



Kein UV-LED-System gleicht dem anderen

Was also ist entscheidend, um eine optimale UV-LED-Härtung von Druckfarben, Beschichtungen und Klebstoffen zu gewährleisten?

White Paper von Phoseon Technology
März 2019

Überblick



Wenn es darum geht, die Leistungsmerkmale von UV-LED-Härtungssystemen zu beurteilen, ist oftmals unklar, welche der zahlreichen Metriken und Bezugsgrößen zu den wichtigsten Auswahlkriterien gehören. Was also ist entscheidend, um eine optimale UV-Härtung von Druckfarben, Beschichtungen und Klebstoffen zu gewährleisten?

Zwei der grundlegendsten Parameter, auf die das Augenmerk gerichtet sein sollte, sind die **Spitzenstrahlung** (gemessen in Watt pro Quadratzentimeter) und die **Energiedichte** (gemessen in Joule pro Quadratzentimeter). Aber das ist noch lange nicht alles.

Was ist eine LED?

LEDs sind Festkörper-Bauelemente, die aus kleinen Dioden bestehen. Jede dieser Dioden ist aus einem Halbleitermaterial gefertigt.

Oberflächlich betrachtet, mögen LEDs (Light Emitting Diodes) alle gleich aussehen. Doch diese äußerliche Ähnlichkeit bedeutet nicht, dass sie auch alle die gleiche Leistung bieten. Denn genau das ist nicht der Fall.

LEDs basieren auf einer Siliziumtechnologie. Da die Produktionsprozesse der Siliziumtechnologie sehr empfindlich sind hat keine LED exakt dieselben Eigenschaften. Genau wie bei herkömmlichen Siliziumchips beispielsweise für Mikroprozessoren

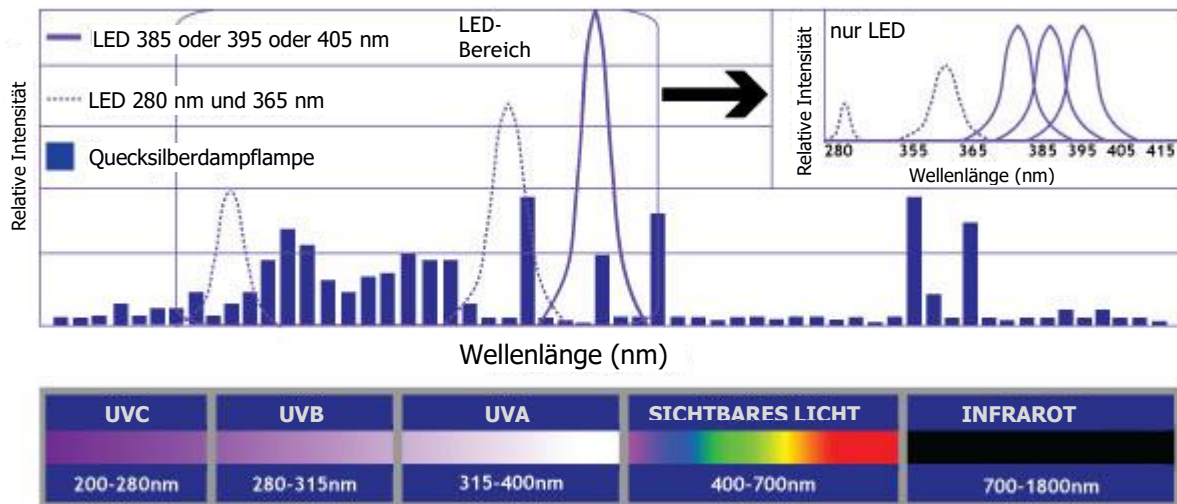
Kein UV-LED-System gleicht dem anderen



kann es passieren, dass ein LED-Hersteller 1.000 LEDs auf absolut identische Art produziert, und trotzdem bringt jede von ihnen eine andere Leistung - in manchen Fällen mag es sich nur um geringe

Abweichungen handeln, in anderen Fällen dagegen können sie bedeutend sein. So kann beispielsweise die Wellenlänge des produzierten Lichts im Verhältnis zur abgegebenen Leistung (Watt) von LED zu LED variieren.

LED-UV-Lampen besitzen um eine bestimmte Wellenlänge eine eng begrenzte Spektralleistung mit einer Streuung von +/- 10 nm. Diese fast monochromatische Verteilung (siehe Diagramm) erfordert maßgeschneiderte chemische Rezepturen, damit eine sichere Härtung von Druckfarben, Beschichtungen und Klebstoffen gewährleistet wird.



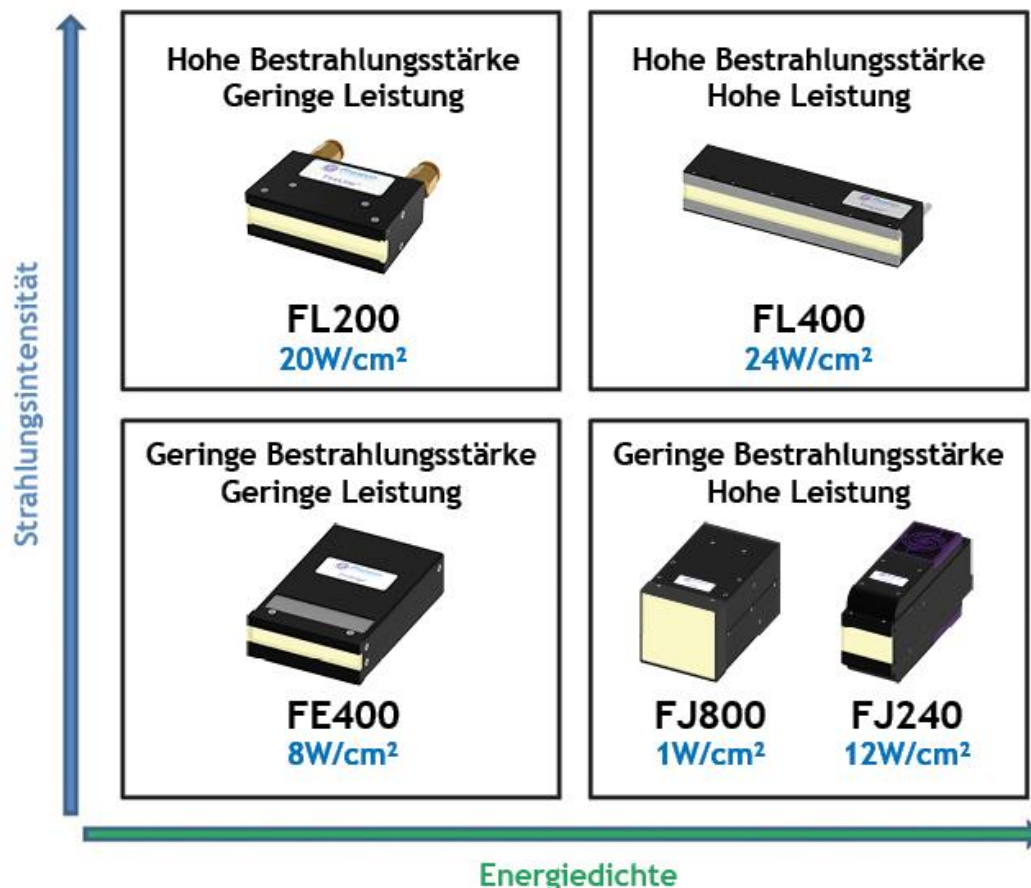
Eine konsistente LED-Leistung von hoher Qualität ist von entscheidender Bedeutung. Auch das Härtungssystem, in dem die LEDs eingesetzt werden, spielt eine kritische Rolle, wenn es darum geht, Konsistenz und Qualität der LED-Leistung sicherzustellen.

Trotzdem variiert die Leistung - wie bereits an früherer Stelle erläutert - von LED zu LED. Speist man verschiedene LEDs mit Strom, wird man feststellen, dass jede LED eine andere Menge an

Energie produziert. Je mehr elektrischer Strom benötigt wird, um eine bestimmte Energiestufe zu erreichen, um so schneller nutzt sich die LED ab, wodurch sich ihre Lebensdauer verkürzt.

Durch Verwendung von einzelnen, nicht vorkonfektionierten LEDs kann Phoseon LEDs mit ähnlichen Leistungsstufen auswählen, die die geringst mögliche Menge an Strom benötigen, um die gewünschte Energie zu erzeugen. Dadurch werden eine einheitliche, konsistente Leistung und eine lange Lebensdauer von LED-Arrays gewährleistet.

Phoseon Technology hat ein umfangreiches Portfolio an Produkten mit verschiedenen maximalen Spitzenstrahlungen und Energiedichten entwickelt, die sich für die Mehrzahl der Härtingsanwendungen eignen. Zudem passt Phoseon die UV-Härtungsquelle an den Bedarf der jeweiligen Anwendung an.



Kein UV-LED-System gleicht dem anderen



Einzelne LEDs vs. vorkonfektionierte LED-Pakete

Immer mehr Hersteller nutzen UV-LEDs aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile. Dazu gehören u. a. höhere Erträge, weniger Ausschuss, niedrigere Betriebs- und Wartungskosten und eine präzisere Steuerung. Darüber hinaus bleibt die UV-Leistung von qualitativ hochwertigen LED-Härtungssystemen während der gesamten Lebensdauer des Gerätes konsistent und liefert einheitlichere Ergebnisse als Bogen- und Mikrowellenlampen. Das bedeutet eine genauere Prozesskontrolle, weniger Stillstands Zeiten, bessere Anlagenausnutzung und ein insgesamt besseres und konsistenteres Produkt.

Durch den Einkauf von einzelnen, nicht vorkonfektionierten LEDs beim Hersteller, der die LEDs nach Leistung sortiert, kann Phoseon die gewünschte Größe und Leistungsstufe der LEDs auswählen und sorgfältig LEDs mit ähnlichen Eigenschaften zu Gruppen zusammenstellen. Zwar ist keine LED wie die andere, aber Phoseon wählt die LEDs aus, die sich am optimalsten für die jeweilige Anwendung eignen, die geringst mögliche Energiemenge benötigen, um ein Maximum an Leistung und Lebensdauer zu bringen, und die wenigsten Leistungsschwankungen aufweisen.

Während andere UV-LED-Lampenhersteller vorkonfektionierte UV-LED-Pakete verwenden, entwirft Phoseon, dessen Fokus zu 100 % auf der Härtung mittels UV-LED-Technologie liegt, seine eigenen Arrays. Bei vorkonfektionierten LED-Paketen dagegen kann man weder die Qualität der einzelnen LEDs beurteilen noch feststellen, welche Leistungsschwankungen von einer LED zur anderen bestehen.

LEDs können nicht alleine betrieben werden, sondern müssen auf einem Substrat montiert und zu Gruppen (so genannten Arrays) angeordnet werden. Anzahl und Typ der gewählten LEDs, Anordnung des Arrays, elektrischer Anschluss der LEDs und die Technologie zur Kühlung der LEDs sind Faktoren, die sich wesentlich auf die Leistung des Systems auswirken. All diese Faktoren zusammen ergeben die von Phoseon patentierte Semiconductor Light Matrix (SLM™)-Technologie. Durch die Verwendung von einzelnen, nicht vorkonfektionierten LEDs kann Phoseon seine eigenen SLMs entwerfen, um optimale Leistung und Zuverlässigkeit sicherzustellen.

Je nach Art des Härtungssystems montiert Phoseon dann das SLM Array auf einem luft- oder flüssigkeitsgekühlten Kühlkörper, der die Hitze vom Substrat ableitet. Indem sichergestellt wird, dass das Substratmaterial eben ist und fest am Kühlkörper haftet, werden eine schnelle, gleichmäßige Wärmeableitung und höchste Leistung gewährleistet. Die UV-LED-Härtungssysteme von Phoseon geben eine Spitzenstrahlung bis zu 25 W/cm² bei luftgekühlten Körpern und 30 W/cm² bei flüssigkeitsgekühlten Körpern ab.

Das mag den Eindruck vermitteln, dass Phoseon alles daransetzt, eine UV-LED-Härtungstechnologie zu entwerfen und herzustellen. Und dieser Eindruck ist richtig. Phoseon erstellt in seinem ISO 2015-konformen Werk komplette Light Engines auf der Basis von individuellen Dioden anstelle von vorkonfektionierten LED-Paketen. So kann Phoseon die Charakteristik einzelner LEDs an andere Komponenten anpassen und damit die UV-Gesamtenergie maximieren.

Die Ergebnisse sind diese Mühe wert, denn das Resultat sind konsistentere UV-LED-Härtungsprodukte mit längerer Lebensdauer und einer höheren Genauigkeit als jedes andere Produkt auf dem Markt. Zudem bietet Phoseon zur weiteren Unterstützung eine Gewährleistung, die auf dem Markt ihresgleichen sucht.

Spitzenstrahlung vs. Energiedichte

Unter der Spitzenstrahlung, auch als Intensität bezeichnet, versteht man die Strahlungsleistung, die auf den Oberflächenbereich auftrifft und dazu beiträgt, dass das Licht in die Druckfarbe oder Beschichtung eindringt und diese härtet. Die Spitzenstrahlung kann durch verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, so z. B. durch die Leistung der UV-LED-Quelle, die Verwendung von Reflektoren oder optischen Bauteilen zur Konzentration oder Begrenzung der Strahlen auf einen kleineren Oberflächenbereich und durch den Abstand zwischen der Lichtquelle und der zu härtenden Oberfläche.

Der zweite Schlüsselparameter ist die Energiedichte, auch als Dosis oder Bestrahlung bezeichnet. Die Energiedichte ist die Menge an Energie, die pro Flächeneinheit während einer definierten Zeitspanne (als Verweilzeit oder Bestrahlungszeit bezeichnet) auf die Oberfläche abgegeben wird. Für eine vollständige Aushärtung ist eine ausreichende Menge an Energiedichte erforderlich. Die Bestrahlung ist ein Faktor aus Bestrahlungsstärke und Bestrahlungszeit und wird zum einen durch die Intensität der Lichtquelle gesteuert und zum anderen durch die variierende Geschwindigkeit, mit der das Substrat die UV-LED-Lampe passiert, bzw. durch die Zeitspanne, während der sich das Substrat unter der UV-LED-Lampe befindet.

Was ist nun im Hinblick auf optimale UV-LED-Härtungsergebnisse wichtiger - die Spitzenstrahlung oder die Energiedichte? Die Antwort lautet: beides. Es wird eine Mindest-Bestrahlungsstärke benötigt, um den Polymerisationsprozess zu starten. Anschließend ist eine gewisse Verweilzeit erforderlich, d. h., die Energiedosis muss über eine bestimmte Zeitspanne einwirken, um den Härtingsprozess abzuschließen.

Einige Hersteller geben an, dass ihre UV-LED-Lampen die "höchste Bestrahlungsstärke" bieten, als wäre dieses Merkmal allein entscheidend für eine optimale UV-LED-Härtung. Beschäftigen wir uns nun etwas genauer damit, wie eine unüblich hohe UV-Bestrahlungsstärke erreicht wird und ob eine solch hohe Strahlung tatsächlich für einen erfolgreichen Härtingsprozess hilfreich ist.

Auswirkung der Pulsweitenmodulation (PWM) auf die Spitzenstrahlung

Mithilfe von Pulsweitenmodulationstechniken (PWM) lässt sich mit LED-Lampen ein intensiveres UV-Licht erzeugen. Bei diesen mittels PWM erreichten höheren UV-Bestrahlungsstärken müssen jedoch oftmals Kompromisse im Hinblick auf Energiedichte und Produktlebensdauer eingegangen werden.

Die Pulsweitenmodulation (PWM) ist ein Verfahren, bei dem die durch ein elektrisches Signal gelieferte Energiemenge angepasst wird. Dazu wird der Stromfluss in eine Reihe von diskreten Impulsen umgewandelt. Anders ausgedrückt: Bei der PWM wird durch kurzzeitiges Unterbrechen des Stroms ein Ein-Aus-Ein-Aus-Muster erzeugt, das die Spannungen zwischen vollständig eingeschaltet und vollständig ausgeschaltet simuliert, indem es die Zeitspanne, während der das Signal "eingeschaltet" ist (Spannungsimpuls), im Verhältnis zur Zeitspanne, während der es "ausgeschaltet" ist (Spannungspause), verändert.

“ Ohne eine ausreichende UV-Dosis ist die Härtung unvollständig oder fehlerhaft, was zu suboptimalen Resultaten, geringeren Ausbeuten und mehr Ausschuss führt. ”

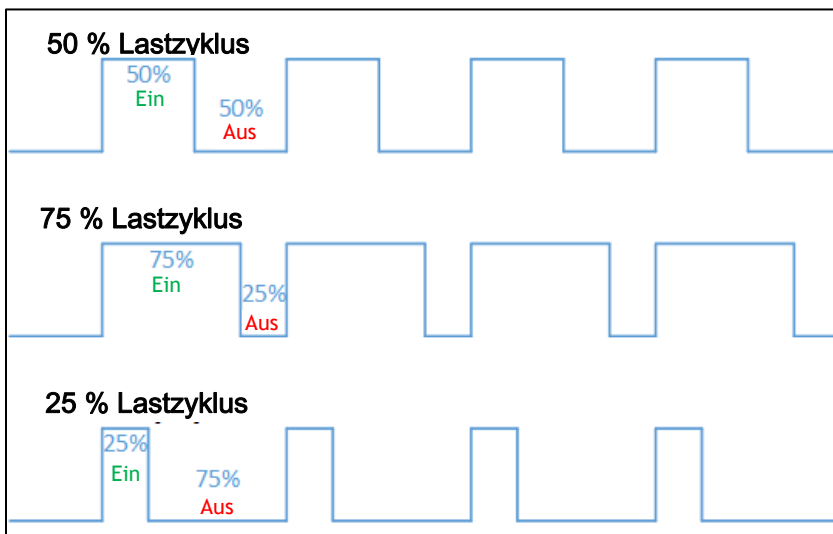


Abbildung 1. PWM-Verfahren unterteilen den elektrischen Strom in eine Reihe von Ein-Aus-Sequenzen (Mit freundlicher Genehmigung von Thewrightstuff, Wikipedia)

Kein UV-LED-System gleicht dem anderen



Wenn die Pulsweitenmodulation in einem LED-Beleuchtungssystem eingesetzt wird, schaltet sich die Stromversorgung der Lichtquelle sehr schnell ein und aus. In der Regel erfolgt dies so schnell, dass die Intervalle für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind.

Hierbei handelt es sich um eine der Methoden, die zum "Dimmen" von LED-Lampen in Haushalten eingesetzt werden: Da sich der Lastzyklus verkürzt, scheint das LED-Licht gedimmt zu werden. Tatsächlich gibt die LED während dieser Zeit weniger Licht ab, weil die Lampe häufiger aus- als eingeschaltet ist.

PWM wird in UV-LED-Härtungslösungen eingesetzt, um zwei wesentliche Ergebnisse zu erzielen. So kann die Pulsweitenmodulation genutzt werden, um UV-LED-Arrays zu kühlen, da beim Ein- und Ausschalten der Lampen die von den Lampen erzeugte Gesamtwärme durch das kurzzeitige Ausschalten verringert wird.

Außerdem kann die Pulsweitenmodulation eingesetzt werden, um die Lichtintensität von LED-Lampen über die Nennleistung hinaus zu verstärken. Wie weiter oben bereits erwähnt, sind die Spitzenstrahlungswerte eines Systems eine entscheidende Messgröße zur Beurteilung der Leistung einer UV-LED-Härtungslösung. Wird den LEDs mehr Energie zugeführt, lässt sich dadurch eine höhere Bestrahlungsstärke erzielen. Allerdings erzeugen die Lampen auf diese Weise auch mehr Wärme, wodurch sich die Lebensdauer der LED-Dioden reduziert.

Zudem verringert die Pulsweitenmodulation die Energiedosis. Um eine optimale UV-Härtung zu erzielen, muss die beschichtete Oberfläche einer ausreichenden Dosis an UV-Energie ausgesetzt sein. Wenn die Lichtquelle für die UV-Dosis aber periodisch ausgeschaltet ist und keine UV-Energie abgibt, dann nimmt die Oberfläche möglicherweise nicht genug UV-Strahlungsdichte auf, um korrekt auszuhärten - und das trotz der erhöhten Bestrahlungsstärke.

Ohne eine ausreichende UV-Dosis ist die Härtung unvollständig oder fehlerhaft, was zu suboptimalen Resultaten, geringeren Ausbeuten und mehr Ausschuss führt.

Im Allgemeinen werden UV-LED-Lampen zur Härtung von Druckfarben im Flexodruck verwendet, weil UV-LEDs die Druckfarben sehr effizient trocknen, während die Druckmaschinen mit hohen Geschwindigkeiten arbeiten. Wenn jedoch ein bedrucktes Medium eine PWM-basierte Lampe genau zu dem Zeitpunkt passiert, an dem die Lampe ausgeschaltet ist, dann weist dieses Medium beim Verlassen der Druckmaschine Bereiche auf seiner Oberfläche auf, die nicht gehärtet wurden.

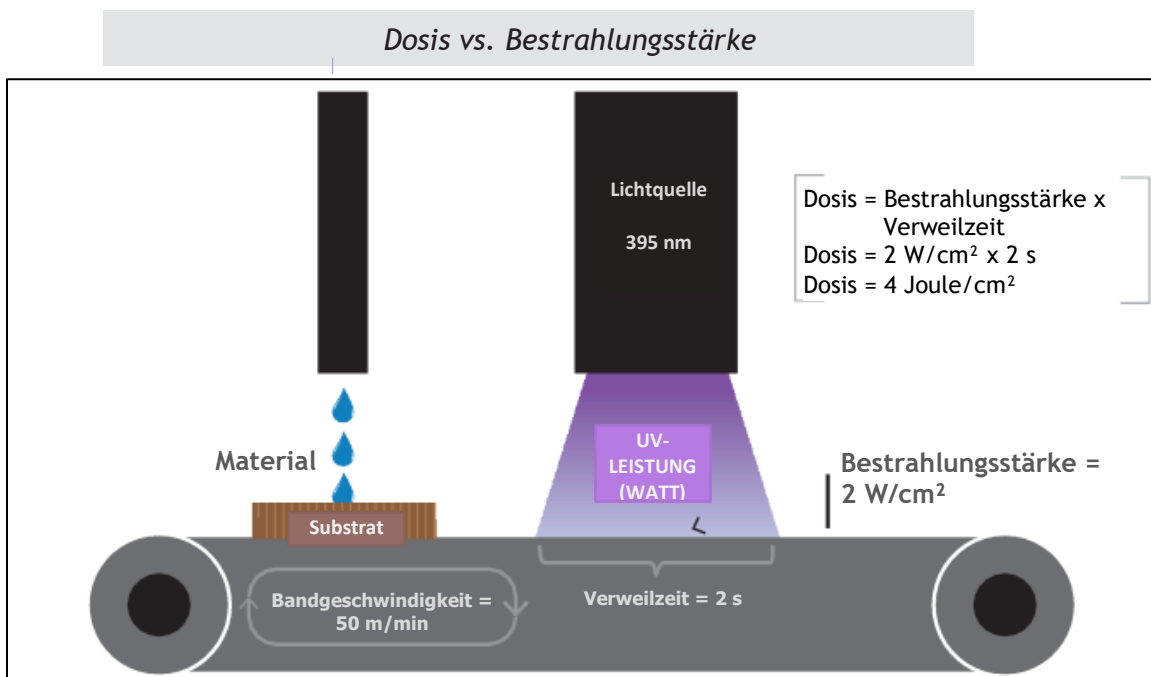


Abbildung 2. Auf schnell arbeitenden Druckmaschinen muss die für eine vollständige UV-Härtung erforderliche UV-Dosis innerhalb von Bruchteilen von Sekunden bereitgestellt werden. Wenn mit PWM-basierten Lampen eine vollständige Härtung erreicht werden soll, muss die Bandgeschwindigkeit (und damit der Durchsatz) entsprechend verringert werden.

Kein UV-LED-System gleicht dem anderen



Produktlebensdauer

Zwei Hauptfaktoren, die sich auf die Lebensdauer von LEDs auswirken, sind die Temperatur und der Strom, die mit der Pulsweitenmodulation verbunden sind. Da die LEDs Elektrizität in Licht umwandeln, wird im p-n-Übergang Wärme erzeugt, die als Sperrschichttemperatur bezeichnet wird. Damit eine LED-Diode eine maximale Lebensdauer erreicht, muss die Sperrschichttemperatur jederzeit innerhalb eines sicheren Betriebsbereichs liegen.

Beeinflusst man LEDs entsprechend, damit sie eine höhere Spitzenstrahlung liefern, beeinträchtigt dies ihre Lebensdauer, denn LEDs unter Betriebsbedingungen zu betreiben, die außerhalb ihrer Spezifikation liegen, kann zu einem verfrühten Ausfall der LEDs führen. Einige Lampenlieferanten erzielen die angegebene hohe Bestrahlungsstärke, indem sie ihre Dioden überlasten. Zwar mag dies für kurze Zeit die Lichtabgabe steigern, allerdings verkürzt sich die Lebensdauer der LED, wenn sie über einen längeren Zeitraum mit dieser Bestrahlungsstärke verwendet wird - selbst wenn eine effiziente Kühlung vorhanden sein sollte. Für den Kunden jedoch wird dieser Fehler leider erst sichtbar, nachdem er das minderwertige Produkt erworben hat und bei der Härtung seiner Produkte auf Probleme gestoßen ist.

Der Phoseon-Vorteil

Wenn UV-LED-Lichtenergie zum Härten von Druckfarben, Beschichtungen und Klebstoffen auf einem beliebigen Material - von Papier bis zu Möbeln - verwendet wird oder in medizinischen Anwendungen eine tief eindringende UV-Bestrahlungsstärke zur Desinfektion und Dekontamination erforderlich ist, dann ist es von entscheidender Bedeutung, über eine konsistente LED-Leistung von hoher Qualität zu verfügen. Als weltweit führender Anbieter im Bereich der industriellen UV-LED-Härtung liefert Phoseon robuste, hochleistungsfähige Produkte für zahlreiche anwendungsspezifische Lösungen.

Die UV-LED-Härtungslösungen von Phoseon sind darauf ausgelegt, eine zuverlässige, lineare Energie bei gleichbleibender UV-Leistung bereitzustellen, und zwar ganz ohne Einsatz von PWM-Techniken, die die Lampen zu einer extrem hohen Bestrahlungsstärke anregen, die nicht aufrechtzuerhalten ist. Die UV-LEDs von Phoseon liefern mit ihrem konstanten Strom ein konsistentes, aber in hohem Maße kontrollierbares UV-Licht, das die optimale Energiemenge bereitstellt, um die richtige UV-LED-Härtungsleistung in einer Vielzahl von Anwendungen zu erreichen. Phoseon nutzt patentierte Verfahren zum Wärmemanagement - so u. a. luft- oder flüssigkeitsgekühlte Kühlkörper -, mit denen überschüssige Wärme aus dem System geleitet und eine konstante Betriebstemperatur erzielt wird, bei der die Dioden über ihre gesamte Lebensdauer hinweg ihre Maximalleistung erzielen.

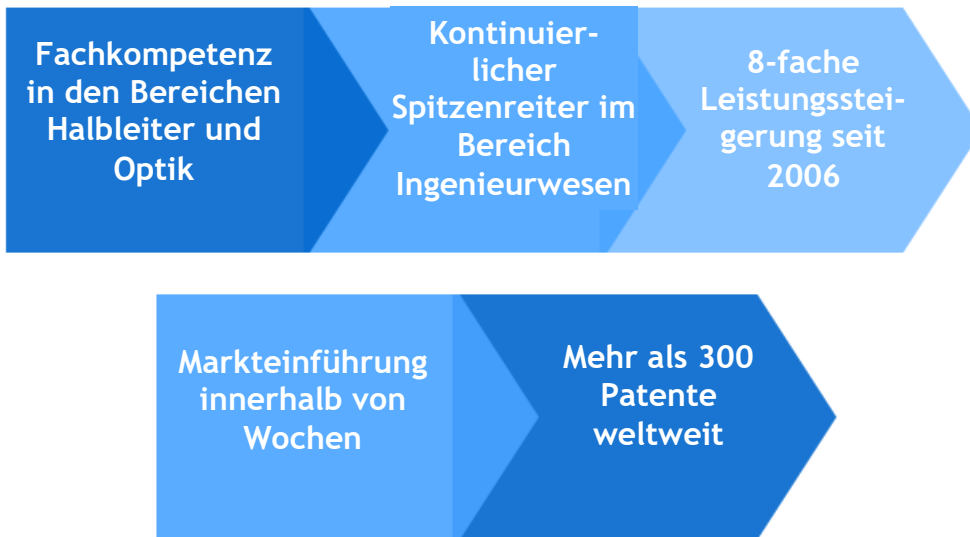
Das Herz unseres Unternehmens wird durch ein Hauseigene Abteilung die den Gütegrade der LEDs und Bauteilen ständig überwacht gebildet. Dieses Team von Ingenieuren widmet ein spezielles Augenmerk auf die Langzeit Betriebszuverlässigkeit unserer Produkte. Mit mehr als 300 Patenten und Marken weltweit steht der Name Phoseon für technische Innovation, Qualität und Zuverlässigkeit. Unsere Kunden profitieren von einem sorgfältigen und bewährten Produktentwicklungszyklus, der hochmoderne Analyse sowie hochintensive erschwerte Lebensdauer Kurzzeitprüfung (Highly Accelerated Life Testing, HALT) umfasst, um auch in rauen und instabilen Betriebsumgebungen konsistente Prozesse zu gewährleisten. Darüber hinaus bewähren sich unsere Lichtquellen seit vielen Jahren in der Praxis, wo sie unter realen Bedingungen getestet werden. Unsere Lampe mit der bisher längsten Lebensdauer war mehr als 70.000 Stunden (8 Jahre!) konstant in Betrieb.

Phoseon montiert seine marktführenden Systeme in einer halbleiterbasierten Reinraumumgebung. Darüber hinaus werden bei Phoseon Fertigungsingenieure eng in das Design neuer Produkte einbezogen und zwar während des gesamten Prozesses, d. h. von der Entwicklung des neuen Produktes über die Erstproduktion bis hin zur nachhaltigen Implementierung. Zudem nutzt Phoseon während des Fertigungsprozesses Automatisierung,

Kein UV-LED-System gleicht dem anderen



Einbrennverfahren und statistische Qualitätskontrolle (SQC). Des Weiteren wird hoher Wert auf Qualität, Kapazität und Redundanz der Lieferkette gelegt, um einen kontinuierlichen Produktstrom zu gewährleisten.



Zwar mag es angesichts all der zu berücksichtigenden Variablen kompliziert erscheinen, die richtige UV-LED-Härtungstechnologie zu finden, um die benötigte Spitzenstrahlung und Energiedichte für Ihre spezifische Härtingsanwendung zu erzielen, doch Phoseon verfügt über jahrzehntelange Erfahrung, was die Auswahl und Anpassung von UV-Härtungslösungen an die spezifischen Anforderungen der verschiedenen Anwendungen anbelangt. Zudem bietet Phoseon das umfangreichste Produktportfolio, das auf dem Markt zu finden ist - mit verschiedenen maximalen Spitzenstrahlungen und Energiedichten, sodass sich selbst für anspruchsvollste Härtinganwendungen die passende Lösung finden lässt.



Kein UV-LED-System gleicht dem anderen

Autor

Joe Becker, Product Marketing Engineer, Phoseon Technology

Für weitere Informationen zu den Produkten und Services von Phoseon Technology wenden Sie sich bitte an: Joe Becker, joe.becker@phoseon.com



Über Phoseon Technology

Seit 2002 ist Phoseon Technology weltweit führend beim Einsatz von LED-Technologie für die Life-Sciences-Industrie und industrielle Härtungsanwendungen und leistet auf diesem Gebiet Pionierarbeit. Phoseon bietet innovative, hochtechnisierte, patentierte LED-Lösungen. Das Unternehmen konzentriert sich ausschließlich auf die LED-Technologie und bietet weltweiten Support.

KONTAKT

Weitere Informationen zu der Produkt-Suite von Phoseon Technology finden Sie unter <http://www.phoseon.com/> . Alternativ können Sie uns auch anrufen: **+1 (503) 439-6446**

Copyright © 2019 Phoseon Technology. Alle Rechte vorbehalten

Die hier enthaltenen Informationen stammen aus Quellen, die Phoseon Technology als zuverlässig erachtet. Das Risiko, dass diese Quellen menschlichen oder technischen Fehlern unterliegen, kann jedoch nie ganz ausgeschlossen werden; aus diesem Grund gibt Phoseon Technology keine Garantie hinsichtlich der Genauigkeit, Zweckdienlichkeit oder Vollständigkeit dieser Informationen ab und ist nicht haftbar für Fehler oder Auslassungen oder für die Resultate, die sich aus der Nutzung dieser Informationen ergeben.

Dieses Material ist Eigentum von Phoseon Technology oder wurde für Phoseon Technology lizenziert.

Genehmigung durch Phoseon Technology reproduziert, übertragen, exzerpiert, weitergegeben oder mit anderen Informationen zusammengeführt werden. Der Benutzer dieses Materials darf keinen Teil daraus bearbeiten, modifizieren oder verändern. Anträge auf Verwendung dieses Materials können schriftlich an www.phoseon.com/contact gerichtet werden. Alle Textstellen, die aus dieser Publikation zitiert werden, sind ordnungsgemäß als Zitate auszuweisen, wobei als Quellennachweis der Artikel von Phoseon Technology "UV Power or Irradiance? Understanding the Difference and Why Both Matter", © 2018 Phoseon Technology, anzugeben ist. Alle Rechte vorbehalten.