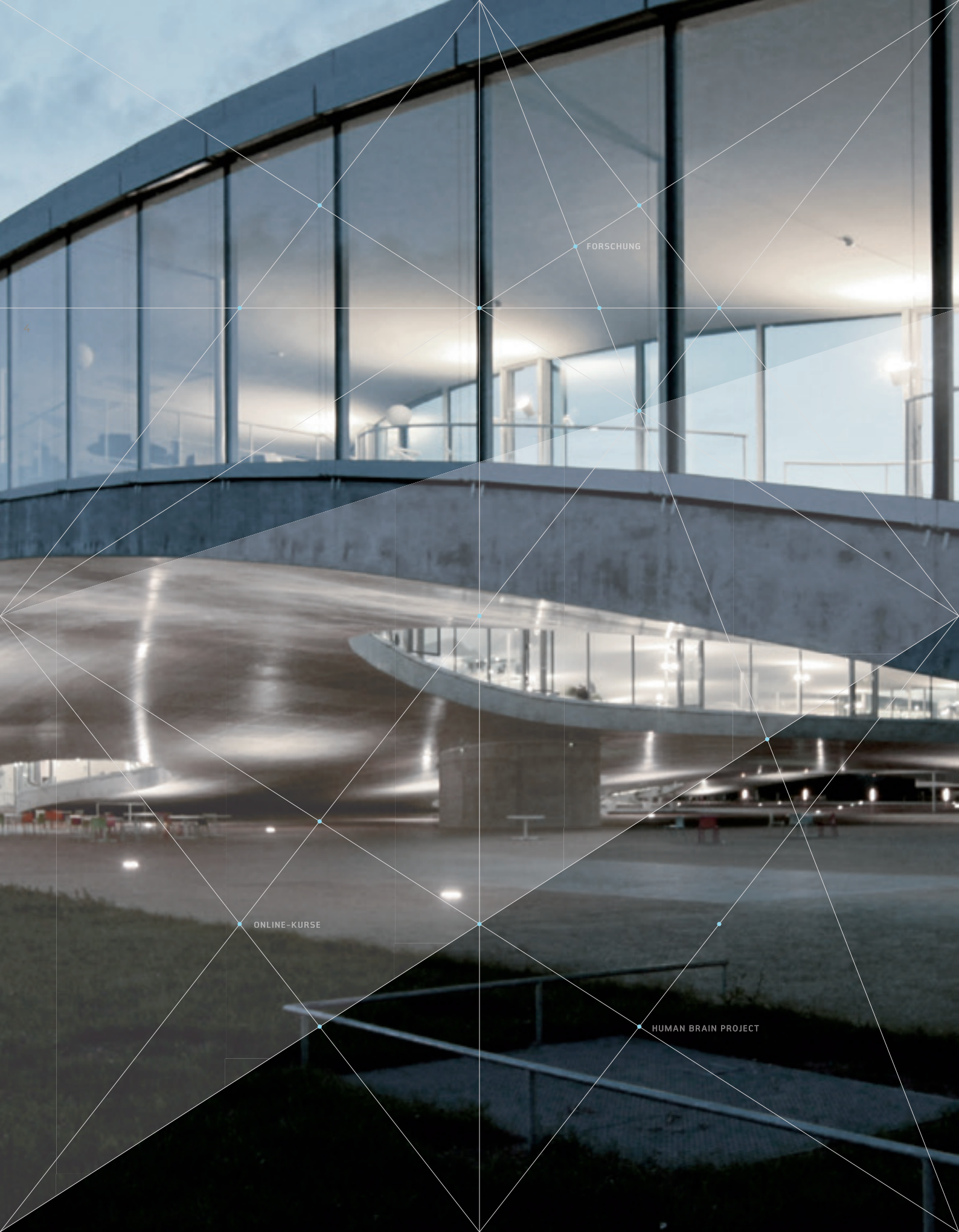
# PANORAMA 013

JAHRESBERICHT



INHALT

VORWORT	5
LEHRE	7
FORSCHUNG	17
TECHNOLOGIE- TRANSFER	37
AUSBLICK	49
PERSONALIA	59
DIE EPFL	
IN ZAHLEN	64



FORSCHUNG

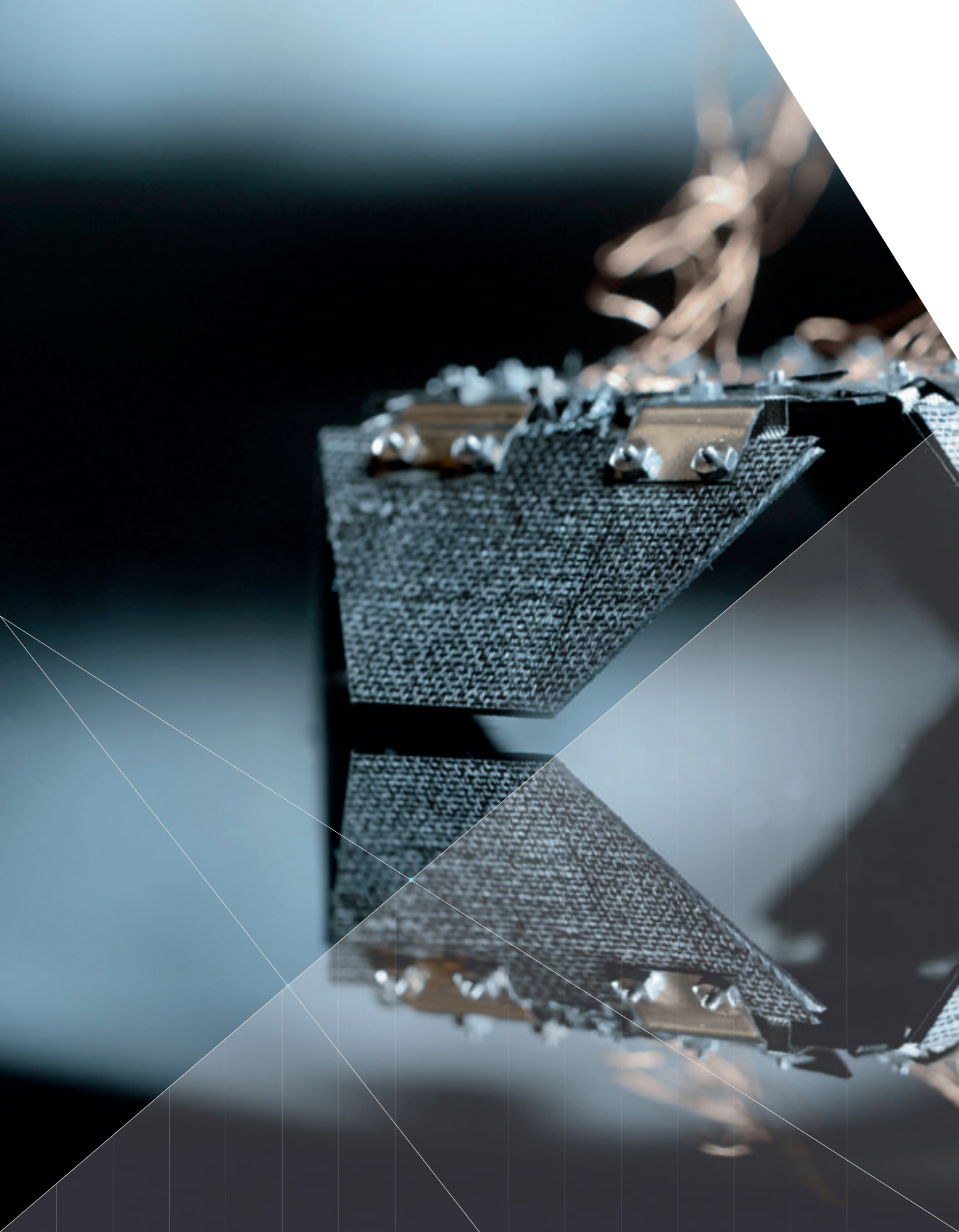
ONLINE-KURSE

HUMAN BRAIN PROJECT



2013 war das Jahr des Human Brain Project. Somit bot sich eine Gelegenheit, zu beweisen, dass die Schweiz in der wissenschaftlichen Forschung und der technologischen Entwicklung europaweit den ersten Platz belegt. Zur Erinnerung: Bevor unser Gehirnforschungsprojekt von der Europäischen Kommission für eine Finanzierung mit einer halben Milliarde Franken ausgewählt wurde, befanden sich fünf Projekte in der engeren Wahl – drei davon aus der Schweiz! Ein unglaublicher Erfolg für ein Land mit nur acht Millionen Einwohnerinnen und Einwohnern! In einem Spezialdossier dieses Tätigkeitsberichts werden die Ziele und die wichtigsten Etappen dieses aussergewöhnlichen Projekts beschrieben. • Die Forschung bringt den Universitäten die Sichtbarkeit, die sie brauchen, um die besten Talente für sich zu gewinnen. Sie trägt auch dazu bei, ein Bild unseres Landes jenseits der üblichen Klischees zu vermitteln. Wir sind stolz, dazu beigetragen zu haben, dass diese oft verkannte Dimension einer offenen, innovativen und dynamischen Schweiz ins Rampenlicht gerückt wurde. • Trotzdem müssen wir auch auf unsere Ausstrahlung im Inland achten. Wir haben dies insbesondere in Neuenburg getan, wo wir die Anzahl unserer Forschergruppen seit der Angliederung des Instituts für Mikrotechnik an die EPFL im Jahr 2009 mehr als verdoppelt haben. Im Wallis, dem Kanton der Gletscher und Staudämme, wird sich unsere regionale Aussenstelle insbesondere mit der Entwicklung der Wasserkraft befassen. In Genf werden die Forscherinnen und Forscher des Human Brain Project am ehemaligen Standort von Merck Serono arbeiten, und andere Teams werden sich mit Biotechnologie und Neuroprothesen befassen. In Freiburg behandeln wir schliesslich die Fachgebiete nachhaltige Lebensräume und Architektur. • Unser wichtigster Beitrag sind und bleiben jedoch unsere Studienabsolventinnen und -absolventen. Als erste Hochschule Europas, die Online-Kurse anbietet, konnten wir deren aussergewöhnliches pädagogisches Potenzial ergründen. Auf den folgenden Seiten werden Sie auch sehen können, wie die Studierenden ihr Wissen in der Praxis anwenden und was für einen hervorragenden Unternehmergeist sie an den Tag legen. Nach ihrem Einzug auf dem Arbeitsmarkt stellen sie ihre Kompetenzen und Kreativität in den Dienst der Gemeinschaft. Sie sind unser grösster Mehrwert und erfüllen uns berechtigterweise mit Stolz.

PATRICK AEBISCHER  
PRÄSIDENT DER EPFL





# LEHRE

## VIRTUELLER ODER REALER CAMPUS

Wie finden wir ein Gleichgewicht zwischen realer und virtueller Welt? Mit dieser Frage ist die Lehre auf Universitätsebene zurzeit konfrontiert. Das Internet bietet heute ungeheure Möglichkeiten, um Wissen mit anderen zu teilen und Studierende, Forscherinnen und Forscher sowie Lehrkräfte miteinander zu vernetzen. Trotzdem wird eine Universität nie ohne einen realen Ort auskommen, an dem in Räumen für praktische Übungen und mit angemessenen Infrastrukturen Wissen und Know-how vermittelt werden. Für eine Technologieschule wie unsere ist dieser Realitätsbezug besonders wichtig. • Die umgangssprachlich als «MOOCs» bezeichneten Online-Kurse erlebten 2013 einen explosionsartigen Aufschwung (Seite 8). Die EPFL ist die erste europäische Universität, die auf diesen Zug aufgesprungen ist, und gilt daher als Referenz auf unserem Kontinent. Zehntausende Studierende aus aller Welt absolvierten unsere Kurse bis zu den Schlussprüfungen. Mit der Einrichtung eines Aufnahmestudios und einem Team zur Unterstützung der Lehrkräfte bei der Ausgestaltung ihrer Online-Kurse haben wir auch die notwendigen Mittel investiert. • Diese Entwicklung bietet eine einzigartige Chance: Es geht nicht darum, den akademischen Unterricht durch MOOCs zu ersetzen, sondern die Gewohnheiten und Grenzen zwischen realer und virtueller Welt neu zu definieren. Wir haben die MOOCs für unsere eigenen Studierenden erfolgreich getestet. Der Online-Unterricht stellt eine mehr als überzeugende Alternative für bestimmte Vorlesungen dar, die vor Hunderten Studierenden in riesigen unpersönlichen Hörsälen gehalten werden. Gleichzeitig entsteht durch diese Revolution die Möglichkeit, unsere Kräfte stärker für praktische Arbeiten und Kurse in kleineren Gruppen einzusetzen. Dort wird der reale Campus immer im Vorteil sein. • Die beeindruckenden Master-Arbeiten unserer Studierenden (Seite 12) und unser Mentoring-Programm (Seite 11) sind weitere Initiativen, die nur auf einem echten Campus stattfinden können. Wenn man alle Bestandteile der Gleichung berücksichtigt, löst sich auch ein auf den ersten Blick bestehender Widerspruch auf: Reale und virtuelle Welt sind keine Gegensätze, sondern ergänzen sich für eine qualitativ hochwertige Lehre.

PHILIPPE GILLET  
VIZEPRÄSIDENT FÜR  
AKADEMISCHE ANGELEGENHEITEN

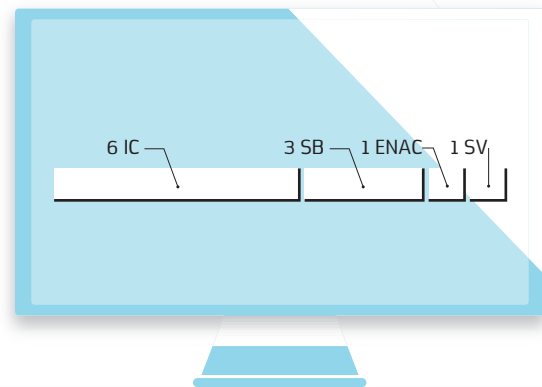
KARL ABERER  
VIZEPRÄSIDENT FÜR  
INFORMATIONSSYSTEME

# GESTEIGERTES ANGEBOT AN ONLINE-KURSEN

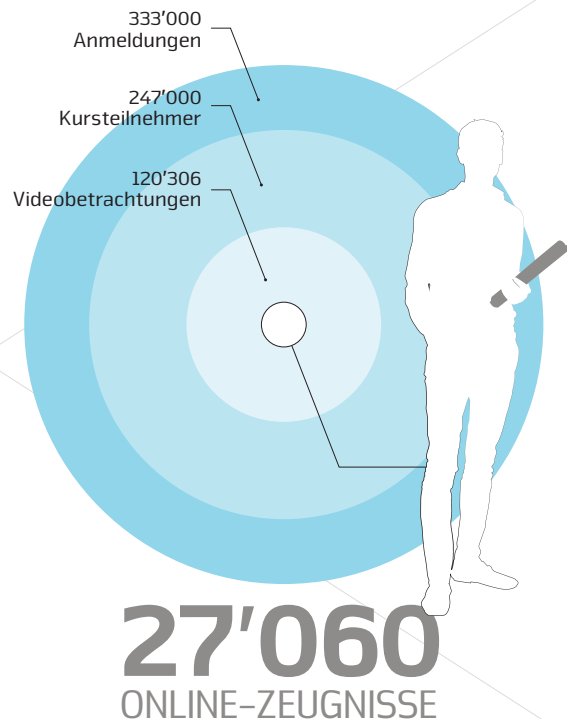
**DIE EPFL HAT INVESTIERT, UM IHR ANGEBOT AN ONLINE-KURSEN AUSZUBAUEN. MIT UNTERSTÜTZUNG DES ZENTRUMS FÜR DIGITALE BILDUNG WURDEN 2013 RUND ZEHN NEUE KURSE ERTEILT.**

• Ein neues, beispielloses Weiterbildungsinstrument, ein neuartiger Kommunikationsträger für Kurse und eine neue Möglichkeit für Schwellenländer: Die unter der Abkürzung MOOCs (Massive Open Online Courses) bekannten Online-Kurse sind ein neues Mittel, um Wissen und Kompetenzen zu vermitteln. Als Vorreiterin auf diesem Gebiet hatte die EPFL Gelegenheit, die Möglichkeiten dieser neuen Unterrichtsform zu erproben. 2013 nahmen fast 240'000 Studierende aus aller Welt an einem der elf von der Hochschule über die Plattformen Coursera und edX angebotenen Kurse teil. Insgesamt erhielten über 27'000 von ihnen nach Absolvierung eines EPFL-MOOC ihr Abschlusszeugnis. • Die Hochschule hat die MOOCs erfolgreich in ihre Lehrpläne aufgenommen. Die neuen, als Ergänzung zu den Standardlehrgängen betrachteten Online-Kurse wurden auch von mehreren Hundert Lausanner Studenten besucht. Die meisten kommentierten diese neue Erfahrung sehr positiv. Die Lehrkräfte stellen fest, dass Studierende, die den Online-Kurs schauen, bevor sie zu den praktischen Übungen kommen, besser vorbereitet sind. • Als Beleg dafür, dass diese Revolution auch eine Chance für die Ausbildung in Schwellenländern bietet, nahmen 2013 über 2500 Studierende aus Afrika an den MOOCs der EPFL teil. 560 von ihnen erhielten ein Abschlusszeugnis. Die EPFL möchte diese Entwicklung weiter fördern, insbesondere durch die Einführung eines an die unterschiedlichen sozioökonomischen Verhältnisse der afrikanischen Länder angepassten Angebots. • Mit Hilfe der MOOCs kann auch das Weiterbildungsangebot ausgebaut werden. Da diese Kurse von zu Hause aus besucht werden können, stellen sie eine mit dem Berufsleben besser vereinbare Alternative dar. • Die beteiligten Lehrkräfte erhalten Hilfe durch das 2013 speziell zu diesem Zweck gegründete Zentrum für Bildung im digitalen Zeitalter, das sowohl pädagogische als auch technische Unterstützung gewährt. 2014 wird die EPFL rund zwölf neue MOOCs anbieten. Sieben sind schon bereit und werden ab Beginn des Frühlingsemesters verfügbar sein, die übrigen folgen im Herbst.

AUF EINEN BLICK



## 11 ONLINE-KURSE



# KÜNFTIGE ARCHITEKTEN UND INGENIEURE IM SCHULTERSCHLUSS FÜR NACHHALTIGES BAUEN

**DAS NEUE NEBENFACHPROGRAMM IDEAS BEREITET ARCHITEKTEN UND INGENIEURE AUF EINE FÄCHERÜBERGREIFENDE, AUF ZUSAMMENARBEIT AUSGERICHTETE BERUFLICHE ZUKUNFT AN EINEM ARBEITSPLATZ VOR, AN DEM IMMER AUSGEKLÜGELTERE TECHNOLOGIE ZUM EINSATZ GELANGT.**

• 2013 lancierte die EPFL ein neues Nebenfach an der Fakultät Bau, Architektur und Umwelt (ENAC). Das unter dem Titel IDEAS laufende fächerübergreifende Programm führt die Studierenden auf unbekanntes Terrain und vermittelt ihnen eine gemeinsame Kultur. • «Heute liegen Lösungen oft jenseits eines einzelnen Fachbereichs, sodass eine gemeinsame Sprache von Architekten und Ingenieuren immer wichtiger wird», erklärt Marlyne Andersen, Architektur-Professorin und Dekanin der Fakultät ENAC. «Das Programm IDEAS schlägt eine neue Brücke und fördert die Forschung in den Bereichen integriertes Design und nachhaltige Architektur.» • «Wir bereiten unsere Studierenden auf die gesellschaftlichen Herausforderungen der heutigen Zeit vor, z.B. die drastische Reduktion des Energieverbrauchs bei gleichzeitigem Erhalt von Gebäudequalität und Komfort. Diese Herausforderungen in Lösungen für einzelne Gebäude oder ganze Stadtviertel umzusetzen, ist keine einfache Aufgabe. Mit unserem Programm wollen wir den Studierenden den dafür notwendigen Hintergrund vermitteln», sagt Emmanuel Rey, Assistenzprofessor für Architektur und Teilhaber des Architekturbüros Bauart in Bern, Neuenburg und Zürich.

## KURSE FÜR INFORMATION, RECHNEN UND KOMMUNIKATION FÜR ALLE ERSTJAHRSTUDIERENDEN

11 Professoren  
16 Assistenzdoktoranden  
65 Assistenzstudierende  
1400 Studierende

> **SEIT BEGINN DES STUDIENJAHRS 2013 VERMITTELT DIE FAKULTÄT INFORMATIK UND KOMMUNIKATION DEN MEISTEN ERSTJAHRSTUDIENDEN DIE GRUNDPRINZIPIEN DER INFORMATION-, RECHEN- UND KOMMUNIKATIONSWISSENSCHAFT (ICC).** • Der Bedarf an wissenschaftlichen Kenntnissen auf dem Gebiet Informatik und Kommunikationssysteme ist zurzeit in allen Wissenschaftsbereichen spürbar, die computergestützte Instrumente und Methoden verwenden. Die EPFL hat darauf mit dem ICC-Kurs reagiert: Unterricht zu den Grundlagen von Information, Rechnen und Kommunikation. An dem gross angelegten Projekt sind elf Professoren, 16 Assistenzdoktoranden und 65 Assistenzstudierende beteiligt. • Der Kurs richtet sich mit Ausnahme der Architekturstudierenden an alle Erstjahrstudierende unabhängig von ihrem Studienfach. Er ist in drei Module gegliedert. Das erste befasst sich mit dem Begriff Algorithmus und der Darstellung von Information. Das zweite dreht sich um Signalabtastung und Datenkomprimierung. Das dritte Modul betrifft Systemaspekte: Prozessor, Speicher, Kommunikation und Sicherheit. • Die bei den 1400 Studierenden des ersten ICC-Kurssemesters durchgeführte Evaluierung förderte sehr positive Ergebnisse zutage: «Ich habe eine ganz neue Welt entdeckt. Wie ein Computer funktioniert und was man damit alles machen kann, ist faszinierend. Unabdingbares Wissen für die Welt von morgen und nützlich für unsere heutige Welt», sagt ein Student.



## UNTERSTÜTZUNG DER LEHRE UND ENTWICKLUNG NEUER PRAKTISCHER ARBEITEN

**DIE EPFL-LEITUNG HAT EIN PROJEKT FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG DER LEHRE INS LEBEN GERUFEN, MIT DEM DIE BESTEHENDEN PRAKTISCHEN ARBEITEN LANGFRISTIG GESICHERT UND GLEICHZEITIG NEUE GESCHAFFEN WERDEN KÖNNEN. MEHR ALS 80 ARBEITSPLÄTZE WURDEN NEU AUSGERÜSTET.** • Die praktischen Arbeiten bilden einen wichtigen Teil der wissenschaftlichen Ausbildung und einen Grundpfeiler des EPFL-Studiums. Die steigende Anzahl Studierender und die wachsende Komplexität der von ihnen später im Berufsleben zu meisternden Herausforderungen verlangen nach Überlegungen über die Unterstützung der Lehrtätigkeit. Angesichts dieser Feststellung und im Rahmen der Lehrplanüberarbeitung hat die EPFL-Leitung ein Projekt ins Leben gerufen, das die Unterstützung der praktischen

Facharbeiten und einen fächerübergreifenden Ansatz bei den praktischen Ausbildungsprogrammen Bachelor und Master umfasst. • Dieses Projekt, das alle Bereiche betrifft, wird sich über mehrere Jahre erstrecken, um die laufenden Unterrichtsreformen zu begleiten und zu unterstützen. Die ersten Schritte erfolgten 2013 in den Räumlichkeiten der Fakultät STI. Mehr als 80 Arbeitsplätze wurden neu ausgerüstet, um die praktischen Arbeiten langfristig zu sichern und neue Angebote zu den Themen Elektronik, Sensoren und Regler, Informationstechnologie, eingebettete Systeme, Steuerung und Regulierung zu entwickeln. Langfristig werden diese Einrichtungen in einem neuen, speziell für die praktischen Arbeiten geschaffenen Raum zusammengefasst, um neue Synergien zwischen den Kursen zu bilden.

Erneuerbare Energien  
Intelligente Stromnetze

## NEUER MASTER FÜR DIE ZEIT NACH DEM ATOM AUSSTIEG

**DAS INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK BIETET EINE NEUE AUSBILDUNG AN, DANK DER KÜNFTIGE INGENIEURE DIE INTELLIGENTEN STROMNETZE VON MORGEN BAUEN SOLLEN.**

• Schon bald wird es nötig sein, die Funktionsweise unserer Stromnetze völlig zu überdenken. Angesichts des Atomausstiegs und der ständig steigenden Anzahl Verbraucher werden die Systeme immer komplexer. Dabei müssen insbesondere die erneuerbaren Energien (Sonne, Wasser- und Windkraft etc.) massiv ins Stromnetz eingespeist werden und gleichzeitig Schwankungen auf dem Markt und bei der dezentralen Produktion dieser Energieformen berücksichtigt werden. Dieser Wandel erfordert intelligente Netze.

• **Die Natur als Vorbild:** 2013 ergänzte das Institut für Elektrotechnik seinen Master durch die Option Wissenschaft und Technologie von Smart Grids. Bei diesem europaweit einzigartigen fächerübergreifenden Ansatz lernen die Studierenden, komplexe intelligente Netze zu entwickeln und zu betreiben. • «Wir müssen uns von der Vorstellung lösen, dass ein Kraftwerk X zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Strommenge Y erzeugen kann», erklärt der für dieses Programm zuständige Professor Mario Paolone.

## UNTERSTÜTZUNG VON STUDIERENDEN DURCH MENTOREN AUS DER INDUSTRIE

**SEIT 2010 UNTERSTÜTZT DIE ABTEILUNG MANAGEMENT, TECHNOLOGIE UND UNTERNEHMERTUM IHRE MASTER-STUDIERENDEN MIT EINEM AN DER EPFL EINZIGARTIGEN MENTORING-PROGRAMM.**

• Mit diesem Programm sollen hauptsächlich Kontakte zwischen Studierenden und hochrangigen Industrievertretern hergestellt werden, um von deren Erfahrungen und Netzwerken zu profitieren. So haben die Studierenden höhere Chancen auf dem Arbeitsmarkt und können mehr zur Wirtschaft der Region beitragen. Die Mentoren (oft ehemalige Studierende der EPFL) profitieren ebenfalls von diesen jungen Talenten und können den Kontakt zur Hochschule aufrechterhalten. • Dieses Programm ist eine perfekte Ergänzung zur Suche nach Praktika, die im Master-Lehrplan der EPFL obligatorisch geworden sind. Die Praktikabetreuer, die oft aus renommierten Unternehmen stammen, zeigen immer mehr Interesse an diesem System. So verfügen die künftigen Studierenden über noch mehr Betreuungsmöglichkeiten während ihres Master-Studiums. Das Programm wertet somit das Studium zusätzlich auf und schafft Verbindungen zwischen Universität und Industrie.

## SUPERNOVA-EXPLOSIONEN WIE IN ECHT

Die als Supernova bezeichnete Explosion von Sternen an ihrem Lebensende liefert viele wertvolle Informationen über den Ursprung des Universums. Die Master-Arbeit von Alexis Arnaudon zielt darauf ab, bestimmte Parameter von Supernova-Simulationen zu verbessern, um einige der vielen noch offenen Fragen zu beantworten. Als Erstes reproduzierte der Student die Explosion eines einzelnen Sterns. Die Ergebnisse waren ein erster Schritt für die Erarbeitung genauerer Modelle.

## FAHRER VON MÜDIGKEITSDETEKTOR BEOBACHTET

Marina Zimmermann entwickelte im Rahmen ihrer Master-Arbeit im Bereich Elektrotechnik einen Videoalgorithmus für die auf dem Schließen der Augen basierende Feststellung von Müdigkeit. Ihr Algorithmus eliminiert die Auswirkungen unterschiedlicher Lichtverhältnisse und Augenmorphologien der Fahrer. Ausserdem erstellte sie ein 3D-Profil des Auges und der Augenlider, das vom Projektpartner PSA Peugeot Citroën für einen Prototyp verwendet wurde.



## INTELLIGENTE ENERGIE FÜR FLÜCHTLINGSLAGER

Ersetzung von Dieselgeneratoren durch ein Netz aus intelligenten Solarlampen, die den für die Beleuchtung von Flüchtlingslagern notwendigen Strom speichern können: Hamed Ziade erarbeitete im Rahmen seines Master-Projekts in Zusammenarbeit mit dem Flüchtlingshochkommissariat der Vereinten Nationen ein an Flüchtlingslager auf der ganzen Welt angepasstes Energieverbrauchsmodell. Ein erster Schritt im Kampf gegen die Dunkelheit.

### LEICHTERES FLUGZEUG DANK UNGEWÖHNLICHER FORM

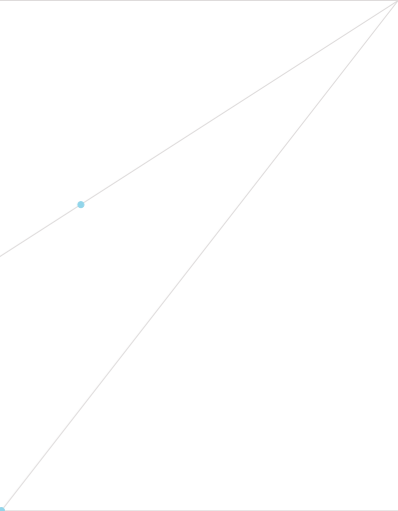
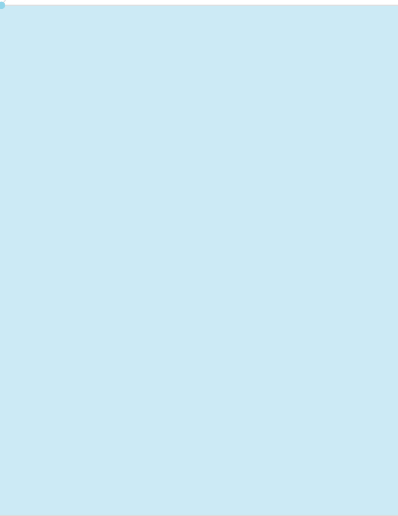
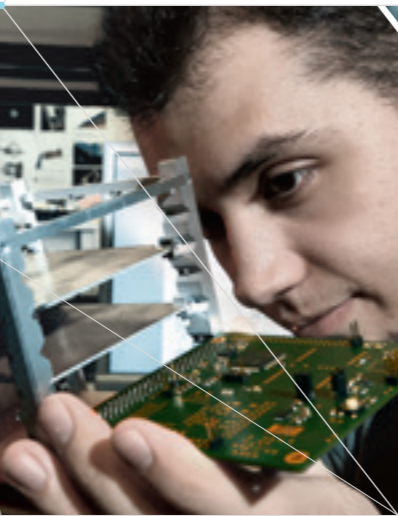
Im Labor für angewandte Mechanik und Zuverlässigkeitsanalyse haben Studierende der Bachelor-Stufe eine neue Drohnenart entworfen. Sie ist grösser als herkömmliche Drohnen, aber leichter und genauso solide. Der Trick besteht darin, dass das Gewicht dank eines Drahtnetzes zwischen den beiden Flügeln auf das gesamte Fluggerät verteilt wird. Die Drohne aus Sagex und Karbonfasern hat eine Flügelspannweite von vier Metern, wiegt aber nur fünf Kilo.

### HIRN FÜR PICOSATELLITEN

Das zu Beginn des Jahrhunderts von den Technikuniversitäten in Kalifornien und Stanford erfundene Satellitenmodell mit zehn Zentimetern Kantenlänge soll Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die kostengünstige Durchführung von Weltraumexperimenten ermöglichen. Mikrotechnikstudent Louis Masson erfand für seine Master-Arbeit eine neue Art Mikrocomputer für diese Picosatelliten. Damit können die Leistungen des Nachfolgers des von Studierenden entworfenen und 2009 gestarteten ersten Schweizer Satelliten Swisscube gesteigert werden.

### BLUETOOTH ZEIGT DYNAMIK DER MENSCHENMASSEN AM PALÉO-FESTIVAL AUF

Das Paléo-Festival zieht jeden Tag mehr als 40'000 Musikfans an. Viele von ihnen haben ein Mobiltelefon mit aktivierter Bluetooth-Funktion dabei. Elisaveta Kondratieva wollte im Rahmen ihrer Semesterarbeit das Verhalten der Zuschauer in der Masse verstehen. Dafür entwickelte sie einen innovativen Ansatz, der am Paléo-Festival 2010 gesammelte Mobilfunkdaten mit statistischen Angaben kombiniert. Sie analysierte das Potenzial, aber auch die Grenzen dieser Methode.



### ZEITREISE IN VENEDIG

Zwei Studierende des Collège des Humanités entwickelten eine Schnittstelle, mit der das frühere Aussehen der Gebäude bei einer Stadtführung in Venedig beobachtet werden kann. Sie begaben sich an die auf alten Stichen abgebildeten Orte und erstellten danach eine Datenbank über die entsprechenden Veränderungen. Dank des integrierten Navigationssystems können Smartphones und Tablets Informationen über die Sehenswürdigkeiten anzeigen und die Touristen auf ihren Rundgängen begleiten.

### DER ROBOTER UND SEIN VIRTUELLES PENDANT

Der kleine humanoide Roboter DARwIn-OP wurde von einem koreanischen Unternehmen und drei amerikanischen Universitäten entwickelt und soll als wissenschaftliches Forschungsinstrument dienen. Nun besitzt der Android mit den grossen Augen dank David Mansolino ein digitales Pendant. Der Master-Student integrierte ihn in eine vom EPFL-Spin-off Cyberbotics entwickelte Simulationsplattform. Ausserdem arbeitete er an der Übertragung der Daten vom Computer auf den Roboter durch einfachen Klick.

### UNTERSUCHUNG DER WASSERVERSORGUNG VON SPITÄLERN IN VIETNAM

Statt sich an einem Strand in der Sonne zu aalen, besuchten drei Master-Studierende Spitäler in Ho-Chi-Minh-Stadt und den Vororten des früheren Saigon. Diese Reise war die erste Etappe eines Projekts, mit dem ein an die Situation von Spitälern in Schwellenländern angepasstes Wasseraufbereitungs-Kit entwickelt werden soll. Das von Ingénieurs du Monde finanzierte Praktikum ist Teil des EPFL-Programms EssentialTech.

### EINE SOFTWARE ALS ORIENTIERUNGSHILFE IM SYMPOSIENDSCHUNGEL

Stellen Sie sich vor, Sie sitzen am Vorabend eines Symposiums im Flugzeug und müssen Hunderte Abstracts durchforsten, um eine Auswahl zu treffen. Wie können Sie sicher sein, keinen Vortrag in Ihrem Forschungsgebiet zu versäumen? Drei Studierende der Fakultät für Informatik und Kommunikation haben eine Software namens TrailHead erfunden, dank der mithilfe eines Visualisierungssystems eine Auswahl getroffen werden kann. Jonas Arnfred, Amine Mansour und Yannik Messerli bieten mit ihrem Programm dem Nutzer die Möglichkeit, sich auf die Referate zu konzentrieren, die seinen wissenschaftlichen Interessen entsprechen.

KONZEPTION

# EPFL-STUDIERENDE BEFASSEN SICH MIT INNOVATIVEN PROJEKTEN

ASTRONOMIE, AUTOMOBILTECHNIK, INFORMATIK, UMWELT ETC.:  
DIE STUDIERENDEN WARTEN NICHT, BIS SIE IHR DIPLOM IN DER  
TASCHE HABEN, UM NEUE WEGE ZU ERKUNDEN UND EHRGEIZIGE  
FORSCHUNGSARBEITEN IN ANGRIFF ZU NEHMEN. WIR HABEN DIESE  
JUNGEN WISSENSCHAFTLERINNEN UND WISSENSCHAFTLER GETROFFEN.



# FORSCHUNG

## VIELSEITIGE WISSENSCHAFT FÜR DAS 21. JAHRHUNDERT

2013 erhielt das Human Brain Project am meisten Aufmerksamkeit an der EPFL (Seite 26). Es ist ein Projekt der Superlative: 1,2 Mrd. Euro Investitionen und über 120 Forscherteams, die sich mit der komplexesten Aufgabe überhaupt befassen: Wie funktioniert das menschliche Gehirn? Das von der Europäischen Kommission ausgewählte Projekt erfüllt die EPFL, aber auch den Schweizer Wissenschaftsstandort selbstverständlich mit grossem Stolz. • Der Umfang des Projekts ist beeindruckend, aber das Human Brain Project ist auch noch in anderer Hinsicht interessant: Es ist typisch für die Wissenschaft des 21. Jahrhunderts. Um die grossen gesellschaftlichen Herausforderungen anzupacken, muss die Wissenschaft die Mauern zwischen den einzelnen Fachbereichen einreissen und Informatiker, Physiker, Ärzte, Elektroniker, Robotiker etc. an einen Tisch bringen. Die zu lösenden Probleme sind zu komplex als dass ein einziger Fachmann eine Antwort geben könnte. • Viele weitere, in diesem Bericht beschriebene Forschungsprojekte gehen genau in die gleiche Richtung. Ohne das Gespräch zwischen Biologen und Informatikern hätten wir keine Karte der menschlichen HIV-Resistenz als Voraussetzung für die Entdeckung der Schwächen dieses Virus erstellen können (Seite 25). Der Bereich Energie und Umweltwissenschaften steht dem mit seinen zahlreichen fächerübergreifenden Arbeiten auf dem Gebiet der Wasserkraft (Seite 19), der sehr vielversprechenden Fotovoltaik-Nanofäden (Seite 32) oder der Frage nach der Lagerung von Nuklearabfällen (Seite 30) in nichts nach. Alle diese zentralen Probleme können nur gelöst werden, wenn äusserst vielfältige Kompetenzen miteinander kombiniert werden. • Wir haben versucht, Ihnen einen möglichst vollständigen Überblick über die Forschung an der EPFL zu vermitteln. Diese wenigen Seiten geben jedoch nur einen kleinen Einblick in die aussergewöhnliche Arbeit der 300 Labors unserer Hochschule. Alle diese Forscherteams teilen äusserst vielschichtige wissenschaftliche Kenntnisse und Kulturen miteinander und sorgen für die besondere Atmosphäre, die heute die international anerkannte Stärke unserer Institution ausmacht.

PHILIPPE GILLET  
VIZEPRÄSIDENT FÜR AKADEMISCHE  
ANGELEGENHEITEN



SCHWEIZER HOCHGEBIRGSTAL



STAUDAMM



## VAL FERRET ALS MODELL FÜR EXTREME GLOBALE REGENFÄLLE

24 Wetterstationen

- > **EPFL-WISSENSCHAFTLER HABEN IN DER REGION DES SCHWEIZER VAL FERRET EIN NEUES, WELTWEIT EINSETZBARES STATISTIKMODELL FÜR EXTREME REGENFÄLLE ENTWICKELT.**
- Extreme Regenfälle stehen im Zusammenhang mit Wirbelstürmen und Überschwemmungen und können Menschenleben gefährden, die Infrastruktur schwer beschädigen und die Wirtschaft eines Landes empfindlich treffen. Für eine genauere Vorhersage der mit solchen Ereignissen verbundenen Risiken müssen Extremniederschlagsmodelle entwickelt werden.
  - Ein Team des Lehrstuhls für Statistik nutzte Niederschlagsdaten aus dem Val Ferret, um ein Statistikmodell für extreme Regenfälle zu erstellen. Die Forscher stützten sich dabei auf Daten von 24 Wetterstationen aus dem Raum Grosser Sankt Bernhard einschliesslich einer Messstelle von Meteo Schweiz, die über einen Zeitraum von 31 Jahren Niederschlagsdaten erhoben hatte.
  - Man wollte auf diese Weise herausfinden, wie extreme Regenfälle über die Zeit und über einen bestimmten Raum verteilt sind. Die Forscherinnen und Forscher bedienten sich einer als Extremwerttheorie (EVT) bezeichneten Statistikmethode, die sich auf stark vom Durchschnitt abweichende Daten konzentriert. Das Team passte bestehende Extremniederschlagsmodelle an die Daten aus dem Val Ferret an und verglich sie mit den Daten. Anschliessend wählten sie die besten Modelle aus und analysierten, wie gut sie die täglichen Regenfälle vorhersagten.
  - Die Studie zeigte, dass ein EVT-basiertes Modell extreme Regenfälle im Val Ferret am genauesten vorhersagen könnte. Laut den Wissenschaftlern liesse sich die Methode auch nutzen, um extreme Niederschlagsereignisse weltweit zu simulieren und Risikoanalysen für Versicherungen, Überschwemmungsbekämpfung und Infrastrukturplanung durchzuführen.

## UMWELTVERTRÄGLICHER AUSBAU DER WASSERKRAFT

**HUNDERTE AUF DIE GENEHMIGUNG WARTENDE KLEINWASSERKRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ KÖNNTEN DIE ARTENVIELFALT UNSERER FLUSS-ÖKOSYSTEME GEFÄHRDEN. BESSER INFORMIERTE POLITIKER KÖNNTEN HELFEN, DIE UMWELT ZU SCHÜTZEN, MEINT PROF. PAOLO PERONA.**

• Nach dem Unfall von Fukushima und der Entscheidung der Schweiz, aus der Atomenergie auszusteigen, dürfte ein Grossteil des Produktionsausfalls durch erneuerbare Energien und insbesondere die Wasserkraft aufgefangen werden. Was bedeutet dies aber für die Ökosysteme der Schweizer Flüsse? Die aktuelle Politik könnte zu folgenschweren Veränderungen der Artenvielfalt führen, sagt Paolo Perona, Professor für angewandte Wasserwirtschaft und Flussmorphodynamik.

• In zwei kürzlich erschienenen Beiträgen präsentierte Perona einen innovativen Ansatz im Bereich Flussmanagement,

der ökologische und ökonomische Anliegen unter einen Hut bringt. «Es wurden zwar Massnahmen ergriffen, damit die Flüsse nie austrocknen, aber dadurch werden die natürlichen Schwankungen behindert», erklärt er. Den Preis dafür bezahlt die Umwelt. «Viele Prozesse in Flüssen werden durch schwankende Wassermengen bestimmt. Hochwasser verbinden die Flüsse mit ihren Schwemmebenen, versorgen den Boden wieder mit Feuchtigkeit, bringen Nährstoffe und entfernen Schutt.»

• Wenn wir die langfristige Nachhaltigkeit der Wasserkraft sicherstellen wollen, müssen wir unser Flussmanagement überdenken. Perona schlägt auf einer wirtschaftstheoretischen Grundlage vor, den Wasserkraftwerken und der Umwelt das Wasser so zuzuführen, dass beide den gleichen Grenznutzen daraus ziehen, und gleichzeitig die für die Artenvielfalt unverzichtbare Schwankung der Wassermenge zu bewahren.



INDUSTRIEPLASMA

## MEHR SICHERHEIT FÜR INDUSTRIEPLASMA

**EPFL-WISSENSCHAFTLER HABEN DIE PHYSIKALISCHEN GESETZE VON PLASMOIDEN ENTSCHELSSELT, DIE SCHWERE SCHÄDEN AN INDUSTRIEPLASMAREAKTOREN ANRICHTEN KÖNNEN.**

• Plasma ist erhitztes Gas mit ionisierten Molekülen. Auf der Erde existiert es in natürlicher Form nur in Blitzen und Nordlichtern. In der Industrie werden spezielle Reaktoren benutzt, um Plasma zur Herstellung von Solarzellen, fluoreszierendem Licht, Bildschirmen und sogar Lebensmittelverpackungen zu erzeugen. Ein häufiges Problem im Zusammenhang mit industriellem Plasma ist die Bildung von Plasmoiden, d.h. intensivem, lokalisier-tem Plasma, das sich spontan entzünden und Reaktor-teile zerstören kann. Solche Plasmoid-Schäden können kostspielige Reparaturen und Produktionsausfälle nach sich ziehen. • Wissenschaftler des EPFL-Zentrums für plasmaphysikalische Forschung haben nun herausgefun-

den, wie sich Plasmoiden bilden und wie dieser Vorgang gestoppt werden kann. Sie stellten fest, dass Plasmoiden wie ein Trichter für intensive elektrische Ströme wirken und Elektronen durch das Gitter des Reaktors transpor-tieren, das das Plasma in Schach halten sollte. Sie werden durch die gleiche Energiezufuhr aufrechterhalten, mit der ursprünglich das Plasma erzeugt wurde, und bilden auf beiden Seiten des Gitters ein positives Potenzial. Diese Trichterwirkung des elektrischen Stroms verursacht dann die intensive Hitze der Plasmoiden. • «Dank der Aufdeckung der physikalischen Gesetze hinter der Plas-moid-Bildung können wir nun Bewältigungsstrategien für die Plasmaindustrie erarbeiten», erklärt Teammitglied Alan Howling. «Durch eine Regulierung der plasmabilden-den Mechanismen in ihren Reaktoren können die Her-steller die Bildung von Plasmoiden minimieren oder ganz verhindern.»

## HOCHTEMPERATUR-SUPRALEITFÄHIGKEIT VERSTEHEN

> Absoluter  
Temperaturnullpunkt  
-273,15°C

**SUPRALEITER KÖNNTEN DAS ENERGIEMANAGEMENT REVOLUTIONIEREN, SIND ABER MEISTENS NICHT KOMMERZIELL NUTZBAR, WEIL SIE NUR IN EXTREMER KÄLTE NAHE AM ABSOLUTEN TEMPERATURNULLPUNKT FUNKTIONIEREN. EPFL-WISSENSCHAFTLER HABEN EINEN INNOVATIVEN ANSATZ ENTWICKELT, DANK DEM WIR DIE SUPRALEITFÄHIGKEIT VIELLEICHT BESSER VERSTEHEN UND NUTZEN KÖNNEN.**

• Supraleiter sind Materialien, in denen elektrischer Strom ohne Verlust fließt. Wenn dieses Prinzip genutzt werden könnte, wäre dies der Auftakt zu einer sehr viel energieeffizienteren Zukunft. Die meisten Supraleiter funktionieren jedoch nur bei extremer Kälte nahe am absoluten Temperaturnullpunkt (-273,15° C). Einige können zwar auch bei höheren Temperaturen von rund -135° C genutzt werden, aber man weiss nicht genau, weshalb. Forscherinnen und Forscher des Labors für ultraschnelle Mikroskopie und Elektronenstreuung haben nun eine Methode erarbeitet, die Licht ins Dunkel dieser Hochtemperatur-Supraleiter (HTS) bringen kann. • Unterhalb einer bestimmten Temperatur schieben die Atome eines Supraleiters die Elektronen zusammen und bilden neue Partikel, die als Cooper-Paare bezeichnet werden. Diese Elektronenpaare gehorchen den Gesetzen der Quantenphysik und besitzen einen ungewöhnlichen, Bose-Einstein-Kondensat genannten Aggregatzustand, der keinerlei elektrischen Widerstand aufweist. • Die Forscherinnen und Forscher kühlen einen HTS auf Supraleitungstemperatur ab und beschossen ihn dann wiederholt mit Laserimpulsen, um die Cooper-Paare in einzelne Elektronen aufzuspalten, wodurch sich das Farbspektrum des Supraleiters änderte. Durch Messen dieser Veränderung entdeckten sie, dass die Bildung von Cooper-Paaren in einem HTS ganz anders erfolgt als in konventionellen Supraleitern. • Mit dieser Studie wurde zum ersten Mal die Bildung von Cooper-Paaren in einem HTS direkt beobachtet, und die Wissenschaftler haben so ein wichtiges Instrument für weitere Einblicke in die Funktionsweise von Hochtemperatur-Supraleitern erhalten.

# ANGRIFFSTECHNIK DER STAPHYLOKOKKEN VON FORSCHERN ENTSCHLÜSSELT

**BESTIMMTE KRANKHEITSERREGER WIE DER BERÜCHTIGTE STAPHYLOCOCCUS AUREUS SIND REGELRECHTE NANOKRIEGSMASCHINEN. EPFL-FORSCHER HABEN NUN ENTDECKT, DASS SIE EINEN WINZIGEN STACHEL BENUTZEN, UM DIE ZELLMEMBRAN ZU DURCHSTOSSEN.**

• Bestimmte Bakterien besitzen eine gefährliche biologische Waffe: Sie können winzige Stachel ausfahren, die die Membran der Wirtszelle durchstossen und diese so töten. Forschern ist es nun gelungen, den Mechanismus zu entschlüsseln. Es handelt sich um eine Ansammlung von Proteinen, die sich im richtigen Augenblick entfalten und die Form eines Stachels annehmen. Dank dieser Forschungsarbeit entstehen neue Möglichkeiten für den Kampf gegen diese Erreger, zu denen auch der zunehmend antibiotikaresistente *Staphylococcus aureus* gehört. • Um die Wirtszelle anzugreifen, muss das Bakterium zuerst andocken. Dazu besitzt es auf seiner Oberfläche sieben ringförmig angeordnete Proteine, die sich zu einer Art Stachel entfalten können. Dieser Mechanismus wird durch ein kleines organisches Molekül, ein sogenanntes Peptid, ausgelöst, das sich beim Kontakt mit den Enzymen des Wirtsorganismus ablöst. Die Proteine nehmen dann eine neue Form an, entfalten sich in einer Kreisbewegung und bilden einen Stachel, der die Membran der Wirtszelle durchbohrt. • Die Idee, bei den Waffen des Bakteriums statt beim Bakterium selbst anzusetzen, klingt verlockend in einer Zeit, in der Antibiotikaresistenzen insbesondere bei Nosokomialinfektionen mit Staphylokokken zunehmen. Eine mögliche Strategie bestünde darin, das Ausfahren des Stachels zu verhindern und so die tödliche Waffe des Bakteriums auszuschalten.

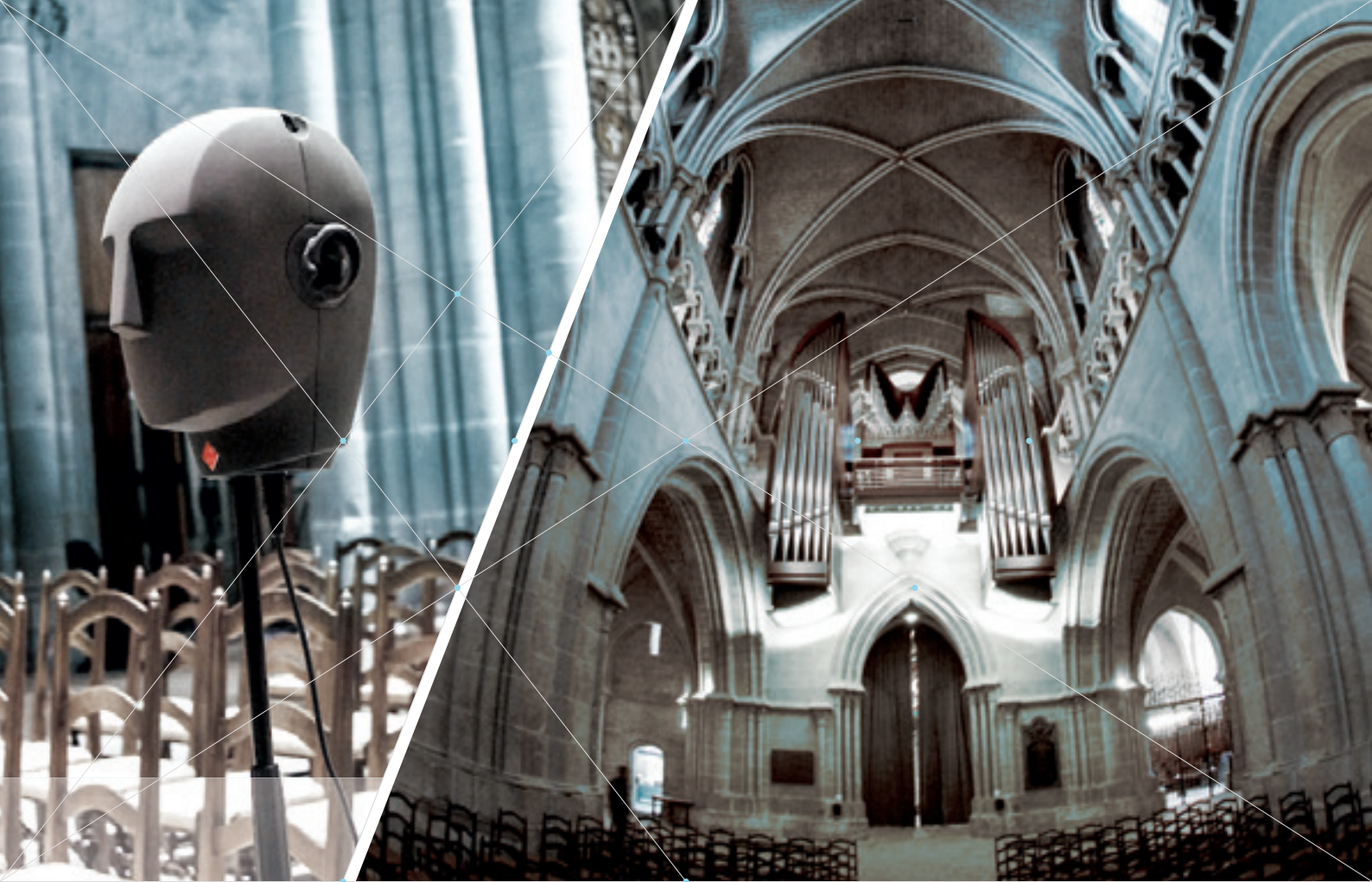
# VERLANGSAMUNG DES ALTERUNGSPROZESSES MIT EINFACHEN ANTIBIOTIKA

**WISSENSCHAFTLER DER EPFL HABEN EINEN MECHANISMUS ENTDECKT, DER FÜR DEN ALTERUNGSPROZESS DES KÖRPERS VERANTWORTLICH IST. FADENWÜRMER LEBEN NACH EINER BEHANDLUNG LÄNGER UND BESSER.**

• Warum leben in einer homogenen Population der gleichen Spezies bestimmte Individuen bis zu dreimal länger als andere? • EPFL-Forscher haben nun einen die Langlebigkeit bestimmenden Mechanismus entdeckt. Dieser läuft in den als Energiefabriken des Körpers geltenden Mitochondrien ab. Diese befinden sich im Zellkern und spielen beim Alterungsprozess des Körpers eine Rolle. Dank der neuen Forschungen konnte nun genau festgestellt werden, welches Gen involviert ist. Gleichzeitig konnten die Auswirkungen von Schwankungen bei dem von diesem Gen exprimierten Protein auf die Langlebigkeit gemessen werden. • Die Forscher reproduzierten diese Schwankungen bei Fadenwürmern mithilfe von Antibiotika. «Durch die künstliche Bremsung der Proteinbildung während ihrer Wachstumsphase konnten wir die Lebensdauer der Würmer signifikant steigern», sagt Johan Auwerx, Leiter des EPFL-Labors für integrative und systemische Physiologie (LISP). Ihre durchschnittliche Lebenserwartung erhöhte sich so von 19 auf über 30 Tage. Sie leben nicht nur länger, sondern sind auch besser in Form.

> Die mittlere Lebenserwartung der Würmer stieg von 19 auf über 30 Tage





## AKUSTISCHE RAUMERFASSUNG DURCH EINFACHES FINGERSCHNIPSEN

**DIE ABMESSUNGEN UND FORM EINES RAUMS KÖNNEN MIT EIN PAAR MIKROS UND EINEM FINGERSCHNIPSEN BESTIMMT WERDEN. EIN AN DER EPFL-FAKULTÄT FÜR INFORMATIK UND KOMMUNIKATION ENTWICKELTER ALGORITHMUS EBNET DEN WEG FÜR ZAHLREICHE ANWENDUNGEN.**

• Einige Sehbehinderte haben eine aussergewöhnliche Fähigkeit entwickelt: Sie können sich die Form des Raumes, in dem sie sich befinden, ausschliesslich aufgrund akustischer Informationen vorstellen. Fledermäuse und Delfine orientieren sich mithilfe derselben Methode. • Ein Team des EPFL-Labors für audiovisuelle Kommunikation (LCAV) entwickelte unter der Leitung von Martin Vetterli einen Computeralgorithmus, mit dem die gleiche Arbeit mit einem von vier Mikrofonen eingefangenen Ton erledigt werden kann. «Jedes Mikro hört den direkt empfangenen Ton sowie die Echos der Wände», erklärt LCAV-Doktorand Ivan Dokmanić. «Der Algorithmus vergleicht dann die Signale aller Mikrofone. Dank der winzigen Verzögerungen können so nicht nur die Abstände zwischen den Mikrofonen, sondern auch die Entfernung zu den Wänden und der Tonquelle berechnet werden.» • Die Fähigkeit, die verschiedenen von den Mikrofonen empfangenen Echos zu «sortieren», ist eine Premiere. Durch die Signalanalyse jedes Mikrofons kann das System feststellen, ob das Signal ein- oder zweimal abgeprallt ist, und die «Handschrift» jeder Wand identifizieren. • An der EPFL testeten die Forscher den Algorithmus zuerst in einem leeren Raum, in dem sie eine bewegliche Wand verschoben. Mit den Ergebnissen konnten sie die Richtigkeit ihres Ansatzes bestätigen. Auch ein zweites Experiment in einem viel komplexeren Umfeld, nämlich in der Lausanner Kathedrale, lieferte gute Ergebnisse.

Mit blossem Auge betrachtet gleicht die Struktur einer geometrischen Form.

Durch Darüberlegen einer Linse und ein leichtes Verschieben bewegen sich die Buchstaben.

STRUKTUR MIT  
BLOSSEM AUGE  
BETRACHTET

MOIRÉ-EFFEKT



## NEUES MIKROOPTIKVERFAHREN IM KAMPF GEGEN FÄLSCHUNGEN

**IM KAMPF GEGEN FÄLSCHUNGEN BIETEN FORSCHER NUN EIN MINIATURISIERTES AUTHENTIFIZIERUNGSSYSTEM AN, DAS MOIRÉ-TECHNOLOGIE UND MIKROLITHOGRAFIE MITEINANDER VERBINDET. DAS MIT BLOSSEM AUGE ERKENNBARE SICHERHEITSMERKMAL KANN MIT DEN AKTUELLEN DRUCKERN NICHT REPRODUZIERT WERDEN.** • Forscher der EPFL haben eine neue Waffe für den Kampf gegen Fälschungen entwickelt. Sie bieten ein Authentifizierungssystem an, das zwei komplexe Techniken kombiniert und praktisch unmöglich zu reproduzierende Bilder generiert. Das System könnte für den Fälschungsschutz von Banknoten, Reisepässen, Elektronikartikeln, Uhren oder Medikamenten verwendet werden. • Es ist das Ergebnis der gemeinsamen Arbeit von Spezialisten aus den Teams von Roger D. Hersch und Jürgen Brugger, die Kombination aus Moiré-Technik (opti-

sches Phänomen aufgrund der Überlagerung von zwei jeweils aus dunklen und hellen Stellen bestehenden Strukturen) und Mikrolithografie. Sie generierten ein dynamisches Miniaturbild, das insbesondere eine Alternative zu den heute relativ einfach nachzubildenden Hologrammen bietet. • Diese Erfindung ist sicherheitstechnisch in vielerlei Hinsicht interessant. Die Moiré-Motive sind mit blossem Auge ohne Infrarotlampe oder Mikroskop für eine Echtheitsprüfung erkennbar, und mit der Mikrolithografie können komplexe hochauflösende Bilder von fast 10'000 dpi generiert werden, während auch die leistungsfähigsten Drucker nur bis 1200 dpi schaffen. Schon eine Abweichung von wenigen Mikron bei der Überlagerung der beiden Moiré-Schichten führt zu einer starken Verzerrung. Manipulationen sind dadurch leicht zu erkennen.

## KUPFERZUFUHR HILFT TUMOREN BEIM «ATMEN»

**EPFL-FORSCHER HABEN AUFGEZEIGT, DASS BÖSARTIGE KREBSZELLEN FÜR DIE ENERGIEPRODUKTION KUPFER BRAUCHEN UND DASS EINE GERINGERE KUPFERZUFUHR ÜBER DIE NAHRUNG DAS TUMORWACHSTUM VERLANGSAMEN KANN.**

• Ungleichgewichte im Kupferhaushalt werden mit verschiedenen Erkrankungen, u.a. auch Krebs, in Verbindung gebracht. Unter der Leitung von Prof. Douglas Hanahan, Inhaber des Merck-Serono-Lehrstuhls für Onkologie, untersuchten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Rolle von Kupfer bei Krebserkrankungen unter Verwendung genetisch veränderter Mäuse mit neuroendokrinen Pankreastumoren. Ihre in PNAS veröffentlichten Ergebnisse zeigen, dass das Kupfer im Trinkwasser in der im öffentlichen Leitungsnetz zulässigen Höchstmenge das Wachstum der Tumorzellen bei den Mäusen beschleunigt. Die Studie weist klar darauf hin, dass Kupfer auch im Zusammenhang mit dem Tumorwachstum beim Menschen eine wesentliche Rolle spielt. Die Forscherinnen und Forscher raten deshalb Krebspatienten, im Rahmen ihrer Krebsbehandlung die Kupferzufuhr zu minimieren. • «Die grösste Überraschung war, dass bereits eine geringe Zugabe von Kupfer zum Trinkwasser das Tumorwachstum beschleunigte, was darauf hindeutet, dass dieses Metall ein wesentlicher Nährstoff für Krebszellen ist», erklärt Studienhauptautorin Seiko Ishida. • Die Studie besagt allerdings nicht, dass Kupfer Krebs verursacht. Die Zufuhr derselben Menge Kupfer über das Trinkwasser während zwei Jahren führte nämlich bei gesunden Mäusen nicht zu einer höheren Krebsinzidenz.

## GENETIKER ERSTELLEN EINE KARTE DER MENSCHLICHEN HIV-RESISTENZ

**LIEGT DER SCHLÜSSEL ZU KÜNFTIGEN AIDS-BEHANDLUNGEN IN UNSEREN GENEN? MITHILFE EINES SUPERCOMPUTERS ANALYSIERTEN WISSENSCHAFTLER DAS GENOM TAUSENDER HIV-STÄMME UND ERSTELLTEN DIE ERSTE KARTE DER MENSCHLICHEN RESISTENZ.**

• Der Schlüssel zu künftigen HIV-Behandlungen könnte in unseren eigenen Genen versteckt sein. Jeder Infizierte entwickelt Abwehrstrategien. Einige können den Virus sogar ohne jede Behandlung in Schach halten. Diese Immunantwort hinterlässt einen genetischen Abdruck im Erreger. Wissenschaftler der EPFL, des Waadtländer Universitätsspitals und der Universität Lausanne verfolgten diese Schlachten vom Genom des Virus bis zum Genom des Opfers. Auf diese Weise konnten sie die erste Karte der menschlichen HIV-Resistenz erstellen. Ziel der Forschung ist die Erarbeitung neuer therapeutischer Ansätze und individueller Behandlungsstrategien. • Für die Erstellung dieser Karte analysierten die Forscher eine riesige Datenmenge, die bis in die 1980er-Jahre zurückreicht. Sie untersuchten die HIV-Stämme von 1071 Infizierten und verglichen über 3000 potenzielle Mutationen im Virusgenom mit mehr als 6 Millionen Variationen im Genom der Patienten. Mithilfe von Supercomputern prüften sie alle möglichen Kombinationen und ermittelten Korrelationen zwischen Patienten. Mit dieser neuen, indirekten Methode konnte der bisher vollständigste Überblick über die menschlichen Gene und die Auswirkungen auf die HIV-Resistenz erstellt werden.



**DAS HUMAN BRAIN PROJECT IST EINES DER FLAGGSCHIFF-FORSCHUNGSPROJEKTE DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION. DAS MIT 1,2 MRD. EURO VERANSCHLAGTE UND VON DER EPFL KOORDINIERT PROGRAMM FÜR DIE ERSTELLUNG EINES GEHIRNMODELLS WURDE AM ENDE EINER HART UMKÄMPFTEN AUSSCHREIBUNG AUSGEWÄHLT.**

• Das Human Brain Project, an dem über 100 europäische Forschungseinrichtungen beteiligt sind, ist auf zehn Jahre angelegt. Seine Kosten werden auf 1,19 Mrd. Euro geschätzt. Zusammen mit dem in Schweden geleiteten Graphene-Projekt wurde das Human Brain Project von der Europäischen Kommission im Rahmen des FET-Flagship-Programms ausgewählt, mit dem wissenschaftliche Grossprojekte im Technologiebereich gefördert werden sollen. Es wird gemeinsam von Henry Markram an der EPFL, Richard Frackowiak am Waadtländer Universitätsspital (CHUV) und Karlheinz Meier an der Universität Heidelberg geleitet.

• Mit dem Human Brain Project soll das gesamte heutige Wissen über das menschliche Gehirn zusammengefasst werden, um daraus ein Computermodell zu erstellen. Damit will man die Funktionsweise des Gehirns und neurologische Erkrankungen besser verstehen. Des Weiteren sollen innovative Technologien in den Bereichen Informatik und Robotik entwickelt werden.

• Die Schweiz spielt eine zentrale Rolle beim Human Brain Project. An der EPFL sind Henry Markram und sein Team für die Projektkoordinierung und die Entwicklung einer Gehirnsimulationsplattform zuständig, am CHUV befassen sich Richard Frackowiak und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit der Erstellung eines Medizininformatiksystems, und das Swiss Supercomputing Centre in Lugano stellt die notwendige Computerinfrastruktur zur Verfügung. Zahlreiche weitere Schweizer Gruppierungen werden sich ebenfalls am Projekt beteiligen.

• Die Eidgenossenschaft engagiert sich auch finanziell und hat für den Zeitraum 2013 bis 2017 zur Unterstützung des Labors von Henry Markram und für das Supercomputing Centre 75 Mio. Franken bereitgestellt. Langfristig werden die EPFL-Wissenschaftler am ehemaligen Genfer Standort von Merck Serono arbeiten.

• Auch andere europäische Länder stehen nicht abseits: Insbesondere Deutschland setzt sich sehr für dieses Projekt ein, namentlich über das Forschungszentrum Jülich, das einen Grossteil der erforderlichen Rechenkapazitäten zur Verfügung stellen wird, und die Universität Heidelberg, die die Entwicklung neuer, sogenannter «neuromorpher», also vom Gehirn inspirierter, Computertechnologien übernimmt.

**2005  
BEGINN DES PROJEKTS BLUE BRAIN**

EPFL-Neurowissenschaftler Henry Markram beginnt das Projekt Blue Brain im Rahmen einer Partnerschaft mit IBM. Diese weiterhin laufende und von der Eidgenössenschaft unterstützte Simulation bildet den Schwerpunkt des Human Brain Project.

**MAI 2011  
ERSTE AUSWAHLRUNDE  
DES FET-FLAGSHIP-PROGRAMMS**

Sechs Wissenschaftsprojekte werden von der Europäischen Kommission im Rahmen des FET-Flagship-Programms ausgewählt. Diese Flaggschiffprojekte werden von der EU mit umfangreichen finanziellen Mitteln unterstützt.

**23. OKTOBER 2012  
EINREICHUNG DER BEWERBUNGEN**

Die Dossiers der sechs FET-Flagship-Finalisten werden in Brüssel eingereicht.

**28. JANUAR 2013  
WAHL DES HUMAN BRAIN PROJECT  
DURCH DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION**

Zwei Projekte werden schliesslich ausgewählt: das in der Schweiz koordinierte Human Brain Project und das in Schweden geleitete Graphene-Projekt. Die Europäische Kommission finanziert die beiden Vorhaben mit je einer halben Milliarde Euro.

**7. OKTOBER 2013  
OFFIZIELLER STARTSCHUSS**

Vertreterinnen und Vertreter aus über 130 Partnerinstitutionen treffen sich an der EPFL für den Startschuss des Projekts. Neurowissenschaftler, Ärzte, Informatiker und Robotiker haben die letzten Vorbereitungen für den Beginn eines beispiellos komplexen Projekts getroffen.

**MÄRZ 2014  
NEUE PARTNER**

Im Rahmen eines Projektwettbewerbs schliessen sich 32 Organisationen aus 13 Ländern dem Human Brain Project an.

**MÄRZ 2016  
ENDE DER ERSTEN ETAPPE**

Die Wissenschaftler haben Zeit bis im März 2016, um die Forschungsplattformen für Neuroinformatik, Hirnsimulation, Hochleistungsrechnen, Medizininformatik, neuromorphe Informatik und Neurorobotik zu schaffen. Diese Etappe wird durch das 7. EU-Rahmenprogramm für Forschung und Entwicklung (FP7) mit 54 Millionen Euro finanziert.

**2023  
FUNKTIONSMODELL  
DES MENSCHLICHEN GEHIRNS**

Zehn Jahre nach Projektbeginn sollten die Fortschritte bei der Rechenleistung sowie die Arbeiten auf den Gebieten Informatik und Datenintegration die Erstellung eines funktionalen Modells des menschlichen Gehirns erlauben.

# HUMAN BRAIN PROJECT: EUROPÄISCHE SPITZENKRÄFTE SETZEN AUF DIE EPFL



## **ZIEL: EIN MODELL DES MENSCHLICHEN GEHIRNS**

• Im Rahmen des Human Brain Project werden Neuroinformatikplattformen für Gehirnsimulationen und Hochleistungsberechnungen entwickelt. Mit diesen Systemen können in Zukunft riesige weltweit verfügbare Datenmengen – über 50 000 Veröffentlichungen pro Jahr! – aus den Neurowissenschaften gesammelt und vereinheitlicht werden. Anschliessend sollen sie in Modelle und Simulationen integriert werden. Die Modelle werden anhand des aktuellen biologischen Wissensstandes überprüft und der Wissenschaft zur Verfügung gestellt. Letztlich sollen die Neurowissenschaftler verstehen können, wie die genetischen, molekularen und zellulären Aspekte mit der kognitiven und verhaltensorientierten Dimension interagieren.

## **DIAGNOSE UND WISSEN ÜBER NEUROLOGISCHE ERKRANKUNGEN**

• Eine neuartige Medizininformatikplattform wird klinische Daten aus aller Welt zusammenführen. Medizinforscher werden so Zugang zu wertvollen Informationen

erhalten und diese in ihre Krankheitsmodelle einbinden können. Damit sollen objektive Diagnose-techniken für neurologische Erkrankungen erarbeitet, ihre tatsächlichen Ursachen ermittelt und Instrumente geschaffen werden, um die Entwicklung neuer Behandlungen zu beschleunigen.

## **NEUE TECHNOLOGIEN NACH DEM VORBILD VON NEURONEN**

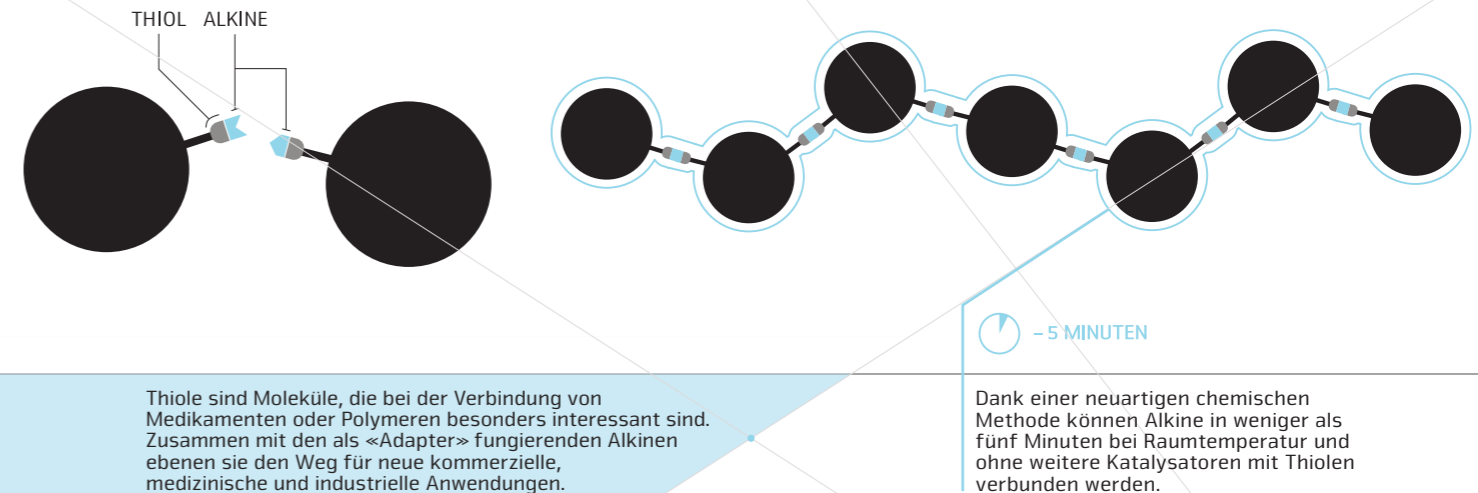
• Zurzeit funktionieren elektronische Chips nach ganz anderen Grundsätzen als Neuronen. Wie so oft könnten wir aber nur gewinnen, wenn wir uns von der Natur inspirieren liessen. Das menschliche Gehirn verbraucht nicht einmal 20 Watt und besitzt eine höhere Lernfähigkeit und Widerstandskraft als der leistungsfähigste Supercomputer. Deshalb arbeiten zurzeit viele Wissenschaftlerteams weltweit an künstlichen Neuronenschaltkreisen auf einem Siliziumsubstrat. Die Universität Heidelberg ist als Partnerin des Human Brain Project eine Spitzeneinrichtung auf diesem für die Zukunft der Informatik äusserst vielversprechenden Gebiet.

## ERSTES ERDRUTSCH-FRÜHWARNSYSTEM

**EPFL-WISSENSCHAFTLER HABEN EIN ERDRUTSCHFRÜHWARNSYSTEM ENTWICKELT. DIESES INSTRUMENT KÖNNTE SICH IN EINEM LAND WIE DER SCHWEIZ MIT FAST 6% INSTABILEN UND POTENZIELL GEFÄHR- LICHEN HÄNGEN ALS SEHR EFFIZIENT ERWEISEN.** • Die Grösse von Erd- rutschen ist äusserst schwer vorherzusagen. Man unterscheidet zwei Arten: Die bekannten und genau beobachteten, sich langsam mit wenigen Millimetern pro Jahr oder Jahrhun- dert bewegendes Tiefenrutschen und die schwieriger vorherzusagenden, unerwar- teten und sich schneller mit einem oder mehreren Metern pro Sekunde bewegendes Oberflächenrutschen. • Mit diesem Problem befasste sich John Eichenberger vom Labor für Bodenmechanik (LMS). Der Doktorand arbeitete vier Jahre lang an der Ent- wicklung einer Berechnungsmethode zur Darstellung des Verhaltens steiler Hänge unter dem Einfluss hoher Niederschlagsmengen. Die Forschungsarbeit erfolgte im Labor und im Feld, insbesondere an den Abhängen des Rheins, wo er Sensoren mit einem Informa- tikmodell kombinierte. Dieses ermittelt genau, wann die Wassersättigung des Bodens besorgniserregende Werte annimmt, und löst eine Frühwarnung aus. Dieses System wird heute in Costa Rica eingesetzt, um die Arbeiter eines an den Hängen des Vulkans Irazu befindlichen Bergwerks zu schützen.

## URANBELASTUNG AUS NATÜRLICHEN FEUCHTGEBIETEN

**EPFL-FORSCHER, DIE EIN NATÜRLICHES FEUCHTGEBIET IN DER NÄHE EINES AUFGEgebenEN URANBERGWERKS IN FRANKREICH UNTER- SUCHTEN, HABEN AUFGEZEIGT, DASS DAS URAN UNTER BESTIMMTEN UMSTÄNDEN WENIGER GUT ZURÜCKGEHALTEN WIRD ALS BISHER ANGE- NOMMEN.** • Weil sie dafür bekannt sind, dass sie Schadstoffe binden, gelten künstli- che Feuchtgebiete als effiziente Strategie zur Aufnahme von im Wasser gelöstem Uran. Bei der Untersuchung eines natürlichen Feuchtgebiets in der Nähe eines aufgegebenen Uranbergwerks der französischen Region Limousin stellten Prof. Rizlan Bernier-Latmani und ihre Kollegen jedoch fest, dass das Uran unter bestimmten Umständen aus dem Feuchtgebiet in umliegende Gewässer gelangen kann. Der Schadstoff entweicht, indem er sich mit etwas Hilfe von Bakterien in der Umgebung an winzige metallische und orga- nische Verbindungen heftet. • Die Ergebnisse bringen wichtige Erkenntnisse für den Umgang mit radioaktiv kontaminierten Orten. Damit Uran aus einem Feuchtgebiet entwei- chen kann, müssen allerdings ganz spezielle Bedingungen erfüllt sein. «Wir haben fest- gestellt, dass das Uran in einer besonders beweglichen Form und zusammen mit grossen Mengen an organischer Materie, Eisen und relativ wenig Sulfat vorhanden sein muss», erklärt Prof. Bernier-Latmani. Wenn diese Voraussetzungen gegeben sind, könnte die Mobilität des in Feuchtgebieten zurückgehaltenen Urans unterschätzt werden. • Die For- schungsarbeit weist auch auf eine mögliche Strategie hin, mit der Feuchtgebiete im Wasser gelöstes Uran besser binden könnten: Die Bakterien müssten mit genügend Sulfat versorgt werden, sodass der Prozess unterbrochen wird, lange bevor das Uran entweichen kann.



## MOLEKÜLE ZU NEUEN VERBINDUNGEN ZUSAMMENGEFÜGT

**EPFL-WISSENSCHAFTLER HABEN EINE EIN- FACHE UND SCHNELLE METHODE ERFUNDEN, UM NEUE MOLEKÜLE ZU VERBINDEN UND ZUSAMMENZUFÜGEN. DIES ERÖFFNET NEUE MÖGLICHKEITEN IN DER SYNTHETISCHEN CHEMIE, DER WERKSTOFFWISSENSCHAFT, DER CHEMISCHEN BIOLOGIE UND Sogar DER MEDIKAMENTENENTWICKLUNG.** • Die sogenannte «Klick-Chemie» ist eine Methode, mit der grosse Moleküle durch schnelles Zusammenbauen kleinerer Moleküle synthe- tisiert werden, sodass Chemiker nun früher unveränderliche, komplexe Moleküle modifizieren können. Thiole sind in den meisten Proteinen des menschlichen Körpers vorhande- ne Verbindungen und ideal, um Moleküle wie Medikamente oder Polymere miteinander zu verbinden. Dafür müssen sie jedoch zuerst mit einer anderen chemischen Gruppe zusam-

mengeführt werden, die als eine Art «Adapter» dient. Zu den besten «Adaptoren» gehören Alkine, die aber nur mit- hilfe sehr schwieriger Laborverfahren an die Thiole ange- hängt werden können. • Wissenschaftler des Labors für Katalyse und organische Synthese haben nun eine neue chemische Methode entwickelt, mit der Alkine in weniger als fünf Minuten bei Raumtemperatur und ohne zusätzliche Katalysatoren an Thiole «angeklickt» werden können. Somit ebnen sie den Weg für viele neue kommerzielle, medizinische und industrielle Anwendungen. • Um die neue Methode zu bestätigen, wurde sie von der Forschergruppe an einer Reihe unterschiedlicher Thiole getestet, die die häufigsten und reaktivsten chemischen Gruppen bioaktiver Moleküle enthiel- ten. «Durch den Einbau von Alkinen in thiolhaltige Moleküle können wir diese weiter verändern, um künftige Biokonjugate herzustellen», erklärt Prof. Jérôme Waser.

## NEUE METHODE ZUM AUFSPÜREN GEFÄLSCHTER PARFUMS

**EPFL-WISSENSCHAFTLER HABEN EINE SCHNEL- LE METHODE ZUM AUFSPÜREN GEFÄLSCHTER PARFUMS ENTWICKELT UND AN BEKANNTEN MARKEN WIE GIVENCHY, HERMÈS UND D&G GETESTET.** • Parfum-Imitate zu identifizieren kann schwierig und zeitraubend sein. Forscherinnen und Forscher des Labors für physikalische und analytische Elektroche- mie haben eine neue Methode zum Aufspüren gefälschter Parfums entwickelt, die schneller als herkömmliche Verfah- ren ist. • Das unbekannte Parfum wird wie eine Batterie aufgeladen, bis es in Einzelteile zerfällt, die anschliessend auf einen Detektor gesprüht werden. Dieser sortiert die Bestandteile nach ihrer Masse, und ein Computer identifi-

ziert das gesamte Molekül. Der Vorteil besteht darin, dass die Probe vorher kaum oder gar nicht chemisch aufbereitet werden muss, wodurch das ganze Verfahren schneller wird, in Echtzeit durchgeführt werden kann und mehr Informati- onen liefert. • Das Team testete seine Methode an sechs Parfums von Givenchy, Hermès und D&G, die mit einem aus zehn Komponenten hergestellten «Fälschungsmodell» ver- glichen wurden. Die neue Methode war in der Lage, ohne jede vorherige chemische Behandlung rasch zwischen echten und gefälschten Produkten zu unterscheiden. • Sie könnte nun für die Qualitätssicherung und die Entwicklung neuer Verbin- dungen als Basis von Parfums genutzt werden und so die Produktivität der Parfum- und Kosmetikindustrie steigern.

# NANODRÄHTE: EINE REVOLUTION FÜR DIE SOLARENERGIE

**NANODRÄHTE KÖNNEN BIS ZU ZWÖLFMAL MEHR LICHT AUFNEHMEN ALS DIE TRADITIONELLE SOLARTECHNOLOGIE UND KÖNNTEN DESHALB DIE SONNENENERGIEPRODUKTION REVOLUTIONIEREN.**

• Stellen Sie sich ein Solarmodul vor, das effizienter ist als das heute beste Panel, aber zehntausendmal weniger Material braucht. Genau das erwarten Wissenschaftler angesichts der neusten Entdeckungen bei hauchdünnen Drähten, sogenannten Nanodrähten. Eine Solartechnologie mit Nanodrähten könnte grosse Mengen Licht einfangen und hocheffiziente Energie bei viel tieferen Kosten als die traditionelle Solartechnologie erzeugen. Die nanodrahtbasierte Solartechnologie könnte eines Tages für die Versorgung von Mikrochips und die Verwendung in einer neuen Generation von Solarmodulen genutzt werden. • «Diese Nanodrähte fangen viel mehr Licht ein als erwartet», sagt Prof. Anna Fontcuberta i Morral. •

Ihre Forschungsarbeit wurde in der Fachzeitschrift Nature Photonics veröffentlicht. Ein Prototyp ist bei der Umwandlung von Licht in Strom bereits fast 10% effizienter als die theoretisch effizientesten konventionellen Solarmodule aus einem einzigen Material. Die Studie legt nahe, dass eine Anordnung von Nanodrähten in der Praxis eine Effizienz von 33% erreichen könnte. Kommerzielle (flache) Solarmodule besitzen zurzeit einen Wirkungsgrad von nur ~20%. Für Nanodrähte wäre ausserdem mindestens zehntausendmal weniger Galliumarsenid als für herkömmliche Solarmodule nötig, was eine industrielle Massenproduktion ermöglicht.



1  $\mu$ m



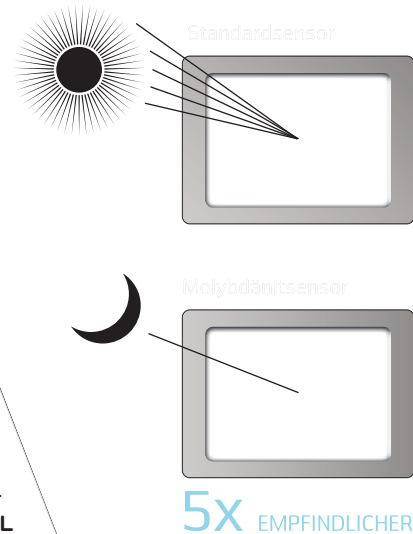
EHT= 5.00KV  
WD= 5.0MM  
MAG= 31.85KX

SIGNAL A= INLENS  
I PROBE= 100PA  
COLUMN MODE= CROSSOVER

STAGE AT T= 0.0°  
DATE: 19 June 2013

# HOCHEMPFINDLICHER FOTOGRAFISCHER SENSOR AUF MOLYBDÄNIT-BASIS

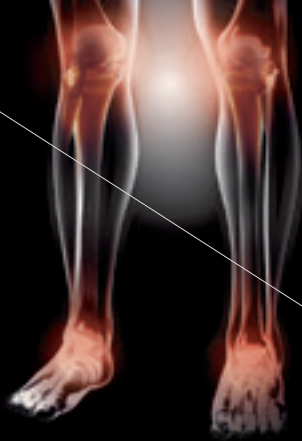
**FORSCHER HABEN DEN PROTOTYP EINES BILDSSENSORS ENTWICKELT, DER DIE GRENZEN DER AKTUELLEN TECHNOLOGIE SPRENGT. DIESER KÖNNTE IN ZUKUNFT DEN BAU FÜNFMAL EMPFINDLICHERER FOTOAPPARATE ALS DIE HEUTE AUF DEM MARKT ERHÄLTlichen MODELLE ERMÖGLICHEN UND DEN WEG FÜR DIE NACHTFOTOGRAFIE EBNET.** • Dank eines neuen Materials könnte die Empfindlichkeit fotografischer Sensoren auf beeindruckende Weise gesteigert werden. Nach der Entdeckung der erstaunlichen Halbleitereigenschaften von Molybdänit ( $\text{MoS}_2$ ) erforscht das Team von Andras Kis dessen Potenzial weiter.  $\text{MoS}_2$  kommt immer stärker als Nachfolger für Silizium in Frage und wurde für den Prototyp eines Bildsensors verwendet, der fünfmal empfindlicher ist als die auf dem Markt erhältlichen Produkte. «Damit könnte man sogar unter dem Sternenhimmel fotografieren», meint Andras Kis. • Mit dieser Leistung wird insbesondere die Nachtfotografie ohne Bildstörungen verursachende Verstärker, verlängerte Beleuchtungszeit oder Blitz möglich. Auf bestimmten Spezialgebieten mit nicht idealen Lichtbedingungen wie Astrofotografie und biologischen Bildgebungsverfahren ist der Vorteil noch offensichtlicher.



Molybdänit erhöht die Empfindlichkeit fotografischer Sensoren und ebnet insbesondere den Weg für die Nachtfotografie.

## URBANE VERDICHTUNG OHNE NACHTEILE

**DIE SCHWEIZER BEVÖLKERUNG HAT SICH KÜRZLICH DAFÜR AUSGESPROCHEN, DIE ZERSIEDELUNG ZU STOPPEN. DANK DER FORSCHUNG AUF DEM GEBIET DER RAUMPLANUNG WISSEN WIR HEUTE, WAS ES BRAUCHT, UM VERDICHTETE UND TROTZDEM ANGENEHME STÄDTISCHE RÄUME ZU SCHAFFEN.** • Im Anschluss an die Entscheidung der Schweizer Bevölkerung, die Zersiedelung der Landschaft einzudämmen, stehen die Dörfer und Städte unter Druck: Sie müssen immer mehr Bewohnerinnen und Bewohner aufnehmen, dürfen jedoch nicht über ihre Ränder hinauswachsen. Was aber bedeutet dies für die Menschen, die in den Städten leben? Die Geschichte ist voll von Beispielen mit gescheiterten Stadtverdichtungsprojekten. «Diese Misserfolge waren allerdings meistens auf mangelnde Erfahrung im Umgang mit einer so hohen Bevölkerungsdichte zurückzuführen», sagt EPFL-Professor Andrea Bassi, Direktor eines Genfer Architekturbüros. • Die individuelle Mobilität, die einst die Stadtentwicklung förderte, ist nun zum Flaschenhals geworden. «Durch eine städtische Durchmischung oder die Koexistenz von Wohn-, Gewerbe- und Freizeiträumen können wir den Bedarf an motorisiertem Verkehr verringern», erklärt Bassi. In der Schweiz läuft dieser Wandel bereits. «Der Masterplan für das Genfer Stadtviertel La Praille basiert auf einem gemischten verdichteten Konzept. Ausserdem läuft bereits ein nationales Bauprogramm, das sich mit diesen Themen befasst», sagt er abschliessend.



## NEUE METHODE FÜR KNORPELNEUBILDUNG



Durch die Abgabe von Medikamenten zur richtigen Zeit am richtigen Ort könnte sich neuer Knorpel bilden.

**WISSENSCHAFTLER HABEN EIN INTELLIGENTES HYDROGEL ENTWICKELT, DAS DIE KNORPELNEUBILDUNG ERMÖGLICHEN KÖNNTE. BEI DIESER METHODE WERDEN MEDIKAMENTE ZUR RICHTIGEN ZEIT AM RICHTIGEN ORT VERABREICHT.**

• Im Gegensatz zu den Knochen des menschlichen Körpers enthält das Knorpelgewebe keine Gefässe und kann sich nach einer Verletzung nur mit Mühe erholen. Bei Sportlern häufig auftretende Gelenkverletzungen führen zu Knorpelschwund und Gelenkarthrosen. Diese Schäden sind irreversibel, und es gibt keine wirksame Behandlung. • Dominique Pioletti und Harm-Anton Klok von der EPFL haben ein Hydrogel entwickelt, das die Knorpelneubildung fördern kann. Die Knorpelbildungszellen eines Gelenks reagieren nur auf eine Behandlung, wenn sie einer wiederholten mechanischen Belastung ausgesetzt sind. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms Intelligente Materialien (NFP 62) entwickelten die Forscher ein Hydrogel, das nur bei wiederholter Bewegung wie beim Gehen einen Wirkstoff abgibt. Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift *Biomaterials* veröffentlicht. Bisher konnten die Forscher das mechanische Konzept aufzeigen, aber bevor diese innovative Technik marktreif ist, sind noch Anpassungen erforderlich.

## ZEHNMAL SCHNELLERE GLASFASER

**DANK EINER EINFACHEN UND INNOVATIVEN METHODE KANN DER ABSTAND ZWISCHEN DEN IMPULSEN REDUZIERT WERDEN, DIE DATEN DURCH GLASFASERKABEL LEITEN. DADURCH WERDEN TELEKOMMUNIKATIONSSYSTEME ZEHNMAL SCHNELLER.** • Glasfaserkabel transportieren Informationen in atemberaubender Geschwindigkeit über Tausende Kilometer als Lichtimpulse. Trotzdem bleibt die Geschwindigkeit begrenzt, weil diese Impulse nicht zu schnell hintereinander gesendet dürfen. • Damit sich die übertragenen Daten nicht vermischen, müssen sie in einem bestimmten Abstand durch das Kabel geschickt werden. Folglich weist dieses leere, nicht

benutzte Räume auf. • Camille Brès und Luc Thévenaz von der EPFL präsentieren nun zum ersten Mal eine Methode zur Erzeugung von Impulsen, die innerhalb der Glasfasern ineinander verschachtelt werden können. Über diese «Puzzle»-Anordnung wurde in der Fachzeitschrift *Nature Communications* berichtet. Sie ermöglicht eine maximale Nutzung der Glasfaserkapazitäten. An den auf diese Weise erzeugten Impulsen könnten viele Telekommunikationsunternehmen interessiert sein. Da diese bereits reife Technologie auf der Signalverarbeitung basiert, wären für eine Umsetzung keine teuren Netzanpassungen erforderlich. Sie würde auf einem schlichten Chip Platz finden.

## MUSIKSTÜCKE DANK GENEZIK AUFSPÜREN

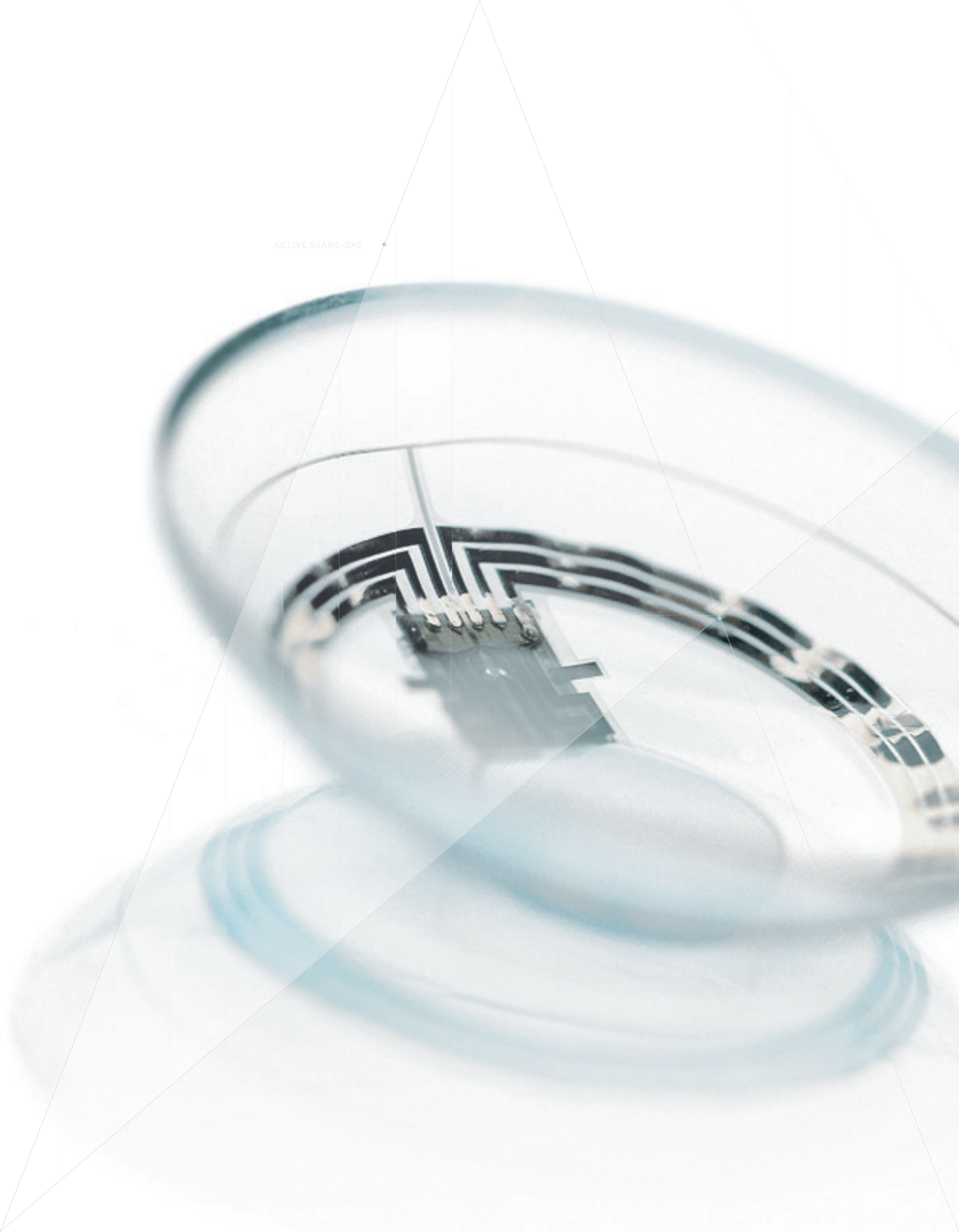
**FORSCHER HABEN EIN PROGRAMM ENTWICKELT, MIT DEM AUF NEUARTIGE WEISE WIEDERGABELISTEN ERSTELLT UND VERGESSENE MUSIKSTÜCKE WIEDERENTDECKT WERDEN KÖNNEN. ES BASIERT AUF EINER METHODE, DIE DIE STRUKTUR DER MUSIK SYSTEMATISCH ANALYSIERT UND KLASSIFIZIERT.** • Mit mehreren Tausend im Laufe der Jahre heruntergeladenen Musikstücken kann eine digitale Musikbibliothek schnell einem Dschungel gleichen. Dank der von Forschern des Labors für Signalverarbeitung erfundenen Software Genezik kann man nun seine eigene Musik «mit anderen Ohren hören». • Die Einzigartigkeit besteht vor allem darin, dass «musikalische Pfade» erstellt werden können. Die

Software legt fest, welche aufeinanderfolgenden Stücke den Hörer sanft beispielsweise von Aretha Franklin zu Daft Punk oder von Mozart zu Metallica führen. Wenn man einen einzelnen Titel auswählt, wird ein Pfad zu den Titeln erstellt, die nach wissenschaftlichen Kriterien als ähnlich eingestuft wurden. • Bei jedem Musikstück analysiert Genezik die Rhythmusstruktur, die Klangfarbe, den Harmonieverlauf, die Übergänge, Dissonanzen etc. Anschließend werden sie in eine Tabelle eingeteilt und nach ihren Ähnlichkeiten miteinander verbunden, wodurch Gruppen wie Rock, Pop oder Jazz gebildet werden. Das Programm berücksichtigt auch die Vorlieben des Hörers, der jederzeit angeben kann, ob ihm ein Stück oder ein Übergang gefällt, und kann sich so nach und nach verfeinern und anpassen.

## EIN CHIP, DER MIKROWELLEN ZURÜCKHÄLT

**FORSCHERINNEN UND FORSCHERN IST ES GELUNGEN, EINE MIKROWELLE MEHRERE MILLISEKUNDEN LANG IN EINEM CHIP ZURÜCKZUHALTEN UND ANSCHLIESSEND OHNE VERLUSTE WIEDER FREIZUGEBEN. DIESES FÜR DIE TELEKOMMUNIKATION ENTSCHEIDENDE VERFAHREN ERFORDERT NORMALERWEISE HUNDERTE KILOMETER STROMKABEL.** • Heutzutage sind Mikrowellen allgegenwärtig, insbesondere in der Flugnavigation. Ihre Ausbreitung ist jedoch nur schwer zu steuern. Damit ein Signal während ein paar Millisekunden gespeichert werden kann, braucht es zum Beispiel mehrere Hundert Kilometer Stromkabel, wodurch sich die Qualität des Signals so sehr verschlechtert, dass dieses auf seinem Weg regelmässig wieder verstärkt werden muss. • In Zusammenarbeit mit dem Walther-Meissner-Institut im deutschen Garching entwickelten die Forscher des Labors für Fotonik und Quantenmessung unter der Leitung von Tobias Kippenberg eine neue Methode, um die Ausbreitung von Mikrowellen zu kontrollieren. Damit können Impulse blockiert, verlangsamt, beschleunigt oder umgewandelt werden. **Kleine vibrierende Brücke:** Das System verdankt seine Leistung der Kombination von zwei Mechanismen in einem Schaltkreis: einem Mikrowellenhohlraum und einem mechanischen Nanooszillator, einer Art winzigem vibrierendem Draht, der im Innern des Hohlraums platziert wird. Wenn nun ein Signal in den Hohlraum gelangt, wird es dort reflektiert und durchläuft dessen Umfang mehrmals. Mit dem mechanischen Minioszillator kann die Signalqualität aufrechterhalten werden. Durch die Kombination dieser beiden Technologien ergibt sich eine Speicherdauer von mehreren Millisekunden.

AKTIVE START-UPS



# TECHNOLOGIETRANSFER

## INNOVATION IM EINKLANG MIT DER LOKALEN INDUSTRIE

2013 beschafften die Start-ups im Innovation Park der EPFL mehr als 100 Millionen Franken Privatkapital. Einige dieser jungen Unternehmen kamen von aussen auf unseren Campus, um dieses Umfeld für ihre Entwicklung zu nutzen. Andere – 12 im Jahr 2013 – treiben die Forschungsarbeiten unserer Labors voran. Eine unserer Hauptaufgaben besteht darin, dafür zu sorgen, dass die Entdeckungen unserer Labors auf die Industrie übertragen werden und letztlich sowohl den künftigen Angestellten sowie den Konsumentinnen und Konsumenten zugute kommen. • Besonders aussagekräftig sind diesbezüglich unsere zahlreichen in der Medizintechnologie tätigen Start-ups (Seite 40–42). Diese jungen Unternehmen entwickeln innovative Technologien für die Bereiche Diagnostik, Chirurgieunterstützung und Medikamentenbehandlungen. Die Medizintechnologie stellt jedoch nicht nur einen vielversprechenden Bereich an sich dar, sondern passt besonders gut zur Schweizer Industrielandschaft und zum Erbgut unseres Landes. Auf diesem Gebiet gehen wir keine Kompromisse bei der Qualität ein, und höchste Präzision ist Pflicht. Diese Eigenschaften erklären auch, weshalb junge Medizintechnikfirmen in der Schweiz ein günstiges kulturelles Umfeld und hoch qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als Voraussetzung für ihren Erfolg finden. • Ebenfalls in diesem Jahr wurde unsere Unternehmensförderungstätigkeit durch ein weiteres Element ergänzt. Mit der Einrichtung «La Forge» haben wir eine zusätzliche Infrastruktur eröffnet, die unseren Jungunternehmern in diesem entscheidenden Augenblick helfen soll, in dem sie mit ihrem Projekt ins kalte Wasser springen (Seite 39). Wir bieten ihnen nicht nur sachkundige Beratung, sondern auch Räumlichkeiten und eine technische Infrastruktur. Kurz nach der Eröffnung zählte die Einrichtung bereits über 15 neu gegründete Unternehmen, und die Zukunft verspricht noch dynamischer zu werden.

ADRIENNE CORBOUD FUMAGALLI  
VIZEPRÄSIDENTIN FÜR INNOVATION  
UND TECHNOLOGIETRANSFER



## ZWEI NEUE GROSSUNTERNEHMEN AUF DEM CAMPUS

**IM EPFL INNOVATION PARK ALS SCHNITTSTELLE ZWISCHEN HOCHSCHULE UND SPITZENTECHNOLOGISCHER FORSCHUNG RICHTETEN SICH 2013 DIE AUSSENSTELLEN VON ZWEI NEUEN UNTERNEHMEN EIN: MERCK SERONO UND VIASAT.** • Um die zahlreichen Möglichkeiten einer Zusammenarbeit mit den EPFL-Labors und das stimulierende Umfeld des EPFL Innovation Park noch besser nutzen zu können, richteten 2013 zwei grosse Unternehmen eine Aussenstelle auf dem Campus ein und gesellten sich so zu multinationalen Konzernen wie Nestlé, Logitech, Nitto Denko und Credit Suisse. • Merck Serono weihte seine Räumlichkeiten am 22. November ein. Der Pharmakonzern möchte dort seine akademische Forschungszusammenarbeit mit mehreren EPFL-Labors ausbauen und dabei sein Fachwissen auf dem Gebiet der Pharmakometrie einbringen. Die Forscher der Aussenstelle im EPFL Innovation Park werden sich mit der quantitativen Analyse der Beziehungen zwischen den Patienten, ihren Erkrankungen und den in der Entwicklung befindlichen Medikamenten befassen. Dabei nutzen sie Modelle aus der Pharmakologie, der Physiologie und dem Krankheitsverlauf und verwenden auch verschiedene Simulationsinstrumente. Krebs, neurodegenerative Erkrankungen, Immuntherapien und Bioingenieurwesen: Die Möglichkeiten für eine fruchtbare Zusammenarbeit sind zahlreich. • Das grosse amerikanische Telekommunikationsunternehmen ViaSat hat sich nach der 2007 erfolgten Übernahme eines Spin-off des EPFL-Labors für Elektromagnetismus und Akustik im EPFL Innovation Park niedergelassen. Die neue Aussenstelle entwickelt hochwertige Antennen und neue Anwendungen für Endgeräte, mit denen neue Mehrwertdienstleistungen in der Satellitenkommunikation angeboten werden können.

## NEUER EPFL-HUB FÜR KÜNFTIGE UNTERNEHMER

**DIE IM INNOVATION PARK ANGESIEDELTE STRUKTUR LA FORGE BIETET KÜNFTIGEN UNTERNEHMERN EINEN ORT, AN DEM SIE IHR START-UP ENTWERFEN, IDEEN MIT ANDEREN UNTERNEHMERN AUSTAUSCHEN UND RATSCHLÄGE VON EXPERTEN EINHOLEN KÖNNEN.**

- Bisher fehlte auf dem Campus ein Ort, an dem in der Gründungsphase stehende Start-ups sich entwickeln und miteinander in Kontakt treten konnten. Die im Innovation Park angesiedelte Struktur La Forge bietet künftigen Unternehmern ein Grossraumbüro, einen Konferenzsaal und Sitzungszimmer. Sie wurde am 19. November 2013 eingeweiht und dient als Ort für Networking und Coaching.
- Es handelt sich um eine eigentliche Plattform für den Ideenaustausch. Die Jungunternehmer werden von Coaches betreut und informelle Treffen mit erfahreneren Unternehmern, professionellen Investoren oder anderen Akteuren der Start-up-Szene organisiert. Solche Gespräche führen zu neuen Lösungsansätzen und Ideen und steigern die Bekanntheit.
- Die künftigen Start-ups können sich dort für sechs Monate mit der Möglichkeit einer Verlängerung um weitere sechs Monate niederlassen. Diese Zeit genügt, um zu beurteilen, ob aus der ursprünglichen Idee ein konkretes Projekt werden kann, ausreichend finanzielle Mittel beschafft und die nächsten Schritte in der «Garage», im Quartier de l'innovation oder andernorts unternommen werden können.

## UMWELTFREUNDLICHE UMWANDLUNG VON WÄRME IN STROM

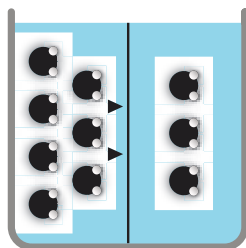
**BALD WIRD MAN AUS DER ETWAS MEHR ALS 30°C WARMEN ABLUFT VON MÜLLVERBRENNUNGSANLAGEN, RAFFINERIEN UND DATENZENTREN STROM HERSTELLEN KÖNNEN. DIE MACHBARKEIT DIESES VERFAHRENS WURDE KÜRZLICH VOM START-UP-UNTERNEHMEN OSMOBLUE NACHGEWIESEN.**

- Schon jetzt kann die über 150°C heisse Abwärme zur Stromerzeugung oder zum Heizen genutzt werden. Der Rest (ca. 20-50% der Energie) verpufft jedoch. Das aus Forschungsarbeiten des EPFL-Labors für Mikrosysteme entstandene Start-up-Unternehmen OsmoBlue entwickelt ein auf der Osmose basierendes Verfahren für die Verstromung von über 30°C warmer Abluft.
- Die Osmose ist ein natürlicher Vorgang, der voraussetzt, dass zwei durch eine Membran getrennte Lösungen unter-

schiedliche Konzentrationen aufweisen, z.B. Salzwasser und Süsswasser. Dadurch entsteht ein Fluss von der weniger konzentrierten zur konzentrierteren Lösung, um die Konzentration auf beiden Seiten der Membran wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Die mechanische Flussenergie kann mithilfe einer Turbine und eines Alternators in elektrische Energie umgewandelt werden. Die Wärme wird genutzt, um die Flüssigkeit wieder in zwei Lösungen mit unterschiedlicher Konzentration zu trennen. Dadurch handelt es sich um einen geschlossenen Kreislauf ohne Wasserverbrauch.

- Die Technologie von OsmoBlue hat den Vorteil, dass sie mit allen möglichen Wärmequellen funktioniert: Luft, Wasser, Gas etc. Das junge Unternehmen hat mit seinem Team einen Prototyp sowie ein digitales Modell erstellt, um die Leistung des Produkts zu bewerten.

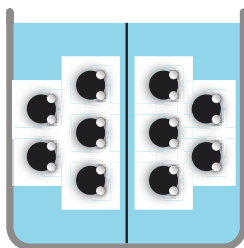
Unterschiedliche Konzentration



### OSMOSE

Die Osmose läuft natürlich ab, wenn die Konzentration zweier Flüssigkeiten unterschiedlich ist. Die mechanische Energie des entsprechenden Flusses kann in Strom umgewandelt werden.

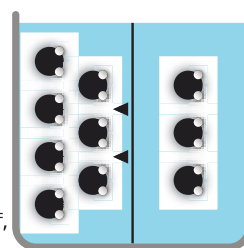
Gleiche Konzentration



### INDUSTRIE-ABWÄRME

Die Abwärme wird genutzt, um die Flüssigkeit wieder in zwei Lösungen mit unterschiedlicher Konzentration zu trennen. Es handelt sich folglich um einen geschlossenen Kreislauf, der kein Wasser verbraucht.

Unterschiedliche Konzentration





## DIAGNOSTIK UND BILDGEBUNGS-VERFAHREN

### BLUTANALYSE AUF DEM MOBILTELEFON

Eine in wenigen Minuten zu Hause durchgeführte Blutanalyse: Das bietet das EPFL-Start-up Qcloudlab den Patienten an, die blutverdünnende Medikamente einnehmen müssen. Das Gerät analysiert und zeigt die Ergebnisse direkt auf dem Mobiltelefon des Patienten an. Anschliessend können die Daten dank einer mobilen Anwendung direkt an den Arzt weitergeleitet werden. Die Einnahme blutverdünnender Medikamente erfordert häufige Kontrollen im Spital, weshalb diese Erfindung das Leben der Betroffenen bedeutend vereinfachen könnte.

### BAKTERIEN TOT ODER LEBENDIG

Wie weiss man, ob Bakterien wirklich tot sind? Angesichts der immer zahlreicheren antibiotikaresistenten Bakterienstämme ist diese Frage entscheidend. Physiker der EPFL haben eine findige und fast augenblickliche Diagnosemethode entwickelt. Sie besteht aus einem winzigen Siliziumhebel, der durch seine Vibrationen auch die geringsten Lebenszeichen von Mikroorganismen anzeigt. Diese auch im klinischen Umfeld anwendbare Methode könnte sich beim Testen von Chemotherapien als nützlich erweisen.

### MINILABOR UNTER DER HAUT

Ein an der EPFL entwickeltes winziges Implantat kann die Konzentration von Substanzen in unserem Körper direkt analysieren. Einige dieser Stoffe geben Aufschluss über den Gesundheitszustand. Das unter die Haut eingepflanzte Gerät kann gleichzeitig bis zu fünf Proteine oder organische Säuren erkennen. Dank eines Funkmoduls kann es die Ergebnisse anschliessend über das Mobiltelefonnetz an den Arzt übermitteln. Mit dieser Miniaturisierungsmeisterleistung könnten beispielsweise Chemotherapiepatienten besser überwacht werden.

### KREBSIDENTIFIKATION IN WENIGEN MINUTEN

Wissenschaftler haben einen Weg gefunden, um in wenigen Minuten festzustellen, an welcher Art von Brustkrebs eine Patientin leidet. Es handelt sich um ein äusserst zuverlässiges und schnelles In-vitro-Verfahren. Es identifiziert ein mit dem Risiko der Metastasenbildung zusammenhängendes Protein. Diese hochentwickelte Methode stellt einen bedeutenden Fortschritt dar, weil damit schneller eine bestimmte Behandlung eingeleitet werden kann, die zusammen mit einer Chemotherapie sehr wirksam ist.

### FRÜHERE ERKENNUNG VON HERZPROBLEMEN

Dank eines vom EPFL-Labor für eingebettete Systeme entwickelten Geräts können Patienten und ihre Ärzte im Fall von Herzrhythmusstörungen sofort gewarnt werden. Diese Früherkennung ermöglicht ein schnelleres medizinisches Eingreifen und erhöht die Überlebenschancen der Patienten. Ausserdem ist das Gerät klein, wenig invasiv und mit einer sehr langlebigen Batterie ausgerüstet. Diese Erfindung führte zur Gründung des Start-up-Unternehmens SmartCardia.

### GENAUERES UND SICHERERES MRI-VERFAHREN

EPFL-Wissenschaftler haben eine Methode entwickelt, mit der die Risiken und Kosten von MRI-Aufnahmen reduziert werden können. Die Magnetresonanztomografie (MRI) ist eine sehr nützliche Technologie, die jedoch einen Nachteil hat: ihre geringe Empfindlichkeit. Dies konnte bisher nur dadurch wettgemacht werden, dass den Patienten potenziell giftige unreaktive Radikale injiziert wurden. Nun haben Forscher aber herausgefunden, dass hochauflösende MRI-Aufnahmen auch mit Brenztraubensäure möglich sind. Diese organische Substanz wird vom Körper selber gebildet und ist ungefährlich.

### ZELLANALYSE IN NUR EINER STUNDE

Ein Doktorand des Labors für biomedizinische Bildgebungsverfahren (LIB) hat ein neues virtuelles Instrument erfunden, das die Arbeit der Biologen revolutioniert. Die immer ausgereifteren Mikroskope von heute liefern 3D-Bilder von Tausenden Zellen. Diese sind aber oft dicht gedrängt angeordnet, sodass es schwierig ist, in kurzer Zeit Angaben zur Grösse, Form oder Dichte abzuleiten. Mit dem neuen, «Active Cells» oder «Snake» genannten Instrument können innerhalb von nur einer Stunde Dutzende Zellaufnahmen auf einem simplen Computer analysiert werden.

## MEDIKAMENTE

### NEUES MEDIKAMENT GEGEN KREBS

Das EPFL-Start-up Bicycle Therapeutics bietet eine neue Medikamentengruppe für die Behandlung von Krebs und Autoimmunerkrankungen an. Das Arzneimittel basiert auf Peptiden, d.h. Aminosäurepolymeren, die verschiedene Vorteile gegenüber den in den heutigen Medikamenten verbreitet genutzten monoklonalen Antikörpern aufweisen. Sie sind kleiner und können sich besser im Gewebe verteilen. Ausserdem können sie sich an für bestimmte Erkrankungen typische Proteine binden und deren Funktion stören, ohne die übrigen Proteine in Mitleidenschaft zu ziehen.

### ZIELGERICHTETE WIRKSTOFFABGABE AUF BEFEHL

Forschern ist es gelungen, die Abgabe einer Wirksubstanz mithilfe eines magnetischen Nanoträgers zu steuern. Dank dieses Durchbruchs ist es möglich, ein Medikament ausschliesslich an der erkrankten Stelle freizusetzen. So bietet sich eine Lösung für die Probleme mit bestimmten Krebsmedikamenten, die nicht nur kranke, sondern auch gesunde Zellen töten, und die Nebenwirkungen von Chemotherapien können verringert werden. Diese Arbeit ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen der EPFL, der Universität Freiburg und dem Genfer Universitätsspital (HUG).

### HOFFNUNG IM KAMPF GEGEN ALZHEIMER

Die an der EPFL angesiedelte Firma AC Immune erfuhr 2013 eine bedeutende Entwicklung. Das in der Erforschung neuer Alzheimer-Behandlungen führende Biotechnologieunternehmen wurde von nationalen Gesundheitsinstituten der USA unter 25 Bewerbern für Versuche mit der Injektion von Antikörpern ausgewählt. Des Weiteren arbeitet es auch im Bereich Impfstoffe, wo klinische Studien durchgeführt werden.

## CHIRURGISCHE UND MEDIZINISCHE GERÄTE

### «MIKROHAHN» FÜR DIE GLAUKOMBEHANDLUNG

Ein winziges Implantat aus den EPFL-Labors könnte die Glaukom-Behandlung revolutionieren. Diese Erkrankung ist die zweithäufigste Erblindungsursache nach dem grauen Star und führt zu einem Flüssigkeitsüberschuss zwischen Hornhaut und Iris, wodurch der Sehnerv zerstört wird. Mit dem neuen System, einer Art regulierbarem Mikrohahn, kann die überschüssige Flüssigkeit abgelassen werden. Das Produkt sollte 2014 vom EPFL-Spin-off Rheon Medical auf den Markt gebracht werden.

### DIREKTE SICHT AUF KREBSZELLEN BEI DER OPERATION

Dank eines Chirurgiemikroskops der neusten Generation können Chirurgen die Zell- und Mikrogefässstruktur von menschlichem Gewebe direkt während der Operation beobachten. Das sogenannte HistoScope wird vom EPFL-Spin-off Samantree entwickelt. Es bietet einen erheblichen Zeit- und Kostenvorteil, weil die verdächtigen Läsionen direkt sichtbar sind und überprüft werden kann, ob alle Krebszellen entfernt wurden.

### ROBOTER ALS MEISTER DER PRÄZISION

Der Neuroglide wurde als Meister der Präzision entworfen. Dieser von Forschern des Labors für Robotiksysteme entwickelte Roboter kann eine Schraube von 4 mm Durchmesser in einen Knochen von durchschnittlich 6 mm Breite und mit Hirnarterien auf der einen und dem Rückenmark auf der anderen Seite drehen. Auch für die besten Chirurgen gilt eine solche Operation als Risikoeingriff. Für die Vermarktung dieses Produkts wurde das Start-up KB Medical gegründet.



# TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNGEN FÜR DIE GESUNDHEIT

DIE MEDIZINTECHNOLOGIE BEFINDET SICH IM AUFWIND.  
KRANKHEITSDIAGNOSTIK, FERNBETREUUNG VON PATIENTEN UND  
UNTERSTÜTZUNG VON CHIRURGEN BEI HEIKLEN OPERATIONEN:  
DIE EPFL IST URSPRUNG ZAHLREICHER VIELVERSPRECHENDER  
UNTERNEHMEN. DIESER INDUSTRIESEKTOR IST FÜR DAS KNOW-HOW UND  
DEN SCHWEIZER WIRTSCHAFTSSTANDORT SOWIE SPITZENTECHNOLOGISCHE  
KMU BESONDERS GEEIGNET. 2013 SORGT DER MEDIZINTECHNIKBEREICH  
FÜR SCHLAGZEILEN AUF DEM CAMPUS.

## VERLAG DER ZEITSCHRIFT NATURE VON OPEN-ACCESS «MADE IN EPFL» BEGEISTERT

**DIE NATURE PUBLISHING GROUP ALS HERAUSGEBERIN DER PRESTIGETRÄCHTIGEN GLEICHNAMIGEN WISSENSCHAFTSZEITSCHRIFT HAT IN FRONTIERS INVESTIERT. DIESER AN DER EPFL GEGRÜNDETE VERLAG VERÖFFENTLICHT EINE REIHE VON WISSENSCHAFTSZEITSCHRIFTEN NACH DEM OPEN-ACCESS-MODELL.** • Die Nature Publishing Group als Herausgeberin der Zeitschrift Nature kündigte im März 2013 eine Mehrheitsbeteiligung an dem auf dem EPFL-Campus angesiedelten Verlag Frontiers an. Dieser wurde von Wissenschaftlern der Hochschule gegründet und ist einer der angesehensten Verlage im Open-Access-Bereich. Seit 2007 hat sich die Zahl der Artikel jedes Jahr verdoppelt und erreichte 5000 im Jahr 2012. Frontiers verfügt mittlerweile über ein Portfolio von 14 Open-Access-Titeln in ebenso vielen wissenschaftlichen Bereichen. • Der Verlag wird auch in Zukunft mit seiner Plattform, seinen Marken und seiner bisherigen Politik auftreten. Die beiden Unternehmen werden gemeinsam an der Entwicklung neuer Instrumente für eine offene Wissenschaft und eine Optimierung der Prozesse im Verlagswesen arbeiten. Für Nature-Chefredakteur Philip Campbell ist der von Frontiers geschaffene Evaluierungsprozess und vor allem die Tatsache, dass die Namen der Evaluierer und Redakteure in den veröffentlichten Artikeln angegeben werden, äusserst interessant. Diesen Aspekt betont auch Frontiers-Direktorin Kamila Markram, die ebenfalls einen transparenteren und konstruktiveren Prozess für die wissenschaftliche Kontrolle anstrebt.

## WENIGER INTERNET-BUGS DANK INTELLIGENTEM ROBOTER

**BUGBUSTER: EIN EINZIGER ROBOTER ZUM TESTEN GANZER WEBSITES. EINE KLEINE REVOLUTION FÜR ENTWICKLER, DIE VIEL AN ZEIT UND ZUVERLÄSSIGKEIT GEWINNEN KÖNNTEN.** • Das Start-up-Unternehmen BugBuster hat ein intelligentes und selbstständiges Instrument entwickelt, um für grosse Unternehmen potenziell teuren Problemen bei der Nutzung von Websites vorzubeugen. Es findet selber heraus, wie es mit einer Web-Anwendung Kontakt aufnehmen kann, um dann deren Code gemäss verschiedenen Szenarien zu testen. Etwaige Probleme werden den Entwicklern dann in Form von Screenshots angezeigt. Dieser nun als Beta-Version verfügbare Roboter bringt den Fachleuten einen erheblichen Zeitgewinn und eine gesteigerte Zuverlässigkeit. • Mit diesem ersten Produkt des Start-up-Unternehmens BugBuster können Entwickler die automatische Überprüfung aller technischen Aspekte kombinieren. Es enthält ausserdem eine sehr benutzerfreundliche Javascript-Programmierschnittstelle, um die Funktionseigenschaften festzulegen. Es genügt, die vom Unternehmen erhaltene URL einzugeben und auf Start zu klicken. Der automatische und intelligente BugBuster analysiert den Quellcode und findet selber heraus, wo geklickt werden muss und welche Werte in die verschiedenen Felder eingegeben werden müssen. Anschliessend erstellt er eine Liste der Bugs und liefert genaue Informationen für die Problembeseitigung. «Falsch-positive Ergebnisse sind nicht möglich. Diese Zuverlässigkeit bewirkt auch einen erheblichen Zeitgewinn», betont Olivier Crameri, Mitbegründer des Start-ups zusammen mit Renault John Lecoultré.

## EFFIZIENTERE FARBSTOFFSOLARZELLEN

**DANK EINER AN DER EPFL ENTWICKELTEN NEUEN HERSTELLUNGSMETHODE KANN DIE LEISTUNG DER FARBSTOFFSOLARZELLEN UM 15% GESTEIGERT WERDEN. DAMIT KÖNNEN SIE DEN KONVENTIONELLEN SOLARZELLEN NUN DAS WASSER REICHEN.** • Die Farbstoffsolarzellen (Dye-Sensitized Solar Cells DSSC) haben viele Vorteile: Sie sind transparent, kostengünstig und sehr effizient bei der Energieumwandlung in schlechten Lichtverhältnissen. Diese von Michael Grätzel an der EPFL entwickelte Technologie gilt als besonders vielversprechend auf diesem Gebiet. Bisher erreichte sie jedoch nicht den Wirkungsgrad konventioneller Solarzellen. • Das Team von Michael Grätzel hat nun eine zweistufige DSSC-Fertigungsmethode erfunden, dank der diese bis zu 15% effizienter werden. Die neuen Zellen werden mit dem Licht speichernden Erz Perowskit hergestellt. Ein Teil des Erzes wird in die Poren eines Metalloxidträgers eingebracht, der anschliessend einer Lösung ausgesetzt wird, die den anderen Teil enthält. Wenn sich die beiden Teile berühren, entsteht eine Reaktion, bei der lichtempfindliche Pigmente gebildet werden. • Diese Methode ebnet den Weg für einen weiteren Entwicklungsschritt bei den Farbstoffsolarzellen für eine grössere Stabilität bei gleicher oder höherer Leistung im Vergleich zu den besten aktuellen dünnsschichtigen Fotovoltaiksystemen.

EFFIZIENTER



## DAS MATTERHORN WIE SIE ES NOCH NIE GESEHEN HABEN

**DIE BEIDEN EPFL-SPIN-OFFS SENSEFLY UND PIX4D HABEN EIN 3D-MODELL DES MATTERHORNS MIT ZUVOR NOCH NIE ERREICHTER GENAUIGKEIT ERSTELLT. DIE ULTRALEICHTEN DROHNEN VON SENSEFLY BRAUCHTEN NUR SECHS STUNDEN, UM DIE NOTWENDIGEN FOTOS AUS GROSSER HÖHE ZU SCHIESSEN.**

- Weniger als ein Kilogramm schwer, aber beim Überfliegen der Berggipfel ebenso in ihrem Element wie die Adler: Die «eBees» genannten fliegenden Roboter von senseFly, einem Spin-off des EPFL-Labors für intelligente Systeme (LIS), nahmen im September das Matterhorn ins Visier und fotografierten es aus allen Blickwinkeln. Diese völlig selbstständigen Drohnen brauchen nur einen am Computer erstellten Flugplan und können anschliessend einfach vom ausgestreckten Arm aus zu ihrer Mission starten.
- Drei von ihnen hoben von einem «Basislager» auf über 3000 Metern ab, während eine vierte vom Gipfel des symbolträchtigsten Bergs der Schweizer Alpen auf 4478 Metern über Meer startete. In sechs Flugstunden schossen die vollständig automatisierten kleinen Fluggeräte rund 3000 hochauflösende Bilder. Diese wurden anschliessend mithilfe der Software von Pix4D, einem anderen, aus dem Computer Vision Lab (CVLab) hervorgegangenen Spin-off, fast automatisch zu einem verblüffenden dreidimensionalen Modell mit rund 300 Millionen Referenzpunkten zusammengefügt.
- Wir wollten vor allem zeigen, was unsere Geräte unter diesen hochalpinen Extrembedingungen leisten können», erklärt senseFly-Chef Jean-Christophe Zufferey. 2012 investierte der französische Konzern Parrot mehr als 7 Millionen Franken in die beiden EPFL-Start-ups. Deren Technologie berührt zahlreiche Tätigkeitssektoren vom Bauwesen bis zur Geoinformation.

## KAMERA ZUM FILMEN KLEINSTER STRUKTUREN NACH ASIEN EXPORTIERT

**WÄHREND EIN FORSCHUNGSINSTITUT AUS SINGAPUR 2013 EINE ERSTE BESTELLUNG BEIM EPFL-SPIN-OFF ATTOLIGHT AUFGAB, WURDEN WEITERE VERKÄUFE IN CHINA UNTER DACH UND FACH GEBRACHT, UND AUCH MIT EINEM JAPANISCHEN VERTREIBER WIRD ZURZEIT ÜBER EINEN VERTRAG VERHANDELT.**

• Das kleine, von Attolight entwickelte Instrument stellt eine Revolution bei der Beobachtung nanoskopisch kleiner Strukturen dar, weil dank der Kombination aus einem ultraschnellen Laser und einem Rasterelektronenmikroskop die sich bewegenden Elektronen gefilmt werden können. Auf diese Weise kann die Qualität von Chips, LEDs und Fotovoltaikzellen geprüft werden. In Asien als wichtigstem Produktionsort für elektronische Bauteile herrscht grosses Interesse an diesem aus den Labors der Hochschule stammenden System. • Mit dem Gerät von Attolight können die auf dem Halbleitermarkt ständig weiter miniaturisierten integrierten Strukturen kontrolliert werden. Es liefert Informationen über die Struktur des Materials und Probleme, die seine Langlebigkeit langfristig reduzieren oder seine Effizienz beeinflussen könnten. «Attolight ist der Konkurrenz bezüglich Benutzerfreundlichkeit und Auflösung der am Bildschirm angezeigten Aufnahmen weit voraus», erklärt CEO Samuel Sonderegger.

## EPFL-START-UPS BEGEISTERN INVESTOREN

2013 trug die EPFL zur Gründung von 12 Start-ups bei. Seit 2007 waren es jährlich 10 bis 15. Diese Unternehmen konnten letztes Jahr Mittel im Umfang von CHF 100 Mio. beschaffen (CHF 600 Mio. seit 1999). Sie decken eine breite Palette von Anwendungen und Produkten ab: ca. 25% Informationstechnologie und Internet, 25% Medizingeräte und Biotechnologie, 20% Elektronik und Sensoren, 20% saubere Technologien und Energie und 10% Mikromechanik. Die grösste Herausforderung für die Start-ups der EPFL ist bekanntlich ihr Wachstum, aber rund 10% erhalten Risikokapital. Die bekanntesten Beispiele sind wahrscheinlich Typesafe, das die Programmiersprache Scala entwickelt, und Aleva Neurotherapeutics, das Elektroden für die Neurochirurgie herstellt. Beide erhielten Mittel in Höhe von über CHF 15 Mio. Weitere Beispiele aus der jüngsten Zeit sind Kandou, Distalmotion und Abionic. • Innovationen entstehen durch die Kombination aus Ideen von Unternehmern und finanziellen Mitteln von Investoren, aber ohne ein förderliches Umfeld wäre die Aufgabe schwierig. Von einem frühen Schutz der Ideen durch Patente oder Urheberrechte bis zur Projektanschubfinanzierung über die Programme Enable und Innogrant unternimmt die

EPFL ihr Möglichstes, um das Unternehmertum zu fördern und zu unterstützen. Hilfe von aussen ist dabei ebenfalls unverzichtbar. Dazu gehört der Innovation Park auf dem EPFL-Campus mit seinen Büroräumlichkeiten, die neue Einrichtung La Forge sowie viele andere Dienstleistungen wie die Programme Venturelab, Ventureideas, Ventureleaders und Venturekick, die neue kantonale Initiative Innovaud, die Unterstützung der KTI (Kommission für Technologie und Innovation) und die «Spin Funds» des Schweizerischen Nationalfonds. Darüber hinaus haben ehemalige Studierende der EPFL ihre eigenen Mentoring-Programme ins Leben gerufen. • Nach Erfolgsgeschichten wie Logitech und Endoart zeitigen diese Anstrengungen nun langsam wieder neue Ergebnisse. Pix4D und SenseFly schlossen 2013 eine Partnerschaft mit dem französischen Konzern Parrot, und Jilion wurde von Dailymotion übernommen. EPFL-Absolventen tragen ihr Talent auch in die weite Welt hinaus und folgen dem Beispiel des in den 1980er-Jahren im Silicon Valley gegründeten Unternehmens Synopsys. Auch die von Apple übernommene Firma Siri ist ein Start-up, dessen Wurzeln teilweise an der EPFL liegen.

12 starts-ups pro Jahr  
25% Informatik  
25% Medizintechnologie  
20% Energie  
10% Mikromechanik  
20% Sensoren



NACHHALTIGES BAUEN

# AUSBLICK

## WICHTIGE ROLLE DER EPFL IN DEN REGIONEN

In Zeiten wirtschaftlicher Globalisierung dürfen wir die lokale Entwicklung nicht aus den Augen verlieren. Das Internet wird die reale Welt nicht ersetzen – ein Grund zur Freude, würde ich sagen – und die Zukunft liegt in den Regionen, im direkten Kontakt mit den Entscheidungsträgern, den Unternehmern oder den sozialen und kulturellen Akteuren. «Global denken, lokal handeln»: Dieses oft wiederholte und dadurch schon fast zur Plattitüde verkommene Motto versuchen wir in Neuenburg, im Wallis, in Genf und in Freiburg in die Praxis umzusetzen. • In Genf (Seite 47) haben wir in Zusammenarbeit mit dem Kanton, der Universität und den Stiftungen Wyss und Bertarelli den Biotech-Campus eingerichtet. Wir wollen die durch den Wegzug von Merck Serono eingebrachten Aktivitäten im Bereich Life Sciences wiederankurbeln und haben uns in den ehemaligen Räumlichkeiten dieses Pharmakonzerns niedergelassen. Das von der EU mit einer halben Milliarde Euro finanzierte Neurowissenschaftsprojekt Human Brain wird bald den Schwerpunkt seiner Arbeit dorthin verlagern. • Im Wallis (Seite 48) werden sich die Tätigkeiten unseres Campus auf neue Energien und Wasserkraft konzentrieren. Was wäre auch naheliegender in einem Kanton, der in unserem Land zu den Gebieten mit den bedeutendsten Wasserressourcen und der grössten Sonneneinstrahlung zählt? Ein wichtiges Forschungsfeld bietet auch die Wiedereingliederung behinderter Menschen in Zusammenarbeit mit der Clinique Romande de Réhabilitation in Sitten. • In Neuenburg stützen wir uns auf die traditionelle Präzisionsindustrie. Im Einklang mit unseren Verpflichtungen haben wir die Anzahl Labors an dem 2009 an die EPFL angegliederten Institut für Mikrotechnik mehr als verdoppelt. Über die Hälfte der neuen Lehrstühle wird von bedeutenden Industriebetrieben der Region gesponsert. In Freiburg haben wir den Schwerpunkt ganz selbstverständlich auf das Thema nachhaltiges Bauwesen gelegt und arbeiten am ehemaligen Standort der Brauerei Cardinal mit der Ingenieur- und Architektenschule zusammen. • Unser Hauptcampus bleibt jedoch in Lausanne. Gemäss der berühmten jährlichen Rangliste der Zeitschrift Times Higher Education ist er weiterhin der internationalste Campus der Welt. Zwar verdanken wir einen Grossteil unserer Dynamik unserer Weltoffenheit, aber dies sollte auch den benachbarten Regionen zugute kommen. 2013 haben wir mehr denn je investiert, um unverzichtbare Brücken zwischen globaler und lokaler Ebene zu schlagen.

MIKROTECHNIK

ANDRÉ SCHNEIDER  
VIZEPRÄSIDENT FÜR PLANUNG  
UND LOGISTIK



## EINZIGARTIGE CHANCE IN GENÈVE GEPACKT

Dank der Unterstützung von Hansjörg Wyss und der Familie Bertarelli verwandelt sich der ehemalige Serono-Sitz in Genf-Sécheron in einen Forschungskomplex für Neurowissenschaften und Biotechnologie. Diese hochkarätigen Partner haben sich mit der EPFL und der Universität Genf zu einem Konsortium zusammengeschlossen, um einen neuen «Bio-tech-Campus» zu schaffen. Langfristig können dort über 1200 Personen arbeiten: Forschergruppen und Laborangestellte natürlich, aber auch Forschungs- und Entwicklungsabteilungen sowie Start-ups, die sich im unmittelbaren Umfeld niederlassen können, um den Kontakt mit den akademischen Kreisen zu fördern und neue Synergien zu bilden. • Der Standort wird unter anderem das von der EPFL koordinierte europäische Programm Human Brain Project, dessen Teams teilweise bereits im Herbst mit dem Umzug begonnen haben, sowie die Lehrstühle des EPFL-Zentrums für Neuroprothesen beherbergen. • Ferner entsteht ein «Wyss Center for Bio- and Nanoengineering» nach dem Vorbild der entsprechenden Einrichtung an der Universität Harvard (Boston). Dieses hat zum Ziel, die Entdeckung bahnbrechender Innovationen zu fördern und ihre Überführung in klinische Anwendungen sowie die Vermarktung neuer Lösungen zu beschleunigen. Auch die Ansiedlung von Abteilungen des Genfer Universitätsspitals (HUG) dient dem gleichen Zweck. • Mehr als ein einfaches Forschungszentrum handelt es sich um ein neues Forschungsumfeld vor den Toren der Stadt Genf.



**FRANÇOIS AVELLAN**  
Ordentlicher Professor für  
hydraulische Maschinen (STI)



**BEREND SMIT**  
Ordentlicher Professor (SB)



**DANIEL KUHN**  
Ausserordentlicher Professor  
für Risikoanalyse und Optimierung  
(CdM)



**FRANÇOIS MARÉCHAL**  
Titularprofessor (STI)



**JAN VAN HERLE**  
Lehr- und Forschungsbeauftragter  
(STI)



**ANTON SCHLEISS**  
Ordentlicher Professor (ENAC)



**MOHAMMAD KHAJA  
NAZEERUDIN**  
Lehr- und  
Forschungsbeauftragter (SB)



**HUBERT GIRAULT**  
Ordentlicher Professor für  
physikalische und analytische  
Elektrochemie (SB)

## EIN DIREKTOR, GEBÄUDE UND FORSCHER FÜR DAS WALLIS

Die Entwicklung des Walliser EPFL-Standorts ist 2013 bedeutend vorangekommen. Als Erstes wurde im Februar mit Marc-André Berclaz ein neuer Betriebsleiter ernannt. Anschliessend wurde im August das Siegerprojekt des Architekturwettbewerbs für den Bau des gemeinsamen Campus der HES-SO Valais Wallis und der EPFL südlich des Bahnhofs Sitten vorgestellt. • Auch auf akademischer Ebene gab es mit der Einsetzung eines ersten Teams von fünf Forschern in der Clinique romande de réadaptation in Sitten Fortschritte. Schliesslich wurden die Themen und bestimmte Lehrstuhlinhaber des neuen Forschungszentrums präsentiert. Für den Bereich grüne Chemie und Ener-

gie-Ingenieurwesen: Hubert Girault, Daniel Kuhn, Berend Smit, François Maréchal, Jan van Herle und Mohammad Khaja Nazeerudin sowie Andreas Züttel von der EMPA, für den Bereich Wasserkraft François Avellan und Anton Schleiss. Im Gesundheitsbereich werden bestimmte Aktivitäten des Zentrums für Neuroprothesen zwischen Genf (Biotech-Campus) und Sitten aufgeteilt. Es handelt sich um Olaf Blanke, Silvestro Micera, José del R. Millán und Grégoire Courtine. • Auf all diesen Gebieten werden die Professoren und leitenden wissenschaftlichen Mitarbeiter der EPFL mit ihren Kollegen der HES-SO Valais Wallis zusammenarbeiten.

# EPFL UND AFRIKA GEMEINSAM FÜR TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNG

**DIE EPFL VERSTÄRKT IHRE BEZIEHUNGEN ZU AFRIKA MIT DEN MASSIVE OPEN ONLINE COURSES UND DEM ZENTRUM FÜR ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG (CODEV).** • Als französischsprachige Technologiehochschule ist die EPFL heute der führende Anbieter von Massive Open Online Courses (MOOCs) im französischsprachigen Afrika. 2013 bestätigte sich nicht nur das Interesse der Studierenden an dieser Unterrichtsmethode, sondern auch das Engagement der Lehrkräfte der EPFL und der Partnerländer. • Neben dem Fernunterricht begann die EPFL 2013 das wichtige Zusammenarbeitsprogramm EssentialTech, das hauptsächlich auf Afrika ausgerichtet ist. Das vom EPFL-Zentrum für Zusammenarbeit und Entwicklung (CODEV) auf die Beine gestellte Programm dient der Entwicklung und Umsetzung wichtiger Technologien für die Bedürfnisse der Entwicklungsländer.

## STUDIERENDE JENSEITS DER SAHARA

In Afrika wird mit den MOOCs ein hochwertiger Unterricht erteilt und immer mehr Studierenden der Weg zu einer höheren Bildung geebnet. Die Erfahrungen begannen in Lausanne mit der Ausbildung von rund zehn afrikanischen Lehrkräften, die dann in ihren jeweiligen Einrichtungen als Bezugspersonen dienen. Rund 20 afrikanische Universitäten bekundeten Interesse und nahmen im Herbst 2013 die fünf von der EPFL auf Französisch angebotenen MOOCs in ihren Lehrplan auf. • Die EPFL erteilt hauptsächlich Grundlagenkurse in Mathematik, Physik und Informatik, behandelt aber auch Spezialthemen wie Mikrocontroller. In Afrika nahmen rund 7000 Personen, darunter 3000 Studierende, an den MOOCs teil. Nun geht es darum, angesichts der Verbindungsprobleme in vielen afrikanischen Ländern die Unterlagen für diese Online-Kurse zu diversifizieren. Das Projekt ist Teil des Netzwerks RESCIF, dem 14 französischsprachige Universitäten aus dem Norden und dem Süden angehören.

## ABHILFE BEI STROMAUSFÄLLEN IN KAMERUN

Die Ecole nationale supérieure polytechnique in Yaoundé und die EPFL haben in der Hauptstadt Kameruns ein gemeinsames Labor eröffnet. Es soll Technologien entwickeln, mit denen die Stromnetze stabilisiert und verbessert werden können. • In den südlich der Sahara gelegenen Ländern Afrikas sind Probleme mit der Stromversorgung häufig, insbesondere auch in den Spitälern. Im neuen Labor werden langfristig rund zehn Personen, hauptsächlich aus Kamerun, arbeiten. Auch dieses Programm wird im Rahmen des Netzwerks RESCIF durchgeführt.

## ANPASSUNG WICHTIGER MEDIZINISCHER TECHNOLOGIEN

Bestimmte Technologien besitzen das Potenzial, das Leben von Millionen Menschen in armen Regionen zu verändern. Über 70% der nach Afrika geschickten medizinischen Geräte werden mangels angemessener Strukturen oder Personal nie genutzt. Mit den Projekten des Programms EssentialTech sollen diese Zahlen verbessert werden, indem die Konzeption der Geräte von A bis Z überprüft wird. Das erste und am weitesten fortgeschrittene Projekt ist GlobalDiagnostics, bei dem in Zusammenarbeit mit Kamerun das System für medizinische Bildgebungsverfahren überarbeitet wird. GlobalNeoNat befasst sich mit geeigneten Brutkästen und H2Ospital mit der Trinkwasserversorgung von Spitälern. Der Vorteil des Programms EssentialTech besteht darin, dass Technologien Teil einer ganzen Wertschöpfungskette von der Abklärung des Bedarfs und der Schwierigkeiten bis zur Nachverfolgung der tatsächlichen Wirkung und der langfristigen Nachhaltigkeit sind. Dafür braucht es einen auf Zusammenarbeit ausgerichteten, fächerübergreifenden und multikulturellen Ansatz sowie eine Partnerschaft mit dem Privatsektor, den Behörden und der Zivilgesellschaft.

## MATHUMANITAIRE-SPIEL IN SÜDAFRIKA

Auf einer zweiwöchigen Reise durch Südafrika teilten 24 Bachelor-Studierende ihre Begeisterung für Mathematik mit Klassen aus den Townships. Mit dem EPFL Mathematical Humanitarian Project soll Primarschülern dieses Fach spielerisch nähergebracht werden. In Form von Shows behandeln die Studierenden neun wichtige grundlegende Konzepte, z.B. wie man komplexe Algorithmen mithilfe von Origami löst oder wie man mit einem einfachen Briefumschlag einen zweidimensionalen Gegenstand in ein dreidimensionales Objekt verwandelt. Diese Idee wurde von der Vereinigung ehemaliger Studierender A3, den Professoren der Fakultät für Grundlagenwissenschaften und fünf Lehrstühlen finanziell unterstützt.



SENEGAL  
DAKAR  
THIÈS  
SAINT-LOUIS

BURKINA FASO  
OUAGADOUGOU

BENIN  
COTONOU

COTE D'IVOIRE  
ABIDJAN  
YAMOOUSSOUKRO

TOGO  
LOMÉ

KAMERUN  
YAOUNDÉ  
DOUALA

KONGO  
BRAZZAVILLE

DRK  
KINSHASA

SÜDAFRIKA  
KAPSTADT

## KUNST UND WISSENSCHAFT IM SCHULTERSCHLUSS FÜR DIE ERFORSCHUNG VENEDIGS

**«VENICE TIME MACHINE» ODER WIE MAN EIN MODELL DER DOGEN-STADT ERSTELLT. DIE EPFL UND DIE UNIVERSITÄT CA' FOSCARI HABEN EIN FÄCHERÜBERGREIFENDES PROGRAMM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG AUFGELEGT. FORSCHUNGSGEGENSTAND IST DIE STADT VENEDIG.**

• Die im Februar vom EPFL-Präsidenten Patrick Aebischer und dem Präsidenten der Universität Ca' Foscari, Carlo Carraro, unterzeichnete Vereinbarung bildet einen ersten Schritt für den Aufbau eines Forschungszentrums in Venedig, das sich unter der Bezeichnung Digital Humanities Venice (DHV) mit den digitalen Geisteswissenschaften und der Stadt der Zukunft beschäftigt. Zu diesem Anlass lancierten die beiden Hochschulen eine Industriepartnerschaft mit Telecom Italia. • Im Rahmen von DHV wird man sich in einem ersten Schritt auf ein allgemeines Programm mit dem Titel Venice Time Machine konzentrieren. Mit dieser historischen, geografischen und integrativen Simulation von Venedig als einer der bestdokumentierten Städte der Welt soll die Vergangenheit nachgezeichnet, die Gegenwart besser verstanden und die Zukunft vorausgeplant werden. Das ehrgeizige Programm umfasst die Digitalisierung und Aufbewahrung der Archive sowie die Organisation grosser Datenmengen, um Visualisierungstechniken wie interaktive dreidimensionale Karten sowie museografische Inszenierungen zu entwickeln. Die ersten Master-Studierenden beginnen 2014 mit ihrer Arbeit.

## ARCHITEKTUR FÜR SENIORINNEN UND SENIOREN

Die Schweiz achtet  
sehr auf das  
Wohlbefinden  
der Seniorinnen  
und Senioren.

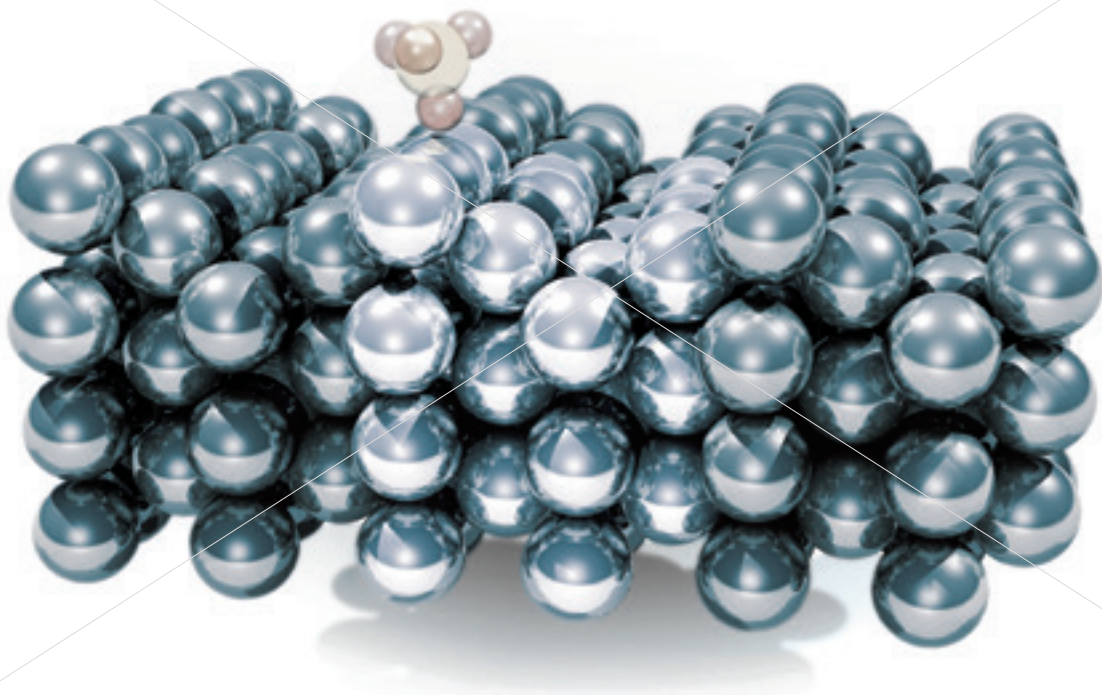
**EINE STUDIE VON BRUNO MARCHAND UND MARIELLE SAVOYAT BEFASST SICH MIT DER ARCHITEKTUR VON PFLEGE-EINRICHTUNGEN UND KONZENTRIERT SICH AUF EIN DUTZEND NEUERE PROJEKTE IM SCHWEIZER KANTON WAADT.**

• Im Auftrag des Gesundheitsdepartements des Kantons Waadt analysierten Bruno Marchand und Marielle Savoyat ein Dutzend in jüngster Zeit in diesem Kanton gebaute Pflegeeinrichtungen aus architektonischer Sicht. Die Ergebnisse bieten einen Überblick über die Geschichte und aktuellen Trends im Bereich der Pflegeheimarchitektur. • «Pflegeeinrichtungen sind komplexe hybride Organismen, in denen Bereiche für die medizinische Pflege eng mit Lebensräumen verbunden sind», sagt Marchand. Eine der grössten Herausforderungen für die Architekten bei der Planung solcher Heime besteht darin, die medizinische Komponente zugunsten einer resolut menschlichen Ausgestaltung in den Hintergrund zu rücken. «Die Bewohnerinnen und Bewohner sollten das Gefühl haben, zu Hause und nicht in einem Spital zu leben», erklärt er. • Durch eine Analyse Hunderter, in der letzten Zeit im Rahmen von Architekturwettbewerben eingereichter Projekte für Pflegeheime erstellten die Forscher einen Katalog praktischer Lösungen, die den Architekten bei künftigen Projekten helfen werden. • Laut Marchand besitzt die Schweiz eine lange Tradition in der Betreuung ihrer älteren Bevölkerung und ist dadurch eines der fortschrittlichsten Länder auf diesem Gebiet. «Wie so oft zeichnet sich die Schweiz durch eine sehr hohe Lebensqualität und eine hochwertige Infrastruktur aus. Dies gilt auch für die Pflegeeinrichtungen», sagt er.

# EPFL ZUM SCHWEIZER ZENTRUM FÜR MATERIALFORSCHUNG ERKOREN

**VON DEN ACHT NEUEN NATIONALEN FORSCHUNGSSCHWERPUNKTEN (NFS) WIRD DAS PROGRAMM «MARVEL» VON DER EPFL GELEITET. ES BEFASST SICH MIT DER ENTWICKLUNG INNOVATIVER MATERIALIEN DER ZUKUNFT MITHILFE VON COMPUTERSIMULATIONEN.** • Im Rahmen des von Prof. Nicola Marzari geleiteten neuen NFS soll die Konzeption und Entdeckung neuer Materialien regelrecht revolutioniert werden. «Dank der Leistung von Supercomputern und unseres Wissens in der Quantenmechanik können wir uns heute innovative Materialien vorstellen und ihre Eigenschaften sowie ihr Verhalten simulieren, ohne sie im Labor herstellen zu müssen», erklärt er. «Dies erlaubt viel schnellere Fortschritte gegenüber früher, als man mit kostspieligen Versuchen arbeiten musste.» • Die Entwicklung neuer Materialien wird viele Gebiete interessieren, insbesondere den Energiebereich. «Wir brauchen bedeutende Fortschritte bei den Spezialmaterialien, um die Energie in der Umwelt einzufangen, umzuwandeln und effizient

sowie wirtschaftlich tragfähig zu speichern», sagt Nicola Marzari weiter. • Aber das ist noch nicht alles: Der Bereich Verbraucherelektronik, die Grundlagen- und Experimentalforschung, die Quanteninformatik und sogar die pharmazeutische Industrie nutzen die besonderen Eigenschaften bestimmter Materialien. Die Nobelpreise für Arbeiten über Graphen und Hochtemperatur-Supraleitfähigkeit zeigen beispielhaft, was die Materialforschung der Wissenschaft bringen kann. • Um über das Stadium der Simulation hinauszugehen und die Forschung auf praktische Anwendungen auszurichten, arbeitet MARVEL mit den besten Spezialisten des Landes zusammen. Neben der EPFL umfasst das Konsortium Forscher der ETH Zürich, der Universitäten Genf, Basel, Freiburg, Zürich und der italienischen Schweiz, von IBM und dem Schweizerischen Hochleistungsrechenzentrum CSCS. Die experimentelle Synthese und Charakterisierung von Materialien fällt in den Aufgabenbereich des Paul-Scherrer-Instituts und der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt EMPA.





## WETTKAMPF «NEUGIERIG UND ERFINDERISCH» FÜR JUNGEN UND MÄDCHEN VON 8 BIS 13 JAHREN

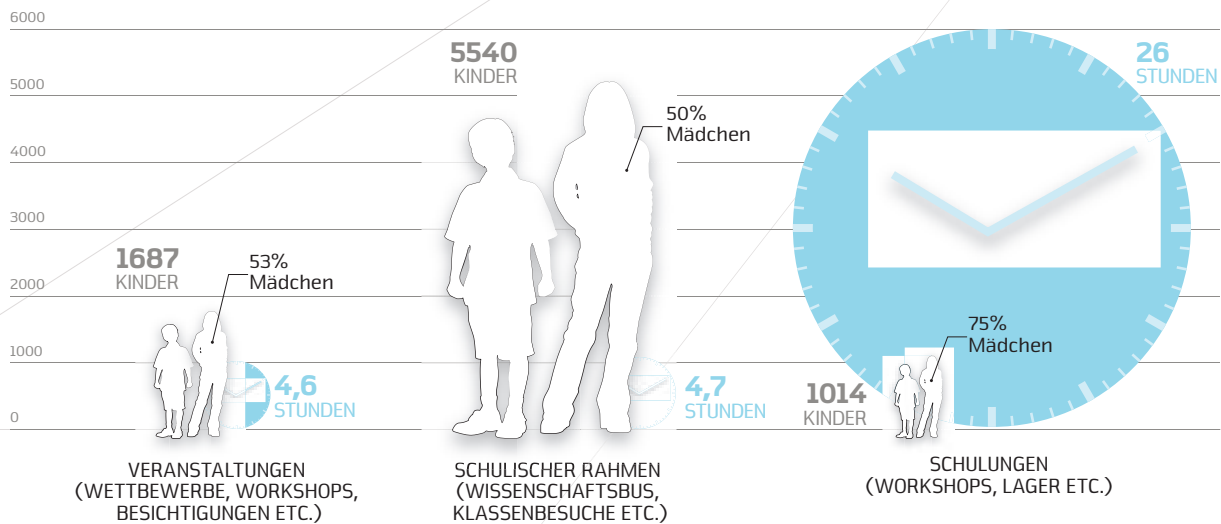
> 32 Teams  
aus Jungen  
und Mädchen  
im März 2013

Am 28. und 29. März 2013 nahmen 32 Teams aus Jungen und Mädchen von 8 bis 13 Jahren an einem Wettkampf rund um wissenschaftliche Herausforderungen teil. Der Mannschaftswettbewerb mit dem Titel «Neugierig und erfinderisch» hatte zum Ziel, den Kindern Lust auf Wissenschaft zu geben und die akademische Zusammenarbeit zu fördern. Er wurde zum ersten Mal von der Abteilung Wissenschaftsförderung bei Jugendlichen an der EPFL durchgeführt. • Die Aufgaben waren vielfältig: Auslösung eines Problems, Durchführung von Experimenten, Wettkampf zur Erprobung des Teamgeistes und ein Quiz. Die ursprünglich für 18 Teams geplante eintägige Veranstaltung war so erfolgreich, dass sie um einen Tag verlängert wurde, um allen interessierten Teams eine Teilnahme zu ermöglichen.

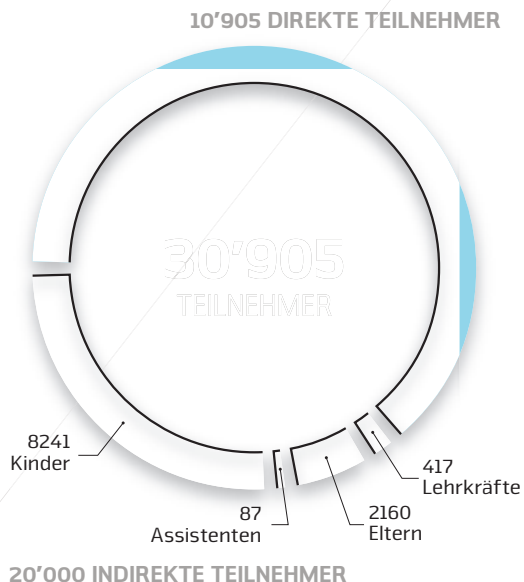
# WISSENSCHAFTSFÖRDERUNG BEI JUGENDLICHEN IM JAHR 2013

## KONTAKTZEIT UND ANTEIL MÄDCHEN NACH AKTIVITÄTSART

Die Wissenschaftsförderungsstrategie der EPFL ist besonders auf Mädchen und junge Frauen ausgerichtet. Diese machen 75% der Teilnehmer an Ausbildungskursen mit einer durchschnittlichen Dauer von 26 Stunden aus.



## TEILNEHMER



## AUF EINEN BLICK

### 110 LEHRKRÄFTE

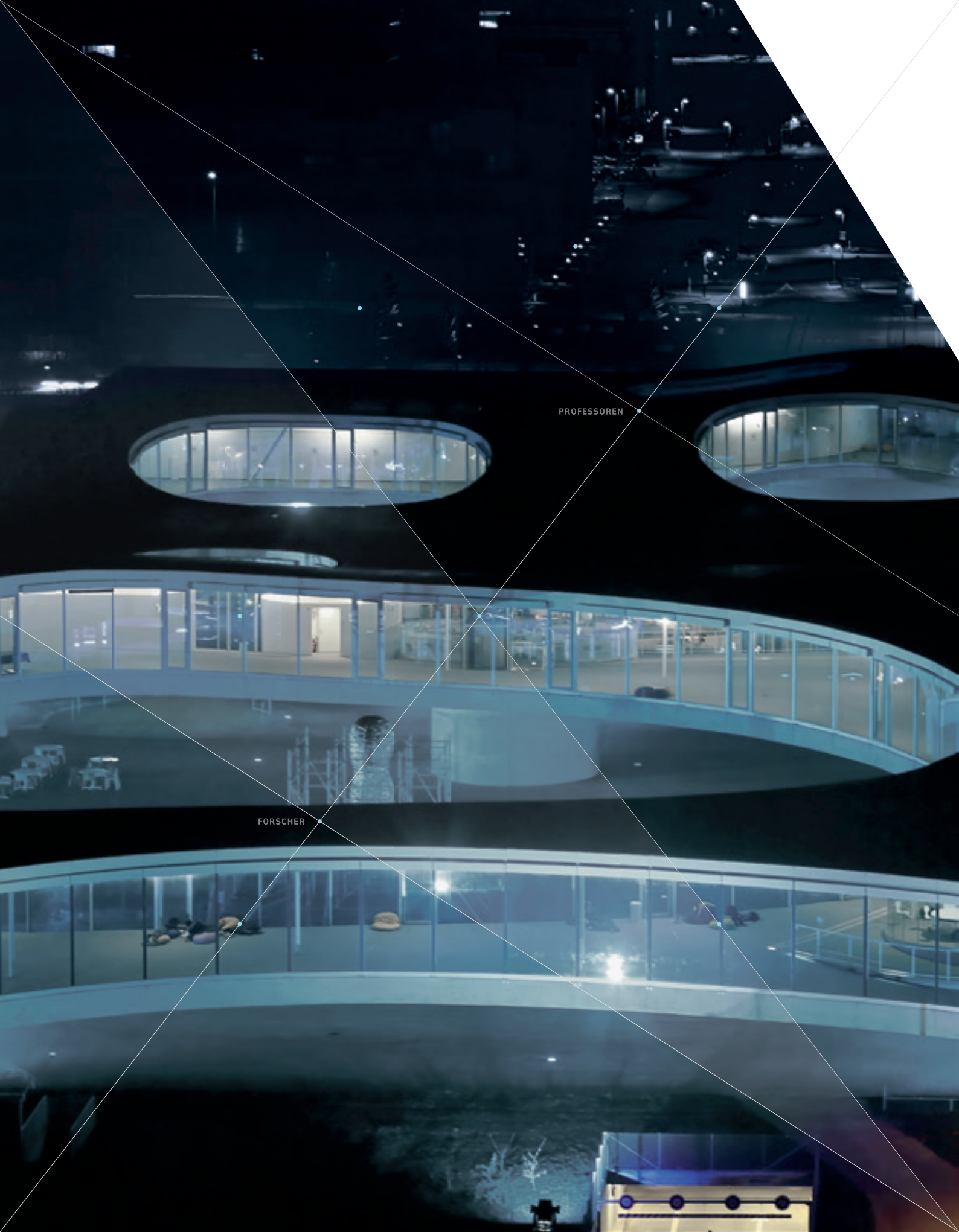
NAHMEN AN FACHWORKSHOPS ZU NEUROWISSENSCHAFTEN UND ROBOTIK TEIL.

### 8241 KINDER

DAVON 54% MÄDCHEN, NAHMEN 2013 AN ÜBER 43 OUTREACH-AKTIVITÄTEN TEIL.

### 277 KLASSEN

PROFITIERTEN VON VORFÜHRUNGEN UND WORKSHOPS IM WISSENSCHAFTSBUS ODER AUF DEM EPFL-CAMPUS.



PROFESSOREN

FORSCHER

# PERSONALIA

PERSPEKTIVE

# 2013 ERNANNT ODER BEFÖRDERTE PROFESSOREN



**BERNARD CACHE**  
Ausserordentlicher Professor  
für digitale Kultur des  
Architekturprojekts (ENAC)



**THOMAS DAVID**  
Ordentlicher Professor  
für Human- und  
Sozialwissenschaften  
und Direktor des Collège  
des Humanités (CdH)



**PASCAL FROSSARD**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessor  
für Elektrotechnik (STI)



**OLIVER KRÖCHER**  
Titularprofessor (SB)



**DANIEL KUHN**  
Ausserordentlicher Professor  
für operative Forschung (CdM)



**FRANCESCO MONDADA**  
Titularprofessor  
für Robotik (STI)



**PAOLA VIGANÒ**  
Ordentliche Professorin  
für urbane Theorie  
und Projekte (ENAC)



**ESTHER AMSTAD**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessorin  
für Werkstoffwissenschaft  
(STI)



**MARILYNE ANDERSEN**  
Ordentliche Professorin für  
nachhaltige Bautechnologien  
(ENAC)  
Dekanin der Fakultät ENAC  
seit dem 1. September 2013



**ARDEMIS BOGHOSSIAN**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessorin  
für Chemieingenieurwesen (SB)



**ANJA FRÖHLICH**  
Ausserordentliche Professorin  
für Architektur (ENAC)



**MARTIN FRÖHLICH**  
Ausserordentlicher Professor  
für Architektur (ENAC)



**KERSTEN GEERS**  
Ausserordentlicher Professor  
für Architektur (ENAC)



**JOHANNES GRÄFF**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessor  
für Life Sciences (SV)  
Nestlé-Lehrstuhl  
für Neuroentwicklung



**ANDERS HAGFELDT**  
Ordentlicher Professor  
für physikalische Chemie (SB)



**CHRISTOF HOLLIGER**  
Ordentlicher Professor  
für Umweltbiotechnologie  
(ENAC)

SB: GRUNDLAGENWISSENSCHAFTEN

SV: LIFE SCIENCES

MES: ENERGIEMANAGEMENT UND NACHHALTIGES BAUEN

STI: INGENIEURWISSENSCHAFTEN

IC: COMPUTER- UND KOMMUNIKATIONSWISSENSCHAFTEN

ENAC: BAU, ARCHITEKTUR UND UMWELT

CDM: TECHNOLOGIEMANAGEMENT



**JAMES LARUS**  
Ordentlicher Professor  
für Informatik und  
Kommunikationssysteme (IC)  
Dekan der Fakultät Informatik  
und Kommunikation seit  
dem 15. Oktober 2013



**JEREMY LUTERBACHER**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessor für  
Chemieingenieurwesen (SB)



**DOMINIQUE PIOLETTI**  
Ausserordentlicher Professor  
für translationale Biomechanik  
(STI)



**DAVID SUTER**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessor  
für Life Sciences (SV)  
Carigest-Lehrstuhl für  
embryonale Stammzellen



**ALEXIS BERNE**  
Ausserordentlicher Professor  
für Umweltfernerkundung  
(ENAC)



**RIZLAN  
BERNIER-LATMANI**  
Ausserordentliche Professorin  
für Umweltmikrobiologie  
(ENAC)



**NICOLAI CRAMER**  
Ausserordentlicher Professor  
für organische Chemie (SB)



**VICTOR PANARETOS**  
Ausserordentlicher Professor  
für Statistik (SB)



**BEREND SMIT**  
Ordentlicher Professor  
für Chemieingenieurwesen (SB)



**DRAZEN DUJIC**  
Tenure-Track-  
Assistenzprofessor  
für Elektrotechnik (STI)



**JOACHIM KRIEGER**  
Ordentlicher Professor  
für Mathematik (SB)



**ROLAND LOGÉ**  
Ausserordentlicher Professor  
für Werkstoffwissenschaften  
(STI)



**CARL PETERSEN**  
Ordentlicher Professor  
für Life Sciences (SV)



**NISHEETH VISHNOI**  
Ausserordentlicher  
Professor für Informatik und  
Kommunikationssysteme (IC)



**RICHARD FRACKOWIAK**  
Externer Titularprofessor (SV)

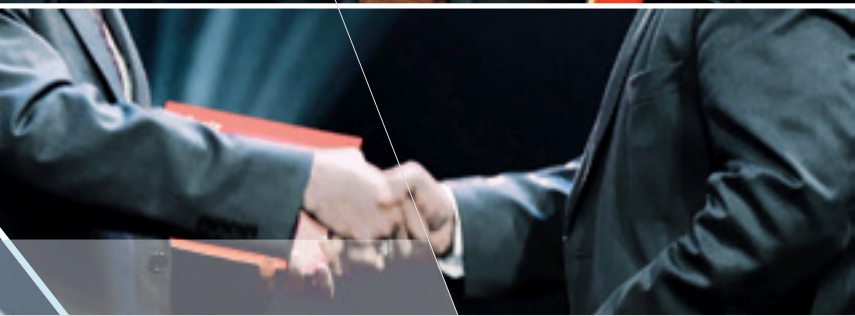


**KEI SAKAMOTO**  
Externer Titularprofessor (SV)



CHRISTOS PAPADIMITRIOU

JOHN A. ROGERS



## DOCTORES HONORIS CAUSA 2013

> Fachgebiete:  
Elementarteilchen  
Weiche Materialien  
Algorithmenkomplexität

**DREI FORSCHERINNEN UND FORSCHER AN DER MAGISTRALE 2013 ZUM DOCTOR HONORIS CAUSA ERNANNT** • **Fabiola Gianotti** ist Teilchenphysikerin. Sie ist insbesondere für «ATLAS», eines der weltweit wichtigsten Projekte, zuständig, an dem ungefähr 3000 Physiker rund um den Large Hadron Collider LHC im CERN arbeiten. Die Forscherin spielte eine entscheidende Rolle bei der Entdeckung des Higgs-Boson. • **John A. Rogers** ist Physiker und Chemiker sowie Werkstoffingenieur an der Universität von Illinois in Urbana-Champaign. Zusammen mit seiner Gruppe versucht er die Eigenschaften weicher Materialien wie Polymere, Flüssigkristalle und biologische Gewebe durch die Entwicklung von Hybridkombinationen zu verstehen und zu nutzen. • **Christos Papadimitriou** ist ein für seine Arbeit im Bereich der Komplexität von Algorithmen, Datenbanken und kombinatorischer Optimierung bekannter Informatiker. Er forscht und unterrichtet an der Universität von Berkeley in Kalifornien. Er ist Autor mehrerer Werke: Das bekannteste heisst *Computational Complexity*, und das erstaunlichste ist eine moderne Liebesgeschichte mit dem Titel *Turing*. Der Forscher hat ausserdem auch nicht wissenschaftliche Romane verfasst.

# ORGANISATION EPFL- PRÄSIDIUM



**Patrick Aebischer**  
Präsident



**André Schneider**  
Vizepräsident für Planung  
und Logistik



**Philippe Gillet**  
Vizepräsident für akademische  
Angelegenheiten



**Adrienne Corboud Fumagalli**  
Vizepräsidentin für Innovation  
und Technologietransfer



**Karl Aberer**  
Vizepräsident  
für Informationssysteme

## FAKULTÄTEN

### SB

#### Grundlagen- wissenschaften

- Mathematik
- Physik
- Chemie

### SV

#### Life Sciences

- Bioingenieur-  
wesen
- Neurowissen-  
schaften
- Infektiologie
- Krebs

### STI

#### Ingenieur- wissenschaften und -techniken

- Elektrotechnik
- Maschinenbau
- Materialwissen-  
schaften und  
Werkstofftechnik
- Mikrotechnik
- Bioingenieurwesen

### IC

#### Computer- und Kommunikations- wissenschaften

- Informatik
- Kommunika-  
tionssysteme

### ENAC

#### Bau, Architektur und Umwelt

- Architektur
- Bauingenieur-  
wissenschaften
- Umwelt-  
engineering
- Städte- und  
Raumentwicklung

## COLLEGES

### CdH

#### College der Geistes- und Sozialwissenschaften

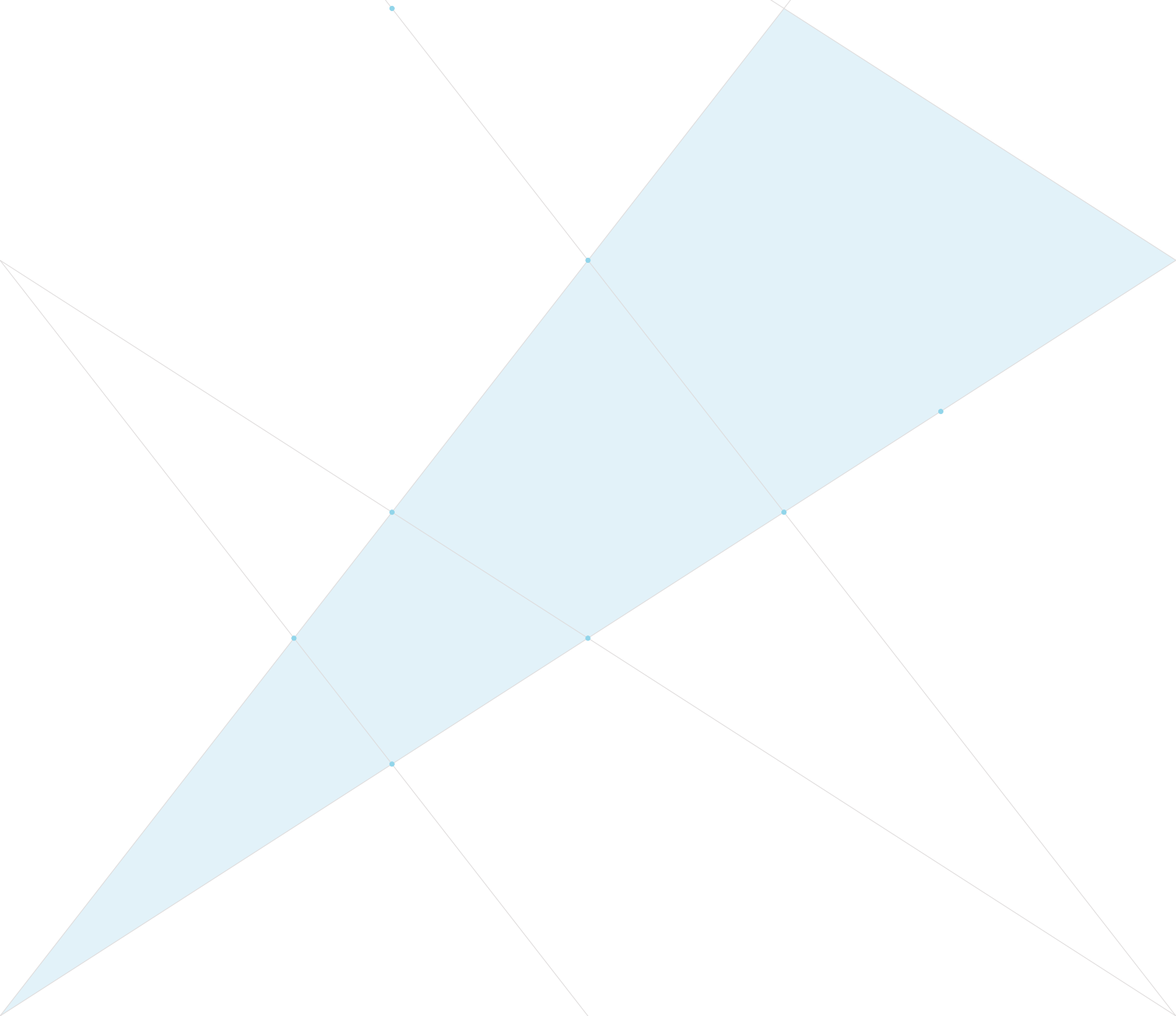
- Human- und Sozialwissenschaften
- Area and Cultural Studies
- Digital Humanities

### CdM

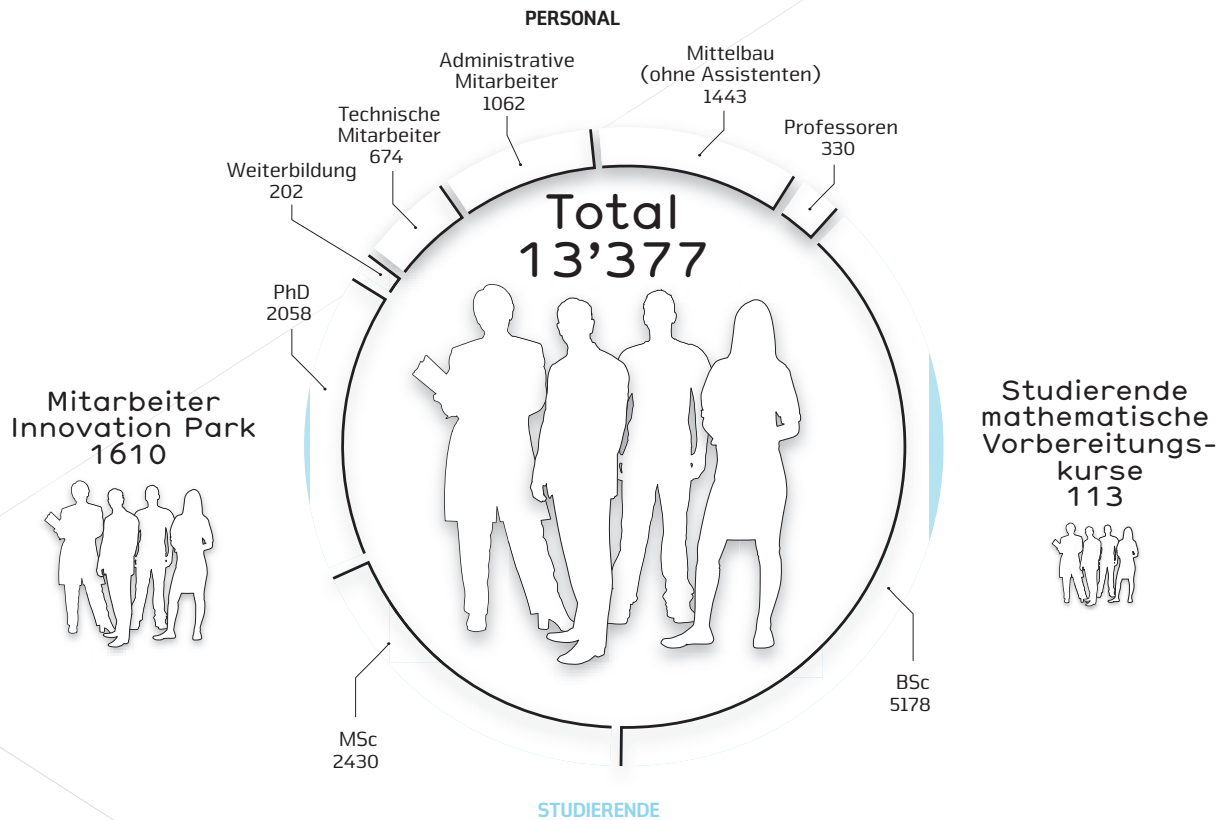
#### Technologie-Management

- Technologie-Management
- Finanzingenieurwissenschaften
- Technologie und Public Policy

# DIE EPFL IN ZAHLEN 2013



## CAMPUS-ZUSAMMENSETZUNG



### ÜBERSICHT

## FORSCHUNG

339 LABORS  
2962 WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN  
GEMÄSS DER REFERENZDATENBANK ISI WEB OF SCIENCE  
76 ERC-STIPENDIEN (2007–2013)

## LEHRE

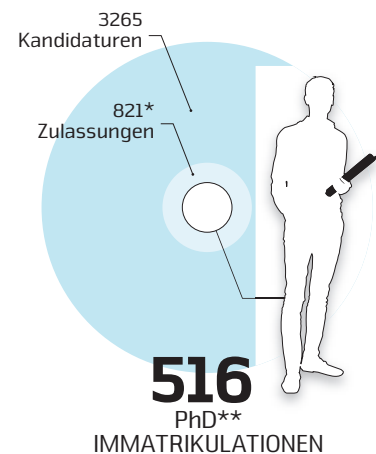
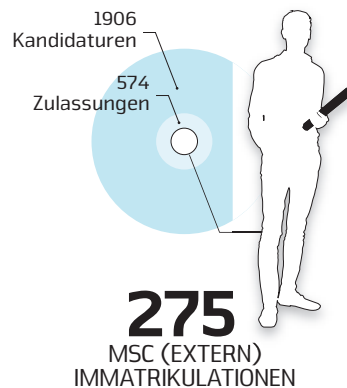
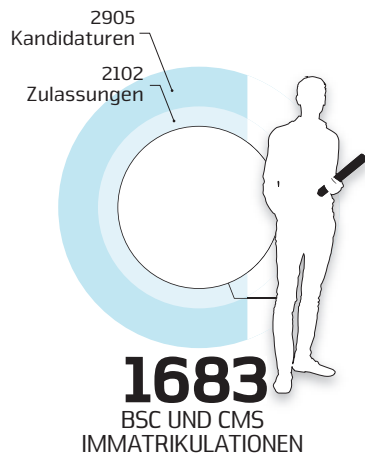
1 PROFESSOR: 31 STUDIERENDE (BSC UND MSC)  
15 BACHELOR-PROGRAMME  
35 MASTER-PROGRAMME

## TECHNOLOGIETRANSFER

15 FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSABTEILUNGEN IM INNOVATION PARK  
105 MIO. CHF KAPITALBESCHAFFUNG 2013  
12 START-UPS IM DURCHSCHNITT PRO JAHR SEIT 1997

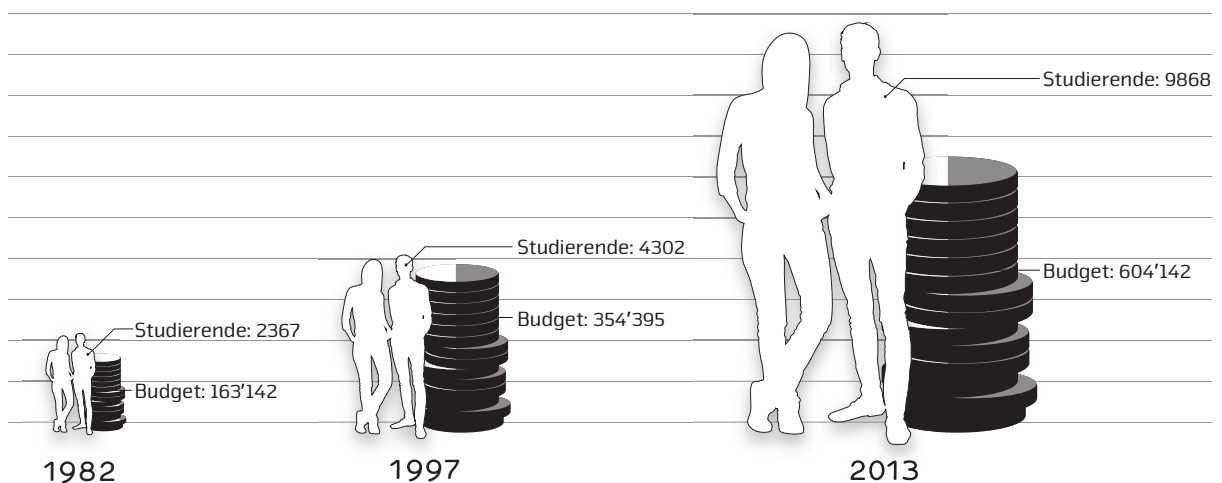
# STUDIERENDE: ZAHLEN

## ÜBERSICHT KANDIDATEN BACHELOR, MASTER UND DOKTORAT



\* Januar bis November 2013  
\*\* Einschliesslich zugelassene Doktoranden ohne Betreuer

## ENTWICKLUNG BUDGETAUSGABEN (KCHF) UND ANZAHL STUDIERENDE



## STUDIERENDE NACH STUDIENFACH UND ABSCHLUSS

	BACHELOR	MASTER	DOKTORAT	WEITER- BILDUNG	TOTAL
<b>Grundlagenwissenschaften (SB)</b>	1031	406	474		<b>1911</b>
Mathematik	337	116	74		<b>527</b>
Physik	404	136	210		<b>750</b>
Chemie	290	154	190		<b>634</b>
<b>Life Sciences (SV)</b>	484	217	255		<b>956</b>
<b>Ingenieurwissenschaften (STI)</b>	1365	644	687		<b>2696</b>
Materialwissenschaften und Werkstofftechnik	186	89	121		<b>396</b>
Maschinenbau	560	206	109		<b>875</b>
Mikrotechnik	434	184	197		<b>815</b>
Elektrotechnik	185	165	260		<b>610</b>
<b>Computer- und Kommunikations- wissenschaften (IC)</b>	711	371	296		<b>1378</b>
Kommunikationssysteme	253	138	101		<b>492</b>
Informatik	458	233	195		<b>886</b>
<b>Bau, Architektur und Umwelt (ENAC)</b>	1587	602	290	61	<b>2540</b>
Umweltwissenschaften und Umweltengineering	232	158	88		<b>478</b>
Bauingenieurwissenschaften	503	188	112	14	<b>817</b>
Architektur	852	256	90	47	<b>1245</b>
<b>Technologiemanagement (CdM)</b>		151	56	141	<b>348</b>
Technologiemanagement		66	37	141	<b>244</b>
Finanzingenieurwissenschaften		85	19		<b>104</b>
<b>Energiemanagement und nachhaltiges Bauen (MES)</b>		39			<b>39</b>
<b>Total</b>	<b>5178</b>	<b>2430</b>	<b>2058</b>	<b>202</b>	<b>9868</b>

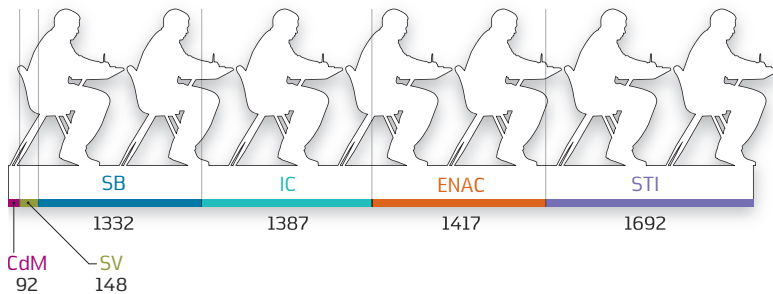
Studierende Bachelor + Master

7608

# STUDIERENDE: ZAHLEN

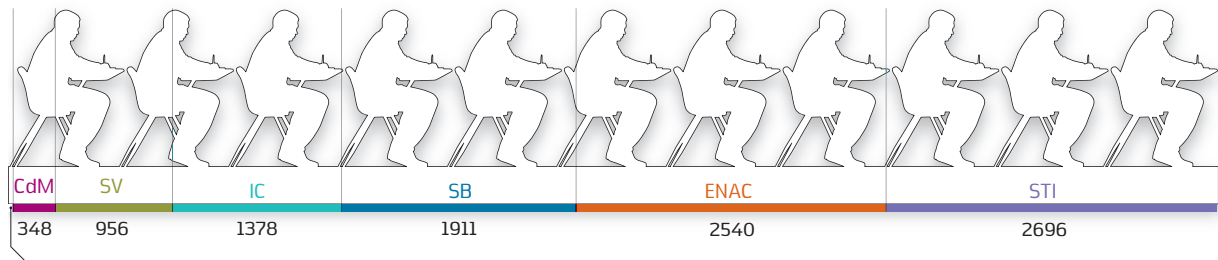
## 10 JAHRE WACHSTUM NACH FAKULTÄT\*

### 6068 Studierende im Jahr 2003



\*\* SB: Grundlagenwissenschaften  
SV: Life Sciences  
STI: Ingenieurwissenschaften  
IC: Computer- und Kommunikationswissenschaften  
ENAC: Bau, Architektur und Umwelt  
CDM: Technologiemanagement  
MES: Energiemanagement und nachhaltiges Bauen

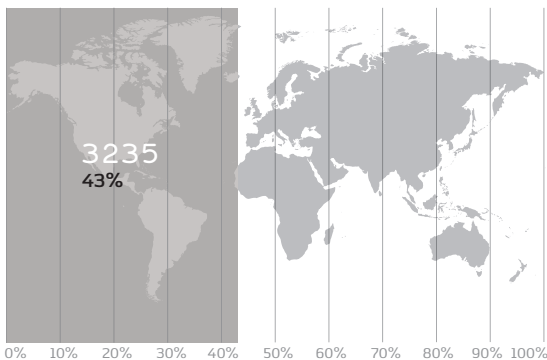
### 9868 Studierende im Jahr 2013



39

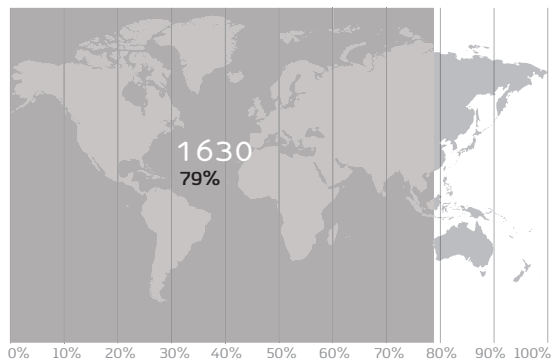
## AUSLÄNDISCHE STUDIERENDE (OHNE NIEDERLASSUNG)

### Bachelor + Master



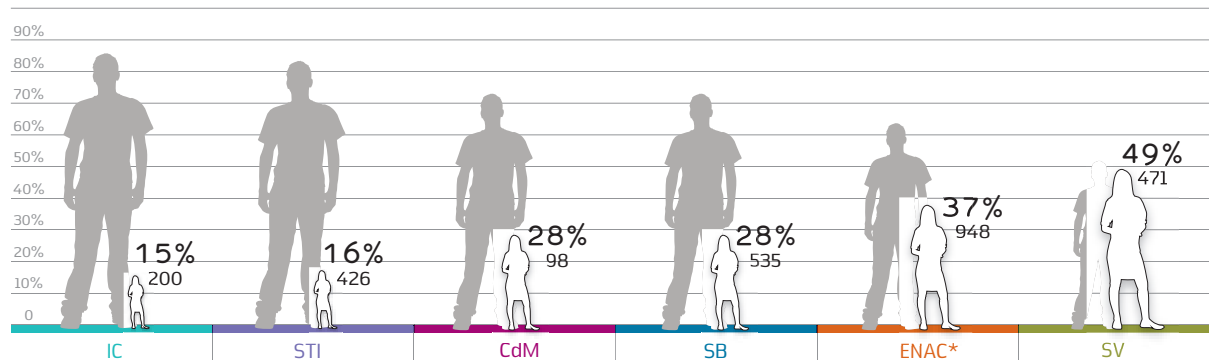
Bachelor: 2089 – 40%  
Master: 1146 – 47%

### Doktoranden



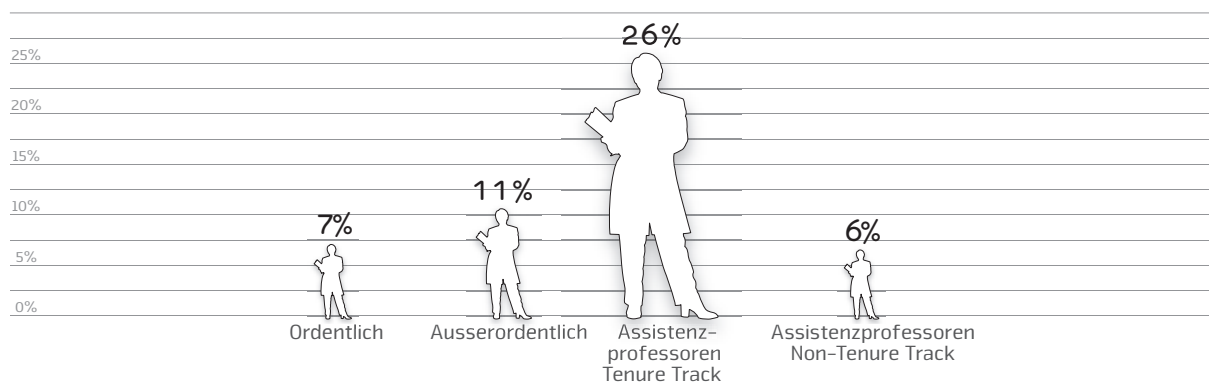
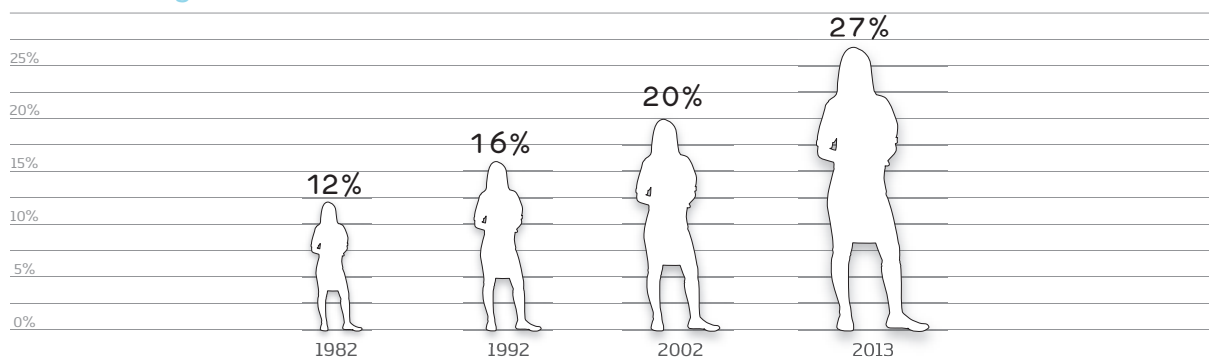
## WEIBLICHE STUDIERENDE

### Anteil weiblicher Studierender nach Fakultät\*



\* Einschliesslich MES

### Entwicklung des Anteils weiblicher Studierender



# PERSONAL

## PERSONALBESTAND NACH FAKULTÄT UND ABTEILUNG (VOLLZEITÄQUIVALENTE)

	TOTAL
<b>Fächerübergreifende Einheiten (ENT)</b>	<b>80.6</b>
<b>Grundlagenwissenschaften (SB)</b>	<b>1172.9</b>
Mathematik	200.7
Physik	541.4
Chemie	430.8
<b>Life Sciences (SV)</b>	<b>714.7</b>
<b>Ingenieurwissenschaften (STI)</b>	<b>1277.3</b>
Materialwissenschaften und Werkstofftechnik	233.6
Maschinenbau	337.4
Mikrotechnik	409.4
Elektrotechnik	296.9
<b>Computer- und Kommunikationswissenschaften (IC)</b>	<b>484.1</b>
Kommunikationssysteme	175.5
Informatik	308.6
<b>Bau, Architektur und Umwelt (ENAC)</b>	<b>605.5</b>
Umweltwissenschaften und Umweltengineering	194.4
Bauingenieurwissenschaften	204.3
Architektur	206.8
<b>Technologiemanagement (CDM)</b>	<b>96.0</b>
Technologiemanagement	54.5
Finanzingenieurwissenschaften	41.4
<b>Zentrale Dienste</b>	<b>665.0</b>
<b>Total</b>	<b>5096.1</b>

## PERSONAL NACH KATEGORIEN (VOLLZEITÄQUIVALENTE)

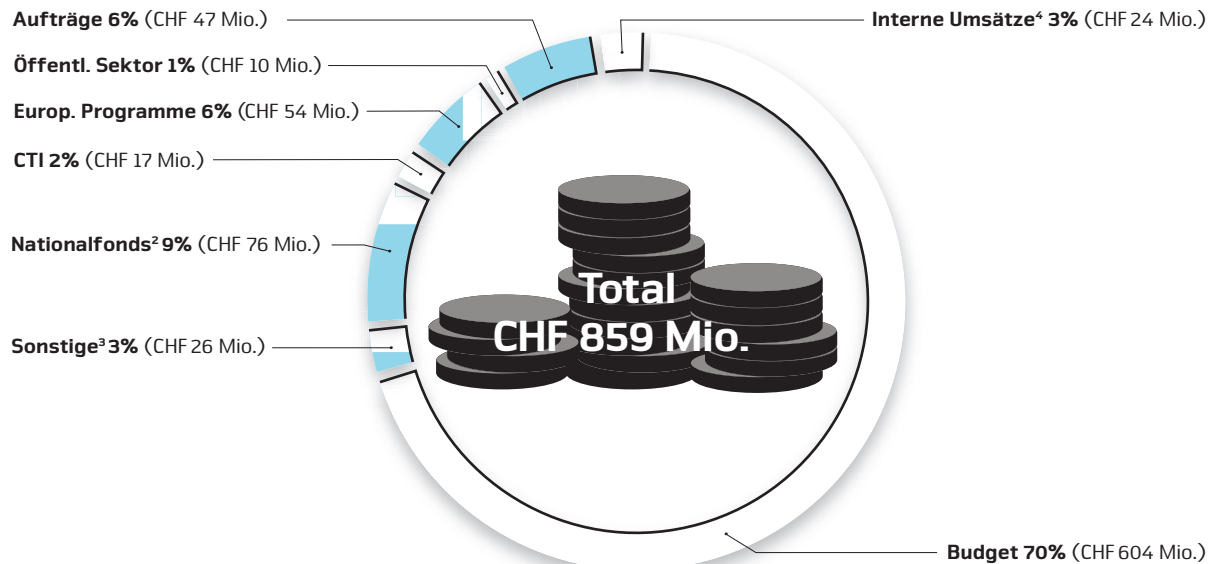
	TOTAL	DAVON DURCH DEN BUNDES-HAUSHALT FINANZIERT	DAVON DURCH DRITTMITTEL (ÖFFENTLICH UND PRIVAT) FINANZIERT
<b>Professoren</b>	<b>301.1</b>	282.0	19.1
Ordentliche Professoren	171.1	168.1	3.0
Ausserordentliche Professoren	58.4	58.4	0.0
Assistenzprofessoren Tenure Track	60.7	54.8	5.9
Assistenzprofessoren SNF	10.9	0.7	10.2
<b>Mittelbau</b>	<b>3272.2</b>	1470.5	1801.7
Interne Titularprofessoren	46.4	44.4	2.0
Senior Scientists	75.8	72.9	2.9
Assistenten	1945.9	741.9	1204.1
Wissenschaftliche Mitarbeiter	1204.1	611.3	592.7
<b>Administrative und technische Mitarbeiter</b>	<b>1522.8</b>	1343.2	179.6
Administrative Mitarbeiter	886.7	809.5	77.2
Technische Mitarbeiter	636.1	533.6	102.4
<b>Total</b>	<b>5096.1</b>	3095.7	2000.4
		61%	39%



# FINANZEN\*

## AUSGABEN NACH FINANZIERUNGSQUELLE<sup>1</sup>

### MITTEL VON DRITTEN



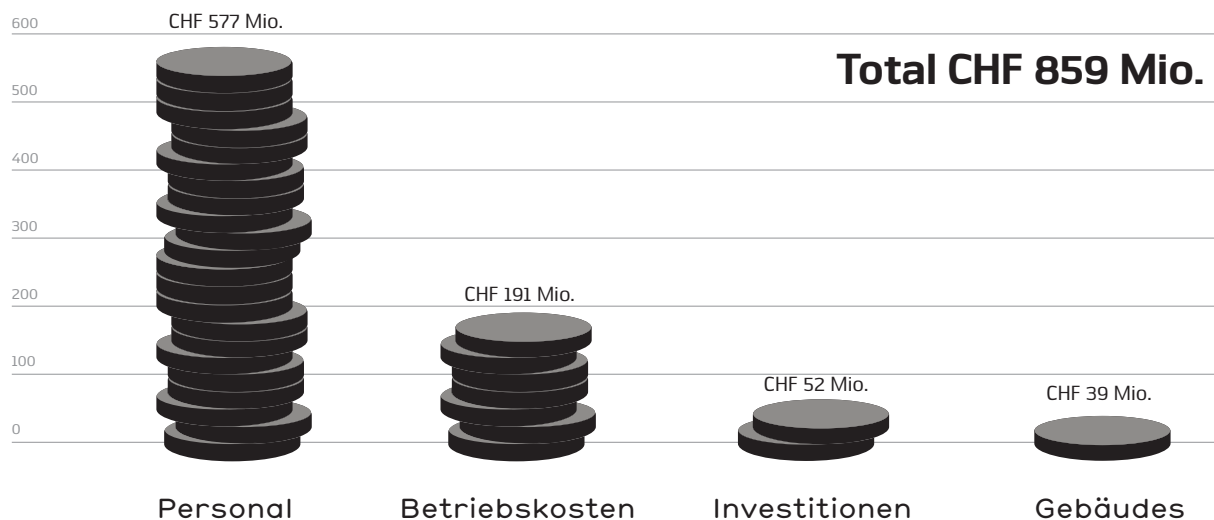
<sup>1</sup> Gesamtausgaben mit Bauprojekten (inkl. getrennter Teil des BBL ab 2007)

<sup>2</sup> inkl. NFS und Projekte NanoTera/SystemsX

<sup>3</sup> Sponsoring, Stiftungen, zweckgebundene und reservierte Mittel, Kongresse, Weiterbildung etc.

<sup>4</sup> Unterrichtsgebühren, Verkauf von Dienstleistungen, Finanzerträge etc.

## AUSGABEN NACH SEKTOREN



\*Die Zahlen stammen aus der Fonds-Buchhaltung der EPFL und können wegen nicht fondswirksamer Abschlussbuchungen geringfügig von den Zahlen der offiziellen, nach den Grundsätzen des ETH-Bereichs geführten Buchhaltung abweichen.

## AUSGABEN 2013 (KCHF)

	PERSONAL	BETRIEBS- KOSTEN	INVESTITIONEN	TOTAL	DRITTMITTEL
<b>Grundlagenwissenschaften (SB)</b>	134'636	20'692	9964	<b>165'292</b>	55'009
Mathematik	24'541	2643	133	<b>27'317</b>	6316
Physik	67'769	10'554	5686	<b>84'009</b>	27'418
Chemie	42'326	7496	4144	<b>53'966</b>	21'276
<b>Life Sciences (SV)</b>	75'958	22'872	19'554	<b>118'670</b>	39'537
<b>Ingenieurwissenschaften (STI)</b>	133'330	24'584	11'053	<b>168'968</b>	72'900
Materialwissenschaften und Werkstofftechnik	25'309	5199	2184	<b>32'691</b>	13'989
Maschinenbau	34'865	4717	1860	<b>42'783</b>	15'814
Mikrotechnik	44'333	8543	5821	<b>57'663</b>	25'486
Elektrotechnik	28'824	6125	1188	<b>35'831</b>	17'610
<b>Computer- und Kommunikationswissenschaften (IC)</b>	49'596	5979	666	<b>56'241</b>	17'977
Kommunikationssysteme	18'671	2198	194	<b>21'062</b>	5302
Informatik	30'925	3781	472	<b>35'178</b>	12'675
<b>Bau, Architektur und Umwelt (ENAC)</b>	67'770	10'928	4415	<b>83'114</b>	20'534
Umweltwissenschaften und Umweltengineering	22'180	3474	3538	<b>29'191</b>	6877
Bauingenieurwissenschaften	21'431	3531	794	<b>25'755</b>	8260
Architektur	24'160	3923	84	<b>28'167</b>	5397
<b>Technologiemanagement (CDM)</b>	12'390	1898	43	<b>14'330</b>	4043
Technologiemanagement	7285	1423	11	<b>8719</b>	2929
Finanzingenieurwissenschaften	5105	474	32	<b>5611</b>	1113
<b>EPFL Middle East</b>	445	990	17	<b>1452</b>	1452
<b>Zentrale Dienste</b>	95'666	95'583	5848	<b>198'085</b>	15'852
<b>Fächerübergreifende Einheiten</b>	7362	7609	537	<b>14'235</b>	3927
<b>Bauten (BBL)</b>	0	0	39'000	<b>39'000</b>	0
<b>Total</b>	<b>577'155</b>	<b>191'135</b>	<b>91'097</b>	<b>859'386</b>	<b>231'232</b>

# FORSCHUNG

## INTERNATIONALE RANKINGS

Europa **1.**  
Leiden

**2.**  
AWRU/Shanghai  
(Engineering)

**4.**  
QS (Engineering)

**5.**  
THE (Engineering)

**7.**  
Times Higher  
Education (THE)

**7.**  
QS Global

Welt **8.**  
QS (Engineering)

**13.**  
Leiden

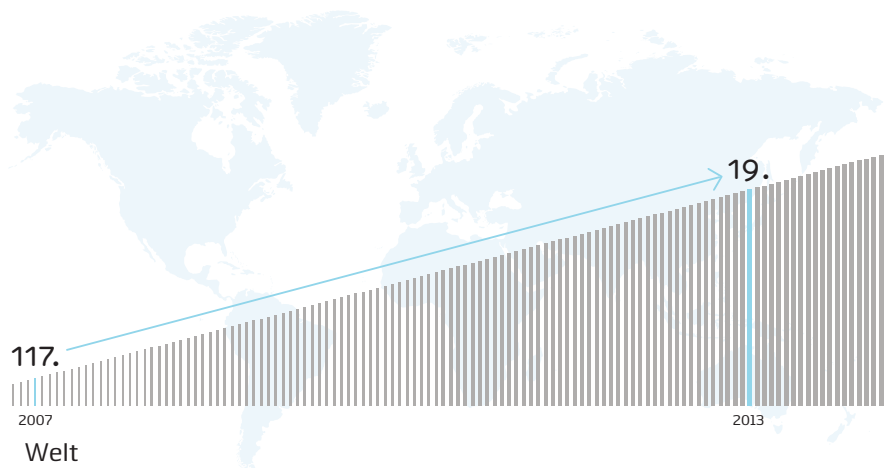
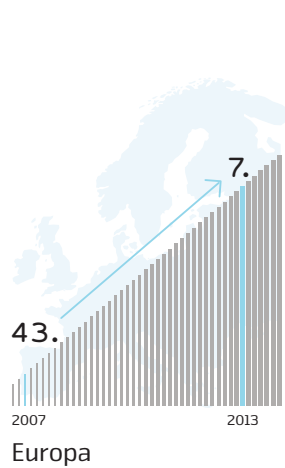
**15.**  
THE (Engineering)

**15.**  
AWRU/Shanghai  
(Engineering)

**19.**  
QS Global

**37.**  
Times Higher  
Education (THE)

## FORTSCHRITT GLOBALE QS-RANKINGS



# TECHNOLOGIETRANSFER

## TECHNOLOGIETRANSFER NACH FAKULTÄT

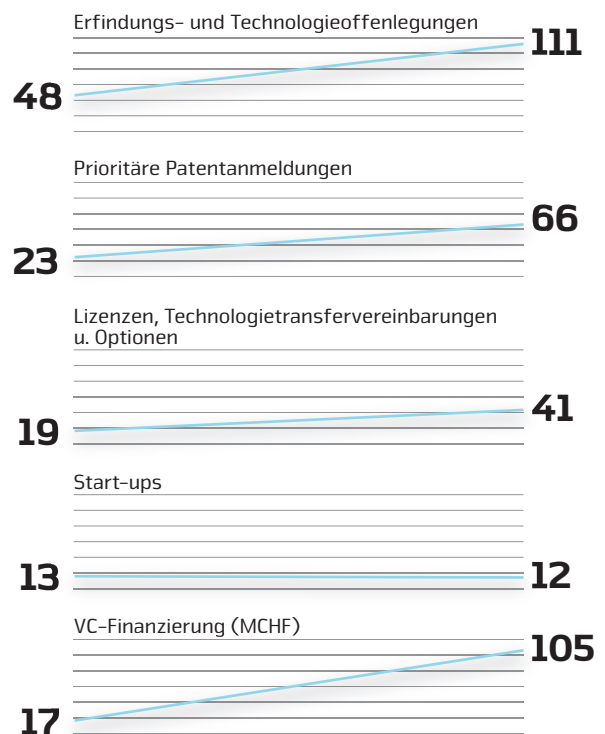
	ANKÜNDIGUNG ERFINDUNGEN U. SOFTWARE	ANGEMELDETE PATENTE <sup>1</sup>	GEWÄHRTE LIZENZEN	GEGRÜNDETE START-UPS
<b>Grundlagenwissenschaften (SB)</b>	<b>32</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
<b>Life Sciences (SV)</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
<b>Ingenieurwissenschaften (STI)</b>	<b>51</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>7</b>
<b>Computer- und Kommunikationswissenschaften (IC)</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
<b>Bau, Architektur und Umwelt (ENAC)</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>Sonstige (CdM und Verwaltung)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>66</b>	<b>41</b>	<b>12</b>

<sup>1</sup> Prioritäre Anmeldungen (Erstanmeldungen für neue Erfindungen)



OM TTO 2013 BEHANDELTE  
INDUSTRIEVERTRÄGE

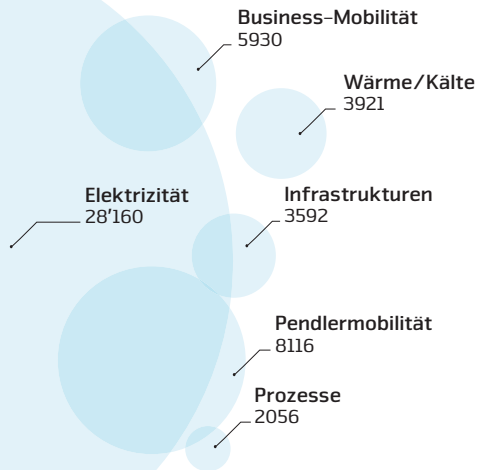
## ZUNAHME DES TECHNOLOGIE- TRANSFERS 1999 BIS 2013



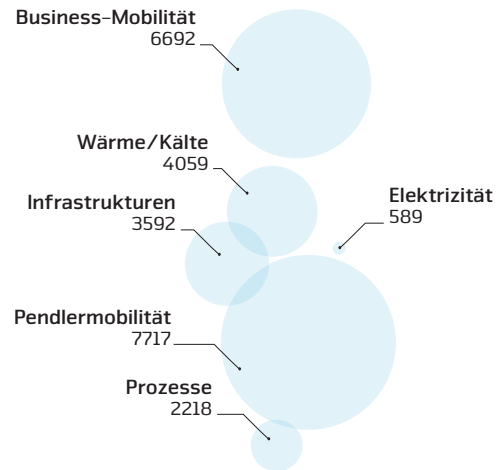
# UMWELT

## TOTAL CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN\* (CAMPUS)

**2011**  
51'776 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquiv.



**2013**  
24'866 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquiv.



Die grosse Differenz bei der Elektrizität zwischen 2011 und 2013 ist auf die Qualitätsänderung beim Energiemix zurückzuführen. 2011: europäischer Mix zu 73% nicht identifizierbar. Ab 2012 Wasserkraftmix mit Ursprungsgarantie.

\* CO<sub>2</sub>-Bilanz basierend auf Lebenszyklusansatz mit dem EPFL-Spin-off Quantis erstellt.  
Nicht berücksichtigte Elemente: Studentenaustausch, Nahrungsmittel, Wasser, Material und Ausrüstung.

## ENERGIEBILANZ

	2011	2013
<b>STROM (MWh)</b>		
<b>Total Stromeinkauf EPFL (akademischer Betrieb)</b>	<b>72'794</b>	<b>77'024</b>
Total Stromeinkauf EPFL Waadt	80'987	80'764
Total Stromeinkauf EPFL Neuenburg	-	356
Stromverkauf an Dritte	-8194	-4096
<b>WÄRME/KÄLTE (MWh)</b>		
<b>Total eingekaufte Energie (akademischer Betrieb)</b>	<b>13'633</b>	<b>13'918</b>
Heizöl	6624	7363
An Dritte verteiltes Heizöl	-249	-299
Gas	7258	6854
<b>PROZESSE (MWh)</b>		
<b>Total eingekaufte Energie (akad. Betrieb)</b>	<b>8532</b>	<b>9206</b>



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

[WWW.EPFL.CH](http://WWW.EPFL.CH)

**PROJEKT:** MEDIACOM EPFL

**DESIGN & ILLUSTRATIONEN:** ALTERNATIVE COMMUNICATION SA, GENÈVE-SCHWEIZ

**FOTOS** ©EPFL/ALAIN HERZOG EXCEPTING: THIERRY PAREL (P.6/7, 16/17, 36/37, 40-42); GETTY IMAGES (P.18,20); THINK STOCK (P.29); LMIS1/LSP/EPFL (P.24); HUMAN BRAIN PROJECT (P.26-28); LMSC/EPFL (P.32); LBO/EPFL (P.34); JAMANI CAILLET (P.38 RIGHT); CHRIS BLASER (P.45); SENSEFLY (P.46); NCCR MARVEL (P.55); EGA/EPFL (P.56)

**DRUCK:** COURVOISIER-ATTINGER, ARTS GRAPHIQUES SA, SCHWEIZ





