

# 400 Wissenschaftler diskutieren über Glas-Beschichtung

Vom 6.–10. 9. 98 fand zum zweiten Mal die Internationale Konferenz über die Beschichtung von Glas (ICCG) statt. Im Anschluß an die Glasstec '98 nahmen über 400 Wissenschaftler aus der ganzen Welt an der Veranstaltung in Saarbrücken teil.

Die Themenkreise der Tagung waren in diesem Jahr:

- Der Markt der beschichteten Gläser und Kunststoffe
- Fortschritte bei der Vakuumbeschichtung
- Beschichtungen bei Atmosphärendruck (hierunter sind im wesentlichen die chemischen Beschichtungen zu verstehen)
- Vor- und Nachbehandlungsprozesse und Messungen an beschichteten Scheiben
- Beschichtete Kunststoffe als Alternative zum Glas
- Anwendungen, neue Märkte, Trends

### Wärmeschutzgläser

Der Marktanteil der beschichteten Wärmeschutzgläser an der Fensterverglasung wird z. Z. in Europa mit 50 %, in USA mit 30 % und in Japan mit 0 % geschätzt. Die Tendenz der Marktausweitung dieser Gläser ist weiterhin steigend. In den USA beträgt derzeit der Marktanteil der Softcoatings, d.h. der Wärmedämmschichten auf der Basis von Silber, 69 % und der der Hardcoatings, d. h. der Wärmedämmschichten auf der Basis von Zinnoxid, 31 % mit der Tendenz, daß der Marktanteil der Silberschichtsysteme auf Kosten der Zinnoxidschichten weiter ansteigt. (Anmerkung: Die gleiche Tendenz ist auch in Europa festzustellen.) Die Physik der Wärmedämmschichten ist nun hinreichend erforscht. Die Entwicklung der Silberschichtsysteme ist aber noch nicht abgeschlossen. Zur Zeit geht es

um die Optimierung der Materialien der Deck- und Haftschichten, auch im Hinblick auf bessere mechanische, thermische (und chemische) Beständigkeit der Schichtsysteme sowie deren wirtschaftliche Aufbringung.

### Sonnenschutzschichten

Sonnenschutzschichten sind auch immer noch ein Thema. Es wurde berichtet, daß gegenwärtig in Europa vorwiegend Sonnenschutzgläser mit in Außenansicht neutralen, in Asien mit blaugrünen und in Japan mit blauen Farbtönen zum Einsatz kommen. Nur in den USA ist die Bevorzugung eines Farbtönen nicht zu beobachten. Es wurde über selektive (insbesondere in Verbindung mit Autoverglasung s. u.) und neue nichtselektive Sonnenschutzschichten für Gebäudeverglasung berichtet. Weltweit wird auch an beschichteten Fensterscheiben mit variabler Sonnenenergiedurchlässigkeit geforscht. Im Vordergrund stehen hier sonnenstrahlenabsorbierende elektrochrome Schichtsysteme auf der Basis von Wolframbronze. Prototypproduktionen dieser Scheiben laufen zwischenzeitlich bei einigen Firmen. Der Preis der Scheiben wird aktuell mit 300 bis 1000 \$/m<sup>2</sup> angegeben.

Ein Beitrag befaßte sich mit einer Alternative zu den elektrochromen Scheiben. Die variable Sonnenstrahlendurchlässigkeit wird hier durch die Ausrichtung von SiO<sub>2</sub>-beschichteten Titanoxynitrid(TiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>)-Partikeln, in einem organischen Lösungsmittel gelöst, zwischen zwei Leitgläsern in einem gesteuerten elektrischen Feld erreicht. Leider beruht jedoch auch dieses System auf Absorption.

### Autoverglasungen

Die Beschichtung von Autoverglasungen hat in den letzten Jahren wieder an Bedeutung gewonnen. Es geht im wesentlichen um selektiven Sonnenschutz zur besseren und ökonomischeren Klimatisierung der Fahrzeugkabinen. Zum Einsatz kommen hier bevorzugt Doppelsilberschichtsysteme wie sie schon seit einiger Zeit auch als hochselektive Sonnenschutzschichten bei Gebäudeverglasungen eingesetzt werden. Die Schichten werden heute auf planes Flachglas aufgebracht, das dann in das Endmaß geschnitten und anschließend gebogen wird. Neu ist, daß die Scheiben nach der Beschichtung nahezu die gleichen technischen Daten (Transmissionsgrad und Flächenwiderstand) wie nach der Biegung haben; die technischen Daten sollen sich nach der Biegung sogar etwas verbessern.

Wie bei der letzten Tagung wurde auch diesmal wieder über wasserabstoßende (water-repellent) Schichten auf der Außenoberfläche von Autoverglasungen berichtet. Bei diesen Autoscheiben rinnt bei sehr starkem Regen das Wasser in Rinnsalen von den Scheiben ab, so daß die Durchsicht der Scheiben erhalten bleibt. Die Glasoberflächen sind gleichzeitig auch leichter zu reinigen. Autoscheiben mit diesen Schichten werden heute in japanischen Autos eingesetzt.

### Anzeigentechnik

Ein großes Thema waren auf der Tagung auch beschichtete Scheiben und Schichten für die Anzeigentechnik. Interessant waren die Feststellungen, daß bezüglich der Anzeigentechnik die vor 100 Jahren von Ferdinand Braun entwickelte Kathodenstrahlröhre (Bildschirmröhre) immer noch Zuwachsraten hat und inzwischen die Koreaner die Japaner bei der Herstellung der Flüssigkristallanzeigen (LCDs) überholt haben. Man rechnet in der

nächsten Zeit mit der Marktführung und einem moderatem Zuwachs des Marktanteils des schon seit Jahren angekündigten Flachbildschirms (FPDs) im Wettbewerb zur Braunschen Röhre, den man wie ein Bild an der Wand aufhängen kann. Aussichtsreiche Techniken für das FPD sind heute das Plasmadisplay (PDP) und das plasmaadressierte Flüssigkristalldisplay (PACL). Es wurden auf der Tagung in einigen Beiträgen die Anforderungen und Lösungen der beschichteten Scheiben für Flachanzeigen vorgestellt. Der Markt und die Entwicklung dieser Gläser wird wie die Anzeigentechnik der flachen Displays und Bildschirme von den Japanern beherrscht. Als transparente, elektrisch leitfähige Schichten kommen neben den bisher angewandten metalloxidischen Schichten (TCOs) auf der Basis von Indiumzinn (ITO), Zinnoxid (s. a. K-Glas) und Zinkoxid neuerdings auch bei Anwendungsfällen mit Flächenwiderständen im Bereich einiger Ohm Silberschichtsysteme mit dem Aufbau wie für Wärmedämmschichten (s. o.) zum Einsatz. Mitte der 70er Jahre wurde dies schon einmal angeregt. Erstmals wurden auf dieser Tagung auch neuere Forschungsergebnisse bei transparenten Leitgläsern für Dünnschicht-Solarzellen vorgestellt.

### Transparente Kunststoffe

Im Gegensatz zur ersten Tagung 1996 wurden in diesem Jahr in Saarbrücken in einem separaten Themenkreis auch beschichtet transparente Kunststoffe als Alternative zum Silikat-Flachglas abgehandelt. Es geht hier in erster Linie um beschichtete PE-Folien und beschichtetes Polykarbonat bzw. PMMA. Die bei diesen Kunststoffen zur Anwendung kommenden Schichten und Beschichtungsverfahren sind im wesentlichen die gleichen wie bei der Glasbeschichtung; es werden durch die Schichten auch nahezu die gleichen Funktionen erzielt. Nachdem der Kunststoff bei den Brillengläsern und in der Behälterindustrie große Marktanteile gewonnen hat, werden zur Zeit große Anstrengungen unternommen, auch bei der Autoverglasung das Silikatglas zu substituieren. Beschichtete Folien werden schon in Verbindung mit Autoverglasungen eingesetzt, was durch

die direkte Beschichtung des Flachglases (s. o.) offenbar wieder rückgängig gemacht werden soll. Der Versuch des Einsatzes der beschichteten Folien bei Gebäudeverglasungen war bisher nicht erfolgreich. Der wesentliche Markt soll heute die Nachrüstung von Verglasungen sein. Inwieweit in Zukunft heute typische Silikatflachglas-anwendungen durch transparente, veredelte Kunststoffe ersetzen werden, bleibt abzuwarten. Die Glasindustrie ist jedenfalls sehr herausgefordert. Dazu hat auch diese Tagung beigetragen.

### Beschichtungsverfahren

Zu den Themenkreisen Beschichtungsverfahren ist anzumerken, daß die derzeitige installierte Kapazität an Sputteranlagen für die Herstellung von Wärmedämmschichten auf der Basis von Silberschichten weltweit ca. 220 Mio. m<sup>2</sup>/a beträgt. Es wurde auch auf die wirtschaftlichen Risiken der Installationen von Überkapazitäten hingewiesen, die sich bei den heutigen Jumbo-Sputteranlagen ergeben. Die Doppel-Magnetrons (AC-Magnetronkathoden) substituieren wegen der höheren Produktionssicherheit, der größeren Beschichtungsmöglichkeiten und der höheren Sputterrate bei der Aufbringung der Deck- und Haftsichten mehr und mehr die Einfach-Magnetronkathoden. Im Vordergrund der Entwicklung steht heute die Erhöhung der Targetausbeute der Planarmagnetrons (Flachmagnetrons) von derzeit ca. 25 % auf nahezu 50 %. Dies wird durch Abflachung (und gleichzeitig Verbreiterung) des Magnetfeldes über dem Target (Beschichtungsmaterial) oder durch Oszillation des Magnetfeldes unter dem Target erreicht. Letzteres wird in der Fachsprache mit Moveable Cathodes bezeichnet. (Anmerkung: Es handelt sich hierbei um die Wiederentdeckung einer schon älteren Technik, die m. E. von der Fa. Sloan in den USA erstmalig angewandt wurde. Die Kathode hatte die Bezeichnung „orbitron“, US-Pat. Nr. 3.878.085). Die Erhöhung der Targetausbeute erhöht die Standzeiten der Targets und ist somit von hohem

wirtschaftlichem Interesse. Die in Konkurrenz zu den Planarkathoden eingesetzten rotierenden Magnetronkathoden haben a priori eine hohe Targetausbeute, jedoch sind die Targets dieser Kathoden – es handelt sich um rohrförmige Targets – auch aufwendiger herzustellen. Bei der Betriebssicherheit der rotierenden Magnetronkathoden sollen Fortschritte erzielt worden sein.

Die Firma Pilkington hat erstmalig über ihr CVD-Verfahren online mit dem Floatglas-Herstellungsprozeß und deren Möglichkeiten vorgetragen, mit dem das K-Glas (Hardcoating s.o.), das Sonnenschutzprodukt „Reflecta-float“ und der Spiegel „Reflex“ hergestellt werden bzw. wurden. Die sehr komplexe Chemie dieses Verfahrens und Steuerung der Beschichtung wurde ebenfalls in einigen Beiträgen abgehandelt. Interessant war die Mitteilung, daß bei dieser Beschichtung die Topographie der Schichtoberflächen von der Chemie der eingesetzten Beschichtungsmaterialien abhängt.

Thema der Tagung war auch eine Reihe von Sol-Gel-Beschichtungen, wobei zu erwähnen ist, daß diese Beschichtungen heute auch mit wäßrigen anstelle von alkoholischen Lösungen durchgeführt werden können.

Die Glasindustrie beteiligte sich an der Tagung mit folgender Anzahl von insgesamt 128 Fachbeiträgen:

Asahi Glass (Japan): 10  
 Central Glass (Japan): 2  
 Pilkington (England): 2  
 Interpane (BRD): 2  
 Nippon Sheet (Japan): 1  
 PPG (USA): 1

Angesichts der Tatsache, daß heute solche Fachtagungen wie die ICCG in erster Linie als PR-Veranstaltung genutzt werden, ist die Zurückhaltung der Glasindustrie erstaunlich, wenn man von den Japanern einmal abliest, die dazu noch eine lange Anreize hatten. Oder hat die Glasindustrie derzeit nicht viel zu bieten? Über beschichtete Kunststoffe wurde in 19 Fachbeiträgen berichtet. Wegen der Vielzahl dieser Beiträge wäre der Titel der Tagung „Konferenz über die Beschichtung von transparenten Werkstoffen“ angebrachter gewesen. Die Fachbeiträge werden wiederum im „Journal of Non-crystalline Solids“ geschlossen veröffentlicht.

Hans Joachim Gläser