

Über 50 Jahre bewährte Leistungsfähigkeit bei Silikonklebstoffen

DOW

®



DOWSIL™
silicones by DOW

Das Gesicht von Weltstädten verändern

Dow war in den 1950ern und 1960ern ein Pionier bei Technologien, die Architekten die Augen für einen neuen Weg bei Entwurf und Realisierung von Ästhetik mit purem Glas öffneten. Zuerst geschah dies mit langlebigen Silikondichtstoffen zur Wetterversiegelung und danach mit dem revolutionären Einsatz von Silikon in geglebten Glaskonstruktionen - "Structural Glazing" (Silicone Structural Glazing (SSG)).

Nicht länger durch störende mechanische Befestigungselemente eingeschränkt, wurde die Vorstellungskraft der Architekten von Grenzen befreit, um Bauwerke zu schaffen, die bisher als jenseits des Bereichs der Möglichkeiten liegend angesehen wurden.

Dafür konzipiert Bewegung aufzunehmen und Windlasten vom Glas zum Rahmentragwerk zu übertragen, bleiben SSG-Systeme elastisch und bieten langzeitige statische Festigkeit.

Diese Pionierarbeit ging über eine einfache Produktentwicklung hinaus. Sie schloss eine beachtliche Menge von Prüfungen mit ein; kleinmaßstäbliche Modelle an Baustellen; die Beurteilung der Haftbeständigkeit, der Bewegungsfähigkeit, der Materialermüdung und des Materialversagens sowie eine umfangreiche technische Studie, um Entwürfe und ihre Dimensionierung, Belastungen und Umweltvariablen zu analysieren. Jene Pionierarbeit wird bis heute fortgesetzt, wobei Lösungen akribisch mittels fortschrittlicher technischer Verfahrensweisen wie beispielsweise Finite-Elemente-Analyse

(FEA) entwickelt werden. Diese Innovationen umfassen die Entwicklung von Hochleistungsklebstoffen, welche die Fugengröße verringern und damit den natürlichen Lichteinfall steigern sowie die Kreation von punktgehaltenen Glasfassaden, die Gasundichtigkeiten und Wärmebrücken eliminieren.

Heute gibt es industriestandardisierte Anwendungsanforderungen sowie Montageleitfäden und Richtlinien zur Qualitätskontrolle – wie beispielsweise das Quality Bond™¹ Programm von Dow, welche die Anwendungsqualität und Projektdetails kontrollieren, überwachen und auditieren – alles um den anhaltenden Erfolg von Structural Glazing (SSG) zu gewährleisten. Der Beweis ist offensichtlich, indem Planer sich diese Technologie zu eigen machen, um Grenzen zu verschieben, wobei sie zunehmend bewundernswerte – und nachhaltige – architektonische Prunkstücke erschaffen.

¹ Quality Bond™ ist in Nordamerika nicht verfügbar



“ Es war eine spannende Zeit. In der Branche herrschte ein Kameradschaftsgeist. Alle von uns arbeiteten in einer Gemeinschaft des Vertrauens zusammen, um ein neues architektonisches Konzept zu entwickeln und der Welt zu beweisen, dass es funktionieren würde. ”

**Jerry Klosowski,
Klosowski Scientific Inc., im Hinblick auf den Pioniergeist**

Eine Geschichte der Innovation

Über Structural Glazing mit Silikon

Bei Structural Glazing (SSG) handelt es sich um eine Vorhangsfassadentechnik, die Silikonklebstoff verwendet, um Glas an das Metallrahmentragwerk zu befestigen. Sie ist zunehmend gefragt und ermöglicht, Ästhetik mit purem Glas zu verwirklichen: elegant und bündig ohne sichtbare mechanische Befestigungselemente.

Structural-Glazing-Silikonklebstoffe sind konzipiert, Umwelteinflüssen (z.B. UV-Strahlung, Temperaturextreme, Witterung) und mechanischen Belastungen, die aus Eigengewicht, Temperatur, Wind, Belastungen durch menschliche Einwirkung und sonstigen Faktoren resultieren, standzuhalten. Übliche Konstruktionen nutzen zweiseitiges SSG (vertikale Fugen verklebt) oder vierseitiges SSG (sowohl horizontale wie vertikale Fugen verklebt).

Stelle verblieb und bei ungefähr 90% des Gebäudes mit den Glasuntergründen gut verklebt war. Der Dichtstoff blieb im Allgemeinen flexibel und elastisch.

Structural Glazing (SSG) mit Silikon

SSG mit Silikon begann Mitte der sechziger Jahre mit Glasfensterpfosten, die mit äußerem Glas verklebt wurden, um die Fassadenstruktur zu verstetigen und die Lichtdurchlässigkeit und Transparent zu erhöhen.

Während der 1980er Jahre verbreitete sich das SSG-Vorhangsfassadenkonzept rapide rund um die Welt, da diese Verglasungstechnik Architekten neue Niveaus an Gestaltungsfreiheit einräumte und ein einzigartiges ästhetisches Erscheinungsbild bot. SSG wurde mit mehreren zehntausend Projekten, die ihre Ästhetik und Leistungsvorteile aufzeigen zu einem außergewöhnlichen Erfolg. SSG bietet u.a.:

- Architektonische Gestaltungsfreiheit
- Ein einzigartiges ästhetisches Erscheinungsbild
- Innewohnende Einfachheit der Bauweise
- Bündige, leicht zu reinigende Außenseiten
- Verbesserter thermischer Wirkungsgrad von Gebäuden
- Verbesserte Leistungsfähigkeit von Explosions- und Aufprall-Schutzverglasung
- Erhöhte Widerstandsfähigkeit der Verglasung in Erdbebenzonen

Ein wesentlicher Meilenstein des Fortschritts gewerblicher Fassadenbauweise – vierseitige SSG – ist noch heute ein Anschauungsobjekt an diesem Ort: 455 W. Fort Street, Detroit, Michigan, USA.

*USA- Temperaturskala entwickelt vom USDA (United State Department of Agriculture); Klimazone 6 bedeutet eine jährliche durchschnittliche Extrem-Minimum-Temperatur von -23.3 bis -17.8



Als diese Produkte verfügbar wurden, sprachen wir alle darüber, welche Arten von Informationen den Menschen einen Grad von Vertrauen geben würden. Dow begann damit, verschiedene Arten von Prüfungen durchzuführen, um nachzuweisen, dass diese Materialien ihre Aufgabe erfüllen würden. Sie leisteten eine Menge guter Grundlagenprüfarbeit, wobei mir niemand sonst bekannt ist, der so etwas zu diesem Zeitpunkt erbracht hat. Dow war eine der treibenden Kräfte beim Prüfen von Eigenschaften und beim Zusammenarbeiten mit dem Rest von uns bei ASTM, um anerkannte Industriestandards für Structural Glazing mit Silikon zu entwickeln.

Tom O'Connor, FAIA, FASTM, LEED AP, Früherer Direktor von Building Technology Studio bei SmithGroupJJR, Architekten des weltweit ersten vierseitigen SSG-Projektes mit Silikon – das frühere Hauptverwaltungsgebäude von Smith, Hinchman & Grylls (SH&G) in Detroit, Michigan, USA

Silikonwetterversiegelung

Silikonpolymere wurden zum Einsatz in Dichtstoffen schon in den 1930ern von Dow und General Electric Corporation entwickelt, aber erst Mitte der fünfziger Jahre gelangten Einkomponenten-Silikondichtstoffe für das Bauwesen auf den Markt. Einer der ersten Einkomponenten-Silikondichtstoffe war ein klarer Acetoxy-Dichtstoff von Dow. 1958 wurde jenes Dichtmittel als Wetterversiegelung an einem Gebäude am Westufer des Lake Michigan eingesetzt.

Während einer Renovierung der Fassade im Jahr 2013 wurde festgestellt, dass der aus dem Jahr 1958 stammende Silikondichtstoff nach 55 Jahren Bewitterung an einem Standort in einer "Klimazone-6-Umgebung" an Ort und



1971 – Der "GRANDDADDY" (der Grossvater) von Structural Glazing

Das weltweit erste vierseitige Structural Glazing Projekt mit Silikon wurde von den Architekten Smith, Hinchman and Grylls geplant. 455 W. Fort Street in Detroit, Michigan, USA.

Wissenschaftliche Langlebigkeitsstudien prognostizieren eine 50-jährige Leistungsfähigkeit

Zwei separate Studien bestätigen, wovon Branchenexperten über Jahre hinweg ausgegangen sind, und konkrete Daten belegen was die felderprobte Leistungsfähigkeit über lange Zeit schon angezeigt hat: SSG-Klebstoffe der Marke DOWSIL™ bieten langzeitige Leistungsfähigkeit und Beständigkeit.

Studie 1

ETAG 002-Prüfung an 25 Jahre altem Structural Glazing Silikon

Im Jahr 1985 wurde der nach Südwesten ausgerichtete gebogene Frontfassadenabschnitt eines Gebäudes am ift Rosenheim, einem international renommierten Institut zur Prüfung von Fenstern und Fassaden, errichtet. Die erste SSG-Generation, DOWSIL™ 983 Silicone Glazing and Curtainwall Adhesive/Sealant wurde in einer typischen Toggle Konstruktion (Systeme mit Eingreifhaltern) eingesetzt.

Das dreistöckige mit Toggle-verglaste SSG-System betrat Neuland. Dies schloss ein Außenfenster mit ein, das weder mit zusätzlichen mechanischen Sicherheitshalterungen noch mit Tragelementen für das Eigengewicht befestigt war.

Von 1985 bis 2010 war die Fassade Folgendem ausgesetzt:

- Temperaturextremen im Freien von -21,1 °C bis 32,5 °C
- Exposition gegenüber Sonneneinstrahlung (Jahresdurchschnitt) von 1.100 kWh/m²

Als die Fassade zwecks verbesserter Energieeffizienz renoviert wurde, wurde die demontierte Structural Glazing Konstruktion gemäß ETAG 002-1 von Neuem geprüft. Ungefähr 200 Prüfstücke wurden aus den Structural Glazing Einheiten herausgeschnitten und entsprechend der ETAG 002-Spezifikation geprüft.

Der 25 Jahre alte Silikonklebstoff bestand ETAG 002-1, wobei ein theoretischer Nachweis zum Dichtmittel für weitere 25 Jahre erbracht wurde. Insgesamt ergibt damit sich eine Nutzungsdauer von 50 Jahren.



Über ETAG 002

Die Leitlinie für europäische technische Zulassungen ETAG 002 (European Technical Approval Guideline 002 (ETAG 002)), eine Genehmigungsrichtlinie für geklebte Glaskonstruktionen (Structural Glazing) wurde von der EOTA (European Organization for Technical Approvals) 1991 entwickelt.

Ihre umfassende Palette an Prüfungen und die strengen Bewertungskriterien machen ETAG 002-1 zu einem sehr anspruchsvollen Standard für SSG-Klebstoffe. Der Standard legt Kernvorschriften für die Haftfestigkeit und die Langlebigkeit der Haftfestigkeit des SSG-Klebstoffes fest und erwähnt insbesondere, dass diese Vorschriften von einer 25-jährigen Betriebsdauer ausgehen.



Karl-Heinz
Rückeshäuser,
KHR Consulting

„Neben den Herausforderungen und Hürden, die wir überwinden mussten, um Structural Glazing in Europa zu etablieren, war es eine spannende Zeit und ein Vergnügen, mit den „Erfindern“ an der Umsetzung dieses Konzepts in einem sehr konservativen Marktumfeld zusammenzuarbeiten. Ich freue mich sehr, zu sehen, wie gefragt dieses Gestaltungskonzept heute nach mehr als 25 Jahren in Europa ist.“



“ Die strenge BAM-Dauerhaftigkeitsprüfung bestätigt langzeitige Beständigkeit. ”

Dipl.-Ing. Christoph Recknagel, Project Leader,
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Über das BAM-Forschungsprojekt

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Deutschland – ein führendes Forschungsinstitut für Wissenschaft und Technologie – entwickelte während eines von 2012-2015 laufenden Forschungsprojekts ein leistungsabhängiges Dauerhaftigkeits-Prüfverfahren für SSG-Klebstoffe.

Die zentrale Herausforderung für das Projekt bestand darin, ein Prüfverfahren zu entwickeln, das eine tatsächliche Einsatzumgebung besser wiederspiegelt. Dabei sollten Bedingungen bzw. Zustände, welche die Folge von Wind, Eigengewicht und Bewegung sowie typischer Umweltexpositionen, wie beispielsweise Temperatur, UV-Strahlung, Wasser und Chemikalien miteinander kombiniert werden.

Die Prüfung verwendet einen 24-Stunden-Prüfzyklus, welcher in der Vorausberechnung einem Jahr an Nutzungsdauer entspricht. Die Prüflinge wurden in einer Klimakammer gleichzeitigen klimatischen und mehraxialen mechanischen Belastungen ausgesetzt.

Prüfbedingungen und Annahmen

Konstruktionen: Stufenglas, Isolierglas

- Einheiten in einer Höhe von 50 m montiert
- Größe: 2,5 m x 3,2 m
- Vierseitiges SSG
- Fugenmaß: 12 mm x 6 mm
- Mit und ohne Tragelemente für das Eigengewicht: Typ II und Typ IV (ETAG)
- Zulässige Spannung des bautechnischen Silikons: 0,21 MPa

Annahmen zur Belastung:

- Eigengewicht, Windbelastungen, Belastungen durch menschliche Aufprall
- Temperatur, Sonneneinstrahlung
- Chemische Belastungen als Folge von Regen und Reinigungsmittel

Studie 2

Auf 50 Jahre ausgelegte simulierte Härteprüfung

Ein Prüfling mit DOWSIL™ 993 Silicone Structural Glazing Sealant wurde bei der simulierten Dauerhaftigkeitsprüfung in der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) gleichzeitig künstlicher Bewitterung und mehraxialen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Diese Prüfung wird als strenger als die ETAG 002-Prüfprozeduren erachtet.

Der geprüfte Klebstoff vollendete:

- 50 Prüfzyklen (angenommene 50 Jahre)
- Eine Stoßbelastungsprüfung
- Zwei zusätzliche Zyklen (entsprechen zwei weiteren Jahren)

Nach der Prüfung erfüllte DOWSIL™ 993 Silicone Structural Glazing Sealant weiterhin die Leistungskriterien von ETAG 002-1 bezüglich Restzugfestigkeit und Haftfähigkeit. Dadurch wurde eine stabile und außergewöhnliche Dauerhaftigkeit bestätigt und die nachgewiesene Leistungserfolgsgeschichte unterstrichen.

Der erfolgreiche Abschluss dieser Prüfung entspricht einer vorausberechneten Nutzungsdauer von 50 Jahren für DOWSIL™ 993 Silicone Structural Glazing Sealant.



“ Heute bietet Structural Glazing dem Architekten ein leistungsfähiges Werkzeug, um die unglaublichesten Gestaltungen für Bauwerke zu erzielen. Dabei handelt es sich nicht nur um eine bewährte Technik der Vorhangsfassadenkonstruktion, sondern auch um eine technische Verfahrensweise, welche als Teil eines vollständigen Systems zur Ermöglichung von Leistungsfähigkeit nach aktuellem Stand der Technik fungiert, und zwar hinsichtlich Luftinfiltration, Wasserinfiltration, Wärmeverhalten, Erdbebenverhalten, Aufprallfestigkeit, Langlebigkeit und Gestaltungsfreiheit. Diese Hochleistungsbauweise ist ein Maßstab für aktuelle und zukünftige Materialien im Hinblick auf Nachhaltigkeit und ökologischer Bauweise. ”

Larry Carbary, Dow Wissenschaftler

Eine Reise innovativer Bauweise mit Silikon



1958



1964



1968



1971



1984



1985



1992

Erstes Silikondichtstoff zur Wetterversiegelung

Erste zweiseitige SSG- Anwendung mit Silikon „Total Vision“-System (System „umfas- sende Sicht“)

Zweiseitiges SSG- Anwendung mit Silikon

Erste vierseitige SSG- Anwendung mit Silikon
455 W. FORT ST.
Detroit, Michigan, USA
Architekt: Smith Hinchman & Grylls

Erste ungestützte vierseitige SSG Anwendung mit Silikon
MENTOR MUNICIPAL CENTER
Mentor, Ohio, USA

Erste Generation schnellhärtender zweikomponentiger Silikonklebstoffe
CENTER TOWER
Costa Mesa (Los Angeles), Kalifornien, USA
Architekt: CRS Sirrine

Schutzverglasung für seismische Beanspruchungen
CAMERON CENTRE
Tsim Sha Tsui, Hong Kong

Erste vierseitige SSG-Anwendung in Hongkong
Schutzverglasung für Beanspruchungen durch Bombenexplosion und Wirbelsturm

Effektvolle und imposante Eingangsfront

OLD TRAFFORD
Manchester, Vereinigtes Königreich, Architekt: AF

2002

Gebogenes Design

FLAME TOWERS
Baku, Azerbaïjan
Architekt: HOK International



Freiformatische Glastafeln

FONDATION LOUIS VUITTON
Paris, France
Architekt: Frank Gehry



2012

Komplexes Design mit reflektierendem Glas

HARPA CONCERT HALL
Reykjavík, Island
Architekt: Henning Larsen Architects, Batteriid Architects



2010

siebgedruckte S-förmige Glastafeln

MUSEUM AAN DE STROOM
Antwerp, Belgien
Architekt: Neutelings Riedijk Architects



2008

Gebogenes Glas, Tageslichtöffnungen

NATIONAL GRAND THEATER OF CHINA
Peking, China
Architekt: Paul Andreu



2004

“Clean Sealant” (Klebstoffe ohne Ausbluten)
PIER 1 IMPORTS
Fort Worth, Texas, USA
Architekt: Kendall/Heaton Associates Inc.



Aufprallresistente Verglasung
WESTIN DIPLOMAT RESORT & SPA
Hollywood, Florida, USA
Architekt: Nichols, Brosch, Sandoval and Associates



2014

Gitterschalen-Glasdach

CHADSTONE SHOPPING CENTRE
Melbourne, Victoria, Australia
Architekt: CallisonRTKL, The Buchan Group



2017

Hochhausbau

PING AN INTERNATIONAL FINANCE CENTER
Shenzhen, China
Architekt: Kohn Pedersen Fox Associates

Als weltweit höchstes Gebäude geplant
JEDDAH TOWER
Jeddah, Makkah, Saudi Arabia
Architekt: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture LLP

Gebogenes Glas und Keramikpanele

ICE KRAKOW
Kraków, Polen
Architekt: Ingarden & Ewy Architekci, Arata Isozaki & Associates



Glasklare Verklebung für die Fassade

INSTITUTE FOR RESEARCH AND TREATMENT OF CANCER
Turin, Italien
Architekt: Studio Cucchiariati S.R.L.



2015

XXL-Glas, SSG-Anwendung

CORNING MUSEUM OF GLASS
Corning, New York, USA
Architekt: Thomas Phifer and Partners



2020



Enfluss auf Langlebigkeit

DOWSIL™ Structural Glazing Klebstoffe sind dafür konzipiert und geprüft, rauen Klimabedingungen und mechanischen Belastungen standzuhalten und bestehende, eingeführte weltweite und lokale Normen einzuhalten. Es ist jedoch wichtig, Faktoren sorgfältig zu bedenken, die möglicherweise eine Auswirkung auf die Langlebigkeit haben wie beispielsweise:

- Fugengestaltung und Dimensionierung
- Chemische Verträglichkeit mit angrenzenden Materialien
- Substratqualität und -verträglichkeit
- Qualität der Verarbeitung und Ausführung

Um ein hohes Qualitätsniveau zu ermöglichen, bieten wir weitreichende technische Unterstützung, darunter das Quality Bond™-Programm, um die Anwendungsqualität sachgerecht nachzuverfolgen, zu überwachen und zu kontrollieren.



Dow High Performance Building website:
dow.com/highperformancebuilding

 **Visit us on Twitter**
@DowHPBuilding

Images: Titelseite – dow_41957059503 (Courtesy of SmithGroup JJR), dow_42973958957 (© 2008 Artists Rights Society (ARS), New York/ADAGP, Paris), dow_43184133237 (Courtesy of L Bargale/Kurary), dow_43184131363 (Courtesy of www.building.hk); Seite 2 – dow_40683039767; Seite 3 – dow_45652809629, dow_40079523705 (Courtesy of SmithGroup JJR); Seite 4 – dow_43184172264 (© ift Rosenheim); Seite 5 – dow_40886523187; Seite 6 und 7 – dow_40734785316, dow_40079520928 (Courtesy of SmithGroup JJR), dow_40079524337, dow_40800866138, dow_40683049711, dow_40784748800, dow_40992426535, dow_40992424629, dow_42973958957 (©2008 Artists Rights Society (ARS), New York/ADAGP, Paris), dow_42974104664 (Courtesy of Neutelings Riedijk Architecten, Photography by Scagliola-Brakkee), dow_41057975461 (Courtesy of Harpa Concert Hall and Conference Centre), dow_43184121245 (Photography by Farid Khayrulin, Design HOK), dow_43184133237 (Courtesy of L Bargale/Kurary), dow_43184127811 (Courtesy of Wojciech Wandzel), dow_40609992707, dow_43184131363 (Courtesy of www.building.hk), dow_43184101562 (Courtesy of Corning Museum of Glass), dow_40452826536 (Courtesy of Chadstone Shopping Centre Melbourne), dow_42265706208 (Courtesy of Ping An Insurance Group), dow_42218050492 (© Adrian Smith + Gordon Gill Architecture/Jeddah Economic Company); Seite 8 – dow_42007349177

HINWEIS: Es kann keine Freistellung von Verletzungen von Patenten im Besitz von Dow oder Dritten angenommen werden. Da Nutzungsbedingungen und geltendes Recht von Ort zu Ort unterschiedlich sein und sich mit der Zeit ändern können, obliegt es dem Kunden sicherzustellen, dass die Produkte und die Informationen in diesem Dokument für die Verwendung durch ihn geeignet sind und dass seine Arbeits- und Entsorgungspraktiken geltendem Recht und anderen gesetzlichen Bestimmungen entsprechen. Das in diesem Dokument gezeigte Produkt ist eventuell nicht zum Verkauf verfügbar oder in allen Regionen, in denen Dow vertreten ist, erhältlich. Die gemachten Angaben wurden möglicherweise nicht in allen Ländern zur Verwendung freigegeben. Dow übernimmt keine Verpflichtung oder Haftung für die Informationen in diesem Dokument. Die Bezeichnung "Dow" oder die "Firma" meint, dass Dow als juristische Person Produkte an Kunden verkauft, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. **ES WERDEN KEINE GARANTIEN GEWÄHRT; ALLE STILL SCHWEIGENDEN GARANTIEN DER MARKTGÄNGIGKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK SIND AUSDRÜCKLICH AUSGESCHLOSSEN.**

©™ Marke von The Dow Chemical Company ("Dow") oder verbundenen Unternehmen.

© 2021 The Dow Chemical Company. Alle Rechte vorbehalten.

2000012421

Erfahren sie mehr

Sprechen Sie mit einem Vertreter, um zu erfahren, wie Sie sich unsere lange Geschichte innovativer Lösungen für die Herausforderungen Ihrer Planungen zunutze machen können. Suchen und finden Sie örtliche bzw. regionale Kontaktdata unter dow.com/contactus.

Lösungen von Dow High Performance Building umfassen bewährte und innovative Materialien für Structural Glazing, Schutzverglasung, Witterungsschutz, Isolierglas, Isolation mit hohem Wirkungsgrad sowie Materialien für die Fenster- und Türenherstellung. Weitere Informationen finden Sie unter dow.com/50plus.



Contact Dow High Performance Building:
dow.com/customersupport

 **Visit us on LinkedIn**
[@Dow High Performance Building](http://Dow High Performance Building)