

# Pilkington Glaskompodium

Technische Informationen  
und Wissenswertes rund um  
das Thema Glas.

Ausgabe: 5  
November 2007  
ISSN: 1611-0951

**Neue,  
überarbeitete  
Fassung!**

---

## Schmutzabweisende oder selbstreinigende Oberflächen

---

Schmutzabweisende Oberflächen gibt es seit vielen Jahren im Sanitärbereich, selbstreinigende Verglasungen haben sich in den vergangenen Jahren im Objektbereich, im Wintergartensegment und im hochwertigen Fensterbereich etabliert. Aber wie funktionieren sie? Und wo sind die jeweiligen Vor- und Nachteile? Gibt es Messgrößen?

Diese Fragen behandelt diese überarbeitete Ausgabe des Glaskompodiums.



**PILKINGTON**  
NSG Group Flat Glass Business

Bevor man über die Arten der Schmutzabweisung oder Selbstreinigung spricht, sollte man sich verdeutlichen, auf welche Weise ein Glas schmutzig wird.

### Wie gelangt Schmutz auf die Scheibe?

Es gibt unterschiedliche Mechanismen: z. B. direkter Kontakt (Vogelkot), Kondensation (Übergang vom gasförmigen in den flüssigen Zustand), Verdampfung schmutzbehafteter Flüssigkeiten (Wassertropfen nach dem Regen) und Staubabscheidung.

Es stellen sich somit zwei Fragen:

1. Wie kann man eine solche Verschmutzung verhindern (Schmutzabweisung)?
2. Wie kann man eine bereits eingetretene Verschmutzung wieder beseitigen (Selbstreinigung)?

Beschäftigen wir uns zunächst mit der ersten Frage. Eine Schmutzabweisung kann man dadurch verwirklichen, dass man die Haftung des Schmutzes verringert und hofft, dass dieser dann nicht so fest sitzende Schmutz beim nächsten Regen abgewaschen wird oder leichter „manuell“ zu entfernen ist. Aber wie schafft man es, dass der Schmutz nicht so gut haftet? Man hat hierfür zwei Möglichkeiten. Man kann entweder die Oberflächenspannung oder die Oberflächenstruktur verändern.

### Oberflächenspannung

Zwei Beispiele für Oberflächenspannungen:

- Man kann in ein Wasserglas mehr Wasser einfüllen als dem Füllvolumen des Glases entspricht.
- Das Gewicht eines Wasserläufers wird vom Wasser getragen. Beides funktioniert nur, weil die Oberflächenspannungen des Glasrandes bzw. des Wassers ausreichend groß sind. Man kann Oberflächenspannungen beispielsweise durch Tenside (Spülmittel) absenken. Dies führt dann dazu, dass das Glas überläuft und der Wasserläufer untergeht.



Abbildung 1: Im linken Bild schwimmt eine Rasierklinge auf Wasser. Im rechten Bild wurde die Oberflächenspannung des Wassers durch Zugabe von Tensiden so weit herabgesetzt, dass das Gewicht der Rasierklinge nicht mehr getragen werden kann.

### Hydrophobisierung

Durch spezielle Beschichtungen kann man erreichen, dass die Oberflächenspannung eines Glases erhöht wird. (In den obigen Beispielen kann man also noch mehr Wasser in das Glas einfüllen und der Wasserläufer könnte entsprechend schwerer sein.) Aber was bewirkt eine solche Änderung der Oberflächenspannung?

Das wohl bekannteste Beispiel ist das frisch gewachste Auto. Hier kann man sehr gut beobachten, wie das Wasser aufgrund der erhöhten Oberflächenspannung abperlt – das Wasser haftet schlechter auf dem durch das Wachs veredelten Auto.

Genau dieses Verhalten des Wassers auf solchen Oberflächen ist für die Namensgebung verantwortlich. „Hydro“ ist das Wasser und die „Phobie“ ist die Angst. Der Begriff Hydrophobie beschreibt bildlich die Angst des Wassers vor einer solchen Oberfläche. Das Wasser zieht sich zu Tropfen zusammen und versucht so, der Oberfläche zu entkommen.

Der eigentliche Zweck, ein Auto zu waschen ist der, dass nicht nur das Wasser, sondern auch Verschmutzungen schlechter haften und so mit dem nächsten Regen oder beim nächsten Besuch der Waschanlage abgewaschen werden (Schmutzabweisung bzw. vereinfachte Reinigung).

### **Glasanwendung**

Hydrophobe Glasoberflächen gibt es seit den 80er Jahren. Die Hauptanwendung solch beschichteter Gläser liegt im Innenbereich (Duschcabinen), da die zumeist nachträglich aufgetragenen Polymer-Beschichtungen nicht dauerhaft witterungsbeständig sind.

Ein weiterer Nachteil liegt in der Tatsache, dass Wassertropfen wegen der höheren Oberflächenspannung ein größeres Gewicht benötigen, ehe sie ablaufen. Kleine Tropfen sind auch bei einer senkrechten Verglasung nicht schwer genug. Sie trocknen auf dem Glas und hinterlassen Flecken.

### **Lotuseffekt**

Neben der Veränderung der Oberflächenspannung kann man – wie oben erwähnt – auch die Oberflächenstruktur verändern. Hier ist wie so oft die Natur das Vorbild für technische Erfindungen. So ist die Oberfläche der Lotusblüte derartig verändert, dass sogar Farbe nicht auf ihr haften kann.



Abbildung 2: Lotusblatt

Lange Zeit glaubte man, dass glatte Oberflächen besonders leicht zu reinigen sind. Dies ist auch scheinbar logisch, da man bekanntlich ein Schmirgelpapier schlechter abwischen kann als eine polierte Stahlplatte.

Betrachtet man die Oberflächen verschiedener Körper jedoch unter dem Mikroskop, so erkennt man, dass die glatte Struktur eher nachteilig ist.

Auch beim Lotuseffekt wird mit verringerter Haftung gearbeitet, allerdings wird diese hier durch eine säulen- oder noppenartige Struktur auf der Oberfläche verursacht.

Man stelle sich ein Stück Seife vor, das auf einer Nagelbürste liegt. Die reduzierte Haftung wird hier dadurch erreicht, dass die Kontaktfläche zwischen der Bürste und der Seife drastisch reduziert ist (Seife und Bürste berühren sich nur an den Borstenspitzen).

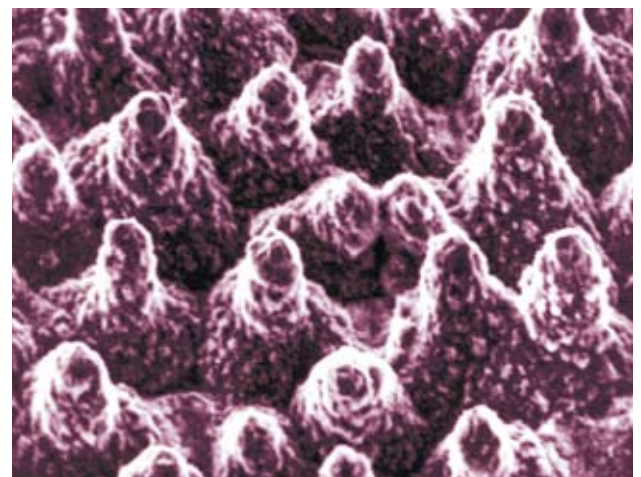


Abbildung 3: Rasterelektronenmikroskopaufnahme einer Lotusblüte

Um den Effekt zu verbessern, hat die Natur im Laufe der Entwicklung die „Borstenspitzen“ des Lotusblatts mit hydrophoben Kristallen versehen.

### Glasanwendung

Was in der Natur gut funktioniert, ist aus mehreren Gründen nicht auf eine Glasoberfläche übertragbar. Die strukturierte Oberfläche ist recht empfindlich, so dass über die lange Lebensdauer der Verglasung die Borstenspitzen brechen würden. Und im Gegensatz zur Lotuspflanze wachsen diese auf der Glasoberfläche nicht nach. Zusätzlich erscheinen derartige Oberflächen stets matt und in der Durchsicht getrübt, was ebenfalls gegen einen Einsatz im Baubereich spricht.

### Hydrophilisierung/Filmbildung

Bei der Hydrophilisierung (Philie: die Liebe) wird die Oberflächenspannung herabgesetzt. (Das Wasserglas kann jetzt nur noch bis zum Rand befüllt werden.) D. h. die Mindestgröße für abfließende Wassertropfen ist so weit reduziert, dass sich bereits kleinste Tropfen zu einem gleichmäßigen Wasserfilm entspannen.

Dies bringt mehrere Vorteile:

Zum einen benetzt die gleiche Menge Wasser im Vergleich zu einer gewöhnlichen Oberfläche eine erheblich größere Oberfläche – die natürliche Reinigungswirkung des auftreffenden Wassers wird also intensiviert.

Zum anderen fließen auch kleine „Tropfen“ flächig ab und hinterlassen somit weniger „Regenflecken“.

Die Hydrophilie bewirkt also einerseits eine Schmutzabweisung, da eine Verschmutzung durch die Verdampfung schmutzbehafteter Flüssigkeiten so gut wie ausgeschlossen ist. Der verbesserte Reinigungseffekt geht andererseits schon eher in die Richtung „Selbstreinigung“.

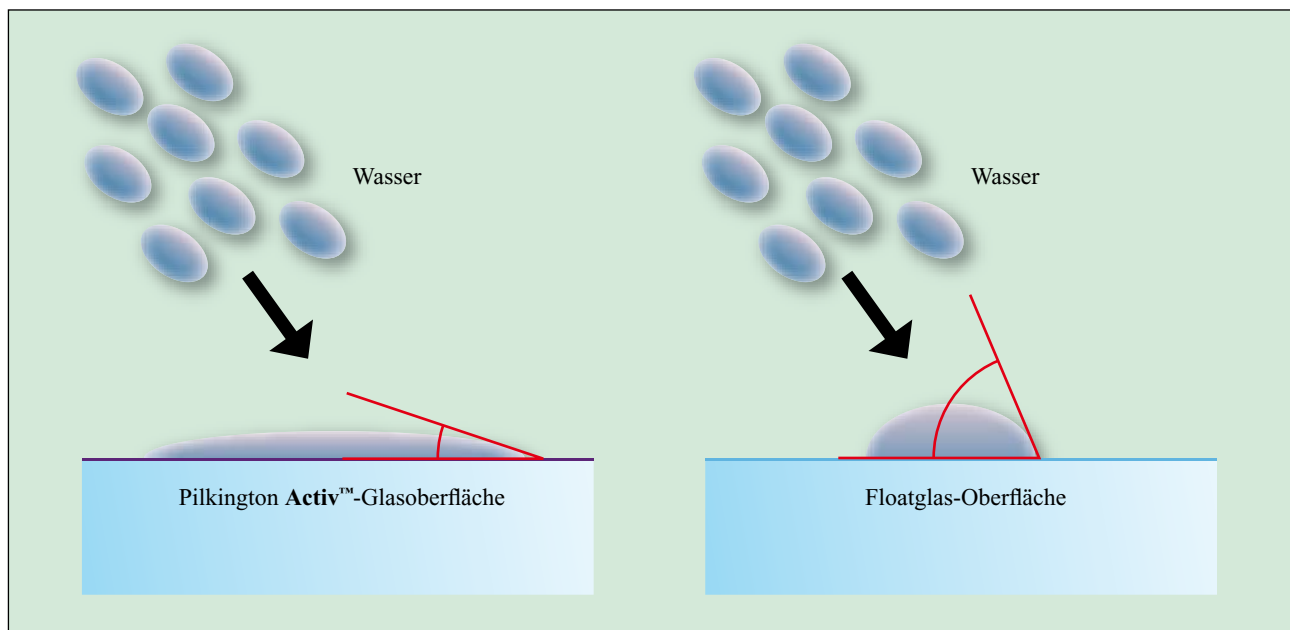


Abbildung 4: Einfluss der Oberflächenspannung auf die Tropfenbildung

### Glasanwendung

Seit März 2002 ist Pilkington **Activ™** (hydrophil und fotokatalytisch (Erläuterung siehe Seite 4 und Seite 6)) in Deutschland erhältlich. Neben den genannten Vorteilen profitiert man zusätzlich davon, dass sogenannte Außenkondensat-Erscheinungen „kaschiert“ werden.

### Antikondensatverhalten

Je besser die Wärmedämmung einer Verglasung ist, desto häufiger reklamieren die Nutzer, dass in den Morgenstunden die Durchsicht der Verglasung getrübt ist.

Was passiert hier?

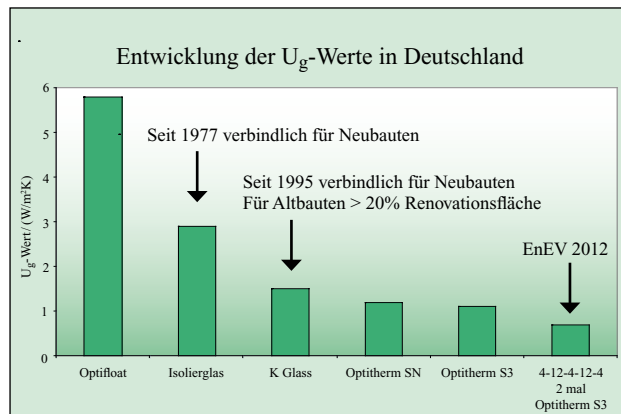


Abbildung 5: Entwicklung der  $U_g$ -Werte in Deutschland

### Ein paar Zahlen

Der  $U_g$ -Wert einer 4 mm Einfachverglasung beträgt  $5,8 W/m^2K$ . Ein Isolierglas ohne Wärmedämmbeschichtung und Argonfüllung erreicht etwa  $2,9 W/m^2K$ . Ein Isolierglas nach dem heutigen Stand der Technik erreicht  $1,1 W/m^2K$ . Der Entwurf der EnEV 2012 verlangt eine weitere Reduzierung der Primärenergie um 30 %, so dass Dreifach-Wärmedämmgläser mit einem  $U_g$ -Wert von  $0,7 W/m^2K$  nahezu zwingend eingesetzt werden müssen.

In jedem Fall gilt: Je besser die Wärmedämmung ist, desto kälter (weil schlechter von der Raumseite her „beheizt“) ist die äußere Glasoberfläche. Trifft nun in den Morgenstunden warme und feuchte Luft auf die kalte Glasoberfläche, so kühlt die Luft ab. Da kalte Luft weniger Wasser(dampf) tragen kann als warme Luft, kondensiert das Wasser auf der Glasoberfläche, und diese mikroskopischen Wassertropfen stören die Durchsicht.

Die Tatsache, dass moderne Wärmedämmverglasungen häufiger beschlagen, ist also in gewisser Weise ein Qualitätskennzeichen – auch wenn dies zugegebenermaßen schlecht zu verkaufen ist.

Die einzige Möglichkeit, diesen Effekt zu beheben, stellt die Zuführung von Wärme – und damit eine Verschlechterung des  $U_g$ -Wertes – dar.

Man kann den Effekt jedoch durch die Verwendung von Pilkington **Activ™** kaschieren. Es kondensiert zwar dieselbe Menge Wasser (weil der  $U_g$ -Wert nicht verändert wird), aber die Kondensat-Tropfen verbinden sich zu einem Wasserfilm, durch den man relativ gut schauen kann, wie das nachfolgende Foto sehr eindrucksvoll belegt.



Abbildung 6: Zweiflügeliges Fenster, beide Verglasungen haben den gleichen  $U_g$ -Wert, rechts Pilkington **Activ™**.

Wenden wir uns nun der eingangs gestellten zweiten Frage zu: Wie kann man eine bereits eingetretene Verschmutzung wieder beseitigen?

### Fotokatalyse

Das in der Beschichtung von Pilkington **Activ™** vorhandene Titandioxid reagiert mit dem UV-Licht im Tageslicht. Dabei wird gewöhnlicher Sauerstoff in aktiven Sauerstoff umgewandelt. Dieser aktive Sauerstoff verteilt sich gleichmäßig auf der Oberfläche und greift dort organische Verschmutzungen an. Hierbei handelt es sich also um einen echten selbstreinigenden Effekt, den es mittlerweile auf Glas (siehe nächster Abschnitt), auf Putz und auf Dachziegeln gibt.

### Glasanwendung

Im Gegensatz zu den anderen beiden Anwendungsgebieten ist es im Fall der transparenten Glasanwendung extrem wichtig, die Beschichtung sehr dünn und sehr gleichmäßig aufzubringen. Bei Pilkington **Activ™** wird eine etwa 20 nm (eine Million Nanometer entsprechen 1 Millimeter) „dicke“ Beschichtung im sogenannten Chemical-Vapour-Deposition (kurz CVD)-Verfahren auf das noch etwa 600° C heiße Floatglas aufgebracht. Durch die hohe Temperatur und die damit verbundene Energie erreicht man die extreme Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit dieses Produktes. Aufgrund dieses Herstellungsverfahrens hält Pilkington **Activ™** nach unseren Untersuchungen ein „Fensterleben“ lang.

Die Kombination aus Fotokatalyse und Hydrophilie stellt das momentane „Nonplusultra“ in der Entwicklung selbstreinigender Gläser dar. Kleinere organische Verschmutzungen werden vollständig aufgelöst, größere durch den selbstreinigenden Effekt der Fotokatalyse gelöst und durch die Intensivierung der Reinigungswirkung – hervorgerufen durch die Hydrophilie – abgewaschen.

Allerdings funktioniert sie nur im Außenbereich, da zur Erzeugung des „aktiven Sauerstoffs“ UV-Licht benötigt wird. Dieses ist im natürlichen Tageslicht enthalten. Durch ein Isolierglas wird aber so viel UV-Licht „weggefiltert“, dass die Beschichtung auf der Innenseite der Isolierverglasung oder bei einer Duschkabine nicht mehr genügend „Treibstoff“ bekäme.

### Hilfe für alle Nicht-Chemiker

Organische Verschmutzungen sind die Stoffe, die aus lebender Materie entstanden sind und Kohlenstoff-Atome (C-Atome) enthalten. Beispiele: Harz, Blütenstaub, Blattreste, ...

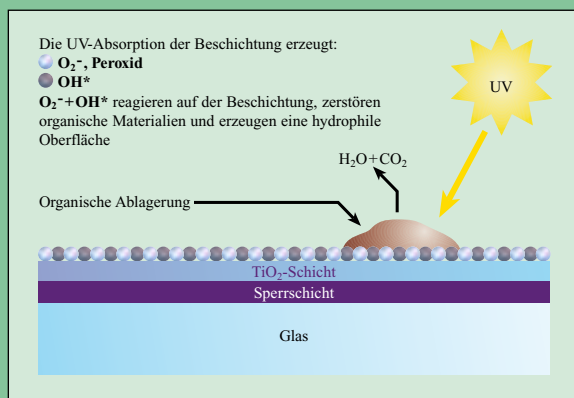
### Für „Dickbrettbohrer“

Zur Erklärung des Begriffes Fotokatalyse nimmt man die- sen am besten auseinander. Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie einer möglichen chemischen Reaktion ohne sich selbst zu verändern oder zu verbrauchen.

Versucht man z. B. Zucker mit einem Feuerzeug zu verbrennen, so wird dies nicht funktionieren, da die Aktivierungsenergie für die Verbrennung durch das Feuerzeug nicht erreicht wird. Streut man zu dem Zucker etwas Asche, so verbrennt der Zucker. Hier wirkt die Asche als Katalysator.

Ein Katalysator benötigt eine gewisse „Betriebstemperatur“. Der im Auto eingebaute Katalysator funktioniert aus diesem Grund erst nach einigen Kilometern Fahrstrecke, wenn er entsprechend warm geworden ist.

Bei den fotokatalytischen Beschichtungen wird diese „Betriebstemperatur“ durch die Bestrahlung mit UV-Licht erreicht, welches im natürlichen Tageslicht vorhanden ist, womit dann auch der Wortteil „Foto“ erklärt ist.



### Resümee

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, eine Schmutzabweisung bzw. Selbstreinigung auf einer Glasoberfläche zu ermöglichen. Die Entscheidung für die jeweilige Oberflächenveredelung sollte sich auf die Art der Verschmutzung und auf die Einbausituation des Glases stützen.

So sind hydrophobe Produkte primär für die Innenanwendung und den KFZ-Bereich, hydrophile und fotokatalytische Produkte ausschließlich für Außenanwendungen geeignet.



Organischer Schmutz wird gelöst...

...und von Wasser/Regen abgespült.

### Prüfberichte/Unterlagen/Wissenswertes

Zu Pilkington **Activ™** wurde bereits eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt.

#### Beurteilung der Selbstreinigung

Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts wurde die selbstreinigende Wirkung von Pilkington **Activ™** bestätigt. Das Bulletin Nr. 5 fasst die Ergebnisse des Projektes zusammen.

Auch das Building Research Establishment (kurz BRE) kommt zu dem Ergebnis, dass Pilkington **Activ™** im Vergleich zu einem herkömmlichen Glas mit nur einem Zehntel der Ecopoints auskommt. (Ecopoints ist ein von BRE entwickeltes System, das die Auswirkungen eines Produktes oder Prozesses auf die Umwelt bewertet. Je weniger Punkte, desto geringer der negative Einfluss).

#### Haltbarkeit der Beschichtung

In einem beschleunigten Alterungsverfahren (gemäß EN 1096-2) wurde Pilkington **Activ™** als A-Produkt in die höchste Klasse eingestuft. Der Test umfasst eine Prüfung der Haltbarkeit der Beschichtung bei einer Kondenswasserlagerung und im Salzsprühnebel sowie deren Säurebeständigkeit und Abriebfestigkeit.

#### Antikondensateigenschaften

Berichte des ift Rosenheim und der Universität von Uppsala (Schweden) bestätigen die beschriebenen Antikondensat-Eigenschaften von Pilkington **Activ™**.

### **Impressum**

**Herausgeber:** Pilkington Deutschland AG

Hegestraße 45966 Gladbeck

**Verantwortlich:** Christoph Troska, Daniela Lemanczyk

Telefon +49 (0) 2043 4 05 56 60 Telefax +49 (0) 2043 4 05 56 66

**Gestaltung:** Identity Development GmbH, Essen

Pilkington Glaskompendium

Ausgabe 5, November 2007 – ISSN 1611-0951



**PILKINGTON**  
NSG Group Flat Glass Business

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