

# Glaskompendum



Ausgabe 12

Beschichtungstechnologien

## Einleitung

Glas ist ein faszinierender Werkstoff, dessen wichtigstes Merkmal – die Transparenz – ihn für Architekten, Planer und Bauherren unverzichtbar macht. Hinsichtlich seiner Grundeigenschaften ist Glas aber überraschend beschränkt: Es ist zwar überaus stabil, aber auch spröde, sodass es ohne vorherige Ankündigung zum Bruch kommt, wenn die zulässige Spannung des Glases überschritten wird. Da Glas ein guter Wärmeleiter ist, sollte man es – zumindest in seiner Grundform – nicht als Isolierungsmaterial einsetzen.

Die oben genannten Eigenschaften können verändert werden, z. B. die Farbe, indem man spezielle Zusätze in die Glasschmelze einbringt. Eisen macht das Glas grüner, Kobalt blauer, durch Selen wird das Glas grau bzw. bronzefarben. Um die Festigkeit von Glas zu erhöhen, definiert über die zulässigen Spannungen, kann es thermisch vorgespannt, also zu Einscheibensicherheitsglas (ESG) weiterverarbeitet werden.

Wärmedämm-, Sonnenschutz- und sonstige lichttechnische Eigenschaften sind über Beschichtungen modifizierbar.

Im Folgenden werden die in der Bauglasindustrie gebräuchlichen Beschichtungsverfahren erläutert und erklärt, wie durch moderne Dünnschichttechnologie die Oberflächeneigenschaften von Glas verändert werden können.

## Volumen- vs. Oberflächeneigenschaften

Jeder Körper hat sogenannte Volumen- und Oberflächeneigenschaften. Durch Beschichtungen können gezielt die Oberflächeneigenschaften verändert werden, während die Volumeneigenschaften unverändert bleiben. Ein sogenannter Titanbohrer wird aus Stahl gefertigt. Die Volumeneigenschaft entspricht der von Stahl, d. h. der Bohrer ist elastisch, er kann sich verbiegen und bricht deshalb nicht sofort. Durch die Veredelung der Oberfläche mit einer sehr dünnen Titanschicht wird aber die Oberflächeneigenschaft des Bohrers entscheidend verändert: Sie wird nun durch das extrem harte und widerstandsfähige Titan bestimmt.

In ähnlicher Weise nutzt man die Dünnschichttechnologie, um die Oberflächeneigenschaften von Glas zu verändern:

- Wärmedämmbeschichtungen erhöhen die Reflexion im fernen Infrarot und sorgen so dafür,

dass die langwelligen Wärmestraahlen in den Raum reflektiert werden.

- Sonnenschutzbeschichtungen reflektieren teilweise im sichtbaren Bereich wie auch verstärkt im nahen Infrarot, sodass dieser Anteil der Sonnenenergie nach außen reflektiert wird.
- Antireflexionsbeschichtungen reduzieren die Spiegelung in dem für das menschliche Auge sichtbaren Bereich.

Im Baubereich werden heute drei unterschiedliche Beschichtungstechnologien eingesetzt.

## Online-Beschichtung

Beim Online-Beschichtungsverfahren (auch pyrolytische Beschichtung oder Chemical Vapour Deposition (CVD) genannt) wird während des Glasherstellungsverfahrens ein Gasgemisch auf die noch ca. 600°C heiße Glasoberfläche gebracht und reagiert dort zu einem Metalloxid. Durch die hohe Temperatur gehen diese Beschichtungen einen festen Verbund mit der Glasoberfläche ein und können auch nachträglich nochmals diesen hohen Temperaturen ausgesetzt werden, sodass online beschichtetes Glas auch zu ESG verarbeitet werden kann.

Da in diesem Verfahren ausschließlich Metalloxide auf die Glasoberfläche aufgebracht werden können, ist online beschichtetes Glas nahezu unbegrenzt lagerfähig und immer witterungsstabil, d. h. die beschichtete Seite des Glases kann auf der Außenseite eines Isolierglases eingesetzt werden.

### Beispiele für online beschichtete Produkte:

- Pilkington **Activ**<sup>™</sup>: Die Witterungsstabilität ist eine sehr wichtige Voraussetzung für das selbstreinigende Glas.
- Pilkington **K Glass**<sup>™</sup> N: Die Widerstandsfähigkeit erlaubt den Einsatz der Beschichtung auf der Raumseite eines Isolierglases. In Kombination mit Pilkington **Optitherm**<sup>™</sup> S1 erreicht man so einen  $U_g$ -Wert von 0,9 W/m<sup>2</sup>K in einem zweischiebigen Isolierglasaufbau mit Argongasfüllung.
- Pilkington Anti-Condensation Glass: Die Beschichtung sorgt dafür, dass die Außenseite der Isolierverglasung wärmer bleibt und somit deutlich weniger Außenkondensat entstehen kann.
- Pilkington **Eclipse**<sup>™</sup> Silber: Das hochreflektierende Sonnenschutzglas kann auch als monolithische Scheibe eingesetzt werden.



Titanbohrer

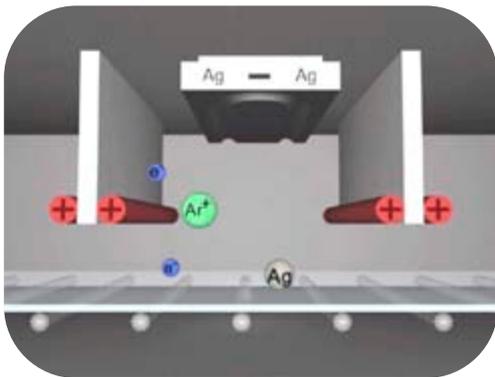
- Pilkington **OptiView™** Protect: Auf den beiden Außenseiten des Isolierglases wird die widerstandsfähige Online-Beschichtung eingesetzt, um die Reflexion des Glases deutlich zu reduzieren.

## Offline-Beschichtung

Das heute übliche Standardverfahren zur Herstellung von Wärmedämm- und Sonnenschutzbeschichtungen die zu Isolierglas weiterverarbeitet werden müssen, ist die sogenannte Sputtertechnologie, die auch als Offline-Beschichtung bezeichnet wird. Die Bezeichnung „Offline-Beschichtung“ verweist darauf, dass im Gegensatz zum vorher erklärten Online-Verfahren die Beschichtung erst nach dem Glasherstellungsprozess – also offline – aufgebracht wird.

Moderne Sputteranlagen sind üblicherweise auf das Standardmaß der Floatglasindustrie – also 6,00 m × 3,21 m – ausgelegt.

Die nachfolgende Grafik zeigt exemplarisch, was bei der Offline-Beschichtung passiert:



In der Kathodenzerstäubungsanlage herrscht ein Vakuum, in das ein Prozessgas – in diesem Beispiel ist es das Edelgas Argon (Ar), eingeleitet wird. Argon ist zunächst einmal ungeladen – durch das Plasma, das zwischen Anode und Kathode brennt – wird das Edelgas ionisiert, d. h. es wird positiv geladen. Das ionisierte Edelgas wird nun wie ein Geschoss zur negativ geladenen Kathode beschleunigt und schlägt dort mit einer so hohen Energie ein, dass aus der Kathode Material herausgelöst wird. Die so herausgelösten Atome schlagen sich auf dem Glas nieder, das langsam durch die Beschichtungsanlage fährt, und bilden eine feste Schicht auf der Glasoberfläche. Moderne Sputteranlagen verfügen über eine Vielzahl an Beschichtungsplätzen, sodass hochkomplexe – auf die jeweilige Anwendung zugeschnittene – Schichtsysteme aufgebaut werden können.



Ansicht einer CVD-Beschichtungsanlage

Auch mit einer Sputteranlage können widerstandsfähige Beschichtungen aufgebaut werden, allerdings muss man dann auf die sogenannten Silberfunktionsschichten verzichten, da diese korrodieren, wenn sie längere Zeit der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind.

### Beispiele für offline beschichtete Produkte:

- Pilkington **Optitherm™**: Eine sehr leitfähige Silberfunktionsschicht sorgt für ausgezeichnete Wärmedämmeigenschaften.
- Pilkington **Suncool™**: Sogenannte Doppelsilberschichten kombinieren exzellente Wärmedämm- mit Sonnenschutzzeigenschaften. Bei Gläsern aus den Produktfamilien Pilkington **Optitherm™** und Pilkington **Suncool™** muss die beschichtete Seite des Glases stets zum Scheibenzwischenraum eingesetzt werden, weil die Silberfunktionsschichten vor Korrosion geschützt werden müssen.
- Pilkington **Optitherm™** Pro T und Pilkington **Suncool™** Pro T: Diese Produkte müssen zu ESG weiterverarbeitet werden, damit sie die endgültigen licht- und energietechnischen Daten erreichen. Diese Werte entsprechen nach dem Vorspannprozess denen der nicht-vorspannbaren Produkte. Auch diese Produkte müssen zu Isolierglas weiterverarbeitet werden, um die Beschichtung im Scheibenzwischenraum vor Korrosion zu schützen.
- Pilkington Mirropane Chrome: Pilkington **Mirropane™** Chrome ist ein offline beschichteter Chromspiegel, der sich durch seine Korrosionsbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit auszeichnet.
- Pilkington Fassadenplatten: Für die Ganzglasoptik in einem Gebäude können die opaken Bauteile durch Fassadenplatten



Antireflektierende Beschichtungen sorgen für eine uneingeschränkte Durchsicht ohne störende Spiegelungen (links normales Glas, rechts Antireflexionsglas).

abgedeckt werden. Diese entsprechen in der Außenansicht den transparenten Bauteilen, sind aber gleichzeitig undurchsichtig.

Zu diesem Produktprogramm gehören die vorspannbaren Varianten (ESG) sowie die laminierten Fassadenplatten (VSG). Beide Produkte werden als Bandmaß geliefert und lokal beim Verarbeiter auf das Endmaß geschnitten und weiterverarbeitet.

Da diese Beschichtungen nicht silberbasiert sind, ist es nicht erforderlich, diese zu Isolierglas zu verarbeiten.



## Thermische Bedampfung

Die thermische Bedampfung (Kesselbeschichtung) ist ein sehr altes Beschichtungsverfahren, das in der heutigen industriellen Massenproduktion nur noch eine geringe Rolle spielt.

Die Gläser werden gewaschen und in einen Kessel gebracht. In einem definierten Abstand positioniert man kleine Schmelzriegel, die z. B. mit Gold bestückt werden. Der Kessel wird evakuiert und das Material durch elektrische Energie zum Verdampfen gebracht. Der Dampf gelangt so gleichmäßig verteilt auf die zu beschichtende Oberfläche. Hier ist die sofortige Weiterverarbeitung zu Isolierglas zwingend erforderlich. Pro Beschichtungszyklus und Kessel können etwa 12 m<sup>2</sup> beschichtet werden. Der gesamte Zyklus dauert – je nach Produkt – zwischen 60 und 90 Minuten.

## Zusammenfassung:

Die thermische Bedampfung eignet sich nur für kleine Beschichtungskampagnen, für die Beschichtung sehr dicker Gläser oder für die Beschichtung vorab gebogener Verglasungen. Die Offline-Beschichtungen sind in punkto Selektivität (Verhältnis Lichttransmission/g-Wert) und Low-E-Eigenschaften aufgrund des komplexeren Schichtsystems im Vorteil.

Alle Online-Beschichtungen sind unbegrenzt haltbar, benötigen keine Randentschichtung, sind vorspannbar und extrem widerstandsfähig, sodass man diese auch zur Witterungsseite einsetzen kann. Zudem können Offline- und Online-Beschichtungen in einem Isolierglas miteinander kombiniert werden, um eine Vielfalt an Funktionen zu ermöglichen.

Diese Veröffentlichung bietet lediglich eine generelle Beschreibung der Produkte. Weitere und detailliertere Informationen können Sie unter der unten angegebenen Adresse anfordern. Es obliegt dem Produktnutzer sicherzustellen, dass die Produkte für ein spezifisches Vorhaben geeignet sind und die jeweilige Nutzung mit allen gesetzlichen Anforderungen, den einschlägigen Normen sowie dem Stand der Technik und etwaigen weiteren Anforderungen in Einklang steht. Nippon Sheet Glass Co., Ltd. und deren Konzerngesellschaften haften nicht für etwaige Fehler oder Auslassungen in dieser Veröffentlichung sowie ggf. daraus entstehende Schäden. Pilkington, „Activ“, „K Glass“, „Optitherm“, „Eclipse“, „OptiView“, „Suncool“ und „Mirropane“ sind Marken der Nippon Sheet Glass Co., Ltd. oder deren Konzerngesellschaften.



**Pilkington Deutschland AG**

Hegestraße 45966 Gladbeck

Telefon +49 (0)2043 405 56 52 Telefax +49 (0)2043 405 56 66

E-Mail: [marketing.basisglas@nsg.com](mailto:marketing.basisglas@nsg.com)

[www.pilkington.de](http://www.pilkington.de)