

Case Study:

**Erhöhte Festigkeit, Kantenstabilität und Transparenz der SentryGlas® Zwischenlage als Schlüsseleigenschaften für doppelwandige, aufwärts gedrehte Glas-Vorhangfassade des Shanghai Towers**

Bei der Realisierung der doppelwandig ausgeführten und sich schraubenförmig nach oben drehenden Glas-Vorhangfassade des Shanghai Towers in China, der nach dem Burj Khalifa in Dubai das zurzeit zweithöchste Gebäude der Welt ist, hat Verbund-Sicherheitsglas mit der SentryGlas® Ionoplast-Zwischenlage eine Schlüsselrolle gespielt. Die wichtigsten Gründe für ihren Einsatz waren die optische Transparenz in Verbindung mit eisenarmem Glas, die verbesserten mechanischen Eigenschaften des damit hergestellten Verbunds und die hohe Kantenstabilität, die Delaminationen an den offenen Kanten der Verglasung verhindert.

WEITERE INFORMATIONEN ÜBER KURARAY'S WORLD OF INTERLAYER  
FINDEN SIE UNTER [WWW.SENTRYGLAS.COM](http://WWW.SENTRYGLAS.COM)

**kuraray**

Erhöhte Festigkeit, Kantenstabilität und Transparenz der SentryGlas® Zwischenlage als Schlüsseleigenschaften für doppelwandige, aufwärts gedrehte Glas-Vorhangfassade des Shanghai Towers



*Der Shanghai Tower besteht aus neun aufeinanderstapelten zylindrischen Elementen, die alle von der inneren Glashülle umschlossen sind, während sich die äußere Hülle von unten nach oben um 120° verdreht. Diese Ausführung reduziert die auf das Gebäude wirkenden Windlasten um 24 %.*

Der 2015 fertiggestellte Shanghai Tower ist 632 m hoch und hat 128 Etagen mit einer Nutzfläche von 380.000 m<sup>2</sup>. Sein abgestufter Aufbau ist auf hohe Energieeffizienz und Nachhaltigkeit ausgelegt und bietet eine Vielzahl unterschiedlicher Bereiche für Büros, Geschäfte und Freizeitaktivitäten.

Der Turm besteht innen aus neun zylindrischen, aufeinander-gestapelten Segmenten, die von einer inneren Glasfassade eingefasst werden. Die äußere Fassade verdreht sich nach oben um insgesamt 120°. Zwischen beiden erstrecken sich neun Innenraumbereiche, die für Besucher zugänglich sind. Beide Glasfassaden sind transparent ausgeführt. Dadurch unterscheidet sich das Gebäude von anderen Konstruktionen, die meist nur eine einzige äußere Fassade aus hochreflektivem Glas zur Verringerung der Aufheizung aufweisen. Auf Grund dieser doppelwandigen Ausführung der Glasfassade muss keine der beiden Lagen opak sein, und der Aufwand für die Klimatisierung und Beheizung der Innenräume sinkt.

In Anerkennung der auf Nachhaltigkeit ausgelegten Konstruktion des Gebäudes erhielten die Eigentümer, Shanghai Tower Construction & Development, Zertifikate des China Green Building Committee und des US Green Building Council. Darüber hinaus haben das China International Exchange Committee for Tall Buildings (CITAB) und der Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) den Shanghai Tower kürzlich für die - von der Jury als „besonders innovativ“ gewürdigte - Ausführung der Doppelwand-Glasfassade mit dem CITAB-CTBUH 2016 China Innovation Award ausgezeichnet.

Gensler, die Architekten des Towers, wählten drei konstruktive Elemente - die asymmetrische Form des Turms, sein konisches Profil und seine abgerundeten Kanten - als Schlüssel für dessen Widerstand gegen die Kräfte der in Shanghai häufig vorkommenden Taifune. Dazu perfektionierten Gensler und der Tragwerksplaner Thornton Tomasetti in einem kanadischen Windkanal die äußere Form des Towers so, dass sie die Windbelastung um 24 % reduziert. Das Ergebnis ist eine leichtere Struktur, bei deren Bau 58 Millionen USD weniger für Baumaterial aufgewendet werden mussten.

Die Doppelwand-Glasfassade besteht aus 20.589 Scheiben in 7.000 unterschiedlichen Formen. Sie ist an massiven Kragarmen aufgehängt und mit Streben stabilisiert. Die kreisförmige innere Glasfassade erforderte den Einsatz von 14 % weniger Glas gegenüber einer rechteckigen Ausführung mit gleicher Grundfläche.

Die Hauptgründe für die Wahl von SentryGlas® als Zwischenlage waren die verbesserten mechanischen Eigenschaften des damit hergestellten Verbunds und die Vermeidung von Delaminationen der mit Structural-Silicone ausgeführten Verglasung bzw. der Glaskanten. Zudem trug SentryGlas® auch zur Nachhaltigkeit des gesamten Gebäudes bei, indem es den Einsatz einer hellen Glas-Beschichtung zusammen mit der Zwischenlage zur Reduzierung der Sonneneinstrahlung ermöglichte.

Die Wahl der Zwischenlage war auch für den in China ansässigen Verbundglashersteller Shanghai Yaohua Pilkington (SYP) und das Fassadenbauunternehmen von großer Bedeutung. Ursprünglich war der Einsatz von SentryGlas® nur für die äußere Fassade vorgesehen, wurde später aber auch auf die innere Fassade, die Verglasung des Podiums, für die Glas-Schwerter und die im Innenraum eingesetzten Balustraden ausgeweitet. Insgesamt kamen für das Gebäude rund 200.000 m<sup>2</sup> der SentryGlas® Zwischenlage zum Einsatz.

Die Struktur der äußeren Fassade besteht aus zwei Scheiben aus 12 mm dickem eisenarmem Floatglas mit einer 1,52 mm dicken SentryGlas® Zwischenlage. Die innere Verglasung ist fünfteilig aufgebaut: 6 mm eisenarmes Glas + 0,89 mm SentryGlas® Zwischenlage + 6 mm eisenarmes Glas + 12 mm Luft + 6 mm eisenarmes Glas. Die am häufigsten verwendeten Scheibenabmessungen sind 2.100 mm x 2.400 mm und 2.100 mm x 4.200 mm.

Für die Ausführung der Glasfassade galten die örtlichen Bauvorschriften. In China liegt zurzeit der „Technical Code for

Erhöhte Festigkeit, Kantenstabilität und Transparenz der SentryGlas® Zwischenlage als Schlüsseleigenschaften für doppelwandige, aufwärts gedrehte Glas-Vorhangfassade des Shanghai Towers



*Der Shanghai Tower ist mit einer Höhe von 632 m das höchste Gebäude in China. Die Gesamt-Nutzfläche beträgt 380.000 m<sup>2</sup>.*

Das zu verwendende Verbund-Sicherheitsglas mit SentryGlas® Zwischenlage wurde umfassend geprüft. Unter Berücksichtigung chinesischer, US-amerikanischer und europäischer Normen wurde die Struktur dabei der Einwirkung von Luft und Wasser, von Windkräften, statischer Belastung und Bewegungen der Gebäudestruktur ausgesetzt.

Auch die hohe optische Klarheit von Verbund-Sicherheitsglas war ein bedeutender Faktor. Ein Maß dafür ist der Gelbwert (Yellowness Index, YI), der die Tendenz von Kunststoffen zum Vergilben unter langzeitiger Sonneneinstrahlung wiedergibt. Eisenarmes Glas bietet eine erhöhte optische Klarheit, indem es die Lichtdurchlässigkeit erhöht und die grünliche Färbung in Klarglas reduziert, die besonders deutlich wird, wenn man auf die Kante des Glases blickt. Auf Grund ihrer hohen Transparenz eliminieren SentryGlas® Ionoplast Zwischenlagen die unerwünschte ‚gelbe‘ oder ‚grünliche‘ Färbung, die bei Verbund-Sicherheitsglas auftritt, das mit herkömmlichen Zwischenlagen wie PVB hergestellt ist, und dies selbst an den äußeren, dem Wetter ausgesetzten Kanten von Laminaten. SentryGlas® ist nicht nur von Beginn an klarer als andere Verbundglas-Zwischenlagen, es bleibt dies auch über seine gesamte Einsatzdauer. Die Zwischenlage bleibt klar, es gibt keine Klebstoffe, andere Laminierhilfen oder Additive innerhalb des Verbunds, die Probleme bereiten könnten. Bei einem Anfangs-YI-Wert von 1,5 oder weniger (im Vergleich zu 6 bis 12 bei PVB-Alternativen) behält SentryGlas® seine ursprüngliche Klarheit auch nach vielen Jahren des Einsatzes.

Glass Curtainwall Engineering“ (JGJ 102, Revised Version) der Regierung zur Genehmigung vor. Er fordert in der aktuellen Version den Einsatz von Verbund-Sicherheitsglas für Glasfassaden von Schulen, Spielplätzen und anderen öffentlichen Gebäuden. Darüber hinaus spezifiziert die Norm „Ionoplast-Zwischenlagen“ als offiziell empfohlene Zwischenlage für Verbundglas-Fassaden (bisher war ausschließlich PVB gelistet). Außerdem rät diese Norm zur Berechnung der „effektiven Dicke“ entsprechend ASTM-E1300 (Standard Practice for Determining Load Resistance of Glass in Buildings), um die Wahrscheinlichkeit von Glasbruch zu minimieren.



*Für die doppelwandige Glasfassade kamen über 200.000 m<sup>2</sup> SentryGlas® Zwischenlage zum Einsatz.*

Erhöhte Festigkeit, Kantenstabilität und Transparenz der SentryGlas® Zwischenlage als Schlüsseleigenschaften für doppelwandige, aufwärts gedrehte Glas-Vorhangfassade des Shanghai Towers



Die Hauptgründe für die Wahl von SentryGlas® als Zwischenlage waren die verbesserten mechanischen Eigenschaften des damit hergestellten Verbunds und die Vermeidung von Delaminationen an offenen Kanten der mit Silikon-Dichtmasse ausgeführten Verglasung.

## Die Vorteile von Verbund-Sicherheitsglas mit SentryGlas®

Weltweit wächst der Trend zum Einsatz von Glasfassaden in privaten, öffentlichen und Wirtschaftsgebäuden ebenso wie bei Ladenfronten. Triebfeder ist, insbesondere in öffentlichen Gebäuden, der Wunsch nach ungehinderten Aussichten von so gut wie jeder Position aus sowie danach, möglichst viel natürliches Tageslicht in die Innenräume einzulassen. Verbund-Sicherheitsglas mit der SentryGlas® Ionoplast-Zwischenlage können die hohen am Bau geltenden Sicherheitsstandards erfüllen, und dies bei geringerer Dicke im Vergleich zu monolithischem Glas und Laminaten mit PVB. Dadurch können die Tragstrukturen für vorgehängte Fassaden deutlich leichter und damit auch weniger auffällig ausgeführt werden.

Architekt	Genster
Tragwerksplaner	Thornton Tomasetti
Verbundglashersteller	SYP (Shanghai Yaohua Pilkington)
Eigentümer	Shanghai Tower Construction & Development Company

## REGIONALE KONTAKTE

Kuraray Europe GmbH  
Business Area PVB  
Mülheimer Straße 26  
53840 Troisdorf, Germany  
Telefon: +49 (0) 22 41/25 55 - 220  
E-Mail: trosifol@kuraray.eu

Kuraray America, Inc.  
Applied Bank Center  
2200 Concord Pike, Suite 1100  
Wilmington, Delaware 19803  
Telefon: +1 800 635 3182

For further information  
about SentryGlas®, please visit  
[www.sentryglas.com](http://www.sentryglas.com)

# kuraray