

HINTERGRUNDINFORMATION

27. Februar 2015 || Seite 1 | 3

Effizientere Beleuchtung

Die UNO hat 2015 als »Jahr des Lichts« ausgerufen. Einer der Schwerpunkte liegt auf einer sparsameren und damit klimafreundlicheren Beleuchtung. Fraunhofer-Forscher geben wichtige Impulse: Sie entwickeln hocheffiziente Leuchtdioden und innovative OLEDs.

Rund ein Viertel des weltweiten Stromverbrauchs wird dazu verwendet, um Büros, Wohnzimmer und Straßen zu beleuchten. Allerdings brennt in den meisten Lampen nach wie vor eine Glühbirne. Deren Nachteil: Sie wandelt nur fünf Prozent des Stroms in Licht um, der Rest verpufft als Wärme. Deshalb ist ihr Verkauf in der EU heute weitgehend verboten. Energiesparlampen – technisch gesehen Leuchtstofflampen im Miniformat – sind zwar um einiges effizienter, enthalten jedoch giftiges Quecksilber.

Deshalb wird eine andere Technik immer wichtiger – die Leuchtdiode. Sie basiert auf einem kleinen Elektronikchip. Schickt man Strom durch ihn hindurch, werden die Elektronen darin energetisch angeregt und geben diese Energie gleich darauf als Licht wieder ab. Die Effizienz dieses Prozesses ist erstaunlich: Die derzeit besten LEDs haben einen Wirkungsgrad von 75 Prozent, setzen also drei Viertel des Stroms in Licht um. Ein weiteres Plus: Eine Leuchtdiode hält bis zu 30.000 Stunden – 300mal länger als eine Glühbirne und dreimal länger als eine Energiesparlampe. Diese Vorteile würdigte man auch in Stockholm: 2014 ging der Physik-Nobelpreis an drei japanische Experten, die Anfang der 90er Jahre die LED-Technik maßgeblich vorangebracht hatten.

Auch Fraunhofer-Forscher legten wichtige Grundlagen für die Beleuchtung der Zukunft. Lange gab es nur einfarbige LEDs – zunächst in rot, grün und gelb, später auch in blau. Lampen jedoch sollen in der Regel weiß erstrahlen. 1995 gelang es Experten des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg, blaues LED-Licht in weißes zu verwandeln: Sie lassen das Licht der blauen LED auf eine gelbe Leuchtstoffschicht treffen. Als Ergebnis mischen sich beide Farben zu weiß. Diese »Lumineszenz-Konversions-LED« findet sich heute in Lampen, Autoscheinwerfern und Bildschirmen.

Um das Jahr 2005 konnten Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena, die Effizienz von LED-Beleuchtungsmodulen deutlich steigern. Die Firma Osram Opto Semiconductors hatte es geschafft, eine spiegelnde Metallschicht ins Innere einer LED einzubauen. Der winzige Spiegel hilft, das Licht gezielt in Richtung der Chipoberfläche auszukoppeln. Eine bei Fraunhofer IOF entwickelte Optik aus hochtransparentem Kunststoff sammelt und bündelt das von der



LED abgestrahlte Licht. Anschließend optimiert ein Mikrolinsen-Array den Lichtstrahl für die gewünschte Anwendung. Durch die IOF-Optiken geht weniger Licht verloren, die LED gewinnt an Effizienz. 2007 erhielten die Fraunhofer-Forscher gemeinsam mit den Osram-Ingenieuren den Deutschen Zukunftspreis des Bundespräsidenten.

27. Februar 2015 || Seite 2 | 3

Auch heute wird die Technik stetig verbessert. So haben Experten von Fraunhofer IAF den Prototypen eines merklich effizienteren LED-Treibers entwickelt. Da Leuchtdioden mit Gleichstrom laufen, benötigen sie eine Schaltung, die den 50-Hertz-Wechselstrom aus dem Netz in einen konstanten Gleichstrom von niedriger Spannung umwandelt. Bislang besteht dieser Treiber aus Silizium. Dagegen setzen die IAF-Forscher auf Galliumnitrid (GaN). Bauteile aus diesem Halbleitermaterial funktionieren bei deutlich höheren Strömen, Spannungen und Frequenzen als Siliziumtransistoren. Zudem lassen sie sich kompakter bauen. Die Folge: Mit dem neuen GaN-Treiber können LED-Lampen künftig noch kleiner und leichter gebaut werden, weniger Strom verbrauchen und dennoch heller leuchten als die derzeitigen Leuchtdioden.

Hochinteressant ist die LED-Technik auch für Autoscheinwerfer. Denn Leuchtdioden eignen sich hervorragend für eine adaptive, sich auf die jeweiligen Umstände anpassende Beleuchtung der Straße. Da LEDs sehr klein sind, kann man viele von ihnen zu einem Scheinwerfer zusammenfassen und während des Fahrens individuell ansteuern. Dadurch ist die Fahrbahn stets gut ausgeleuchtet, ohne dass der Gegenverkehr geblendet wird.

Bereits auf dem Markt sind Scheinwerfer, die aus vielen einzelnen LEDs bestehen. Im Gegensatz dazu hat das Verbundprojekt µAFS, an dem neben Osram und Infineon das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin beteiligt ist, einen Prototypen entwickelt: Er enthält 256 Lichtpunkte auf einem einzigen Chip. Jedes dieser Pixel kann einzeln angesteuert werden. Dadurch passt sich der Scheinwerferkegel besonders schnell und präzise auf veränderte Bedingungen an – mit dem Resultat einer für jede Situation maßgeschneiderten Beleuchtung. Damit könnte die neue Technik zum Beispiel ein spezielles Stadt- oder Schlechtwetterlicht ermöglichen, das andere Verkehrsteilnehmer nicht blendet.

Während LEDs bereits den Alltag erobern, steht eine andere Beleuchtungstechnologie noch in den Startblöcken – die organische Leuchtdiode, kurz OLED. Statt aus üblichen Halbleitermaterialien besteht sie aus speziellen Kunststoffmolekülen, die leuchten, sobald man Strom durch sie schickt. OLEDs versprechen eine neue Generation von Lampen – großflächig, biegsam, beliebig geformt und damit perfekt in die Architektur integrierbar. Zum Beispiel ließen sich ganze Wände mit leuchtenden Tapeten versehen oder Fenster mit einer Folie ausrüsten, die tagsüber durchsichtig wäre und abends helles Licht abstrahlen würde.



Zwar sind die ersten OLED-Leuchten schon auf dem Markt – allerdings zu gesalzenen Preisen. Um die Technik auf lange Sicht kostengünstiger zu machen, haben Experten des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam gemeinsam mit einem Maschinenbau-Unternehmen eine neuartige Fertigungsanlage konstruiert. Mit ihr können sie OLEDs relativ preiswert im industrienahen Maßstab entwickeln. Denn statt wie üblich kleine Moleküle im Hochvakuum zu verdampfen zu müssen, werden die organischen Leuchtdioden in Potsdam einfach auf eine Trägerfolie aufgedruckt.

27. Februar 2015 | Seite 3 | 3

Herzstück der Anlage ist ein Roboter, der verschiedene Tintenstrahler ansteuert. Diese drucken die unterschiedlichen Ausgangsstoffe Schicht für Schicht auf das Trägermaterial auf. Mit diesem Prinzip wäre es sogar denkbar, sich eines Tages seine Leuchtelemente selbst auszudrucken, einfach indem man die Tintenpatrone am Drucker austauscht.

Die bisher auf dem Markt erhältlichen OLED-Lampen basieren auf starren Glasträgern. Damit können einen wesentlichen Vorteil der Technologie – Biegsamkeit und Flexibilität – noch gar nicht ausspielen. Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden haben eine Methode entwickelt, organische Leuchtdioden auf sehr dünnem und damit flexiblem Glas aufzubringen. Damit bietet sich die Möglichkeit, OLEDs auf elegante Weise in Beschilderungs- und Beleuchtungssysteme von Gebäuden zu integrieren, insbesondere auf gewölbten Oberflächen.

Um die Herstellung flexibler und formbarer OLEDs noch weiterzutreiben, beteiligt sich das Fraunhofer FEP an »R2D2« einem vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekt. Gemeinsam mit einigen Unternehmen untersuchen die Experten fertigungsnahe Konzepte für die OLED-Massenproduktion. Konkret wollen die Forscher herausarbeiten, welche Vor- und Nachteile eine stückweise Fertigung sowie der so genannte Rolle-Zu-Rolle-Ansatz jeweils zeigen. Die Herausforderungen sind groß: Um sich auf dem Markt durchzusetzen, müssen organische Leuchtdioden nicht nur günstiger und noch flexibler werden, sondern auch in punkto Haltbarkeit und Effizienz zulegen.

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft über 70 Prozent aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien gefördert.

Weitere Ansprechpartnerin

Susan Oxfart | Telefon +49 3641 807-448 | susan.oxfart@iof.fraunhofer.de | Geschäftsstelle Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces | Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF | Jena | www.light-and-surfaces.fraunhofer.de