

## Glasfassaden

# Optisch und energetisch ein Plus

Ob eingefärbt, beschichtet oder mit optischen Mikrostrukturen versehen – Gläser für die Gebäudehülle werden immer raffinierter. Neue Fenstergläser aus dem Labor sollen die saisonale Wirkung des Tageslichts optimieren. Farbenfrohe Deckgläser helfen Solarfassadenkraftwerken in der Praxis auf die Sprünge.

Von Gabriel Diezi

**W**ie kann der Architekt mit einer Verglasung das Sonnenlicht im Gebäude effizient und ohne unerwünschte Effekte passiv nutzen? Und wie lassen sich Solar-kraftwerke ästhetisch in die Gebäudefassade integrieren? Mit solch kniffligen Fragestellungen rund um den Werkstoff Glas beschäftigt sich Andreas Schüler als Mitglied der Forschungsgruppe am Labor für Solarenergie und Bauphysik der ETH Lausanne (EPFL). «Wir hoffen, dass wir dabei hin und wieder etwas herausfinden, was in der Praxis gebraucht werden kann», so der Wissen-

schaftler augenzwinkernd an einer Veranstaltung des «Forums Energie Zürich». Ein grosses Anliegen ist Schüler der rasche Transfer seiner Forschungsergebnisse in die Solar- und Bauglasindustrie und letztlich zu den Planern, Architekten und Bauherren.

## Farbenspiel ohne Pigmente

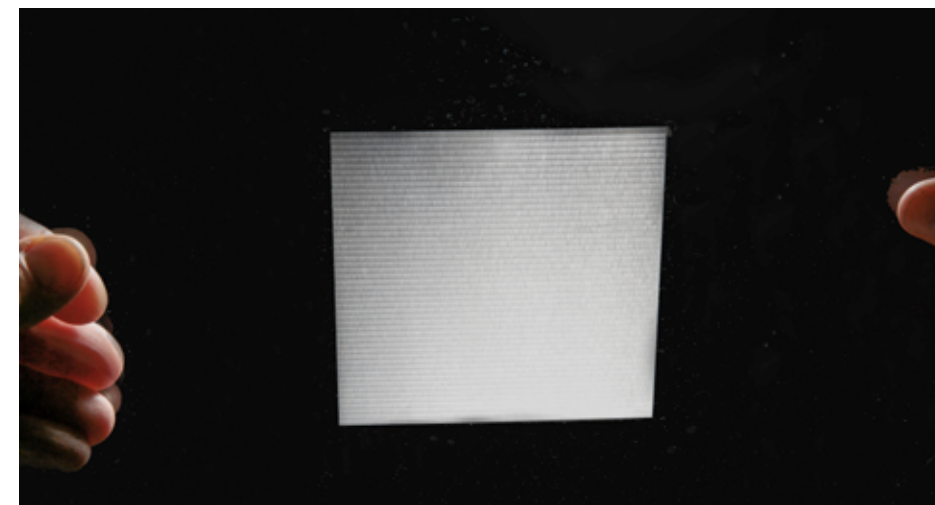
Bei den von ihm massgeblich mitentwickelten sogenannten Kromatix-Solargläsern scheint dies beispielhaft gelungen zu sein. Seit letztem Jahr kaschieren diese farbigen Deckgläser das un-

schöne Innenleben von insgesamt 13 000 Solar-kollektoren an einer der weltgrössten Photovoltaikfassaden. Der neue Campus der «Internationalen Schule Kopenhagen» präsentiert sich komplett in unverwechselbarem Seegrün. Trotz der ungewohnten Farbgebung verfügt das 6600 Quadratmeter grosse Sonnenkraftwerk über einen intakten Wirkungsgrad: Mit einer Jahresproduktion von 300 Megawattstunden deckt es die Hälfte des Energiebedarfs der Schule.

Die Abkehr vom klassischen und bei Architekten oft verpönten Dunkelblau hat eine Techno-

logie aus dem EPFL-Labor ermöglicht, bei der für bunte Panels keine Pigmente benötigt werden. Die Kromatix-Farben entstehen durch einen in zwölfjähriger Forschungsarbeit entwickelten Lichtinterferenz-Prozess, der sich also das Phänomen von Lichtüberlagerungen zunutze macht. Dieser gleicht dem Regenbogeneffekt bei Seifenblasen oder bei einer Ölschicht auf der Wasseroberfläche, wo auf einer sehr dünnen Schicht ein Regenbogen erzeugt wird.

Den EPFL-Forschern ist es im Gegensatz dazu aber gelungen, das von den Solargläsern reflektierte Licht zu kontrollieren, so dass sie nur eine Farbe erzeugen. Spezielle Filter werden dafür in nanometrischen Schichten auf die Deckgläser der Panels aufgelegt. «Das Filterdesign bestimmt, welche Wellenlängen des Lichts als sichtbare Farbe reflektiert werden. Der Rest des Sonnenlichts wird von den Sonnenkollektoren aufgenommen und in Energie umgewandelt», erläutert Schüler. Der relative Energieverlust betrage bei den farbigen Photovoltaik-Modulen zwischen zwei und acht Prozent, dies je nach konkreter Farbgebung, die bei Kromatix von Grau bis Terracotta reicht. «Alle unsere Filter verursachen aber keine



Mikrospiegel wirken saisonal: Im Sommer reflektieren sie das Sonnenlicht zurück, und der Raum überhitzt nicht. Im Winter lenken sie das Licht tief ins Gebäude hinein, für bessere Sichtverhältnisse.

Absorptionsverluste, wie sie bei der Verwendung von Farbpigmenten unausweichlich sind», so Schüler weiter.

## Smarter Sonnenschutz

Eine Fassade besteht immer auch aus transparenten Bereichen, also der Verglasung und den Fenstern. Die Kunst ist es hier, das Tageslicht möglichst optimal zu nutzen und gleichzeitig den notwendigen Sonnenschutz zu gewährleisten. «Als Planer müssen sie deshalb den g-Wert eines Architekturglases kennen», betont Schüler. Diese auch als Gesamtenergiedurchlassgrad bezeichnete Kenngrösse für Verglasungen gibt an, wie viel von der aussen auftreffenden Sonnenenergie letztlich ins Rauminnere gelangt. Dabei gilt es abzuwägen: Zur optimalen passiven Sonnenenergienutzung sollte der g-Wert möglichst hoch sein, für eine optimale Sonnenschutzwirkung jedoch möglichst tief. Über die Solarenergieeinträge von spezifischen Baugläsern geben Online-Datenbanken Auskunft (siehe *Surftipps auf dieser Seite*).

Möglichkeiten um den g-Wert zu beeinflussen gibt es einige, doch der Sonnenschutz ist immer so eine Sache. Aussen angebrachte Lamellenstoren müssen oftmals bereits nach wenigen Jahren wegen mechanischer Probleme ausgetauscht werden. Sind die Storen hingegen im Innern angebracht, kämpfen die Gebäudenutzer im Hochsommer mit Treibhauseffekten. Eine Alternative dazu könnte in Zukunft sogenanntes Smart Glass sein. An der EPFL wird etwa im Bereich der elektrochromen Gläser geforscht. Werden diese unter elektrische Spannung gesetzt, verfärben sie sich dank des Austauschs von Lithiumionen. Die Verglasung lässt weniger Licht durch, die Energieemission wird wirkungsvoll gedrosselt. Entlädt sich dann das Glas auf Knopfdruck, hellt es sich wieder auf. Im

## Surftipps

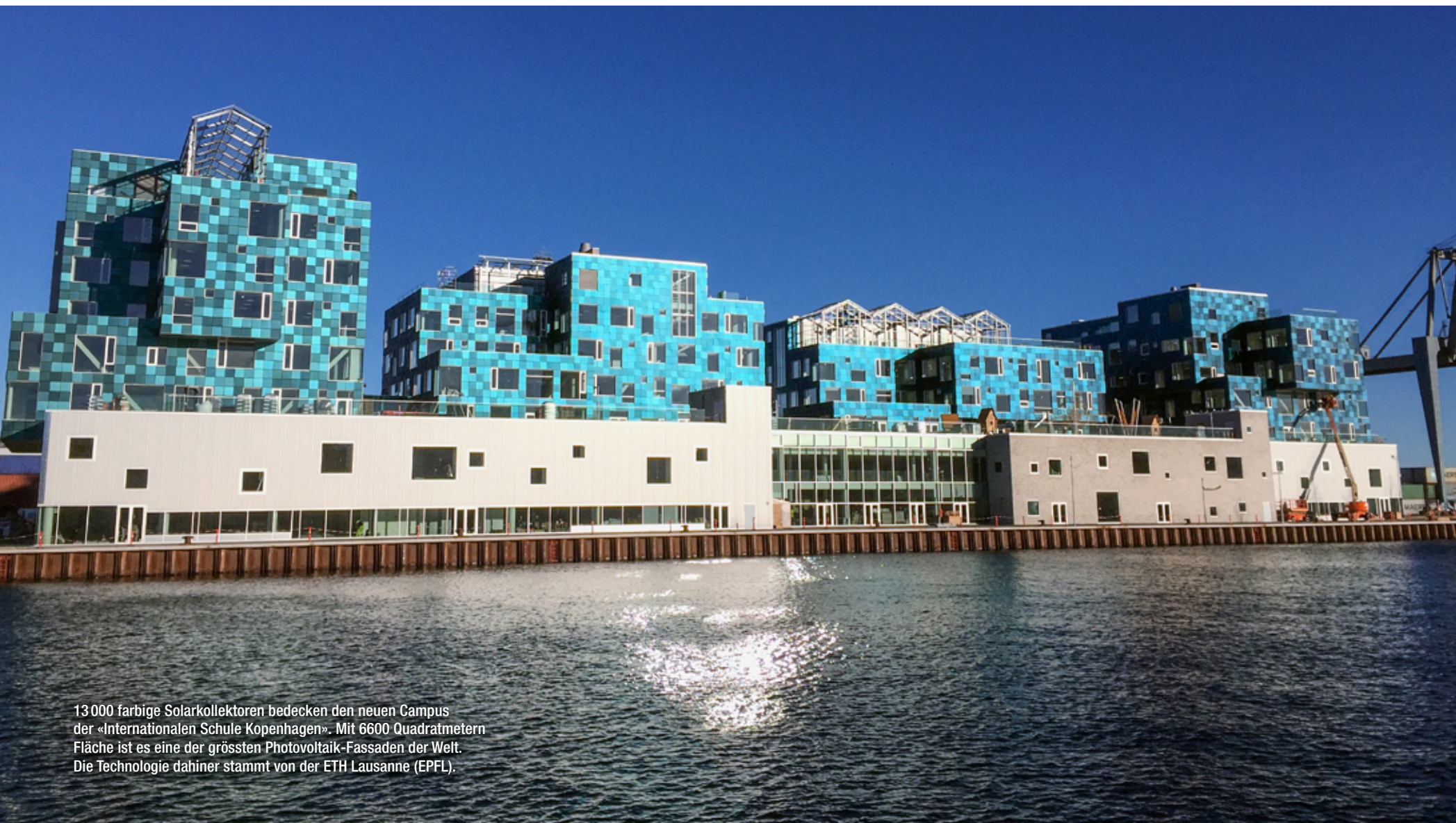
- **Glassdbase – unabhängige Datenbank für Bauglas (Basis: Messungen von Universität Basel und ETH Lausanne)**  
<https://glassdbase.epfl.ch>
- **IGDB – Sammlung optischer Daten für Verglasungsprodukte (Basis: berechnete Werte der Lawrence Berkeley National Laboratory)**  
<https://windows.lbl.gov/software/igdb>  
(gd)

Moment dauere dieser Prozess aber noch zu lange, so Schüler. «Es liegt noch viel Forschungsarbeit vor uns.»

## Lösungssuche im Mikrobereich

Mit Lasergravur erzeugte Mikrospiegel zur saisonalen Lichtumlenkung sind ein anderer patentierter Ansatz aus dem EPFL-Labor. Schülers Team bettet die lediglich zwischen 0,15 bis 0,2 Millimeter dicken optischen Mikrostrukturen in einen dünnen Polymerfilm ein, der dann zwischen den beiden Scheiben einer Doppelverglasung appliziert wird. Im Sommer reflektieren die Mikrospiegel das Licht der hoch stehenden Sonne zu einem grossen Teil zurück nach draussen. Die direkte Sonneneinstrahlung ist gering, der Raum überhitzt nicht. Das Licht der tief stehenden Wintersonne wird hingegen bis in den hintersten Winkel des Raums umgelenkt, was den visuellen Komfort erhöht.

An weiteren Ideen mangelt es den Lausanner Forschern wahrlich nicht. So könnte sich Schüler etwa vorstellen, die an der EPFL entwickelten



13 000 farbige Solarkollektoren bedecken den neuen Campus der «Internationalen Schule Kopenhagen». Mit 6600 Quadratmetern Fläche ist es eine der grössten Photovoltaik-Fassaden der Welt. Die Technologie dahinter stammt von der ETH Lausanne (EPFL).





Das 2017 in Appenzell fertiggestellte Mehrfamilienhaus Ebnetor: 300 Quadratmeter Photovoltaik finden auf der schmucken Gebäudehülle Platz.

mobildurchlässigen Wärmeschutzfenster für Züge in adaptierter Form in Gebäuden einzusetzen. In einem modernen Zug befinden sich die Reisenden in einem gegen elektromagnetische Wellen abgeschirmten Metallgehäuse – einem sogenannten Faradayschen Käfig. Denn aus Gründen der thermischen Isolation sind die Fenster mit einer hauchdünnen Metallschicht verse-

hen. Ohne teure Signalverstärker kommt folglich an Bord keine brauchbare Mobilfunkverbindung zustande. Schülers Team hat nun mit einem Hochpräzisionslaser eine von Auge unsichtbare Mikrostruktur in die metallische Beschichtung graviert. Die Zugfenster behalten so ihre guten thermischen Eigenschaften, sind jetzt aber für Mobilfunkwellen durchlässig. Seit 2016

bewährt sich das Fensterglas in den modernisierten BLS-Triebzügen des Typs Nina.

### Hinter die Fassade geschaut

Über viel Praxiserfahrung in der Ausführungs- und Montageplanung moderner Glas- und Photovoltaikfassaden verfügt der St. Galler Systemlieferant GFT Fassaden AG. «Bei uns dreht sich alles um die vorgehängte hinterlüftete Fassade», sagt Geschäftsführer und Inhaber Iwan Thür. GFT plane diese objektbezogen, überlasse die Montagearbeiten aber jeweils den belieferten Fassadenbauern. «Bei der Realisation ästhetischer Glasfassaden, die gleichzeitig Strom produzieren, arbeiten wir zudem mit diversen Herstellern von Photovoltaikmodulen zusammen», so Thür. Seit einigen Jahren seien spannende Module auf dem Markt, die dem Gebäude als Fassadenbekleidung einen eigenständigen Charakter geben: Ganz gleich ob farbig, glänzend, matt oder auch strukturiert mit verdeckten Zellen.

Bei Photovoltaikfassaden komme dem Hinterlüftungsraum, durch welchen ein Luftstrom zirkulieren könne, eine grosse Bedeutung zu, sagt Thür. «Es empfiehlt sich, diesen mit 40 Millimetern zu bemessen, da Solarmodule Wärme abgeben.» Im Endausbau nicht mehr zu sehen, und dennoch entscheidend für eine funktionierende Fassade, ist schliesslich deren Unterkonstruktion.

Sie ist das Bindeglied zwischen dem gedämmten Tragwerk und der Bekleidung als eigentlicher Visitenkarte. Wer auf ein gebäudeintegriertes Solarkraftwerk setzen will, muss nachhaltig investieren, ist Thür überzeugt: «Wenn es nur um das schnelle Geld geht, ist es der falsche Ansatz.» Hinter einer realisierten Photovoltaikfassade stecke immer viel Leidenschaft seitens des Bauherrn oder Architekten.

### Ausgereifte Technik

Doch auch die attraktivste Solarfassade fällt in der Praxis durch, wenn sie im jahrzehntelangen harten Einsatz unter zum Teil extremen meteorologischen Bedingungen versagt. Einer hochwertigen Unterkonstruktion, die auf die Besonderheiten des Objekts abgestimmt ist, kommt deshalb im Fassadenbau eine Schlüsselrolle zu. «Bei der Unterkonstruktion wird zwischen Grund- und Aufbausystemen unterschieden», erläutert Thür. «Die Winkel und Profile des Grundsystems geben die Flucht der planen und lotrechten Fassade vor. Sie sind die Basis für das bekleidungsspezifische Aufbausystem.» GFT bietet heute auch für Photovoltaikbekleidungen spezifische Unterkonstruktionen an, in welche die jahrelange Praxiserfahrung bei Referenzobjekten eingeflossen ist. «Unsere Lösungen garantieren einen schnellen Zugang zur Verkabelung durch Lösen und Abkippen des Photovoltaikmoduls», so Thür. «Und mit zwei Justierschrauben kann der Monteur jedes Panel sauber ausrichten.»

Unter den Photovoltaikfassaden bei denen GFT massgeblich mitgewirkt hat, nimmt Architekt Karl Viridéns Plusenergiehaus an der Zürcher Hofwiesenstrasse für den Systemlieferanten einen speziellen Platz ein. «Dieses Leuchtturmprojekt in der Gebäudesanierung hat uns als Sprungbrett gedient», sagt Thür. Damals habe eine breite Öffentlichkeit realisiert, dass man «unsichtbare Photovoltaik» in Fassaden integrieren könne. Aber auch neuere GFT-Beispiele wie das aus jedem Betrachtungswinkel unterschiedlich schimmernde Mehrfamilienhaus Ebnetor in Appenzell, die mit farbigen Punktrastern bedruckten Module der Wittenbacher Heizzentrale oder die fensterhohen Module des GLL-Laborgebäudes der Universität Zürich zeigen die Vielfalt heutiger Solarfassadenkraftwerke. «Anfang April durfte ich zudem bei der Einweihung der energetisch unabhängig betriebenen Staubern-Bergbahn dabei sein», erzählt Thür. «Dem Einsatz von Photovoltaikfassaden sind also kaum Grenzen gesetzt.» ■

### LINKTIPP

Auf [baublatt.ch/glas](http://baublatt.ch/glas) finden Sie weitere schöne Objektbilder.



Anfang April eingeweiht: die neue Staubern-Bahn, die, mit Solarstrom betrieben wird (Bild: Talstation im St. Galler Rheintal).



Ist mit fensterhohen Photovoltaikmodulen bestückt: Der Büro- und Laborbau GLL des Instituts für Medizinische Mikrobiologie an der Universität Zürich.



Die farbenfrohe Heizzentrale in Wittenbach SG: Sie ist auch ein Solarkraftwerk.