

Neuartige HCL-Lichtsteuerung

Lichtqualität rauf, Stromverbrauch runter

Human Centric Lighting gewinnt auch am Arbeitsplatz an Bedeutung. Weil die jeweiligen Arbeitsplatzbedingungen und -anforderungen jedoch völlig unterschiedlich sind, reichen bisher verfügbare Standard-Ansätze oft nicht aus. Abhilfe könnte ein völlig neuer Ansatz einer Beleuchtungsregelung schaffen.



Bilder: Fraunhofer IAF

Der Einfluss der Lichtqualität auf die Produktivität, das Wohlbefinden und den Biorhythmus des Menschen steht zunehmend auch im Fokus der Arbeitsbeleuchtung. Das Mittel der Wahl: Human Centric Lighting. Mithilfe gezielter Steuerung der Helligkeit und Farbtemperatur kann die Innenbeleuchtung beispielsweise den Tag entsprechend dem natürlichen Verlauf des Sonnenlichts nachbilden und so die Synchronisation des Tag-Nacht-Rhythmus auch bei anhaltender Tätigkeit in Innenräumen unterstützen. Das hilft – vor allem im Winter –, tagsüber fit und wach zu sein und gegen Abend eher »herunterzufahren«. Zu helles und zu kaltes Licht am Abend verhindert nämlich die Ausschüttung des Hormons Melatonin, was für den Schlafrythmus des Menschen unerlässlich ist. In anderen Fällen wiederum sind eine konstante Beleuchtungsstärke und Farbtemperatur unabdingbar. In der Elektronikbestückung oder der Fertigung mechanischer Uhren beispielsweise werden kleinste Teile von

Hand platziert. Hier muss sowohl die Farbtemperatur als auch die Lichtstärke sehr exakt eingestellt sein, damit der Monteur die kleinen Bauteile optimal erkennen und auch platzieren kann.

Die Ziele des Projekts »SusLight_works«

Obwohl es bereits zweikanalige LED-Leuchten auf dem Markt gibt, die eine Einstellung der Farbtemperatur ermöglichen, wollten die in dem Projekt SusLight_works (das steht für »smart and sustainable LED lighting for workplace and office applications«) kooperierenden Forscher der Fritz-Hüttinger-Proffessur für Mikroelektronik an der Uni Freiburg, des Fraunhofer IAF, des Hahn-Schickard-Instituts für Mikro- und Informationssysteme und des Lampenherstellers Waldmann hinsichtlich Funktionalität, Lichtqualität und Einstellbarkeit noch wesentlich weiter gehen. »Das Projekt umfasst zwei wesentliche Blöcke: Zum einen geht es

Aufbau einer dicht gepackten, vierkanaligen LED-Platine aus dem Projekt »SusLight_works« zur Erzeugung einer menschenzentrierten Arbeitsplatzbeleuchtung

um die Langlebigkeit der Leuchten an sich und zum anderen darum, den Energieverbrauch im Betrieb weiter zu minimieren und dabei gleichzeitig die Lichtqualität zu optimieren«, erklärt Projektleiter Dr. Michael Kunzer vom Fraunhofer IAF und Leiter des Projekts SusLight_works.

Geschlossene Regelschleife

Der grundlegend neue Ansatz in diesem Projekt im Vergleich zu bestehenden Konzepten liegt darin, dass das Licht am Arbeitsplatz in einer geschlossenen Regelschleife auf das für die Tätigkeit optimale Farbprofil geregelt wird und nicht nur gesteuert. »Den Unterschied können wir uns an einem Beispiel leicht klar machen«, zeigt Dr. Thorsten Hehn, Gruppenleiter bei Hahn-Schickard, auf. »Im aktuellen

Stand der Technik lässt sich das Beleuchtungsprofil, das von der Leuchte ausgesandt wird, entsprechend der Tätigkeit einstellen. Bringt man die Leuchte in einem fixen Abstand über dem Arbeitsplatz an, lässt sich durch eine einmalige Kalibration erreichen, dass das gewünschte Beleuchtungsprofil bereitgestellt wird, sofern im Raum konstante Umgebungslichtverhältnisse herrschen. Aber das entspricht leider nicht der realen Umgebung. Sobald jemand eine Jalousie öffnet oder eine Wolke vor die Sonne zieht, ändert sich das Umgebungslicht. Ebenso, wenn am Nachbartisch eine Leuchte eingeschaltet wird. Das Umgebungslicht mischt sich mit dem Licht, das von der Leuchte ausgestrahlt wird, was dazu führt, dass am Arbeitsplatz sowohl eine falsche Farbtemperatur als auch eine abweichende Beleuchtungsstärke vorliegt.« Das führt zu zwei Problemen: Zum einen herrscht am Arbeitsplatz nicht das für die Tätigkeit optimale Beleuchtungsprofil – was zu weniger Ergonomie und letztlich auch Arbeitsqualität führt –, zum anderen wird zu viel Strom benötigt. Weil sich das Umgebungslicht und das Licht der Leuchte auf der Arbeitsfläche addieren, könnte bei entsprechendem Umgebungslicht die Lichtintensität der Leuchte auf das nötige Minimum reduziert und so Energie eingespart werden. »Diesen Effekt darf man nicht unterschätzen«, betont Kunzer. »Wir sind sowohl im privaten als auch im geschäftlichen Bereich ständig von Kunstlicht umgeben, und ca. 20 Prozent des globalen Stromverbrauchs wird für die Beleuchtung aufgewendet. Hier gibt es also ein unglaubliches Einsparpotenzial.«

Integrierter True-Color-Sensor

Hier setzen die Wissenschaftler mit ihrer neuen Lichtregelung an. »Die neue Regelung beruht auf einem True-Color-Sensor«, erklärt Dr. Thorsen Hehn. »Dieser ist in der Leuchte integriert und misst sowohl die Farbtemperatur als auch die am Arbeitsplatz vorhandene Beleuchtungsstärke. Anhand dieser Informationen kann der Regel-Algorithmus der Leuchte das ausgesandte LED-Licht anpassen, um in Addition mit dem Umgebungslicht exakt das gewünschte tätigkeitgerechte Beleuchtungsprofil zu treffen.«

Um dies über einen weiten Bereich zu ermöglichen, greifen die Wissenschaftler auf eine 4-Kanal-LED-Technologie zurück. Das bedeutet, dass sich in der Leuchte jeweils vier weiße LED-Kanäle mit unterschiedlichen Farbtemperaturen befinden. »Wir haben hier 2200 K, 2700 K, 4000 K und 6500 K gewählt«, so Hehn. »Durch individuelle Aussteuerung der LED-Kanäle lässt sich sowohl die Farbtemperatur als auch die Beleuchtungsstärke über einen sehr weiten Bereich nachführen.« Nur mit 2200 K und 6500 K wäre dies nicht möglich gewesen, wie Kunzer ergänzt: »Es geht hier um eine möglichst hohe Farbqualität. Die Farbtemperatur des weißen Lichts ergibt sich aus der Überlagerung der sichtbaren Wellenlängen des Lichts. Dabei hat bei einer gewünschten Farbtemperatur jede Wellenlänge eine bestimmte Intensität. Bei warmem Licht sind beispielsweise die roten Wellenlängen dominanter. Die optimale Zusammensetzung der Wellenlängen

wird bei der Sonne durch die sogenannte Schwarzkörperverteilung vorgeben. Decken wir nun mit 2200 K und 6500 K nur die Ränder des Spektrums ab, kommt es beim Abmischen der beiden LED-Kanäle bei mittleren Farbtemperaturen zu deutlich sichtbaren Abweichungen vom natürlichen Sonnenlicht.« Aus diesem Grund setzen die Wissenschaftler auf vier Farbtemperaturen, die über den gewünschten Einstellbereich verteilt sind. Somit lässt sich das LED-Licht näher an das natürliche Tageslicht anpassen und es wird eine bessere Farbwiedergabe erzielt.

Weitere Optimierungen

Nun soll das System weiter ausreifen. Als Nächstes steht die sensorische Erfassung des Arbeitsplatzes auf dem Plan. »Der Sensor misst das von der Arbeitsfläche reflektierte Licht«, führt Kunzer aus. »Dieses ist aber von der Reflektivität der Arbeitsfläche abhängig und wird beispielsweise durch Staub, Verschmutzung oder Gegenstände beeinflusst.« Für die Erfassung gebe es mehrere Möglichkeiten. Welche sinnvoll sei, hänge von der Anwendung ab. Für einen fest eingerichteten Arbeitsplatz in der Uhrenmontage beispielsweise könne eine feste Referenzmessstelle genutzt werden; an einem Büroarbeitsplatz mit dynamischer Nutzung der Tischfläche sei es besser, auf mehreren Stellen des Tisches zu messen, etwa mithilfe mehrerer Sensoren oder einer Umlenkoptik. »Aus den Messwerten kann dann ein Mittelwert gebildet werden«, erklärt Kunzer weiter. »Wobei stark

Anzeige

ALLES AUS EINER HAND.
ENTWICKLUNG. WERKZEUGBAU.
PRODUKTION. LICHT.

Große Marken und Hidden Champions unterschiedlichster Branchen realisieren mit uns produktintegrierte Lichtlösungen. Vom Konzept über die Produktion bis zum fertigen Licht.
www.mentor.de.com





Die Office-Stehleuchte »SusLight_works« bietet dynamische und menschenzentrierte LED-Tageslicht-Beleuchtung für zwei bis vier Arbeitsplätze.

abweichende Messwerte ignoriert werden können, weil man in diesem Fall zum Beispiel einen Spiegel oder einen dunklen Gegenstand unter dem Sensor liegen hat.« Auch die Nutzung künstlicher Intelligenz sei möglich, ergänzt Hehn. Mittels Bilderkennung könnte der Tisch nach freien Stellen abgesucht werden, die der Sensor dann erfassen könnte. »In dieser Fragestellung steckt noch enormes Potenzial«, so der Experte.

Langlebigkeit im Fokus

Die Zukunftsfähigkeit eines Systems steht und fällt mit der Langlebigkeit seiner Komponenten. »Die Langlebigkeit einer LED-Leuchte ist

in den meisten Fällen nicht durch die LEDs limitiert, sondern durch die Ansteuer- bzw. Treiberelektronik«, erklärt Daniel Schillinger vom Lehrstuhl für Mikroelektronik. »LEDs haben aufgrund der Diodenkennlinie eine sehr starke Spannungsabhängigkeit des Betriebsstroms. Die Treiberelektronik erzeugt aus der 230-V-Wechselspannung des Hausnetzes einen Konstantstrom zum Betreiben der LEDs. Der Treiber ist dabei als Schaltwandler realisiert. Es gibt kostengünstige Treibertopologien, die mit einem Schaltwandler auskommen und komplexere Treiber, die zwei Schaltwandler nutzen. Erstere benötigen einen Elektrolytkondensator mit hoher Kapazität, um den Ausgangsstrom zu glätten und damit das störende Flackern des LED-Lichts zu reduzieren. Dieser Elektro-

lytkondensator hat im Vergleich zu den anderen Komponenten eine deutlich kürzere Lebensdauer – häufig bedingt durch Abwärme und Wärmestau an der Leuchte. Komplexere Treiber mit zwei Schaltwandlern brauchen diesen Kondensator nicht, jedoch sind diese Treiber deutlich aufwendiger und damit teurer, weshalb sie auf dem preissensitiven LED-Leuchtenmarkt nicht so oft zum Einsatz kommen.«

Kompromiss aus Langlebigkeit und Bauteilkosten

Das Forscherteam hat nun ein Konzept entwickelt, das mit nur einer Schaltwandlerstufe und ohne Elektrolytkondensator auskommt. »Der Schaltwandler beruht auf dem SEPIC-Konzept (Single Ended Primary Inductance Converter), das zwar etwas mehr passive Komponenten benötigt als die bisherigen Treiber mit einem Schaltwandler, aber dafür weniger Komponenten als die Treiber mit zwei Schaltwandlern. Somit haben wir einen guten Kompromiss gefunden.« Durch Nutzung der GaN-on-Si-Leistungselektronik des Fraunhofer IAF lassen sich zudem die Schaltverluste weiter reduzieren.

Und wie sieht die Zukunft des Projekts aus? »Wir würden gerne den im Projekt entwickelten Prototyp einer Stehleuchte mit zwei linearen Leuchtenköpfen in ein Produkt überführen«, sind sich Kunzer und Hehn einig. Hierzu müssten als Nächstes verschiedene Fertigungsverfahren in Bezug auf Qualität und Kosten analysiert werden. »Weiterhin ist unser Ziel, den Treiber in näherer Zukunft serienreif zu machen«, ergänzt Schillinger abschließend. (nw)

Reproduzierbare Qualität durch klebefreies Verfahren

Optische Fasern mit GRIN-Linsen

Für kollimierte Strahlen bietet Laser Components optische Fasern an, bei denen eine Gradientenindexlinse direkt mit dem Lichtwellenleiter verbunden ist. Dabei sorgt ein klebefreies Verfahren für einen reproduzierbar hohen Qualitätsstandard. Externe Kollimatoren sind bei diesen Assemblies nicht mehr nötig, um parallel gerichtetes Licht zu erzeugen. Gradientenindex- oder GRIN-Linsen sind zylindrisch geformte Glaskörper, bei denen der Brechungsindex von der Mitte zum Rand kontinuierlich abnimmt. Dadurch wird der austretende Lichtstrahl kollimiert. Bei den von Laser Components gefertigten Assemblies lie-

gen die numerischen Aperturen der Kollimatoren bei 0,5 und 0,2. Die Linsen sind in der Standardkonfiguration auf eine SMF-28-Singlemode-Faser montiert und so in einen FC-Stecker eingebaut, dass die Ferrule direkt mit dem Faserende abschließt. In dieser Konfiguration bietet der Hersteller Assemblies für die Telekom-Wellenlängen 1310 nm und 1550 nm an. Auf Kundenwunsch sind auch andere Steckertypen oder Bare-Fiber-Lösungen lieferbar. Bei den Wellenlängen zeigt sich das Unternehmen ähnlich flexibel: Zum Beispiel sind auch Varianten für 650 nm und 870 nm verfügbar. (nw)



Bild: Laser Components