

## UV-LED-EPOXIDHARZKLEBSTOFFE

# Sekundenschnell und absolut zuverlässig

Experten sagen es voraus: Der UV-LED-Aushärtungstechnologie gehört die Zukunft – speziell in der Klebtechnik. Schon heute setzen sich LED-Bestrahlungssysteme mit verschiedenen Wellenlängen auf dem Markt immer mehr durch. Der Haken: Noch eignen sich nicht alle Klebstoffsysteme für eine LED-Aushärtung. Insbesondere im Bereich der kationisch-härtbaren Epoxidharze gab es bislang noch deutliche Defizite.

HEICO STEINMETZ

Verglichen mit herkömmlichen 2-Komponenten-Klebstoffen sind strahlungshärtende Klebstoffe noch relativ jung, konnten sich aber in den vergangenen 30 Jahren technologisch immer interessantere Einsatzgebiete erschließen. Insbesondere, wenn es um kürzeste Taktzeiten und schnelle Prozesse geht, kommt man an der Strahlungshärtung nicht mehr vorbei.

## Epoxidharze und ihre Bedeutung

Spricht man heute über Strahlungshärtung, denkt man meist an acrylatbasierte Klebstoffsysteme. Doch haben auf dem Gebiet der Strahlungshärtung auch Epoxidharze eine große wirtschaftliche Bedeutung gewonnen. Sie bieten – im Vergleich zu Acrylaten – viele technische Vorteile, etwa in Sachen Beständigkeit: Hier zeigen sie sich deutlich stabiler gegenüber Umwelt- und Medieneinflüssen. Außerdem können Epoxide bei höheren Temperaturen eingesetzt werden und besitzen höhere Glasübergangspunkte. Nach der Aushärtung überzeugen Epoxidsysteme meist mit trockenen und tackfreien Oberflächen, was ihre Einsatzbereiche auch um einseitige Schutz-

beschichtungen und Coatings erweitert. Je nach Epoxidtyp werden extrem gute optische Eigenschaften und Brechungsindizes erzielt. Das macht sie ideal geeignet für Anwendungen in der Feinoptik, für die Linsenverklebung und Informationstechnologie. Ein weiteres Plus: Durch die Epoxidringöffnung während der Vernetzungsreaktion haben Epoxide deutlich geringere Schrumpfungswerte. Darüber hinaus können UV-Epoxidsysteme im Bereich der Elektronik bedenkenlos eingesetzt werden. Sie bieten aufgrund des Herstellungsprozesses extreme Reinheit und sowohl niedrige Alkali- als auch Halogenidgehalte (Natrium, Kalium, Chlorid und Fluorid), zum Teil < 10ppm. Ein weiteres herausragendes Attribut von Epoxiden: Sie können quasi beliebig zusammengesetzt werden, um gewünschte Eigenschaften zu erzielen. Über die Basisharze, Additive, Modifikatoren, Füllstoffe und Haftvermittler liefern die Systeme in nahezu allen Bereichen eine passende Eigenschaft. Von flexibel und weich mit hohen Bruchdehnungen bis hin zu hart und kratzfest mit extremen Verbundfestigkeiten – es sind zahlreiche Eigenschaften und damit eine Vielzahl an Einsatzbereichen denkbar.

Trotz all dieser Vorteile gibt es einen Aspekt, der den Einsatz von Epoxiden in der Vergangenheit deutlich erschwert hat: Aufgrund ihrer chemischen Modifikation und der vorherrschenden Vernetzungsreaktion, der kationischen Polymerisation, musste bislang mit geringfügig längeren Taktzeiten gerechnet werden. Dafür gibt es nun eine Lösung. Durch den Einsatz neuer Photoinitiatoren können Epoxidsysteme binnen Sekunden vollständig ausgehärtet werden, durch den Einsatz Gasentladungslampen – und auch mit UV-LED-Technologie!

## UV-LED-Aushärtung von Epoxiden

In den vergangenen Jahren haben LED-Aushärtungssysteme gerade bei Klebanwendungen zunehmend an Bedeutung gewonnen. Ein Trend, der sich in den kommenden Jahren noch stärker durchsetzen wird. Denn die LED-Technologie hat einiges zu bieten: geringe Betriebskosten, lange Nutzungsdauer und geringer Wärmeeintrag machen LED-Technologie für zahlreiche Anwendungen effektiver und einfacher. Zudem sind LEDs quecksilberfrei und damit sicherer für Mensch und Umwelt.

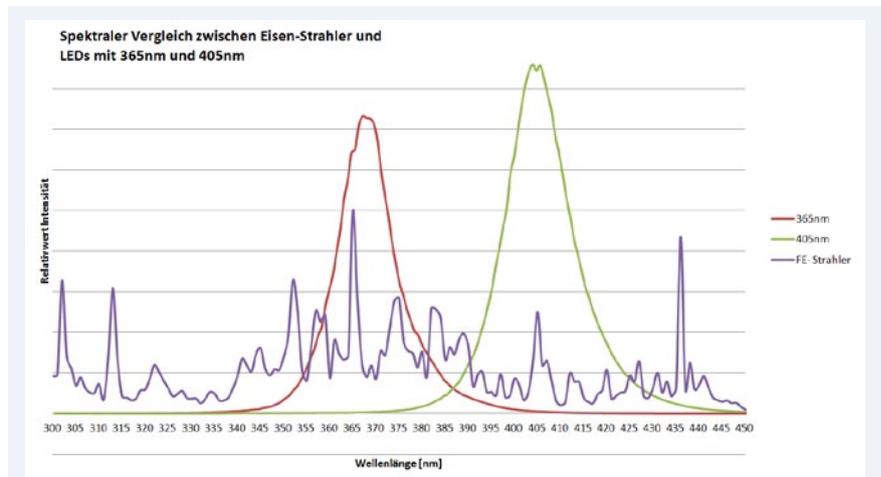
Mit der Entwicklung, Verbreitung und Etablierung von LED-Systemen zur

Strahlungshärtung stoßen viele Epoxide an ihre Grenzen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Gasentladungslampen emittieren LEDs nur in einem sehr schmalen Wellenlängenbereich. In diesem Emissionsbereich sind jedoch deutlich höhere Intensitäten erreichbar. Das Bild 1 verdeutlicht diese Eigenschaft.

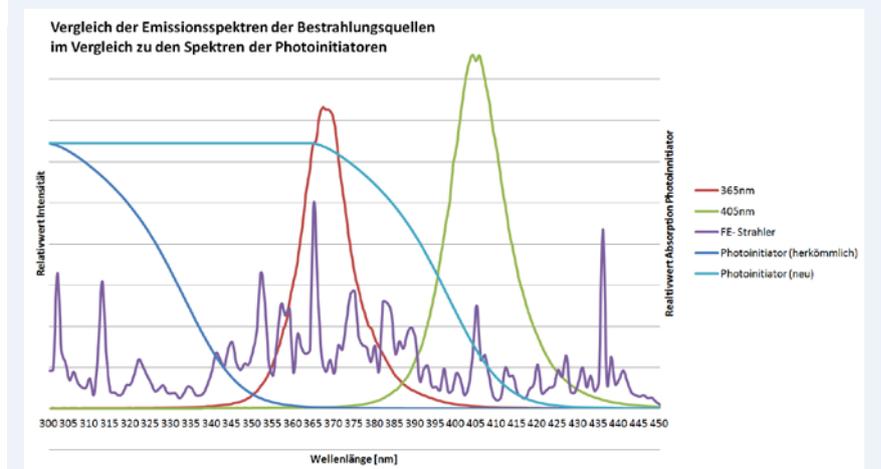
Das Absorptionsspektrum der Photoinitiatoren passt derzeit häufig nur bedingt zu den Emissionspeaks der LED-Aushärtungssysteme. Bild 2 zeigt den Übereinstimmungsbereich zwischen den herkömmlichen und den neuen Photoinitiatoren und beweist, dass die neuen Initiatoren eine deutlich größere Schnittmenge mit dem Emissionsspektrum der Bestrahlungsquellen aufweisen. Somit besteht die Möglichkeit, auch Epoxidharze mit LED-Bestrahlung vollständig auszuhärten.

**Das Problem**

Passen Absorptionsspektrum der Photoinitiatoren und Emissionspeak des Aushärtungssystems nicht zusammen, kommt es häufig zu Komplikationen bei der Aushärtung. Die Epoxidharze polymerisieren unvollständig oder gar nicht und erreichen nicht die vorgegebenen und möglichen technischen Eigenschaften und Kennwerte. Es ist deshalb unbedingt notwendig, vor einem Systemtausch von Gasentladungslampen hin zu LED-Bestrahlungseinheiten die Kompatibilität des verwendeten Klebstoffes zu prüfen.



**Bild 1: LEDs emittieren nur in einem sehr schmalen Wellenlängenbereich.**



**Bild 2: Herkömmlich eingesetzte Photoinitiatoren passen meist nur bedingt zu den Emissionspeaks von LED-Aushärtungssystemen.**

**Die Lösung**

Klebstoffexperten ist es nun gelungen, die technischen Probleme beim Aushärten von Epoxidharzen mit LEDs

vollständig zu beseitigen. Durch den Einsatz von neu entwickelten Photoinitiatoren in Verbindung mit Sensibilisatoren wird eine deutlich größere

news +++  
 news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++ news +++  
 news +++  
**TOP-NEWS aus der Welt der Klebtechnik per E-Mail!**  
**Bestellen Sie jetzt!**  
 news +++  
**www.adhaesion.com**  
 news +++ news +++

Deckungsgleichheit zwischen Absorptionspeak von Photoinitiatoren und Emissionsspektrum von LED-Systemen erreicht. Das führt – speziell bei LED-basierten Aushärtungen – zu einer sehr schnellen und vollständigen Aushärtung. Gerade hier können durch eine entsprechende Intensitätsdosierung und passende Initiatorkonzentration Aushärtezeiten im Sekundenbereich erreicht werden.

### Der Vorteil

Die neuen Epoxidharze können – außer mit LEDs – auch mit konventionellen Gasentladungslampen im UV und visuellen Bereich vollständig ausgehärtet werden. Das macht diese Produktgeneration unabhängig von der Bestrahlungsquelle und begünstigt einen Einsatz in automatisierten Linien, in denen beide Bestrahlungssysteme vorkommen können.

Eine weitere herausragende Eigenschaft ist die Halogenid- und Halbmetallfreiheit der neuen Panacol-Photoinitiatoren. Denn im Rahmen verschiedener Verordnungen aus der Elektronik- und Halbleiterindustrie werden die Konzentrationsgrenzen der Halogenide und Halbmetalle immer enger gefasst. Antimon-Derivate stehen in der Kritik und sollen aus Formulierungen möglichst komplett entfernt werden. Bei den neuen Photoinitiatoren liegt der Anteil von Antimon unterhalb der Nachweißgrenze. Somit erfüllen die Produkte schon heute die künftigen Anforderungen vieler Kunden aus den entsprechenden Industrien.



Bild 3: Versuchsaufbau

### Das richtige UV-LED-Aushärtesystem

Die Wahl der LED-Wellenlänge spielt bei der Aushärtung eine entscheidende Rolle. High-Tech-LED-Aushärtegeräte sind in den Wellenlängen 365nm, 375nm, 385nm, 395nm und 405nm auf dem Markt erhältlich. Bei idealer Anpassung der Wellenlänge auf das Absorptionsspektrum der Photoinitiatoren härtet beispielsweise eine 405nm-LED durch die größere Wellenlänge Klebstoff in deutlich tieferen Schichten aus als bei einer kürzeren Wellenlänge, was Versuche bestätigen.

### Versuchsaufbau

Ein Gefäß, gefüllt mit Klebstoff, wird unter einem LED-Strahler ausgehärtet. Der Abstand zwischen UV-Quelle und Klebstoff, die Bestrahlungszeit und die Geräteleistung bleiben konstant; lediglich der LED-Kopf mit der Wellenlänge

wird getauscht. Dazu kommt zunächst ein LED-Kopf mit einer Wellenlänge von 365nm zum Einsatz, danach einer, der 405nm emittiert.

Bei gleicher Geräteleistung und gleichem Abstand fällt die Durchhärtungstiefe des Klebstoffes mit einem 365nm-LED-Kopf deutlich geringer aus als bei einer Bestrahlung mit 405nm.

### Fazit

Klebstoffaushärtungen mit LEDs sind schnell und effizient. Während bislang hauptsächlich Acrylate mit LEDs gehärtet werden konnten, ist dies dank neu entwickelter Photoinitiatoren nun auch für Epoxidharzsysteme möglich. Epoxidharze können damit nahezu beliebig an die gewünschte Anwendung angepasst werden. Um perfekte Resultate zu erzielen, ist es wichtig, die größtmögliche Deckungsgleichheit zwischen Absorptionsspektrum der Photoinitiatoren und des Emissionsbereichs des LED-Aushärtungssystems zu erreichen.

Durch das Zusetzen der neuen Photoinitiatoren sind Epoxidharze auch für all die Anwendungen interessant geworden, die kürzeste Taktzeiten erfordern. Die herausragenden Eigenschaften der Harzsysteme und ihre vereinfachte Bearbeitung erlauben schon heute den Einsatz in einer Vielzahl neuer Anwendungsbereiche.

Die neuen Epoxidsysteme sind aber auch mit konventioneller UV-Technologie (Gasentladungslampen) schnell und vollständig aushärtbar, sodass in jedem Fall konstant sehr gute Ergebnisse erzielbar sind. ■

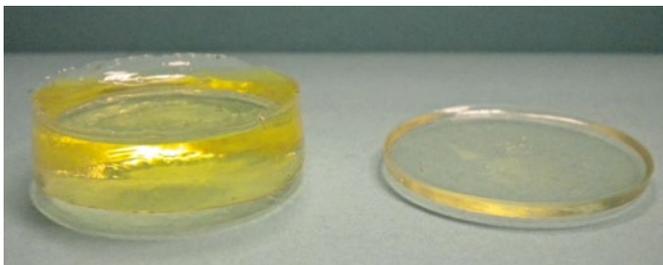


Bild 4: Die Durchhärtung bei 405nm (im Bild links) LED-Bestrahlung ist deutlich tiefer als bei gleichem Versuchsaufbau mit 365nm Wellenlänge.

### Der Autor

Heico Steinmetz  
(Tel.: +49 (0)6171 62020, heico.steinmetz@panacol.de) leitet bei der Panacol Elosol GmbH in Steinbach die Anwendungstechnik.