



Sergey Kudaev



Bernd Höfer



Andreas Bräuer



Jürgen Klaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 2K Moxa Lighting

Die Einsparung von Energie rückt immer mehr ins Blickfeld der öffentlichen Wahrnehmung. Photonik und Optoelektronik haben das Potenzial, in verschiedenen Anwendungsbereichen Lösungen für die sogenannte »Grüne Revolution« anzubieten. Bis zu 25 % des weltweiten Energieverbrauchs wird heute allein für Beleuchtungszwecke im Außenbereich verbraucht. Abhilfe kann der Einsatz moderner Hochleistungs-LEDs schaffen, deren sogenannte »efficacy« (Effizienz der Konversion von elektrischem Strom in Licht) die der meisten konventionellen Lichtquellen übersteigt. Der Einsatz hocheffizienter Festkörperlichtquellen führt nicht nur zu bemerkenswerten Einsparungen im Energieverbrauch, vielmehr werden sie auch die insbesondere bezüglich der Entsorgung sehr teuren Quecksilberdampf Lampen ersetzen. Ein weiterer Vorteil ist die größere Farbtiefe im Vergleich mit den gelben Natrium-Dampf Lampen. Die extrem lange Lebensdauer von Halbleiterlichtquellen kann die relativ hohen Installationskosten kompensieren, so dass die gesamten Betriebskosten inklusive der Wartungsgebühren das Niveau konventioneller Lichtquellen nicht übersteigen. Diese Anforderungen an eine »Grüne Beleuchtung« und die Vermeidung von sogenanntem Lichtsmog, das heißt das Licht nur dahin zu leiten, wo es auch gebraucht wird, sind nur durch die Entwicklung von entsprechenden Optiken zu erfüllen.

Der für Außenbeleuchtungen geforderte Lichtfluss kann durch Verwendung von Vielfach-LEDs oder LED-Modulen erreicht werden. Der hier realisierte Ansatz ist es, die LEDs über die gesamte Lichtaustrittsfläche zu verteilen und jeweils mit einem Reflektor zu versehen (Abb. 1). Dieses Prinzip vereinfacht das Wärmemanagement und führt zu sehr geringen Bauhöhen der Optik. Nur so kann ein planares Lampendesign verwirklicht werden. Jeder Kanal (LED-Modul plus Reflektor) beleuchtet die gesamte auszuleuchtende Fläche. Eine auch hohen Sicherheitsanforderungen genügende Ausleuchtung kann mit derartigen Optiken durch geeignete elektrische Schaltungen realisiert werden: Die gesamte zu beleuchtende Fläche bleibt beleuchtet, auch bei möglichem Ausfall einzelner LEDs, außerdem sind die Möglichkeiten für das Lampendesign mit einer ebenen Lichtaustrittsfläche und mit einer flach bauenden Optik sehr vielfältig.

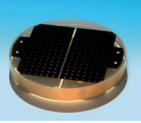
Die Herausforderung im Design dieser Reflektoren besteht in der Umverteilung des Lichts eines Lambertstrahlers dergestalt, dass die große zu beleuchtende Fläche (40 m x 11 m) bei 8 m Lampenhöhe gleichmäßig ausgeleuchtet wird und kein Licht außerhalb dieser Fläche auftritt. Spitzen der Lichtverteilung treten unter einem Winkel von 70° auf, Fahrzeugführer werden aber nicht geblendet. In der Fläche zwischen zwei benachbarten Laternen gibt es einen allmählichen Überlapp, wodurch die Positionierungstoleranzen kompensiert werden (Abb. 2). Flaches Schutzglas mit Antireflexbeschichtung sichert eine maximale Transmission.

Die entwickelte Leuchte (Abb. 3) hat eine Transmission von 90 % für das LED-Licht. Mehr als 80 % dieses Lichts beleuchtet die vorgeschriebene Fläche auf der Straße (inkl. der Fußwege).

Abb. 1:  
Mehrkanalige Optik.

Fig. 1:  
Multichannel optics.





As the global community increasingly recognizes the importance of energy conservation, thinking “green”, the photonics and optoelectronics is gearing up to provide many of the solutions that will enable the “Green Revolution”. Up to 25 % of global energy consumption is utilized for outdoor lighting alone. Modern high-power LEDs show efficacy (efficiency of the electrical current to light conversion), exceeding some types of conventional light sources. Highly efficient solid-state lighting can provide not only remarkable savings in energy consumption but also replace mercury vapor lamps, causing extremely high recycling costs. An additional benefit are the higher color rendering properties (compared with yellow-dominated sodium lamps). A very long lifetime of semiconductor light sources can compensate the relatively high installation costs so, that total cost of ownership (including maintenance) stays at the level of conventional light sources. These requirements for “Green lighting”, together with prevention of the “Light smog”, i.e. delivering light only where it is needed – is impossible to realize without specially developed optics.

The light flux required for outdoor lighting can be achieved by use of multiple LEDs (or LED modules). Our approach is to distribute the LEDs over the whole emitting area of the lamp and provide a reflector for each LED module (Fig. 1). This simplifies thermal management and ensures the smallest optics height. A planar lamp design can only be realized in this way. Each channel (LED module + reflector) illuminates

the whole designated area. Illumination which meets even high safety demands can be realized with such optics by proper choice of the electrical circuitry: the whole area will stay illuminated even if some of the LEDs are worn out or even broken. And the freedom for exterior design of the lamp with flat output surface and thin optics is almost infinite

The challenge of the design of such a reflector is to redistribute the light of a Lambertian source in such a way that the huge area (40 m x 11 m by 8 m lamp height) is uniformly illuminated and no light falls outside this area.

Peaks of this distribution are at 70° from the axis, but the lamp does not glare the driver. In the area between two neighboring lanterns, the light should overlap smoothly to compensate the positioning tolerances (Fig. 2). Flat protective glass has anti-reflection coating to ensure maximum transmission.

The developed lamp (Fig. 3) transfers about 90 % of the LED light, and more than 80 % of this light is distributed over the roadway (including sidewalks).

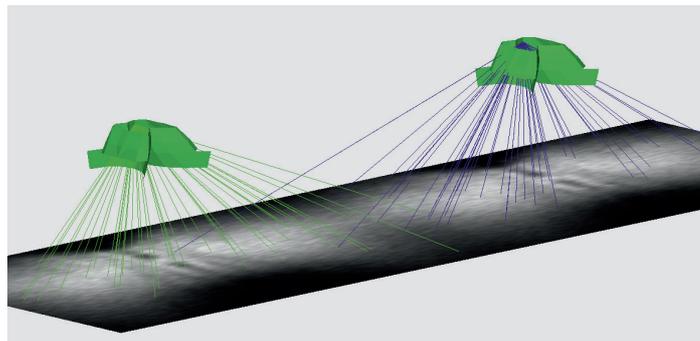


Abb. 2:  
Design der  
Ausleuchtung  
der Straße.

Fig. 2:  
Design of the roadway  
illumination.



Abb. 3:  
Prototyp einer  
LED-Straßenleuchte.

Fig. 3:  
LED street lighting  
prototype.