

215-220

## DGUV Information 215-220



## Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen

**komm mit mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter [www.kommmitmensch.de](http://www.kommmitmensch.de)

---

## Impressum

### Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-6132  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Beleuchtung des Fachbereichs Verwaltung der DGUV

Ausgabe: September 2018

DGUV Information 215-220  
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungs-  
träger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

### Bildnachweis

Abb. 1: © DGUV;  
Abb. 2, 11: © DGUV und poko42/Fotolia;  
Abb. 3: © reewungjunerr - stock.adobe.com;  
Abb. 5, 6, 8, 10: © DGUV/Werbestudio Flenger;  
Abb. 4, 12 : ©DGUV/INVOID;  
Abb. 9 (von oben nach unten) links: ©by-studio - stock.adobe.com;  
©rrice - stock.adobe.com; ©styxclick - stock.adobe.com;  
©Andreas - stock.adobe.com;  
rechts: Katarzyna Bialasiewicz photographee.eu; © VBG;  
©REUTERS - stock.adobe.com; ©Halfpoint - stock.adobe.com;  
Seite 20: © Oliver Boehmer - bluedesign®;  
Seite 22: ©cirquedesprit - stock.adobe.com;  
Seite 25: ©pixelliebe - stock.adobe.com;  
Seite 27: ©Robert Kneschke - stock.adobe.com

# **Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	5	<b>10 Was ist im Arbeitsschutzrecht geregelt?</b> .....	25
<b>1 Einführung</b> .....	6	Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) .....	25
<b>2 Was sind nichtvisuelle Wirkungen von Licht?</b> ....	7	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) .....	25
Wie machen sich die nichtvisuellen Wirkungen von Licht für den Menschen bemerkbar? .....	7	Technische Regel für Arbeitsstätten „Beleuchtung“ (ASR A3.4) .....	26
<b>3 Was ist die innere Uhr des Menschen und wie funktioniert sie?</b> .....	9	Gefährdungsbeurteilung .....	26
Die visuelle und nichtvisuelle Verarbeitung von Licht .....	10	Fazit .....	26
<b>4 Warum ist Licht wichtig für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit?</b> .....	11	<b>11 Hinweise für die Freizeit</b> .....	27
<b>5 Wieso ist ein regelmäßiger Tag-Nacht- Wechsel wichtig für die Gesundheit?</b> .....	12	Allgemeine Hinweise .....	27
<b>6 Was wird im menschlichen Körper durch Licht bewirkt?</b> .....	13	Besondere Hinweise für die Freizeit und vor und nach der Nachtschichtarbeit (Ohne Dauernachtschicht) .....	28
Der Tagesrhythmus physiologischer Prozesse ...	14	<b>12 Literatur</b> .....	29
<b>7 Welche Faktoren beeinflussen die nichtvisuellen Wirkungen von Licht?</b> .....	15		
7.1 Beleuchtungsstärke .....	15		
7.2 Lichtspektrum .....	16		
7.3 Dauer der Lichtexposition .....	17		
Farbtemperatur und Lichtfarbe: .....	17		
7.4 Zeitpunkt der Lichtexposition .....	18		
7.5 Lichthistorie .....	18		
7.6 Räumliche Verteilung von Licht .....	18		
7.7 Berücksichtigung der Faktoren bei der Beleuchtungsplanung .....	19		
<b>8 Was sind die Besonderheiten bei Schicht- und Nachtarbeit?</b> .....	20		
<b>9 Hinweise und Empfehlungen für die Arbeitszeit</b> .....	22		
Hinweise und Empfehlungen .....	23		
Arbeit am Tage oder Abend (Tag-, Früh- und Spätschicht) .....	23		
Hinweise und Empfehlungen .....	24		
Arbeit in der Nachtschicht (ohne Dauernachtschicht) .....	24		

# Vorbemerkung

Diese DGUV Information wurde vom Sachgebiet Beleuchtung im Fachbereich Verwaltung erstellt. Für die Mitarbeit danken wir Frau Dr. Anna Dammann – Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) Geschäftsstelle, Herrn Prof. Dr. habil. Thomas Kantermann – Hochschule für Oekonomie und Management (FOM) und SynOpus, Herrn Dr. Jan Krüger – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Herrn Dieter Lang – DIN-Normenausschuss Lichttechnik (NA 058-00-27 AA 27).

Die DGUV Information 215-220 "Nichtvisuelle Wirkung von Licht auf den Menschen" wurde zusätzlich mit den Sozialpartnern der Selbstverwaltungsgremien der DGUV abgestimmt.

# 1 Einführung

Nur mit Licht können wir sehen und Kontraste erkennen, Farben unterscheiden und Bewegung von Objekten wahrnehmen. Licht bewirkt aber noch mehr: Es beeinflusst den biologischen Rhythmus, den Schlaf, wichtige Körperfunktionen und das Wohlbefinden. Licht hat immer visuelle und nichtvisuelle Wirkungen und ist somit bedeutsam für unsere Gesundheit. Die nichtvisuellen Lichtwirkungen werden in der Literatur auch biologische Lichtwirkungen genannt.

Mit modernen Beleuchtungskonzepten können bereits heute die nichtvisuellen Wirkungen von Licht berücksichtigt werden. Gefahren für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit können dadurch vermieden und Chancen zur Erhaltung der Gesundheit genutzt werden. In dieser DGUV Information werden hierzu Hinweise gegeben.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu den nichtvisuellen Wirkungen von Licht auf den Menschen sind noch nicht vollständig. Es lassen sich derzeit noch keine allgemein gültigen quantitativen Aussagen bezüglich der nichtvisuellen Wirkungen, zum Beispiel Zahlenwerte für Beleuchtungsstärke oder Farbtemperatur, ableiten. Viele Erkenntnisse wurden bisher nur unter Laborbedingungen sowie außerhalb realer Arbeitsumgebungen gewonnen. Daher ist zu dieser Thematik noch weitere Forschung erforderlich.

Die vorliegende DGUV Information stellt den derzeitigen wissenschaftlichen Stand der Erkenntnisse zu nichtvisuellen Wirkungen von Licht dar. Die Unternehmen können sich daran bei der Gefährdungsbeurteilung orientieren. Die DGUV Information wird entsprechend dem Stand der Erkenntnisse fortgeführt.

Da die nichtvisuellen Wirkungen von Licht zu jeder Tages- und Nachtzeit vorhanden sind, werden ergänzende Hinweise für die Zeiten vor und nach der Arbeit und die arbeitsfreien Tage gegeben. Diese befinden sich in einem gesonderten Abschnitt, außerhalb des Geltungsbereiches der DGUV Information.

## 2 Was sind nichtvisuelle Wirkungen von Licht?

Licht ist der für den Menschen sichtbare Bereich der elektromagnetischen, optischen Strahlung. Auf die sichtbare Strahlung im Spektralbereich zwischen 380 nm bis 780 nm sprechen die als Zapfen und Stäbchen bezeichneten Sinneszellen auf der Netzhaut an. Mit ihrer Hilfe können wir sehen.

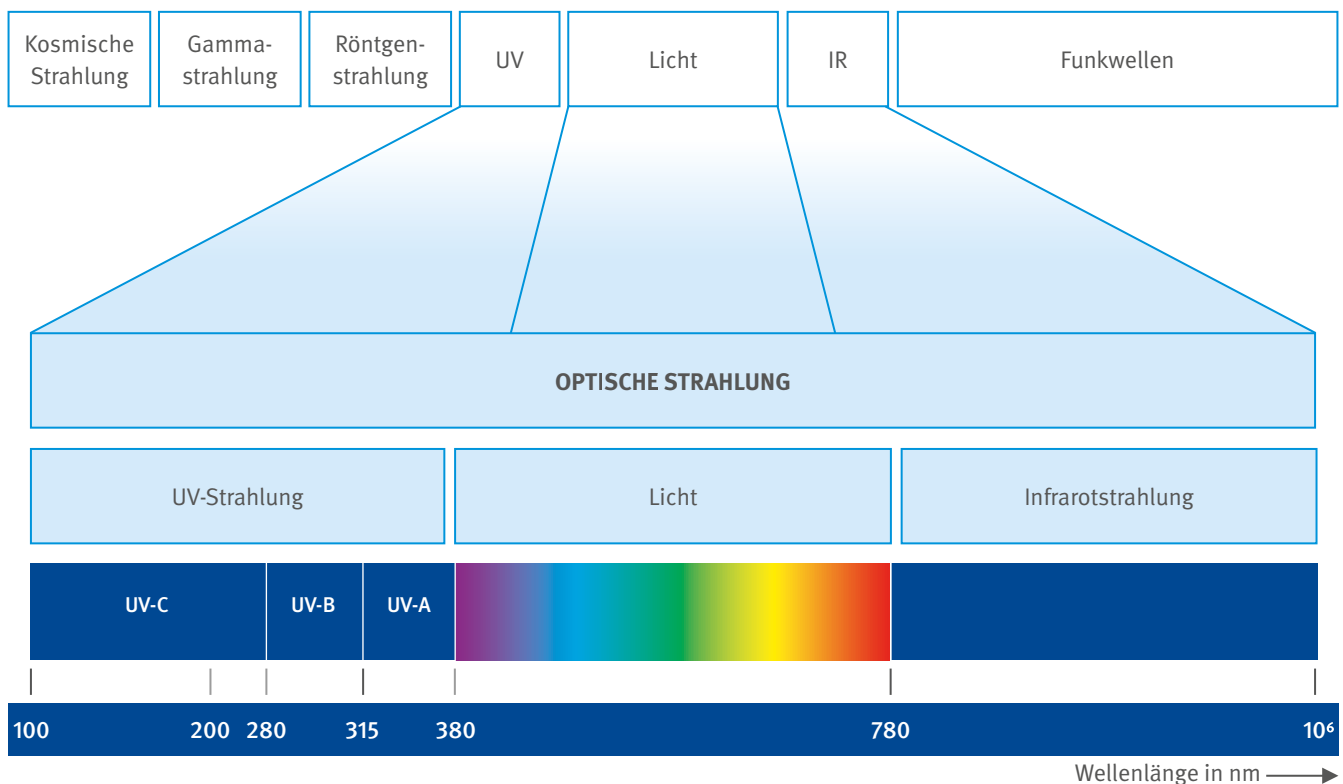


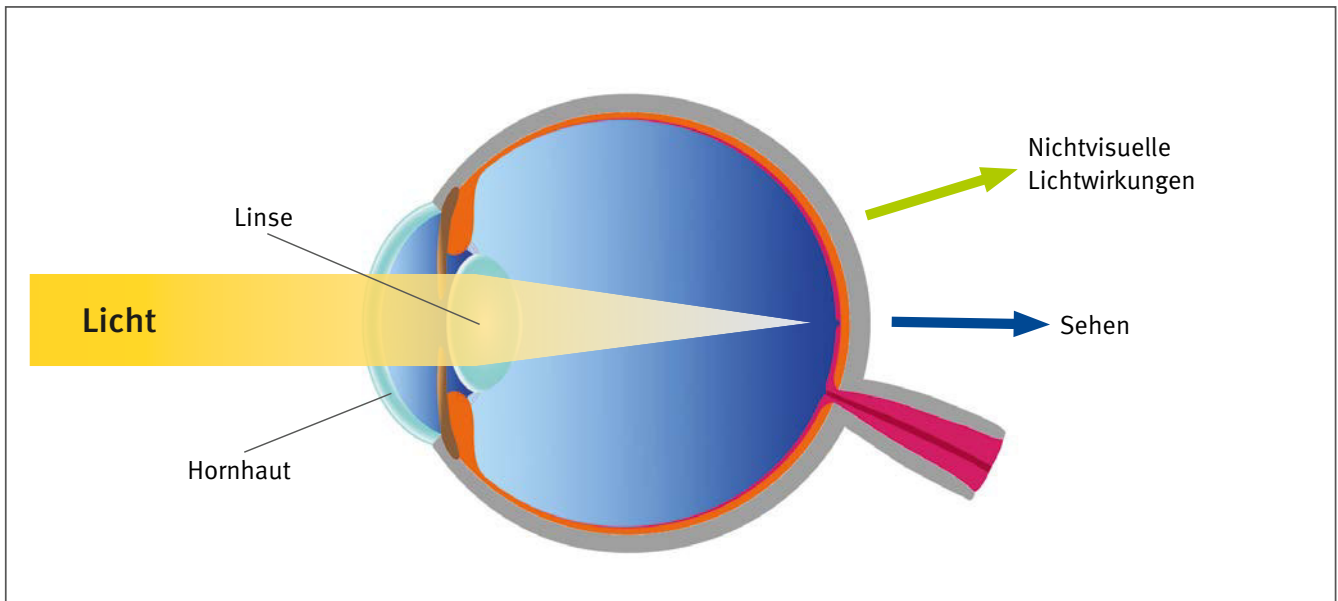
Abb. 1 Spektrum der elektromagnetischen Strahlung (nach DGUV Information 215-444 Sonnenschutz im Büro)

Erst vor einigen Jahren entdeckten Forscher einen weiteren Rezeptortyp im Auge, der auch innerhalb dieses spektralen Bereichs angeregt wird und dabei beim Menschen nichtvisuelle Wirkungen hervorruft. Diese Wirkungen werden auch biologische, melanopische oder nicht bildgebende Wirkungen genannt. Für deren Auslösung ist nur das Licht von Bedeutung, das im Auge auf die Netzhaut fällt. Andere biologische Wirkungen, wie z. B. durch UV-Strahlung auf die Produktion von Vitamin D oder durch Infrarotstrahlung auf Wärmeempfinden und -reaktionen der Haut, sind für die hier beschriebenen nichtvisuellen Wirkungen nicht relevant und werden deshalb in dieser DGUV Information nicht behandelt.

### Wie machen sich die nichtvisuellen Wirkungen von Licht für den Menschen bemerkbar?

Jedes Licht, das ins Auge fällt, führt zu nichtvisuellen Wirkungen, egal ob die Lichtquelle die Sonne, eine Lampe oder Leuchte oder auch eine Anzeige eines Bildschirms, Tablets, Smartphones oder E-Book-Readers ist. Wenn der Blick auf eine solche Lichtquelle gerichtet ist, gelangt Licht direkt auf die Netzhaut. Zusätzlich wird Licht von Arbeitsflächen oder beleuchteten Objekten reflektiert und gelangt auf indirektem Wege ins Auge.

Vor allem Tageslicht ist bestimmend für die Synchronisation des individuellen Schlaf-Wachrhythmus des Menschen. Je mehr Tageslicht ins Auge fällt, umso stabiler ist sein individueller Rhythmus, also seine innere Uhr



**Abb. 2** Der Lichteinfall auf die Netzhaut im Auge löst sowohl den Sehvorgang als auch nicht-visuelle Wirkungen aus. Wie viel Licht auf der Netzhaut ankommt, ist unter anderem vom Transmissionsgrad des Auges und vom Pupillendurchmesser abhängig.

eingestellt. Auch die künstliche Beleuchtung hat diesbezüglich eine wichtige Bedeutung. Jedes Licht (Tageslicht und künstliches Licht) erzeugt nichtvisuelle Wirkungen.

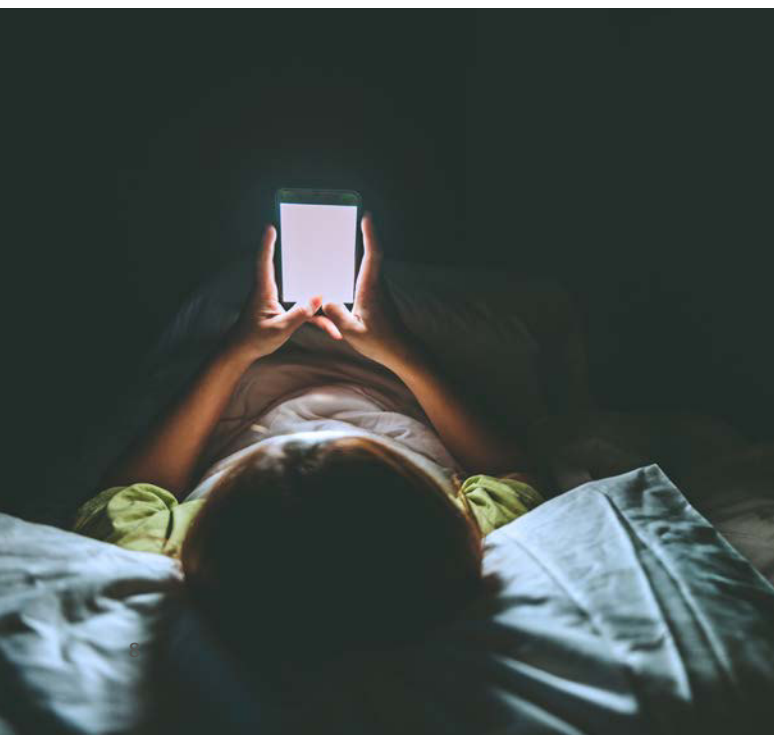
Neben der Wirkung auf den individuellen Rhythmus zeigt Licht auch Wirkungen auf unsere Aktivität und beeinflusst die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit. Wichtige Einflussfaktoren sind unter anderem spektrale Zusammensetzung, Intensität und Tageszeit, zu der Licht einwirkt. „Falsches Licht zur falschen Zeit“ kann die Gesundheit negativ beeinflussen.

LED-Beleuchtungssysteme mit hohen Farbtemperaturen werden besonders wegen ihres geringeren Energieverbrauchs eingesetzt. Aufgrund des höheren blauen Spektralanteils erzeugen sie insbesondere bei Nachtarbeit Lichtwirkungen, die negative gesundheitliche Folgen haben können. Die Anwendung moderner Beleuchtungssysteme, bei denen die Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe angelehnt an den Tageslichtverlauf gesteuert werden, unterstützt den biologischen und damit den Schlaf-Wach-Rhythmus des Menschen.



#### Achtung

Die Sicherheit und die Gesundheit bei der Arbeit müssen bereits bei der Planung von Beleuchtungsanlagen beachtet werden.



**Abb. 3** Nicht nur die allgemeine Beleuchtung hat Einfluss auf die innere Uhr. Auch Tablet und Co können Schlaf und Wachheit beeinflussen.



### 3 Was ist die innere Uhr des Menschen und wie funktioniert sie?

Die innere Uhr steuert die zeitlichen Abläufe aller wichtigen Vorgänge im Körper und stimmt diese aufeinander ab. Ihr wichtigster Zeitgeber ist Licht. Regelmäßige Wechsel von Tag (hell) und Nacht (dunkel) stabilisieren die innere Uhr, sodass die Gesundheit sowie erholsamer Schlaf und Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt werden. Neben Licht wirken u. a. auch Nahrungsaufnahme und körperliche Aktivität auf die innere Uhr.



Abb. 4 Die innere Uhr steuert die zeitlichen Abläufe aller wichtigen Vorgänge im Körper und stimmt diese aufeinander ab.

Die innere Uhr sorgt dafür, dass wichtige Vorgänge im Körper zur richtigen Zeit und in der richtigen Reihenfolge ablaufen. Dies sind beispielsweise die Zeiten, zu denen man verdaut, besonders leistungsfähig ist oder der Schlaf besonders erholsam ist. Gewisse Körperfunktionen können nicht gleichzeitig erfolgen: Während man schläft, ist man nicht leistungsfähig und verspürt keinen Hunger oder Durst (z. B. produzieren die Nieren nachts weniger Urin als tagsüber). Im Schlaf finden wichtige Verdauungs- und Regenerationsvorgänge statt, die durch körperliche

Aktivität und Nahrungsaufnahme gestört würden. Eine gut synchronisierte innere Uhr ist wichtig für die Ordnung im Stoffwechsel und im Immunsystem. Es gibt z. B. Untersuchungen, die zeigen, dass Erkältungskrankheiten seltener auftreten und zudem weniger lang dauern, wenn man ausreichend schläft und die innere Uhr nicht stört. Letztendlich werden auch das psychische Befinden und die Stimmung beeinflusst. Werden diese Zusammenhänge ignoriert, kann die Gesundheit langfristig darunter leiden.

## Die visuelle und nichtvisuelle Verarbeitung von Licht

Neben den Stäbchen und Zapfen, die für das Sehen verantwortlich sind, befinden sich auf der Netzhaut im Auge weitere Lichtrezeptoren. Diese Rezeptoren reagieren besonders empfindlich in dem spektralen Bereich des Lichts (siehe Abschnitt 7.2), der als blaues Licht wahrgenommen wird. Sie enthalten das lichtempfindliche Protein Melanopsin. Dieses Protein wandelt Lichtsignale in Nervensignale um, die an den suprachiasmatischen Nucleus (SCN) im Gehirn geleitet werden. Entsprechende Informationen werden von dort aus an Organe, Drüsen und Muskeln, letztlich an alle Zellen des Körpers weitergeleitet. (Abb. 5)

Noch sind nicht alle Details dieser Vorgänge verstanden. Bekannt ist jedoch, dass auch die Körpertemperatur sowie Signalstoffe, z. B. die Hormone Melatonin und Cortisol, an der Übertragung von Informationen an die Zellen des Körpers beteiligt sind. Jede Zelle des menschlichen Körpers wird auf diese Weise „getaktet“, das heißt die innere Uhr „wird gestellt“.

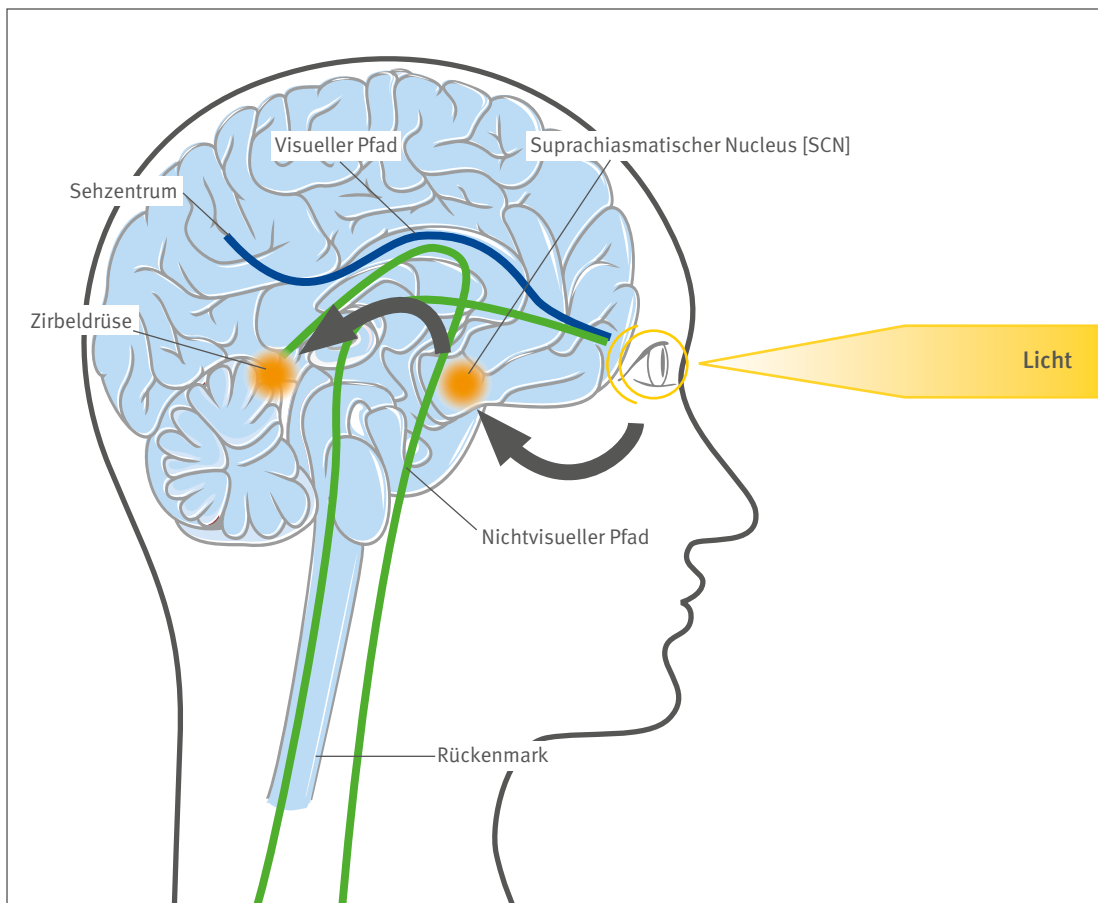


Abb. 5 Visuelle und nichtvisuelle Pfade von Licht im menschlichen Körper

## 4 Warum ist Licht wichtig für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit?

**Der Mensch ist von Natur aus tagsüber aktiv und schläft nachts. Tagsüber sorgt Tageslicht für Wachheit, Leistungsfähigkeit und psychisches Wohlbefinden. In der Nacht unterstützt Dunkelheit einen erholsamen Schlaf.**

In fensterlosen Räumen oder in Räumen ohne ausreichendem Tageslicht fehlt den Beschäftigten ein deutlicher Hell-Dunkel-Wechsel. Wer nachts arbeitet und deshalb tagsüber schlafen muss, erhält nicht nur zu wenig Tageslicht, sondern zusätzlich zu viel Licht durch künstliche Beleuchtung am Abend und in der Nacht. Mögliche Folgen können Schlafprobleme, Müdigkeit, geringere Leistungsfähigkeit sowie mangelhafte Aufmerksamkeit sein, die wiederum die Wahrscheinlichkeit für Unfälle erhöhen können.

Künstliche Beleuchtung erlaubt es, nachts aktiv zu sein, wenn natürlicherweise Zeit zum Schlafen wäre. Sicheres Arbeiten und Gesundheit sind aber ohne erholsamen Schlaf dauerhaft nicht möglich. Nur wer erholsam schläft, kann seine Leistungsfähigkeit voll entfalten. Ob Schlaf erholsam ist, hängt davon ab, wie lang und tief dieser ist. Zudem ist auch der Zeitpunkt des Schlafes von Belang.

Zum Beispiel ist Schlaf tagsüber nach einer Nachtschicht weniger erholsam als Schlaf in der Nacht. Die natürlichen Schlafzeiten unterscheiden sich darüber hinaus von Mensch zu Mensch, denn sie hängen von der individuellen inneren Uhr ab.

Um zu gewährleisten, dass die innere Uhr ungestört arbeiten kann, ist eine Exposition gegenüber ausreichendem Tageslicht am besten. Künstliche Beleuchtung kann ähnliche Wirkungen erzeugen wie Tageslicht. Da künstliche Beleuchtung jedoch auch zu jeder Nachtzeit möglich und für das Arbeiten in der Nacht erforderlich ist, gilt für deren Einsatz besondere Sorgfalt.

## 5 Wieso ist ein regelmäßiger Tag-Nacht-Wechsel wichtig für die Gesundheit?

Ein regelmäßiger Wechsel von Tag (Licht) und Nacht (Dunkelheit) ist wichtig für guten Schlaf, weil über diesen Wechsel die innere Uhr gesteuert und damit Einfluss auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit genommen wird. Dabei sollten die Tage möglichst hell und die Nächte möglichst dunkel sein. Gerade durch Schichtarbeit wird diese Regelmäßigkeit gestört.

Der Vorgang des Sehens ist grundsätzlich unabhängig von der Tages- und Nachtzeit, denn künstliche Beleuchtung ermöglicht Sehen zu jeder Zeit. Die nichtvisuellen Wirkungen von Licht hingegen sind je nach Tageszeit unterschiedlich. Sie werden durch künstliche Beleuchtung zu jeder Tages- oder Nachtzeit verstärkt oder abgeschwächt. Das bedeutet, dass im Tag-Nacht-Verlauf unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung zu stellen sind.

Ob Licht Störungen verstärkt oder mindert, liegt bezüglich der Gestaltung der Beleuchtung am Arbeitsplatz in der Hand des Unternehmens (siehe auch Arbeitsstättenverordnung). Dabei sind die sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeits- und Pausenräume, der Arbeitsabläufe sowie die Unterweisung der Beschäftigten maßgeblich. Um die Mitwirkung der Beschäftigten zu ermöglichen, sollten diese über getroffene Maßnahmen informiert werden.

Störungen des biologischen Anpassungsvorgangs sind jedoch nicht auf die Arbeits- und Pausenzeiten beschränkt. Abschnitt 11 enthält daher Hinweise für die Freizeit.