

**Arbeitsschutzfachtagung
Potsdam 28.11.2017**

**Tageslicht,
Sichtverbinding und
Beleuchtung -
Anforderungen an
Arbeitsstätten**

**Roman Alexander Jakobiak
jakobiak@daylighting.de**

Arbeitsstättenverordnung Anhang 3.4

- **Beleuchtung und Sichtverbindung**

- Stand 30.11.2016 (aktuell)

- (1) Der Arbeitgeber darf als Arbeitsräume nur solche Räume betreiben, die möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und die eine Sichtverbindung nach außen haben.

Dies gilt nicht für ...

- Stand 31.08.2015 (nicht mehr gültig)

- (1) Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein.

Was bedeutet „ausreichend Tageslicht“?

- ausreichende Helligkeit des Raumes im Rahmen ihrer psychischen Bedeutung?
 - ausreichend Licht zum Sehen?
 - ausreichende Menge des über die Augen empfangenen Lichts im Rahmen ihrer biologischen Wirkung?
 - ausreichende Besonnung?
-
- **Die Anforderung der Arbeitsstättenverordnung nach „ausreichend Tageslicht“ gilt allgemein. Sie ist nicht auf eine bestimmte Funktion der Beleuchtung durch Tageslicht beschränkt.**

Was bedeutet „ausreichend Tageslicht“?

- **Wie wird die Anforderung nach ausreichendem Tageslicht durch die Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 konkretisiert?**

Abschnitt 4.1 Ausreichendes Tageslicht

(1) Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten. Eine Beleuchtung mit Tageslicht ist der Beleuchtung mit ausschließlich künstlichem Licht vorzuziehen. Helle Wände und Decken unterstützen die Nutzung des Tageslichts. Tageslicht weist Gütemerkmale (z. B. die Dynamik, die Farbe, die Richtung, die Menge des Lichts) auf, die in ihrer Gesamtheit von künstlicher Beleuchtung nicht zu erreichen sind. Tageslicht hat im Allgemeinen eine positive Wirkung auf die Gesundheit und das Wohlempfinden des Menschen.

Was bedeutet „ausreichend Tageslicht“?

- **Wie wird die Anforderung nach ausreichendem Tageslicht durch die Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 konkretisiert?**

Abschnitt 4.1 Ausreichendes Tageslicht

(3) Die Anforderung nach ausreichendem Tageslicht wird erfüllt, wenn in Arbeitsräumen

- am Arbeitsplatz ein Tageslichtquotient größer als 2 %, bei Dachoberlichtern größer als 4 % erreicht wird oder
- mindestens ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1 : 10 (entspricht ca. 1 : 8 Rohbaumaße), eingehalten ist. Die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze ist zu bevorzugen.

Definition des Tageslichtquotienten

- „Der Tageslichtquotient D ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke E_p in einem Punkt einer gegebenen Ebene, die durch direktes und/oder indirektes Himmelslicht bei angenommener oder bekannter Leuchtdichteverteilung des Himmels erzeugt wird, zur gleichzeitig vorhandenen Horizontalbeleuchtungsstärke E_a im Freien bei unverbauter Himmelshalbkugel“

[DIN 5034-1 Abschnitt 3.1.9 Begriffe]

$$D = \frac{E_p}{E_a} \cdot 100\%$$

- Die durch direktes Sonnenlicht bewirkten Anteile beider Beleuchtungsstärken bleiben unberücksichtigt.“ [DIN 5034-1]

Messung vor Ort



Verfahren zur Bestimmung des Tageslichtquotienten:

- Messung vor Ort
- Berechnung nach DIN 5034-3
- Computersimulation
- Modellsimulation
- grafische Verfahren

Vor- und Nachteile des Kriteriums

- Vorteil: Einfache messtechnische Bestimmbarkeit vor Ort
- Nachteil: Viele Einflussgrößen der Tageslichtversorgung werden nicht erfasst, so z.B.
 - Der Lichttransmissionsgrad der Verglasung
 - Die Verschmutzung von Fenstern und Dachoberlichtern
 - Die Verbauung z.B. durch andere Gebäude oder einen feststehenden Sonnenschutz
 - Die Reflexionsgrade der Raumflächen



Geringer Lichttransmissionsgrad durch Sonnenschutzfolie



Lichtminderung durch verschmutztes Dachoberlicht



Lichtminderung durch feststehenden Sonnenschutz

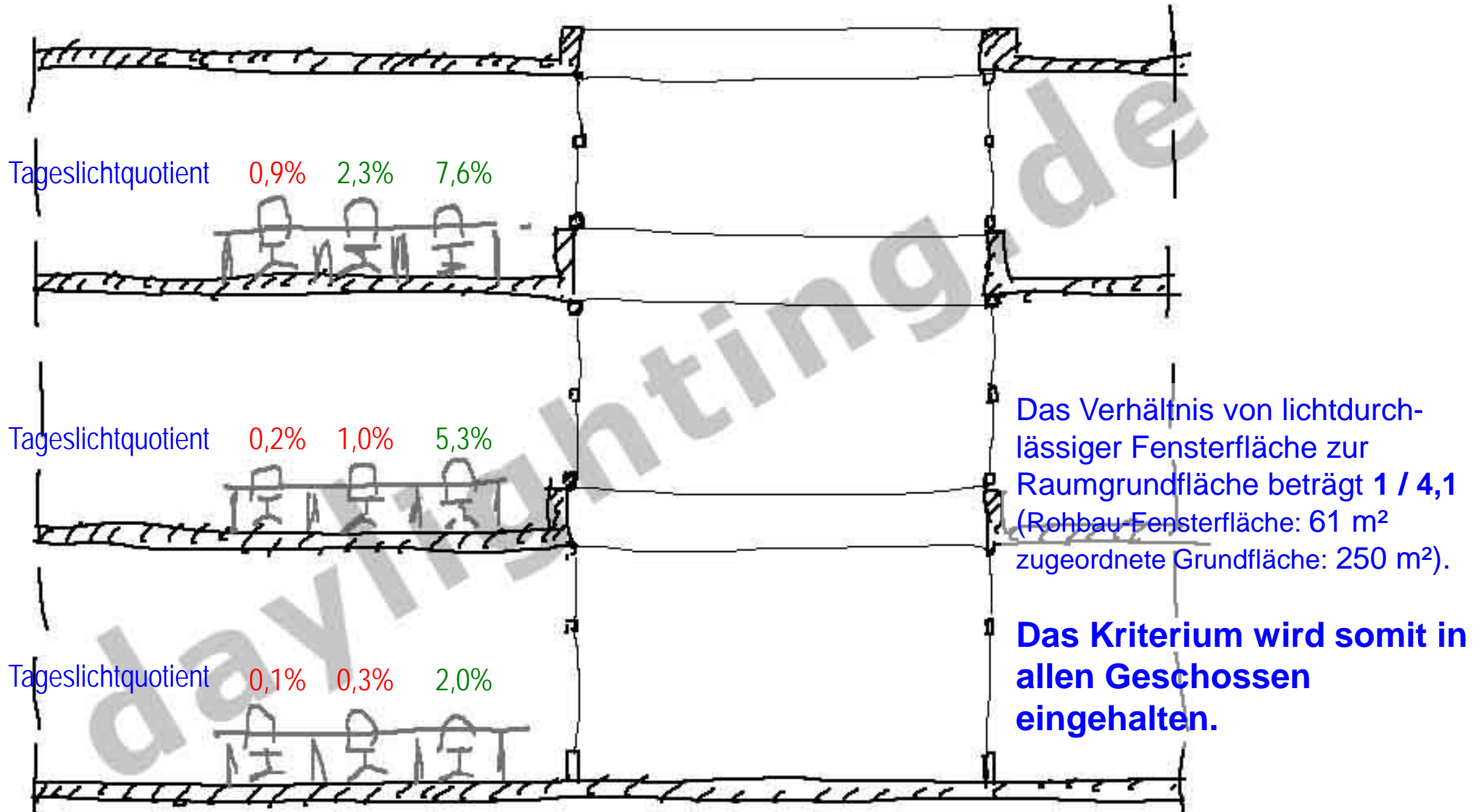
Vergleich des Kriteriums **Tageslichtquotient** mit dem Kriterium **Verhältnis der lichtdurchlässigen Fensterfläche zur Raumgrundfläche** bei einer Produktionshalle

Der Tageslichtquotient im Arbeitsbereich unter den Dachoberlichtern beträgt **2,1%**. Die **Anforderung** an den Tageslichtquotienten beträgt bei Dachoberlichtern **4 %** und **wird somit nicht eingehalten**.

Das Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster- / Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche beträgt **0,29** (Glasfläche Dachoberlichter: 222 m², Glasfläche Fassade 124 m², Glasfläche insgesamt: 346 m², zugeordnete Grundfläche: 1200 m²).

Die **Anforderung** von 1/10 der Raumgrundfläche erfordert eine Glasfläche von 120 m² und **wird eingehalten**.

Vergleich des Kriteriums **Tageslichtquotient** am Arbeitsplatz mit dem Kriterium **Verhältnis der lichtdurchlässigen Fensterfläche zur Raumgrundfläche** bei einem Atrium



Fazit zur Prüfung der Anforderung „ausreichend Tageslicht“:

- Um zu prüfen, ob das in der Arbeitsstättenverordnung hinsichtlich ausreichendem Tageslicht formulierte Schutzziel tatsächlich erreicht wird, ist das Kriterium des Tageslichtquotienten geeigneter, als das Verhältnis der Fensterfläche zur Raumgrundfläche. Der Grund hierfür ist, dass viele Einflussgrößen, so z.B. der Lichttransmissionsgrad der Verglasung, die Verbauung oder die Reflexionseigenschaften im Innenraum von der Kenngröße des Flächenverhältnisses von Fenster- zu Grundfläche nicht erfasst werden.

Sichtverbindung nach außen



Status Quo

- Die **alte Arbeitsstättenverordnung von 1974** enthielt in § 7 „Beleuchtung“ die Aussage:
 - (1) Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitätsräume **müssen eine Sichtverbindung nach außen haben.**
Dies gilt nicht für ...
- Obwohl die Bedeutung einer Sichtverbindung nach außen für das Wohlbefinden der Nutzer überaus groß ist, enthielt die Arbeitsstättenverordnung **zwischen 2004 und 2016** hierzu **keine Anforderung.**
- Seit 2016 besteht für Arbeitsräume wieder die Anforderung einer Sichtverbindung nach außen.

Regeln und Normen

- Eine **Arbeitsstättenrichtlinie** zur Konkretisierung der seit Dezember 2016 für Arbeitsräume wieder geforderten Sichtverbindung **besteht aktuell noch nicht**.
- Informativ kann auf die zur Konkretisierung der alten Arbeitsstättenverordnung verfasste **Arbeitsstättenrichtlinie 7/1 „Sichtverbindung nach außen“ vom April 1976** zurückgegriffen werden.
- DIN 5034-1: 2011-07 Abschnitt 4.2. enthält Anforderungen an eine **Sichtverbindung nach außen**. Bei der Überarbeitung der Norm waren die Anforderungen der alten Arbeitsstättenrichtlinie 7/1 „Sichtverbindung nach außen“ vom April 1976 in die Norm übernommen worden.
- Die zur Schlussabstimmung vorgelegte europäische Norm **EN 17037** enthält einen Abschnitt zur Sichtverbindung. Der dort verfolgte Ansatz ist jedoch nicht raumbezogen sondern ortsbezogen.

Anforderungen nach DIN 5034-1: 2011-07

- Die Anforderungen zur Sichtverbindung nach Außen beziehen sich auf die **durchsichtige Glasfläche des Fensters**:
 - **Breite, Höhe**
 - » $b_F \geq 1 \text{ m}$
 - » $h_F \geq 1,25 \text{ m}$ (bei überwiegend sitzender Tätigkeit)
 - die **Höhe der Ober- und Unterkante**
 - » $H_{F0} \geq 2,20 \text{ m}$
 - » $H_{Fu} \leq 0,95 \text{ m}$ (bei überwiegend sitzender Tätigkeit)
 - die **Fläche** abhängig von der Raumtiefe
 - » bei einer Raumtiefe bis 5 m: $h_F \times b_R \geq 1,25 \text{ m}^2$
 - » bei einer Raumtiefe größer 5 m: $h_F \times b_R \geq 1,5 \text{ m}^2$
 - die **Fläche** abhängig von der Raumfläche und -höhe
 - » Raumgrundfläche bis 600 m²: $A_{Fn} \geq 0,10 \times (b_R \times t_R)$
 - » Raumgrundfläche zwischen 600 m² und 2000 m²: $A_{Fn} \geq 60 \text{ m}^2 + 0,01 \times (b_R \times t_R)$
 - » bei einer lichten Raumhöhe bis 3,5 m: $\sum A_{Fn} > 0,3 (b_R \times h_R)$
 - die **Breite** des durchsichtigen Teils aller Fenster
 - » $\sum b_F \geq 0,55 \times b_R$

Welche Anforderungen bestehen?



Der innen liegende Flur erhält über Dachoberlichter Tageslicht, die Büros haben Fenster zum Flur hin. Aus den Büros besteht eine Sichtverbindung in den Flur.

Kann der Blick aus den Büros in den Flur als Sichtverbindung nach außen gelten?



Schutzziel – Was soll die Sichtverbindung leisten?

- Die Sichtverbindung nach außen wirkt dem Gefühl des Eingeschlossenseins entgegen. Sie stellt für den Nutzer eine wahrnehmbare Verbindung zur Umwelt her.
- Die Sichtverbindung nach außen sollte Informationen über die lokale Umgebung, Wetteränderungen und die Tageszeit liefern.
- Die Verglasung sollte farbneutral sein und eine unverzerrte Durchsicht ermöglichen.



Sichtverbindung aus einem Besprechungsraum in ein angrenzendes Atrium.

Beispiele einer Beeinträchtigung der Durchsicht



Verzerrung des Durchblicks durch die Glaswelle einer doppelten Fassade



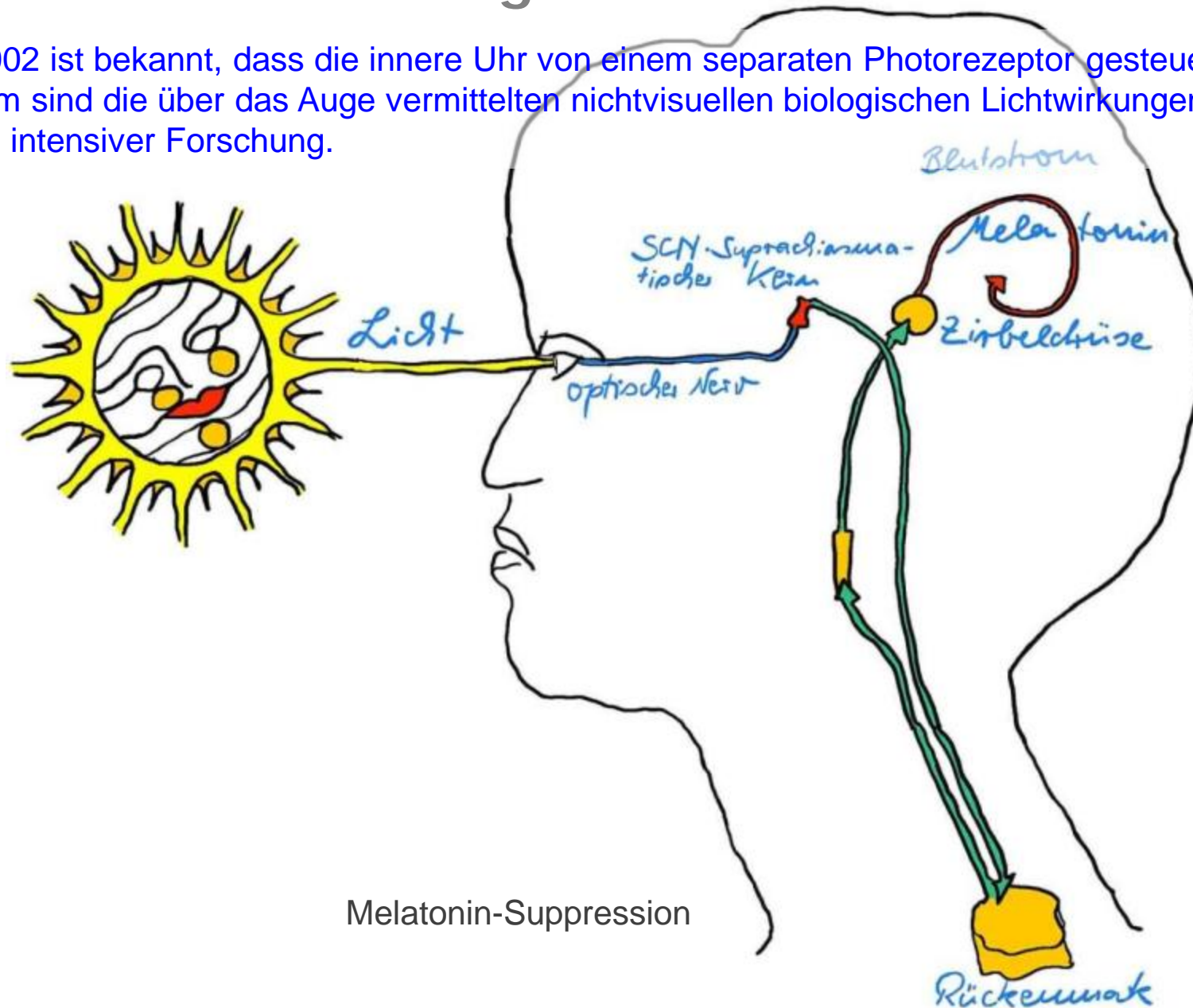
Auswirkung auf Lichtfarbe und Farbwiedergabe durch Einfärbung einer elektrochromen Verglasung

Fazit zur Sichtverbindung nach außen:

- Eine Arbeitsstättenrichtlinie zur Konkretisierung der seit Dezember 2016 wieder bestehenden Anforderung an eine Sichtverbindung nach außen besteht aktuell noch nicht. Insofern gibt es gegenwärtig keine Regel, aus der sich direkt eine Vermutungswirkung hinsichtlich des Einhaltens der Arbeitsstättenverordnung ableiten lässt. Hilfreich bei der Einschätzung von Sachverhalten sind die alte Arbeitsstättenrichtlinie 7/1, DIN 5034-1: 2011-07 sowie teilweise auch EN 17037.

Biologische Lichtwirkung

Seit etwa 2002 ist bekannt, dass die innere Uhr von einem separaten Photorezeptor gesteuert wird. Seitdem sind die über das Auge vermittelten nichtvisuellen biologischen Lichtwirkungen Gegenstand intensiver Forschung.



Aussagen der Produktwerbung über biologisch wirksame Beleuchtung

- "Diese Systeme schaffen eine leistungsbetonte, angenehme Arbeitsatmosphäre, die bis in die Abendstunden hinein wirkt."
- "Das (...)**biodynamische Licht** steigert (...)**das Wohlbefinden, und Leistungs-fähigkeit** und erhöht die **Konzentration**."
- "Mit **biodynamischem Licht** hingegen **stärken Sie Ihren Biorhythmus und steigern Ihr Wohlbefinden** jederzeit - ob im Winter oder Sommer!"
- "**Biodynamisches Licht** trägt dazu bei, den menschlichen **Bio-Rhythmus zu stabilisieren** und ihn mit Zeiten zu **synchronisieren**, die von seiner inneren Uhr abweichen."
- "Durch die **Unterstützung des natürlichen Tagesrhythmus des Menschen ...** fördert die **Gesundheit** sowie die **Leistungsfähigkeit** der **konzentrierten Arbeiter**." **Die Fehlerrate reduziert und das Wohlbefinden, die Aufmerksamkeit erhöht, die Arbeitsatmosphäre, das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden, die Konzentration.**
- "Das (...)**biodynamische Licht** steigert (...)**das Wohlbefinden, und Leistungs-fähigkeit** und erhöht die **Konzentration**."
- "**Biodynamisches Licht** trägt dazu bei, den menschlichen **Bio-Rhythmus zu stabilisieren** und ihn mit Zeiten zu **synchronisieren**, die von seiner inneren Uhr abweichen."
- "**Modernes Lichtmanagement** sorgt für **Wohlbefinden** und **Leistungs-fähigkeit** den **ganzen Tag**."

Begriffsklärung

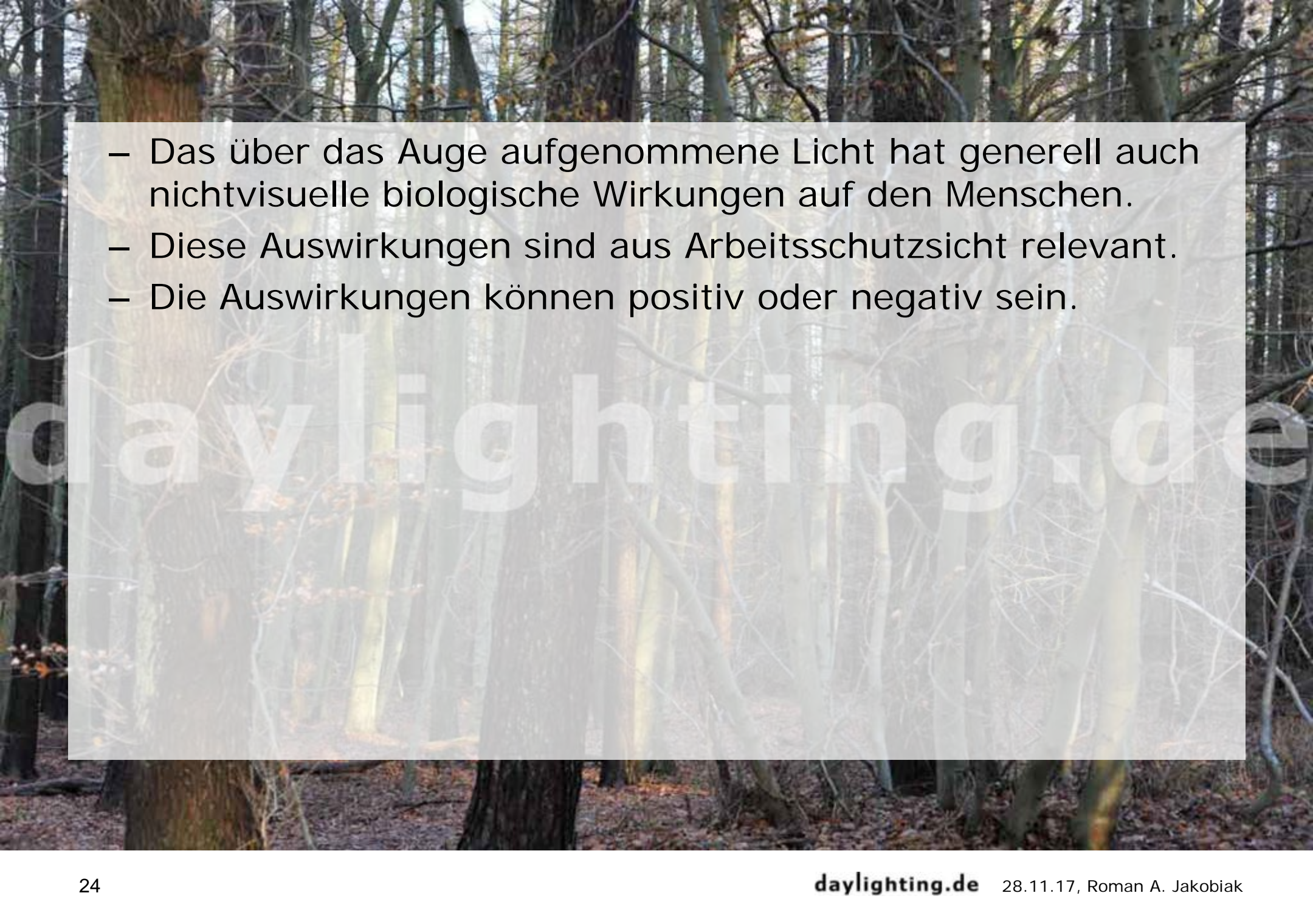
biologisch wirksame Beleuchtung

über das Auge vermittelte nicht visuelle Wirkungen des Lichts.

- Anmerkung 1: Licht ist diejenige elektromagnetische Strahlung, die vom Menschen unmittelbar als visuelle Empfindung wahrgenommen wird.
- Anmerkung 2: Jede Beleuchtung ist biologisch wirksam.

Biologische Wirkungen von Beleuchtung

- Zeitliche Stabilisierung oder Verschiebung des individuellen **circadianen Rhythmus**
- Beeinflussung der geistigen und körperlichen **Leistungsbereitschaft**
- Beeinflussung des **Schlaf-Wach-Zyklus** und damit Beeinflussung der Schlafqualität und Regeneration (mit Auswirkung auf das Immunsystem)
- Veränderung der **Amplitude der biologischen Uhr** (Impulsrate der Nervenzellen (Maß der Intensität))
- Beeinflussung der **Aktiviertheit**
- Veränderung der **Stimmungslage** (z. B. Wohlbefinden, Vermeiden von Depressionen)

- 
- Das über das Auge aufgenommene Licht hat generell auch nichtvisuelle biologische Wirkungen auf den Menschen.
 - Diese Auswirkungen sind aus Arbeitsschutzsicht relevant.
 - Die Auswirkungen können positiv oder negativ sein.

- Das Wissen über die biologische Wirkung der Beleuchtung ist bruchstückhaft, doch einige dieser Bruchstücke ermöglichen für sich bereits klare Aussagen zu Teilaspekten.

Wie kommen wir zu einer Bewertung?

- Bei der Bewertung der künstlichen biologisch wirksamen Beleuchtung in Arbeitsstätten ist es aufgrund des Zusammenhangs mit der inneren Uhr sinnvoll, **Tagarbeit** und **Nachtarbeit** separat zu behandeln.

• **Tagarbeit**

- Bei guter Tageslichtversorgung des Arbeitsplatzes lassen sich aus dem aktuellen Wissensstand über die biologischen Wirkungen der Beleuchtung keine zusätzlichen Vorgaben hinsichtlich der Gesundheit der Beschäftigten ableiten.
- Die Verwendung der künstlichen Beleuchtung im Sinne von "Lichtdoping" ist nicht im Sinne des Arbeitsschutzes.
- Bei nicht ausreichendem Tageslicht könnten Ersatzmaßnahmen auch im Hinblick auf die biologischen Lichtwirkungen berücksichtigt werden, z.B. die Möglichkeit zur Pausengestaltung im Freien.

Wie kommen wir zu einer Bewertung?

- **Nachtarbeit**

Bei Nachtarbeit besteht nach gegenwärtigem Wissensstand bereits im Rahmen üblicher Beleuchtungskonzepte die Möglichkeit des Eintretens unerwünschter biologischer Wirkungen, wobei langfristige negative Folgen für die Gesundheit nicht ausgeschlossen werden können. Kritisch sind hohe Beleuchtungsstärken am Auge insbesondere, wenn diese mit kalten Lichtfarben verbunden sind, da diese zu einer Aktivierung zur Unzeit mit negativen Folgen für die Gesundheit führen können. Für das Sehen erforderliche Beleuchtungsstärken sollten daher eher mit warmen bis neutralweißen Lichtfarben mit einer Farbtemperatur von weniger als 4100 K gegeben werden. Von einer dauernden biologischen Aktivierung durch kalte Lichtfarben hoher Beleuchtungsstärke sollte abgesehen werden.



Fazit:

Tagsüber raus, nachts kein blaues Licht.

... genießen Sie das Tageslicht!



Danke!

Arbeitsschutzfachtagung
Potsdam 28.11.2017

Tageslicht,
Sichtverbinding und
Beleuchtung -
Anforderungen an
Arbeitsstätten

Roman Alexander Jakobiak
jakobiak@daylighting.de