



## UV-LED vs. konventionelle UV-Technologie

### Sind LEDs die UV-Technologie der Zukunft?

Ein objektiver Vergleich beider Technologien

### Inhalte

- Konventionelle UV-Technologie
- UV-LED-Technologie
- Einsatzgebiete
- UV-Messung für LEDs

## Sind LEDs die UV-Technologie der Zukunft?

Die UV-Technologie ist seit vielen Jahrzehnten eine zuverlässige Methode zur Härtung photoreaktiver Chemikalien. Mit steigenden Bahngeschwindigkeiten und neuen Anwendungen, z. B. im 3D-Bereich, entwickelte sich auch die UV-Strahlertechnologie weiter. So ist heute eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme verfügbar, die jeweils perfekt auf die entsprechende Anwendung zugeschnitten sind. Anwender und Chemielieferanten entwickeln immer neue Einsatzgebiete für die UV-Härtung. Ihre innovativen Ideen bringen jedoch häufig auch geänderte Anforderungen an die UV-Härtungseinheit mit sich, wobei konventionelle Elektrodenstrahler hier auch an ihre technologischen Grenzen stoßen können. Im Laufe der letzten Jahre entstand ein vollkommen neuer Zweig der UV-Technologie: die UV-LEDs. Die nachfolgende Vorstellung liefert einen objektiven Vergleich beider Technologien und soll dem Anwender eine Entscheidungshilfe an die Hand geben, inwieweit die LEDs eine Alternative zur konventionellen Technik darstellen können.

### Vergleich der Technologien

Anders als konventionelle UV-Strahler, deren Funktionsweise auf Gasentladung und Optik aufgebaut ist, beruhen UV-LEDs auf Halbleitertechnik und Optik.

#### Konventionelle UV-Technologie



UV-Print-Einheit für bahnförmige Materialien

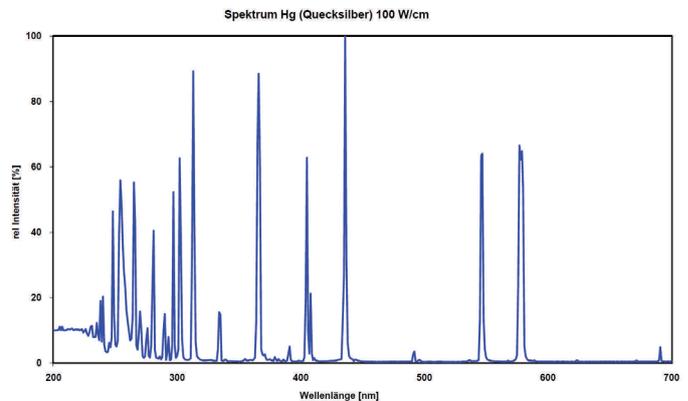
Ein Hochspannungsbogen zwischen zwei Elektroden führt zur Verdampfung des Quecksilbers und etwaiger Dotierungen innerhalb des Strahlers. Emittiert wird ein Spektrum zwischen 200 und 450nm, bestehend aus zahlreichen Spektrallinien, die gehäuft im UV-A und UV-B Bereich liegen.

#### UV-LED-Technologie



LED Powerline

Die Technik der LEDs beruht auf einer Halbleitertechnik. Bei Stromdurchfluss wird Strahlung in einem Wellenlängenbereich von typisch 20nm Halbwertsbreite emittiert. Die Wellenlängen der maximalen Intensität liegen üblicherweise zwischen 405 und 365nm. Kürzere Wellenlängen sind aktuell noch nicht effektiv.



Basierend auf diesen technologischen Unterschieden ergeben sich auch verschiedene Eigenschaftsprofile der beiden Systeme:

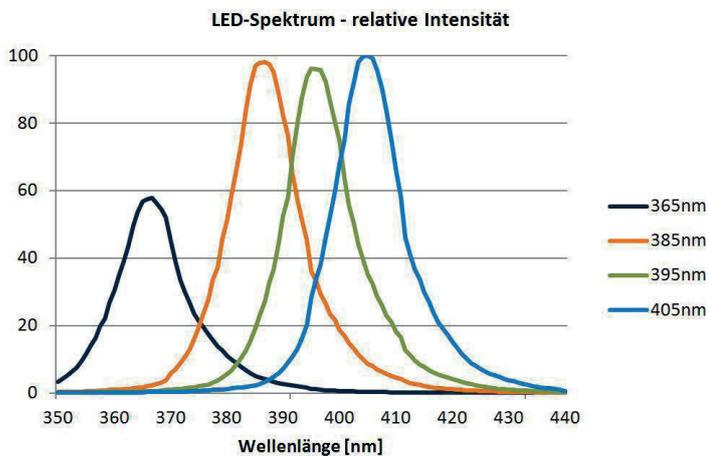
### Mitteldruckstrahler

Wellenlänge [nm]	Linienpektrum zwischen 200 und 450
Ozonerzeugung	ja
Wärmestrahlung	ja
Effektivität	ca. 30 %
Platzbedarf	Anwendungsabhängig
Betrieb	Aufwärmphase notwendig Standby-Modus (15-40%) Shutter notwendig
Kühlung	Luft und/oder Wasser
Typische Lebensdauer	1.000 - 5.000 Stunden
Wartung	Einfache Messung mittels UV-Messgerät.
Anschaffungskosten	Gering

### LED

Wellenlänge [nm]	365, 385, 395, 405 keine kurzen Wellenlängen
Ozonerzeugung	Nein
Wärmestrahlung	Nein
Effektivität	25 - 50%
Platzbedarf	Gering
Betrieb	Keine Aufwärmphase sofortiges Ein- und Ausschalten kein Shutter notwendig
Kühlung	Wasser oder Luft
Typische Lebensdauer	> 20.000 Stunden*
Wartung	Schwierige Überwachung der einzelnen Dioden.
Anschaffungskosten	Höher

\* abhängig von Betriebsbedingungen und Umgebungstemperatur



## Lacke, Farben, Klebstoffe

Ebenso wie die UV-Strahlertechnologie wurden auch die Beschichtungsmittel im Laufe der Jahre optimiert und dem jeweiligen Anforderungsprofil angepasst. Deshalb steht dem konventionellen UV-Bereich mittlerweile eine breite Vielfalt an Beschichtungsmitteln bis hin zu migrationsarmen Lacken und Farben zur Verfügung. Auch für UV-LEDs werden zwischenzeitlich von vielen Chemielieferanten gute Systeme angeboten, die speziell auf die langwelligen Hauptemissionsbanden der LEDs abgestimmt wurden. Bedingt durch die schmale Emissionsbande der LED ist es wichtig, die gesamte emittierte Energie der LED effektiv für den Vernetzungsvorgang zu nutzen. Durch die Kombination aus optimierten LED-Beschichtungsmitteln und hohen Intensitäten von bis zu 25W/cm<sup>2</sup> 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 Beschichtungsmittelherstellern besonders wichtig ist. Lieferanten von UV-LED Härtungseinheiten können die Chemie in folgenden Bereichen effektiv unterstützen:

- Technologische Schulungen der Mitarbeiter in F&E
- Zur Verfügung stellen geeigneter LED-Härtungseinheiten
- Gemeinsame Projektarbeit mit und für den Anwender
- Unterstützung der Rohstofflieferanten
- Kontinuierliche Weiterentwicklung, wie z.B. die Inertisierung für LEDs

## Einsatzgebiete

Trotz aller Widrigkeiten konnte sich die LED-Technologie bereits in einigen Branchen etablieren. Nicht zuletzt, weil die technologischen Vorteile der LED in diesen Bereichen entscheidend sind und die Chemie den spezifischen Wellenlängen angepasst werden konnte. Eine derart gelungene Kombination findet man im Bereich der Klebstoffe.

### UV-LED-Technologie zur Klebstoffhärtung

Da Klebstoffe häufig in dickeren Schichten aufgetragen werden oder die Aushärtung durch ein absorbierendes Substrat erfolgt, liegt die Reaktivität dieser Systeme traditionsgemäß im UVA- und UV Visible-Bereich. Darüber hinaus enthalten Klebstoffe keine Pigmente, die die Aushärtung beeinflussen. Die Anpassung der Chemie an das schmale langwellige Emissionsband der LED war hier also erfolgreich. Ein weiterer Vorteil, der für die Aushärtung mittels LEDs genutzt werden kann, ist die relativ langsame Prozessgeschwindigkeit im Vergleich zur Druckfarbenhärtung. Doch auch die Anlagentechnik bietet den Anwendern verschiedene Vorteile im Vergleich zur konventionellen UV-Technik:

- Kompakte Einbaugröße
- Keine Wärmebelastung der Substrate (evtl. negative Auswirkung auf den Chemiesmus)
- 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

Die Kombination von Chemie und Anlagentechnik ist hier so erfolgreich, dass die Anwendungen im **Klebstoffbereich als Motor in der LED-Härtung gesehen werden können**. Basierend auf den Erfahrungen in diesem Bereich wird die LED-Technik kontinuierlich weiterentwickelt, optimiert und in andere Bereiche transferiert. Für die Aushärtung von Klebstoffen oder Vergussmassen werden überwiegend Punkt- oder Spotstrahler eingesetzt.

## UV-LED-Technologie im Druckbereich

Auch einige Druckanwendungen profitieren von den Vorteilen der LEDs. Im kleinformatischen Bereich, wie etwa Inkjet, laufen bereits verschiedene Anlagen, die die geringe Baugröße und die getaktete Funktionsweise der LEDs nutzen. Für großformatige und bahnförmige Anlagen wurde mit der LED Powerline eine variable LED-Zeile entwickelt, die in 40mm-Stufen verlängert werden kann. Darüber hinaus ist es möglich, die Leistung in 1%-Schritten zwischen 10 und 100% zu variieren. Ein weiterer Vorteil: es können komplette Bestrahlungsabläufe programmiert werden.



1.000mm langes LED-Array für Druckanwendungen

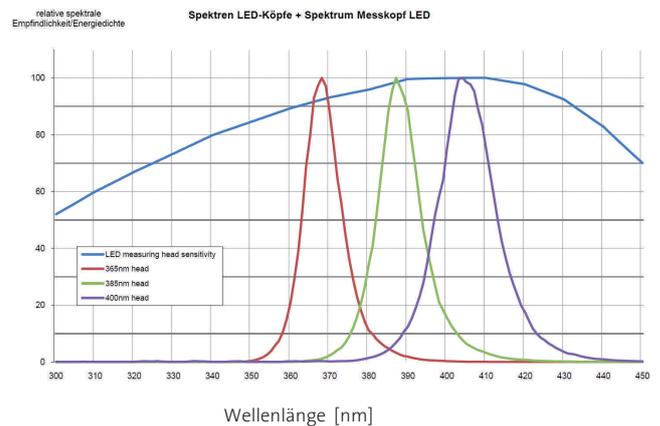
Nach vorausgegangener Bestimmung der Reaktivität der Druckfarbe oder des Beschichtungsmittels kann die LED Powerline mit der jeweils passenden LED-Wellenlänge bestückt werden.

## UV-Messung für LEDs

UV-Messungen gewährleisten Prozesssicherheit für die Produktion und reproduzierbare Laborergebnisse für Forschung und Entwicklung. Der Markt bietet hier unterschiedliche Geräte zur Messung der Intensität und/oder Dosis mit verschiedenen Sensorgeometrien, die entsprechend auf die Anwendung abgestimmt werden können. Die physikalische Einteilung eines UV-Spektrums in UVA von 400-315nm, UVB von 315-280nm und UVC von 280-200nm wird meist auch für die spektralen Empfindlichkeiten der Sensoren übernommen, so dass häufig mit UVA-, UVB- oder UVC-Sensoren gearbeitet wird. Durch diese Einteilung lässt sich die Charakteristik eines breiten UV-Spektrums exakt beschreiben. LED-Bestrahlungseinheiten haben jedoch kein breites UV-Spektrum, sondern emittieren schmalbandige Maxima bei definierten Wellenlängen. Eine Intensitätsmessung dieser schmalbandigen Emission mit



den herkömmlichen Sensoren ist deshalb unbefriedigend. Um die LED-Einheiten dennoch vermessen zu können, entwickelte die Dr. Höhle AG speziell für diese Anwendung einen Flächen-sensor, der optimal zur Intensitäts- und Dosismessung der LED-Wellenlängen eingesetzt werden kann. Ziel der Entwicklung war dabei eine Vermessung aller angebotenen LEDs mit Wellenlängen von 365 bis 405nm mit nur einem Sensor. Durch die Homogenisierung der Empfindlichkeitskurve können die Messwerte der verschiedenen LED-Wellenlängen untereinander verglichen werden. Der LED-Messkopf wird an ein Standard UV-Meter angeschlossen, das mit allen anderen von der Dr. Höhle AG angebotenen Messköpfen kompatibel ist. Die Messwertausgabe für die Intensität erfolgt in  $W/cm^2$  oder  $mW/cm^2$  mit einer maximalen Intensität von  $30W/cm^2$ , für die Dosis in  $J/cm^2$  oder  $mJ/cm^2$ .



## Fazit

LEDs bieten einem Beschichtungsprozess viele Vorteile im Vergleich zu konventionellen UV-Strahlern. Allerdings besteht auch eine Reihe von Einschränkungen, die den Einsatz der LEDs behindern oder unmöglich machen. Schlussendlich muss die Sinnhaftigkeit einer LED-Härtung für jeden Einzelfall abgewogen werden. Dabei steht die Dr. Höhle AG gerne beratend zur Seite. Der Spezialist für industrielle UV-Technologie entwickelt und produziert schon seit einigen Jahren erfolgreich UV-LED-Aushärtegeräte. Diese langjährigen Erfahrungen nutzen wir für die Implementierung der LEDs im Beschichtungsmarkt durch fachkundige Schulungen, Gespräche mit Anlagenlieferanten und Unterstützung bei Entwicklungsarbeiten der Chemie-industrie und der Endkunden.