

Die Ökologie von Silikonharzfarben auf dem Prüfstand

Text Heinz Kastien*, Wolfram Selter**

Bilder Swiss Lack, Bosshard, Wacker Silicones

Silikonharzfarben haben, obwohl sie das letzte Glied in der langen Kette der Fassadenfarben sind, schnell einen grossen Marktanteil erworben. Der Grund für diesen enormen Umsatzzuwachs sind nicht zuletzt die positiven Eigenschaften – auch punkto Ökologie –, die diesem Produkt nachgesagt werden. Es soll an dieser Stelle untersucht werden, ob diese Produkte nicht nur die technischen Erwartungen erfüllen, sondern ob auch deren Ökologie stimmt.

Silikonharzfarben sind hervorragend hydrophob, das heisst ausgesprochen wasserabweisend. Richtig appliziert, widerstehen sie sogar Schlagregen. Silikonharzfarben lassen Wasserdampf und Kohlendioxid passieren und sorgen somit für einen ausgewogenen Wasser- und Gashaushalt der Fassade. In vielen Fällen kann im Untergrund befindliche Feuchtigkeit austrocknen, ohne dass die Fassade und der Anstrich Schaden nehmen.

Dass die Wetterbeständigkeit ausgesprochen gut ist, beweisen unzählige mit Silikonharzfarben geschützte Objekte. Weltweit sind bereits über eine Mil-

lion Gebäude damit behandelt worden. In der Schweiz gibt es zahlreiche Gebäude, die immer noch den ersten Silikonharzanstrich tragen – und das seit nunmehr bald dreissig Jahren.

Silikonharzgestrichene Fassaden haben ein besonderes Erkennungsmerkmal: Die Fassadenflächen sind und bleiben jahrzehntelang sauber. Auch helle Farbtöne verschmutzen selbst unter extremen Klimaeinflüssen und Industrieabgasen nur sehr wenig.

Rezeptur bestimmt Eigenschaftsprofil

Die Bestandteile einer Silikonharzfarbe sind im Wesentlichen:

- Silikonharzemulsion (prägend für das Profil der Silikonharzfarbe)
- Kunststoffdispersion
- Pigmente
- Füllstoffe
- Hilfsstoffe

Silikonharze stehen zwischen rein anorganischen und rein organischen Stoffen. Das Silikonharzmolekül leitet sich von der Struktur des Quarzes (SiO_2) ab. So bleiben nach dem Verbrennen eines Silikonharzes 90% Siliziumdioxid zurück. Unter allen Silikonverbindungen haben die Silikonharze die grössten Ähnlichkeiten mit anorganischen Siliziumverbindungen.

Silikonharze gelten als die wasserdampfdurchlässigsten Silikonverbindungen. Die wasserabweisende Wirkung der Silikonharzfarben wird aber nicht nur durch das Silikonharz herbei-



Silikonharzfarben werden häufig für Fassaden eingesetzt. Hier eine Turnhalle in Lenzerheide. Der Anstrich stammt von 1983, die Aufnahme von 1999.

geführt, sondern immer in einer Kombination mit einem Silikonöl. Die anorganischen Rezeptbestandteile wie Pigmente und Füllstoffe werden dadurch wasserabweisend, ohne aber in einen für Wasserdampf nur schwer durchlässigen Bindemittelfilm eingebunden zu werden. Betrachtet man Silikonharzfarben unter einem starken Mikroskop, so erkennt man die mikroporöse Oberflächenstruktur, die Wassertropfen keinen Zutritt gewährt.

Das Silikonharz ist in der Lage – zusammen mit den Pigmenten und Füllstoffen sowie den funktionalen Gruppen der Oberflächen des Untergrundes – ein Netzwerk auszubilden. Silikonharzfarben haften demnach nicht nur durch physikalische Adhäsion am Baustoffuntergrund, sondern es findet auch eine chemische Reaktion mit dem Untergrund statt.

Ohne Kunststoffdispersion haben Silikonharzfarben nicht die erforderliche Wetterfestigkeit, da die Kohäsionskräfte der übrigen Rezepturkomponenten nicht ausreichen und die notwendige Elastizität fehlt. Die Menge der verwendeten Kunststoffdispersion ist weit geringer als in klassischen Kunststoffdispersionsfarben. Qualitätsprodukte auf Kunststoffdispersionsbasis enthalten bis zu 50% dieses Bindemittels, echte Silikonharzfarben aber in der Regel unter 10%.

Der synergistische Effekt der Bindemittelkomponenten verleiht der Silikonharzfarbe eine ausserordentliche Langlebigkeit und eine dauerhaft wasserabweisende Eigenschaft.

Vergleich der Wasseraufnahme

Zum Studium der kapillaren Wasseraufnahme von Silikonharzfarben wurde bei

Swiss Lack der Wasseraufnahmekoeffizient (w-Wert) mehrerer Produkte über einen längeren Zeitraum ermittelt. Hierzu wurden Kalksandsteine mit einer Dicke von 3 cm mit einem Hydrosol-Tiefgrund auf Polymerbasis grundiert und anschliessend zweimal mit dem entsprechenden Produkt beschichtet. Die Prüfung des w-Wertes erfolgt nach der Norm DIN EN 1062, Klasse 3. Folgende Produkte wurden geprüft:

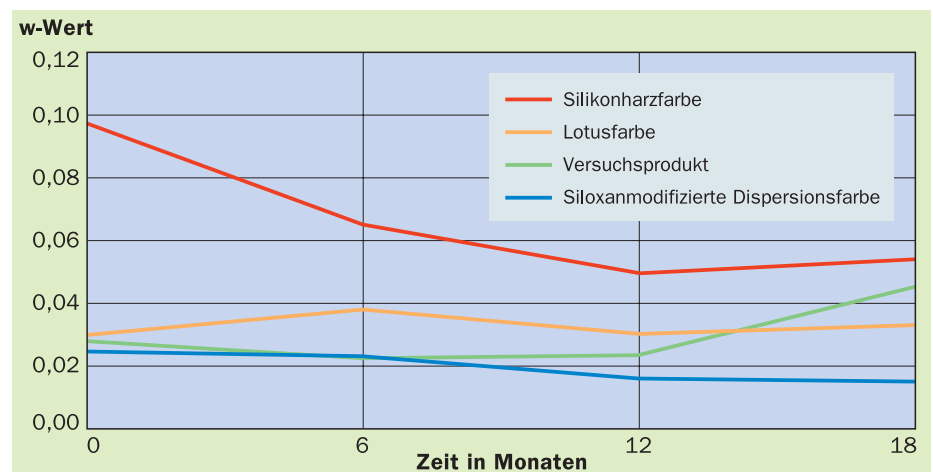
- eine Silikonharzfarbe mit einem Silikonanteil von 50% und einer Pigmentvolumenkonzentration (PVK) von 61,4%
 - eine Dispersionsfarbe für den Aussenbereich mit einer PVK von 51,6%, die 2% eines stark hydrophobierenden Silikonöls (Siloxan) enthielt
 - eine sog. Lotusfarbe
 - ein Versuchsprodukt, bei dem der Silikonanteil in die Polymermatrix der Dispersion eingebaut wurde
- Diese Produkte wurden während 18 Monaten bewittert. Halbjährlich wurden die w-Werte ermittelt.



Auch historische Gebäude wie das Rathaus Baar werden mit Silikonharzfarben gestrichen. (Anstrich von 1978, Aufnahme von 1999)

Im Diagramm erkennt man folgende tendenzielle Änderungen der w-Werte:

- Der w-Wert der Silikonfarbe nimmt während des ersten Jahres ab, da aus der Beschichtung wasserverdünnbare Anteile wie Netzmittel und Verdickungsmittel ausgewaschen werden.



Die Wasseraufnahmekoeffizienten (w-Wert) einer Silikonfarbe und einer siloxanmodifizierten Dispersion ändern sich unter Bewitterung nicht sehr stark.

- Die siloxanmodifizierte Dispersionsfarbe zeigt einen nahezu konstanten w-Wert, ebenso die Lotusfarbe
- Der w-Wert des Versuchsproduktes steigt nach einem Jahr an.

Aus diesen Erkenntnissen geht klar hervor, dass sich die w-Werte einer Silikonfarbe und einer siloxanmodifizierten Dispersion bei der Bewitterung nicht gravierend ändern. Diese Erkenntnis soll aber nicht die siloxanmodifizierten Farben einer Silikonfarbe gleichsetzen, hierzu müssen weitere Parameter in die Betrachtung einbezogen werden. Die Messreihe wird fortgesetzt.

Pigmente und Füllstoffe

Silikonfarben werden immer überkritisch formuliert, das heisst, die PVK liegt über ihrem kritischen Wert von rund 55%. Es werden nur anorganische Pigmente eingesetzt. Diese werden in das Gerüst des Silikonharzes eingebunden und so vor Verwitterung geschützt. Das ausgezeichnete Pigment- und Füllstoffbindevermögen der Bindemittelkomponenten sorgt für ein hohes Deckvermögen bei extremer Langlebigkeit der Anstriche.

Hilfsstoffe sorgen unter anderem für die Stabilität der flüssigen Silikonharzfarbe und für ihre ausgezeichneten Verarbeitungseigenschaften auch unter widrigen klimatischen Bedingungen.

Mindestanforderungen an Fassadenfarben

Es gibt derzeit keine Normung für Silikonharzfarben. Der Kunde kann sich daher nicht an genormten, objektiven Qualitätskriterien orientieren. Die Folge ist, dass von einigen Herstellern Produkte als Silikonharzfarben angeboten und verkauft werden, die diesen Namen

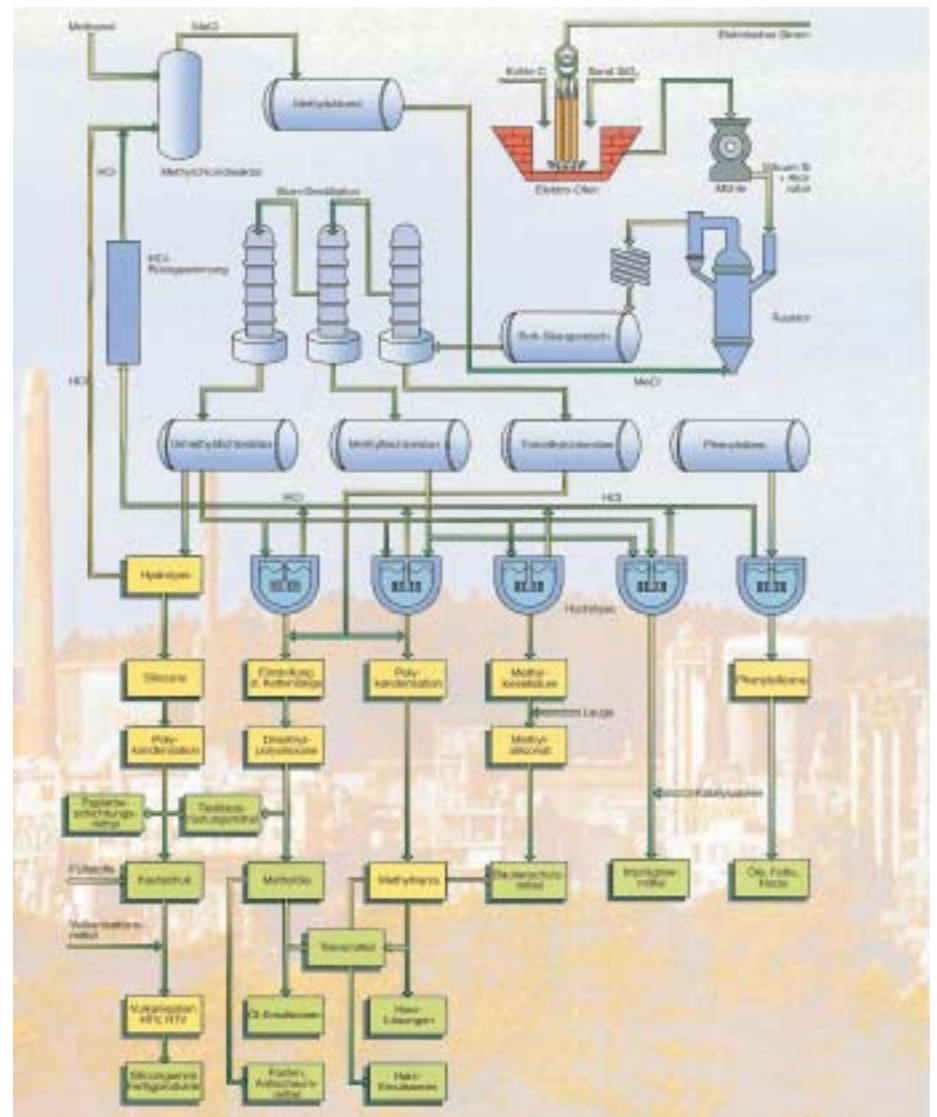
aus rein qualitativen Gründen nicht verdienen. Dies führt zu einer Verunsicherung bei Bauherren, Architekten und natürlich bei den Verarbeitern.

Jahrzehntelange Erfahrungen haben gezeigt, dass nur Fassadenfarben mit folgendem Eigenschaftsprofil als echte Silikonharzfarben zu bezeichnen sind (Mindestanforderungen):

- Die Produkte werden auf Basis von

Alkylsilikonharzen hergestellt. Das Verhältnis von Silikonharz zu organischem Bindemittel beträgt dabei – bezogen auf den Feststoff – 1:1.

- Der Wasseraufnahmekoeffizient nach DIN EN 1062, Klasse 3 ist niedrig: $w < 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$.
- Die Wasserdampfdurchlässigkeit nach ISO 7783-2 und DIN EN 1062, Klasse 1 ist charakterisiert durch



Die Herstellung von Silikonharzen erfolgt in einem komplizierten chemischen Prozess, der erhebliche Energiemengen verschlingt. (Bild: Wacker Silicones)



Modern gestaltetes Gebäude in Winterthur. Silikonanstrich von 1994, Aufnahme von 1997.

einen Diffusionswiderstand $s_D < 0,1 \text{ m}$ (Einstufung: mikroporös, wasserdampfdurchlässig).

- Die Kreidungsbeständigkeit nach ISO 4628-7, Klasse 1 nach zwei Jahren Freibewitterung muss «unverändert, keine feststellbare Kreidung» lauten.
- Die Mikroporosität ist gekennzeichnet als nicht filmbildend im Sinne von DIN 53155.
- Der organische Bindemittelanteil nach DIN 18556 ist kleiner als 10%.

Ökologie der Silikonharzfarben

Bisher wurden Silikone und Silikonharzfarben von Laien, aber leider auch von unseriösen Beschichtungsstoffherstellern als ökologisch unbedenklich eingestuft. Ausgelöst wurde diese Behauptung, weil Silikonharze und Silikonharzemulsionen, wie auch das Wasserglas, aus Quarzsand als natürlichem Rohstoff hergestellt werden. Leider haben neueste Untersuchungen ergeben, dass zur Herstellung von Silikonharzen in den mehrstufigen chemischen Prozessen erhebliche Energiemengen erforderlich sind.

Hoher Energieverbrauch bei der Herstellung

Die Herstellung von Silikonharzen erfolgt nach der Rochow-Synthese. Hierbei wird Silizium mit Methylchlorid bei Temperaturen von 250–300 °C zu Chlormethylsilanen umgesetzt. Dazu wird Si-

lizium mit einem Gehalt von mindestens 97% benötigt. Das Silizium wird durch Reduktion von Quarzkies mit Koks in Lichtbogenöfen bei rund 1700 °C hergestellt. Neben den ungeheuren Energiemengen, die hierfür benötigt werden, entstehen grosse Mengen Kohlendioxid. 2002 wurden weltweit 4,1 Millionen Tonnen Silizium hergestellt, dabei sind 6,5 Millionen Tonnen Kohlendioxid als Treibhausgas angefallen. Diese Zahlen stehen in deutlichem Gegensatz zu den «grünen» Thesen über Silikone.

Die weitere Synthese der Silikone aus den Chlormethylsilanen erfordert eine Destillation zur Trennung der einzelnen Fraktionen sowie eine Hydrolyse und nachfolgende Polykondensation, was energetisch jedoch nicht mehr derart ins Gewicht fällt.

Ökologischer Vergleich

Die ökologische Belastung der Rohstoffe sagt aber nur wenig über die effektive Umweltbelastung der verarbeitungsfer-

tigen Beschichtungsstoffe aus. Es wurden daher die Ökoprofile einer Dispersionsfarbe, einer Silikonfarbe und einer siloxanmodifizierten Dispersion miteinander verglichen (vgl. Tabelle).

Verantwortlich für die Belastungszahl sind in erster Linie diejenigen Rohstoffe, die selbst ein hohes Belastungspotenzial haben. Dieses resultiert aus der Energie zur Herstellung der Rohstoffe und deren Vorläuferprodukte, dem Verbrauch von Wasser und Luft sowie den Abfällen. Die Toxikologie der in Betracht kommenden Rohstoffe kann in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden.

Silikonharzfarben werden, wie bereits erwähnt, überkritisch formuliert (PVK > 55%). Dadurch reduziert sich der Gehalt an organischen Bindemitteln und Silikonharzen, welche die Ökologie der fertigen Produkte sehr stark belasten. Gleichzeitig nimmt der Anteil ökologisch günstiger Füllstoffe wie Kalziumkarbonat und Feldspat zu. Der Anteil an Titandioxid, dessen Herstellung ebenfalls viel Energie benötigt, nimmt hingegen ab, da Produkte mit einer höheren PVK ohnehin die bessere Deckfähigkeit aufweisen. Es resultiert eine Silikonfarbe mit einer Belastungszahl von 40.

Bei siloxanmodifizierten Dispersionen steigt die Belastungszahl auf 48,

Ökoprofile verschiedener Farben			
Kriterium	Silikonharzfarbe	siloxanmodifizierte Dispersion	Fassaden-dispersion
Gehalt Titandioxid	16,2%	20%	18,5%
Gehalt Silikonharzemulsion	50%		
Gehalt Silikonöl	1%	2%	
Festkörpergehalt	67,8%	69,4%	66,2%
Pigmentvolumenkonzentration	61,4%	51,6%	52,6%
Belastungszahl	40	48	44

da hier die Pigmentvolumenkonzentration im unterkritischen Bereich (bei 51,6%) liegt. Dies bedeutet, dass der Anteil an Bindemittel und ökologisch ungünstigem Titandioxid zunimmt.

Bei normalen Fassadendisersionen bewegt sich die PVK im unterkritischen Bereich (bei 52,6%). Aufgrund dieser Tatsache und wegen des leicht niedrigeren Festkörpergehalts ergibt sich eine Belastungszahl, die sich nur unwesentlich von den siloxanmodifizierten Dispersionen unterscheidet.

Ökologische Bewertung noch unvollständig

Diese Rechenbeispiele zeigen deutlich, dass sich die Belastungszahlen nur unwesentlich unterscheiden und es für unsere Umwelt prinzipiell egal ist, welches

der drei Produkte für den Fassadenanstrich gewählt wird.

Die Berechnung der Belastungszahlen erfolgte nach der Buwal-Methode 186. In dieser sind jedoch die Lebenserwartung und die technischen Eigenschaften der verschiedenen Produkte nicht berücksichtigt. Für eine objektive Betrachtung müssten diese Kriterien noch einbezogen werden.

Silikonharzfarben sind echte High-Tech-Produkte. Mit unglaublich kleinen Schichtdicken von nur 100–200 µm schützen sie Fassaden und damit (volkswirtschaftlich gesehen) Werte in Milliardenhöhe oft jahrzehntelang vor Witterungseinflüssen und teuren Folgeschäden. Diese Silikonfarbentechnologie vereint die positiven Eigenschaften der mineralischen Farben mit denen von

Eigenschaftsprofil von Silikonharzfarben

- einfach zu verarbeiten
- für Neubau und Renovation
- für praktisch alle tragfähigen Untergründe
- extrem wasserabweisend
- sehr hohe Wasserdampfdurchlässigkeit
- optimal CO₂-durchlässig
- mikroporös
- sehr gute Licht- und Wetterbeständigkeit
- widerstandsfähig gegen Mikroorganismen
- verhindern Verschmutzung
- gute ökologische Eigenschaften der Farben

kunststoffdispersionsgebundenen Produkten, ohne die negativen Eigenschaften – wie die erhöhte Wasseraufnahme bei Silikatfarben oder die reduzierte Wasserdampfdurchlässigkeit bei Kunststoffdispersionsfarben – in Kauf nehmen zu müssen. Bei korrekter Formulierung der Silikonharzfarben haben diese Produkte ein einwandfreies Leistungsprofil.

* Swiss Lack AG
 ** Bosshard + Co. AG



Das Restaurant Bahnhof in Haldenstein, 1982 mit Silikonfarbe gestrichen. (Aufnahme von 1999)