

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 31 (2018)
Heft: [1]: Solaris #01

Artikel: Kopfschütteln und anpacken
Autor: Simon, Axel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-816291>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

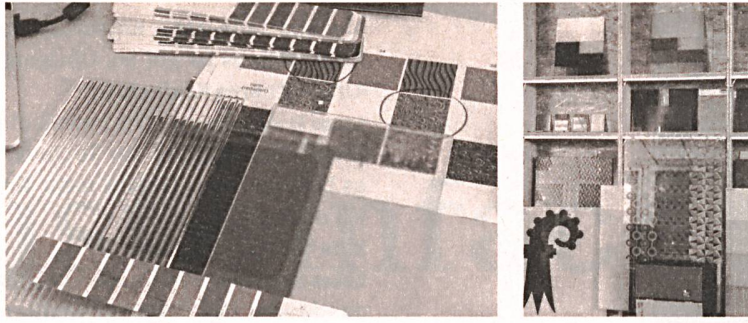
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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



Stark profiliertes Gussglas und Farbe: Wie viel Licht kommt da noch durch?
An der Hochschule Luzern hat man die Formel dafür gefunden.

Kopfschütteln und anpacken

An Solaris arbeitete ein grosses Team. Ein Solarforscher, ein Solarplaner und ein PV-Hersteller berichten vom Projekt, das die Beteiligten an ihre Grenzen brachte.

Text: Axel Simon, Fotos: Nelly Rodriguez

Wie lässt sich Tageslicht mit streuendem Glas umlenken? Was entlockt der Photovoltaik (PV) eine andere, eine attraktivere Erscheinung? Solche Fragen stellt sich Stephen Wittkopf. Als Professor der Universität Luzern beschäftigt er sich mit Licht. Neulich liess er die Wappen aller Kantone auf Glas drucken, sie hängen nun am Treppenturm der Umweltarena in Spreitenbach und produzieren Strom – unsichtbar, das heisst, die Solarzellen hinter dem Glas sieht man nicht. «Wir wollen nicht in der wissenschaftlichen Welt bleiben», erklärt der grosse Deutsche mit der Denkerstirn, der vorher zwölf Jahre lang in Singapur geforscht hat. Mit solchen populären Aktionen wolle er der Öffentlichkeit zeigen, was gestalterisch mit PV möglich sei. Auf den Postkarten seines Kompetenzzentrums steht: «Schön viel Strom produzieren».

Luzern: Die Forscher verlassen das Basteln

Das Bürohaus, in dem Wittkopfs Team arbeitet, ist alles andere als schön. In Horw liegt es gleich gegenüber dem roten Hochschulraumschiff an den Gleisen. Im zentralen Besprechungsraum stapeln sich Glasplatten und Solarzellen rund um ein Sofa. Der Professor zeigt, wie alles begann: Er legt verschiedene, farbig bedruckte Glasmuster über eine Solarzelle. «So haben wir vor fünf Jahren angefangen: mit Basteln.» Dann massen die Luzerner Forscher die Stromproduktion – oder eher den Stromverlust durch die aufgedruckte Farbe. «Wir haben gemerkt: Der Architekturgewinn ist grösser als der Effizienzverlust.»

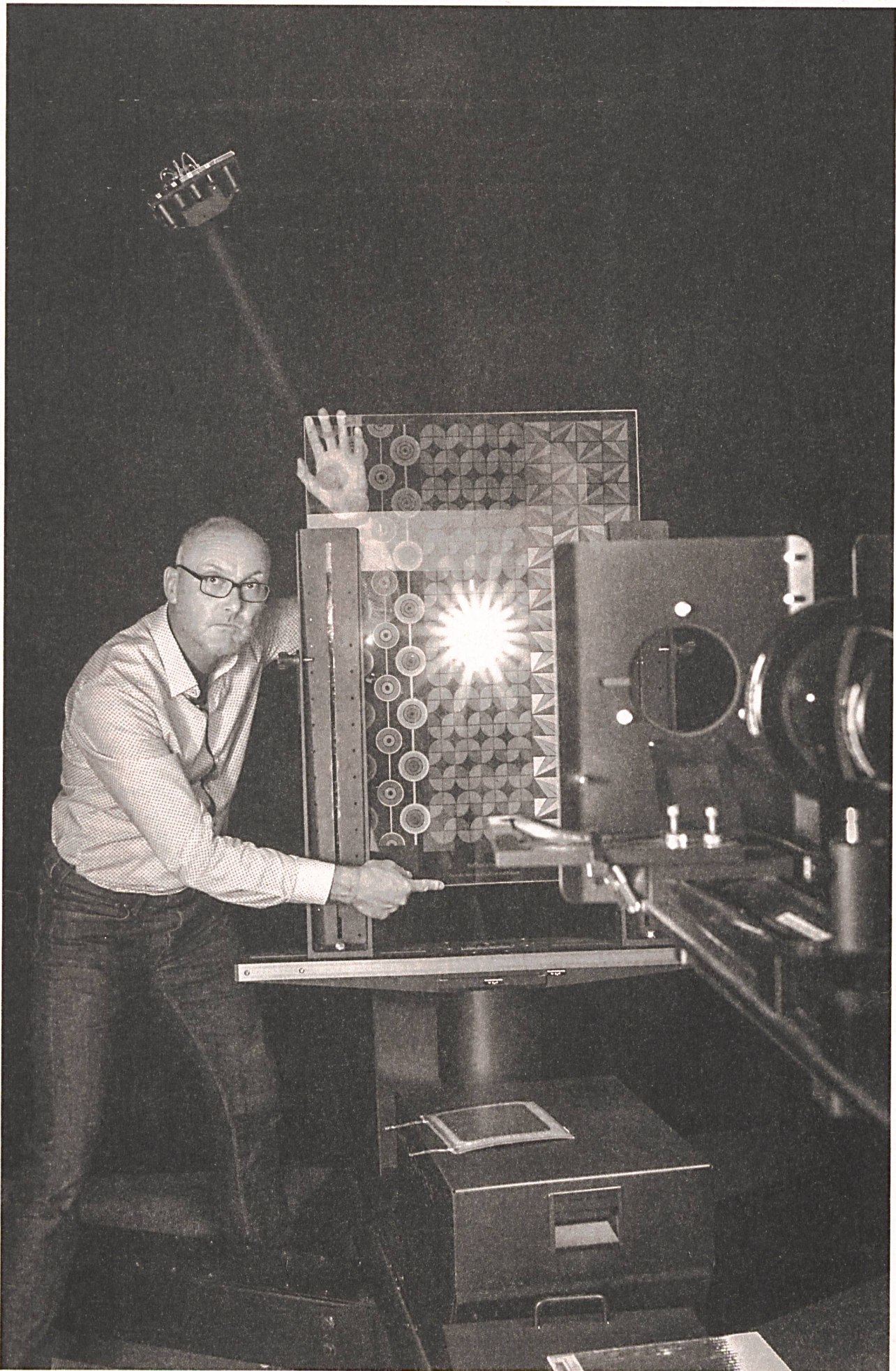
Das Gebastel ist längst professionelle Forschung. Inzwischen sind Wittkopf und sein halbes Dutzend Mitarbeiter Teil des Nationalen Forschungsprogramms 70 «Energiewende». Bei einigen Leuchtturmprojekten in Sachen

BiPV (ein Kürzel der Szene: Building-integrated Photovoltaic) hatten sie schon ihre Finger im Spiel. So nutzte zum Beispiel der Architekt René Schmid Wittkopfs Erkenntnisse, um die Technik in der Fassade seines ersten energieautarken Mehrfamilienhauses in Brütten unsichtbar zu machen. Und nun Huggenbergerfries. Die Fassade ihres Hauses Solaris kombiniert zum ersten Mal PV nicht nur mit einer aufgedruckten Farbe, sondern zusätzlich mit stark profiliertem Gussglas.

Der ökonomische Unsinn ist nötig

Die unterschiedlich geneigten Kanten der prismatischen Glasoberfläche brechen das Licht zu schönen Reflexen. Und genau die waren für die Forscher zunächst ein Problem: Auf der Rückseite massen sie einen hohen Lichtverlust. Die Werte verbesserten sich zwar bei Versuchen unter freiem Himmel – «im Feld» nennt der Forscher das –, doch ob eine solche Fassade einen Sinn ergibt oder nicht, bleibt umstritten. «Wir nehmen zwanzig Prozent Effizienz weg und legen zwanzig Prozent Kosten drauf», sagt Wittkopf. Aus physikalischer und ökonomischer Sicht sei das Unsinn – und führte auch dazu, dass aus Bern keine Fördergelder für Solaris kamen. Um die Akzeptanz und Verbreitung der Solartechnik zu erhöhen, brauche es aber genau solche Projekte.

Was ist nun die Erfindung der Luzerner? Nicht das Bedrucken der Glaträger der Solarzellen, das gibt es schon eine Weile. Sie haben einen Weg gefunden, den Bedeckungsgrad und die Farbmenge jedes einzelnen Pixelpunktes zu steuern. Damit die gedruckte Farbe sich in der Wahrnehmung mit dem schwarzen Hintergrund zum gewünschten Farbton mischt. Und damit diese Farbe →



Prof. Dr. Stephen Wittkopf (52) dreht in Luzern an der Effizienzschraube bedruckter Gläser.

→ noch genügend Licht zur Zelle durchlässt, denn jeder Farbton bremst die Strahlen unterschiedlich stark. «Es gibt einen Kompromiss zwischen Gestalt und Effizienz», sagt der Professor. «Und den können wir gezielt steuern.» Dem Hersteller der Module, der österreichischen Firma Ertex, half er beim Drehen dieser «Effizienzschraube», denn jeder Drucker ist anders. Es dauerte viele Muster und Messungen, bis derjenige in Niederösterreich die gleichen Ergebnisse brachte wie das Gerät von Glas Trösch, auf dem die Luzerner ihre Wappen gedruckt haben. Nach fast einem Jahr gingen die Vorstellungen der Architekten, die Algorithmen des Forschers und das Handwerkswissen der Solarfirma schliesslich Hand in Hand.

Spannend sei, so Wittkopf beim Abschied, dass mittlerweile nicht mehr die Politik der Treiber von Innovation sei, sondern die Architekten. Sie wollen die Solartechnik als Gestaltungselement ausreizen. Und Solaris sei das schönste Beispiel dafür.

Stallikon: Der Praktiker berechnet

Berner Kursaal. Zwei volle Tage lang werfen Menschen in dunklen Anzügen Powerpointdiagramme an die Wand. Advanced Building Skins heisst die Konferenz. Eine von sechs parallelen Vortragsreihen und viele Firmenstände in der Lobby widmen sich der BiPV. Christian Roeske trägt keinen dunklen Anzug. Der Blondschoopf mit den blauen Augen und dem leichten «Schnack» eines Norddeutschen ist keiner der vortragenden Forscher, sondern ein Praktiker auf Weiterbildung. Schon in seinem Architekturdiplom in Lübeck ging es um die Integration von PV. «Da habe ich Blut geleckt.» Er arbeitete bei einem der ersten Solarplaner Deutschlands, baute Anlagen auf der grünen Wiese und blickte immer wieder neidisch auf die «schönen Projekte» in der Schweiz: «Hier ist nicht alles so krass reglementiert, und man kann Sachen ausprobieren.» Das macht er heute, denn zusammen mit seiner Frau, einer Schweizerin, führt er in Stallikon bei Zürich das kleine Planungsbüro Sundesign.

Als Huggenbergerfries ihn ins Solaris-Boot holte, gehörte Roeske zum Team von Stephen Wittkopf an der Hochschule Luzern. Der Wunsch der Architekten, die PV an Fassade und Dach möglichst nicht zu sehen, beschäftigte ihn. «Als wir in Luzern mit dem digitalen Druck anfangen, habe ich gemerkt: Das ist die Lösung!» Er machte Solaris zu einem der Fallbeispiele seiner Forschung. «Zuerst stellten wir uns die Frage: Lohnt sich eine solche Fassade überhaupt?» Wie viel CO₂ fällt bei der Herstellung der PV an? Und welche Kosten? Das berechnete Roeske für jede einzelne Ausrichtung des Hauses – bei einem Haus, das dank seiner «Taille» nicht nur vier Seiten hat, sondern acht. Sein Ergebnis: Die Nordseiten schnitten wie erwartet schlecht ab, doch die Gesamtbilanz war positiv. Auch bei den Kosten: Verglichen mit dem reinen Solarstrom der EWZ war der Solaris-Strom günstiger.

Stromverlust durch Farbe

Dann kam die Sache mit der Farbe. Nach einigen Versuchen mit aufgedruckten Rastern oder Streifen wählte man ein homogenes Rot, etwas erdiger als beim Kulturzentrum Rote Fabrik gegenüber. Der Weg der Umsetzung war allerdings lang. Die Druckdefinition sei die grösste Herausforderung gewesen, erinnert sich Roeske. «Wir haben gedacht, farbig drucken kann heute jeder. Aber kei-

ner der PV-Hersteller hatte das anfangs im Griff, keiner konnte uns genau sagen, wie viel Leistung durch die Farbe verloren geht.» Daher bestimmte man schon früh einen festen Partner, um mit ihm zusammen die Elemente zu entwickeln: Ertex.

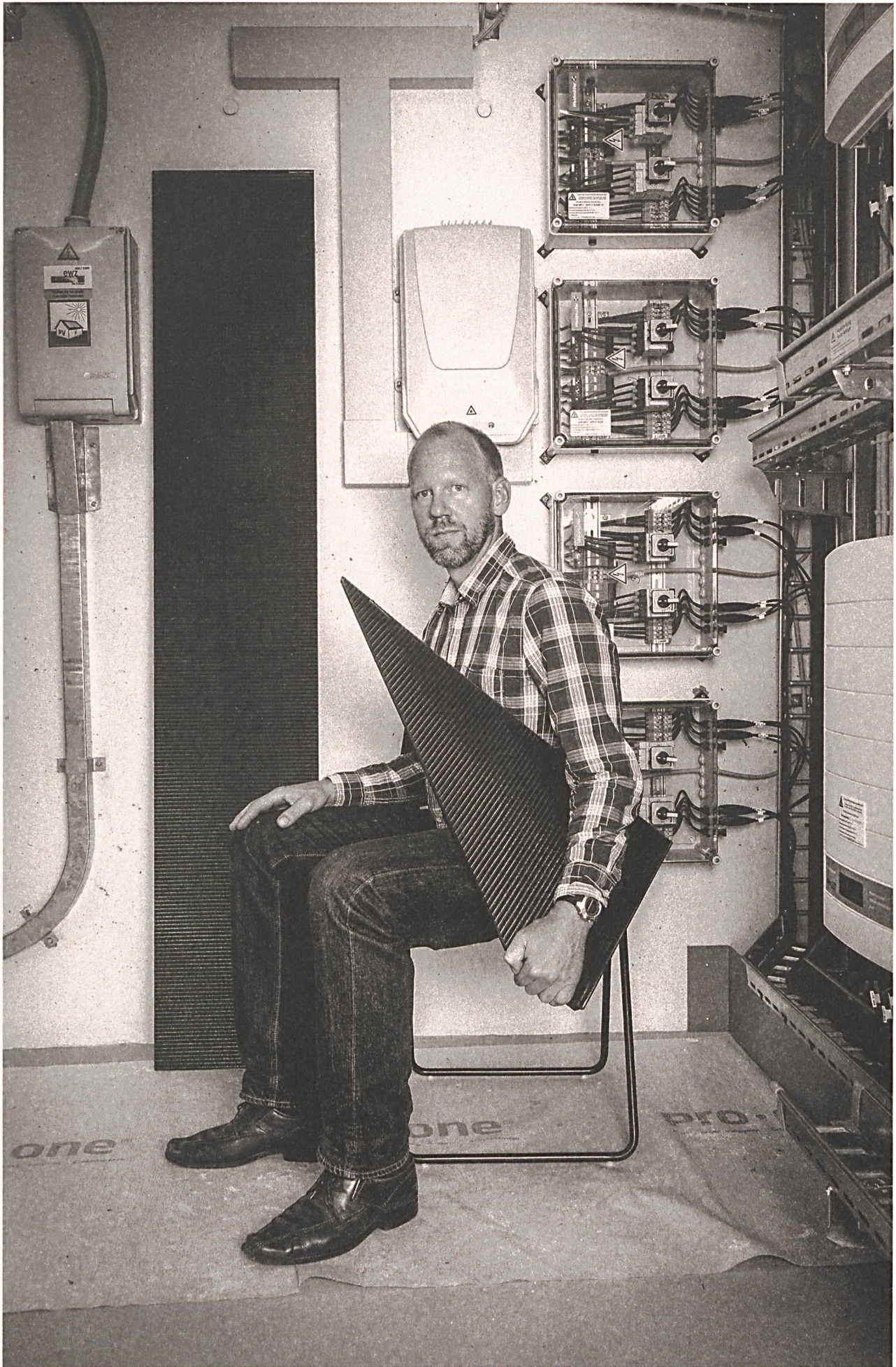
Roeske spricht von einem «sensationellen Team», wenn er die Zusammenarbeit der Planer beschreibt: Gasser Fassadentechnik entwickelte ein Schienensystem, das die Elemente unsichtbar hält. Scherrer Metec stimmte sich bei der Montage der Gebäudehülle eng mit den Elektrikern von Suntechnics ab. Ein Mock-up half zwar, viele Details wie Anschlüsse oder Kabelführung vor Baubeginn zu lösen, doch blieben einige Überraschungen. «Bei einer solch komplexen Form gab es Konfliktpunkte, die erst auf der Baustelle sichtbar wurden. Da musste man schnell reagieren.» So waren die Schnittstellen im Bauablauf für Christian Roeske die grösste Erkenntnis des Projekts. Und die Personalunion von Architekten und Bauherrschaft das grösste Glück.

Denn komplex machen das Haus weniger die Technik als die gestalterischen Vorstellungen der Architekten. Zum Beispiel das Fugenbild. Die bloss vier Millimeter schmalen Abstände zwischen den Glaselementen machten den Bauablauf langwierig: Zuerst produzierte und montierte man nur die Standardmodule mit 1,96 Metern Länge und 35 Zentimetern Höhe. Dann schnitt man auf der Baustelle Schablonen der Sonderformen und schickte diese ans Werk nach Österreich. Noch Monate nach dem Einzug der Bewohner gaben einige Löcher den Blick auf die Technik hinter der Fassade frei – der Strom floss trotzdem. «Die Architekten haben alle Beteiligten an ihre Grenzen getrieben», sagt der Solarplaner. Manchmal hätten sie alle nur den Kopf geschüttelt. «Am Schluss aber mussten wir sagen: Genau das macht das Haus jetzt aus.»

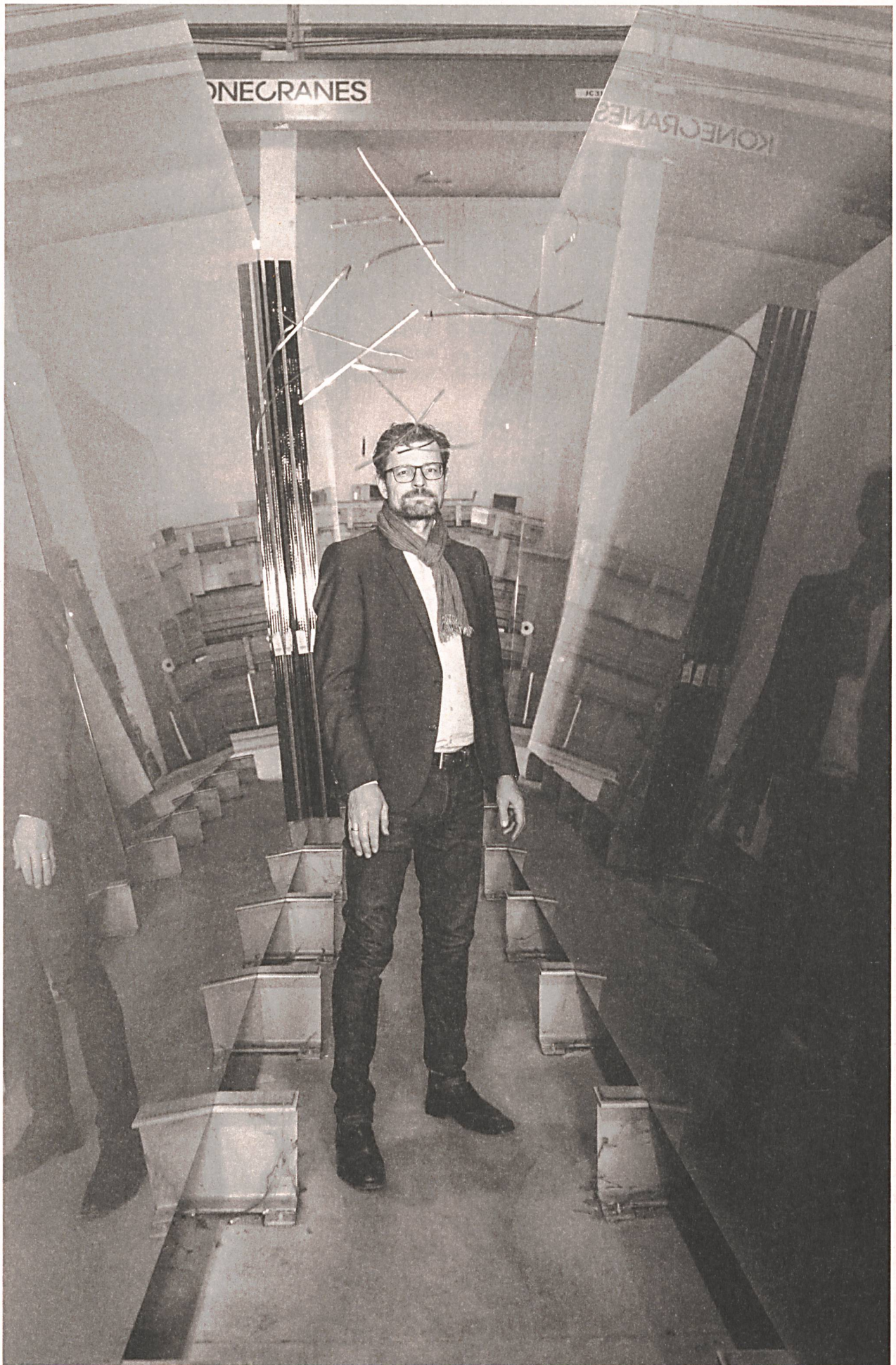
Amstetten (A): Die Künstler des Erhitzens

Auf dem Boden stehen ein Dutzend Kartons mit Solarzellen aus Taiwan. In der Kammer dahinter nimmt eine Frau jede einzelne der nur 0,18 Millimeter dünnen Siliziumscheiben zwischen die Finger und schwingt sie vor ihrem Ohr leicht hin und her. Andere Frauen löten die Zellen aneinander, legen sie auf Glasplatten, die zwei Männer in einen riesigen roten Ofenzylinder schieben. Die Halle, in der wir uns befinden, steht in einem Industriegebiet eine Bahnstunde vor Wien. Dass man sich hier in Amstetten, Niederösterreich, befindet, zeigen die Zwiebdächer auf den Kirchtürmen und der Almdudler auf dem Tisch des Sitzungszimmers. Wenn Dieter Moor etwas erklärt, zeichnet er auf kariertem Papier. Auch sein Hemd ist gerastert, ganz zu schweigen von den vielen PV-Modulen, die sich auf dem Regal stapeln. Eine Welt aus sich kreuzender Linien. Moor, Geschäftsführer Marketing und Vertrieb von Ertex Solar, zeigt Bilder von Wintergärten, Sesselliftstationen oder kalt gebogenen Carportdächern. Immer wenn beim solaren Bauen Glaskompetenz gefragt ist, kommt Ertex ins Spiel. Denn dessen Mutterfirma ist der Glasverarbeiter Ertl mit Hauptsitz am anderen Ende des Städtchens und mit bald achtzig Jahren Erfahrung.

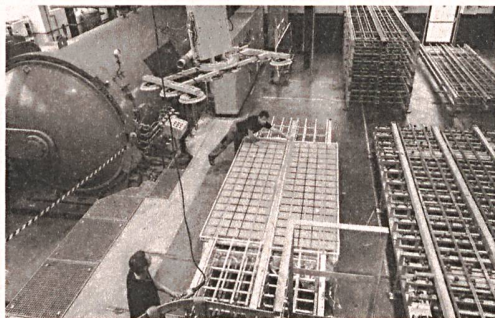
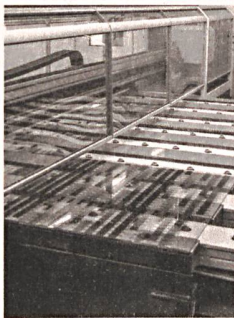
An der Wand lehnt Claudia Schiffer. Das Verfahren, das ihr Bild aufs Glas druckte, kam auch bei Solaris zur Anwendung: der glaskeramische Digitaldruck. Nach dem Voll-Emaille- und dem Siebdruck die jüngste Drucktechnik, die Ertl Glas ausführt. Moor steckt ein kleines →



Der Solarplaner Christian Roeske (44) im Technikraum von Solaris. An der Wand: vier Wechselrichter und ein PV-Modul im Solaris-Mass.



Dieter Moor (49) in Amstetten, Niederösterreich. Bei Ertex Solartechnik kümmert er sich um die internationalen Projekte.



Der Digitaldrucker bei Ertl Glas und die PV-Produktion bei Ertex Solar. Unter dem Mikroskop löst sich der gleichmässige Farbton der Solaris-Gläser in ein Gesprenge auf.

«Unsichtbare» Photovoltaik

Unterschiedliche Arten, das Erscheinungsbild von mono- oder polykristallinen Solarzellen zu verändern:

- Drucken: Digitalkeramischer Druck auf die Rückseite des vorderen Trägerglases (Beispiel: Haus Solaris oder Umbau Hofwiesenstrasse in Zürich von Karl Viridén); Zellen kaum sichtbar, Effizienzverlust 20–50 Prozent.
- Bedampfen: Bedampfen der Rückseite des vorderen Trägerglases (Entwicklung der EPFL, Beispiel Silo in Basel von In Situ); Zellen kaum sichtbar, Effizienzverlust weniger als 10 Prozent.
- Zwischenfolie: Die vordere Schmelzfolie zwischen den Trägergläsern streut und filtert das Licht, sodass die Module weiss

erscheinen; Zellen nicht sichtbar (Entwicklung der Uni Neuchâtel), Effizienzverlust 45 Prozent.

- Sandstrahlen: Sandstrahlen der Vorderseite des Trägerglases (Beispiel Häuser in Brütten von René Schmid); Zellen nicht sichtbar, Effizienzverlust ca. 5 Prozent.
- Siebdruck: Farbiger Siebdruck auf der Vorderseite des hinteren Trägerglases (Beispiel Haus Cadonau in Zürich); die Zellen bleiben vor dem farbigen Hintergrund sichtbar, kein Effizienzverlust.

→ Mikroskop in die USB-Buchse seines Laptops und stellt es auf ein Solaris-Modul. Der Bildschirm zeigt ein Gesprenge aus roten, schwarzen und weissen Punkten, ähnlich einer Küchenplatte aus Granit. Moor spricht von «Homogenisierung». Die Architekten wollen die Siliziumquadrate in ihren Fassaden nicht sehen, «die Bierdeckeln wegbekommen», wie es der Österreicher mit leichtem Idiom beschreibt. Darum wird nun gedruckt, koste es, was es wolle. Vor allem an Orten, wo das Bauen auch etwas kosten darf. 2016 machte Ertex ein Drittel seines Umsatzes in der Schweiz. «Farbvarianten sind nirgends so gefragt wie dort», so Moor. Doch noch stärker als die BiPV-Projekte wachse die Zahl der Anbieter. «Von 1000 Offerten im Jahr können wir nur 100 bis 150 realisieren.» Experimente wie Solaris seien maximal drei darunter.

Rillen verziehen sich im Ofen

Neben der aufwendigen Bemusterungs- und Testphase des Druckens war auch das Zuschneiden schwieriger als üblich. Die äussere Glasscheibe, ein Gussglas des bayerischen Herstellers Lamberts, hat eine asymmetrische Prismenstruktur an der Aussenseite, was den Zuschnitt schwierig machte. Die Platten können nur mit einer bestimmten Ausrichtung montiert werden. In Amstetten baute man deshalb eine Kunststofflehre fürs Zuschneiden, trotzdem ging es hin und wieder schief. Die gerillte Oberfläche machte auch das thermische Vorspannen der Gläser zum heiklen Unterfangen. Wegen der Rillen erwärmt sich das Glas unregelmässig, ebenso erzeugt die Abkühlung ungewollte Spannungen im Glas. «Wenn man

so etwas ohne viel Erfahrung in den Ofen schiebt, kommt eine Banane raus», beschreibt Moor das Problem. Die Experten von Ertl Glas haben viel Erfahrung. Sie arbeiten zehn Autominuten entfernt. Und mit einem anderen Massstab. Speziallastwagen liefern Scheiben von 6 mal 3,2 Meter Grösse. Alles rauscht und dampft in der riesigen Halle. Überall schichtet sich Glas, zugeschnitten und durchbohrt, farbig oder spiegelnd. Arbeiter mit Zigaretten im Mundwinkel schieben Scheiben über Tische, brechen sie an unsichtbaren Ritzen, werfen die Reststücke in hohem Bogen in eine Mulde. Die Druckmaschine, der die Solaris-Fassade ihren rötlichen Schimmer verdankt, ist unspektakulärer als die meisten anderen Maschinen hier. Ein Container schützt sie vor Staub. Glasscheiben laufen über Rollen, verschwinden unter einem Aufsatz und tauchen dahinter mit noch glänzender Druckfarbe wieder auf. Den Vorgang des Vorspannens unter Hitze, den jedes Sicherheitsglas durchlaufen muss, nutzt man gleich dazu, die Farbe zu härten. Glaspartikel darin verschmelzen dabei mit dem Untergrund.

In Schränken beim Hallentor stapeln sich Glasmuster aller Art, manche davon bedruckt. Moor zeigt auf ein Glas mit schwarz aufgedruckten Bierdeckeln. Solche Fake-Solarzellen brauche man an Stellen, wo eine Solaranlage keinen Ertrag bringt und man den sichtbaren PV-Raster nicht unterbrechen will. Es ist schon eigenartig: Früher bedruckte man Glas, um die (falschen) Solarzellen zu sehen. Heute bedruckt man Glas, um die (echten) Solarzellen nicht zu sehen. Das ästhetische Ringen mit dieser Technik scheint noch lange nicht vorbei. ●