

LICHT

4 | 2018

Ausgabe Juni

70. Jahrgang

www.lichtnet.de

PLANUNG | DESIGN | TECHNIK | WISSENSCHAFT

TUNABLE WHITE

Funktionen, Anwendungen, Ergebnisse

GESUNDHEIT + SPORT

Licht für Kliniken, Pflegeheime und Sportstätten

NEUE SERIE

Recht im Licht

VON GLÜHEND WARM BIS STRAHLEND KALT

VIELSEITIGE LICHTOPTIONEN MIT TUNABLE WHITE

Der Wechsel des natürlichen Lichts über den Tages- und Jahresverlauf hat Einfluss auf unsere visuelle Wahrnehmung, auf Gesundheit und Wohlbefinden sowie auf unsere Emotionen. Warum sollten wir also während der langen Zeiten, die wir heute in Gebäuden verbringen – nicht selten sind es rund 90 % des Tages –, mit einem stets gleichen, starren Lichtambiente zufrieden sein? Tunable White ist eine Technologie, bei der die Farbtemperatur von LED-Licht zwischen Warmweiß und Kaltweiß variiert werden kann und somit ein Schlüssel für dynamisches Licht in Innenräumen. Wie funktioniert das, für welche Anwendungen ist das interessant und welche Effekte lassen sich erzielen?

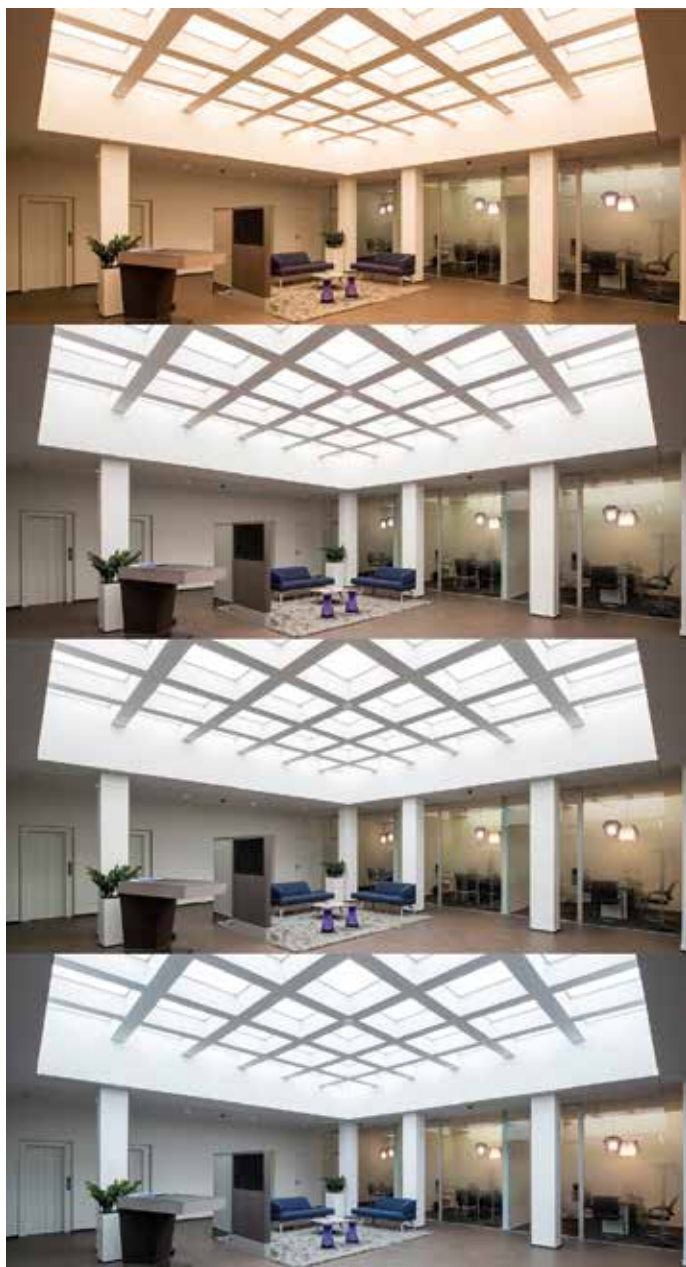


Abb.: Ein Raum – verschiedene Wirkungen: Die Lichtdecke, die die Schalterhalle der Valiant Bank am Bahnhofplatz in Bern überspannt, wird mit Tunable-White-LED-Technik hinterleuchtet. Die Lösung greift die Dynamik des natürlichen Lichts auf und ermöglicht variable Lichtfarben von Warm- über Neutral- bis zu Kaltweiß.

BELEBENDE DYNAMIK STATT MONOTONEM EINERLEI

Fensterlose Großraumbüros, im Deckenraster ein Heer von Leuchten, angeschaltet, wenn der erste Mitarbeiter kommt, ausgeschaltet wenn der letzte geht – ein Setting, das sich heute niemand im Arbeitsalltag wünschen würde, galt vor 50 Jahren durchaus als fortschrittlich. Schließlich hatte man mit der Leuchtstofflampe erstmals eine Lichtquelle zur Hand, die bei moderatem Energieverbrauch und angemessener Lebensdauer hohe Lichtströme lieferte. In der Anfangseuphorie glaubte man sich endlich völlig unabhängig vom natürlichen Licht. Doch diese Hoffnungen sind nicht aufgegangen. Schlechte Nutzererfahrungen mit dem monotonen Lichtambiente und zahlreiche Forschungsergebnisse haben dazu geführt, dass hinsichtlich der Intensität und der spektralen Zusammensetzung dynamisches Licht heute als die bessere Wahl gilt. Die gute Nachricht: Dank LED-Technik und zugehöriger Lichtsteuerung kann man inzwischen mit ein und derselben Lichtquelle ganz unterschiedliche Lichtströme und Lichtspektren hervorbringen. Lässt sich die Farbtemperatur des LED-Lichts stufenlos von Warm- über Neutral- bis Kaltweiß verändern, dann spricht man von Tunable White. Und diese Technologie hat einiges zu bieten, sowohl in Bezug auf die visuelle Wahrnehmung als auch hinsichtlich der nicht-visuellen, emotionalen und raumgestalterischen Wirkungen des Lichts. Damit ist Tunable White nicht nur für Büros, sondern auch für viele andere Bereiche der Lichtenwendung interessant.

FÜR DIE INSZENIERUNG VON ARCHITEKTUR UND RAUM

Ein großer Vorteil von Leuchten oder auch bauseitig integrierten Lichtlösungen mit Tunable White Funktion ist zweifellos der gestalterische Spielraum, den sie eröffnen. Ein und derselbe Raum kann auf Knopfdruck in einer gemütlichen, warmweißen Lichtstimmung erglühen oder in einem frischen kaltweißen Licht erstrahlen. Das heißt, einmal installierte Lichttechnik stellt den passenden Rahmen für ganz unterschiedliche Nutzungen bereit – beispielsweise verwandelt sich der mit neutralweißem Licht und hohen Beleuchtungsstärken erhellte Konferenzraum am Ende des Tages zu einem mit gedimmtem, warmen Licht beleuchteten Saal für ein Dinner. Insbesondere für tageslichtlose Räume bietet Tunable White damit erstmals eine Chance auf variable Lichtatmosphären. Aber auch aus dem Zusammenspiel von einfallendem natürlichem Licht und Tunable White Beleuchtung können ganz neue Raumqualitäten erwachsen. Denkbar wäre zum Beispiel ein Foyer hinter einer Glasfassade: Während hier am Vormittag Besucher eines Großevents

durchlaufen, ergänzt kaltweißes Licht das vorhandene Tageslicht, um ausreichende Beleuchtungsstärken auf den Verkehrsflächen sicherzustellen. Wird das Foyer aber an einem langen Sommerabend selbst zum Veranstaltungsort, kann – passend zur Blauen Stunde vor der Glasfront – eine warme, festliche Lichtstimmung abgerufen werden.

Ganz neues Leben haucht Tunable White übrigens einer Sonderform der architekturintegrierten Beleuchtung ein, nämlich der Lichtdecke. Während die abgespannten oder abgehängten transluzenten Deckenflächen bisher mit Leuchtstofflampen oder in jüngerer Zeit auch mit LEDs einer Lichtfarbe statisch hinterleuchtet wurden, stellt Tunable White variable Lichtqualitäten bereit. Wird der Lichtsteuer-Algorithmus in Anlehnung an die Veränderungen des natürlichen Lichts im Tagesverlauf programmiert, können selbst geschlossene Decken, auch in unteren Geschossen, eine Anmutung von großflächigen Tageslichtöffnungen verbreiten.

DIE NATUR ALS VORBILD UND DER MENSCH IM MITTELPUNKT

Genau diese Möglichkeit, mit Tunable White im Innenraum die Dynamik des Tageslichts nachzubilden, stößt in jüngerer Zeit auf großes Interesse bei Lichtplanern und Leuchtenherstellern, denn diese Funktion wird für Human Centric Lighting (HCL) eingesetzt. HCL-Konzepte stellen den Menschen in den Mittelpunkt – und zwar nicht nur hinsichtlich bester Sehbedingungen, sondern auch bezüglich Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit.

Entsprechend des umfassenden Ansatzes berücksichtigt eine HCL-gerechte Planung viele Aspekte. Fundamental ist natürlich ein ausreichender Tageslichteintrag in Räume, in denen Menschen sich lange aufhalten. Auch eine künstliche Beleuchtung, die in Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe variabel ist, hat eine Schlüsselfunktion. Schließlich ist sie die Voraussetzung dafür, dass die Nutzer ihr Licht entsprechend ►



Abb.: Am Flughafen Oslo sorgt Tunable-White dafür, dass die Beleuchtung auf die Qualitäten des außen herrschenden Tageslichts angepasst werden kann. Ein Tageslichtmesskopf misst kontinuierlich das einfallende natürliche Licht und regelt die Beleuchtung so, dass in jedem Raum nur so viel Kunstlicht wie nötig beigesteuert wird. Um eine optimale Kombination aus Kunst- und Tageslicht zu realisieren, wird auch die Lichtfarbe des natürlichen Lichts berücksichtigt und auf die künstliche Beleuchtung im Terminal übertragen.



Abb.: Ein Beleuchtungskonzept, das Tunable White verwendet, kann auf ganz unterschiedlichen Ebenen Vorteile für die Nutzer bringen. In diesem Raum für die Behandlung von Krebspatienten im Universitätskrankenhaus in Poitiers (F) kann das Lichtambiente dank Tunable-White-LED-Leuchten bedarfsgerecht variiert werden. Im Zusammenspiel mit einem individuell gestalteten und beleuchteten Deckenbild soll eine für die Patienten angenehme Umgebung entstehen.

individueller Vorlieben personalisieren können. Das betrifft einerseits visuelle Ansprüche – so brauchen ältere Menschen oft höhere Beleuchtungsstärken. Andererseits ist auch die aktuelle Tätigkeit ausschlaggebend: Viele können sich bei neutralweißem Licht besser konzentrieren und fühlen sich aktiver, während warmweißes Licht häufig für kreatives Arbeiten, bei der Kommunikation und zum Entspannen bevorzugt wird.

Ein Aspekt von Human Centric Lighting sind circadiane Lichtwirkungen. Dabei geht es darum, die künstliche Beleuchtung als einen Taktgeber unserer Inneren Uhr zu berücksichtigen. Kurz nach der Jahrtausendwende wurden im menschlichen Auge fotosensitive Ganglienzellen (ipRGC) entdeckt, die nicht dem Sehen dienen. Stattdessen haben Lichtreize, die auf diese Zellen auftreffen, Einfluss auf unseren Schlaf-Wach-Rhythmus. Registrieren sie blaues Licht (Wirkmaximum bei 480 nm) ausreichender Intensität, wird die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin unterdrückt. Passiert dies morgens, ist alles bestens, denn in der Regel sind Wachheit und Aktivität erwünscht. Licht mit hohen Blauanteilen am späten Abend allerdings kann die innere Uhr aus dem Takt bringen, denn es verzögert die Melatonin-Ausschüttung, die müde macht. In der Folge können Schlafdauer und -qualität beeinträchtigt werden. Circadian wirksame Beleuchtung, gern auch »biologisch wirksames Licht« genannt, möchte den natürlichen Schlaf-Wach-Rhythmus des Menschen unterstützen. Tunable White stellt mit seinen kaltweißen LEDs mit hohem Blauanteil und den warmweißen LEDs mit geringem Blauanteil die Hardware und mit der zugehörigen Steuerungstechnik die Software bereit, um dieses Anliegen umzusetzen. Bei der konkreten Planung circadian wirksamer Beleuchtung sind allerdings viele Kriterien zu beachten. Wichtig sind unter anderem flächige Lichtquellen, hohe Beleuchtungsstärken am Auge sowie der Zeitpunkt und die Dauer der Blaulicht-Exposition. Hinweise zur Planung circadian wirksamen Lichts gibt die Vornorm DIN SPEC 67600.

Human Centric Lighting stellt ein sehr umfassendes Konzept dar. Daher gibt es keine einheitliche Bewertungsgrundlage für seine Wirksam-

keit. Zahlreiche wissenschaftliche Studien haben allerdings realisierte Projekte evaluiert bzw. tun dies aktuell. Eine von ihnen ist die 2015 vom ZVEI, dem Verband Lighting Europe und dem Beratungsunternehmen A.T. Kearney veröffentlichte Studie »Quantified benefits of Human Centric Lighting« (Quantifizierte Vorteile von Human Centric Lighting). Insbesondere im Pflege- und Gesundheitsbereich, aber auch in Bildungseinrichtungen sowie in Industrie- und Bürobereichen profitieren Menschen von Human Centric Lighting Konzepten. Sei es, dass diese in Behandlungs- und Therapieräumen stimmungsaufhellend wirken, die Schlafqualität älterer Menschen in Pflegeheimen verbessern, die Konzentrationsfähigkeit bei Schülern steigern oder am Arbeitsplatz nicht nur die Effektivität erhöhen, sondern auch das Stressniveau reduzieren. Farbveränderbares Weißlicht in variabler Intensität, optional mit einer Steuerungskurve, die sich am Tageslichtverlauf orientiert, schafft offenbar Umgebungen, in denen sich Menschen wohlfühlen und die ihre individuellen Bedürfnisse berücksichtigen können.

ALLE FARBEN IM BESTEN LICHT

Ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich für Tunable White ist die Wiedergabe von Farben. Eine besondere Rolle spielt dies bei der Beleuchtung von Exponaten und Waren. Jede der verschiedenen, ansteuerbaren Farbtemperaturen ist gleichbedeutend mit einer spezifischen spektralen Zusammensetzung des Lichts. Das heißt, für unterschiedlichste Farben und Materialien lässt sich die optimale Beleuchtung einstellen. Im Museum kann kaltweißes Licht das Silber zum Glänzen bringen, während warmweißes Licht ein goldenes Schimmern verstärkt. In einer Galerie kann das leuchtende Blau eines Bildes, in einer Boutique das Grasgrün eines Kleides authentisch wiedergegeben oder noch zusätzlich betont werden. Standen auf der Aktionsfläche im Supermarkt letzte Woche Tomaten und jetzt sind es Bananen? Kein Problem – die Körperfarbe von beiden lässt sich appetitlich wiedergeben. Das passende Lichtspektrum steht ohne Leuchtmittelwechsel oder Umrüstungen zur Verfügung, einfach per Taster, Touchpanel, Smartphone oder Tablet.



Abb.: Das Institut für Innenarchitektur IIA an der Hochschule Luzern – Technik & Architektur hat sein Atelier neu beleuchtet. Zum Einsatz kommen Sonderleuchten mit Tunable White Funktion. So lässt sich den Studenten die enge Wechselwirkung zwischen Licht und Farbe praxisnah vermitteln und die angehenden Innenarchitekten können die Wirkung ihrer Materialien und Oberflächen bei Modellbau und Abmusterung unter ganz verschiedenen Lichtspektren beurteilen. Gleichzeitig sind für den Raum die Vorteile einer HCL-Lichtlösung nutzbar.

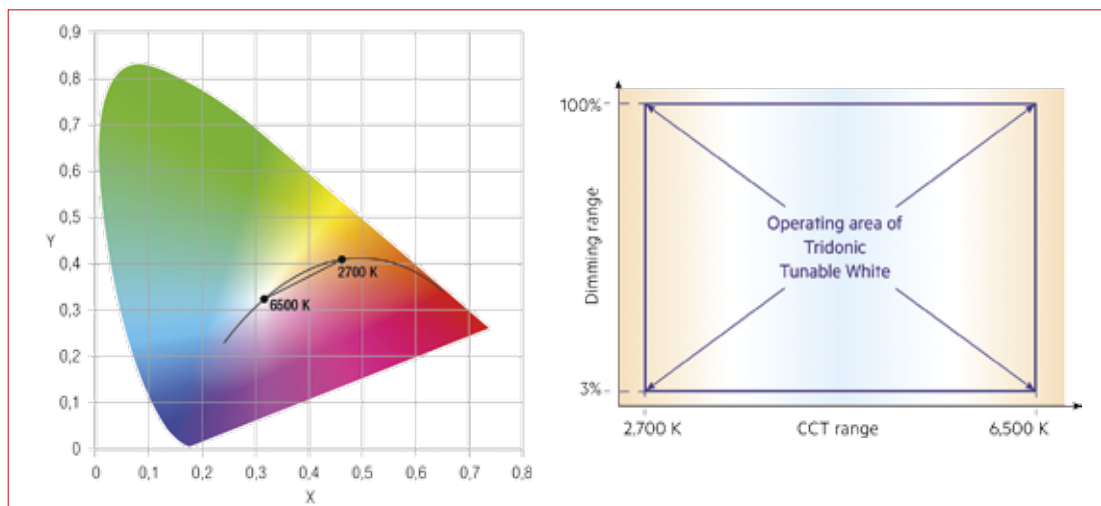


Abb.: Bei den Tunable White Systemen von Tridonic lässt sich die Farbtemperatur über einen ausgeklügelten Kalibrieralgorithmus stufenlos zwischen 2700 und 6500 K einstellen. Dabei bleibt der Lichtstrom stets konstant. Zusätzlich ist das System von 100 bis 3% dimmbar, ausschließlich über Amplitudenmodulation. So treten keine Dimmflicker auf.

WIE ES FUNKTIONIERT UND WELCHE TECHNIK VERFÜGBAR IST

Ausgangspunkt für Tunable White sind warmweiße und kaltweiße LEDs, deren Licht gemischt wird. Steuerungstechnik sorgt dafür, dass der Lichtstrom beider LED-Arten anteilig variiert werden kann. Im Ergebnis lässt sich jedes beliebige Mischungsverhältnis einstellen. Um dieses simpel scheinende Prinzip technisch einwandfrei umzusetzen, ist einiges an Know-how erforderlich. Damit Tunable White Systeme präzise arbeiten, müssen z. B. die bei der LED-Herstellung unvermeidlichen Toleranzen beim LED-Spektrum, die Farbshift der LEDs beim Dimmen oder die bei warmweißen und kaltweißen LEDs unterschiedlich schnell ablaufenden Alterungsprozesse kompensiert werden. Außerdem möchte der Nutzer nicht nur die Farbtemperatur einstellen, sondern das Licht auch dimmen können – und zwar ohne, dass sich dabei die Farbtemperatur ändert. Wichtig ist auch, dass die Tunable White Lichtquellen untereinander hohe Farbkonsistenz aufweisen, ganz besonders, wenn sie in einem Projekt in räumlicher Nähe zueinander zum Einsatz kommen.

Tridonic bietet ein komplettes Portfolio rund um Tunable White an, bei dem sich der Anwender wegen dieser LED-spezifischen Herausforderungen keine Sorgen machen muss. In unterschiedlichen Geometrien und Abmessungen stehen LED-Module bereit, deren Farbtemperatur stufenlos zwischen 2700 und 6500 K variiert werden kann. Die darauf abgestimmte Steuerungstechnik sorgt für hervorragende Performance. Verschiedene Möglichkeiten – vom Taster über Touchpanel bis hin zu GUIs (Graphical User Interface) für mobile Endgeräte oder PCs – stehen für die Konfiguration und Bedienung der Systeme bereit. Bereits die Standard-Produktreihe bietet mit einer Farbwiedergabe bis $R_a > 90$, feinem LED-Binning (MacAdam 3) und konstanter Farbtemperatur beim Dimmen zwischen 100 und 15% sehr hohe Lichtqualität. Noch bessere Parameter erreichen die »Tunable White Kits Gen 2«. Diese Systeme aus LED-Modul und LED-Treiber bieten bis zu einem beachtlichen Dimmlevel von 3% absolute Farbtreue bei allen Farbtemperaturen. Zudem kalibriert Tridonic die Kits im Werk, sodass die Farbkonsistenz zwischen den Modulen sichergestellt ist.

IM DESIGN GROSSE FREIHEITEN, IN DER GRÖSSE SKALIERBAR

Das Tunable White Programm von Tridonic bietet LED-Module für ganz verschiedene Leuchtdesigns. Ob Lichtlinie oder Lichtpanel, Pendel-,

Steh- und Tischleuchte bzw. Spotlight in Serie oder projektspezifische Lösungen von der Einzeilleuchte über eine Lichtvoute bis hin zur ausgedehnten Lichtdecke – Tunable White kann in den verschiedensten Formen und Dimensionen realisiert werden. Skalierbarkeit und Flexibilität ist auch bei der zugehörigen Steuertechnik Programm. Das Spektrum reicht von kleinen Einzelanwendungen, nur mit LED-Modul, Treiber und Taster, bis hin zu gebäudeweiten Leuchtnetzwerken mit 3-Kanal-DALI-Controller und PC-Software für die Konfiguration. Wo immer also Tunable White seine Vorteile ausspielen soll – ob in einer Leuchte oder einer ganzen Liegenschaft – die erforderliche Technik dafür steht bereit. ■



Abb.: Tridonic's Tunable-White-Systeme der zweiten Generation werden in Form vorkonfigurierter Kits angeboten. Diese bestehen aus zwei bis sechs LLE- oder QLE-Premium-LED-Modulen sowie den zugehörigen Low-Profil-DALI-DT8-Treibern in 50- oder 100-W-Ausführung. Dank Ausstattung des Treibers mit colourSWITCH und switchDIM lassen sich Farbtemperatur und Dimmlevel einfach über zwei Tasten verändern. Über basicDIM wireless ist dies auch drahtlos per Taster oder Smartphone möglich. Eine Auswahl von vordefinierten Farbtemperaturen und Dimmleveln steht per Tastendruck zur Verfügung. Darüberhinaus kann die Bedienung auch per Touchpanel erfolgen. Die integrierte DALI-Schnittstelle erlaubt die einfache Anbindung an Lichtmanagementsysteme.

Weitere Informationen:

Fotos: Tridonic, Dornbirn (A), www.tridonic.com