

## Die Last des Gewichts

Immer strengere gesetzliche Wärmeschutzvorgaben und stetig steigende Energiepreise forcieren in der Architektur den Trend zum Dreifach-Isolierglas. Eine konstruktive Möglichkeit, den damit einhergehenden steigenden Glasgewichten entgegenzuwirken, ist der Einsatz von Dünngläsern.



Dreifach-Isolierglasscheibe;  
alle Fotos und Grafiken  
Henze Glas

Glas ist ein idealer Werkstoff für den Einsatz in der Gebäudehülle. Moderne Isoliergläser bieten zuverlässigen Wärme- und Sonnenschutz, verhindern hohe Lärmbelastungen und erreichen zudem bei Bedarf höchste Sicherheitsniveaus. Außerdem lassen sich mit Glas individuelle Designakzente setzen. Zu den Elementarfunktionen von Glasprodukten in der Gebäudehülle zählt der Wärmeschutz. Angesichts der immer schärferen gesetzlichen Vorgaben für den baulichen Wärmeschutz und steigender Energiepreise hat die Glasindustrie in den vergangenen Jahrzehnten ihre Produkte kontinuierlich weiterentwickelt und erhebliche Effizienzverbesserungen erzielt.

## Steigende Anforderungen

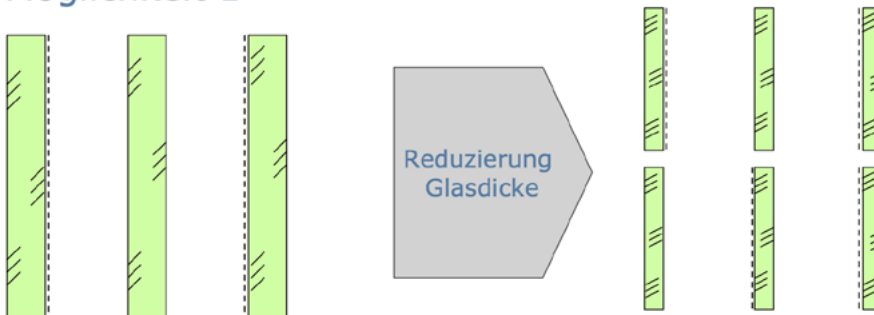
Die Grenzen der Physik lassen sich jedoch auch mit perfektionierten Glasaufbauten und hoch funktionalen Beschichtungen nicht überwinden. Beim über Jahrzehnte eingesetzten Zweifach-Isolierglas ist das Limit bei einem Wärmedurchgangskoeffizienten (Ug-Wert) von  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  bereits erreicht. Um die aktuellen gesetzlichen Wärmeschutzanforderungen zu erfüllen, ist dieser Wert absolut ausreichend, nicht aber für die zukünftigen Vorgaben. Schon ab Januar 2021 sollen im Privatbau laut der im Jahr 2010 in Kraft getretenen EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Directive on Energy Performance of Buildings - EPBD) in der Europäischen Union nur noch „nearly zero-energy-buildings“ gebaut werden, Gebäude also, die nahezu keine externe Energiezufuhr mehr benötigen. Für neue Gebäude, die von Behörden als Eigentümer genutzt

*Glasaufbauten*

werden, gilt diese Vorgabe bereits zwei Jahre früher. Da schlecht gedämmte Bestandsgebäude großen Anteil am hohen Gebäudeenergieverbrauch haben, müssen auch hier bei größeren Sanierungen und neuen Anbauten die für Neubauten geltenden Mindestvorgaben für den Wärmeschutz erfüllt werden.

## Sprunghafter Anstieg von Dreifach-Isoliergläsern

### Möglichkeit 1



- Einsatz von ESG
- Beschichtung auf Ebene 3 od. 4 möglich
- Vorhandene Produktionstechnik nutzbar

© ift Rosenheim

Um die zu erwartenden hohen Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden zu erfüllen, müssen auch Isoliergläser künftig noch deutlich bessere Werte erreichen. Die Glasbranche setzt darum verstärkt auf Dreifach-Isoliergläser. Mit U-Werten von bis zu 0,5 W/m<sup>2</sup>K wurden diese Funktionsgläser in der Vergangenheit meist in Passivhäusern verbaut. In den letzten fünf Jahren ist der Absatz der hoch dämmenden Gläser allerdings sprunghaft angestiegen, denn immer mehr Bauherren setzen bei der Verglasung auf hohe Energieeffizienz - auch wenn ihre Gebäude kein Passivhausniveau erreichen.

Allein im Zeitraum von 2008 bis 2011 wuchs der Anteil der Dreifach-Gläser am Isolierglas-Gesamtabsatz in Deutschland laut Angaben des Bundesverbandes Flachglas e.V. von rund 10 Prozent auf über 50 Prozent. Schon für das laufende Jahr erwartet der Verband einen Anteil von etwa 60 Prozent. Und der Aufwärtstrend wird sich weiter fortsetzen. „Wir sind davon überzeugt, dass der Marktanteil auf über 90 Prozent anwächst. Forciert wird diese Entwicklung durch die kommende Energieeinsparverordnung (EnEV), die vermutlich Dreifach-Isolierglas vorschreiben wird“, erklärt Dipl.-Oec. Jochen Grönegräs, Hauptgeschäftsführer des Bundesverbandes Flachglas und Geschäftsführer der Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas.

Einen sehr hohen Marktanteil und ähnliche Entwicklungsperspektiven wie in Deutschland haben Dreifach-Isoliergläser in den skandinavischen Ländern Schweden und Finnland sowie in Österreich und der Schweiz. Angesichts der aktuellen Entwicklung ist sich die Fachwelt einig: Zumindest in Mittel- und Nordeuropa wird der Dreifach-Aufbau bei Isoliergläsern sukzessive Standard werden. Parallel zur Steigerung der Energieeffizienz setzt sich im Privat- wie im Objektbau der Trend zu immer größeren Glaseinheiten fort. Architekten und Bauherren wünschen für ihre Gebäude ein offenes Raumambiente mit maximalem Tageslichteinfall und einem Höchstmaß an Außenbezug. Im Winter sollen die Glasflächen zudem solare Zugewinne sichern.

*Energieeffizienz*

## Höhere Scheibengewichte

### Möglichkeit 2b



- Evtl. Beschichtung auf Ebene 3 od. 4 möglich
- Längenänderung ca. 5-6 mm (Länge 2m,  $\Delta T$  40K)
- Produktionstechnik u.U. nutzbar

© ift Rosenheim

Beide aktuellen Trends stellen für die Isolierglashersteller grundsätzlich kein Problem dar. Das Know-how und die Technologie für die Herstellung entsprechender Produkte sind vorhanden. Auch die Problematik der Klimlasten (Sog- und Druckwirkung auf Scheiben und Randverbund), die bei Dreifach-Isolierglas aufgrund des größeren Scheibenzwischenraumvolumens verstärkt auftritt, sind beherrschbar. Problematisch ist jedoch das steigende Gewicht der Gläser. Zum Vergleich: Eine Scheibe mit einer Größe von einem Quadratmeter, ausgeführt als Zweifach-Isolierglas mit 2 x 4 mm und 16 mm Scheibenzwischenraum, hat ein Gewicht von 20 Kilogramm. Dasselbe Format als Dreifach-Isolierglas im Aufbau 4/12/4/12/4 wiegt bereits 30 Kilogramm. Die Gewichtszunahme um 50 Prozent hat weitreichende Auswirkungen. Die Isolierglasbetriebe müssen ihre betriebsinternen Abläufe auf die schwereren Scheiben ausrichten, der Transport verteuert sich, weil die maximale Zuladung der LKW schon mit weniger Einheiten erreicht wird, und die Beschlaghersteller müssen extrem belastbare Lösungen bereitstellen. Im Fensterbereich stellt dies eine besondere Herausforderung dar, denn hier gilt es hoch tragfähige Beschläge zu entwickeln, die die schweren Elemente über Jahrzehnte zuverlässig halten und zudem auch noch filigran wirken. Schon jetzt gerät die Beschlagtechnik bei diesem Spagat zwischen den Anforderungen an ihre Grenzen. Hinzu kommt, dass auch die Rahmenprofile für Fassaden und Fenster den hohen Gewichten angepasst werden müssen.

*Klimalasten*

Von der Gewichtszunahme der Bauelemente besonders betroffen sind die Montageteams. Für sie bedeutet der Trend zum Dreifach-Isolierglas eine erhebliche Mehrbelastung. „Die Gewichte sind enorm. Besonders im Altbau, wenn keine technischen Hilfsmittel einsetzbar sind, ist die Belastung eklatant, und die Mitarbeiter werden deutlich stärker beansprucht als früher“, berichtet Martin Gutmann Bundesinventionsmeister des Glaserhandwerks in Deutschland, und ergänzt: „Wenn Sie Pech haben, handelt es sich auch noch um Schallschutz- oder Einbruchschutzgläser in Dreifach-Ausführung, dann sind die Scheibengewichte noch höher.“ Verschärft werde die Situation zusätzlich durch die Gewichtszunahme bei den thermisch optimierten Rahmenprofilen.

# Dünngläser als Lösungsansatz

## Flächengewichte

	Aufbau	Flächen-Gewicht	Relativ
1 Standard 2fach	4/16/4	20 kg/m <sup>2</sup>	100 %
2 Standard 3fach	4/12/4/12/4	30 kg/m <sup>2</sup>	150%
3 Dünnes Glas	3/12/3/12/3	22,5 kg/m <sup>2</sup>	112 %
	3/12/2/12/3	20 kg/m <sup>2</sup>	100 %
4 Kunststoffplatte	4/12/PC2/12/4	22,5 kg/m <sup>2</sup>	112 %
5 Kunststofffolie	4/12/PET0.5/12/4	20 kg/m <sup>2</sup>	100 %
6 Dünnes Glas + Kunststofffolie	3/12/PET0.5/12/3	15 kg/m <sup>2</sup>	75 %

© ift Rosenheim

Angesichts dieser weitreichenden Problematik arbeiten Glasindustrie, Isolierglashersteller und Forschungsinstitute intensiv an Lösungen. Ihr Ziel ist, das Scheibengewicht zu reduzieren, ohne dabei die energetische Funktionalität zu reduzieren. Die seit Jahren laufende Entwicklung von leichten, hoch dämmenden Vakuumgläsern ist jedoch noch immer nicht so weit fortgeschritten, dass sie im klassischen Fenster- und Fassadenbau eingesetzt werden kann. Praktikabel ist der Einsatz der sehr dünnen Gläser aber bereits in Dachflächenfenstern in Standardgrößen. Ein weiterer Lösungsansatz sind leichte, transparente Kunststofffolien und -platten, die die mittlere Scheibe des Isolierglases ersetzen sollen. Ob sich diese Technologie in der Breite durchsetzen wird, ist abhängig von der Praktikabilität und Dauerhaftigkeit der Produkte sowie von ihrer Akzeptanz bei den Endkunden.

Am erfolgversprechendsten scheint der Einsatz von Dünngläsern zu sein. Schon im Jahr 2004 erklärte Architekt Prof. Stefan Behling, der seit einigen Jahren in der Sonderschau „glass technology live“ im Rahmen der internationalen bedeutendsten Glasfachmesse glasstec die neuesten Entwicklungen der Glasbranche präsentiert: „Die Dünngläser werden im Flachbildschirmbereich Teil einer Revolution. Irgendwann werden sich vielleicht ganze Wände, Decken und Böden verändern können.“ In der Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik hat sich seine Prognose mit modernen Smartphones oder auch Produkten wie Apples iPad, die beinahe ausschließlich über den Glas-Touch-Screen aus dünnem Glas bedient werden, längst bewahrheitet. Außerdem geben Stefan Behling die aktuellen Entwicklungstendenzen im Isolierglasmarkt hinsichtlich seiner Erwartung für den Architekturbereich Recht. Schon heute werden im Markt Fenster mit Dreifach-Isoliergläsern angeboten, die nicht mehr aus dreimal 4 mm, sondern aus dreimal 3 mm starken, wärmebehandelten Scheiben gefertigt werden. Damit sinkt das Gewicht um ein Viertel. Und es geht noch dünner. In der Isolierglasbranche laufen bereits Versuche mit gehärteten Gläsern im Aufbau mit 3/2/3 mm. Der Maschinenbauer Lisec erhielt jüngst für eine spezielle Vorspanntechnik den Österreichischen Staatspreis 2012 in der Kategorie „Forschung und Innovation“. Sie ermöglicht es, flexible und robuste Gläser von nur 2 mm Dicke ohne optische Distorsionen herzustellen. Die leichten Dünngläser eignen sich laut dem Unternehmen hervorragend für den Einsatz in der modernen Architektur.

Kritiker verweisen beim Thema Dünngläser im Isolierglas jedoch auf das erhöhte Bruchrisiko der dünneren Scheiben. Ihr Einwand: Die Gläser würden zwar durch die geringere Dicke der Einzelscheiben leichter, aber gleichzeitig steige das Kantenbruchrisiko. Befürworter hingegen verweisen auf die höhere Belastbarkeit der thermisch gehärteten Gläser.

Verspanntechnik

## Gemeinschaftliches Forschungsprojekt

*Flächengewicht*

Um die Möglichkeiten der Gewichtsreduzierung von Mehrscheiben-Isolierglas auf seriöser Basis auszuloten, hat das renommierte Rosenheimer Institut für Fenstertechnik (ift Rosenheim) gemeinsam mit dem Bundesverband Flachglas das Forschungsprojekt „Energieeffizientes Mehrscheiben-Isolierglas – Untersuchungen von technischen Maßnahmen zur Reduzierung des Flächengewichtes“ gestartet. Im Projekt soll untersucht werden, mit welchen Maßnahmen das Flächengewicht von Mehrscheiben-Isolierglas reduziert werden kann und welche Auswirkungen sich daraus ergeben. Dipl.-Phys. Norbert Sack, Leiter Forschung und Entwicklung am ift und Leiter des Projekts, erklärt dazu: „Eine Reduzierung des Flächengewichts von Dreifach-Isolierglas ist wünschenswert und wäre prinzipiell durch den Einsatz von dünnerem Glas oder von transparenten Kunststoffen möglich. Dünneres Glas könnte in allen drei Ebenen eingesetzt werden, d.h. auf der Außenseite, der Raumseite sowie als mittlere Scheibe von Dreifach-Isolierglas.“ Im Rahmen des Projekts sei jedoch keine generelle Untersuchung aller Grundlagen möglich. Vielmehr sollen Entscheidungsgrundlagen für eine Beurteilung und zukünftige Umsetzung erarbeitet werden. BF-Hauptgeschäftsführer Jochen Grönegräs fügt hinzu: „Wir haben eigens ein Bemessungsprogramm für Isoliergläser mit 3 x 3 mm Aufbau in das Projekt aufgenommen, um die Sensibilität für diese Thematik zu stärken. Werden die Berechnungsgrundlagen beachtet, können durchaus Isoliergläser im 3 x 3 Aufbau gefertigt werden.“

Hinsichtlich der relevanten Werte Wärmeschutz (Ug-Wert), Gesamtenergiedurchlass (g-Wert) und Lichtdurchlässigkeit ( $\tau_V$ ) entsprechen Isoliergläser aus Dünngläsern weitestgehend den Werten herkömmlicher Dreifach-Isoliergläser. Und auch beim Schallschutz lässt sich durch die Integration von Schallschutzfolien oder unterschiedliche Glasdicken ein hohes Schutzniveau erreichen.

Während die Fachwelt noch intensiv über Vor- und Nachteile des Einsatzes dünnerer Gläser diskutiert, preschen vereinzelte Isolierglashersteller im Wettbewerb um optimierte Dämmwerte voran. Schon jetzt findet man im Internet Hinweise auf Vierfach-Isolierglas, das mit 3 mm dicken Gläsern einen Ug-Wert von 0,3 W/m<sup>2</sup>K erzielen soll. Eine fragliche Entwicklung, denn mit diesem Aufbau landet man wieder beim Ausgangsproblem. Die Vierfach-Scheibe ist genau so schwer wie ein heute übliches Dreifach-Glas mit Standardaufbau.

## Dünnglas in der Photovoltaik

Auch in der Solarbranche werden vorgespannte Dünngläser bereits eingesetzt, um das Gewicht von Glas-Glas-Modulen zu senken. Nach Herstellerangaben ist die Lebensdauer dieser Module deutlich höher als die von Modulen auf Basis von Folienlaminaten. Zudem könne aufgrund der höheren mechanischen Steifigkeit auf den umschließenden Aluminium-Rahmen verzichtet werden. So eignen sich die Dünnglas-Module auch für die zunehmend an Bedeutung gewinnende gebäudeintegrierte Montage von Photovoltaik-Elementen.

### Messe Düsseldorf