

# Lichtwirkung

## **Workshop Lichtwirkung auf den Menschen**

Oliver Stefani  
Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft  
und Organisation

Stuttgart, Februar 2017  
Zusammenfassung



# Lichtwirkung

# **Inhalt**

WORKSHOP LICHTWIRKUNG AUF DEN MENSCHEN  
Zusammenfassung

Oliver Stefani  
Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation

Stuttgart, Februar 2017

In Kooperation mit  
Kesseböhmer Ergonomics GmbH, Weilheim

---

<b>Einleitung</b>	4–5
<b>Lichtwirkung auf den Menschen</b>	
Nicht visuell	6–17
Visuell	18–19
Emotional	20–21
<b>Zusammenfassung</b>	22–25

# Lichtwirkung auf den Menschen

## Einleitung



Licht hat generell drei Wirkungsweisen:

**Nicht visuell**

Das bedeutet Einfluss auf die Körperfunktionen und kognitiven Prozesse des Menschen

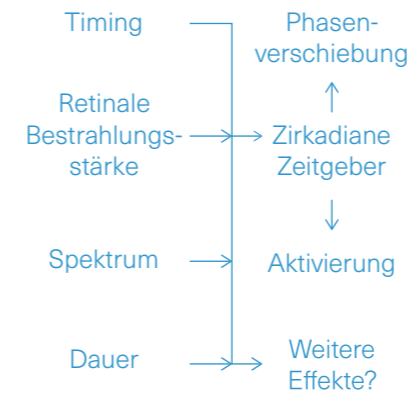
**Visuell**

Sehqualität, Kontrastsehen, Farbsehen, visuelle Größenerfassung, Bildqualität

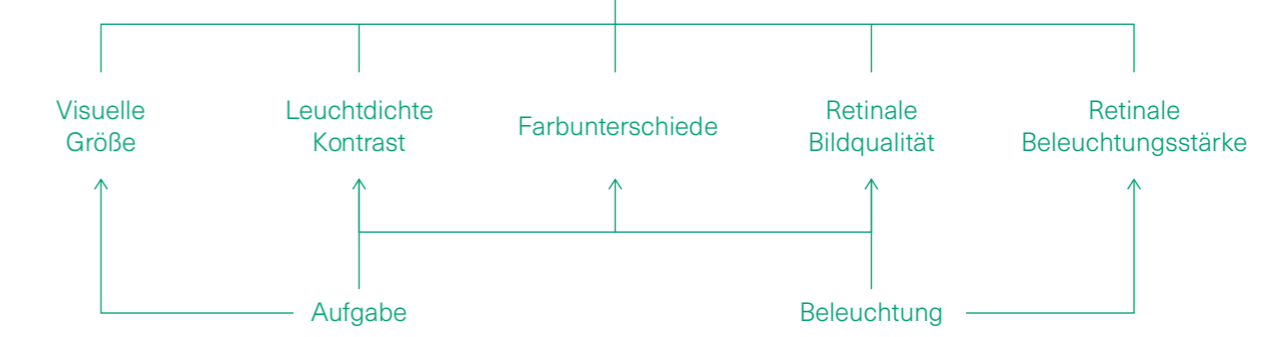
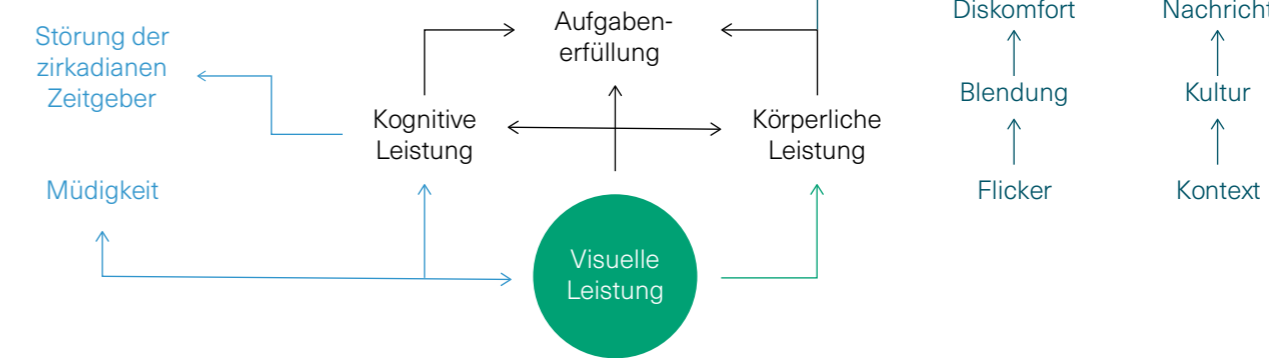
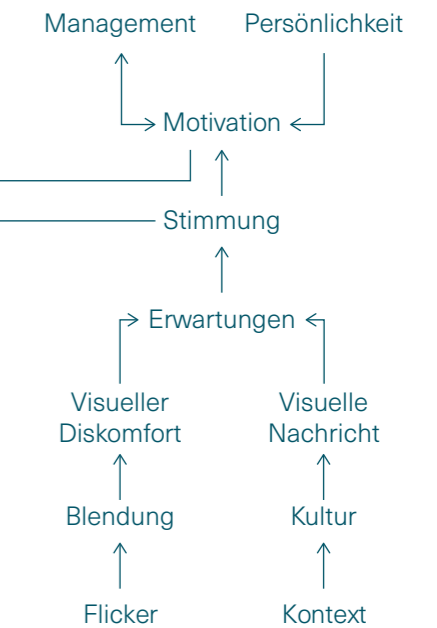
**Emotional**

Motivation, Stimmung, Erwartung

**Zirkadianes System**



**Motivation & Stimmung**



**Visuelles System**

# Lichtwirkung auf den Menschen

## **Nicht visuell**



Licht wirkt auf die kognitiven Hirnfunktionen, selbst bei blinden Menschen. Bereits nach Sekunden Exposition blauen Lichtes werden Hirnregionen aktiviert, die für Aufmerksamkeit und Kognition verantwortlich sind.

### **Durch Licht beeinflusste Körperfunktionen**

- Schlaf-Wach-Rhythmus: jeder Mensch unterliegt dem sogenannten circadianem Rhythmus. Dieser wird über unseren Hormonhaushalt gesteuert und ist individuell unterschiedlich
- Ausschüttung von Hormonen
- Herzrate / Blutdruck
- Körpertemperatur
- Pupillenbewegung
- Zellteilung und Regeneration

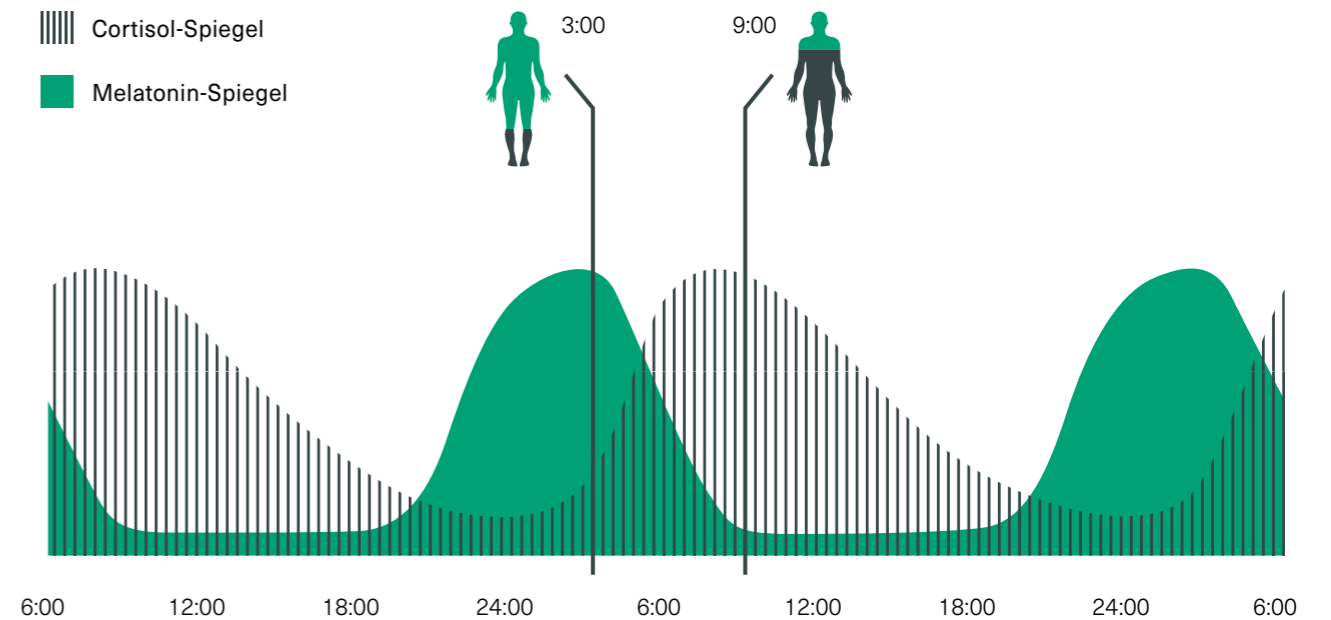
### **Durch Licht beeinflusste kognitive Prozesse**

- Gedächtnis
- Aufmerksamkeit

### Durch Licht beeinflusste hormonelle Veränderungen

## Melatonin

- Botenstoff und Antioxidant
- Das Schlafhormon ist wesentlich an der Synchronisation des 24h circadianen Rhythmus beteiligt, der Hormone, Körpertemperatur und den Stoffwechsel tageszeitabhängig steuert.
- Es beeinflusst einen gesunden Schlaf, die Tumorunterdrückung, Regulierung des Immunsystems, den Stoffwechsel sowie die Abwehr freier Radikale.
- Der Melatonin-Spiegel sollte durchschnittlich ab 18 Uhr ansteigen können, um eine ausreichende Produktion für einen gesunden Schlaf zu gewährleisten.



Der Einfluss des Tageslichts auf den menschlichen Körper

## Cortisol

- Botenstoff (Stresshormon)
- Cortisol ist wesentlich für unsere zahlreichen Stoffwechselfvorgänge wie Fettstoffwechsel, Proteinumsatz und Kohlenhydrathaushalt verantwortlich.
- Cortisol wird vor allem in der zweiten Nachthälfte produziert, um die optimale Vorbereitung für die Tagesbelastung sicherzustellen. Im Laufe des Tages sollte das Cortisol auf ein Minimum abgebaut werden.

**Beeinflussung des Hormonhaushalts über die Ganglienzellen**

## Ganglienzellen

- Erst seit einer relative kurzen Zeitspanne sind die intrinsischen photosensitiven Ganglienzellen (ipRGC) und ihr Zusammenhang zur Produktion oder Unterdrückung des Hormon Melatonin bekannt.
- Die Zellen reagieren besonders auf einen hohen Blauanteil im Licht. Ihre Verteilung auf der Retina ist so gelagert, dass sie vor allem auf Licht von oben reagieren, wie dies bei natürlichem Tageslicht der Fall ist.
- Das Empfindlichkeitsmaximum der Zellen liegt bei 480 nm, hier findet die stärkste Melatoninsuppression statt.
  - Das bedeutet, dass eine Beleuchtung mit einem hohen Blauanteil in den Wellenlängen, wie sie normalerweise in der Bürobeleuchtung und durch Bildschirme abgestrahlt wird, eine Unterdrückung der Melatonin-Bildung zur Folge hat.
  - Dies hat direkten negativen Einfluss auf den circadianen Rhythmus, unser Schlafverhalten und auf die Regeneration der Zellen.

**Wirkung von Licht auf die Schlafqualität**

**Kaltes Licht (6500 K)** am Abend beeinflusst unseren Non-REM-Schlaf negativ.

- Bereits geringe Helligkeiten von kalkweißem Kompaktleuchtstofflicht verschlechtern die Einschlafphase.
- Wir sind müde und können trotzdem nicht schlafen.

**Warmes Licht (2500 K und 3000 K)** hat keinen negativen Einfluss.

**Antikarzinogene Wirkung von Melatonin**

- Melatonin verfügt auch über antikarzinogene Eigenschaften.
- Belegt ist: Zusammenhang mit steigender Rate von Brustkrebs bei Unterdrückung von Melatonin durch Licht in der Nacht.
- Vermehrtes Auftreten von Krebserkrankungen bei Flugpersonal & Nachtschichtarbeit

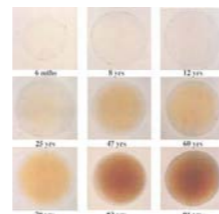
**Einflussfaktoren auf unseren circadianen Rhythmus  
welchem die Beleuchtung gerecht werden muss**

## Persönliche Präferenzen

- Jeder Mensch unterliegt seinem genetisch bedingten Rhythmus
- Bekannte Chronotypen sind:
  - **die »Lerche«**  
Frühtypen, die innere Uhr läuft schneller
  - **der Normaltyp**  
Großteil der Bevölkerung
  - **die »Eule«**  
Spättypen, die innere Uhr läuft langsamer

## Lebensjahre

- Wir sind wesentlich von der Veränderung unserer Augen im Alter abhängig
- Aufgeteilt wird generell in drei Phasen:
  - **Kind / Jugendliche**  
generell späterer Chronotyp
  - **Arbeitsleben**  
geprägt durch frühes Aufstehen, häufiger Schlafmangel
  - **Alter**  
Verlust des Biorhythmus, stark reduzierte Schlafqualität



**Bekannte Alterseffekte:**

- Trübung der Augenmedien
- Vergilbung der Linsen
- Verringerte Funktion der Iris

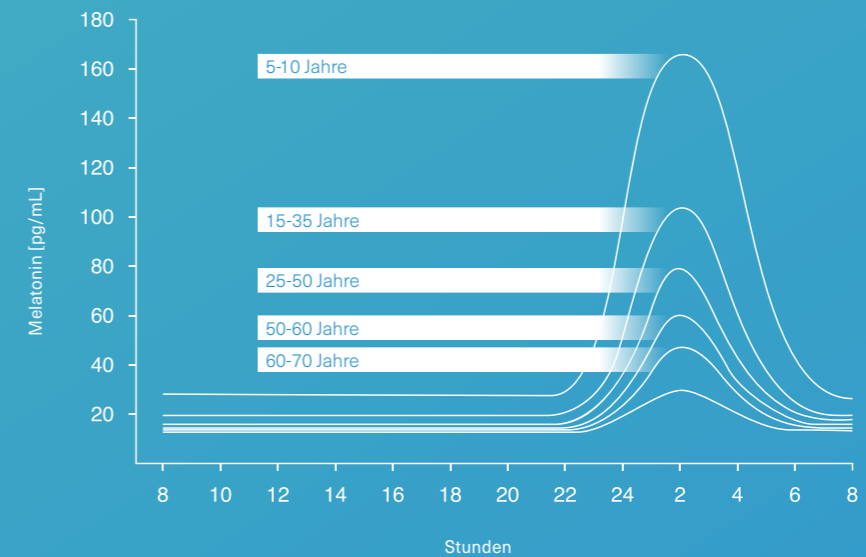
**Lerman 1980**

## Altersabhängige Veränderung des Auges

- Mit zunehmendem Alter findet eine steigende Trübung der Augenmedien statt.
- Dadurch nimmt die Lichtdurchlässigkeit ab. Vor allem im Blaubereich des Lichtes.
- Zusätzlich reduziert sich die Pupillenweitung im Alter kontinuierlich.
- Die Melantonin-Produktion nimmt ab.

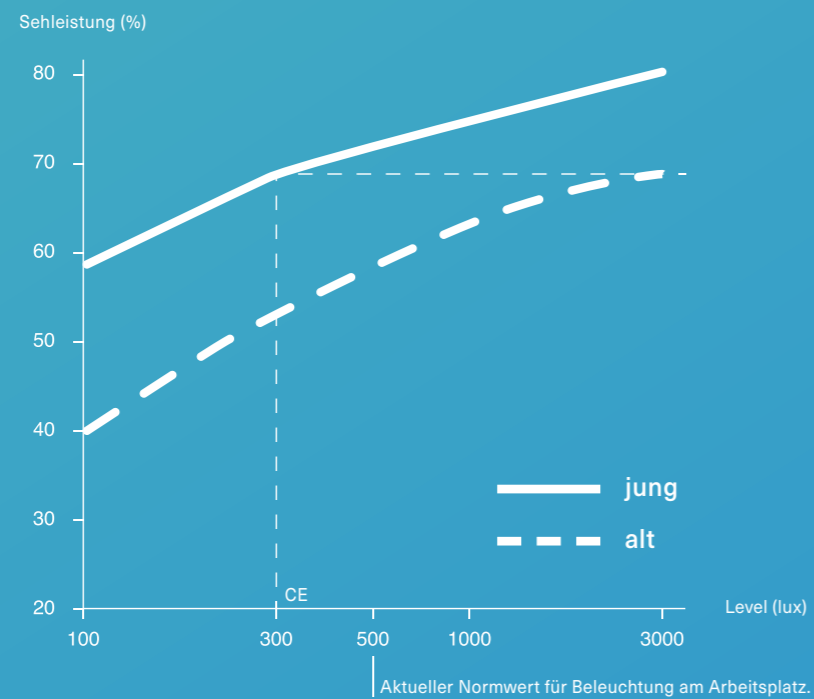
Folge:

- Erhöhter Lichtbedarf mit zunehmendem Alter.
- Sinkende Schlafqualität.



### Altersabhängige Veränderung des Auges

- Die künstliche Beleuchtung muss den gesteigerten Ansprüchen im Alter gerecht werden.
- In der Kurve sehen Sie ein Beispiel des Zusammenhangs zwischen: der Helligkeit (x-Achse) der Leistungsfähigkeit (y-Achse) und dem Alter (Kurve).



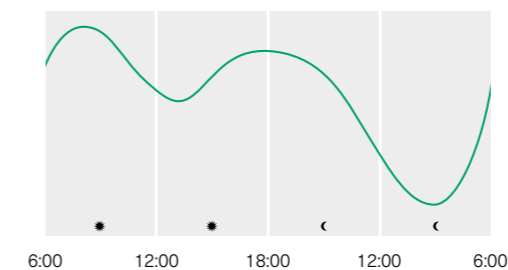
### Einflussfaktoren auf unseren circadianen Rhythmus welchem die Beleuchtung gerecht werden muss

## Geschlecht

- Frauen** sind durchschnittlich frühere Chronotypen, wärmere Lichtfarben werden als angenehm empfunden.
- Männer** verändern ihren Chronotypen im Rentenalter häufig zum Frühaufsteher, kältere Lichtfarben werden bevorzugt.

## Jahres- und Tageszeit

- Die Leistungsfähigkeit des Menschen variiert über den Tag und durch das Jahr hindurch.
- Im Winter sind wir durchschnittlich weniger fit, haben eine schlechtere Konzentration und das Körpergewicht sowie der Blutzucker steigen an.



Die Leistungsbereitschaft des Menschen  
Quelle: licht.wissen »Wirkung des Lichts auf den Menschen«



**Generell wird angenommen, je natürlicher die Beleuchtung, desto gesünder ist diese für den Menschen**

## Studien ergaben:

### Mit natürlichem Tageslicht

- Weniger Stress bei Büroarbeitern
- Erhöhte Produktivität und bessere Gesundheit
- Bessere Testergebnisse bei Studenten

### Biologisch nachempfundenes Licht

(17.000 K mit hohem Blauanteil am Tag / 1.700 K Blau reduziert bei Nachtschicht) am Arbeitsplatz ergab:

- **Tagschicht:** Verbesserte subjektive Wachheit, gute Stimmung, signifikant höhere Produktivität und Konzentration, bessere Schlafqualität und längerer Schlaf in der Nacht.
- **Nachtschicht:** Melatoninsuppression signifikant geringer, keine negativen Effekte auf kognitive Leistung und Wohlbefinden.



## Eigenschaften natürlichen Lichts

### Gesundes künstliches Licht sollte möglichst viele dieser Eigenschaften abdecken:

- Natürliches Licht ändert sich ständig in der Lichtfarbe und Intensität (Tageszeit, Wetter, Jahreszeit, Geografische Breite, etc...). Studien zeigen, dass ein dynamischer Lichtverlauf eine positive Auswirkung auf das Wohlbefinden des Menschen hat.
- Das Sonnenspektrum ist kontinuierlich und weist kaum Lücken auf. Tagsüber enthält es einen hohen Blauanteil, dieser ist biologisch anregend und unterdrückt die Melatonin-Produktion.
  - Als Vollspektrum FL entwickeltes Licht, bekannt als True Light verbessert nachweislich die Gesundheit und das Wohlbefinden (ursprünglich entwickelt für Astronauten).
- Natürliches Licht hat einen extremen Helligkeitsverlauf, Sonnenschein am Tag hat bis zu 100.000 Lux und Dunkelheit in der Nacht nur 0,002 Lux. Selbst in der Norm werden nur 500 Lux Standardbeleuchtung gefordert. Licht ohne Helligkeitsverlauf destabilisiert unser circadianes System.
- Die Lichtverteilung natürlichen Lichtes fällt flächig von oben. Da die melanopsinhaltenen Ganglienzellen im Auge großflächig über die Netzhaut verteilt sind, wird vermutet, dass die biologische Wirkung von Licht am größten ist, wenn das Licht von einer großflächigen Quelle kommt.

# Lichtwirkung auf den Menschen

## Visuell



- Die spektrale Lichtverteilung beeinflusst die Verarbeitung von emotionalen Stimuli im Gehirn.
- Blaulicht erhöht die Reaktion auf emotionale Stimuli.
- Die als angenehm empfundene Farbtemperatur und Beleuchtungsstärke sind zum einen voneinander abhängig und zum anderen auch von kulturellen Unterschieden.
- Die Farb- und Raumtemperatur beeinflussen sich gegenseitig:  
Niedrige Raumtemperatur = niedrige Farbtemperatur = angenehm,  
hohe Raumtemperatur = hohe Farbtemperatur = angenehm
- Natürlich gibt es einen:
  - Farbkontrast, Blau und Grün = kühl (werden kühlen Orten zugeordnet),  
Rot und Orange = warm (werden warmen Orten zugeordnet).
  - Quantitätskontrast, in unserer natürlichen Umgebung kommen Farben selten in den gleichen Mengen vor.
- Licht sollte vor allem die Farben im Raum richtig wiedergeben, der Farbwiedergabe-Index hierfür wird in Ra wiedergegeben. Der Wert 100 entspricht der natürlichen Farbwiedergabe.

# Lichtwirkung auf den Menschen

## **Emotional**



- Licht erzeugt im Raum eine Atmosphäre, diese wird überwiegend emotional wahrgenommen.
- Mit der Zufriedenheit der Licht- und Sehsituation steigt proportional das Wohlbefinden am Arbeitsplatz.
- In einem eher dunkleren Arbeitsumfeld sind Mitarbeiter durchschnittlich kreativer und kooperativer, aber nicht so ehrlich.
- In einem helleren Arbeitsumfeld sind Mitarbeiter analytischer und moralisch korrekt.
- Orangefarbenes und pulsierendes Licht unterstützt die Erholung.
- Rot wirkt sich positiv auf die Konzentration aus.
- Blau verstärkt die Kreativität.

# Lichtwirkung auf den Menschen

## Zusammenfassung



### Potential von Beleuchtung

Was gutes Licht leisten kann:



Risiken für Herzerkrankungen senken



Attraktivität des Arbeitsplatzes erhöhen



Aufmerksamkeit und Kognition verbessern



Wohlbefinden verbessern



Schlafstörungen mindern & innere Uhr in den Takt bringen



Verkaufszahlen steigern



wie ein Antidepressivum wirken



Krebsrisiko bei Schichtarbeit minimieren



Fehler reduzieren

**Empfehlungen von SSLerate – Lighting for people**

- Morgens: künstliche Dämmerung hilft schneller wach zu werden und führt zu besserem Wohlbefinden und besserer kognitiver Leistung während des Tages.
- Am Tag: hohe Intensität mit großem Blauanteil zur Verbesserung der Wachheit, Leistungsfähigkeit und Stimmung.
- Ausreichend Tageslicht unterstützt den nächtlichen Schlaf; das gleiche gilt für genügend nächtliche Dunkelheit.
- Patienten und ältere Menschen: brauchen höhere Mengen und bessere Qualität des Lichts. Gutes Licht wirkt wie ein Antidepressivum. Es passt den zirkadianen Rhythmus der inneren Uhr dem natürlichen Tag-Nacht-Zyklus an.
- Sowohl am Tag als auch in der Nacht kann intensives, blau angereichertes Licht die Wachsamkeit und Vitalität stärken.
- Helles blaues Licht während der letzten zwei Stunden vor dem Schlafengehen verschlechtert das Einschlafen und den Schlaf. Niedrige Intensität und warmes Licht (rot & orange) sind weniger störend für den Schlaf.
- Helles und blau-reiches Licht am Abend kann eine Phasenverzögerung des circadianen Rhythmus verursachen. Im Gegensatz dazu kann dieses Licht am frühen Morgen die zirkadiane Uhr beschleunigen, mit der Folge der früheren Müdigkeit am folgenden Abend.

- In der Nacht: Licht reduziert die natürliche Sekretion von Melatonin. Längere Wellenlängen und niedrigere Helligkeit helfen, den Einfluss des nächtlichen Lichtes auf den Schlaf zu mindern.
- Die Exposition mit hellem, blau-angereichertem Licht während des Tages hilft dem zirkadianen System unempfindlicher auf nächtliches Licht zu reagieren. Ein starker Kontrast zwischen Tag (hohe Helligkeit) und Nacht (Dunkelheit) hilft, das zirkadiane System zu stabilisieren.



Weitere  
Informationen  
als PDF

Erfahren Sie mehr  
über gesundes Licht

# **Kesseböhmer Ergonomics**

**Ihre Ansprechpartnerin  
für weitere Informationen**



**Sibylle Pöhler**  
Produktmanagerin

**Telefon +49 7023 108-3119**  
Mobil +49 175 2682626

**[s.poehler@keseboehmer.de](mailto:s.poehler@keseboehmer.de)**



In Kooperation mit  
Kesseböhmer Ergonomietechnik GmbH  
Weilheim, Deutschland

