

# Schaltbare Verglasung

ELEKTROCHROME SONNENSCHUTZGLÄSER GIBT ES BEREITS SEIT EINIGEN JAHREN IM MARKT. INTERESSIERT VERFOLGT WIRD IN DER GLASBRANCHE AUCH DIE ENTWICKLUNG VON NACHTRÄGLICH AUF GLASFLÄCHEN AUFBRINGBAREN ELEKTROCHROMEN FOLIEN.

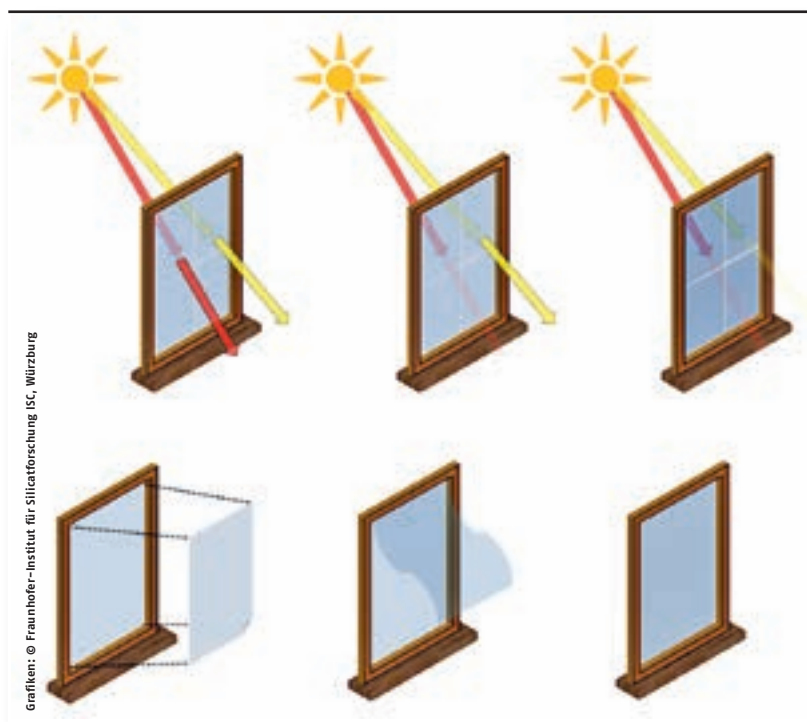
**DER RAUMKOMFORT** sowie der Energiebedarf von Gebäuden werden durch Fenster stark beeinflusst. Im Gegensatz zu konventionellen statischen Sonnenschutzvorrichtungen können durch elektrochrome (EC) Systeme die optischen Transmissionseigenschaften im sichtbaren und/oder im NIR-Bereich, das heißt die Licht- und Energiedurchlässigkeit, an die jeweilige Situation angepasst werden (Bild 1). So gewähren sie auch bei Sonnenschutzfunktion den Blick nach draußen, und es entfallen bewegliche, der Witterung ausgesetzte Teile. Hierbei müssen die beschichteten Gläser gemäß DIN EN 410 bei geringem U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) den Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) in einem möglichst weiten Bereich schalten können. [1] Das aktive Schalten der EC-Schichtsysteme kann entweder manuell oder automatisch in Abhängigkeit von der Einstrahlung auf die Fassade bzw. der Raumtemperatur erfolgen. Neueste Ansätze haben das Ziel, schon bestehende Verglasungen mit EC-Folien nachzurüsten, wie dies in Bild 1 zu sehen ist.

## AUFBAU SCHALTBARER EC-VERGLASUNGEN

EC-Materialien sind unter den chromogenen Materialklassen in technischen Anwendungen am weitesten verbreitet, da sie einige Vorteile haben, vor allem in Bezug auf geringe Schaltspannungen und die Tatsache, dass elektrische Energie im Idealfall nur während des Schaltprozesses verbraucht wird. EC-Elemente bestehen, wie in Bild 2 gezeigt, aus einer EC-Schicht sowie einer Ionen-speicherschicht, die jeweils auf ein leitfähiges und transparentes Substrat aufgetragen werden. Die beiden Elektroden werden durch einen ionenleitenden, elektrisch isolierenden Elektrolyten getrennt. Die optischen Eigenschaften lassen sich aufgrund von Redoxreaktionen modulieren, die durch eine äußere Spannung hervorgerufen werden. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, verschiedene Farben zu realisieren und bei geeigneter Materialwahl hohe Helltransmissionswerte bei geringer Lichtstreuung zu erreichen.

## KOMMERZIELLE PRODUKTE

Die Markteinführung von „Smart Windows“ wird von der Glas- und Beschichtungsindustrie schon seit Jahr-



**Bild 1**  
Funktionsweise einer schaltbaren Verglasung (oben) und einfaches Nachrüsten durch Retrofit (unten).

zehnten forciert, aber nur wenige Produkte werden bis heute auch kommerziell vertrieben. Im Jahr 1987 konnten automatisch abblendende Autorückspiegel von Gentex industrialisiert werden, die bis heute das erfolgreichste EC-Produkt darstellen. [2] Weiterhin entwickelte die Gentex-PPG Aerospace die weltweit ersten EC-Flugzeugkabinenfenster, die seit 2009 im Boeing 787 Dreamliner eingesetzt werden. Im Automobilbereich entwickelte Saint-Gobain ein EC-basiertes Sonnenschutzdach für den Ferrari Super America, das allerdings ein Nischenprodukt blieb. EC-Fenster für Gebäudeverglasungen wurden hauptsächlich auf Basis von anorganischen (Metalloxide) Systemen entwickelt. Neben Saint-Gobain sowie Guardian Industries Corp., View Inc. und Kinestral Inc. werden diese in Deutschland vor allem von EControl-Glas kommerziell hergestellt. In all diesen Entwicklungen werden dünne EC-Schichten auf transparenten, leitfähigen Glasscheiben verwendet, deren Herstellung aufgrund der eingesetzten Sputterprozesse noch recht teuer ist und bisher eine weitreichende Marktdurchdringung verhindert.

## BEISPIEL RETROFIT

Eine Alternative zur EC-Verglasung wurde von Chromogenics in Schweden entwickelt, die ein Rolle-zu-Rolle-Verfahren (R2R) für die Herstellung von Polyester-basierten EC-Folien einsetzen (ConverLight). So können mit diesem „smarten“ Beschattungssystem beispielsweise Glasfassaden nachgerüstet werden. Solche Retrofit-Applikationen überzeugen mit einem einzigartigen Eigenschaftsprofil aus hoher Flexibilität und Sicherheit sowie geringem Gewicht, geringer Betriebsspannung und hohem Farbkontrast. Hierdurch bieten sie einen Ersatz für konventionelle Blendvorrichtungen und Sonnenschutzgläser. Auf dem Gebiet Folien-basierter EC-Elemente wurde auch im EU-Projekt EELICON gearbeitet. Vorteile der EELICON-Technologie sind – neben dem hohen optischen Kontrast (50 – 55 %) zwischen einem tiefblauen Dunkelzustand und einem nahezu farblosen Hellzustand sowie schnellen Schaltzeiten (< 30 s bei DIN A3) – auch eine hohe Zyklenstabilität (> 150.000 Schaltzyklen unter Laborbedingungen). Vergleichbare optische Eigenschaften weisen auch die EC-Folien von Argil Inc. auf. Ein weiteres Unternehmen, das in diesem Bereich tätig ist, ist iGlass Technology. Zusammen mit WISP Inc. wollen sie herkömmliche Blendvorrichtungen überflüssig machen. Deren Prototypen befinden sich allerdings noch in der Entwicklungsphase. Insgesamt können Retrofitanwendungen damit überzeugen, dass EC-Folien nachträglich auf die Fensterinnenseite aufgeklebt werden können und folglich die Kosten im Vergleich zu einem Neueinbau einer schaltbaren Verglasung deutlich reduziert werden könnten. Tabelle 1 zeigt einen Überblick über den Stand der Technik mit den wichtigsten Parametern der genannten schaltbaren EC-Elemente.

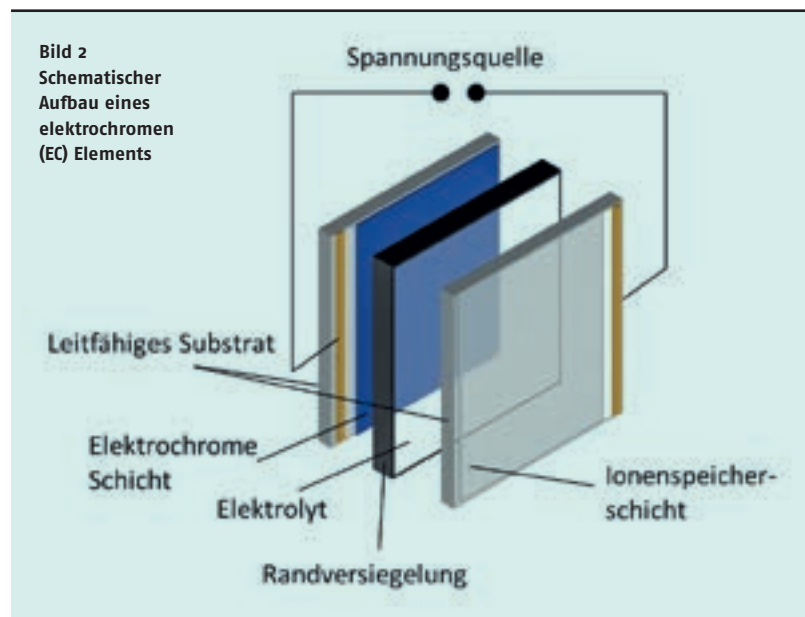
## FAZIT UND AUSBLICK

Individuelle und flexible Anforderungen bezüglich der Tageslichtversorgung, des Blendschutzes und thermischen Komforts können mit statischen Verglasungen

TABELLE 1

	Hersteller	Visuelle Transmission $T_v$ [%]	g-Wert [%]	Schaltzeit	Größe
Glas-basiert	EControl-Glas	55/10	40/10	10 – 15 min	1,4 x 3,3 m <sup>2</sup>
	Saint Gobain/SageGlass	55/2	38/9	10 – 15 min	1,5 x 3 m <sup>2</sup>
	View	58/1	40/9	10 – 20 min	1,8 x 3 m <sup>2</sup>
Folien-basiert	Chromogenics	65/17	59/38	5 – 15 min	1,5 x 4,4 m <sup>2</sup>
	Fraunhofer ISC	65/5	34/18	1–2 min	0,5 x 1 m <sup>2</sup>
	Argil Inc.	60/10	–	0,5 – 2 min	20 x 20 cm <sup>2</sup>
	iGlass Tech.	keine Werte angegeben			

Überblick über den Stand der Technik schaltbarer EC-Elemente anhand charakteristischer Kennwerte



## LITERATUR

- [1] DIN EN 410:2011 Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen; Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [2] R. J. Mortimer, *Electrochimica Acta* 1999, 44, 2971–2981.
- [3] A. W. Czanderna, D. K. Benson, G. J. Jorgensen, J. G. Zhang, C. E. Tracy, S. K. Deb, *Solar Energy, Materials and Solar Cells* 1999, 56, 419–436.

nur sehr schwer bedient werden. Hier besitzen aktiv schaltbare Verglasungen das Potenzial, Räume bedarfsgerecht mit Tageslicht zu versorgen und gleichzeitig unkomfortable Raumtemperaturen und Blendung zu vermeiden. Seit vielen Jahren wird daher intensiv daran gearbeitet, schaltbare Verglasungen zur Regelung des Licht- und Energieeintrags in Gebäuden zur Marktreife zu bringen. Dennoch bestehen noch Herausforderungen, um schaltbare EC-Elemente nicht nur in Nischenmärkten zu etablieren. Diese Hürden finden sich vor allem in der Kostenreduktion, dem Finden neuartiger Materialien mit hoher Färbefizienz und unterschiedlichen Farben sowie der Vermeidung von elektrochemischen, thermischen und photochemischen Degradations-Phänomenen. Eine hohe UV- und Temperaturbeständigkeit ist dabei essenziell, da EC-Verglasungen eine hohe Lebensdauer von mindestens 20 Jahren aufweisen sollten, was einer Zyklenzahl von mehr als 100.000 Zyklen entspricht. [3]

## DER AUTOR



Foto: © ift rosenheim

Lukas Niklaus hat ein Bachelor- und Masterstudium „Molecular Science“ an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) abgeschlossen und ist seit 2106 Doktorand am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung

ISC in Würzburg. Auf den Rosenheimer Fenstertagen 2017 des Instituts für Fenstertechnik (ift) hielt Niklaus einen Fachvortrag zum Thema „Schaltbare Verglasungen“.