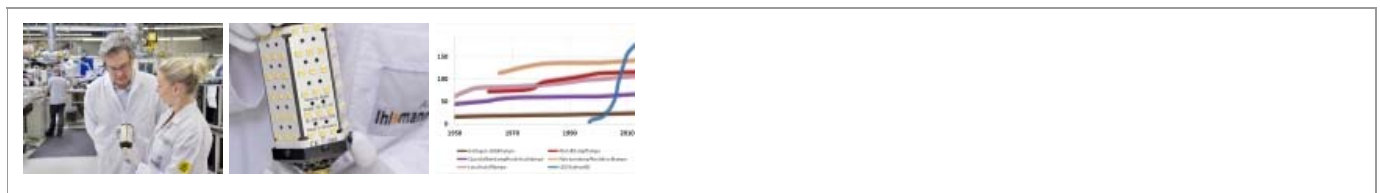


LED-Beleuchtungen mit der richtigen Bestückung fertigen

Fachartikel von Martin Ortgies

Die Straßenbeleuchtung in deutschen Kommunen ist häufig völlig veraltet und verursacht durch ihre geringe Energieeffizienz sehr hohe Kosten. Der Handlungsbedarf ist groß, denn nach einer EU-Richtlinie dürfen veraltete Leuchtmittel ab 2015 nicht mehr vertrieben werden. Umfassendes Fertigungs-Know-how ist dabei unabdingbar.



In Deutschland werden immer noch bis zu 40 Prozent aller Straßenleuchten mit Quecksilberdampf lampen (HQL) betrieben. Diese dürfen aufgrund der Ökodesign-Richtlinien 2009/125/EG der Europäischen Kommission ab dem Jahr 2015 nicht mehr vertrieben werden, Natriumdampf-Plug-In (NAV) ab 2017 nicht mehr. Eine aktuelle Praxisstudie bescheinigt der modernen LED-Technologie, für Kommunen eine ausgereifte und deutlich günstigere Alternative gegenüber konventionellen Lichtquellen zu sein. Dabei konnte LED-Technik aus Deutschland bereits zahlreiche Kommunen überzeugen.

Wenn Kommunen ihre Straßenleuchten mit der modernen LED-Technologie ausrüsten, können sie bis zu 70 Prozent an Energiekosten einsparen. Trotzdem nutzen erst wenige Kommunen diese Einsparungsmöglichkeit, weil es noch Vorbehalte gegen die LED-Technik und ihre Einsetzbarkeit gibt. Völlig zu Unrecht, wie die TU Darmstadt für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) jetzt ermittelt hat: Die LED-Beleuchtung stellt eine technologisch ausgereifte Alternative zu konventionellen Leuchtmitteln dar und ist für kommunale Anwendungen sehr gut geeignet (Quelle: Kommunen in neuem Licht – Praxiserfahrungen zur LED in der kommunalen Beleuchtung, BMBF 2013).

Keine zusätzlichen Investitionen

Die LED-Beleuchtungstechnik kombiniert Ressourcenschonung, Umweltverträglichkeit und Nutzerkomfort auf einzigartige Weise. So verwundert es nicht, dass LED-Systeme zur Allgemeinbeleuchtung zum Beispiel in Gebäuden, als Straßenbeleuchtung, als Hintergrundbeleuchtung von Bildschirmen und in Fahrzeugen immer häufiger eingesetzt werden. Dennoch befürchteten viele Kommunen bisher die hohen Anfangsinvestitionen für Straßenleuchten mit LED-Technologie. Fabio Tinagli, Geschäftsführer von Helecta, gibt hier Entwarnung. Sein Unternehmen ist auf die Beratung, Entwicklung, Herstellung und den Vertrieb von innovativen und nachhaltigen LED-Produkten insbesondere für die öffentliche Straßenbeleuchtung spezialisiert. „Vielen Kunden können wir eine sogenannte LED-Retrofit-Lösung anstelle komplett neuer LED-Leuchten empfehlen“, erklärt er. Retrofit bezeichnet die Modernisierung vorhandener Straßenleuchten durch den sehr einfachen Austausch der Leuchtmittel mit modernen LEDs. „Durch den Retrofit-Ansatz entfällt eine Umrüstung der vorhandenen Lampen und die Anschaffungskosten betragen auch gegenüber einer billigen LED-Leuchte aus China nur rund 25 Prozent. Die Amortisationszeit ist in der Regel geringer als zwei Jahre und wir erreichen mit dieser Technik sogar eine Energieeinsparung von bis zu 70 Prozent. Das hat inzwischen viele Gemeinden überzeugt“, berichtet der LED-Praktiker.

Helecta hatte als Ing. Büro für Lichtberatung angefangen und Kommunen beim Einsatz der LED-Technik beraten. „LED-Lampen kommen überwiegend aus China, auch wenn ein deutsches Etikett aufgeklebt wird. Hier hatten wir von Anfang an Probleme mit einer konstanten Qualität. Sie schwankte von Lieferung zu Lieferung und wir konnten nicht sicher sein, dass die vereinbarten Komponenten auch tatsächlich verbaut wurden. Deshalb haben wir uns entschlossen, die Produktion von China nach Deutschland zu holen“, begründet Fabio Tinagli seine Entscheidung.

Seine größte Kritik an vielen LED-Produkten richtet sich gegen das falsche Temperaturmanagement und die Auswahl billiger Komponenten. Wenn die LEDs zu heiß werden, sinke die Lebensdauer rapide. Das sei auf eine falsche Konstruktion zurückzuführen und einen Betrieb nahe am Leistungslimit. Seine Strategie ist dagegen auf eine langlebige Auslegung mit einer höherwertigen Produktion ausgerichtet. „Das hat sich schnell herumgesprochen. Wir liefern nicht nur an deutsche Kommunen, sondern sind auch gelistet am schwedischen Königshof und aktuell in einem Projekt in Stockholm aktiv“, weiß Fabio Tinagli zu berichten.

Herausforderungen bei der LED-Verarbe

Für eine qualitativ sehr hochwertige Elektronikfertigung sorgt der Fertigungspartner Ihlemann aus Braunschweig. „Das Ergebnis spricht für sich. Die Ausfallrate ist um 95 Prozent geringer und bewegt sich im Promillebereich. Trotz der hochwertigen Komponenten und der teureren Produktion in Deutschland sparen die Kommunen durch den geringen Ersatzbedarf unterm Strich viel Geld“, bestätigt Fabio Tinagli.

Die Produktion von LED-Leuchten in Deutschland ist eher die Ausnahme. Mit einer immer größeren Leuchtstärke auf einer immer kleineren Fläche ist das Wärmemanagement eine der größten Herausforderungen bei der Fertigung. Die ausreichende Ableitung der Wärme ist entscheidend für die Farbstabilität und hohe Lebensdauer der LEDs. Deshalb haben sich Leiterplatten mit einem elektrisch isolierten Metallkern vor allem aus Aluminium als sehr guter Wärmeableiter etabliert. Auf dem Aluminiumkern befindet sich ein Isolationsschutz und darauf Leiterbahnen aus Kupfer. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften des Materials gegenüber Standard-FR4-Leiterkarten aus Epoxidharz sind bei der Verarbeitung in der Elektronikfertigung einige Besonderheiten zu berücksichtigen.

Beim Schablonendruck und der Steuerung des Pastenauftrags gelten noch vergleichbare Anforderungen. Die Größe des Pastendepots muss stimmen, damit die Anschlüsse unter den Bauteilen nicht zu viel (Brückenbildung) oder zu wenig Paste erhalten (keine ausreichende Verbindung). „Mithilfe der 3D Solder Paste Inspection (SPI) können wir den Pastendruck auf der Leiterplatte sehr genau kontrollieren“, berichtet Bernd Richter, Vorstand von Ihlemann. Die 3D-Technologie bringt den Vorteil der zusätzlichen Flächenerkennung. Dadurch lassen sich neben der Position auch die Form eines Pads, die Höhe und das Volumen exakt vermessen. Durch den Einsatz von Kameras mit einer hohen Auflösung von 20 µm (XY) respektive 0,37 µm (Z) ist eine Messgenauigkeit von 2 µm erreichbar. Dadurch ist es möglich, auch kleinste Abweichungen im Pastenauftrag sicher zu erkennen.

LEDs richtig bestücken

Eine größere Herausforderung ist die große Formenvielfalt bei den Leuchtdioden. Sie reichen von bedrahteten LEDs über SMT- bis hin zu hexagonalen und oktogonalen Bauformen. Um bei der Bestückung ein Verrutschen zu verhindern, müssen diese unterschiedlichen Typen sicher gegriffen und platziert werden können. Dafür ist eine Vielzahl unterschiedlicher Bestückpipetten erforderlich. Beim Lötprozess werden die Materialunterschiede besonders deutlich. Für ein qualitätsgerechtes Lötbild muss die Leiterplatte gleichmäßig erwärmt und anschließend wieder gleichmäßig abgekühlt werden. Dafür kommt eine Reflow-Lötanlage mit einer guten Wärmeübertragung zum Einsatz. Leiterplatten aus FR4-Material reagieren auf einen uneinheitlichen Wärmeprozess weniger empfindlich, weil das Material der Einbringungswärme weniger Widerstand bietet. Leiterplatten aus Metall brauchen dagegen deutlich länger zur Durchwärmung. Bei einer zu schnellen Abkühlung können beispielsweise unterschiedliche Temperaturen bei Bauteilen und Platte zu Spannungen an den Lötstellen führen. Für einen gleichmäßigen Temperierungsprozess ist deshalb eine gute Durchströmung im Konvektionsofen notwendig.

Bei der anschließenden Prüfung in AOI-Systemen können Leiterplatten aus Metall häufiger zu Problemen führen. Hier macht der verwendete weiße Lötstopplack das Erkennen silbrig glänzender Passermarken schwierig. Das gleiche Problem stellt sich bei der Auswertung von Lötstellen nach IPC-610. Bei Ihlemann gibt es hier gute Erfahrungen mit einer RGB-Beleuchtung der AOI-Technik, die die Leiterplatten aus verschiedenen Richtungen mit unterschiedlichen Farben ausleuchtet. Schließlich wird in abschließenden Funktionstests nochmals die Beschaltung der Leuchtdioden geprüft.

Qualität und Flexibilität in der LED-Fertigung

Ihlemann konnte bei der Fertigung von LED-Baugruppen trotz der erhöhten Anforderungen eine äußerst geringe Fehlerquote erreichen. Von Vorteil ist hier die Fertigung nach dem Prinzip eines möglichst reibungslosen Produktionsflusses (One-Piece-Flow). Traditionell sind die einzelnen Fertigungsschritte zeitlich und räumlich getrennt. Bestücken, löten, testen, montieren usw. werden jeweils im Block für alle Boards des kompletten Loses abgearbeitet, mit mehr oder wenigen großen zeitlichen Abständen zwischen den Schritten. Wird oft erst nach Wochen im abschließenden Funktionstest ein Fehler gefunden, muss das komplette Los zeitaufwendig repariert werden.

Bei Ihlemann erfolgen alle Fertigungsschritte jedes einzelnen Boards in einer Fertigungszelle direkt hintereinander. Der Vorteil: Die Durchlaufzeiten sinken und ein Fehler wird bereits nach der Produktion weniger Boards erkannt. Alle weiteren Boards eines Fertigungsloses können dann fehlerfrei durchlaufen. Durch seine größere Flexibilität und höhere Anpassungsfähigkeit ist dieses Fertigungsprinzip auch ideal für die hohe Innovationsrate der LED-Lichttechnik.

Im neuen Licht

Durch den Umstieg auf moderne LED lässt sich in allen kommunalen Anwendungsbereichen eine Energieeinsparung von mindestens 50 Prozent realisieren. Mit der LED wird die Qualität der Beleuchtung signifikant verbessert. Unabhängig vom Altzustand lässt sich in allen Anwendungssituationen eine normgerechte Beleuchtung realisieren. Wesentlich dabei ist ein umfassendes Fertigungs-Know-how, um die Vorteile der LED bestmöglich ausschöpfen zu können.