



---

# Neue Beleuchtungskonzepte im Büro Regel- und Menschen gerecht

Dresden, 19.06.2012

DNB/GDA Tagung in Dresden

Dr. A.E. Çakir

ERGONOMIC Institut



# Themen - Überblick

---

- Regeln für Beleuchtung –
  - Wer macht sie?
  - Was berücksichtigen sie?
  - Worauf beruhen sie?
- Lichteinflüsse auf den Menschen
  - Einflusspfade
  - Licht aus verschiedenen Sichten
  - Circadiane Rhythmen
  - Nachgewiesene biologische Wirkungen
- Empfehlungen für Bürobeleuchtung



# Regeln für die Beleuchtung

---

- Wer macht sie?
- Was berücksichtigen sie?
- Worauf beruhen sie?



# Regeln für die Beleuchtung

---

- Wer macht sie?
  - Von 1935 bis 1975 DIN (Fachnormenausschuss Lichttechnik)
  - Seit 1975 (auch) BMAS (ArbStättV, ASR)
  - Seit 1996 BMAS (BildscharbV)
  - Seit 2002 CEN TC 159 (EN 12464)
  - Seit 2011 Ausschuss für Arbeitsstätten, ASR A3.4

# Regeln für die Beleuchtung

## Was berücksichtigen sie?

- DIN 5035:
  - "Die künstliche Beleuchtung von Innenräumen muss den Forderungen der Gesundheit und Schönheit entsprechen, und dabei zweckmäßig und wirtschaftlich sein." (Aussage 1935)
  - "In Arbeitsräumen muß die Beleuchtung ein müheloses Erkennen der Sehobjekte ermöglichen." (1990)  
Sie soll mit dazu beitragen, die Aufmerksamkeit und Aktivierung zu fördern, vorzeitiger Ermüdung entgegenwirken sowie Gefahrensituationen deutlich erkennbar machen.
  - „In stimmungsbetonten Räumen spielen in besonderem Maße gestalterische Gesichtspunkte und solche der Behaglichkeit eine Rolle“

# Regeln für die Beleuchtung

## Was berücksichtigen sie?

---

- ArbStättV (1975):

- § 7(1) Sichtverbindung nach außen
- § 7(2) Anbringung von Lichtschaltern
- § 7(3) Künstliche Beleuchtung
- § 7(4) Sicherheitsbeleuchtung

- ArbStättV (2004):

- „(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.“
- „(2) Die Beleuchtungsanlagen sind so auszuwählen und anzuordnen, dass sich dadurch keine Unfall- oder Gesundheitsgefahren ergeben können.“

# Regeln für die Beleuchtung

## Was berücksichtigen sie?

- **BildscharV (1996):**
  - „15. Die Beleuchtung muß der Art der Sehaufgabe entsprechen und
  - an das Sehvermögen der Benutzer angepasst sein;
  - dabei ist ein angemessener Kontrast zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zu gewährleisten.
  - Durch die Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes sowie Auslegung und Anordnung der Beleuchtung sind störende Blendwirkungen, Reflexionen oder Spiegelungen auf dem Bildschirm und den sonstigen Arbeitsmitteln zu vermeiden.“

# Regeln für die Beleuchtung

## Was berücksichtigen sie?

---

- **EN 12464-1 (2002, DIN EN 2003):**
  - Für die Umsetzung einer guten Beleuchtung sind zusätzlich zur erforderlichen Beleuchtungsstärke weitere quantitative und qualitative Gütemerkmale der Beleuchtung zu berücksichtigen.
  - Sehkomfort ... trägt so indirekt zu einer hohen Produktivität bei,
  - Sehleistung (undefiniert)
  - Sicherheit (undefiniert)
- **EN 12464-1 (2011, DIN EN 2011):**
  - Die Anforderungen an die Beleuchtung werden bestimmt durch die Zufriedenstellung von drei grundsätzlichen Bedürfnissen des Menschen:
    - Sehkomfort – Sehleistung – Sicherheit
  - Einflussgrößen für künstliche Beleuchtung und Tageslicht



# Regeln für die Beleuchtung

## Was berücksichtigen sie?

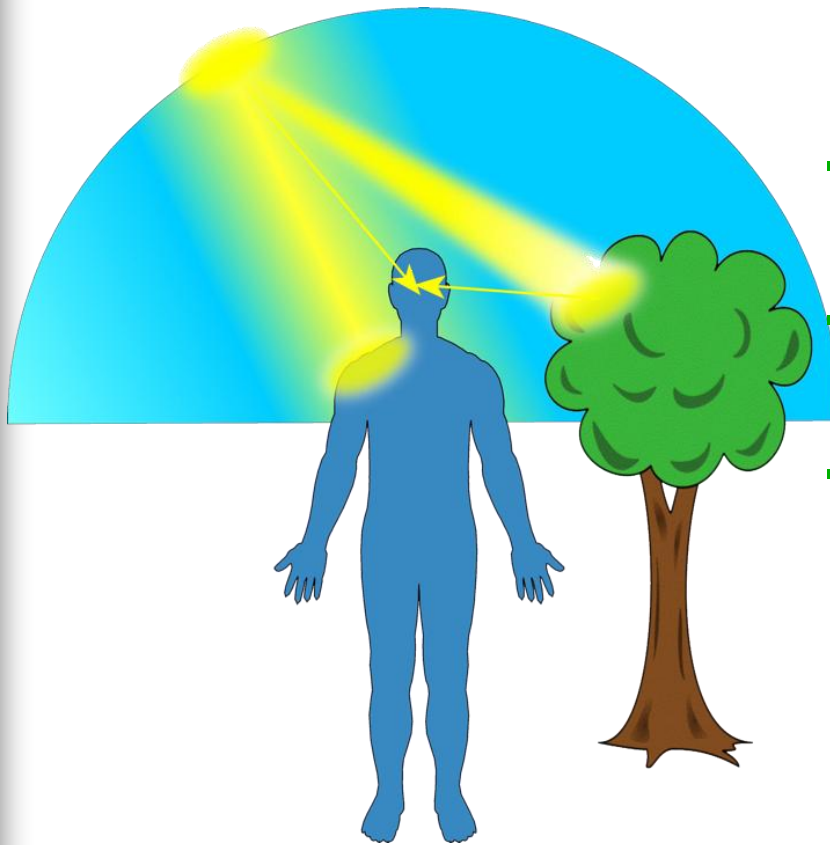
---

### ■ ASR A3.4

- konkretisiert die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung (hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie der Ableitung von geeigneten Schutzmaßnahmen)
- Beleuchtung mit Tageslicht
- Künstliche Beleuchtung in Gebäuden
- ...
- *Die Anforderungen dieser ASR weichen in Einzelfällen von Normen, insbesondere von DIN EN 12464-1:2003 Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen sowie DIN EN 12464-2:2007 - Teil 2: Beleuchtung im Freien ab. Die DIN EN 12464 Teil 1 und 2 legen Planungsgrundlagen für Beleuchtungsanlagen fest, berücksichtigen aber nicht die Anforderungen, die an Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit zu stellen sind.*

# Einflusspfade des Lichts auf den Menschen

---



- Direkt durch Lichteinfall in das Auge
- Direkt durch Lichteinfall auf die Haut
- Indirekt durch beleuchtete Objekte



# Licht aus verschiedenen Sichten

---

- Licht aus der Sicht der Physik
- Licht aus der Perspektive des Sehens
- Licht aus der Sicht der Medizin
- und
- Licht aus der Sicht der biologischen Rhythmen



# Optische Strahlung – Licht - Beleuchtung

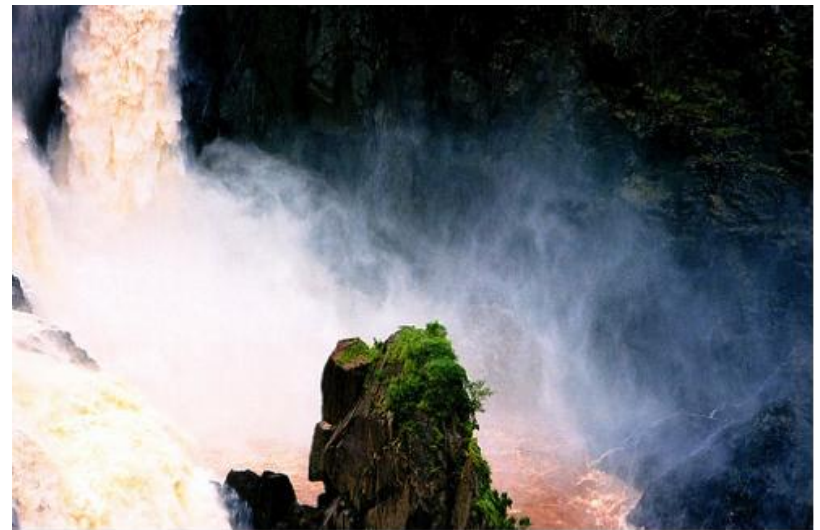
---

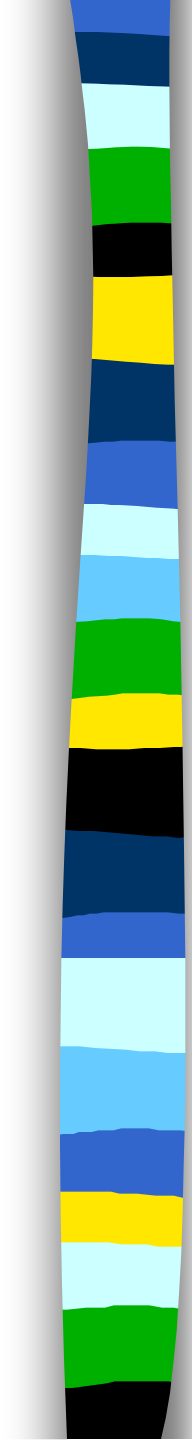
- Betrachtungsweise zu „Licht“ unterschiedlich, leider nicht konsistent
  - Lichttechnik: konsistent „sichtbare Strahlung, meist 380 nm bis 780 nm, andere Strahlung gesondert betrachtet
  - Medizin, Physik: nicht konsistent, häufig „optische Strahlung“ als Licht bezeichnet, seltener gleiche Verwendung wie in der Lichttechnik
- Problem: Biologische Wirkungen von Licht können nur in Verbindung mit optischer Strahlung betrachtet werden, die Regelwerke kennen aber nur die Größe Licht

# Licht und Gesundheit

---

- **Was ist Licht?**      **Aber Licht wirkt ganz anders!**
- Die Technik gibt vor
- **Licht ist Leben**
- und liefert hierzu
- gleich Checklisten zur Prüfung der Anforderungen der *künstlichen Beleuchtung* aus Regelwerken.





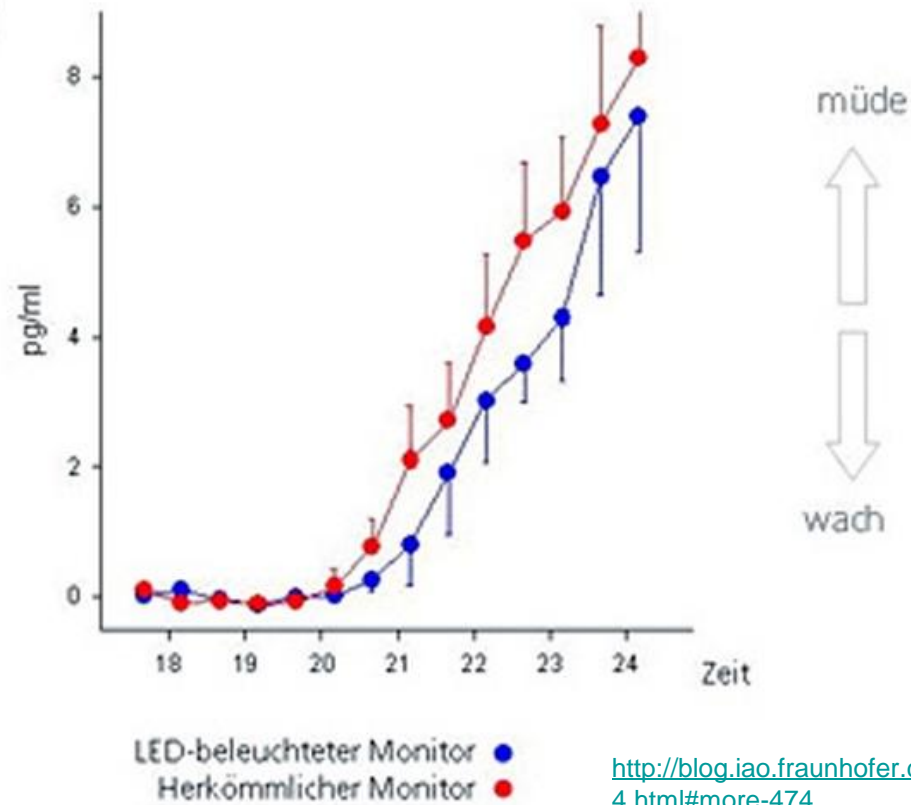
# Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen des Lichts auf ...

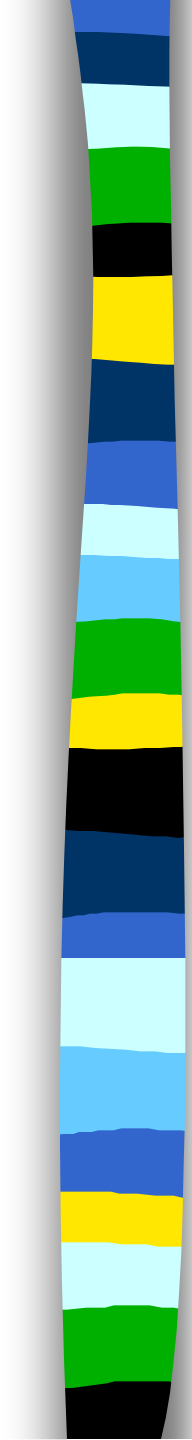
---

- Hirnaktivität
- Herzaktivität
- Körperkerntemperatur
- Geschmackssinn
- Thermische Behaglichkeit
- Schlaf/Wach-Rhythmen
- Dauer und Qualität von Schlaf
- Jet-lag ähnliche Erscheinungen/Phasenverschiebungen

# Arten von Displays - Wirkung eines circadian wirksamen Displays

Melatonin Konzentration  
im Speichel





# Licht aus der Sicht der Medizin und Hygiene

---

- Beispiele für Lichtanwendungen
- Infrarot-Strahlentherapie
- Heliotherapie
- UV-Strahlentherapie
- Photo-Sole-Therapie
- Lasertherapie
- Keimfreimachung





# Licht - Aus der Perspektive der biologischen Rhythmen

---

- Es war seit langem bekannt, DASS Licht Einfluss auf biologische Rhythmen hat, insbesondere auf den circadianen Rhythmus, aber das Wissen um den Wirkungspfad beruhte nur auf Vermutungen
- Heute liegen viele neue Erkenntnisse vor.
- **ABER: Es fehlen auch noch viele!**

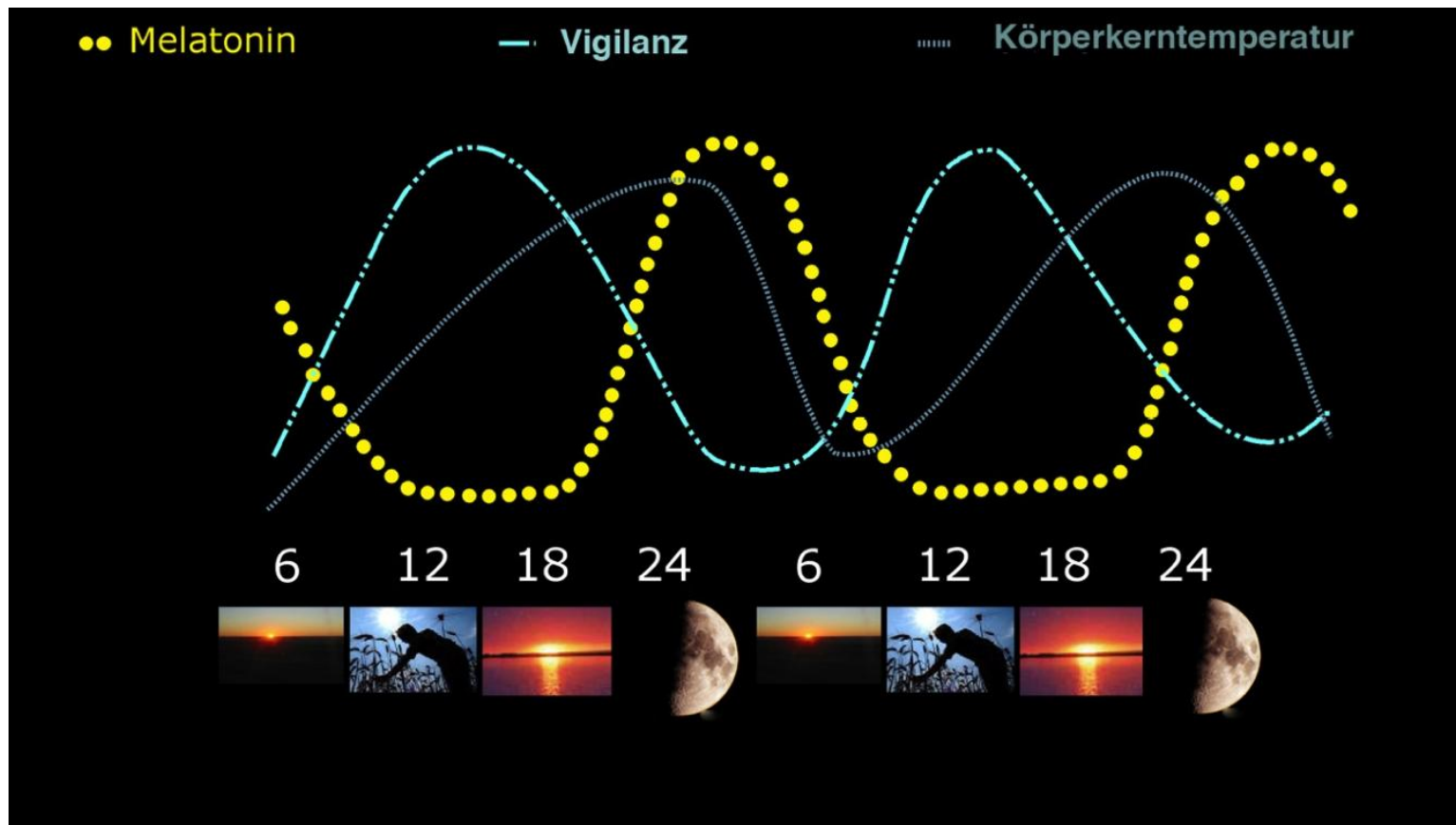


# Melatonin - Ein Hormon der Zirbeldrüse

---

- Wird hauptsächlich nachts von der Zirbeldrüse produziert, aber auch in der Retina, von Blutplättchen und im Verdauungstrakt.
- Bildung wird durch Dunkelheit stimuliert und durch Licht gehemmt.
- Wird aus der Aminosäure Tryptophan und dem Neurotransmitter Serotonin synthetisiert.
- Findet sich bei fast allen Tieren und auch in vielen Pflanzen.
- Viele Organe besitzen Rezeptoren für Melatonin.

# Circadiane Rhythmen





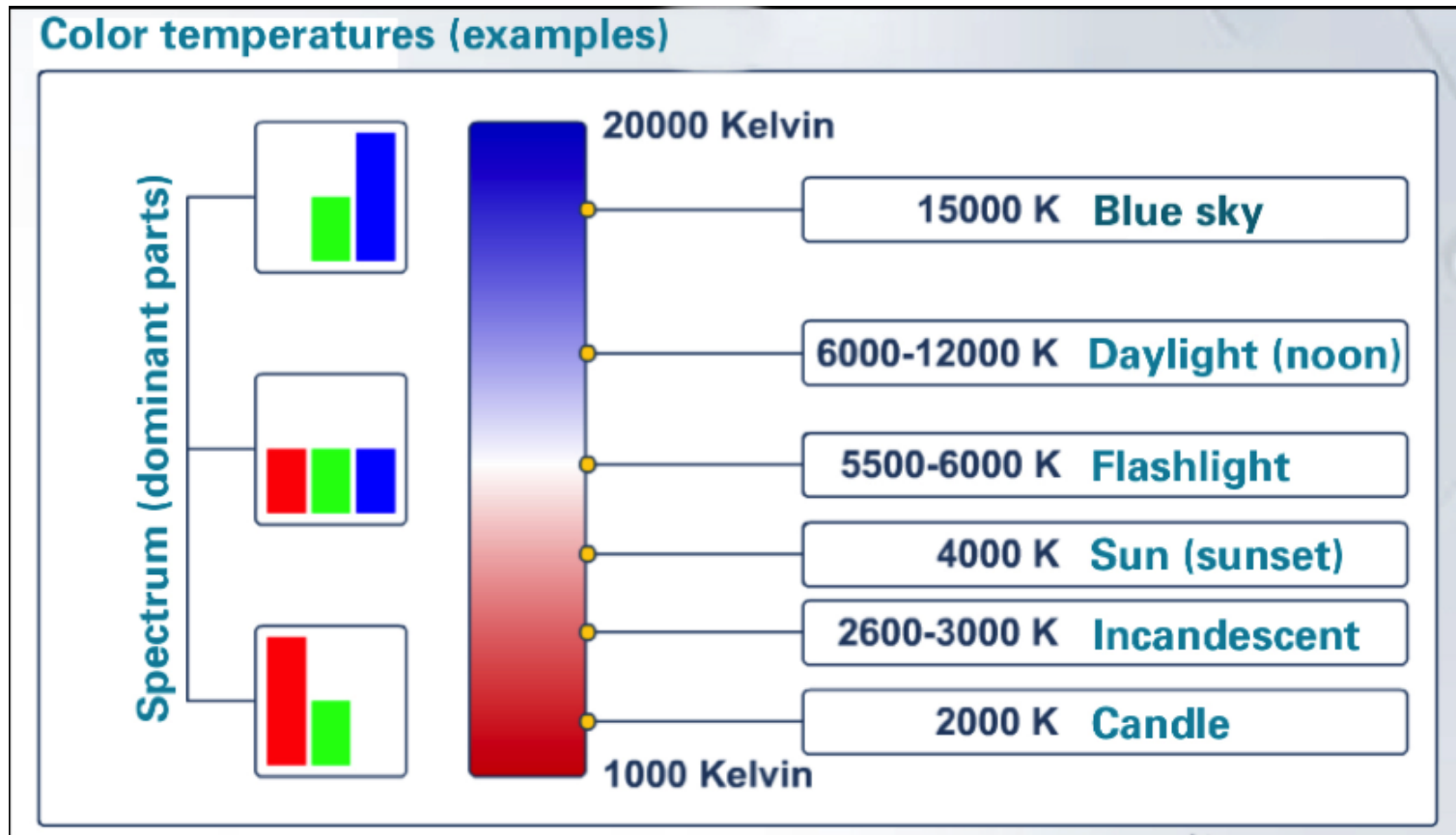
# Circadiane Wirkungen

---

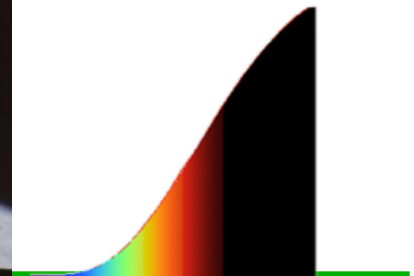
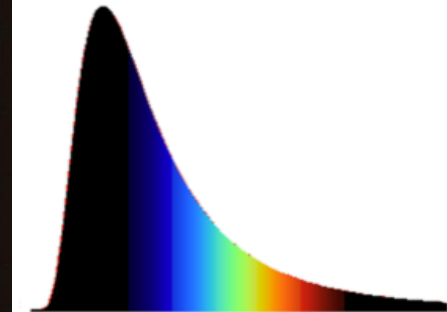
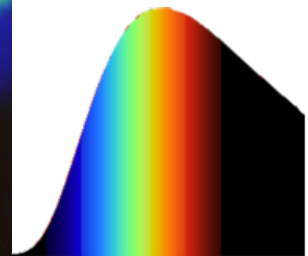
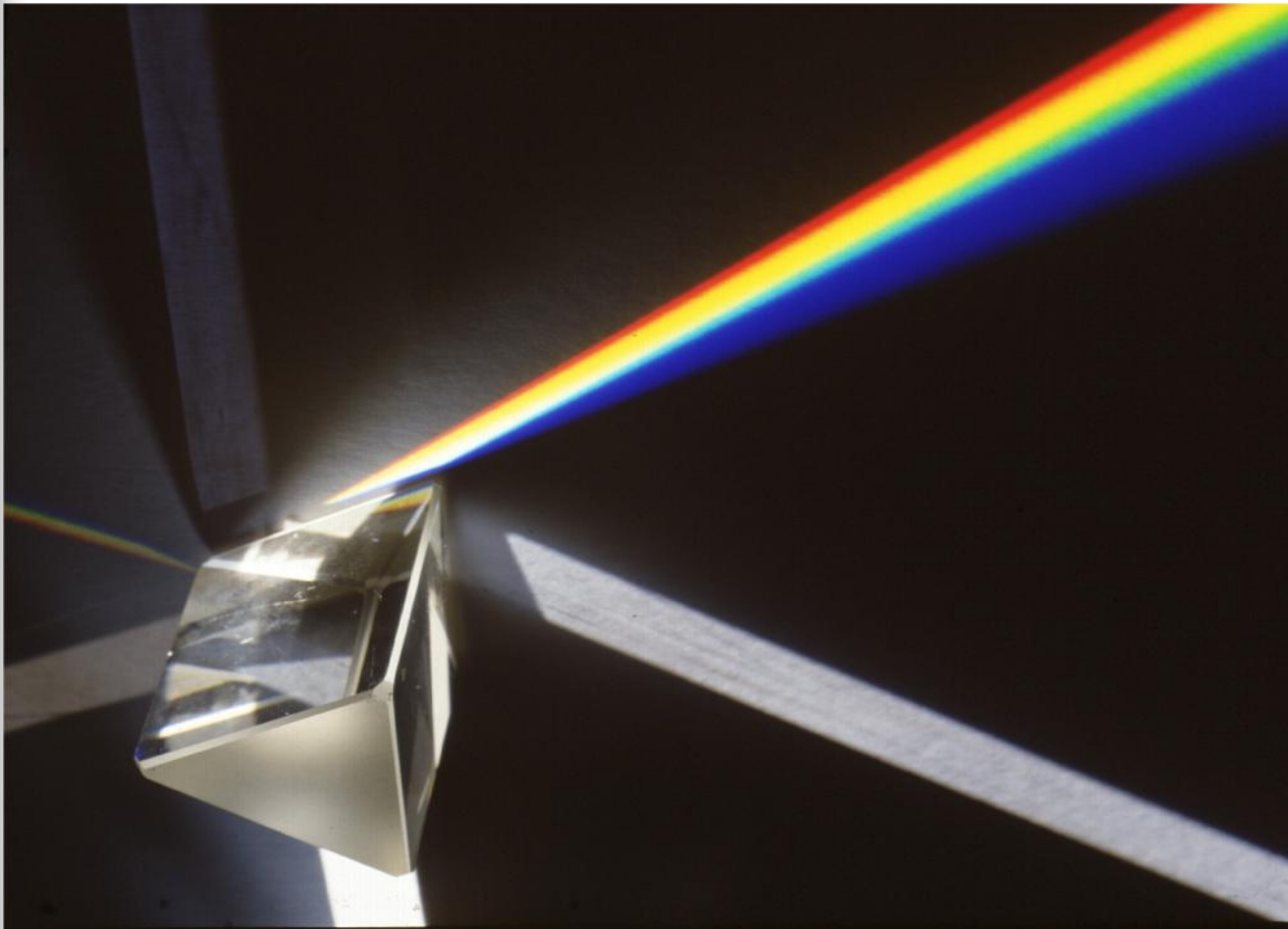
Hängen ab von

- der Intensität
- der Zeitdauer
- dem Zeitpunkt der Exposition
- der spektralen Zusammensetzung
- des Lichts.

# „Circadiane“ Wirkungen haben einen Bezug zu „Blau“



# „Circadiane“ Wirkungen haben einen Bezug zu „Blau“





# “Circadiane“ Wirkungen ...

---

- ... haben Bezug zu früheren Ereignissen (z.B. kann die Lichtqualität am Morgen einen Einfluss auf das Befinden nachts ausüben).
- ... können durch „fehlende“ Ereignisse ausgelöst werden (z.B. wirkt sich „kein helles Licht am Morgen“ nachts aus, oder “zu helles Licht nachts” am nächsten Tag).
- ... durch dasselbe Ereignis wirken sich auf Menschen unterschiedlich aus.

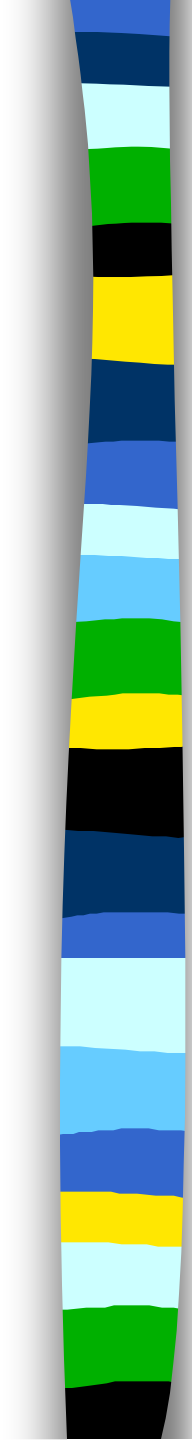


# Zu biologischen Wirkungen des Lichts ...

---

- Teilweise über ein Jahrhundert bekannt
- Teilweise technisch ausgenutzt (Entkeimungsstrahler etc.)
- Auch beim Menschen länger bekannt (z.B. Höhensonne, IR-Therapie etc.)
- Aber nicht bezogen auf die Beleuchtung von Arbeitsstätten oder Wohnungen

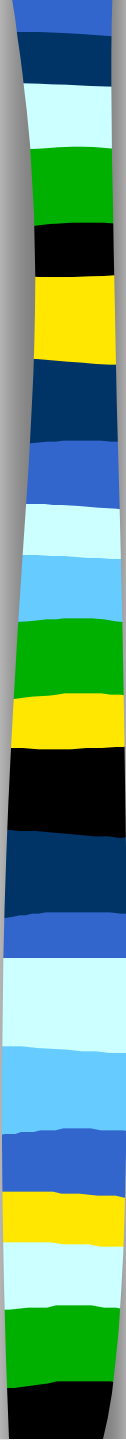
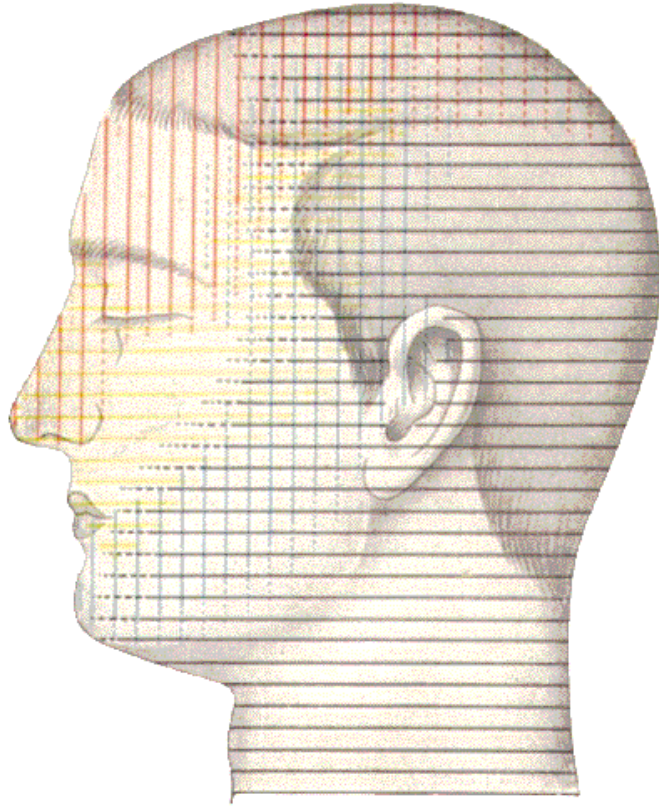




# Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen des Lichts auf ...

---

- Hirnaktivität (z.B.  $\alpha$ -Wellen)
- Herzaktivität
- Körperkerntemperatur
- Geschmackssinn
- Thermische Behaglichkeit
- Schlaf/Wach-Rhythmen
- Dauer und Qualität von Schlaf
- Jet-lag ähnliche Erscheinungen/Phasenverschiebungen





# Empfehlungen

---

- Effiziente Nutzung von Tageslicht
  - Einsatz von „dynamischem Licht“
  - Möglichkeit individueller Einflussnahme
  - Mehrkomponenten-Beleuchtung
  - Zusätzliche Akzentbeleuchtung
  - Anregende Farbgestaltung des Raumes einschließlich Einsatz von farbigem Licht in Nicht-Arbeitsräumen wie z.B. Fluren, Pausenräumen
-



# Empfehlungen

---

- **Effiziente Nutzung von Tageslicht**
  - Fensterorientierte Anordnung der Arbeitsplätze
  - Sonnenschutzmaßnahmen, die so weit wie möglich eine Sichtverbindung nach außen aufrecht erhalten und das einfallende Tageslicht so wenig wie möglich farblich verfälschen
  - Tageslichtlenkung in fensterferne Bereiche
  - Tageslichtgesteuerte künstliche Beleuchtung



# Empfehlungen

---

- Einsatz von „dynamischem Licht“ unter Berücksichtigung aktueller biologischer Erkenntnisse und der Erfordernisse des Arbeitssystems
- Z.B. Veränderung
  - der Lichteinfallrichtung (direkt, indirekt)
  - der Spektralverteilung der Lichtquelle
  - des Beleuchtungstärkenniveaus
  - der Anzahl der Lichtquellen im Raum



# Empfehlungen

---

- Möglichkeit individueller Einflussnahme, z.B. durch
- individuell einstellbare Beleuchtungsstärkeniveaus
- Individuell veränderbare Lichteinfallrichtungen
- individuell einstellbare Lichtfarben bzw. Lichtszenarien ABER: mit vorheriger Information über die biologischen Wirkungen



# Empfehlungen

---

## Mehrkomponenten-Beleuchtung

Der Einsatz von mehreren Komponenten ermöglicht im Allgemeinen eine effiziente, aufgabenangemessene Beleuchtung mit hoher Nutzerakzeptanz und mit „Joy of use“ ...

Mögliche Komponenten sind z.B.

- „Grundbeleuchtung“ kombiniert mit mobilen Leuchten (Stehleuchten, Möbelaufsatzleuchten)
- Arbeitsplatzleuchten
- Wandfluter
- Downlights über Verkehrswegen



# Empfehlungen

---

- **Zusätzliche Akzentbeleuchtung**
- Im Allgemeinen realisiert durch Strahler.
- Die angestrahlten Objekte sind „Hingucker“.
- Das Auge wird angeregt, ab und zu dorthin zu schauen.
- Dies führt dazu, dass das Auge in die „Ferne“ schaut und ggf. der Blick darauf ruht.
- Durch den Wechsel verändert sich die Anspannung der Augenmuskulatur.



- Vielen Dank  
für  
Ihre Aufmerksamkeit

