

# Wechselwirkung von Dichtstoffen

Helmut Brook

Werden zwei verschiedene, heterogen zusammengesetzte Werkstoffe in Kontakt gebracht, können zwischen diesen Wechselwirkungen auftreten. Eine dieser Wechselwirkungen kann darin bestehen, daß einer oder auch mehrere Bestandteile des einen Werkstoffes in den anderen übertreten. Dieser Vorgang wird allgemein als Migration bezeichnet. Dadurch können sich die Eigenschaften der beiden Werkstoffe nachhaltig und unvorteilhaft verändern und damit auch die Gebrauchstauglichkeit der Werkstoffkombination mindern oder sogar vollständig unterbinden.

Bei den Polymerwerkstoffen ist als Sonderfall dieser Migrationsprozesse der Übertritt von Weichmachern des einen Werkstoffes in den anderen, die sogenannte Weichmacherwanderung, ein weit verbreitetes und mitunter auch störendes Phänomen. In Bild 1 ist dieser Vorgang schematisch dargestellt: Aus dem Stoff A tritt ein Bestandteil mit seiner Konzentration  $C_0$  in den Stoff B über. Die Konzentration dieses migrierenden Bestandteils aus Stoff A in Stoff B ist im Diagramm mit C bezeichnet. Die Konzentration  $C_x$  ist von mehreren, noch zu behandelnden Faktoren abhängig. Bei der Anwendung von Dichtstoffen, die teilweise sehr komplex aufgebaut sein können, besteht ebenfalls die Möglichkeit des Austausches im Kontakt mit anderen Werkstoffen. Da-

durch bedingt können Störungen auftreten, die, wie beschrieben, unter Umständen die völlige Unbrauchbarkeit eines Werkstoffsystems nach sich ziehen. Das technische Regelwerk, insbesondere natürlich auch die Normen, haben diesem Phänomen Rechnung getragen (DIN 52 460, „Fugen- und Glasabdichtungen, Begriffe“).

Diese Norm definiert deshalb den Begriff der Verträglichkeit: „Stoffe sind miteinander verträglich, wenn zwischen ihnen keine schädliche Wechselwirkung auftritt.“

Eine Vielzahl anderer Normen, Richtlinien und Empfehlungen nimmt bei Werkstoffkombinationen auf diesen Begriff der Verträglichkeit Bezug bzw. fordert, daß Werkstoffe miteinander verträglich sein sollen, um Nutzungseinschränkungen und Ausfälle zu vermeiden. Durch die DIN 52 460 ist deshalb klar und eindeutig definiert, welche Anforderungen diesem Begriff zugrunde liegen: keine schädliche Wechselwirkung.

## Verträglichkeit von Dichtstoffen

Dichtstoffe allgemein sowie auch die aktuellen Isolierglas-Dichtstoffe sind

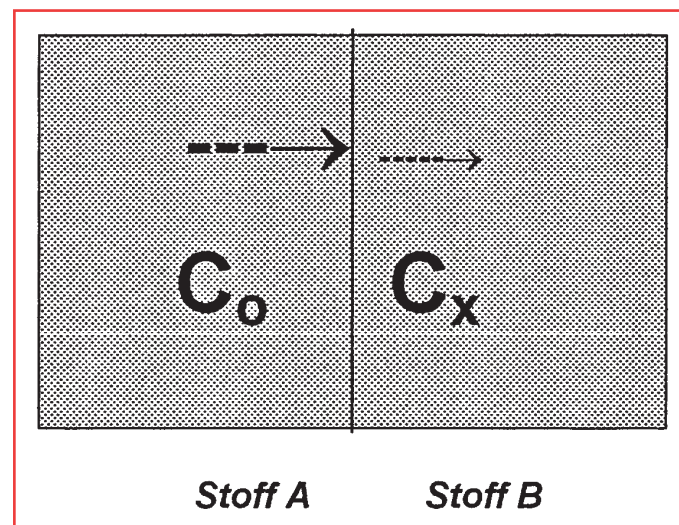
aufgrund ihrer komplexen Zusammensetzung in der Lage, mit anderen Stoffen schädliche Wechselwirkungen einzugehen. Insofern ist bei der Anwendung von Isolierglas auf die fraglichen Werkstoffe, die mit dem Randverbund-System in Kontakt kommen, besonderes Augenmerk zu richten. In erster Linie sind es zwei spezifische Elemente, die hier im Hinblick auf eine Verträglichkeit bzw. Unverträglichkeit eine große Rolle spielen:

- Verglasungsdichtstoffe
- Verglasungsklotze

Der Vollständigkeit halber sei hier noch auf die heute selten gewordene vollsatte Falzausfüllung bei der Verglasung von Isolierglas hingewiesen, die selbstverständlich auch mit einem verträglichen und lösemittelfreien Dichtstoff vorgenommen werden muß.

## Theoretische Grundlagen der Migrationsvorgänge

Zum besseren Verständnis der Migrationsvorgänge und ihrer Beurteilung sollen die theoretischen Grundlagen, soweit sie zum Verständnis erforderlich sind, kurz erläutert werden. Migrationsvorgänge sind Stofftransport-



Prinzipische Skizze:  
Migrationsvorgang  
Bild: HS/BF

vorgänge. Sie erfordern einerseits einen Stoff, dessen Molekülstruktur hinreichend klein und damit beweglich ist, um in einen anderen Stoff einzudringen. Andererseits muß der aufnehmende Werkstoff eine Struktur aufweisen, die, vereinfacht ausgedrückt, dem eindringenden Stoff genügend Raum für seine Bewegung zur Verfügung stellt. So weisen etwa metallische Werkstoffe eine atomare Gitterstruktur auf, bei der die Abstände der einzelnen Atome sehr gering sind. Hier ist das Eindringen anderer Moleküle, wie z. B. Wasser, unmöglich. Polymerwerkstoffe bestehen aus langen Molekül-

*Dipl.-Ing. Helmut Brook, Heidelberg, ist Mitglied im BF-Arbeitsausschuß Technik/Isoliervglas.*

ketten, zwischen denen sich unterschiedlich große Zwischenräume befinden können. Diese bieten kleinen und mittelgroßen Molekülen anderer Stoffe, z. B. Wasser, Ölen, Weichmacher, Lösemittel etc., die Möglichkeit, in diese Werkstoffe einzudringen und sie auch zu durchdringen.

Der Motor für diesen Prozeß ist das Konzentrationsgefälle: Hat ein Stoff die Möglichkeit, sich über eine Kontaktfläche in einen anderen Stoff hineinbewegen und sich dort auszubreiten, erfolgt dies, so lange noch ein Konzentrationsgefälle besteht. Sind anfängliche Unterschiede der Konzentration im Verlaufe des Wanderungsprozesses ausgeglichen, kommt der Vorgang zum Stillstand. Die Geschwindigkeit der Migration hängt von einer Vielzahl von Parametern ab: neben denen der bereits erwähnten Molekülstrukturen sind dies die Anfangskonzentration des Migranten, der aktuelle Konzentrationsgradient, der Abstand von der Kontaktfläche, die Zeit, die Temperatur und die physikalisch-chemischen Wechselwirkungen, wie z. B. Löslichkeiten oder Assoziationsvorgänge.

### *Anforderungen von Normen/Richtlinien*

Will man schädliche Wechselwirkungen zwischen dem Isoliervglas-Dichtstoff und einem Kontaktwerkstoff vermeiden, ist eine Prüfung der Verträglichkeit unter geeigneten Prüfbedingungen unerlässlich. Eine Vorhersage des Ausschusses von Wechselwirkungen ist praktisch unmöglich.

Die einschlägigen Normen und Richtlinien fordern hinsichtlich des Kontaktwerkstoffes (Verglasungsdichtstoff, Verglasungsklotz) eine Verträglichkeit dieses Produktes mit dem Randverbund des Isoliervglases. Diese Formulierung ist sehr wichtig, da sie die Verantwortlichkeit klarstellt. Daraus leitet sich implizit die Forderung ab, daß derjenige, der einen bestimmten Kontaktwerkstoff (Dichtstoff, Klotz etc.) einsetzen will, dessen Eignung entsprechend nachweisen muß. Die Umkehrung der Forderung ist auf jeden Fall unzulässig, d. h., es ist nicht Aufgabe des Isoliervglas-Dichtstoffherstellers, die Verträglichkeit seines Produktes mit der diverser Kontaktwerkstoffe verantwortlich zu prüfen.

### *Praktische Konsequenzen*

Die Konsequenzen aus den Wechselwirkungen zwischen den Isoliervglas-Dichtstoffen und den Kontaktwerkstoffen für die Praxis sind von großer Bedeutung, insbesondere hinsichtlich der finanziellen Forderungen im Schadensfall.

Wenngleich das technische Regelwerk, wie oben ausgeführt, eindeutige Anforderungen stellt, ist eine zusätzliche Information des Isoliervglasherstellers zu seinem Produkt diesbezüglich zu empfehlen, um unnötige Auseinandersetzungen zu vermeiden. Es sei in diesem Zusammenhang an die heute üblich gewordenen Hinweise zu Interferenzen, Anisotropien bei ESG, dem Doppelscheibeneffekt o. ä. erinnert. In der Praxis kann dies durch einen Hinweis in den Verglasungsempfehlungen unter Bezug auf die Norm erfolgen, da beide stets Vertragsbestandteil sind.

### *Prüfung der Verträglichkeit*

Welche praktischen Konsequenzen sind nun zu erwarten bzw. was muß geprüft werden, um Unverträglichkeiten zu erkennen? Hier muß wieder zwischen den beiden fraglichen Kontaktwerkstoffen (Verglasungsdichtstoff und Verglasungsklotz) unterschieden werden.

Bei der Verträglichkeit von Verglasungsdichtstoffen mit dem Randverbund von Isoliervglas ist zunächst einmal das Reaktionsverhalten des aufzubringenden Dichtstoffes zu untersuchen. Hier genügt ein Vergleich des Härungsverhaltens des gleichen Produktes auf einem inerten Untergrund, z. B. Glas und dem fraglichen Randverbund. Das Härungsverhalten kann gestört sein: Es verläuft langsamer, führt zu verminderter Festigkeit, der Dichtstoff bleibt klebrig, verfärbt sich, etc.

Der zweite Prüfungsaspekt ist die Wechselwirkung des aufzubringenden Dichtstoffes mit dem Randverbundsystem. Es ist sehr wichtig, beide Randverbunddichtstoffe, also sowohl die innere PIB-Dichtung als auch die äußere Versiegelung zu untersuchen. Hier sind als generelle Merkmale einer Unverträglichkeit Erweichungen, Verfärbungen, Separationen an der Grenzfläche, Auflösungserscheinungen etc. zu berücksichtigen. Enthält der zu prüfende Verglasungsdichtstoff migrationsfähige Bestandteile, können diese durchaus die äußere Versiegelung penetrieren und bis zum PIB-Dichtstoff vordringen und diesen auch schädigen. Es wurden bereits Unverträglichkeiten mit PIB-Dichtstoffen beobachtet, die zu deren völliger Auflösung geführt haben.

Der Verträglichkeit des Randverbunds mit dem Verglasungsklotzmaterial liegen vergleichbare Faktoren zugrunde. Einerseits kann der Klotz Stoffe aus dem Randverbund aufnehmen oder auch selbst Stoffe an den Randverbund abgeben. Das Erschei-

nungsbild ist hier ähnlich dem der Dichtstoffunverträglichkeit. Nimmt der Klotz Stoffe aus dem Randverbund auf, können Erweichungen, Verfärbungen, Separation flüssiger Bestandteile bis hin zur völligen Auflösung des Klotzes auftreten. Umgekehrt kann der Klotz auch Stoffe an den Randverbund abgeben, d. h., es kann – ähnlich wie oben beschrieben – zu Erweichungen, Verfärbungen, Separationseffekten o. ä. kommen. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen ist jedoch die Schädigung des Klotzes die vorwiegende Ursache für Beanstandungen. Hier konnte auch ein bestimmter Rohstoff als besonders kritisch festgestellt werden, nämlich das Polystyrol. Klötze aus Polystyrol oder polystyrolhaltigen Gemischen erwiesen

sich häufig als unverträglich mit den gängigen Randverbunddichtstoffen.

#### *Wichtig: Beratung und Prüfung*

Bei dem hier aufgeworfenen Komplex der Unverträglichkeit von Isolierglas-Dichtstoffen mit bestimmten Kontaktwerkstoffen, wie z. B. Verglasungsdichtstoffen und Verglasungsklötzen, existieren aufgrund von Normen und Vorschriften konkrete Anforderungen hinsichtlich des Ausschlusses schädlicher Wechselwirkungen. Eine Vorhersage von Wechselwirkungen ist im allgemeinen nicht möglich. Deshalb ist zum Ausschluß von Schäden aufgrund dieser Phänomene eine entsprechende Prüfung unverzichtbar. Diese Prüfung muß sich auf alle Wechsel-

wirkungsmöglichkeiten erstrecken: innere PIB-Dichtung und äußere Versiegelung sowie die Kontaktwerkstoffe, ggf. im Vergleich zu einem inerten Referenzstoff.

Betrachtet man den finanziellen Aspekt, bleibt festzuhalten, daß hier das Prinzip „kleine Ursache → große Wirkung“ leider voll durchschlägt: Setzt man die Kosten für den „Verursacher“, d. h. den Dichtstoff oder die Klötze, in Relation zu den möglichen Schadenskosten, so z. B. die Neufertigung und den Austausch etlicher Isolierglas-Einheiten, wird sofort deutlich, welchen finanziellen Rahmen das Problem annehmen kann. Insofern kommt der Beratung, der Information und der Prüfung der fraglichen Werkstoffe eine große Bedeutung bei. □