

OPTIMAL FÜR DIE
MITARBEITER, PERFEKT FÜR
DIE PRODUKTIVITÄT:



ENGINEERS OF LIGHT

BIODYNAMISCHES LICHT



Waldmann

ABSTRACT

Wenn Sie von einer Sache wüssten, die jedem einzelnen Ihrer Mitarbeiter guttut und die gleichzeitig die Produktivität Ihres Unternehmens erhöht, würden Sie darauf verzichten wollen? Die Rede ist von Licht. Genauer biodynamischem Licht speziell für Industriehallen, das neben der emotionalen und visuellen auch die biologische Wirksamkeit einer Beleuchtung berücksichtigt. Mit erstaunlichen Effekten.

Steigender Zeitdruck, hohes Arbeitsvolumen, Lärm, Personalmangel, aber auch angespannte zwischenmenschliche Verhältnisse führen zu einer Zunahme von physischen und psychischen Erkrankungen in der Arbeitswelt. Immer mehr Unternehmen investieren deshalb in die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Mitarbeiter. Für sie steht fest, dass diese Investition ein wirtschaftlicher Erfolgsfaktor ist. Die optimale Beleuchtung leistet dazu einen immer noch oft verkannten, aber spürbaren Beitrag.

Eine aktuelle Studie belegt, dass Licht in der Industriehalle nach dem Vorbild des natürlichen Tageslichts das Stressempfinden der Mitarbeiter merklich reduziert und gleichzeitig ihre Leistungsfähigkeit steigert.

DER EINFLUSS VON LICHT AM INDUSTRIEARBEITSPLATZ

Licht beeinflusst uns Menschen, unsere Gesundheit, unser Wohlbefinden und auch unsere Leistungsfähigkeit. Der menschliche Körper braucht die Wirkung des Lichts, idealerweise des Tageslichts.

Durch die industrielle Revolution haben sich die Bedingungen am Arbeitsplatz drastisch geändert. Immer mehr Menschen arbeiten in geschlossenen Räumen und verbringen die meiste Zeit bei künstlichem Licht. Schweizer et. al 2007¹ untersuchte in sieben Regionen Europas die Zeit, die sich der Mensch in Innenräumen aufhält. Über 90 % der Tageszeit hält sich der Mensch in geschlossenen Räumen wie Industriehallen, Büros oder Einkaufszentren mit wenig Tageslicht auf. Der Mangel an Tageslicht als Zeit- und Taktgeber der inneren Uhr kann beispielsweise zu chronischer Müdigkeit, Schlafstörungen oder Depression führen.

Industrielle Arbeitsplätze verfügen oft über wenig Tageslichteinfluss. Mitarbeiter halten sich während ihres Arbeitstages in sogenannter biologischer Dunkelheit auf. Ihnen fehlt der positive Einfluss des natürlichen Tageslichts auf Gesundheit und Wohlbefinden.

Beleuchtungsanlagen in der Industrie sind häufig noch nach der alten Beleuchtungsnorm

¹ Schweizer, C.; Edwards, R. D.; Bayer-Oglesby, L.; Gauderman, W. J.; Ilacqua, V.; Jantunen, M. J. et al. (2007): Indoor time-microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe. In: Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology 17 (2), S. 170–181. DOI: 10.1038/sj.jes.7500490.

DIN EN 12464-1 geplant und berücksichtigen damit ausschließlich die visuellen Bedürfnisse der Mitarbeiter für ihre Tätigkeiten. Bei der Neufassung der DIN EN 12464-1 wurde 2012 die biologische Wirksamkeit aufgenommen. Damit gilt auch die Veränderbarkeit von Licht als Güte Merkmal der Beleuchtung.

Eine Marktstudie von AT Kearney aus dem Jahr 2015 stuft die biologisch wirksame, biodynamische Beleuchtung als wichtigen und wachsenden Markt ein. Insbesondere im Industrieumfeld sieht die Studie einen relevanten Einsatzbereich der biodynamischen Beleuchtung. Durch die Umstellung der Beleuchtung konnten in Testinstallationen Produktionssteigerungen von sieben Prozent erreicht werden. In Ergänzung dazu wurden viele weitere positive Aspekte beobachtet.² Auch andere Untersuchungen weisen den positiven Einfluss von biodynamischem Licht und damit dem richtigen Licht zur richtigen Zeit nach:

- gesteigertes Wohlbefinden
- verbesserte Schlafqualität
- höhere Konzentration (Sicherheitsfaktor)
- gesteigerte Produktivität
- geringere Fehlerquoten
- mehr Motivation
- weniger Krankheitstage
- längere Unternehmenszugehörigkeit

BIODYNAMISCHES LICHT: EINE ERKLÄRUNG

Der Nachweis für die biologische, nicht-visuelle Wirkung von Licht ist noch relativ neu. Die Vermittlung der nicht-visuellen Wirkungen erfolgt ausschließlich über das Auge. Neben den bisher bekannten Fotorezeptoren - den Stäbchen und Zapfen, gelang den Forschern Brainard und Thapan im Jahr 2001 der Nachweis einer weiteren Fotorezeptorgruppe auf der Netzhaut des Auges. Die sogenannten intrinsischen photosensitiven retinalen Ganglienzellen (ipRGC) enthalten das lichtempfindliche Photopigment Melanopsin, welches spezifisch auf den kurzwelligen Spektralbereich (450-490 nm) des sichtbaren Lichtes reagiert. Diese Blauanteile wirken besonders aktivierend. Im Tageslicht kommen sie vor allem in den Vormittagsstunden in hoher Konzentration vor.

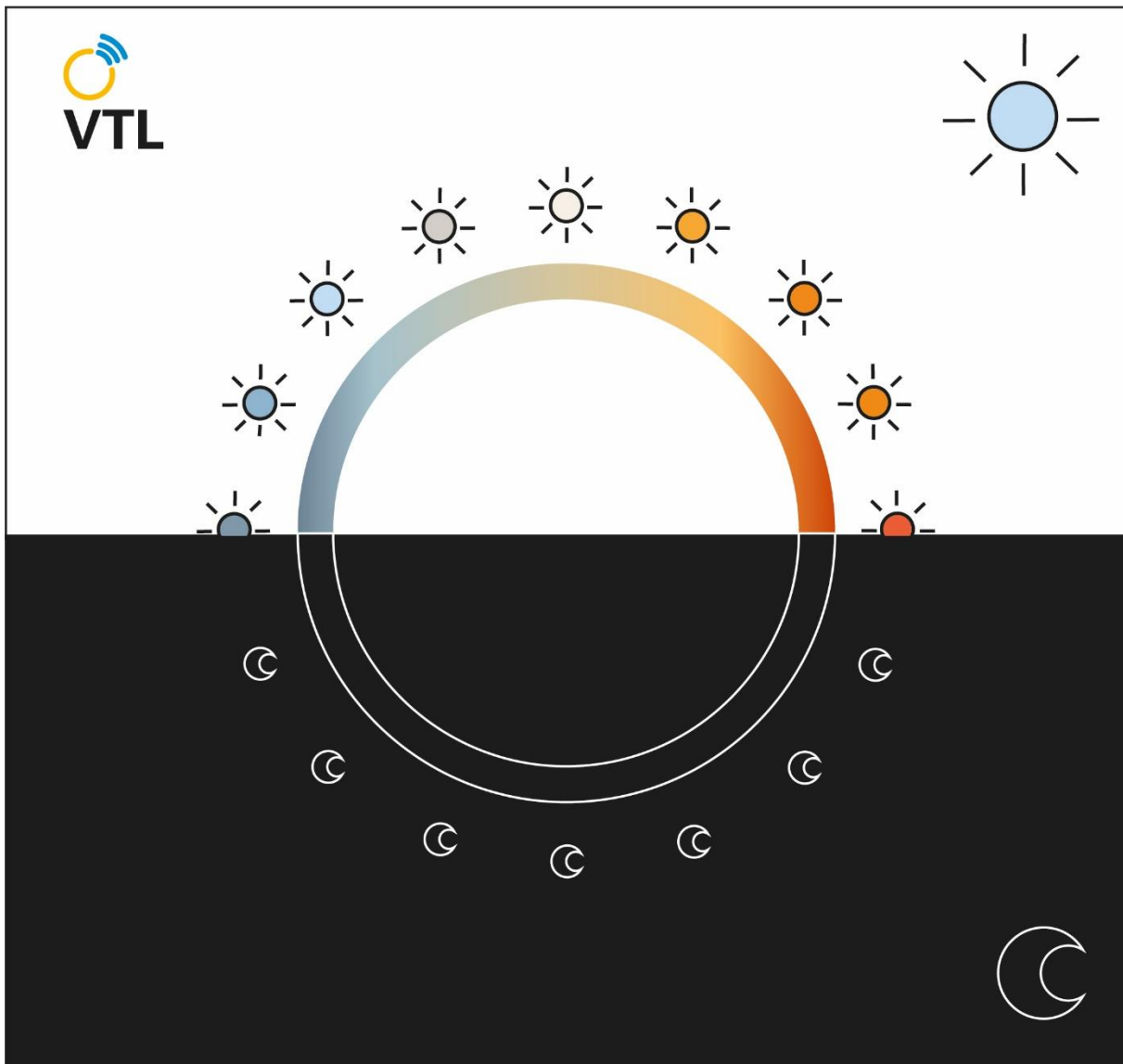
Die ipRGC stehen in direkter Verbindung mit dem suprachiasmatischen Nucleus (SCN) – unserer inneren zentralen Uhr im Gehirn. Lichtinformationen, wie Lichtintensität und spektrale Zusammensetzung, aus der Umwelt werden über die ipRGCs direkt an den SCN geleitet, wodurch die innere zentrale Uhr mit dem äußeren 24-Stunden-Rhythmus synchronisiert wird. Von dort aus werden über Botenstoffe weitere innere Uhren in Organen und Zellen des Körpers getaktet.

Viele biologische Prozesse im menschlichen Körper unterliegen einer circadianen Rhythmik. Hierzu zählen die Körpertemperatur, die Ausschüttung von Hormonen, die Änderung des

² AT Kearney, Quantified benefits of Human Centric Lighting (2015)

Blutdrucks, die kognitive Leistungsfähigkeit sowie der Schlaf-Wach-Rhythmus. Der wichtigste Zeitgeber zur Synchronisation der inneren Uhr mit der Außenwelt ist das Tageslicht.

Jedes Licht hat eine Wirkung auf das nicht-visuelle System des Menschen – egal ob in natürlicher oder künstlicher Form. Entscheidend sind hierbei die Faktoren Lichtspektrum, Lichtintensität (Beleuchtungsstärke), Zeitpunkt und Dauer der Lichtexposition, Lichthistorie sowie die räumliche Verteilung von Licht, also „Das richtige Licht zur richtigen Zeit“.



Das Tageslicht verändert sich dynamisch zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang

Eine künstliche Beleuchtung, die eine biologische Wirkung von Licht nach dem Vorbild des natürlichen Tageslichts nachempfindet, wird mit unterschiedlichen Begrifflichkeiten betitelt. Ein Überblick:

Melanopische Lichtwirkung, non visual effects, biodynamische Beleuchtung

In den Normen DIN V 5031-100 (über das Auge vermittelte melanopische Wirkung des Lichts auf den Menschen) und DIN SPEC 67600 (Planungsempfehlung für nichtvisuell wirksame Beleuchtung) spricht man von „melanopischen Lichtwirkungen“ oder „nichtvisuellen Wirkungen von Licht“. Es werden visuelle, nichtvisuelle und emotionale Lichtwirkungen unterschieden. In der Vergangenheit sprach man in der DIN SPEC 67600 auch von einer „Biologischen Lichtwirkung“. Der Begriff ist jedoch irreführend, da unter „biologischer Lichtwirkung“ alle Wirkungen von Licht auf den Menschen verstanden werden können, z.B. die Vitamin-D-Synthese durch Bestrahlung der Haut mit UV-B-Strahlung und vieles mehr.

HCL: Human Centric Lighting (HCL)

ist eine offizielle Bezeichnung im deutschen und europäischen Markt. In Normen wird alternativ auch der Begriff „nichtvisuelle Wirkungen von Licht“ verwendet. Er steht für ein Beleuchtungskonzept, das dem Nutzer zu jeder Zeit das beabsichtigte Licht bereitstellt, welches seiner jeweiligen Lebens- oder Arbeitssituation angemessen ist. Kurz gesagt, ermöglichen HCL-Konzepte das richtige Licht für jede Zeit des Tages und des Jahres. HCL definiert der ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) wie folgt:

„Licht wirkt vielfältig und immer – visuell, emotional und biologisch. Human Centric Lighting (HCL) unterstützt zielgerichtet und langfristig die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit des Menschen durch ganzheitliche Planung und Umsetzung der visuellen, emotionalen und insbesondere der biologischen Wirkungen des Lichts.“³

Tunable White:

Unter Tunable White versteht man die Farbtemperatursteuerung von einer warm- bis kaltweißen LED (wahlweise mit fester oder variabler Farbtemperatur). Charakteristisch für Tunable White Lösungen ist lediglich die Veränderung der Lichtfarbe innerhalb von Weißlicht. Die Beleuchtungsstärke wird hierbei nicht verändert.

Visual Timing Light (VTL)

ist eine Waldmann Begrifflichkeit. VTL bringt die Dynamik des natürlichen Tageslichts ins Gebäudeinnere und erweitert die emotionalen und ergonomischen Aspekte der Lichtqualität.

³ Positionspapier des ZVEI (Sept. 2016) unter https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/september/Der_Einsatz_von_Human_Centric_Lighting__HCL__ermoeglicht_das_richtige_Licht_fuer_jede_Tageszeit/Einsatz-HumanCentric-Lighting-Positionspapier.pdf

Ausgestattet mit VTL verändert eine biodynamische Leuchte Helligkeit und Lichtfarbe, orientiert am natürlichen Tageslichtverlauf, bzw. an der Arbeitszeit. Intensität und Lichtfarbe folgen einer nach wissenschaftlichen Erkenntnissen fest definierten, zeitabhängigen Regelkurve. Die Regelkurve ist werksseitig eingestellt, wodurch Manipulation und Fehlbedienung ausgeschlossen werden. Die größte Wirkung erzielt VTL, wenn es aus einer großflächigen Lichtquelle oder Reflexionsfläche und unter dem richtigen Einfallswinkel (von vorne und von oben) auf das Auge trifft.

HCL – EINE SELTENHEIT IN DER INDUSTRIE

Obwohl eine positive Wirkung nicht von der Hand zu weisen ist, ist eine biodynamische Beleuchtung in Industriehallen bislang kaum anzutreffen. In anderen Anwendungsbereichen ist biodynamische Beleuchtung schon weitverbreitet. Etwa in der Altenpflege oder in Büros.

Die Anforderungen an eine biodynamische Beleuchtung in der Industrie sind sehr vielfältig. Hohe Hallen, schmale Lagergänge, Verschmutzung und fehlende Reflexionsflächen für einen indirekten Lichtanteil erhöhen die Komplexität. Außerdem sorgen Schichtarbeit, vor allem Nachtschicht und wechselnde Schichtmodelle für kontroverse Diskussionen zwischen Wissenschaft, Lichtbranche und Arbeitsschutz. Die Thematik erfordert demnach einen äußerst sensiblen Umgang, birgt sie doch sowohl Chancen als auch Risiken für die Belegschaft.

Wenn alle Fragestellungen zufriedenstellend gelöst sind, ist der Anwendungsbereich geradezu prädestiniert für biodynamisches Licht. Weil in Industriehallen oft wenig Tageslichteinfall vorhanden ist und lange Betriebszeiten die Regel sind, können Mitarbeiter von einer biologisch wirksamen Beleuchtung besonders profitieren. Es kann Wohlbefinden, Gesunderhaltung und Konzentrationsfähigkeit nachhaltig unterstützen. Grundsätzlich gilt (lt. neuer DIN SPEC 67600): „Die nichtvisuelle wirksame Beleuchtung muss immer die Anforderungen zur Erfüllung der Sehaufgabe einhalten“.

FELDSTUDIE ZU HCL IN PRODUKTIONSHALLE

Waldmann hat Februar bis Mai 2019 bei Tochterunternehmen Derungs Licht AG in Gossau eine Studie in der Produktionshalle durchgeführt. Das Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung sollte Fragestellungen beantworten, die für die Planung und Umsetzung eines konkreten Beleuchtungsprojekts mit biodynamischer Beleuchtung in der Industriehalle notwendig sind.

Als besondere Herausforderung wurden folgende Themen identifiziert: Der für die biologische Wirkung nach heutigen Erkenntnissen notwendige Indirektanteil der Leuchten ist im industriellen Umfeld selten möglich. Leuchten werden teils in hohen Höhen installiert. Viel höher als in Büroumgebungen. Zu klären war demnach, ob die Beleuchtung unter diesen Voraussetzungen die gleiche biologische Wirkung hat.

Waldmann hat in der Feldstudie die melanopische Lichtwirkung direkt abstrahlender Beleuchtung, also ohne indirekten Lichtanteil, in Hallen untersucht. Belegt wurde, dass

biodynamische Beleuchtung unter den gegebenen Bedingungen die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter erhöht und das Stressempfinden signifikant verringert.

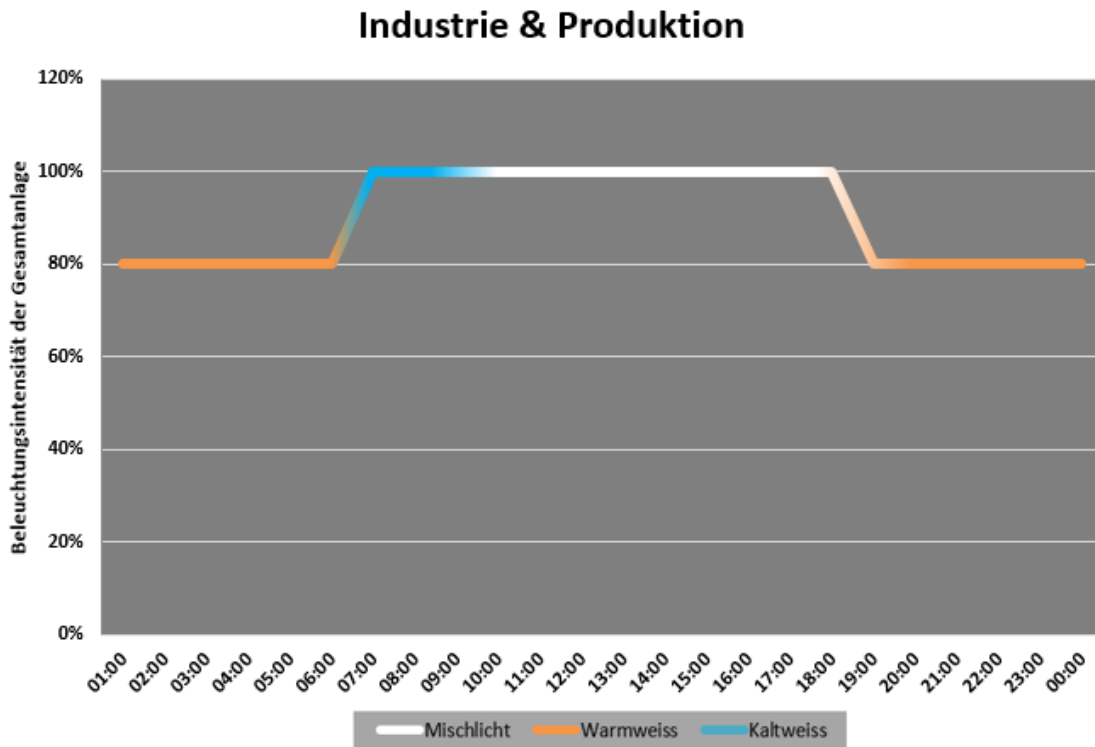
Die Studie unterteilte sich in zwei Phasen. Beginnend mit Phase 1 wurde zunächst die Untersuchung mit dem ursprünglichen Lichtbandsystem (herkömmlichen Leuchtstoffröhren, 4000 K, 903 Lux auf Tischhöhe (1,0 m), 229 mel. Lux auf Augenhöhe (1,6 m)) durchgeführt (IST-Zustand). In Phase 2 wurde die bestehende Beleuchtung durch ein LED-Lichtbandsystem des Typs CONVEO ersetzt. In dieser Phase veränderten sich Farbtemperatur (3500 K – 5500 K) und Dimmwert (50 % -90 %) im Verlauf des Tages, angelehnt am natürlichen Tageslicht (Biodynamische Beleuchtung). In die Studie wurden insgesamt 11 Probanden (1 Mann und 10 Frauen) im Alter von 24 und 54 Jahren (\bar{x} 41,5 \pm 8,5 Jahre) integriert.



Wissenschaft, die Produktivität erschafft. Die Studie bei der Firma DERUNGS. Biodynamisches Licht, kontinuierliche Analyse der Lichtwirkung, insbesondere der Melatonin-suppression.

LICHTVERLAUF FÜR DIE INDUSTRIELLE ANWENDUNG

Die in der Studie zum Einsatz kommende LED-Hallenleuchte (CONVEO) wird der Verlauf in einer separaten Steuerung programmiert. Ein beispielhafter Verlauf des VTL-Lichtverlaufs wird in der nachfolgenden Grafik aufgezeigt.



Dieser Kurvenverlauf gilt als Programmiervorschlag. In den Steuerungen wird während der Nacht die Lichtfarbe „Warmton“ programmiert. Ab 5:00 Uhr ändert sich die Lichtfarbe dynamisch auf die 6:00 Uhr-Definition. Das erfolgt dann bei jeder Veränderung so. Wichtig ist, dass die aktivierende „Kaltlicht-Lichtfarbe“ während des Tages (also in der Zeit, in der der Nutzer aktivierend unterstützt werden soll) zu 100% erhalten bleibt. Falls in der Nacht eine veränderte Lichtfarbe für bestimmte Szenarien benötigt wird, muss diese speziell programmiert und mittels Sonderschalter abgerufen werden. Wichtig ist, dass nach dieser „Sonderszene“ (wenn dieses Szenario beendet ist) wieder in den „Normalbetrieb“ geändert wird. In den Nachtzeiten muss aktivierende Beleuchtung nach Möglichkeit vermieden werden, es sei denn, dass es zur „nichtvisuell wirksamen Lichtstrategie“ gehört, dass eine sog. „Phasenverschiebung“ vorgenommen wird. Die genaue Ausgestaltung muss beraten, geplant, in Betrieb genommen und die Nutzer unterrichtet werden. Da die Aufgaben und die Arbeitsweisen speziell im Industriebetrieb sehr individuell sind, gibt es viele Parameter, die berücksichtigt werden müssen. Besonders hervorzuheben ist die Schichtarbeit. In dem Fall muss besprochen werden, wie die Schichtübergabe aussehen soll.

Der Standard-Verlauf für den Bereich Industrie Raumbelichtung weist folgende wesentliche Elemente auf: nachts deutlich unter 4100K. Es werden warme Lichtfarben zwischen 3000 K und 3300K empfohlen. Zum Schichtbeginn bzw. morgens wird die Lichtfarbe deutlich kälter, um die Mitarbeiter zu "aktivieren". Maximale Lichtfarbe ist im Bereich von 5500 K, da diese noch als nicht „als zu kalt“ empfunden wird.

Beleuchtungsstärke: Der VTL-Verlauf spiegelt den Tagesverlauf wieder, wobei in unserem Beispiel die Arbeitszeiten (Fixtime) berücksichtigt werden. Dies ist –wie alle VTL-Kurven– lediglich eine Empfehlung. Die "Amplitude" der Kurve ergibt sich aus der Lichtplanung, so dass jeder Mitarbeiter während des Tages min. 240 mel lx (melanopische Lux) am Auge erhalten sollte. Dies kann auch durch Zusatzbeleuchtung (Montageleuchten bei Montagearbeitsplätzen) erreicht werden.

GRENZEN UND EMPFEHLUNGEN BIODYNAMISCHER BELEUCHTUNG

Die von Waldmann durchgeführte Studie liefert wichtige Erkenntnisse für die Anwendung biodynamischer Beleuchtung an industriellen Arbeitsplätzen zu Tagschichtzeiten.

Eine derartige Empfehlung unterstützt auch der Ausschuss für Arbeitsstätten ASTA.

Tagsüber erscheint eine dynamische künstliche Beleuchtung, bei der Lichtfarbe, Beleuchtungsniveau oder Lichtverteilung verändert werden, unbedenklich, wenn sie sich am gleichzeitig unter freiem Himmel vorhandenen natürlichen Licht orientiert und sich dabei im Rahmen der für die Innenraumbelichtung mit künstlichem Licht empfohlenen Verhältnisse bewegt.⁴

Für die Anwendung biodynamischer Beleuchtung in Mehrschichtbetrieben müssen weitere Studien folgen. Normungs- und Wissenschaftskreise empfehlen bei 24 h – Arbeitsplätzen für die Arbeit in der Nacht aktivierendes Kaltlicht (< 3.300 K) zu vermeiden. Das bedeutet, lediglich Warmton-Licht 2.700/3.000 K zu verwenden. Hier muss allerdings die vom Nutzer präferierte oder für die zu verrichtende Arbeit erforderliche Lichtfarbe (die kann auch 4.000 K oder tunable white sein) berücksichtigt und angepasst werden.

Der ASTA warnt nach gegenwärtigem Wissensstand bei Nachtarbeit bereits im Rahmen bestehender Beleuchtungskonzepte vor den Möglichkeiten des Eintretens unerwünschter biologischer Wirkungen, weil langfristige negative Folgen für die Gesundheit nicht

⁴ Empfehlungen Ausschuss für Arbeitsstätten – ASTA – www.baua.de/asta: Beschluss 9 / 7. ASTA-Sitzung vom 28.11.2018 Bekannt gemacht im Auftrag des Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) Ausschuss für Arbeitsstätten – ASTA – www.baua.de/asta 1 Empfehlung des Ausschusses für Arbeitsstätten (ASTA) - Künstliche biologisch wirksame Beleuchtung in Arbeitsstätten

ausgeschlossen werden können. Kritisch sind hohe Beleuchtungsstärken am Auge insbesondere, wenn diese mit kalten Lichtfarben verbunden sind. Diese führen zu einer Aktivierung, die am späten Abend oder in der Nacht mit einer Störung der inneren Uhr mit möglichen negativen Folgen für die Gesundheit verbunden sein kann. Für das Sehen erforderliche Beleuchtungsstärken sollten in der Nacht eher mit warmen bis neutralweißen Lichtfarben gegeben werden. Folgende Tabelle zeigt eine adäquate Programmierung.

Industrie & Produktion		
Uhrzeit	Kelvin	Gesamtanlage
01:00	3300	80%
02:00	3300	80%
03:00	3300	80%
04:00	3300	80%
05:00	3300	80%
06:00	4100	80%
07:00	6100	100%
08:00	6100	100%
09:00	6100	100%
10:00	6100	100%
11:00	6100	100%
12:00	6100	100%
13:00	6100	100%
14:00	6100	100%
15:00	6100	100%
16:00	6100	100%
17:00	3700	100%
18:00	3500	100%
19:00	3300	80%
20:00	3300	80%
21:00	3300	80%
22:00	3300	80%
23:00	3300	80%
00:00	3300	80%

Der Verlauf (Veränderung von Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe) sollte nach erfolgreicher Inbetriebnahme, sobald der Verlauf von den Mitarbeitern als angenehm befunden wird, grundsätzlich automatisch ablaufen. Einzelne Mitarbeiter haben keine Möglichkeit, sich das Licht individuell einzustellen, bzw. Sonderszenarien abzurufen.

Einziger Einflussnehmer ist eine zentrale Stelle, wie beispielsweise im Meisterbüro, der über die Zusammenhänge biodynamischer Beleuchtung vollumfänglich informiert ist. Sollte die Lichtfarbe keinen störenden Einfluss auf die durchzuführenden Tätigkeiten / Prozesse haben, so gilt dieser Verlauf als fix. Es kann lediglich die Beleuchtungsstärke angepasst bzw. von zentraler Stelle die komplette Beleuchtung ein oder ausgeschaltet werden.

Sonderszenen sind beispielsweise ein Putzlicht oder Beleuchtung für den Sicherheitsdienst.

Darüber hinaus kann in Pausen zur Energieeinsparung und zur Regeneration der Mitarbeiter die Beleuchtungsstärke im Warmtonbereich reduziert werden. Besser gehen die Mitarbeiter

aber in den Pausenraum, hier ist lt. DIN SPEC 67600 eine Warmton-Beleuchtung zu empfehlen. Idealerweise gehen sie aber ins Freie.

Für die Schichtarbeit gibt auch der DGUV Empfehlungen in Bezug auf die Beleuchtung.⁵ Langjährige Schichtarbeit wurde 2007 von der Internationalen Krebsagentur (IARC) als „wahrscheinlich krebserregend“ eingestuft. Wesentlicher Mechanismus ist die Unterdrückung des Schlafhormons Melatonin durch Licht während der Nachtschicht. Empfohlen wird für Mitarbeiter in Schichtmodellen ohne Dauernachtschicht eine „Melatoninschonende Beleuchtung“. Eine Anpassung der circadianen Rhythmik auf den neuen Schlaf-Wach-Rhythmus ist bei kurzen Schichtwechseln aufgrund der Dauer der Anpassung (Phasenverschiebung: 1-3 h pro Nacht) nicht sinnvoll. In der Freizeit sollte viel Tageslicht, vorzugsweise natürliches Tageslicht, genutzt werden. Je besser die innere Uhr mit der äußeren Uhr synchronisiert ist, desto unempfindlicher ist das zirkadiane System gegenüber Störfaktoren in der Nacht. Dies gilt nicht vor dem Schlafen gehen.

Neben der Schichtarbeit gibt es weitere Einschränkungen für die Anwendung einer biodynamischen Beleuchtung. So gibt es Anwendungen, bei denen es auf eine korrekte Farbwiedergabe oder eine konkrete Lichtfarbe ankommt. In Abhängigkeit der Lichtfarbe können sich bestimmte Materialien, sowie deren Oberflächenbeschaffenheit oder Lackierung, unterschiedlich abbilden. Dies kann beispielsweise an einem Prüfplatz oder auch grundsätzlich in einem konkreten Hallenabschnitt eine Rolle spielen. Überall wo eine optische Prüfung, eine Farbbeurteilung im Prozess stattfindet, muss der dynamische Lichtverlauf geprüft werden. Dies gilt auch in Laboren.

Darüber hinaus gilt es auszuschließen, dass die sich verändernde Lichtfarbe einen Einfluss auf bestehende Prozesse hat, z.B. auf Kamerabilder im Prozess, optische Messsysteme, bei denen bestimmte Lichtfarben negative Auswirkungen haben. Dies gilt auch, wenn in der Halle eine biodynamische Beleuchtung und am Arbeitsplatz eine fixe Lichtfarbe eingesetzt wird. Es gilt somit im Einzelfall zu überprüfen, in welchen Bereichen und mit welchen Anpassungen der Einsatz von biodynamischem Licht in der Industrie sinnvoll ist.

ERGEBNIS DIESER STUDIE

Es konnte nachgewiesen werden, dass eine biodynamische Beleuchtung, die Lichtfarbe und -Intensität im Tagesverlauf verändert, signifikante Wirkung in Form einer Verringerung des subjektiven Stressempfinden (Ø 25 %) und eine signifikante Erhöhung der Leistungsfähigkeit (morgens Ø 23 %, nachmittags Ø 21 %) am Industriearbeitsplatz bewirken. Der Einsatz in der

⁵ Quelle: DGUV Information 215-220: Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen, September 2019; Literaturstudie TU Ilmenau „Optimale Beleuchtung bei Schichtarbeit“, Mai 2009

Tagschicht ist unter Berücksichtigung der visuellen Tätigkeiten empfehlenswert. Eine Veränderung der nächtlichen Melatoninkonzentration, Schlafqualität sowie des Wohlbefindens konnten in dieser Studie nicht gezeigt werden.

Das Wissen um die biologische Wirksamkeit von Licht sollte genutzt werden, um dem Menschen zurückzugeben, was ihm an Tageslichtwirkung durch den Aufenthalt in Innenräumen genommen wird. Grundsätzlich sollte dabei auf eine professionelle Beratung zurückgegriffen werden, um vor dem Hintergrund vielschichtiger Tätigkeiten im industriellen Umfeld fehlerhafte Anwendungen zu vermeiden.