

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 32 (2019)
Heft: [9]: Solaris #03

Artikel: Zusammenarbeit für die Zukunft
Autor: Clémenton, Patrick
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-868222>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation


L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

A large, crumpled black plastic bag lies on a field of tall green grass. The bag is the central focus, its surface reflecting light in various points, creating a complex pattern of highlights and shadows. The grass is dense and green, with some blades showing signs of being cut or broken. The background is a soft-focus view of more grass, suggesting a rural or natural setting.

Klimaforscher sind sich einig, dass sich der Himmel künftig verfärben wird. Uneinig sind sie sich darüber, wie. Da es sich dabei jedoch um keine wissenschaftlich relevante Grösse handelt, wird die Farbe des Himmels bisher nicht beobachtet. Christina Hemauer und Roman Keller möchten das ändern. Das Künstlerduo entwickelt dazu Messgeräte, die sie während der nächsten 30 Jahre betreiben werden. Seit 2014 lassen die beiden selbst gebaute Solarballone in die Stratosphäre steigen, um dort an den Ursprung der Blauheit zu gelangen. Bei bisher erreichten Höhen von 17 Kilometern liegen schon 90 Prozent der Erdatmosphäre unter dem Ballon. Überraschenderweise schmilzt die schwarze Folie trotz den Aussentemperaturen unter dem Gefrierpunkt, da zu wenig Luftmoleküle vorhanden sind, um die Wärme abzuleiten.

Zusammenarbeit für die Zukunft

Heute hat Photovoltaik in Gebäudehüllen noch einen schweren Stand. Zwei Labore der ETH Lausanne sind dabei, die Einsatzmöglichkeiten zu vervielfachen. Ein Besuch.

Text: Patrick Cléménçon, Fotos: Linus Bill

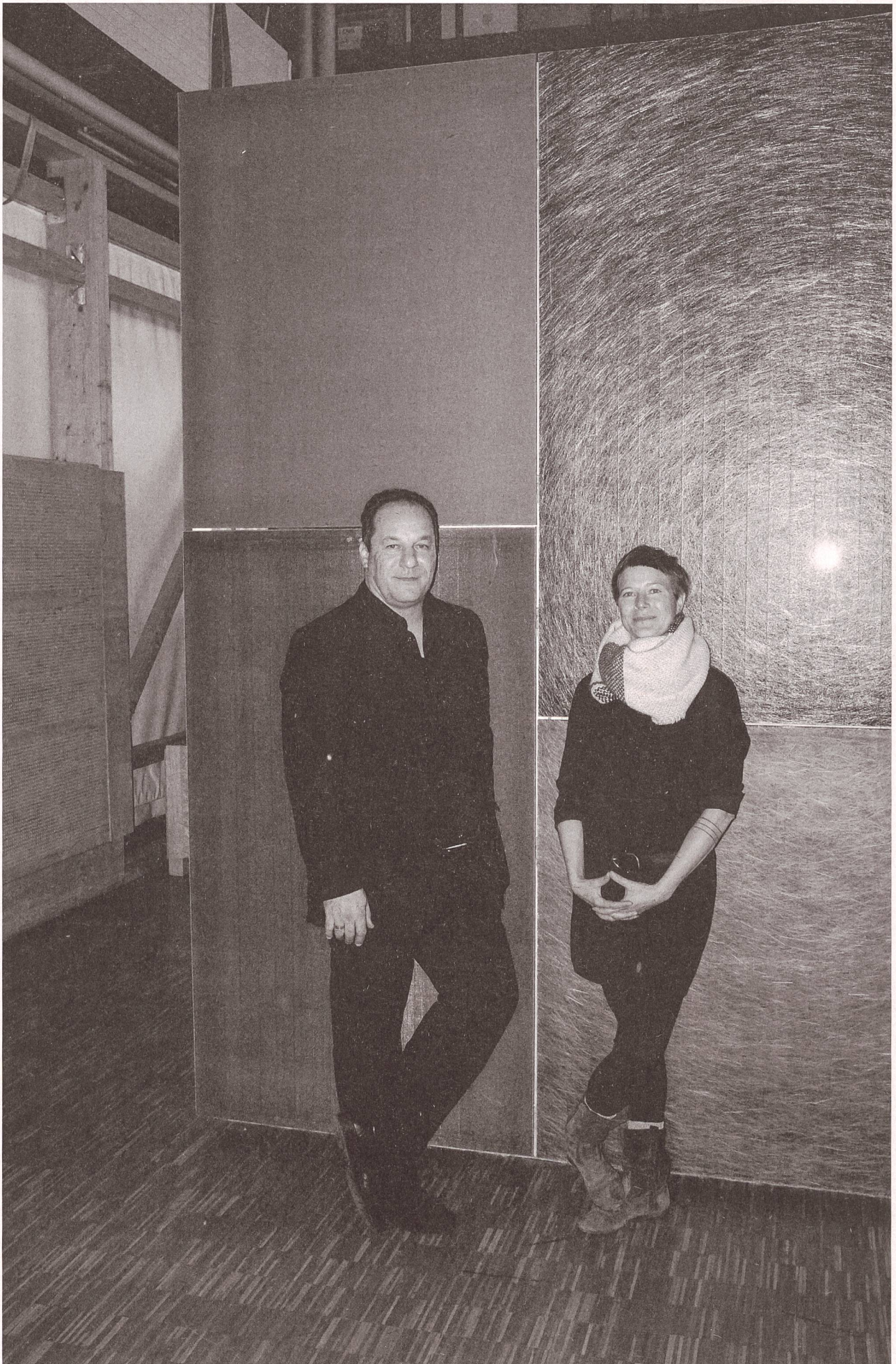
Diskutieren zwei Professoren miteinander, können revolutionäre Ideen entstehen. Emmanuel Rey und Christophe Ballif sind mit ihren Teams dabei, den Einsatz von neuen Photovoltaik-Technologien in der Architektur komplett zu verändern. Rey ist Direktor des Labors für nachhaltige Architektur und Technologien (LAST) an der EPFL, Ballif leitet die PV-Abteilungen der EPFL und des Zentrums für Elektronik und Mikrotechnik (CSEM) in Neuenburg. Ihre Zusammenarbeit begann 2014 mit zwei interdisziplinären Projekten des Nationalen Forschungsprogramms «Energiewende» (NFP 70), das helfen soll, die Energiestrategie 2050 des Bundes umzusetzen.

Innovation für die Integration

Die NFP-Arbeiten der beiden Professoren ergänzen sich trefflich. Das Forschungsprojekt «Active Interfaces» von Emmanuel Rey befasst sich mit der Renovation bestehender Bauten. Demgegenüber soll im Projekt «PV 2050» unter der Ägide von Christophe Ballif eine neue Generation von PV-Systemen entwickelt werden. Die beiden Labore kooperieren erfolgreich. Es habe sich eine breite und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen einigen akademischen Institutionen der Schweiz entwickelt, erläutert Sophie Lufkin, wissenschaftliche Mitarbeiterin im LAST. «Gemeinsam erforschen wir die vielfältigen Facetten der Integration von Photovoltaik: die technischen, industriellen, architektonischen und sozioökonomischen.» Der Technologietransfer von der EPFL-Grundlagenforschung

über die industriellen Entwicklungen des CSEM bis hin zu spezialisierten Herstellern funktioniert. Das lässt sich daran ablesen, dass viele Elemente bereits auf dem Markt erhältlich sind. Verkauft werden Module in unterschiedlichen Massen, Beschaffenheiten und Farben. Sie können matt, glänzend oder halbtransparent sein, ihre Funktion sieht man ihnen oft gar nicht mehr an. Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig, die Möglichkeiten, die Technik architektonisch zu integrieren, haben sich vervielfacht. Architekten und Bauherren schöpfen das Potenzial noch keineswegs aus. Die Gründe sind vielfältig. Praktikerinnen und Entscheidungsträger haben Wissenslücken, was die technischen, ökologischen und ökonomischen Entwicklungen anbelangt. Hinzu kommt: Beispiele einer gelungenen architektonischen Integration von PV sind immer noch selten, vor allem bei Renovationen.

«Es gilt, viele Ansprüche unter einen Hut zu bringen», sagt Emmanuel Rey: wenig CO₂ und graue Energie, viel erneuerbare Energie und Gestaltungsfreiheit für die Architekten bei den Fassaden. «Um all das zu erreichen, haben wir ein neues Bausystem entwickelt.» Ein Prototyp der «Advanced Active Facade» (AAF) steht auf dem Campus in Lausanne: Verschiedene Typen aktiver Elemente, die im CSEM entwickelt wurden, hängen an Holzkisten, die mit rezyklierten Zellulosefasern gefüllt sind. Zwischen der Holzkonstruktion und der solaraktiven Haut liegt eine Luftschicht. Die Module bestehen aus verschiedenen Arten von Solarzellen, einem Glasträger und Metall- oder →



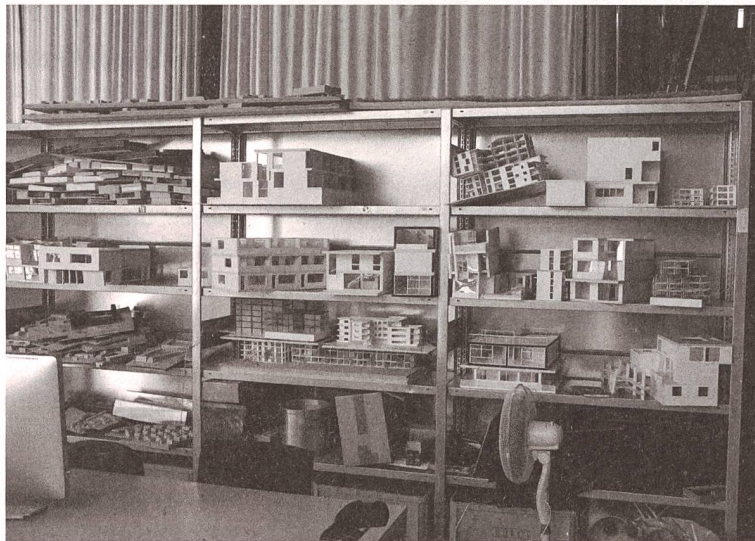
Emmanuel Rey und Sophie Lufkin vor dem Prototyp der «Advanced Active Facade».

Dr. Sophie Lufkin

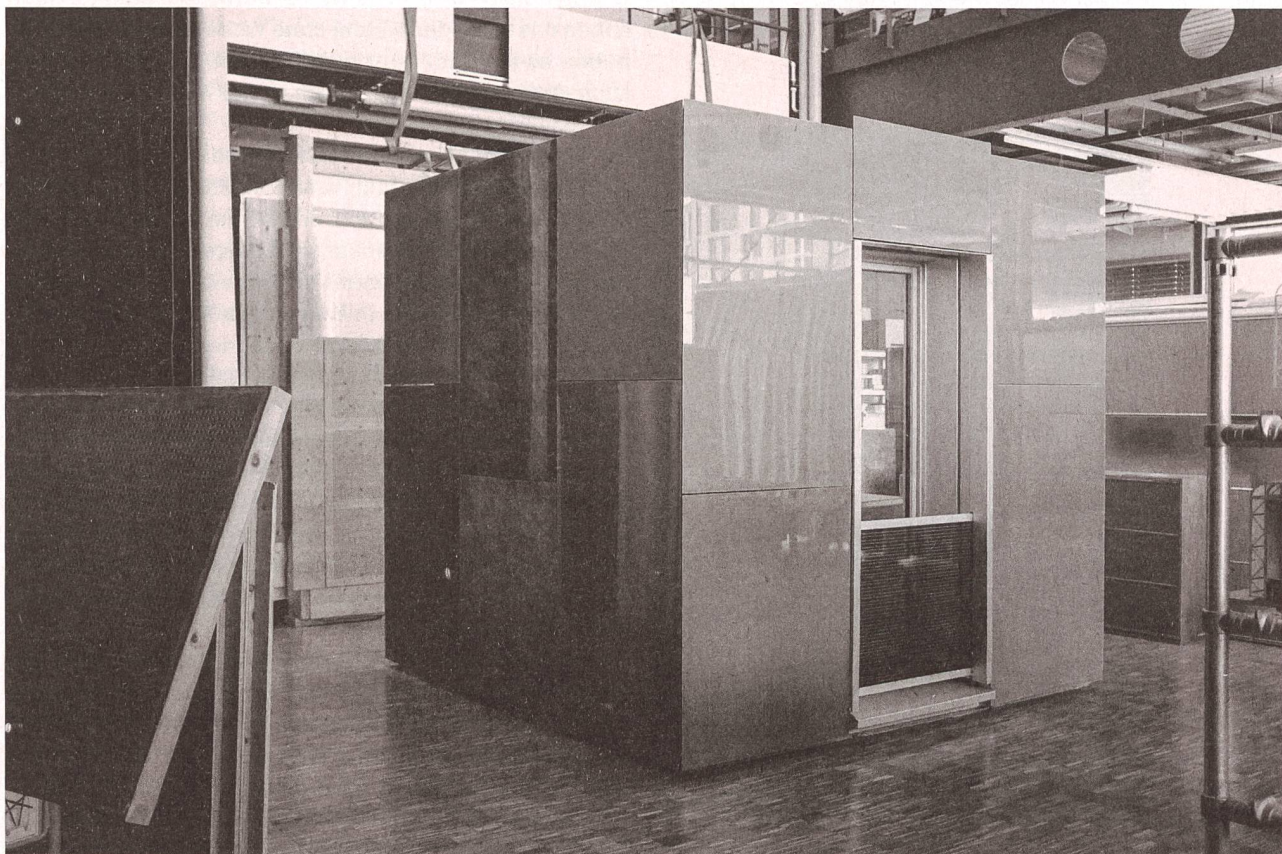
Sophie Lufkin wurde 1980 geboren. Sie promovierte an der EPFL in Architektur. Im Labor für Architektur und nachhaltige Technologien (LAST) der EPFL befasst sie sich mit der globalen Entwicklung hin zu einer nachhaltiger gebauten Umwelt.

Prof. Emmanuel Rey

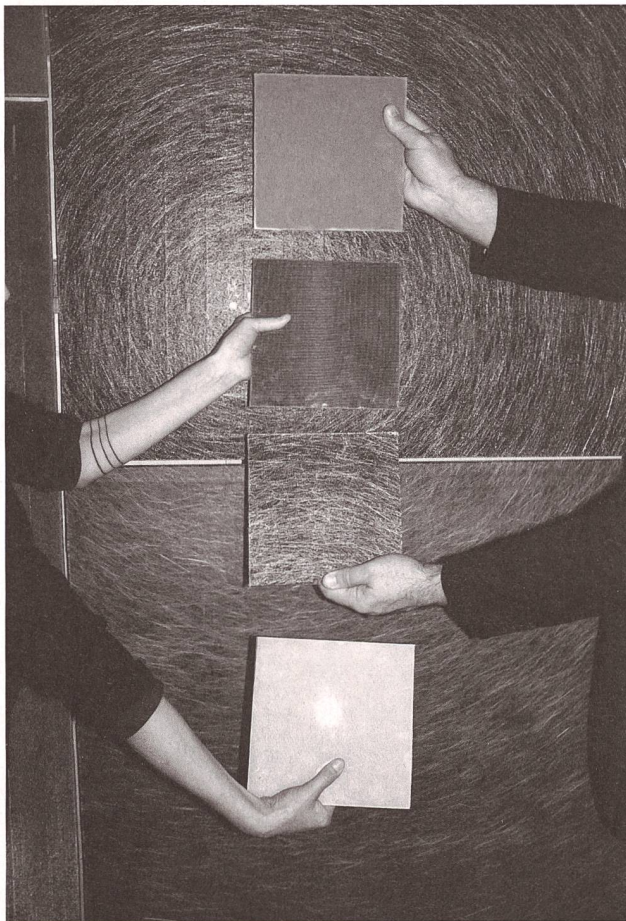
Emmanuel Rey wurde 1971 geboren. Er studierte Architektur an der EPFL und promovierte an der Katholischen Universität Leuven in Belgien. Rey ist Partner bei Bauart Architekten in Bern, Neuenburg und Zürich. Seit 2010 ist er Professor für Architektur an der EPFL, wo er das Labor für Architektur und nachhaltige Technologien gründete.



Die Modelle der Studierenden stapeln sich.



Der Prototyp mit den unterschiedlichen PV-Modulen steht im Erdgeschoss des LAST an der EPFL.



Das Team entwickelte mehr als 20 Muster mit unterschiedlichen Farben und Strukturen.

Das LAST in Lausanne

Das Labor für Architektur und nachhaltige Technologien (LAST) auf dem Campus der EPFL in Ecublens wird von Emmanuel Rey geleitet. Die Forschungs- und Lehr-tätigkeit umfasst verschiedene Interventionsebenen von urbanen Projekten bis hin zu Bauelementen. Das Labor fördert interdisziplinäre Ansätze und arbeitet mit anderen akademischen sowie institutionellen, öffentlichen und privaten Partnern zusammen.

→ Glasfasergittern dazwischen, die die Zellen kaschieren. Dieses Verhüllen kostet zwar etwas Ertrag, verhilft der Technik aber zu einer breiteren Anwendung, so die Hoffnung der Forscher. Konkret: Die AAF-Module kommen aktuell auf eine Leistung von 95 bis 155 Watt pro Quadratmeter gegenüber 180 bis 200 Watt eines herkömmlichen Standardmoduls.

Workshop und Ideenwettbewerb

Um die Entwicklung bei künftigen Nutzern zu testen, organisierten die Forscher einen Workshop für Architekten, Bauunternehmungen und Gebäudeeigentümer. «Wir stellten ihnen unsere Renovationsstrategien vor und baten sie, die Zweckmässigkeit zu beurteilen», sagt Sophie Lufkin. Die Rückmeldungen waren interessant: Beliebt war der Ersatz von Dachziegeln oder Fassadenelementen. Umfassende Umbauten, mit denen der Ausdruck des Gebäudes verändert wird, standen ebenfalls hoch im Kurs. Bemerkenswert: Die mittlere Strategie, eine «Ummantelung» des Gebäudes, die seinen Ausdruck nachahmt, fand bei den Workshop-Teilnehmern am wenigsten Anklang. Dabei wird diese Methode heute häufig angewendet.

Um das AAF-System zu testen, lancierte man unter dem Titel «Active Housing» einen Ideenwettbewerb. Architekturstudenten planten Wohngebäude auf einem Grundstück in Ecublens, am Rande eines Wohnquartiers mit geringer Dichte. Die wichtigste Vorgabe: das AAF-System für die Gebäudehülle zu nutzen. Über drei Dutzend Studentinnen und Studenten fanden sich in kleinen Teams zusammen und reichten etwa ein Dutzend sehr unterschiedliche Projekte ein. «Mit diesem Wettbewerb wollten wir die Synergien zwischen Forschung und Lehre stärken», sagt Emmanuel Rey. Ausserdem ginge es ihnen darum, von jungen angehenden Fachpersonen konkrete Rückmeldungen zu erhalten. Das Fazit des Wettbewerbs: Die Studierenden haben das Fassadensystem ohne Weiteres akzeptiert. Sie haben es als Baumaterial behandelt wie jedes andere auch – und sich dabei erst noch höchst kreativ gezeigt.

Blinde Politik und sinkende Preise

Christophe Ballif führt rund 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 40 an der EPFL und 60 am CSEM. Sie alle beschäftigen sich in Neuenburg mit Fragen der Photovoltaik und des Energiemanagements. Als Autor und Co-Autor von über 400 Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften gilt er weltweit als Koryphäe auf dem Gebiet. Ballif ist aber auch ein leidenschaftlicher Visionär, der die Welt mit der Solarenergie retten will: «Solaranlagen mit einer Leistung von 400 Gigawatt sind heute auf der ganzen Welt installiert. Das ist gleich viel wie 400 hochleistungsfähige Atomkraftwerke!» Er ist überzeugt, dass PV die Energieproduktion und das Energiemanagement überall auf der Welt bis 2050 komplett auf den Kopf stellen wird. Spätestens 2050 – allerdings nur, wenn Politik und Gesetzgebung am gleichen Strick ziehen.

In den letzten zehn Jahren hat sich der Herstellungspreis der «traditionellen» Solarmodule auf einen Zehntel reduziert. Das liess den Gestehungspreis von Solarstrom in grossen Kraftwerken stark absinken. Aus ökonomischer Sicht hätten die fossilen Energieträger also bereits heute ausgedient, hält Ballif fest. Auch bei den Gebäuden hat PV in den letzten fünf Jahren eine Revolution erlebt. Der Paradigmenwechsel lässt sich visuell erfassen. Solarmo-

dule sind nicht mehr zwingend blauschwarze Elemente, die als Solarmodule erkennbar sind, technisch wirken und über die Gebäudehülle gestülpt werden. Neu können sie andere Verkleidungsmaterialien ersetzen und so aus einer Gebäudehülle solaraktive Dächer oder Fassaden machen. Das heisst: Wer die herkömmlichen dunklen Solarmodule mit ihren sichtbaren Zellen und Verbindungen aus ästhetischen Gründen ablehnte, hat nun zahlreiche Alternativen.

Die Grundlagen dafür hat eine technologische Entwicklung des CSEM geschaffen: Ein nanotechnologie-basierter Streuungsfilter erlaubt es, weisse Module herzustellen. Mit einer Vielzahl von Schichten reflektiert er das fürs menschliche Auge sichtbare Licht und lässt die Infrarotstrahlung passieren. Das führt zu einer weissen homogenen Oberfläche des Moduls, die PV-Zellen dahinter sind nicht mehr zu erkennen. Da kristalline Solarzellen einen bedeutenden Anteil des Stroms aus dem Infrarotbereich des Sonnenlichts schöpfen, leisten die Module über 100 Watt pro Quadratmeter. Auch andere Farben von Rot über Gelb und Terrakotta bis hin zu Blassblau sind durch eine Anpassung der Filterkombination möglich. Wer mit dieser Palette nicht zufrieden ist, setzt auf Keramikdruck. Dank diesen Entwicklungen ist in der Schweiz die sogenannte «transformative» Photovoltaik entstanden: günstige Module aus China, die mit den genannten Mitteln verändert werden, um ihre architektonische Integration zu erleichtern. So werden Solarmodule zu einem Baumaterial, das weniger kosten kann als hochwertige Ziegel oder Fassadenelemente. Investitionen in eine Standard-PV-Anlage seien nach rund zehn Jahren amortisiert, merkt der Forscher an, bei einer gebäudeintegrierten Anlage seien es derzeit noch etwas mehr als zwanzig Jahre.

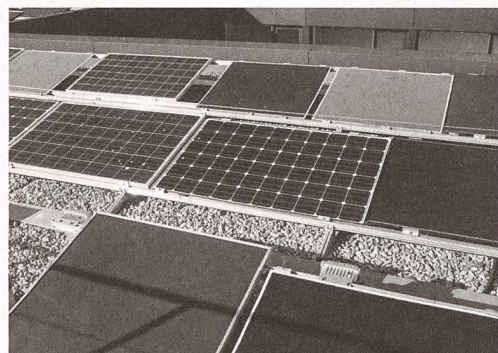
Forschen und kommunizieren

Für die Forscherinnen und Forscher in Neuenburg hat die Verbesserung der PV-Technologien und die Verminderung der Gestehungskosten pro Kilowattstunde Strom höchste Priorität. Daneben erweitern sie ihr Know-how bezüglich integrierter Module, deren Zuverlässigkeit und Farbgebung und kümmern sich drittens auch um das Energiemanagement: von Batterien und Thermostatventilen über lokale Mikro-Stromnetze bis hin zur Datenverarbeitung mittels künstlicher Intelligenz. «Wenn in der Schweiz dereinst 15 bis 20 Gigawatt Solarenergie verfügbar sind, müssen Schwankungen bewältigt werden können», sagt Christophe Ballif.

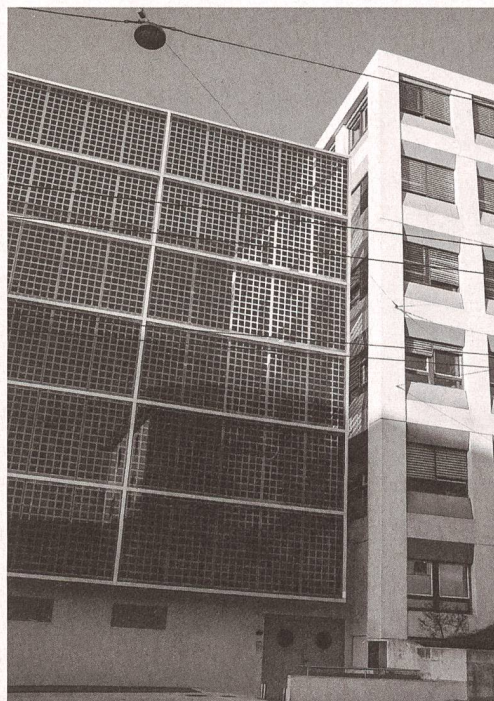
Diesen drei Schwerpunkten fügt Laure-Emmanuelle Perret-Aebi noch einen vierten hinzu: «Wir müssen kommunizieren. Zwischen den involvierten Akteuren und auch mit der Bevölkerung.» Die doktorierte Chemikerin findet es wichtig, die Menschen für wissenschaftliche Fortschritte zu sensibilisieren und dazu eine allgemein verständliche Sprache zu verwenden, die auch emotional und künstlerisch sein soll. Sie weiss, wovon sie spricht: Nachdem sie mehrere Jahre zusammen mit Christophe Ballif daran gearbeitet hat, die Zuverlässigkeit von Solarmodulen zu verbessern, will sie sich nun etwas von der Grundlagenforschung lösen und sich vermehrt der Wissensverbreitung zuwenden. Das tut sie über den Verein Compáz, den sie 2018 zur Vernetzung von Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft gegründet hat, oder als Koordinatorin von Be-Smart: einem europäischen Forschungsprojekt für die gebäudeintegrierte Photovoltaik. ●

Das CSEM in Neuenburg

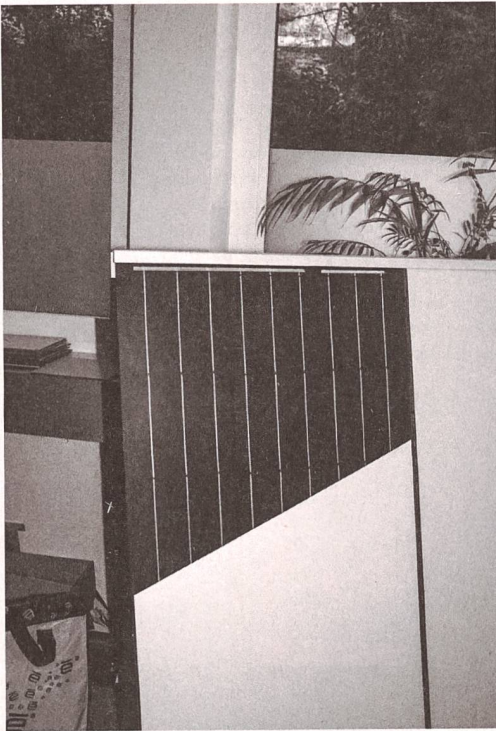
Das Schweizerische Zentrum für Elektronik und Mikrotechnik (CSEM) in Neuenburg ist ein Katalysator für Innovation und Technologietransfer. Professor Christophe Ballif leitet dort das PV-Center. Ziel ist es, den Technologietransfer in die Industrie im Bereich der Photovoltaik zu beschleunigen. Das PV-Center kann auf über 25 Jahre Erfahrung und neuste technologische Entwicklungen im Photovoltaik-Labor des Instituts für Mikrotechnik der EPFL in Neuenburg und im CSEM Murttenz zurückgreifen.



Auf dem Dach werden verschiedene PV-Module getestet.



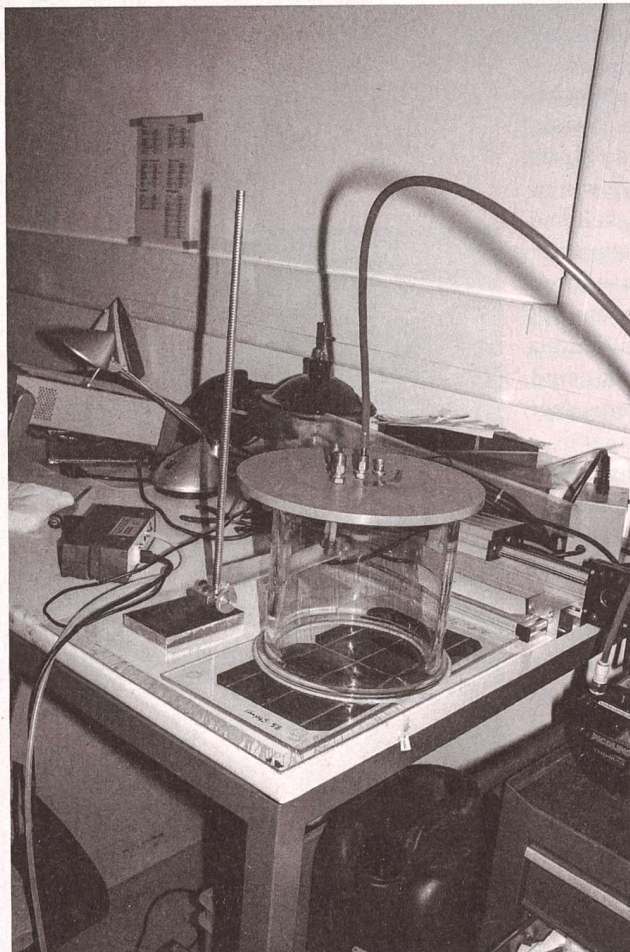
Das CSEM-Gebäude in Neuenburg hat seit 2015 eine vorgesetzte PV-Fassade.



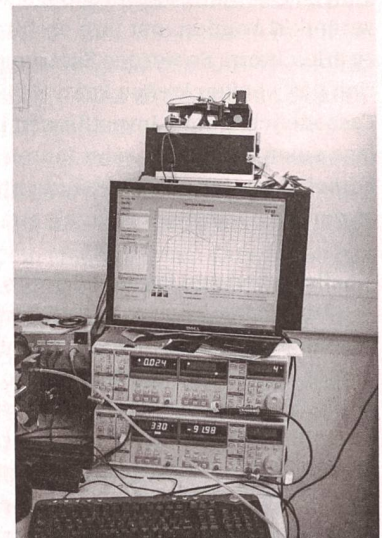
Ein Blick hinter die Nanotechnologie-Haut des weissen Solarmoduls, entwickelt am CSEM.

Prof. Christophe Ballif
Christophe Ballif wurde 1969 geboren. Er promovierte an der EPFL in Physik. Anschliessend war er in verschiedenen Forschungszentren in den USA, in Deutschland und der Schweiz tätig. 2004 kam er nach Neuenburg, wo er das EPFL Photovoltaik-Labor und das CSEM PV-Center leitet, das 2013 gegründet wurde.

Dr. Laure-Emmanuelle Perret-Aebi
Laure-Emmanuelle Perret-Aebi wurde 1976 geboren. Sie promovierte 2004 an der Universität Freiburg in Chemie. Bis 2018 leitete sie im CSEM PV-Zentrum in Neuenburg die Modultechnik. 2017 gründete sie den Verein Compáz, der Kunst und Wissenschaft verbindet. 2018 koordiniert sie im Photovoltaik-Labor der EPFL in Neuenburg das europäische Be-Smart-Projekt für die architektonische Integration der Photovoltaik.



Arbeitsplatz im Photovoltaik-Zentrum in Neuenburg.



Im Labor werden Solarzellen charakterisiert und gemessen.

Active Interfaces

Das Forschungsprojekt Active Interfaces umfasst rund ein Dutzend Forschungsgruppen, darunter solche der EPFL (LAST, PV-LAB, LIPID), des CSEM, der SUPSI (ISAAC), der Hochschule Luzern (CC-EASE), der ETHZ (IBI), der Universität St. Gallen (IWÖ), der HEIA-FR (Institut Energy) und des Forschungs- und Beratungsunternehmens Econcept in Zürich. www.activeinterfaces.ch



Laure-Emmanuelle Perret-Aebi und Christophe Ballif in einem Labor des CSEM in Neuenburg.