

Lichthärtende Klebstoffe im Brennpunkt der Entwickler

Lichthärtende Klebstoffe sind inzwischen unverzichtbar für industrielle Prozesse geworden, gleichgültig ob es sich um Klebstoffe auf Basis von Acrylaten oder Epoxidharzen handelt. Obwohl oder vielmehr, weil diese Klebstoffe inzwischen viele Anwendungsbereiche erobert haben, steht auch die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet nie still: neue Rohstoffe, veränderte Anforderungen der Kunden oder neue Technologien erfordern eine ständige Weiterentwicklung.

Von Dr. Michael Stumbeck, stellv. Leiter der Forschung und Entwicklung, DELO Industrie Klebstoffe

Zwischen den Anfängen in den 50er Jahren, als lichthärtende Klebstoffe hauptsächlich in der Möbelindustrie eingesetzt wurden, über den ersten Aufschwung im Druckfarbenbereich in den 70er Jahren und die ausgefeilten Entwicklungen in der Zahnmedizin in den 80er Jahren bis zum heutigen High-Tech-Einsatz in der Mikroelektronik liegt eine rasante Entwicklung, die noch nicht zu Ende ist. Denn Epoxidharze und Acrylate, die bei der Bestrahlung mit UVA-Licht oder Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich aushärten, sind für viele Anwendungen unverzichtbar geworden.



Im Smart-Card-Bereich z. B. bei Bank-, Telefon- oder Krankenkassenkarten ist das Abdecken der Mikrochips mit UV-härtenden Chipvergussmassen auf Basis von Epoxidharzen das derzeitige Standardverfahren.



Die Teile von Kleinlautsprechern (z. B. für Handys) werden heute fast ausschließlich mit lichthärtenden Acrylaten wie DELO-PHOTOBOND geklebt.

Die Vorteile der lichthärtenden Klebstoffe liegen auf der Hand:

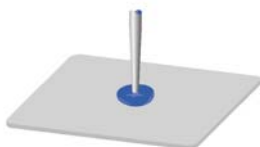
- Einfache Verarbeitung → für hoch automatisierte Prozesse
- Sekundenschnelle Aushärtung ohne Temperaturzufuhr → für schnelle Inline-Produktion
- „Curing on demand“, d. h. der Klebstoff härtet erst nach Bestrahlung mit Licht der notwendigen Wellenlänge aus → einfache Integration in Fertigungslinien
- Frei von Lösungsmitteln → umweltverträglich und gesundheitsschonend
- Harte wie auch sehr flexible Klebstoff-Varianten → maßgeschneidert für die Anwendung

Lichthärtende Klebstoffe sind bereits heute in unzähligen Anwendungsfeldern im Einsatz; und es werden zukünftig noch viele Weitere hinzukommen. Im Folgenden werden kurz die chemischen Grundlagen und drei zentrale Entwicklungsrichtungen vorgestellt, die eindrucksvoll demonstrieren, wie Eigenschaften, die vor wenigen Jahren noch als unmöglich erachtet wurden, heute realisiert werden können.

Zwei Mechanismen mit großer Wirkung

Im Bereich der Klebstoffe unterscheidet man zwischen zwei Aushärtemechanismen: Licht- und UV-härtende Klebstoffe sowie lichtaktivierbare Klebstoffe. Die Grafik illustriert die Unterschiede:

Licht- und UV-Härtung (Epoxidharze und Acrylate)



Dosieren

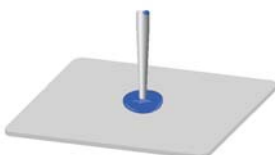


Fügen von mindestens einem durchstrahlbaren Fügepartner wie z. B. Glas, bestimmte Kunststoffe

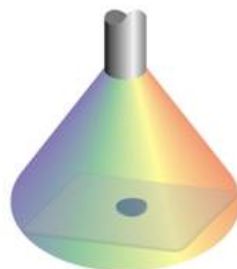


Aushärten

Lichtaktivierbar (Epoxidharze)



Dosieren



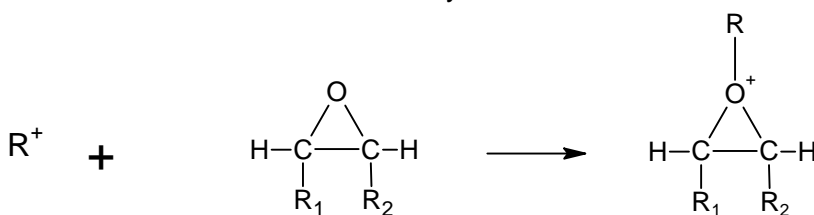
Aktivieren



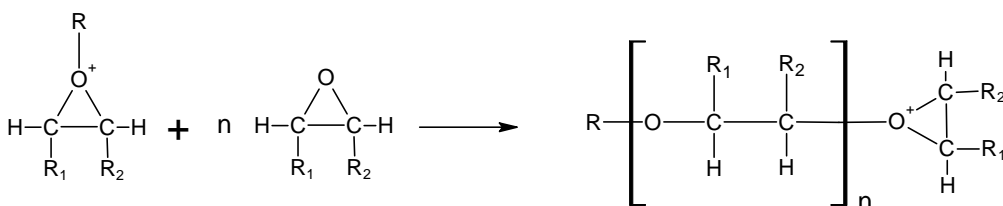
Fügen und Aushärten ohne weitere Belichtung

Die chemische Reaktion der lichtaktivierbaren und strahlungshärtenden Epoxidharze ist eine kationische Polymerisation. Ausgelöst wird die Polymerisation von einem Photoinitiator (R), d.h. einem Molekül, welches bei Zugabe von Licht zerfällt. Es bildet sich ein positiv geladenes Molekül, ein so genanntes Kation. Dieses reagiert dann mit dem Epoxidring zu einem neuen Kation. Durch Reaktion mit immer neuen Epoxidringen setzt sich die Reaktion bis zur Aushärtung des Klebstoffs fort („Kettenreaktion“).

Startreaktion der kationischen Polymerisation:



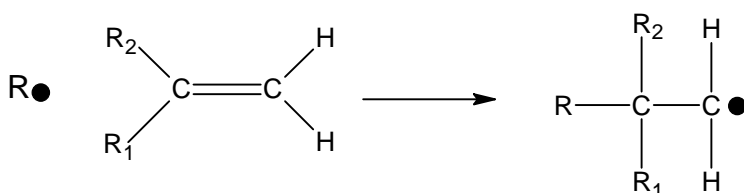
Kettenreaktion der kationischen Polymerisation:



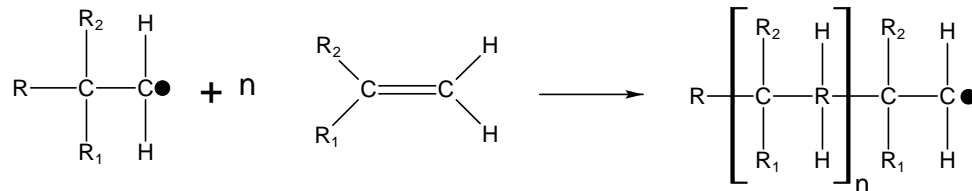
Durch geeignete Formulierung kann die Zeit zwischen Zerfall des Photoinitiators nach der Bestrahlung und dem Abläufen der kationischen Kettenreaktion verzögert werden, die Klebstoffe können somit durch Licht voraktiviert werden.

Bei den strahlungshärtenden Acrylaten bildet der Photoinitiator ein Molekül mit einem ungepaarten Elektron, ein so genanntes Radikal, welches mit einer Doppelbindung der Acrylatharze reagiert. Die Kettenreaktion besteht dann durch Reaktion mit den Doppelbindungen weiterer Acrylate.

Startreaktion der radikalischen Reaktion:



Kettenwachstumsreaktion der radikalischen Reaktion:



Das Licht, das zur Aushärtung der Klebstoffe zum Einsatz kommt, liegt in den Wellenlängenbereichen zwischen 300 und 700 nm, umfasst also überwiegend die Bereiche UVA und sichtbares Licht. Für eine schnelle und zuverlässige Aushärtung stehen speziell entwickelte Lampen, Punkt- und Flächenstrahler zur Verfügung, die je nach Produkt und Intensität Aushärtezeiten von 1 s ermöglichen. Bislang werden photoinitiert härtende Klebstoffe überwiegend mit Quecksilberdampflampen ausgehärtet. Ganz neu auf dem Markt sind jetzt LED-Lampen, die hinsichtlich der emittierten Wellenlängen, der Intensität des ausgestrahlten Lichts sowie der Lebensdauer deutliche Vorteile aufweisen.

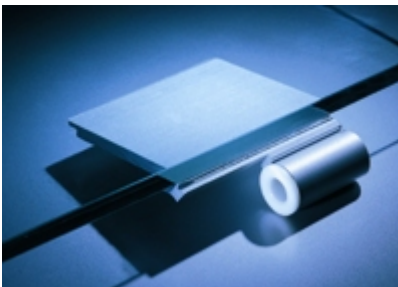


Die Leuchtdioden-Technologie bedeutet auch für die Aushärtelampen für Klebstoffe einen positiven Entwicklungsschub – hin zu mehr Zuverlässigkeit und Lebensdauer.

In den neuen Lampen steckt viel Entwicklungsarbeit der Klebstoffhersteller, die die Anforderungen an Klebprozesse am Besten kennen. Für die Kunden bedeutet das, dass Sie ein zuverlässiges System aus einer Hand erhalten. Je nach Anwendung können die Anforderungen an das System sehr unterschiedlich sein. Im Folgenden werden daher drei Einsatzbereiche lichthärtender Klebstoffe dargestellt.

Verkleben von Glas: Klare Vorteile mit Lichthärtung

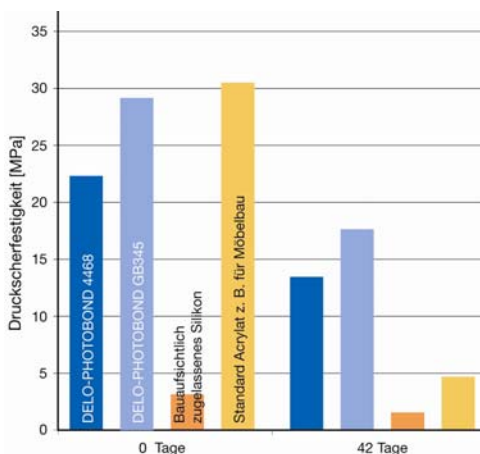
Anwendungen im Glasbereich sind schon seit geraumer Zeit eine Domäne von lichthärtenden Acrylatklebstoffen. Klassische Anwendungsbeispiele sind Glasmöbel, Glas-Personenwaagen oder Verklebungen von Glasdesignelementen. Neuerdings werden diese Klebstoffe auch für großflächige und strukturelle Verklebungen verwendet, beispielsweise bei Bürotrennwänden, Duschkabinen oder Fassadenteilen aus Glas. Hauptanforderungen bei allen Glasverklebungen sind neben der guten Haftung auf Glas und trockenen Klebstoffoberflächen vor allem die Beständigkeit der Verklebung z. B. gegen Feuchtigkeit und die Lichtstabilität.



Zu den anspruchsvollen Glasverklebungen gehören z. B. Anwendungen im Sanitärbereich. Hier werden Scharniere auf die Glastüren von Duschkabinen geklebt. Das sieht schöner aus und erspart das aufwändige Durchbohren des Glases.

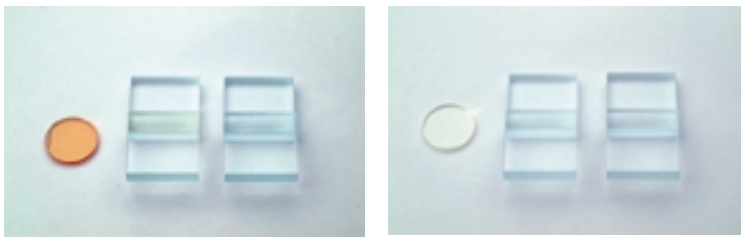
Während die anfängliche Haftung auf Glas nie eine besondere Herausforderung dargestellt hat, konnte erst durch den Einsatz neuer Rohstoffe die Feuchtigkeitsbeständigkeit deutlich verbessert werden. Maßstab für die Feuchtigkeitsbeständigkeit ist neben einem Standard Pressure-Cooker-Test (16 h Einlagerung bei 100 °C und 100 % r. h.) die europäische Norm, ETAG 002, die Testkriterien für Verklebungen im Fassadenbereich festlegt.

In der Abbildung werden die Druckscherfestigkeiten vor und nach diesem Test für verschiedene neue Klebstoffe (DELO-PHOTOBOND) mit herkömmlichen Standardklebstoffen, zum Beispiel bauaufsichtlich zugelassenen Silikon, verglichen.



Die Feuchtstabilität wird hier mit einer 42-tägigen Lagerung in 45 °C warmem, tensidhaltigem Wasser nachgewiesen. Lichthärtende Acrylate zeigen hier im Vergleich zu üblicherweise häufig eingesetzten Silikon eine deutlich bessere Performance.

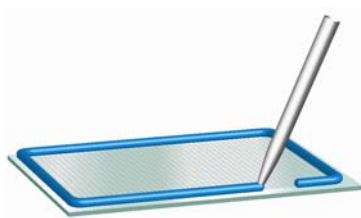
Darüber hinaus müssen bei Glasverklebungen die Klebstoffe möglichst transparent sein und auf Dauer transparent bleiben. Weder Temperatur noch UV-Strahlung (Sonnenlicht) dürfen zu einer Verfärbung oder Vergilbung der Klebstoffe führen. Hier kann die F&E von DELO eindrucksvolle Fortschritte in der Stabilität gegen Verfärbungen verzeichnen.



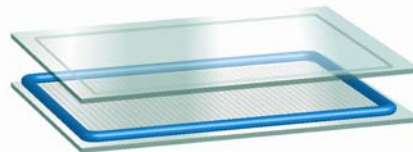
Die Abbildungen zeigen die Verfärbung nach 1000 h in einem Sonnenlicht-Simulator, der eine Belastung von 5000 h in Mitteleuropa simuliert. Hier zeigt sich gegenüber bisherigen Standards (links) eine deutliche Verbesserung bei den DELO-PHOTOBOND-Produkten (rechts)

UV-härtende Klebstoffe für die OLED-Technologie

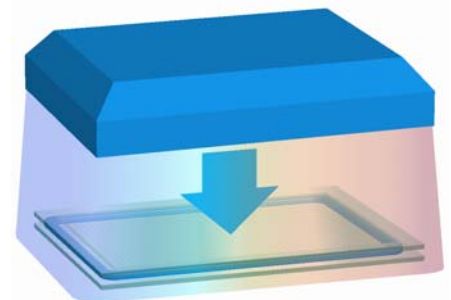
Neue Display-Technologien wie OLED (Organic Light Emitting Diode) eröffnen völlig neue Möglichkeiten z. B. für farbintensive Handy-Displays, E-Paper, Lampen und langfristig auch TV-Bildschirme. Die äußerst empfindliche Struktur der OLEDs muss jedoch extrem gegen Feuchtigkeit geschützt werden, da sie sich sonst zersetzt. Zum Schutz wird sie daher z. B. mit einer Glasplatte abgedeckt, die wiederum mit UV-härtenden Klebstoffen abgedichtet wird (siehe Abbildung).



Klebstoff-Auftrag

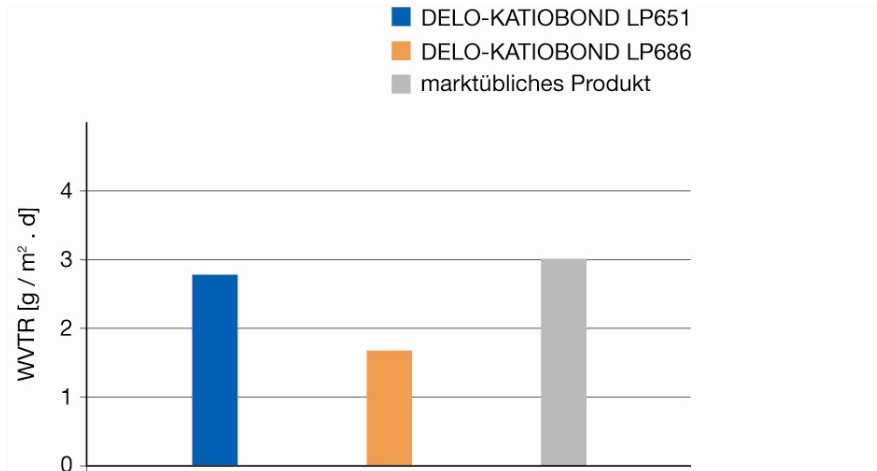


Aufsetzen der Glasplatte



Aushärtung mit UVA-Licht

Die bisherigen UV-härtenden Produkte waren den Anforderungen an eine möglichst geringe Wasserpermeation (Durchlässigkeit von Feuchtigkeit) nicht gewachsen. Jetzt wurde eine neue Generation UV-härtender Epoxies, DELO-KATIOBOND, entwickelt, die sehr viel versprechende Ergebnisse liefert. Neben einer sehr guten Haftung auf Glas und einer guten Verarbeitbarkeit spielt dabei insbesondere die so genannte WVTR – Water Vapour Transmission Rate – eine entscheidende Rolle, um die Dichtheit sicherzustellen.



Im Vergleich zu anderen Standard-Produkten zeigen OLED-Vergussmassen von DELO niedrigste Permeationsraten, auch bei höher Temperatur und Luftfeuchtigkeit (60°C / 90 % r.h.)

Erreicht wurden diese geringen Wasserpermeationsraten durch eine zum Patent angemeldete einzigartige Kombination von unterschiedlichen Harzen, Füllstoffen und Hilfsstoffen.

Schwarze Chipvergussmassen: Licht und Wärme in Kombination

UV-härtende Vergussmassen sind in der Chipkartenindustrie Stand der Technik. Für die Nutzung der Strahlungshärtung ist die vollständige Durchstrahlung des Klebstoffvolumens, also ein weitgehend transparenter Klebstoff, Voraussetzung für die Aushärtung. Dies führt dazu, dass die Chips unter den Chipvergussmassen sichtbar bleiben. Ein verstärktes Sicherheitsdenken hat dazu geführt, dass man die Chips und damit die Daten immer mehr vor unbefugten Blicken und Kopieren schützen möchte – mit einer absolut blickdichten Vergussmasse. Bisher konnte ein echt schwarzer Chipverguss nur mit warmhärtenden Produkten realisiert werden. Durch die Entwicklung eines zweiten, patentierten Härtungsmechanismus für kationische Systeme entstand in den Laboratorien von DELO eine schwarze Vergussmasse, die durch eine Kombinationshärtung von Licht und Wärme die Vorteile der Lichthärtung weiterhin nutzbar macht – also schnelle Prozesse für hohe Stückzahlen – und gleichzeitig den hohen Sicherheitsanforderungen Rechnung trägt. Sie wird bei führenden Chipmodulherstellern bereits eingesetzt.



Absolut blickdichte Chipvergussmassen schützen die sensiblen Daten auf Chipkarten vor unbefugtem Auslesen oder Kopieren. Neu ist, dass dafür jetzt eine kombinierte Licht- Warmhärtung eingesetzt werden kann, die schnelle Prozesse und damit große Stückzahlen wie z. B. bei Krankenkassenkarten ermöglicht.

Zusammenfassung

Die Entwicklungsrichtungen zeigen deutlich, dass in lichthärtenden Klebstoffen noch große Potenziale zur Weiterentwicklung stecken. Selbst bei den lichthärtenden Acrylaten, die inzwischen schon seit mehreren Jahrzehnten in Einsatz sind, finden sich immer wieder Optimierungsmöglichkeiten. Und die strahlungshärtenden Epoxidklebstoffe sind mit einem Alter von nicht einmal 20 Jahren noch weit von dem Höhepunkt ihrer technischen Möglichkeiten entfernt. Es gibt außer den genannten noch weitere, sehr viel versprechende Entwicklungsansätze in den Labors der Klebstoffhersteller. Beispiele sind lichthärtende Klebstoffe mit hoher Temperaturstabilität oder neue Methoden zur Sensibilisierung von Photoinitiatoren, um größere Wellenlängenbereiche für die Aushärtung nutzbar zu machen.

1.175 Wörter

9.433 Zeichen

10/2007