

Entscheidungshilfe für die passende Aushärtungstechnologie

Technologievergleich UV vs. UV-LED

Elektronikfertiger stehen vor der Frage, welche Aushärtungs-technologie sie für ihre Produktion wählen. Die Dr. Höhle AG stellt die Verfahrensweisen konventioneller UV-Strahler und der LED-UV-Technologie gegenüber.

VON PETRA BURGER,
DR. HÖHLE AG

Leiterplattenschutz durch Conformal Coating,
ausgehärtet mit einer LED-Powerline von Dr. Höhle

Kleben ist aus Fertigungsprozessen der Elektronikproduktion heutzutage nicht mehr wegzudenken. Das Fügeverfahren ist vielseitig einsetzbar, lässt sich gezielt an Kundenanforderungen anpassen und trägt damit in hohem Maß zur Prozesssicherheit und -beschleunigung bei.

Gerade wenn es um schnelles und präzises Kleben geht, führt kein Weg an der UV-Klebstofftechnologie vorbei, die seit Jahrzehnten in Schlüsselindustrien wie der Automobilbranche, der Elektronikfertigung oder der Medizintechnik zum Einsatz kommt. UV-härtende Klebstoffe sind insbesondere für ihre Fähigkeit

bekannt, die unterschiedlichsten Substratkombinationen in Sekundenschnelle zuverlässig zu verbinden. Unmittelbar nach der UV-induzierten Vernetzung ist das Substrat Handling-fest und zur Weiterverarbeitung bereit.

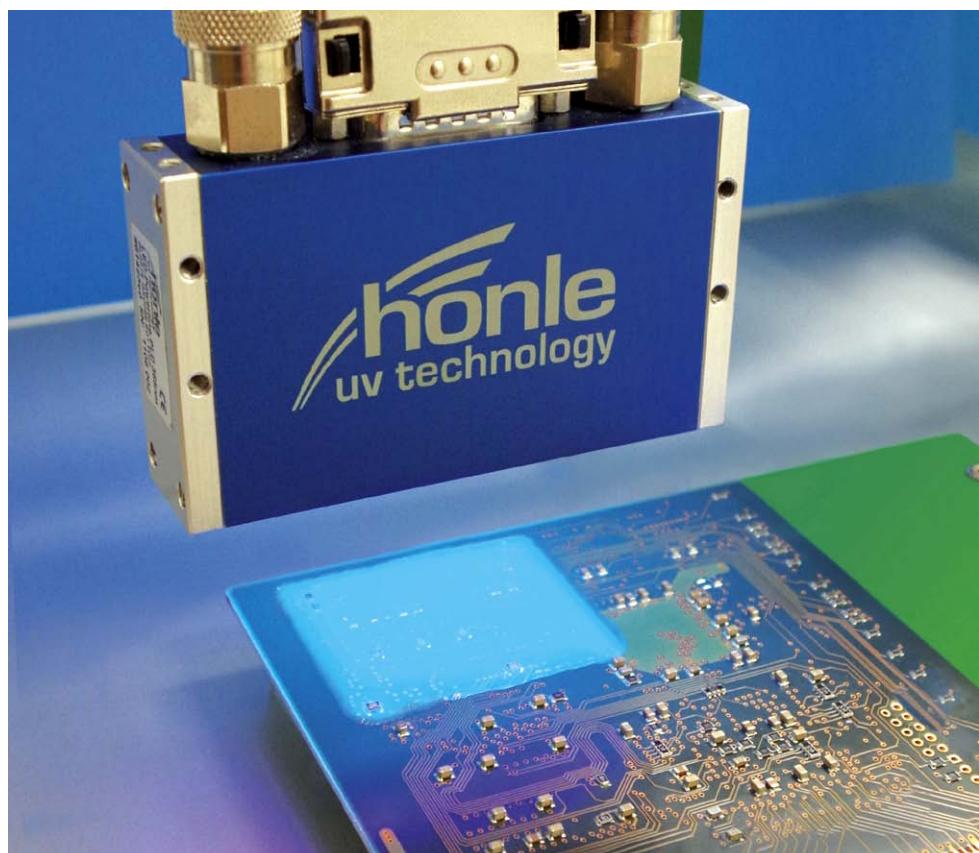
Funktionsprinzip der UV-Aushärtung

UV-Klebstoffe bestehen aus einer Vielzahl an chemischen Verbindungen. Wesentlich für die gewünschte schnelle Aushärtung sind Photo-initiatoren. Durch die Absorption des Photo-initiators von UV-Strahlung werden im Falle von Acrylat-basierten Systemen freie Radikale gebildet. Diese Radikale lösen die Polymerisationsreaktion aus, also die Vernetzung der Vinyl-Gruppen mit den Monomeren und Oligomeren. Durch die Polymerisation verfestigt sich die Klebstoffstruktur und der Klebstoff ist ausgehärtet.

Diese UV-Strahlung kann auf verschiedene Weise hergestellt werden. Bis vor ein paar Jahren üblich waren konventionelle UV-Strahler, die auf einer Gasentladung beruhen und ein kontinuierliches UV-Spektrum erzeugen. In den vergangenen Jahren hat jedoch die LED-UV-Technologie die konventionelle UV-Aushärtung mehr und mehr abgelöst. Die nachfolgende Vorstellung liefert einen objektiven Vergleich beider Technologien und soll Anwendern eine Entscheidungshilfe an die Hand geben, inwieweit die LEDs eine Alternative zur konventionellen Technik darstellen können.

Konventionelle UV- versus UV-LED-Härtung

Anders als konventionelle UV-Strahler, deren Funktionsweise auf Gasentladung und Optik



Bilder: Dr. Höhle AG

aufgebaut ist, beruhen UV-LEDs auf Halbleitertechnik und Optik.

Konventionelle UV-Technologie: Ein Hochspannungsbogen zwischen zwei Elektroden führt zur Verdampfung des Quecksilbers und etwaiger Dotierungen innerhalb des Strahlers. Emittiert wird ein Spektrum zwischen 200 und 450 nm, bestehend aus zahlreichen Spektrallinien, die sich über die Bereiche UV-C, UV-B und UV-A verteilen.

UV-LED-Technologie: Die Technik der LEDs beruht auf einer Halbleitertechnik. Bei Stromdurchfluss wird Strahlung in einem Wellenlängenbereich von typisch 20 nm Halbwertsbreite emittiert. Die Wellenlängen der maximalen Intensität liegen üblicherweise zwischen 460 und 365 nm. Kürzere Wellenlängen sind aktuell noch nicht effektiv.

Basierend auf diesen technologischen Unterschieden ergeben sich auch verschiedene Eigenschaftsprofile der beiden Systeme wie in der Tabelle dargestellt.

Bedingt durch die schmalen Emissionsbänder der LED ist es wichtig, die gesamte emittierte Energie der LED effektiv für den Vernetzungsvorgang zu nutzen. Durch die Kombination aus optimierten LED-Klebstoffen und hohen Intensitäten von bis zu 30 W/cm² ergeben sich interessante Einsatzgebiete für die UV-LED-Vernetzung. Die Chemie bis hin zu den Rohstofflieferanten kann hier also einen erheblichen Beitrag zur Optimierung leisten, wobei die Abstimmung zwischen dem Anlagenlieferanten und den Rohstoff- und Klebstoffherstellern besonders wichtig ist. Lieferanten von UV-LED-Härtungseinheiten können die Chemie und den Endanwender in folgenden Bereichen effektiv unterstützen:

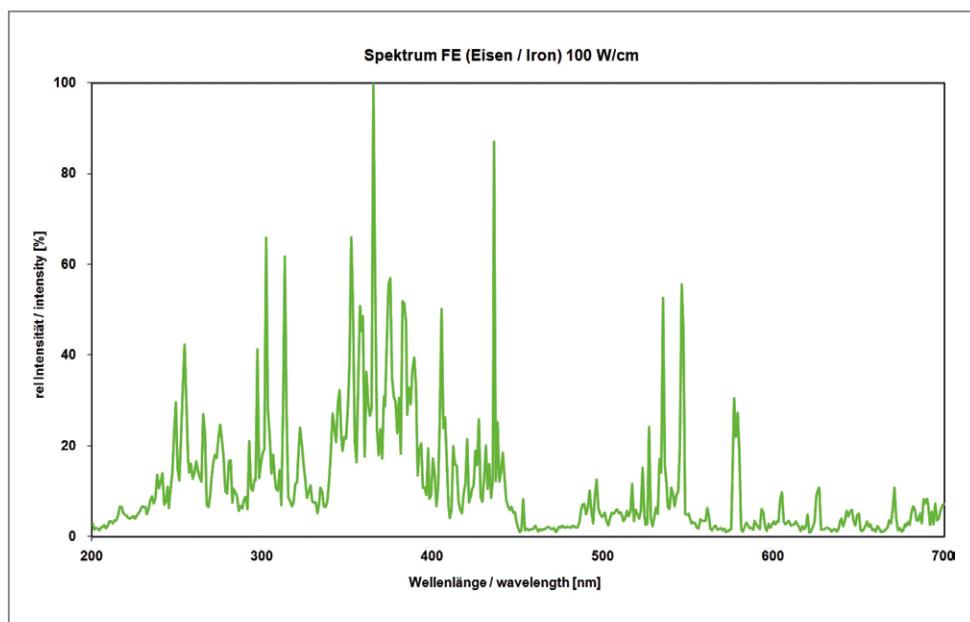
- Technologische Schulungen der Mitarbeiter
- Zur Verfügungstellung geeigneter LED-Härtungseinheiten
- Gemeinsame Projektarbeit mit und für die Anwender
- Unterstützung der Rohstofflieferanten
- Kontinuierliche Weiterentwicklung

Einsatzgebiete und Vorteile

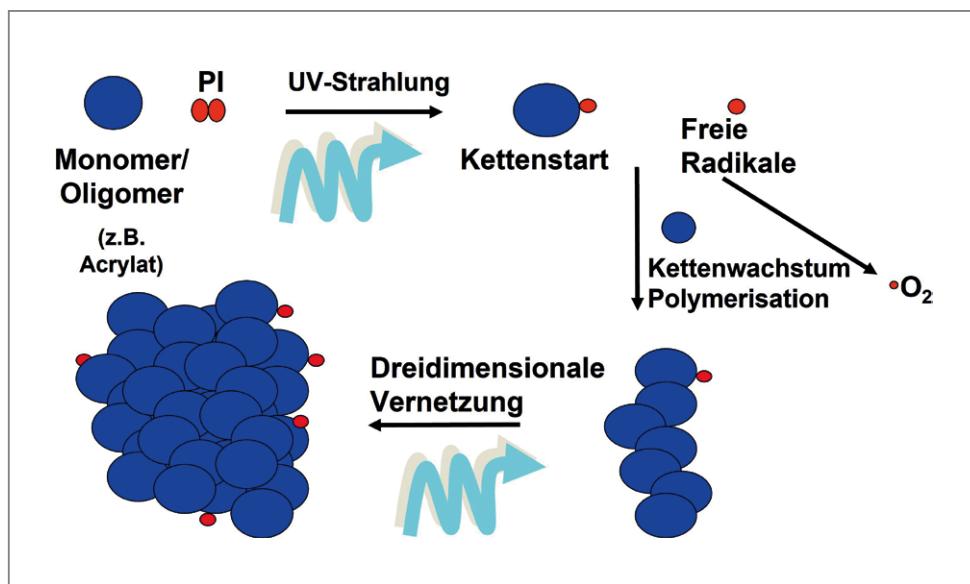
In den vergangenen Jahren konnte sich die LED-Technologie gerade in Fertigungsprozessen der Elektronik und Mikroelektronik, aber auch in

	konventionelle UV-Lampe	UV-LED
Wellenlänge [nm]	Linienspektrum zwischen 200 und 450	365, 385, 395, 405, 460 keine effektiven kurzen Wellenlängen
Ozonerzeugung	ja (ozonfreie Lampen verfügbar)	nein
Wärmestrahlung	ja	nein
Effektivität	ca. 30 %	25–50 %
Platzbedarf	anwendungsabhängig	gering
Betrieb	Aufwärmphase notwendig, Standby-Modus (15–40 %), Shutter notwendig	keine Aufwärmphase, sofortiges Ein- und Ausschalten, Möglichkeit zur Taktung (on–off im ms-Bereich), kein Shutter notwendig
Kühlung	Luft oder Luft/Wasser	Luft oder Wasser
Typische Lebensdauer	1000–2000 Stunden	> 20.000 Stunden

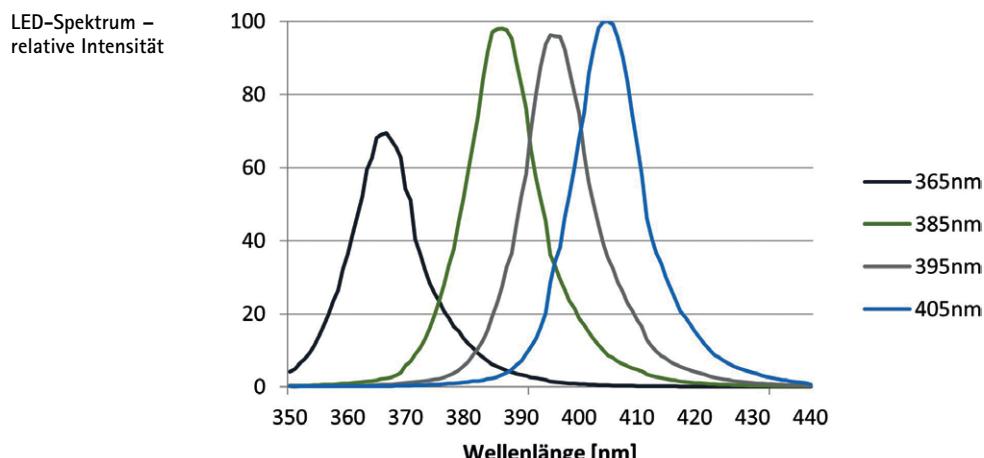
Eigenschaften von typischen UV-Lampen (Mitteldruckstrahler) im Vergleich mit UV-LEDs



Spektrum einer konventionellen UV-Lampe



Reaktionsmechanismus der radikalischen Härtung



anderen Schlüsselindustrien wie Automobilindustrie oder Medizintechnik fest etablieren.

Weil Klebstoffe häufig in dickeren Schichten aufgetragen werden oder die Aushärtung durch ein absorbierendes Substrat erfolgt, liegt die Reaktivität dieser Systeme traditionsgemäß im UV-A- und UV-Visible-Bereich. Die Anpassung der Chemie an das schmale langwellige Emissionsband der LED war hier also

erfolgreich. Doch auch die Anlagentechnik bietet den Anwendern verschiedene Vorteile im Vergleich zur konventionellen UV-Technik:

- Kompakte Einbaugröße
- Keine direkte Wärmeverluste der Substrate
- Einfache Handhabung bei getakteten Prozessen

- Bestmögliche effektive Produktionszeit der Anlagen durch hohe Standzeiten

- Effektive Lichtabschottung, um ein vorzeitiges Aushärten der Klebstoffe in der Dosiereinheit zu vermeiden

Für die Aushärtung von Klebstoffen oder Vergussmassen werden überwiegend Punkt- oder Spotstrahler, anwendungsbedingt auch größere Flächenstrahler oder Liniesträher eingesetzt.

Die Dr. Höne AG verfügt über fast 50 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Fertigung von industrieller UV-Technologie und gehört zu den Pionieren der UV-LED-Aushärtung. Durch die enge Zusammenarbeit mit Chemielieferanten, insbesondere dem Klebstoffexperten Panacol, und Anwendern ist ein umfassendes Sortiment an UV- und UV-LED-Aushärtegeräten entstanden. (nw)



Welche Rolle spielt KI für die Prüf- und Inspektionstechnik? KI in der Prüftechnik

Es gibt wohl kaum ein Marktsegment, das heutzutage am Stichwort künstliche Intelligenz vorbeikommt. Wie es im Bereich der Inspektions- und Prüftechnik für die Elektronikfertigung aussieht, erklären zwei Key-Player der Branche.

Alice Göpel,
Geschäftsführerin von Göpel Electronic
»Künstliche Intelligenz spielt in der Prüftechnik für die Elektronikfertigung eine entscheidende Rolle. Unternehmen müssen auf den KI-Zug aufspringen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Früher war der Wandel in der Hardware, heute ist es die Software durch KI. Die Vorteile von KI liegen auf der Hand: Aufgrund der Optimierung von Prozessen und Aufgaben können vor allem in der Programmierung

Zeit, Kosten und Ressourcen eingespart werden. Auch der Einsatz von digitalen Zwillingen bei der Programmierung in der Arbeitsvorbereitung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dabei über-

nimmt die KI immer mehr Eigenverantwortung. Hervorzuheben sind aber die noch bestehenden Zweifel an der Vertrauenswürdigkeit der KI. Hier sind noch einige Hürden zu überwinden. Mittelfristig wird die KI in der Prüftechnik dennoch weiter Fuß fassen und selbstständig Aufgaben übernehmen, um die Effizienz und Fehlererkennung stetig zu verbessern.« (nw)

**Carsten Salewski, Vorstand Vertrieb/
Operations von Viscom**

»Die Qualitätskontrolle von elektronischen Baugruppen hat bei Viscom schon mehrere Durchbrüche in den Bereichen Automatisierung und Detailerkennbarkeit erlebt. Wir sind stolz darauf, dass künstliche Intelligenz und Deep Learning zu unserer Tradition innovativer Lösungen gehören,

die wir mit viel Fachwissen und Pioniergeist umsetzen. Viscom bietet immer mehr KI-Anwendungen für Verifikation, Erstellung von Prüfplänen und Fehlererkennung an. Unsere KI-Modelle werden kontinuierlich weiterentwickelt und wir sammeln wertvolle Erfahrungen bei der Anwendung in Zusammenarbeit mit namhaften Kunden. Die Integration in reale Produktionsumgebungen wird dabei schrittweise durchgeführt, um ein hohes Maß an Kontrolle über die Qualität der KI-Ergebnisse und Transparenz zu gewährleisten. Damit wird künstliche Intelligenz in der Inspektion zu einem zuverlässigen Werkzeug, dem unsere Kunden vertrauen – wir nennen das: vAI – Trusted AI.« (nw)

