

Orangeroter Himmel: In die Decke des Zwischengeschosses der Münchner U- und S-Bahnstation Marienplatz sind mehr als 1000 LED-Lichtlinien eingebaut. Die Beleuchtung soll den Raum großzügiger und freundlicher wirken lassen.

Die Welt in anderem Licht

In den kommenden Jahren dürften LEDs herkömmliche Glüh- und Halogenlampen in allen Beleuchtungsbereichen ablösen. Die Leuchtdioden verbrauchen deutlich weniger Energie und können somit erheblich zum Klimaschutz beitragen.

Von Sascha Rentzing

Wissenschaftler sind sich einig: Wer ständig ohne Tageslicht bei monotonem Kunstlicht arbeitet, wird schneller krank. Die Betreiber des Universitätsklinikums der dänischen Stadt Odense blenden das Problem neuerdings im wahrsten Sinne aus. Um die Lichtverhältnisse in den unterirdischen radiologischen Abteilungen zu verbessern, ließen sie ein neues Beleuchtungssystem installieren. Es simuliert das Tageslicht, indem es die Farbe der Beleuchtung dem Tagesrhythmus anpasst. Der Effekt: Das Personal und die Patienten fühlen sich wohler.

Herzstück der neuen Klinikbeleuchtung sind dimmbare LEDs (Light Emitting Diodes), die von einer intelligenten Lichtsteuerung der Firma Wago aus Minden geregelt werden. Sie ist mit dem gewünschten Farbrhythmus programmiert und kommuniziert über die Schnittstelle Dali (Digital Addressable Lighting Interface) mit den Leuchten. Tagsüber gibt die Steuerung eine kühle Farbtemperatur von 5500 Kelvin vor, während abends der Sonnenuntergang simuliert wird – das Licht geht langsam auf 3000 Kelvin zurück, um das Personal auf den Feierabend einzustimmen. Das ist möglich, weil in Odense neueste Automationstechnik zum Einsatz kommt. Das Programm Dali Color ergänzt die Dali-Schnittstelle um Informationen zur Farbe und Farbtemperatur und vereinfacht so die Anwendung von dynamischem Licht. „Wir haben die neuesten Standards bereits in unsere Technik implementiert“, erklärt Wago-Experte Karl-Heinz Sanders.

Das Beispiel Odense zeigt: Hauptsache hell war gestern. Heute müssen Lichtkonzepte in Büros und Fabriken die Energieeffizienz verbessern, das Tageslicht imitieren oder Gebäude stimmungsvoll in Szene setzen. Bei der Straßenbeleuchtung geht es wiederum darum, die Lichtverteilung an sich verändernde Umwelteinflüsse anzupassen, um Energie zu sparen und die Verkehrssicherheit zu erhöhen – die klassische Straßenlaterne, die nur eine Lichtverteilung ermöglicht, hat ausgedient.

Basis der meisten neuen Konzepte sind LEDs, denn sie bieten große Vorteile: Sie verbrauchen nur ein Zehntel der Energie von Glühlampen, die aus einem Watt eine maximale Helligkeit von 15 Lumen erzeugen, während es Leuchtdioden mittlerweile auf 150 Lumen bringen. Außerdem sind sie langlebiger und spenden bis zu 50 000 Stunden Licht, Glühlampen schaffen dagegen selten mehr als 1000 Stunden. Damit haben LEDs enormes Klimaschutzpotenzial. Die Unternehmensberatung McKinsey schätzt deshalb, dass ihr Marktanteil deutlich steigen und 2020 bereits bei 70 Prozent liegen wird.

Hell ohne Strom

Dabei gibt es noch andere Wege zu effizienterem Licht. Für den Einsatz in Bildschirmen oder der großflächigen Raumbelichtung bieten sich organische Leuchtdioden an, die sogenannten Oleds. Sie basieren auf organischen halbleitenden Materialien und lassen sich günstig in Dünnschichttechnik herstellen. Ihr Nachteil ist jedoch, dass sie nicht so effizient sind wie

die anorganischen LED-Halbleiter und empfindlicher gegenüber Luftfeuchtigkeit und Sauerstoff. Um die breite Markteinführung der Oleds zu ermöglichen, müssen daher zunächst geeignete Verkapselungstechniken entwickelt werden, die sie besser vor schädlichen Umwelteinflüssen schützen.

In den Frontpartien von Autos steht dagegen Lasertechnik vor dem Durchbruch. Audi und BMW erzeugen in ihren Oberklassefahrzeugen damit bereits Fernlicht, das doppelt so weit hinausreichen soll wie LED-Lichtstrahlen. Das Laserlicht wird über Tausende bewegliche Mikrospiegel, die auf elektromagnetische Impulse reagieren, so auf die Straße projiziert, dass die Ausleuchtung für den Fahrer stets optimal ist.

Künftig dürften jedoch auch Beleuchtungssysteme eine Rolle spielen, die komplett ohne künstliches Licht auskommen. So hat das belgische Unternehmen Econation ein Gerät namens Lightcatcher entwickelt, das die Beleuchtung in Gebäuden mit Tageslicht ermöglicht. Eine durchsichtige Kunststoffkuppel ist mit Spiegeln ausgestattet, die über einen Sensor immer dem Verlauf der Sonne folgen. Ist es bewölkt, fixieren die Spiegel automatisch den hellsten Punkt am Himmel. Sie leiten das Licht auf eine Streulinse, die es gleichmäßig im Gebäude verteilt. Ein integriertes Solarmodul versorgt den Sensor und die Nachführeinheit mit Strom, sodass keine zusätzliche Stromquelle nötig ist. Laut Econation reicht eine Dachöffnung von 1,6 Quadratmetern aus, um bis zu zehn Stunden lang genügend Licht für eine Grundfläche von ▶

60 bis 120 Quadratmetern bereitzustellen. Unterschreitet die Lichtmenge ein Mindestmaß, wird über den Lightcatcher automatisch das künstliche Licht angeschaltet. Das System sei ressourceneffizient und senke deutlich die Kosten für künstliche Beleuchtung, erklärt Econation-Chef Maarten Michielssens. Investoren hat der Lightcatcher offenbar überzeugt. Die Geräte seien bereits auf Hallen in elf Ländern installiert worden, etwa auf einer Lagerhalle am Flughafen Schiphol in Amsterdam.

Dennoch dürfte an LED-basierten Systemen künftig kein Weg vorbeiführen. „Es gibt schon sehr gute Technologien“, sagt Rafael Jordan, Lichtexperte am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) in Berlin. Vor allem bei der Effizienz haben die Entwickler in den vergangenen Jahren große Fortschritte erzielt. Sogenannte Verbindungshalbleiter wie Galliumnitrid wandeln bereits 80 bis 85 Prozent der elektrischen Energie in Licht um, nur noch zehn bis 15 Prozent gehen durch Absorptions- und Reflexionsverluste in der LED verloren. Auch Materialbedarf und Produktionsaufwand halten sich in überschaubaren Grenzen. Eine Leuchtdiode besteht im Prinzip nur aus vier wesentlichen Bauteilen: einem winzigen Halbleiterchip, der nach dem Prinzip der Elektrolumineszenz Licht abgibt, wenn ein elektrisches Feld angeregt wird, einem Reflektor mit Kontakt zum Minuspol, einem Draht als

Kontakt zum Pluspol und einer Kunststofflinse, die die anderen Bauteile in sich vereint und fixiert.

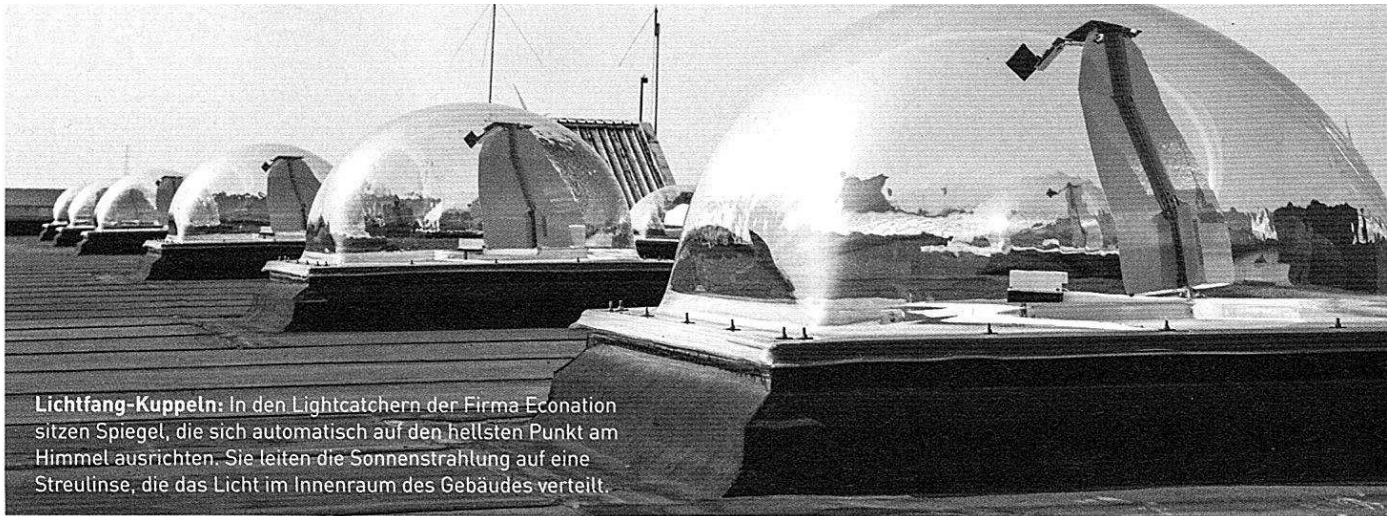
Auch sind inzwischen sehr gute Leuchtstoffe verfügbar. Jede LED strahlt – je nach verwendetem Halbleiter – immer nur in einer Farbe. Weißes Licht wird erzeugt, indem blau emittierende Chips mit speziellen fluoreszierenden Leuchtstoffen überzogen werden. Sie können einen Teil des blauen Lichts absorbieren und in allen anderen Farben des sichtbaren Spektrums von Cyan bis Rot emittieren. Durch Mischung aller dieser Farbkomponenten entsteht dann weißes Licht. Hierbei gelten jedoch hohe Anforderungen, denn die Leuchtstoffe müssen möglichst brillante Farben erzeugen und gleichzeitig effizient arbeiten – lange ließ sich beides nicht unter einen Hut bringen. Inzwischen haben Wissenschaftler das Problem allerdings weitgehend gelöst. „Die Qualität des Lichts konnte so optimiert werden, dass es ganz natürlich wirkt“, erklärt Jordan.

Reif für den Massenmarkt

Große, öffentlich geförderte Forschungsprojekte zu LEDs schreibt die Bundesregierung deshalb kaum noch aus. Zu den letzten zählt das vom Bundeswirtschaftsministerium mit 22 Millionen Euro geförderte Projekt Innosys, im Rahmen dessen der Leuchtenkonzern Osram mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft bis Ende 2017

an einer modularen Plattform für sehr energieeffiziente LED-Leuchten mit gesteigerter Lichtqualität arbeitet. Osrams Part ist unter anderem die Entwicklung sogenannter Mehrkanal-Light-Engines, die die Lichtqualität noch einmal steigern sollen. Sie kombinieren verschiedenfarbige LEDs in Blau, Grün und Rot miteinander, um weißes Licht zu erzeugen. „Durch Variierung der Ansteuerung der einzelnen Farben lassen sich viele verschiedene Weißtöne erhalten“, erklärt Osram-Experte Herbert Weiß.

Derweil entwickeln Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena videobasierte Präsenzdetectoren, die mit den neuen LED-Modulen kombiniert werden können. Heute steuern vor allem Bewegungsmelder die Beleuchtung, doch arbeiten die Geräte aus Sicht der Experten nicht zuverlässig genug. „Wir entwickeln deshalb eine Art Kamera, die jede Aktivität sensiert“, erklärt IOF-Forscher Andreas Brückner. Das Gerät soll dank Mikrolinsen nicht größer sein als ein Fingernagel und sich somit unauffällig in die Leuchten integrieren lassen. Um die Persönlichkeitsrechte der Personen zu schützen, werde die Kamera keine Bilddaten, sondern nur Signale an die zentrale Lichtsteuerung liefern. Alles in allem soll die im Projekt entwickelte Lösung im Büro so viel Energie einsparen, dass sich die Anschaffung eines Lichtsystems, das auf den Innosys-Forschungsergebnissen



Lichtfang-Kuppeln: In den Lightcatchern der Firma Econation sitzen Spiegel, die sich automatisch auf den hellsten Punkt am Himmel ausrichten. Sie leiten die Sonnenstrahlung auf eine Streulinse, die das Licht im Innenraum des Gebäudes verteilt.

beruht, im Vergleich zu heute gebräuchlichen Systemen in weniger als drei Jahren amortisiert hätte.

Licht zum Mieten

Während Wissenschaftler derzeit das Letzte aus den LED-Systemen herausholen, wird das digitale Licht in immer mehr Vorhaben bereits auf breiter Front eingesetzt. Das Odense-Projekt zeigt dabei den neuesten Stand der Technik, denn die im Klinikum verwendeten 45 LED-Leuchten müssen nicht nur viele verschiedene Weißtöne liefern, sondern sich jeweils auch einzeln ansprechen lassen – das funktioniert nur mit ausgeklügelter Steuerungs- und Kommunikationstechnik. Geht es in Odense vor allem um die Gesundheit des Personals, stehen bei den meisten anderen LED-Projekten der Klimaschutz und Kostenersparnisse im Vordergrund. Investoren stehen für die Be-

leuchtungsmodernisierung einige interessante Geschäftsmodelle zur Verfügung. So bietet die Deutsche Lichtmiete Unternehmen an, LED-Beleuchtungssysteme bei ihr zu mieten. Sie übernimmt sämtliche Umrüstkosten, die Nutzer zahlen nur eine vorab festgelegte monatliche Miete. Das lohnt sich, sagt Marketing- und Vertriebsdirektor Marko Hahn. „Unternehmen sparen nach Abzug der Mietzahlung noch immer 15 bis 35 Prozent ihrer bisherigen Gesamtkosten für die Beleuchtung.“ Das Konzept ist gefragt: Verschiedene Maschinenbauunternehmen haben ihre Werkshallen bereits mithilfe der Deutschen Lichtmiete von Quecksilberdampf- auf effizientere LED-Technik umgerüstet, darunter Windzulieferer Logaer Maschinenbau aus Leer, der in zwei Wochen vier Hallen modernisiert hat.

Die Gemeinde Hausen im Schwarzwald wiederum hat ihre gesamte Straßen-

beleuchtung mithilfe eines speziellen Vergütungsmodells der Projektfirma Endura Kommunal auf LED-Technik umgestellt. 121 000 Euro mussten für die insgesamt 278 Leuchtdioden aufgebracht werden. Um die Investition stemmen zu können, wurde die Umstellung einerseits durch ein zinsgünstiges Darlehen der KfW-Förderbank finanziert, andererseits wird ein Teil des Endura-Honorars über eine Beteiligung an den künftigen Einsparungen vergütet. Und die sollen beachtlich sein: Die neuen LED-Leuchten senkten den Stromverbrauch um 75 Prozent. Pro Jahr spare Hausen damit künftig 66 000 Kilowattstunden Strom ein, das entspricht rund 40 Tonnen CO₂, heißt es bei Endura. Hausen zeigt, dass die Umstellung auf moderne Lichttechnik kein Hexenwerk ist. Der Klimanutzen wäre enorm, würden Großstädte dem Beispiel der Schwarzwald-Gemeinde folgen. ◀