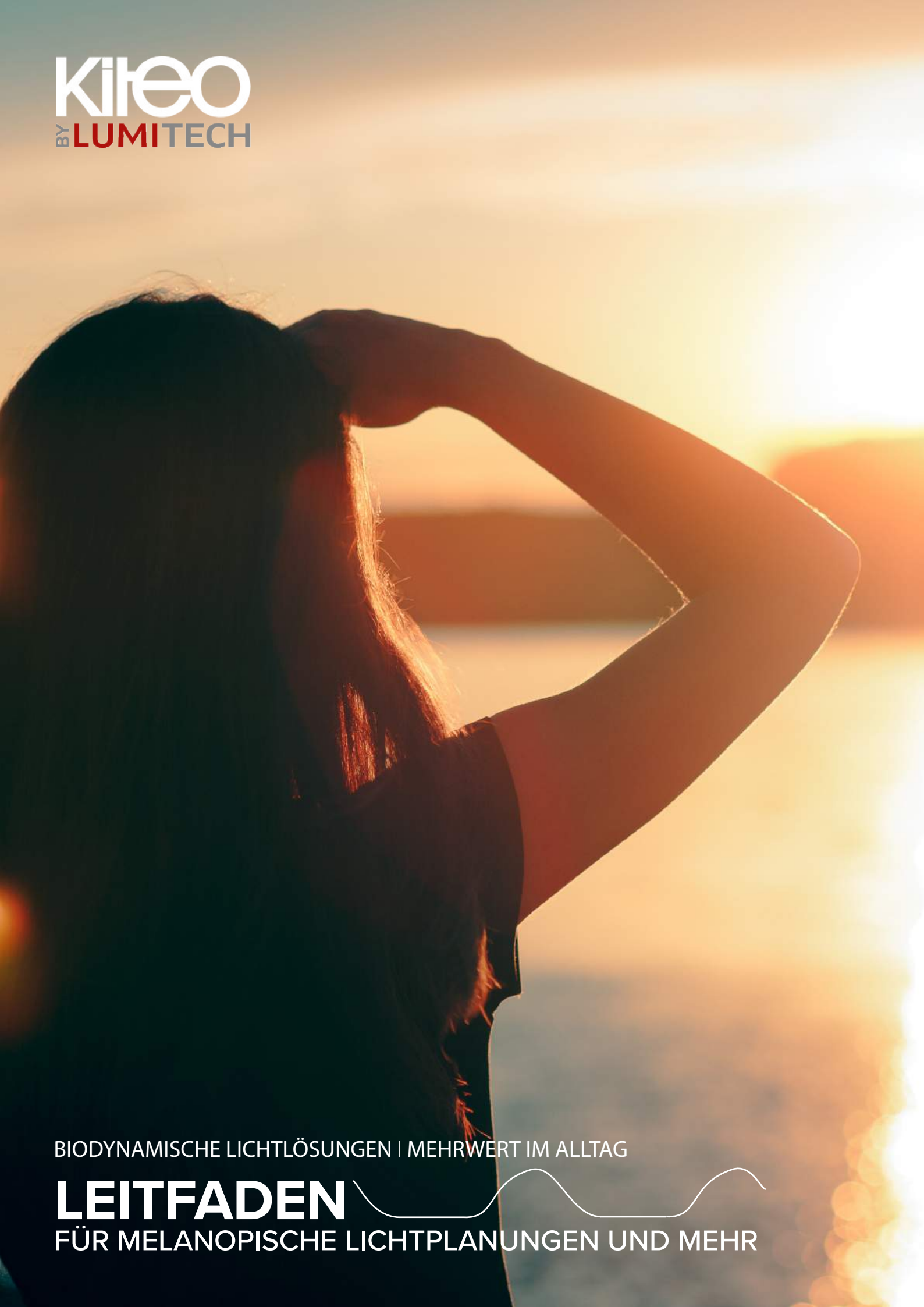


Kileo BY LUMITECH

BIODYNAMISCHE LICHTLÖSUNGEN | MEHRWERT IM ALLTAG

LEITFADEN

FÜR MELANOPISCHE LICHTPLANUNGEN UND MEHR

VORWORT

LUMITECH & KITEO
Produktions- und Entwicklungsstandort in Jennersdorf, Österreich

Geschätzte Lichtplaner und Elektroplaner, liebe Architekten, Bauherren und Nutzer...

LUMITECH ist seit über 20 Jahren im Bereich der Tageslichtsimulation aktiv tätig und verfügt über eine patentierte Technologie (PI-LED) um realistische Tageslichtsimulationen in Innenräumen umzusetzen. Zahlreiche Forscher und Professoren von Hochschulen und Universitäten nutzen unsere Erfahrung und unsere Produkte, um neue Erkenntnisse über die Wirkung des Lichts auf den Menschen zu gewinnen.

Mit der PI-LED Technologie von LUMITECH sind Lichtfarben von 1.800K bis 16.000K stufenlos möglich und dies mit einem hohen CRI Wert. Von der Morgenfrische über die Mittagskühle zur Abendwärme – in Lichtfarben ausgedrückt. Darüber hinaus können zahlreiche Farben, wie sie in der Natur vorkommen, nachgestellt werden (Morgenröte, Sonnenuntergangsstimmung, u.v.m.).

Während LUMITECH die globale Leuchtenindustrie mit PI-LED Komponenten beliefert, bietet KITEO mit einem kompakten PI-LED Portfolio fertige Lichtlösungen an.

Dieser „**Leitfaden für melanopische Lichtplanungen und mehr**“ wurde geschaffen um Planer zu unterstützen. Der Leitfaden bietet neben den neuesten Erkenntnissen aus der Forschung auch Informationen über DIN Normen und Regulativen zur Berechnung und Lichtplanung.

Um eine melanopische Lichtplanung umzusetzen bedarf es des „melanopischen Faktors“ der Leuchte in der jeweiligen Lichtfarbe. KITEO weist (als erster Anbieter) bei allen Leuchten in ihrem Sortiment diesen melanopischen Faktor aus.

Dieser Leitfaden soll aber auch Ideen vermitteln wie dynamische Lichtlösungen für den Nutzer in verschiedenen Räumen und Anwendungen gestaltet werden können. Er zeigt die vielfältigen Möglichkeiten einer dynamischen Lichtlösung auf und vermittelt den Mehrwert für den Nutzer in der jeweiligen Anwendung.

Eine gute Lichtlösung steht im Dienste des Menschen. Die melanopische Lichtlösung erhöht das Wohlbefinden, die Vitalität, die Gesundheit, die Aufmerksamkeit, die Konzentration, die Genesung, die Stressreduktion, die Entspannung und verbessert den natürlichen Schlaf-Wach-Rhythmus.

Mit dynamischen Lichtlösungen können aber auch neue, veränderbare Raum-Atmosphären ermöglicht werden. In kommerziellen Anwendungen kann das abgestimmte Licht für den jeweiligen Anwendungsbereich den Wow-Effekt verstärken. Zum Beispiel im Handel, Schauraum oder in Wohlfühloasen wie Hotels, Wellnessbereichen und Gastronomie – wenn das ideale Licht zum richtigen Zeitpunkt zum Einsatz kommt.

Wir wünschen viel Spaß und neue, spannende Erkenntnisse beim Durchlesen und hoffen, ein nützliches Werkzeug für Ihre Planung zur Verfügung zu stellen.

Dynamische Grüße

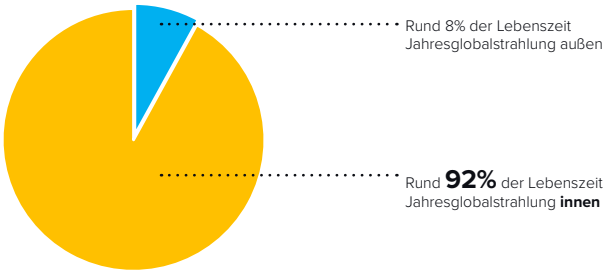
Ihr LUMITECH & KITEO Team

Licht wirkt sich spürbar auf die Vitalität und Gesundheit des Menschen aus.

Das Licht der Sonne ist entscheidend für Gesundheit und Wohlbefinden. Jede künstliche Lichtlösung sollte deshalb der Sonnenlicht-Charakteristik möglichst genau entsprechen. Das natürliche Tageslicht wird dabei im Hinblick auf seine spektrale Qualität und die stetige Veränderung der Farbtemperatur nachgebildet, was die „Innere Uhr“ des Menschen spürbar positiv beeinflusst. Ein gesteigertes Wohlbefinden und eine höhere Konzentrationsfähigkeit sind die Folge.

Je mehr künstliches Licht dem natürlichen Sonnenlicht gleicht, desto angenehmer und hochwertiger empfinden wir dieses Licht. Human Centric Lighting Lösungen bilden das Spektrum des Sonnenlichts über den Tagesverlauf realistisch nach, ohne dabei unerwünschte Strahlung im Bereich UV oder Infrarot abzugeben. Diese außergewöhnliche Lichtqualität lässt sich mit herkömmlichen Beleuchtungskonzepten nicht erreichen. In KITEO Lichtlösungen kommt daher ausschließlich die prämierte Spitzentechnologie PI-LED zum Einsatz.

Der moderne Mensch verbringt die Hauptzeit seines Lebens in Innenräumen. Im Laufe der Zeit hat eine kulturelle Entwicklung zu einer Innenraumgesellschaft stattgefunden:

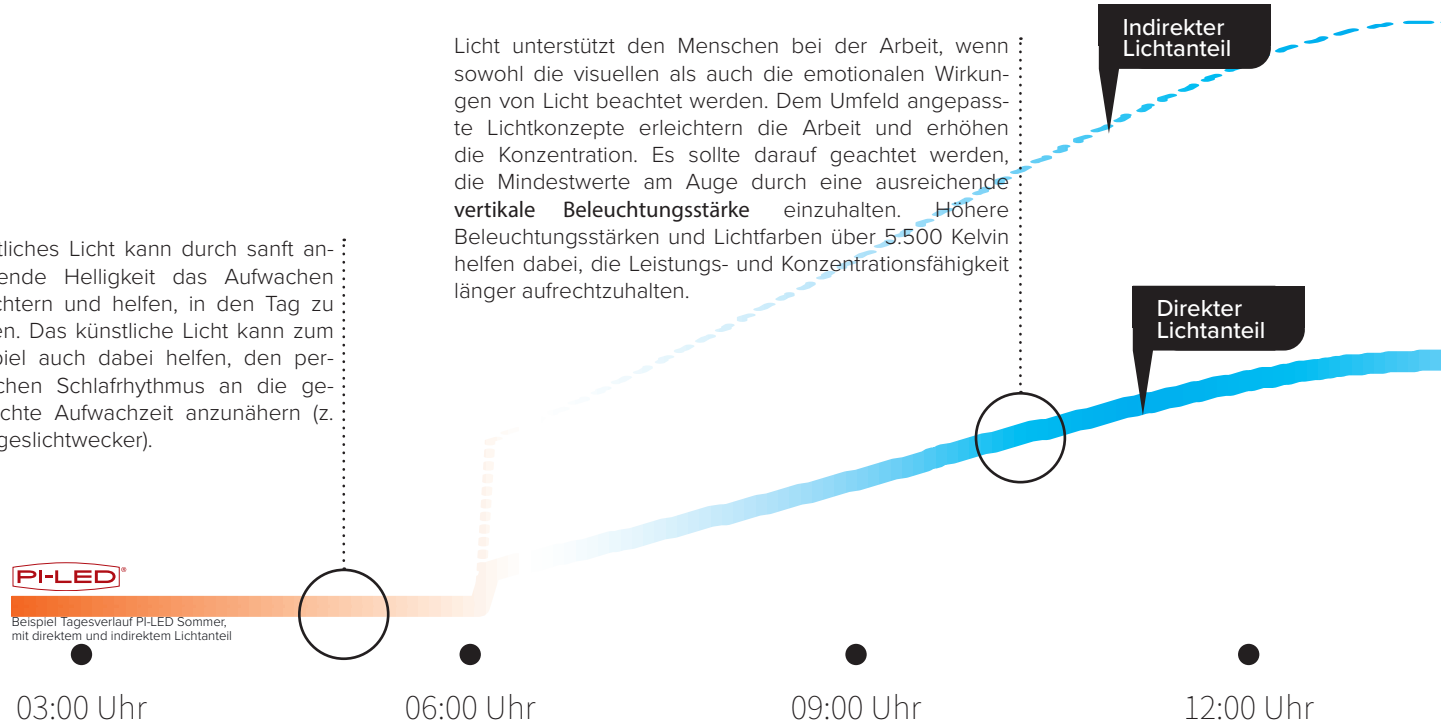


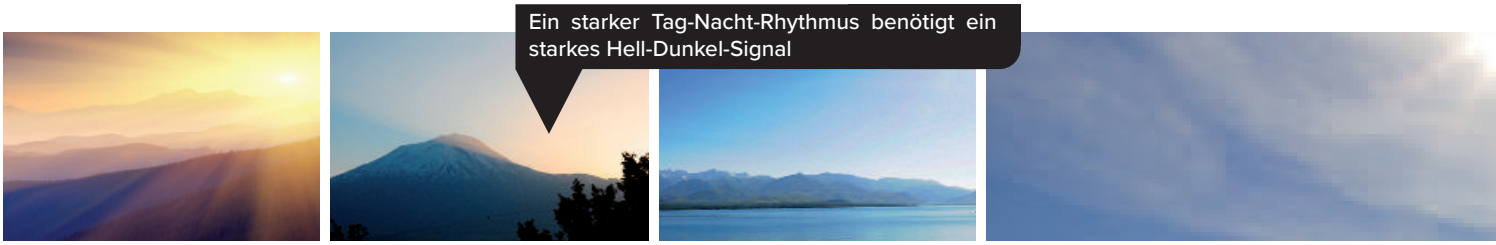
Der natürliche Tag-Nacht-Rhythmus ist darauf ausgelegt, dem Menschen in der Dunkelphase ein Optimum an Schlaf und Erholung und in der Hellphase ein Optimum an Vitalität und Leistung zu ermöglichen. Unter dieser Abfolge hat sich im Laufe der Evolution unser Biorhythmus entwickelt - das circadiane System.

DIE GESUNDHEIT HÄNGT VON EINEM STARKEN TAG-NACHT-RHYTHMUS AB

Licht unterstützt den Menschen bei der Arbeit, wenn sowohl die visuellen als auch die emotionalen Wirkungen von Licht beachtet werden. Dem Umfeld angepasste Lichtkonzepte erleichtern die Arbeit und erhöhen die Konzentration. Es sollte darauf geachtet werden, die Mindestwerte am Auge durch eine ausreichende **vertikale Beleuchtungsstärke** einzuhalten. Höhere Beleuchtungsstärken und Lichtfarben über 5.500 Kelvin helfen dabei, die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit länger aufrechtzuhalten.

Künstliches Licht kann durch sanft ansteigende Helligkeit das Aufwachen erleichtern und helfen, in den Tag zu starten. Das künstliche Licht kann zum Beispiel auch dabei helfen, den persönlichen Schlafrhythmus an die gewünschte Aufwachzeit anzunähern (z. B. Tageslichtwecker).





Neben Stäbchen und Zapfen, die für das visuelle Sehen verantwortlich sind, gibt es im menschlichen Auge weitere sogenannte non-visuelle Fotorezeptoren, die den circadianen Rhythmus spürbar beeinflussen. Diese Rezeptoren steuern unseren Hormonhaushalt, insbesondere das für das Wach- und Schlafverhalten verantwortliche Melatonin. Genau hier setzt PI-LED an – mit dem Ziel, den circadianen Rhythmus des Menschen positiv zu unterstützen und die Melatoninproduktion in einem natürlichen Gleichgewicht zu halten. Dabei gilt:

Kaltes Licht mit hohem Blauanteil dient der Aktivierung und fördert die Ausschüttung von Serotonin und Cortisol und unterdrückt zugleich die Melatonin-Ausschüttung. Leistungsfähigkeit und Aufmerksamkeit werden somit deutlich erhöht.

Warmes Licht mit einem hohen Rotanteil unterdrückt die Ausschüttung von Melatonin nicht, es führt nach einer Aktivierungsphase zu Entspannung und einem erholsamen Schlaf.

SPEKTRALVERLAUF
IM VERGLEICH

Farben und farbige Gegenstände werden nur dann farbig wahrgenommen, wenn im Spektrum der Lichtquelle auch die entsprechenden Farben vorhanden sind.

Spektrum des Sonnenlichts
Bewölkt, 10:00 Uhr morgens

Spektrum einer
KITEO Human Centric Lighting Lösung
Sommertag als Referenz

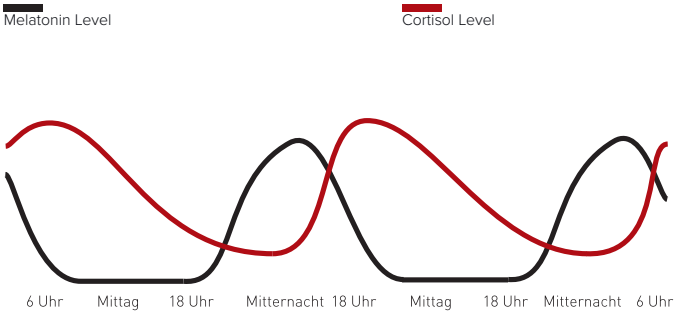
Spektrum einer Standard-Bürobeleuchtung
mit T5 Leuchtstofflampen

Alle Aufnahmen wurden mit einem KITEO-Spektroskop aufgenommen.

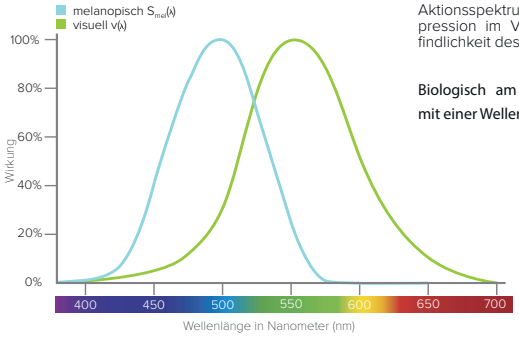
Kompaktleuchtstofflampen haben ein diskontinuierliches Linienspektrum, dadurch fehlen Farbkomponenten. Aus diesem Grund können nicht alle Farben korrekt wiedergegeben werden.

Das verursacht Dauerstress, da das Gehirn ständig versucht die Lücken zu ergänzen!

DER
CIRCADIANE RHYTHMUS



Studie: The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance
©2007 Mills et al; license BioMed Central Ltd. Peter R Mills, Susannah C. Tomkins und Luc JM Schlangen



Aktionsspektrum der Melatoninsuppression im Vergleich zur Hellempfindlichkeit des Auges:

Biologisch am wirksamsten ist Licht mit einer Wellenlänge um 480nm.

Die Begleitung in den Feierabend erfolgt ebenfalls mit Licht. Nach einem Arbeitstag signalisiert der Wechsel zu warmen Lichtfarben den kommenden Abend.

Tagesausklang: Licht soll genau so hell sein, dass man sich wohlfühlt und gut zurecht findet. **Die Entspannung steht jetzt meist im Vordergrund!**

Seit Jahren gibt es Software, die auf PCs installiert werden kann und die die Hintergrundfarbe des Bildschirms der Tageszeit anpasst. **Das reduziert die Lichtwirkung auf das biologische System um 60 bis 70 Prozent** und unterstützt dabei, negative Wirkungen von Licht auf Schlaf und Erholung zu reduzieren.

15:00 Uhr | 18:00 Uhr | 21:00 Uhr | 00:00 Uhr

LICHTWIRKUNG AUF DEN MENSCHEN

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** von Licht.
(Definition ZVEI, ähnlich ISO CIE „integrative lighting")

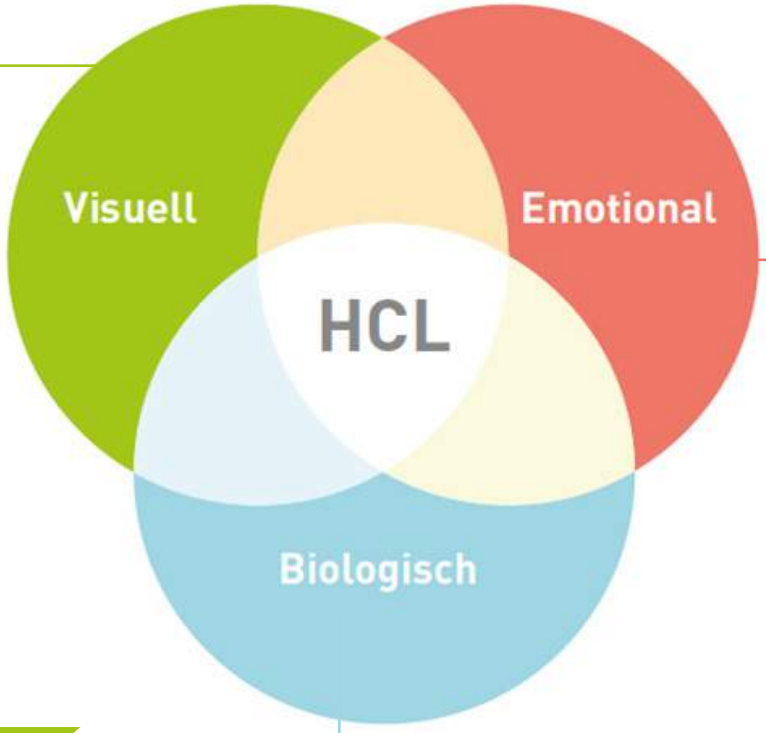
Visuelle Wirkung

Optimale visuelle Bedingungen sind immer das Ziel der Planung. Individuelle Besonderheiten, wie z. B. höherer Lichtbedarf bei älteren Menschen, müssen maßgeschneidert und passend geplant werden. Mindestkriterien sind in normativen und gesetzlichen Regelwerken festgelegt, um die Erfüllung der Sehaufgaben in den Arbeitsbereichen zu ermöglichen (zB DIN EN 12464-1).

Mögliche Kriterien:

- Beleuchtungsstärke
- Lichtfarben
- Farbwiedergabe CRI>90
- Gleichmäßige Ausleuchtung oder Akzentuierung
- Kontrastreiche Beleuchtung, Reflexionsgrad, Leuchtdichte usw.

SOFORTIGE WIRKUNG



Visuelle Wirkung

Architektonische, formalästhetische und wahrnehmungspsychologische Kriterien sind zu berücksichtigen. Diese Kriterien folgen Regeln und interdisziplinären Leitsätzen, die einer guten Praxis entspringen. Sie sind kaum in Zahlen zu fassen und nicht in Normen und Vorschriften zu finden.

Mögliche Kriterien:

- Lichtrichtung
- Lichtfarben: Warm- und Kaltton
- Fixe Lichtstimmungen, veränderte Lichtstimmungen
- Gestaltung eines Raumes usw.

SOFORTIGE WIRKUNG

Nicht-visuelle Wirkung

Sie wirken auf den circadianen Rhythmus und können stabilisierend die Leistungsfähigkeit am Tage und andererseits den guten Schlaf in der Nacht unterstützen. Kurzfristig können sie die Aufmerksamkeit und Wachheit erhöhen. Empfehlungen und Hinweise zur Planung biologischer oder melanopischer Wirkungen sind unter anderem in den Schriften der DIN SPEC 5031-100 und DIN SPEC 67600 zu finden.

Mögliche Kriterien:

- Das Licht dient zur Aktivierung und Entspannung
- Unterstützung des regulären menschlichen Biorhythmus

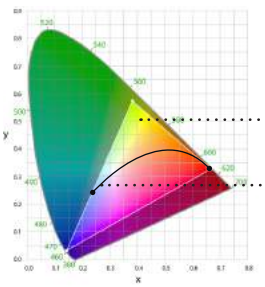
LANGFRISTIGE WIRKUNG

EIGENSCHAFTEN DER BELEUCHTUNG

	Kriterum / Eigenschaft der Beleuchtung*	PI-LED	WW
VISUELL	Hohe Farbwiedergabe CRI >90		~
VISUELL	Hohe Effizienzen bis zu ca. 140lm/W		~
VISUELL	Max. Farbkonstanz dank 100% Kalibrierung		~
VISUELL	CCT-Bereich 1.800K – 16.000K auf der Planckschen Kurve		—
EMOTIONAL	Individuelle Lichtstimmungen und Lichtfarben abseits der Planckschen Kurve	im PI-LED Dreieck	—
BIOLOGISCH	Individuell anpassbarer Blauanteil		—
BIOLOGISCH	Spannweite des melanopischen Wirkfaktors	0,2 bis >1	0,3-0,8

Ja ~Möglich – Nein

PI-LED



PI-LED IM DETAIL
Automatischer Tageslichtverlauf (saisonal und nichtsaisonale Veränderungen), breites Spektrum mit Farbwiedergabe CRI>90, MacAdams typisch 1 u.v.m.

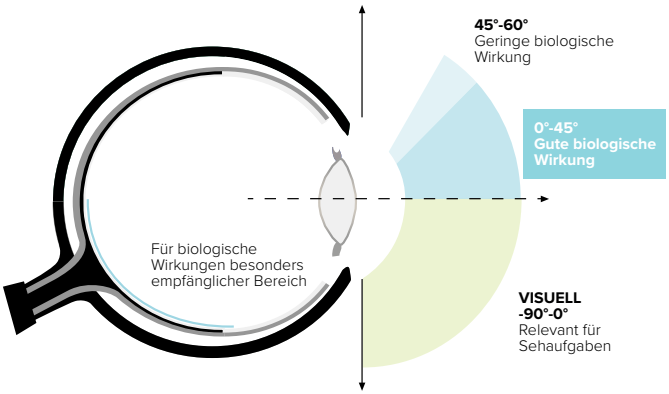
PI-LED Farbraum
Alle RGB Farben innerhalb des PI-LED Farbraumes können angesteuert werden

Planksche Kurve
Farbtemperatur 2.500K – 7.000K entlang der Planckschen Kurve und optional 1.800K bis 16.000K möglich

EMPFINDLICHKEIT DER **FOTOREZEPTOREN** UND **LICHTRICHTUNG**

Für die biologische Wirkung ist es in erster Linie die **vertikale Beleuchtungsstärke am Auge**, die zu bewerten ist. Die Richtung, aus der Licht ins Auge fällt, ist daher von besonderer Bedeutung. Das Gesichtsfeld des Menschen erstreckt sich in Innenräumen auf einen Winkelbereich von etwa 70° unterhalb bis 55° oberhalb der Blickrichtung. Der Blick ist nicht statisch, aber im Mittel leicht nach unten gerichtet, da die Sehaufgabe im Allgemeinen eher im unteren Bereich angeordnet ist.

In kleineren Räumen oder, wenn der Blick in Richtung von Wänden geht, bilden diese eine sinnvoll nutzbare zu beleuchtende Fläche als sekundäre Lichtquelle. In größeren Räumen oder, wenn die Wände nicht nutzbar sind, stellen auch die Raumdecken eine nutzbare Fläche dar. Bei der Nutzung von hellen Flächen sollen sichtbare Leuchtdichten von ca. 500 bis 1.000 cd/m^2 nicht überschritten werden, damit kein Blendungsrisiko entsteht. Daher sollten helle Flächen möglichst groß sein, um auch ohne zu hohe Leuchtdichte ausreichend Licht reflektieren zu können. Eines ist allerdings wichtig: Eine direkte Anstrahlung von Personen soll aus Blendungsgründen vermieden werden. (Vgl. Licht.de)



DER **MELANOPISCHE WIRKFAKTOR**

CCT [K]	VISUELLE DATEN	MELANOPISCHER WIRKFAKTOR
	Lichstrom [lm]	alpha (smel)
1.800	1650	0,226
2.000	1945	0,252
2.500	2495	0,324
2.700	2400	0,357
3.000	2300	0,407
3.500	2195	0,484
4.000	2130	0,554
4.500	2085	0,618
5.000	2055	0,676
5.500	2040	0,728
6.000	2025	0,774
6.500	2015	0,816
7.000	2010	0,852
8.000	2000	0,915
9.000	1995	0,965
10.000	1990	1,033
12.000	1970	1,168
14.000	1950	1,304
16.000	1935	1,439

Beispiel: K-SOLIS PURE

Die angegebene Tabelle zeigt beispielhafte Werte für ein spezifisches PI-LED Produkt.

Melatonin macht müde, entschleunigt die Körperfunktionen und senkt die Aktivität zugunsten der verdienten Nachtruhe. Es sorgt zudem dafür, dass viele Stoffwechselvorgänge zurückgefahren werden. Die Körpertemperatur sinkt, der Organismus läuft sozusagen auf Sparflamme. In dieser Phase schüttet der Körper Wachstumshormone aus, die nachts die Zellen reparieren.

Neben den visuellen und den emotionalen Eigenschaften einer PI-LED HCL-Beleuchtung ist es vor allem ihre biologische Wirkung, die - ganz nach dem Vorbild des natürlichen Tageslichts - gesundes Licht ausmacht.

Ein solches Licht unterstützt also die natürlichen, hormonellen Vorgänge im Körper zu jeder Tageszeit und individuell auf z. B. persönliche Vorlieben und Alter abgestimmt.

KITEO gibt für alle PI-LED Produkte den melanopischen Wirkfaktor über den gesamten CCT-Bereich an. Bei diesem Faktor handelt es sich um einen lichtartspezifischen Umrechnungsfaktor für die melanopische tageslichtäquivalente Beleuchtungsstärke, kurz alpha(smel).

Der Faktor alpha(smel) beschreibt die melanopische Wirksamkeit der Lichtquelle auf den Menschen und dessen circadianen Rhythmus. Um den natürlichen menschlichen Biorhythmus bestmöglich zu unterstützen, kann durch höhere alpha(smel)-Werte die Melatonin-Ausschüttung untertags minimiert und durch niedrigere Werte abends gefördert werden.
Die Umsetzung einer nicht nur visuell, sondern auch biologisch/melanopisch wirksamen Beleuchtung wird durch PI-LED ermöglicht. Für die normgerechte Lichtplanung empfiehlt KITEO die Zugrundelegung der DIN SPEC 5031-100.

Der melanopische Wirkfaktor ist ein Maß für den Einfluss einer Lichtquelle auf den circadianen Rhythmus.

Die melanopische Größe ist die dem Tageslicht entsprechende Größe einer anderen Lichtquelle. Diese Größe bezieht sich auf das Tageslicht D65 (Normlichtart D65 (CIE), auch „nördliches Tageslicht“ genannt, gilt als Standard) als Referenz und ist so definiert, dass beim standardisierten Tageslichtspektrum D65 die visuell bewertete Größe genau gleich der melanopisch bewerteten Größe ist. 1.000 Lux Beleuchtungsstärke mit D65 entsprechen 1.000 Lux melanopischer Beleuchtungsstärke. Besonders stark reagieren die melanopsinhaltigen Fotorezeptoren im menschlichen Auge auf **blaues Licht**. Der Bereich höchster Empfindlichkeit liegt bei einer Wellenlänge von **480 Nanometer**.

Der melanopische Wirkungsfaktor – ist ein Maß für die circadiane Wirkung einer Lichtquelle.
Formel siehe DIN SPEC 5031-100

Nicht nur die wechselnde Farbtemperatur und Intensität des Tageslichts sind maßgebliche Elemente für die Synchronisation der „Inneren Uhr“, sondern auch Richtung und Flächigkeit der Lichtquelle, die auf unser Auge trifft. Melanopisch wirksame Beleuchtung berücksichtigt all diese Faktoren. Am wichtigsten ist allerdings, dass all dies zur richtigen Zeit eingesetzt wird.

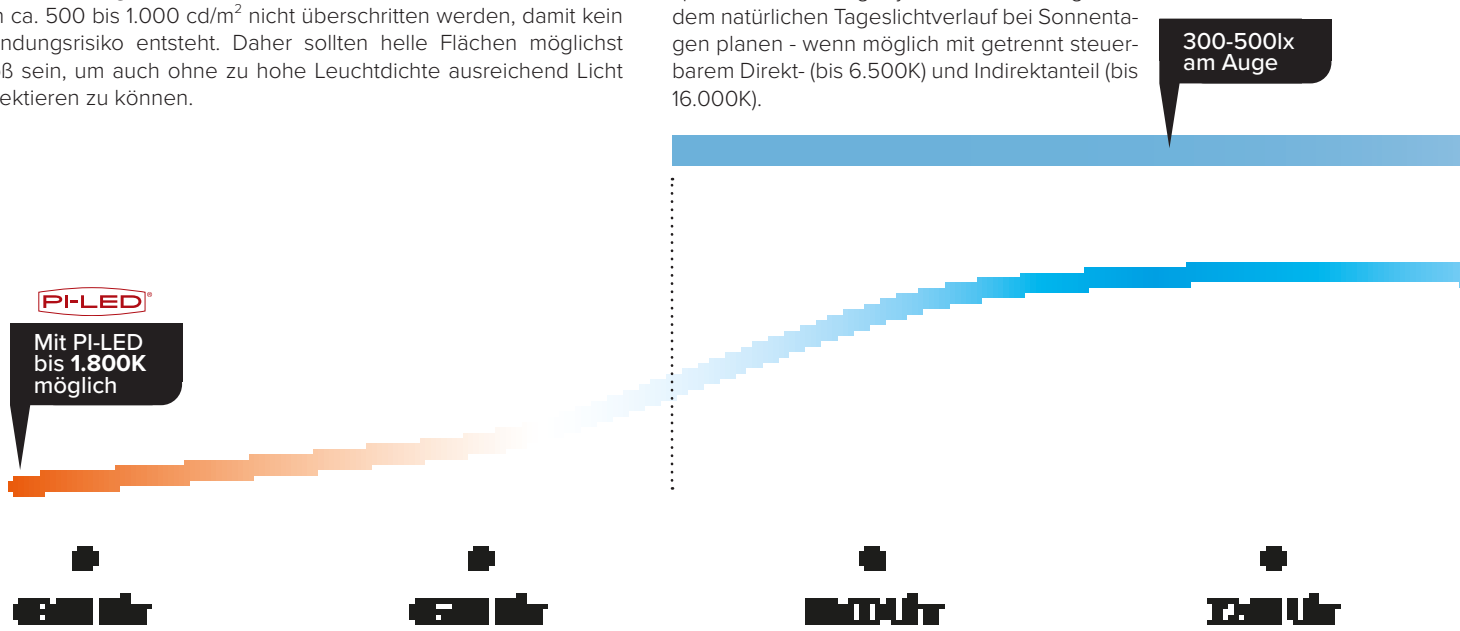
Bei der Nutzung von hellen Flächen sollen sichtbare Leuchtdichten von ca. 500 bis 1.000 cd/m² nicht überschritten werden, damit kein Blendungsrisiko entsteht. Daher sollten helle Flächen möglichst groß sein, um auch ohne zu hohe Leuchtdichte ausreichend Licht reflektieren zu können.

Damit künstliches Licht die geplante nichtvisuelle, biologische Wirkung erfüllen kann, sollten bestimmte Mindestwerte für die melanopisch bewertete Bestrahlungsstärke am Auge erreicht werden. Details dieser Bewertung sind in **DIN SPEC 5031-100** festgelegt. Für 6.500K-LED ergeben sich mindestens 300 lx, die erreicht werden sollten.

Bei niedrigerer Farbtemperatur wäre die (photometrische) Mindestbeleuchtungsstärke höher; z. B. 380lx am Auge bei einer 4.000K-LED-Lichtquelle. Umgekehrt sollten bestimmte Maximalwerte nicht überschritten werden, wenn melanopische Wirkungen sehr gering bleiben sollen. Dann gilt es, z. B. 50lx am Auge bei 2.700K nicht zu überschreiten.

EMPFEHLUNGEN
ARBEITSTAG

Unterstützung von Konzentration und Aufmerksamkeit tagsüber
Beleuchtungsstärken von 300 bis 500lx am Auge über den gesamten Arbeitstag halten, das Lichtniveau soll der Tageslichtqualität entsprechen. Bevorzugt dynamisches Licht gemäß dem natürlichen Tageslichtverlauf bei Sonnentagen planen - wenn möglich mit getrennt steuerbarem Direkt- (bis 6.500K) und Indirektanteil (bis 16.000K).



Individuell ausgelegte Lichtmanagementsysteme mit applikationsgerechter Sensorik können hier einen wesentlichen Anteil leisten, den Energiebedarf einer HCL-Lösung gering zu halten.

Ausschließlich warmweiße Beleuchtung erzeugt am Tag im Zusammenspiel mit Tageslicht unpassende Lichtstimmungen. Zu den Tagesstunden sollten mindestens neutralweiße Lichtfarben verwendet werden.

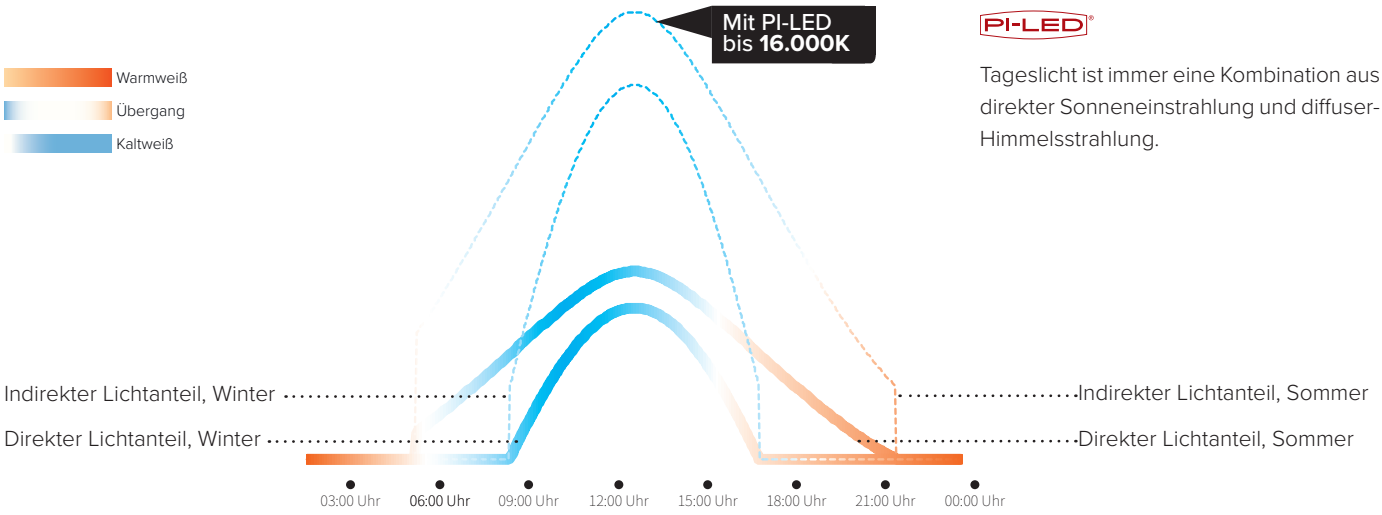
„Kaltweißes“ Licht mit einer hohen Farbtemperatur wirkt bei gleicher Beleuchtungsstärke intensiver auf das biologische System, da es im melanopisch wirksamen blauen Bereich höhere Anteil hat, als warmweißes Licht. Über das Wirkungsspektrum für melanopische Lichtwirkungen wird der Zusammenhang zwischen Lichtspektrum und biologischer Wirkung beschrieben (siehe dazu auch DIN SPEC 5031-100).

EMPFEHLUNGEN
SCHICHTARBEIT

Die optimale Beleuchtung während der NACHTSCHICHT:
Zur Unterstützung der Arbeit während den Nachtstunden sollte kein Tageslichtweiß eingesetzt werden, sondern eine Beleuchtung zwischen 3.000K und 4.000K. Über die Regelung der Beleuchtungsstärke kann die Beleuchtung dynamisch gestaltet werden. Kaltweißes Licht sollte vermieden werden, stattdessen empfiehlt es sich weißes Licht mit hohem Rotanteil einzusetzten. Eine dynamische Lichtsteuerung kann hier unterstützend wirken.

Biologisch wirksames Licht hat die höchste Effizienz in einem Bereich von etwa **–15° bis +45° gegenüber der Horizontalen**.

BEISPIEL SOMMER UND WINTER
INDIREKTER UND DIREKTER LICHTANTEIL MIT PI-LED

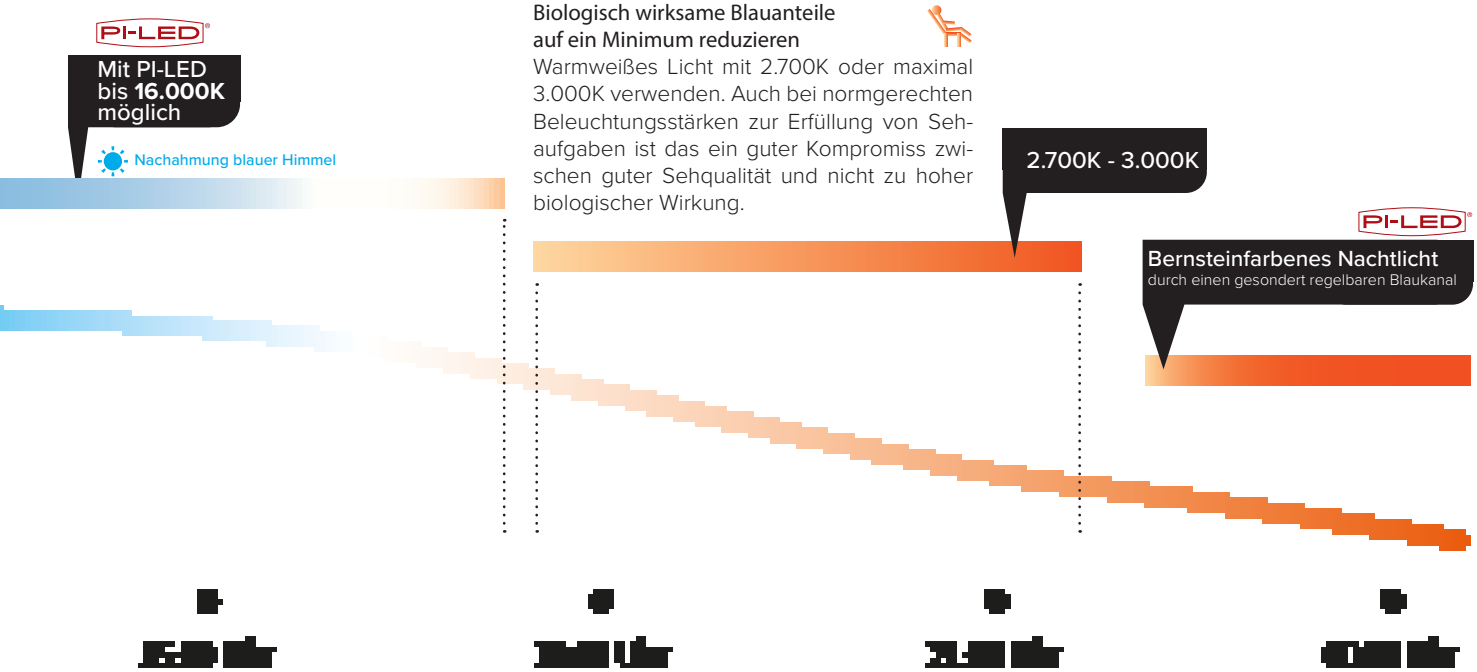


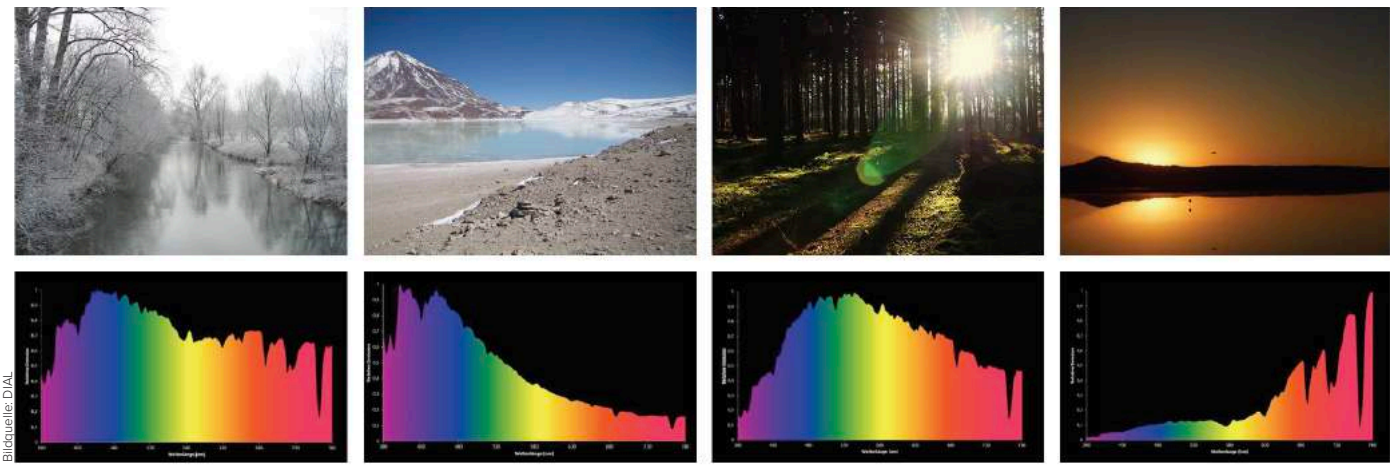
PI-LED

Tageslicht ist immer eine Kombination aus direkter Sonneneinstrahlung und diffuser-Himmelsstrahlung.

EMPFEHLUNGEN
TAGESENDE

Biologisch wirksame Blauanteile auf ein Minimum reduzieren
Warmweißes Licht mit 2.700K oder maximal 3.000K verwenden. Auch bei normgerechten Beleuchtungsstärken zur Erfüllung von Sehaufgaben ist das ein guter Kompromiss zwischen guter Sehqualität und nicht zu hoher biologischer Wirkung.

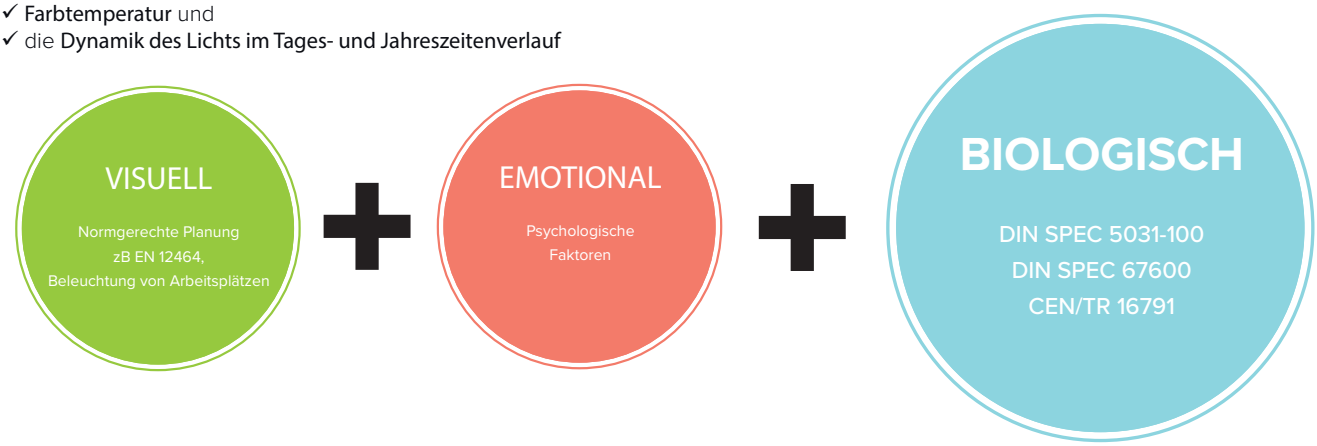




Bildquelle: DIAL

HUMAN CENTRIC LIGHTING
KONZEPT

Das Tageslicht gibt die Faktoren einer biologisch wirksamen Beleuchtung vor:
- ✓ **Beleuchtungsstärke**
- ✓ **Flächigkeit**
- ✓ **Lichtrichtung**
- ✓ **Farbtemperatur** und
- ✓ die **Dynamik des Lichts im Tages- und Jahreszeitenverlauf**



MELANOPISCHE
LUX

Eine erste große Einschätzung kann schnell und einfach zu jedem Zeitpunkt der Planung vorgenommen werden:

ZYLINDRISCHE BELEUCHTUNGSSTÄRKE
X
MELANOPISCHER FAKTOR
(× Korrekturfaktor 1,103)
=
MELANOPISCHE LUX

Beleuchtungsstärke auf Augenhöhe gemessen

CCT [K]	VISUELLE DATEN	MELANOPISCHER WIRKFAKTOR
	Lichstrom [lm]	alpha (smel)
1.800	1650	0,226
2.000	1945	0,252
2.500	2495	0,324
2.700	2400	0,357
3.000	2300	0,407
3.500	2195	0,484
4.000	2130	0,554
4.500	2085	0,618
5.000	2055	0,676
5.500	2040	0,728
6.000	2025	0,774
6.500	2015	0,816
7.000	2010	0,852
8.000	2000	0,915
9.000	1995	0,965
10.000	1990	1,033
12.000	1970	1,168
14.000	1950	1,304
16.000	1935	1,439

Beispiel: K-SOLIS PURE

Entsprechenden melanopischen Wirkfaktor alpha (smel) aus Tabelle wählen

Für jedes Projekt sollten jeweils 2 Berechnungen vorgenommen werden.

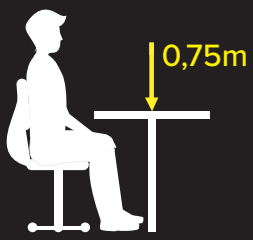
Für die nichtvisuelle Planung wird eine **Aktivierungsphase** vorgesehen (z. B. von 07:00 Uhr bis 11:00 Uhr Vormittag), in der **200 bis 250lx** an melanopisch bewerteten, tageslichtäquivalenten Beleuchtungsstärken vertikal am Nutzeraugpunkt geplant werden.

Während des **Tages** soll z. B. in Büroräumlichkeiten die Farbtemperatur **4.000K** betragen und ein aus den visuellen Anforderungen resultierendes Tageslichtäquivalent vorherrschen.

Nach **Sonnenuntergang** soll das Tageslichtäquivalent am Nutzer möglichst nahe bei 50lx liegen, ohne dass die visuellen Anforderungen unterschritten werden.

DIALUX & RELUX
BERECHNUNGSMÖGLICHKEIT

1 Eulumdat-Datei (3.000K) einfügen und die Lichtberechnung auf die senkrechte Beleuchtungsfläche (H=0,75m) durchführen.

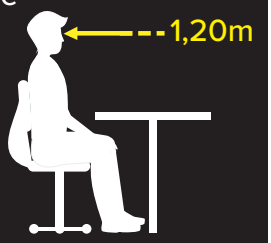


2 Eulumdat-Datei (3.000K) mit dem entsprechenden melanopischen Wirkungsfaktor aus der Tabelle **multiplizieren**, dann mit dem Korrekturfaktor 1,103 aus der DIN 5032-100 **multiplizieren**.

3 Anhand des LDT-Editors die Datei umschreiben und die errechneten Werte einsetzen.

Die geänderten Eulumdat-Dateien wieder in DiaLux einfügen.

4 Eine neue Lichtberechnung für die zylindrische Beleuchtungsstärke auf der Nutzebene (H=1,20m sitzend oder H=1,80m stehend) durchführen.



Diese Schritte sind analog zu jeder gewünschten Lichtfarbe durchzuführen und zu bewerten. (Bei jeder neuen Lichtfarbe sind die Lichtströme aus der Tabelle anzupassen, da die Leuchten oft bei z. B. 3.000K vermessen sind.)

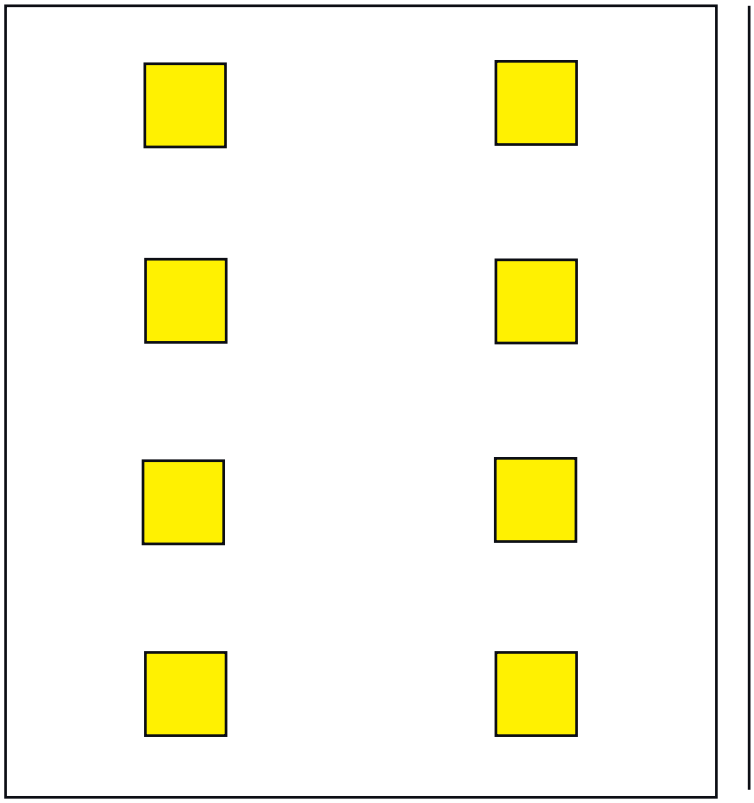
Es muss jeweils eine **horizontale** und **zylindrische** Berechnung erstellt werden (jeweils mit der wärmsten Lichtfarbe und der kühlsten Lichtfarbe in der gewünschten Beleuchtungssequenz).

Erst ab Werten über 240 melanopischen Lux ist eine Anregung zu erwarten.

BEISPIEL
MELANOPISCHE BETRACHTUNGSWEISE IM BÜRO

Melanopische Betrachtungsweise eines Beispielbüros mit DIALux (und RELUX).

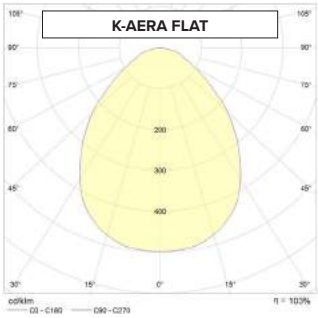
Beispielbüro: 32,40 m^2
Raumhöhe: 2,60 m



K-AERA FLAT FLÄCHENLEUCHTEN

8 Stück
K-AERA FLAT

Farbtemperatur
1.800K - 16.000K



K-AEF-620-DA
K-Aera Flat Leuchte /
PI-LED / DALI DT8 / 620mm

www.kiteo.eu/k-aera-flat/

CCT [K]	VISUELLE DATEN	MELANOPISCHER WIRKFAKTOR
	Lichtstrom [lm]	alpha (smel)
1.800	1.775	0,258
2.000	2.010	0,297
2.500	2.630	0,386
2.700	2.890	0,419
3.000	3.300	0,467
3.500	4.000	0,540
4.000	3.960	0,606
4.500	3.880	0,665
5.000	3.820	0,718
5.500	3.780	0,766
6.000	3.750	0,808
6.500	3.725	0,846
7.000	3.710	0,879
8.000	3.690	0,937
9.000	3.675	0,985
10.000	3.665	1,024
12.000	3.660	1,083
14.000	3.655	1,127
16.000	3.655	1,160

Tabelle: K-AERA FLAT

1 VISUELLE BETRACHTUNG
EN 12464-1

Raumhöhe: 2.600 m, Montagehöhe: 2.600 m, Wartungsfaktor: 0.80 — Werte in Lux, Maßstab 1:78

Fläche	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1
Nutzebene	/	791	553	964	0.698
Boden	20	528	87	744	0.164
Decke	70	130	80	180	0.618
Wände (4)	50	302	115	647	/

Nutzebene:
Höhe: 0.850 m
Raster: 128 x 128 Punkte
Randzone: 0.500 m

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung (Korrekturfaktor)	Φ (Leuchte) [lm]	Φ (Lampen) [lm]	P [W]
1	8	Kiteo GmbH & Co. KG K-AEF-620-DA K-Aera Flat Leuchte4000K (1.000)	4081	3960	50.0
			Gesamt: 32646	Gesamt: 31680	400.0

Berechnung des Büros mit 4.000K (alternativ mit 3.000K je nach Standard) zum Nachweis der Erfüllung der Norm (auf der Arbeitsfläche müssen 500lx erreicht werden).

Die Berechnungen müssen für alle (niedrigste und höchste Farbtemperaturen) durchgeführt werden um die Erfüllung der Norm für alle Lichtstimmungen nachzuweisen (zB 2.500K und 5.500K).

2 MELANOPISCHE BETRACHGTUNG
Berechnungen für 2.500K, 4.000K (3.000K) und 5.500K. Die Lichtströme müssen jeweils entsprechend im Eulumdat File manuell angepasst werden. Je nach Einsatzort wird die Berechnungsebene auf 1,20m (sitzende Tätigkeit) bzw. 1,80m (stehende Tätigkeit) eingestellt, da hier die Beleuchtungsstärke am Auge ausschlaggebend ist. Weiter ist zu beachten, dass zur Berechnung eine **zylindrische Ebene** erstellt wird.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
236	217	263	0.919	0.825

KEINE AKTIVIERUNG
< 240
MELANOPISCHE LUX

Bei Werten unter 240 Lux (melanopisch) findet keine Anregung statt.

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung (Korrekturfaktor)	Φ (Leuchte) [lm]	Φ (Lampen) [lm]	P [W]
1	8	Kiteo GmbH & Co. KG K-AEF-620-DA MEL 4000K (1.000)	2740	2659	50.0
			Gesamt: 21921	Gesamt: 21272	400.0

Berechnung Lichtstrom:
Lumen * (Wirkfaktor * Korrekturfaktor 1,103)

Bei 4.000K:
3.960lm * (0,606 * 1,103) = 2.659 lm
Dieser Wert muss nun als neuer Lichtstrom im Eulumdat File eingetragen werden.

3 ZUSAMMENFASSUNG / DIMENSIONIERUNG
Berechnungen für 2.500K, 4.000K (3.000K) und 5.500K. Die Leuchtenanzahl muss gegebenenfalls angepasst und die Berechnungsschritte wiederholt werden. Um eine ensprechende Anregung zu generieren muss damit gerechnet werden, eine entsprechende Überdimensionierung (im Vergleich zur Normerfüllung) einzuplanen.

	VISUELL		MELANOPISCH		MELATONIN
Farb-temperatur [K]	Lichstrom [lm]	Beleuchtungs-stärke [lx] auf der Nutzebene	Lichstrom [lm]	Beleuchtungs-stärke[lx] am Auge	Aktivierung Keine Aktivierung
2.500	2.630	525	1.120	102	KEINE AKTIVIERUNG
3.000	3.300	659	1.700	152	KEINE AKTIVIERUNG
4.000	3.960	791	2.659	236	KEINE AKTIVIERUNG
5.500	3.780	755	3.195	284	AKTIVIERUNG

KEINE AKTIVIERUNG
< 240
MELANOPISCHE LUX

AKTIVIERUNG
> 240
MELANOPISCHE LUX

Im dargestellten Beispiel findet die Aktivierung erst bei einer Farbtemperatur von 5.500 Kelvin statt, bei einer üblichen Bürobeleuchtung mit 4.000K kann noch keine Anregung durch eine Unterdrückung der Melatoninausschüttung begünstigt werden.

Bei Werten unter 240 Lux (melanopisch) findet keine Anregung statt, da die Melatoninausschüttung hier nicht unterdrückt wird.

UNBEGRENZTES
LICHTPOTENTIAL

Verschiedene wissenschaftliche Studien belegen dies mittlerweile: So reduzieren sich Fehlerquoten von Schülern, im Gesundheitsbereich wird die mentale Regeneration spürbar unterstützt. Und auch an Arbeitsplätzen ist die positive Wirkung deutlich nachzuweisen. Vielfach erhöhte sich die Produktivität der Mitarbeiter zusätzlich zu einer höheren Motivation der Beschäftigten.

Dank einer umfassenden Bandbreite an Bauformen kann PI-LED in allen gängigen Leuchtentypen und Anwendungen eingesetzt werden. Unabhängig von Projektgröße und –art ist dabei stets ein positiver Effekt im Hinblick auf Konzentrationsfähigkeit und Produktivität, aber auch der Verbesserung des Schlafverhaltens durch den Einsatz von biorhythmischem Licht festzustellen.

Studie: The effect of high correleted colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance © Mills et al; licensee BioMed Central Ltd. Peter R. Mills, Susannah C Tomkins und Luc JM Schlangen

Empfohlene Leuchtentypen für PI-LED Systeme:

Flächen-leuchten | Spots | Lineare Leuchten | Dekorative Leuchten | Stehleuchten

Im Market Research Report 2018, erstellt von 1 Market Research zum Thema „Global HCL and Environmental Lighting“, wurde LUMITECH auf Platz 1 der globalen Top Key Vendors gelistet.

BILDUNG

VORTEILE
FÜR KINDER UND JUGENDLICHE

- Verbesserte Konzentration
- Verringerung von Hyperaktivität
- Weniger Müdigkeitsgefühle
- Ausgeglichener Schlaf-/Wachrhythmus
- Erhöhte Vitalität
- Spürbare Steigerung der Motivation

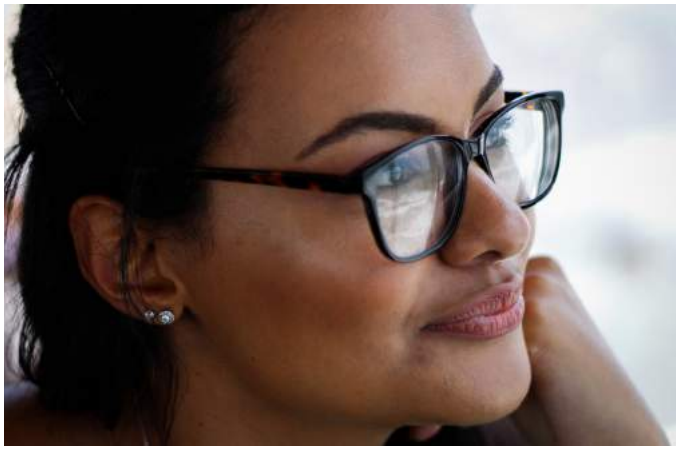
Zahlreiche Studien belegen, dass Leistung und Wohlbefinden der Schüler durch Human Centric Lighting maßgeblich positiv beeinflusst werden konnten.

Eine Studie des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, die im Zeitraum Oktober 2007 bis Juni 2008 stattfand, brachte hierzu folgendes Ergebnis: Die Leseleistung stieg um 35%, während die Fehlerrate um 45% sank. Die motorischen Störungen konnten sogar um 76% gesenkt werden. Nach Abschluss der Studie mit 116 Schülern und 11 Lehrpersonen als Probanden, wollten diese die „neue“ Lichtsituation gerne beibehalten.

Dissertation: Die Wirksamkeit von dynamischen Licht im Schulunterricht, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Nino Wessolowski

BÜRO

VORTEILE
FÜR UNTERNEHMEN, ANGESTELLTE UND ARBEITER



- Hohe Mitarbeiterzufriedenheit
  - ✓ Erhöhte Produktivität*
  - ✓ Weniger Fluktuation*
  - ✓ Weniger Krankenstände*
- Produktivitätssteigerung
  - ✓ Leistungssteigerung*
  - ✓ Aktivierung, Beruhigung und Reduktion des Stresslevels*

*Dadurch Kosteneinsparungen

VORTEILE
FÜR PATIENTEN

- **Verbesserter Schlaf-/Wachrhythmus**
  - ✓ Unterstützung des Heilungsprozesses
  - ✓ Mögliche Verringerung der Medikation
- **Reduziertes Stresslevel vor Operationen**
  - ✓ Beruhigung dank Bernsteinbeleuchtung
- **Positive psychische Stimulation**
- **Demenzpatienten: Reaktivierung der „Inneren Uhr" mithilfe von Human Centric Lighting**

VORTEILE
FÜR DAS PERSONAL

- **Bessere Arbeitsleistung, Konzentration und Vitalität**
  - ✓ Notfälle: Bessere Konzentration durch kaltweißes Licht
- **Verbesserter Schlaf-/Wachrhythmus**
  - ✓ Stabilere Gesundheit
  - ✓ Erhöhte Aktivierung während des Tages
  - ✓ Verringerung des Unfallrisikos in den Nachtstunden
  - ✓ Reduzierte Ausfallrate
- **Ausgezeichnete Sicht auf Verletzungen (Visite) sowie verbesserte Hygiene (Blut, Staub)**

VORTEILE
FÜR DIE CHIRURGIE

- **Verbesserte Sicht auf anatomische Details**
- **Erhöhte Wechselfunktion und Stressreduktion bei endoskopischen Operationen**
  - ✓ Situationsbedingte Farbtemperaturen zur Steigerung des Kontrastverhältnisses des Monitors (Bsp.: Orange und Rot beim Einführen der Kanüle – bessere Sicht auf Blutgefäße)
- **Basale Stimulation**
  - ✓ Stimulation der Patienten durch spezielle Farben in Aufwachräumen

RETAIL

VORTEILE
FÜR KUNDEN UND HÄNDLER

- ✚ Verwandlung des Supermarkts in ein Einkaufserlebnis (Postives Kauferlebnis)
- ✚ Die Farben der Produkte können entsprechend dem Tageslicht naturgetreu wiedergegeben werden
- ✚ Förderung der Kaufentscheidung & längere Verweildauer
- ✚ Steigerung der Kundenzufriedenheit
- ✚ Verringerung der Umtauschzahlen

Wahrnehmung und Wohlbefinden in Verkaufsräumen beeinflussen das Kaufverhalten maßgeblich. Eine optimale Warenausleuchtung muss das Produkt unter Tageslichtverhältnissen zeigen, um so Farbe, Material und Haptik ins richtige Licht zu rücken.

Auch Wohlbefinden der Kunden und Mitarbeiter wirken sich unmittelbar auf den Umsatz aus. Mithilfe von Human Centric Lighting können Gesundheit und Wohlbefinden der Kunden und Mitarbeiter maßgeblich gesteigert werden. Hierfür bieten sich besonders offene Räumlichkeiten sowie der Kassabereich an. PI-LED lässt sich zudem optimal zur szenischen Akzentuierung einsetzen und kann in Verwendung der Corporate Farben des Unternehmens auch des Nächtens für Aufmerksamkeit sorgen.

KUNST

> "Everything can be changed, deformed or eliminated by the light. It is just as supple as the brush."
>
> – Man Ray

VORTEILE
FÜR MUSEEN UND GALERIEN

- ✚ Konservative Vorteile
  - ✓ Beleuchtung ohne schädigenden Spektralanteil (im UV und IR Bereich)
- ✚ Künstlerorientierte Beleuchtung
  - ✓ Darstellung des Lichts unter den möglichen Begebenheiten, unter welchen sich der Künstler bei Schaffung des Werks befand (Kerzenlicht, Tageslicht, ...)
- ✚ Individuell an jedes Kunstwerk adaptierbar
  - ✓ Licht als Mittel zur Unterstreichung künstlerischer Dramaturgie und Inszenierung

Die Definition von idealem Licht ist sehr subjektiv und kann daher nicht verallgemeinert werden. Allerdings gibt es unterschiedlichste Ansätze auf der Suche nach angemessener Beleuchtung.

Jedes Kunstwerk wurde unter unterschiedlichsten Lichtbedingungen kreiert, wie z. B. sich verändernde Farbtemperaturen aufgrund des Tageslichtverlaufs, Kerzenlicht oder künstlichem Licht. Auf diese Weise gab es in der Kunstgeschichte, wenn man so will, schon seit jeher eine Art „Dynamische Beleuchtung".

Dynamische Beleuchtung ist ein Thema, welches weltweit einen immer größeren Stellenwert findet. Licht muss heutzutage an sich verändernde Umstände, wie die Material- und Formdiversität der Kunstobjekte, anpassbar sein.

Weitere Anwendungen im Anhang.

VORTEILE
STIMMUNGEN ERZEUGEN MIT DYNAMISCHEN LICHTLÖSUNGEN

SHOWROOM

VORTEILE
FÜR AUSSTELLER UND KUNDEN

STIMMUNGEN:

- ✓ Ausstellung: Klare Sichtbarkeit der ausgestellten Produkte (Lichtfarbe, hoher CRI)
- ✓ Inszenierung: Zusätzlichen Wow-Effekt erzielen
- ✓ Events: Dynamik mit Weißtönen und Farben

- ✚ Showroom ändert sich
- ✚ Aufmerksamkeit der Kunden wird erhöht
- ✚ Eventbeleuchtung für Abendanlässe

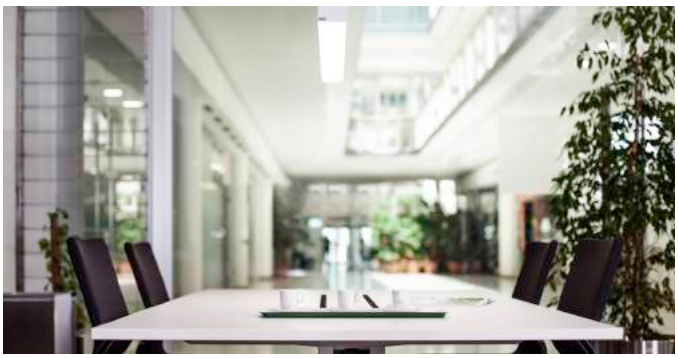
SEMINARRÄUME & SITZUNGSZIMMER

VORTEILE
FÜR UNTERNEHMEN UND TEILNEHMER

STIMMUNGEN:

- ✓ Klassische Präsentationen
- ✓ Sitzungen
- ✓ Konzentrationsaufgaben
- ✓ Kreatives Arbeiten
- ✓ Morgen- / Mittag- / Abend-Stimmung

- ✚ Die Lichtstimmung unterstützt die Nutzung der Teilnehmer



HOTEL & GASTRONOMIE

VORTEILE
FÜR BETREIBER UND BESUCHER

LOBBY & RESTAURANT:
Stimmungen dynamisch

- ✓ Morgen: Frische Weißtöne (warm/kühl), Aktivierung!
- ✓ Mittag: Kühle Weißtöne
- ✓ Abend: Warme Weißtöne bis 1.800K möglich, Entspannung!

WELLNESS:
Neben den tagesabhängigen Stimmungen sind auch Farbstimmungen abrufbar

GEHOBENES WOHNEN

VORTEILE
FÜR BEWOHNER

STIMMUNGEN:
dynamisch

- ✓ Morgen: Frische Weißtöne (warm/kühl), Aktivierung!
- ✓ Mittag: Kühle Weißtöne
- ✓ Abend: Warme Weißtöne bis 1.800K möglich, Entspannung!

✚ Schaffung von Wohlfühloasen

✚ Nachtstimmung:
Durch eine Reduktion der Blauanteile ist ein sofortiges (Wieder-)Einschlafen möglich.

REFERENZEN

BILDUNG

Hochschule für angewandte Wissenschaften
Lernraum der Zukunft | München, Deutschland
Schule | **Kongsgårdmoen skole** | Kongsgardsmoen, Norwegen

BÜRO

Büro | **Büro Bauer** | Wien, Österreich

Handelsraum | **RBI** | Wien, Österreich

Öffentlich | **Gemeindeamt** | St. Martin, Österreich

Büro | **Sprenger Autobahnhof AG** | Flughafen Zürich, Schweiz

Büro | **Omicron Electronics** | Klaus, Österreich

GESUNDHEIT

Krankenhaus | **KH Hietzing** | Wien, Österreich

Rehabilitationszentrum | **Weißer Hof** | Klosterneuburg, Österreich

Krankenhaus | **KH Bruck an der Mur** | Steiermark, Österreich

Studie | **Stehleuchte „Skylight“** | Hochschule Luzern, Schweiz

Radiologiezentrum | **Spitalzentrum Biel** | Biel, Schweiz

RETAIL

Shop | **Heimatgold** | Kitzbühel, Österreich

Shop | **Victor Steinwender** | Wien, Österreich

Metzgerei | **Müller** | Baden AG, Schweiz

KUNST

Museum | **Arnulf Rainer Museum** | Baden, Österreich

Museum | **Landesmuseum Eisenstadt** | Eisenstadt, Österreich

Kunstprojekt Studio Occular | **White Cube** | Wien, Österreich

SHOWROOMS

Showroom | **Richter + Frenzel** | München, Deutschland

Showroom | **Neudörfler** | Wien, Österreich

Showroom | **Vitus König** | Aalen, Deutschland

SITZUNGSZIMMER

Hotel | **Pannonia Tower** | Parndorf, Österreich

Bank | **Raiffeisen Private Banking** | Deutschlandsberg, Österreich

Büro | **Omicron** | Wien, Österreich

Sitzungszimmer GF | **Schweizer Fernsehen** | Zürich, Schweiz

HOTELS & GASTRONOMIE

Hotel | **Lambrechterhof** | St. Lambrecht, Österreich

Hotel | **Hilton** | Wien, Österreich

Therme | **Familientherme Stegersbach** | Stegersbach, Österreich

WOHNEN

Privathaus | **Familie Schön**

Penthouse | **Regis** | Wien, Österreich

CHECKLISTE

CHECKLISTE FÜR DIE PLANUNG VON DYNAMISCHEN LICHTLÖSUNGEN
DAS HILFETOOL FÜR LICHTPLANER

☐ GRUNDSÄTZLICHES

PROJEKT:

.....

KUNDE:

.....

.....

Allgemeine Wünsche an die Beleuchtung:

.....

.....

Welchen Hauptnutzen soll die Beleuchtung ermöglichen?

.....

.....

Welchen Zusatznutzen soll die Beleuchtung ermöglichen?

.....

.....

.....

Soll die Beleuchtung neben der funktionalen auch eine repräsentative Aufgabe erfüllen?
(Design, Image, Marketing)

.....

.....

ANWENDUNGEN:

Bereich	Dynamische Beleuchtung	Tätigkeit					Bedürfnis				
		Morgen	Vormittag	Mittag	Nachmittag	Abend	Morgen	Vormittag	Mittag	Nachmittag	Abend
Seminarraum	☑	*Sitzung*	*Kreativ Workshop*	*Lunch, Diskussion*	*Konzentriertes Arbeiten*	*Event*	*3.000 - 4.500 K*	*4.000 - 5.500 K*	*Tageslicht*	*Tageslicht*	*Farbstimmungen*
	☐										
	☐										
	☐										
	☐										
	☐										

STEUERUNG:

☐ DALI ☐ KNX ☐ NEOLINK/ZIGBEE ☐ DARA ☐ CASAMBI ☐ .....

☐ VOLLAUTOMATISCH (Ohne Zugriff der Nutzer)

☐ ABRUFBARE SZENEN (siehe unten)

Bereich	Szenen	Steuerung
Seminarraum	*Sitzung, Kreatives Arbeiten, Lunch, Konzentriertes Arbeiten, Präsentation (Beamer)*	*Wandsteuerung K-Zwally*

☐ VISUELL

WICHTIGE ASPEKTE FÜR EINE GUTE BELEUCHTUNGSQUALITÄT

- ☐ Lichtumgebung
- ☐ Leuchtdichten
- ☐ Reflexionsgrade
- ☐ Beleuchtungsstärken
- ☐ Bereich Sehaufgabe
- ☐ Blendungen
- ☐ Zylindrische Beleuchtungsstärke
  (wichtig für die Berechnung melanopischer Beleuchtungsstärke)
- ☐ Lichtfarben
- ☐ Farbwiedergabe
- ☐ Flicker-Free
- ☐ Wartungsfaktoren
- ☐ Effizienzanforderungen
- ☐ Veränderlichkeit von Licht
- ☐ .....

☐ EMOTIONAL

Die positive Wahrnehmung einer gut gestalteten Beleuchtung ist seit langem bekannt. Dabei geht es nicht nur um das angenehme Erscheinungsbild der Leuchten, es geht vielmehr um den beleuchteten Raum (Wirkung) und das Licht auf den Oberflächen, Objekten und der allgemeinen Erscheinung! Stimmung schaffen!

- ☐ Lichtfarb-Töne im Zusammenhang mit der Materialität (Warm, Kalt, Farben)
- ☐ Lichtrichtung (Wallwasher, Wandaufhellung, flächig, spotartig, linienartig)
- ☐ Sachlich (Erfüllung der Normen)
- ☐ Kreativ (stilvoll spielerisch oder künstlerische Beleuchtung), Kreativräume, Wohlfühlbeleuchtung, Interaktive Bereiche, etc.
- ☐ .....

☐ BIOLOGISCH

Biologische Wirkungen, die langfristig auf den Menschen wirken
Unterstützung der Konzentration und Aufmerksamkeit tagsüber

- ☐ Klassische Tageslicht Simulation
- ☐ Beleuchtungsstärken von 300 – 500lx am Auge über den gesamten Arbeitstag halten
- ☐ Lichtniveau soll der Tageslichtqualität entsprechen
- ☐ Kühle Farbtemperaturen bis zum frühen Nachmittag einsetzten
- ☐ Dynamik in der Beleuchtungsstärke über den Tag einplanen (Kreativräume, Wohlfühlbeleuchtung, Interaktive Bereiche, etc.)
- ☐ Dynamik in der Farbtemperaturen über den Tag einplanen (z. B. Tageslicht ähnlich)
- ☐ Abend- und Nachtstunden Blauanteile im Licht auf ein Minimum reduzieren, Warmweißes Licht einsetzen (max. 3.000K bis 4.000K) je nach Tätigkeit)
- ☐ Beleuchtungsstärken für Sehaufgaben einhalten

☐ NOTIZEN

.....

.....

KONTAKT

Für Hilfestellungen und Empfehlungen kontaktieren sie den Spezialisten:
Ihre KITEO oder LUMITECH BeraterInnen

*weitere nützliche Informationen zur Planung von dynamischen Beleuchtungsanlagen finden sie im Licht Wissen 21 von Licht.de

PLANUNG
NORMEN UND RICHTLINIEN

CIE DIS 026/E:2018 CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light

DIN EN 12464-1 Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen

DIN EN 12464-2 Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 2: Arbeitsplätze im Freien

DIN 5035-7 Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen

DIN EN 12665 Licht und Beleuchtung – Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung

DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, Endund Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

DIN EN 15193 Energetische Bewertung von Gebäuden – Energetische Anforderungen an die Beleuchtung

DIN SPEC 5031-100 Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik – Teil 100: Über das Auge vermittelte, nichtvisuelle Wirkung des Lichts auf den Menschen – Größen, Formelzeichen und Wirkungsspektren

DIN SPEC 67600 Biologisch wirksame Beleuchtung – Planungsempfehlungen.

ASR A3.4 Technische Regeln für Arbeitsstätten-Beleuchtung

Die vorliegendene Planungshilfe basiert vorwiegend auf folgenden Publikationen von **Licht.de**:

Heft 19, „Wirkung des Lichts auf den Menschen“
Heft 21, „Leitfaden Human Centric Lighting (HCL)“

Die entsprechenden Hefte finden Sie online unter www.licht.de.

LINKS
WEBSITES

www.licht.de

http://lightingforpeople.eu/

PUBLIKATIONEN
LITERATURAUSWAHL

KAN Kommission Arbeitsschutz und Normung, Gesicherte arbeitsschutzrelevante Erkenntnisse über die nichtvisuelle Wirkung von Licht auf den Menschen. Eine Literaturstudie, 2017.

LiTG Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V., Leistungsbilder Lichtplanung – Teil 1 »Tages- und Kunstlicht« Praxisleitfaden für die Arbeitsschritte im Rahmen moderner Lichtplanung, 2019.

Die »WEIMARER THESEN« für Lichtplaner, Lichtplanende, Ingenieure und Architekten und lichtausführende Firmen. »INTEGRATIVE LICHTQUALITÄT« für eine ganzheitliche, attraktive LICHTPLANUNG, 2017.

DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, DGUV Information 215-220, 2018.

Barkmann, C., N. Wessolowski, et al.,Applicability and efficacy of variable light in schools. Physiology & Behavior, 2011.

Berson, D.M., F.A. Dunn and M. Takao, Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. Science, 2002.

Brainard, G.C., et al., Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. J Neurosci, 2001.

Cajochen, C., Alerting effects of light. Sleep Med Rev, 2007.

Cajochen, C., R.D. Biase and M. Imai, Interhemispheric EEG asymmetries during unilateral bright-light exposure and subsequent sleep in humans. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2008.

Cajochen, C., et al., Evening exposure to blue light stimulates the expression of the clock gene PER2 in humans. Eur J Neurosci, 2006.

Cajochen, C., et al., High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation, and heart rate to short wavelength light. J Clin Endocrinol Metab, 2005.

Figueiro, M.G., M.S. Rea and J.D. Bullough, Circadian effectiveness of two polychromatic lights in suppressing human nocturnal melatonin. Neurosci Lett, 2006.

Gall, D., Die Messung circadianer Strahlungsgrößen, Tagungsband Licht und Gesundheit, 2004: Berlin.

Gall, D. and Bieske, K., Definition and measurement of circadian radiometric quantities, in CIE Symposium ,04: Light and Health: non-visual effects. 2004.

Glickman, G., et al., Inferior retinal light exposure is more effective than superior retinal exposure in suppressing melatonin in humans. J Biol Rhythms, 2003.

Glickman, G., et al., Light therapy for seasonal affective disorder with blue narrow- band light-emitting diodes (LEDs). Biol Psychiatry, 2006.

Hanifin, J.P. and G.C. Brainard, Photoreception for circadian, neuroendocrine, and neurobehavioral regulation. J Physiol Anthropol, 2007.

Juslén, Henri und Fassian, Matthias, Beleuchtung, Produktivität und Wohlbefinden – wissenschaftiche Studien in industrieller Umgebung, Tagungsband zur LICHT 2004 Dortmund (Langfassung auf der CD-Rom unter „Licht und Gesundheit“). Leproult, R., et al., Transition from dim to bright light in the morning induces an immediate elevation of cortisol levels. J Clin Endocrinol Metab, 2001.

Lockley, S.W., G.C. Brainard and C.A. Czeisler, High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light. J Clin Endocrinol Metab, 2003.

Lockley, S.W., et al., Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans. Sleep, 2006.

Lucas, R. J., S. N. Peirson, et al., Measuring and using light in the melanopsin age. Trends Neurosci, 2014.

Mills, P.R., S.C. Tomkins and L.J. Schlangen, The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. J Circadian Rhythms, 2007.

Mollenkopf, H. und Heeg S., Gute Praxis: Hüfingen – Therapeutisch wirksames Licht im Pflegeheim. DeSS orientiert, 2010.

Panda, S., et al., Melanopsin (Opn4) requirement for normal light-induced circadian phase shifting. Science, 2002.

Panda, S., et al., Illumination of the melanopsin signaling pathway. Science, 2005.

Piazena, H., Steuerung der Melatoninsuppression durch Licht – Grundlagen, Charakterisierung und Risikobewertung, in 2. DIN Expertenforum Wirkung des Lichts auf den Menschen, DIN, Editor. 2008

Pulivarthy, S.R., et al., Reciprocity between phase shifts and amplitude changes in the mammalian circadian clock. Proc Natl Acad Sci U S A, 2007.

Riemersma-van der Lek, R.F., et al., Effect of bright light and melatonin on cognitive and noncognitive function in elderly residents of group care facilities: a randomized controlled trial. JAMA, 2008.

Ruger, M., et al., Nasal versus temporal illumination of the human retina: effects on core body temperature, melatonin, and circadian phase. J Biol Rhythms, 2005.

Staedt, J., Kann Licht die Liegedauer in der Psychiatrie beeinflussen, in 2. DIN Expertenforum Wirkung des Lichts auf den Menschen, DIN, Editor. 2008

Staedt, J., et al., Einfluss erhöhter Lichtintensität auf die Verweildauer von stationär behandelten depressiven Patienten. Nervenheilkunde, 2009.

Takasu, N.N., et al., Repeated exposures to daytime bright light increase nocturnal melatonin rise and maintain circadian phase in young subjects under fixed sleep schedule. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2006.

Thapan, K., J. Arendt and D.J. Skene, An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, noncone photoreceptor system in humans. J Physiol, 2001.

Vandewalle, G., et al., Wavelengthdependent modulation of brain responses to a working memory task by daytime light exposure. Cereb Cortex, 2007.

Vandewalle, G., et al., Brain responses to violet, blue, and green monochromatic light exposures in humans: prominent role of blue light and the brainstem. PLoS ONE, 2007.

Van Someren, E.J., A randomized clinical trial on the effect of long-term whole-day bright light exposure in elderly residents, in 2. DIN Expertenforum Wirkung des Lichts auf den Menschen, 2008.

Vetter, C., M. Juda, et al., Blue-enriched office light competes with natural light as a zeitgeber. Scand J Work Environ Health, 2011.
Wirz-Justice, A. and J. Staedt, Lichttherapie nicht nur bei Winterdepression. Schweiz Zeitschr Psychiatrie Neurol, 2008.

NOTIZEN

NOTIZEN

KITEO GmbH & Co.KG
Landsberger Str. 310
80687 München
www.kiteo.eu

LUMITECH Produktion- und Entwicklung GmbH
Technologiepark 10
8380 Jennersdorf
www.lumitech.at

LUMITECH Schweiz GmbH
Baslerstrasse 30
8048 Zürich
www.lumitech.at

Melanopische Lichtplanung 2019
Technische Änderungen, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.
Art. Nr.: LP-2019-DE-V2

© 2019 KITEO
www.kiteo.eu