



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Licht und Schichtarbeit

Aus dem Regelwerk

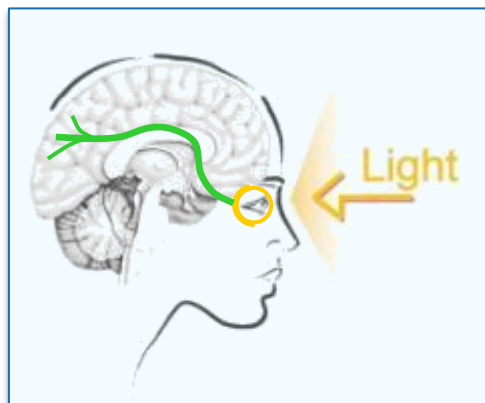
- **Anforderungen an die Beleuchtung gemäß der Schicht (Uhrzeit):**
 - **Keine !**
- **Empfehlung des ASTA (2018)**
 - Tagsüber: Tageslicht nutzen (evtl. über Pausen)
 - Nachts: Lichtfarbe ≤ 4100 K, hohe Beleuchtungsstärken am Auge meiden

Visuelle und nichtvisuelle Effekte

Abends / Nacht



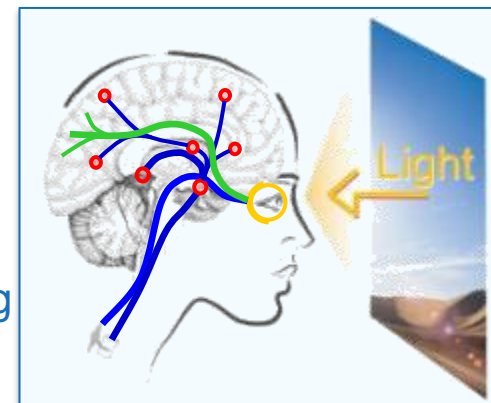
- Licht für
- Sehvorgang



Tagsüber



- Licht für
- Sehvorgang
 - Aktivierung
 - Synchronisierung



Das biologische System



visuell

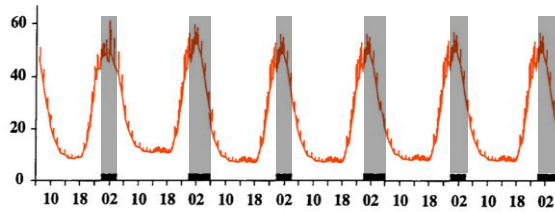
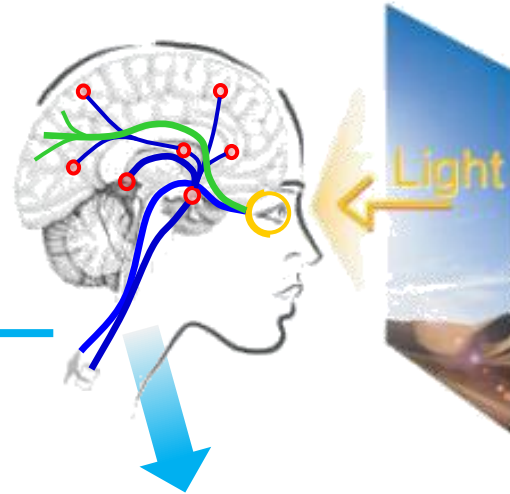
Sehvorgang



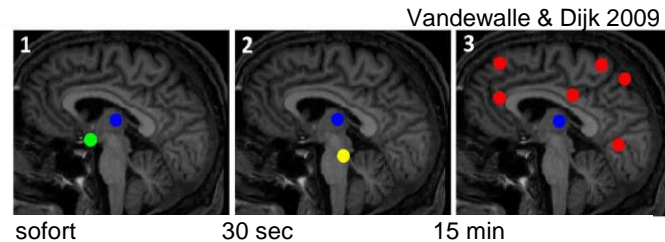
biologisch

Rhythmus

Geistige Leistungsfähigkeit

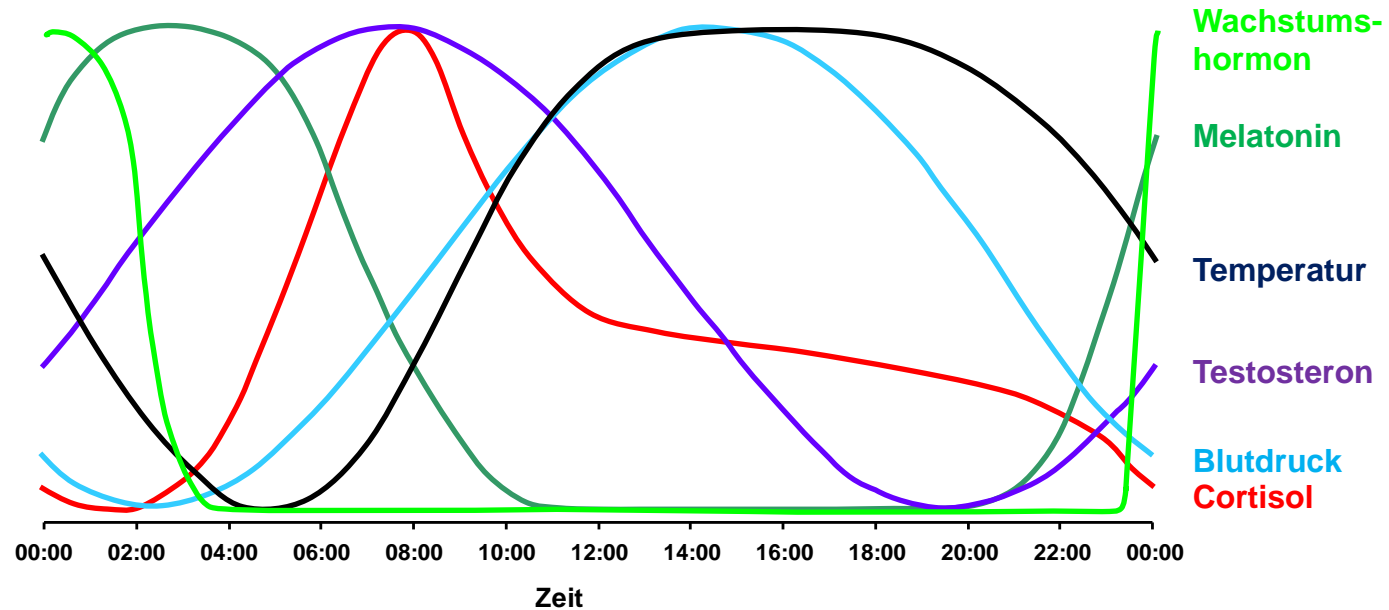


Rhythmus des „Schlafhormons“ Melatonin



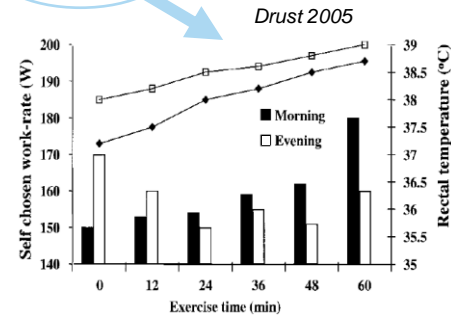
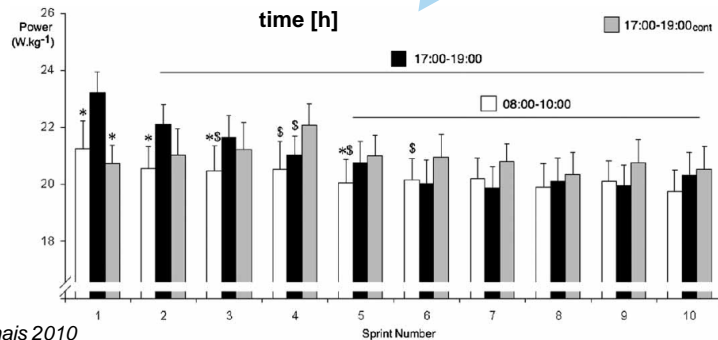
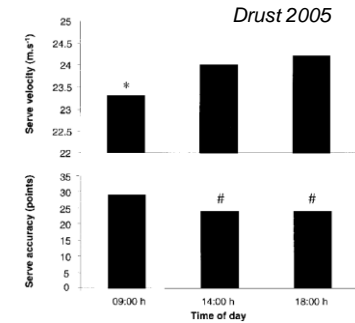
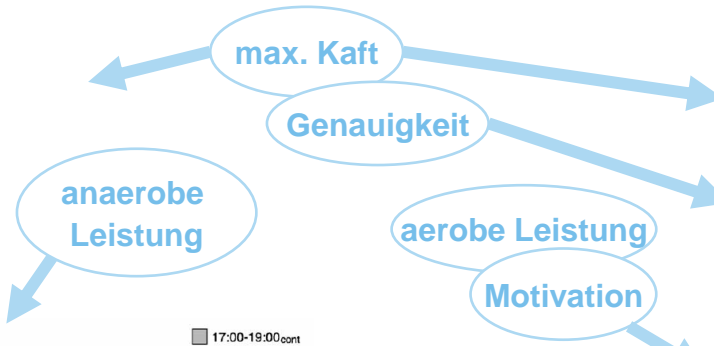
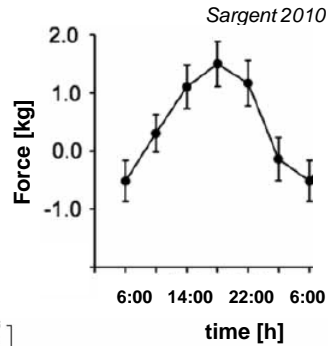
PET/fMRI Scans zeigen Aktivierung im Gehirn

Rhythmen in Botenstoffen und Körperfunktionen

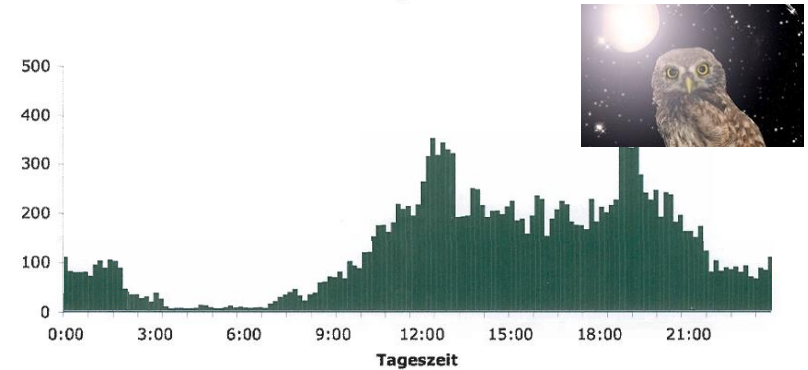
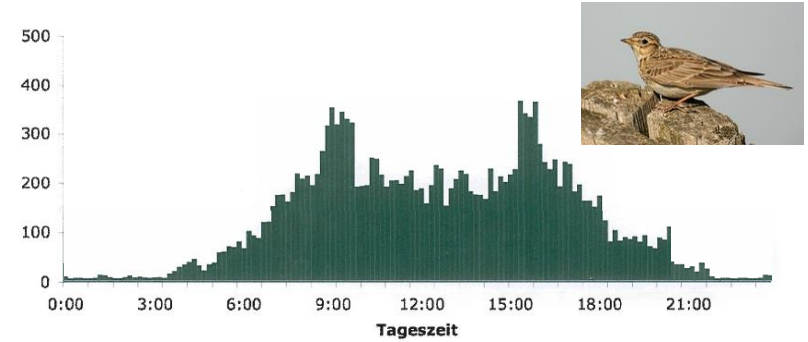
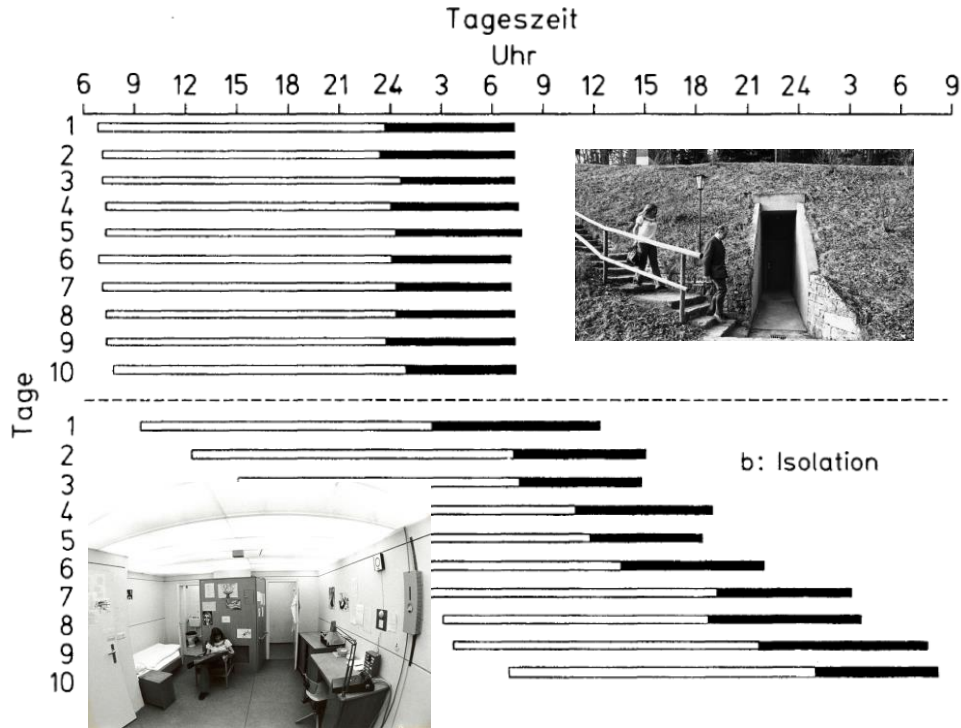


Leistungsfähigkeit zu verschiedenen Uhrzeiten

Die körperliche Leistung hängt von der Uhrzeit ab



Chronotypen – Lerchen und Eulen



Änderungen im Rhythmus im Verlauf des Lebens

– In der Jugend

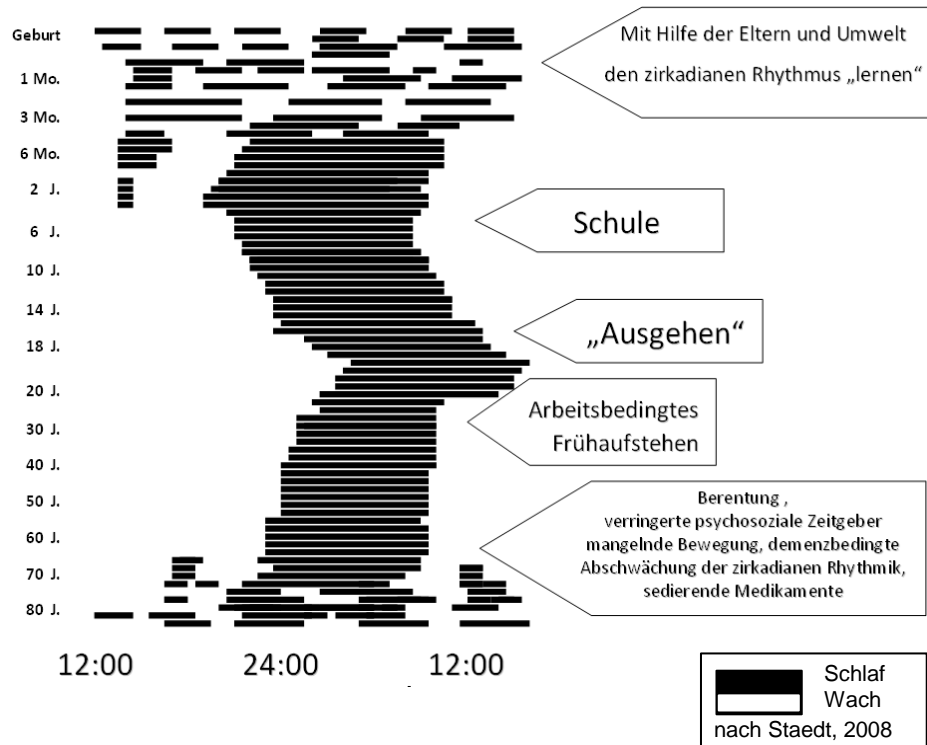
- Genetisch fixierter Wandel zu späteren Chronotypen
- Schlechtere Leistungen

– Im Arbeitsleben

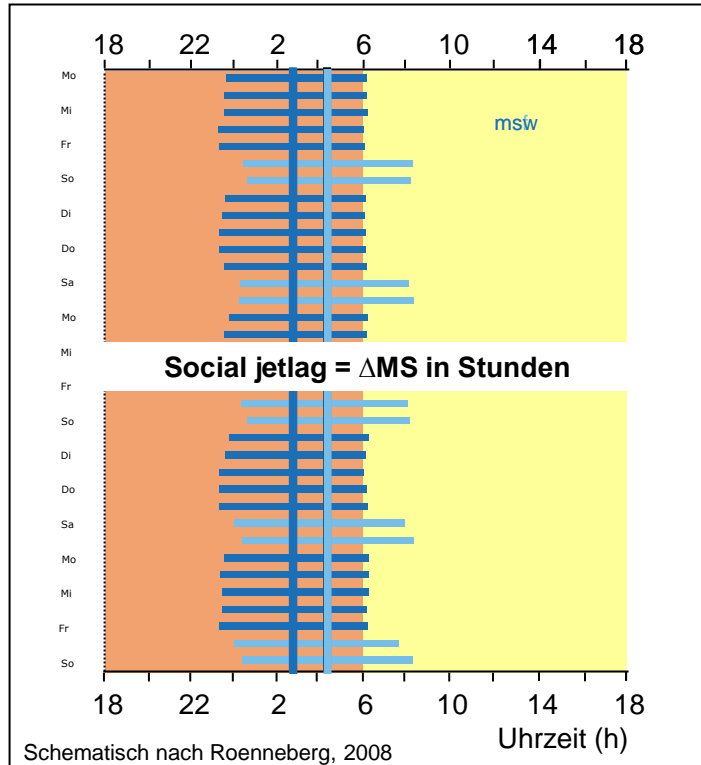
- Der Wecker bestimmt wann wir aufstehen
- Schlafmangel und Gesundheitsprobleme

Im Alter

- Verlust des Rhythmus
- Bei Demenz Hauptgrund für stationäre Aufnahme



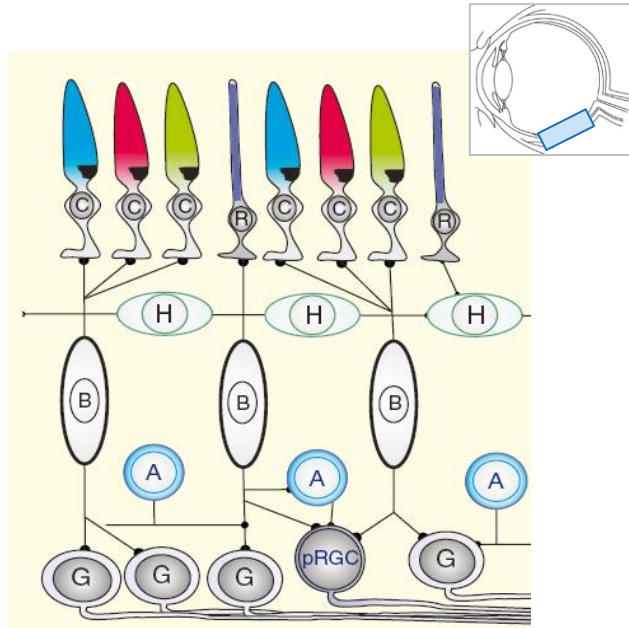
Im Arbeitsleben: das Phänomen Social Jetlag



- **Mehrheit der Bevölkerung betroffen**
 - Späterer Chronotyp als msw
 - Schlafdefizit in der Woche
 - „Coping Mechanismen“
 - Social Jetlag
 - **Das Leben im Innenraum lässt den Rhythmus nach hinten rutschen**
 - Natürliches Tageslicht zieht die innere Uhr nach vorn
 - Unzureichende biologisch wirksame Beleuchtung vermag das nicht
- **Schichtarbeitsphänomen bei Tagarbeit**

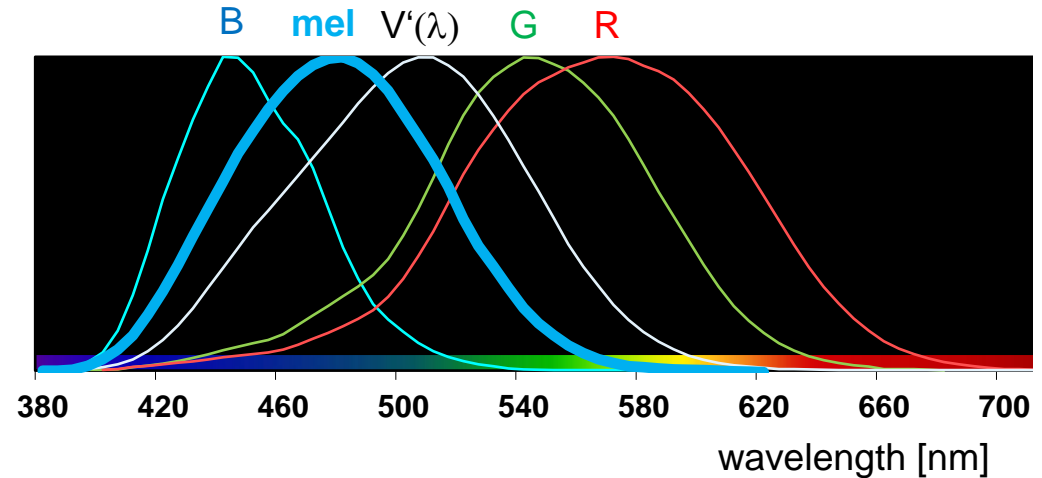
Visuelle und nichtvisuelle Lichtwirkungen beruhen auf unterschiedlichen Rezeptoren und Fotopigmenten

Netzhaut - Photorezeptoren

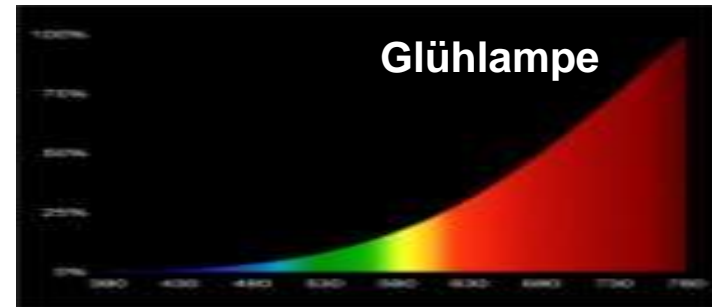
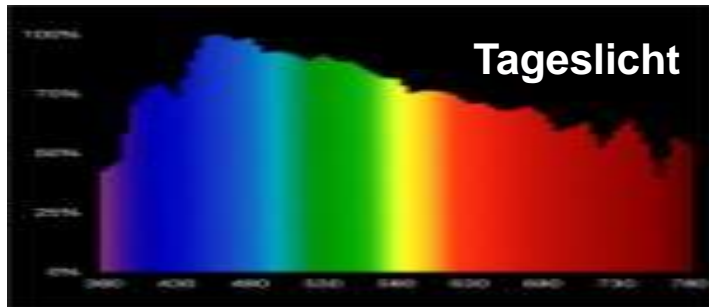
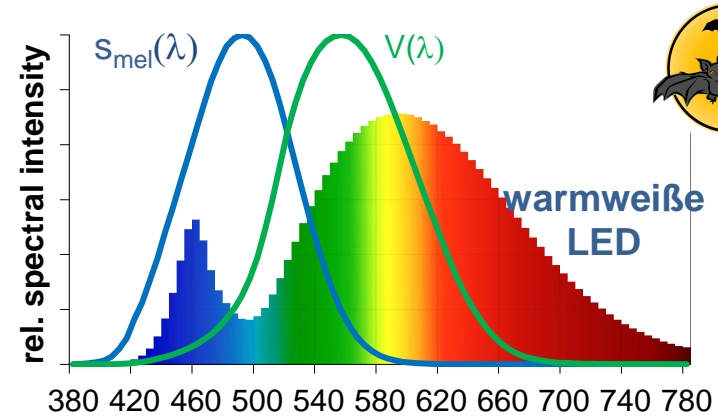
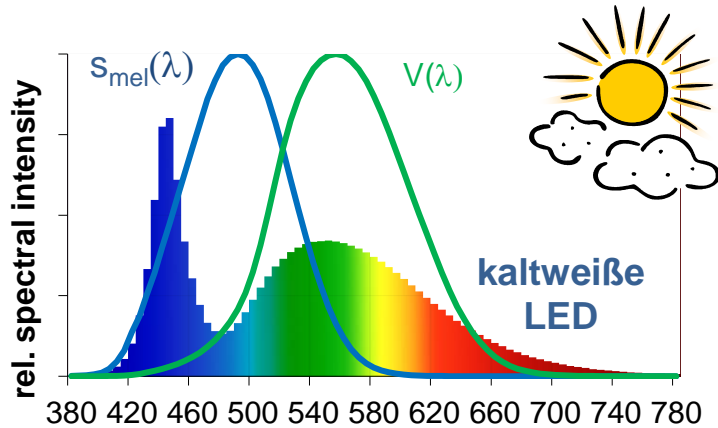


Foster 2007

Wirkungsspektren - Photopigmente



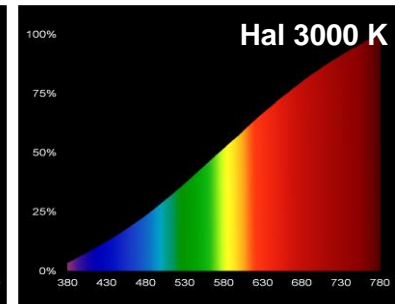
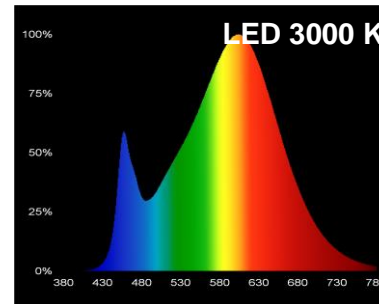
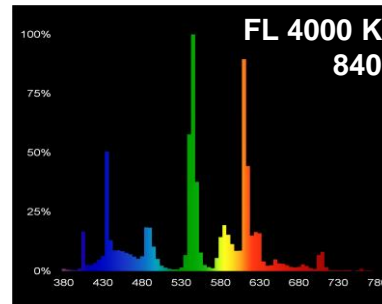
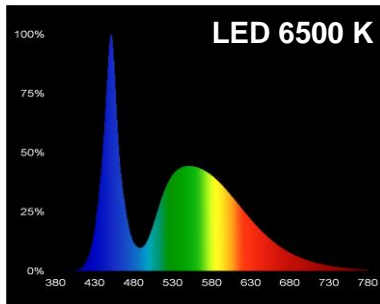
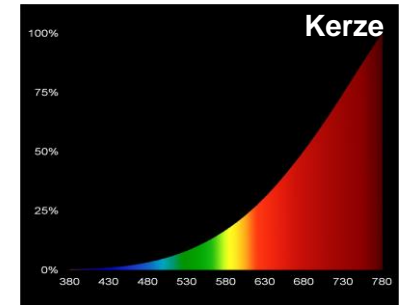
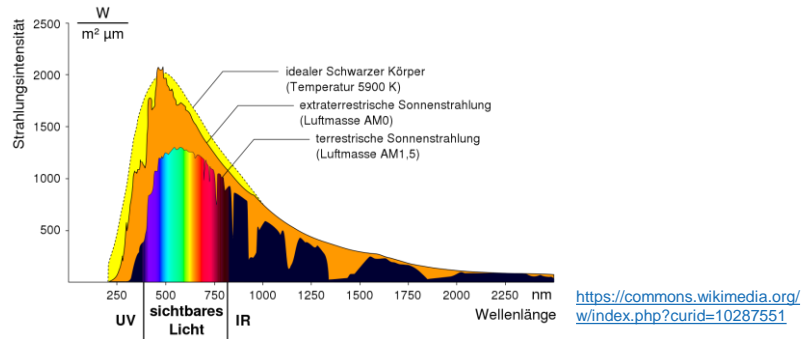
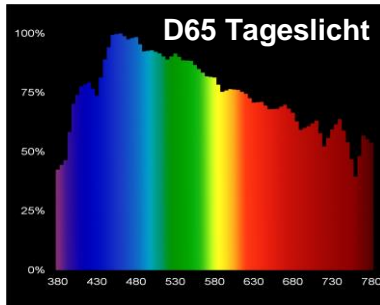
Licht für verschiedene Wirkungen





Spektrale Lichtqualität

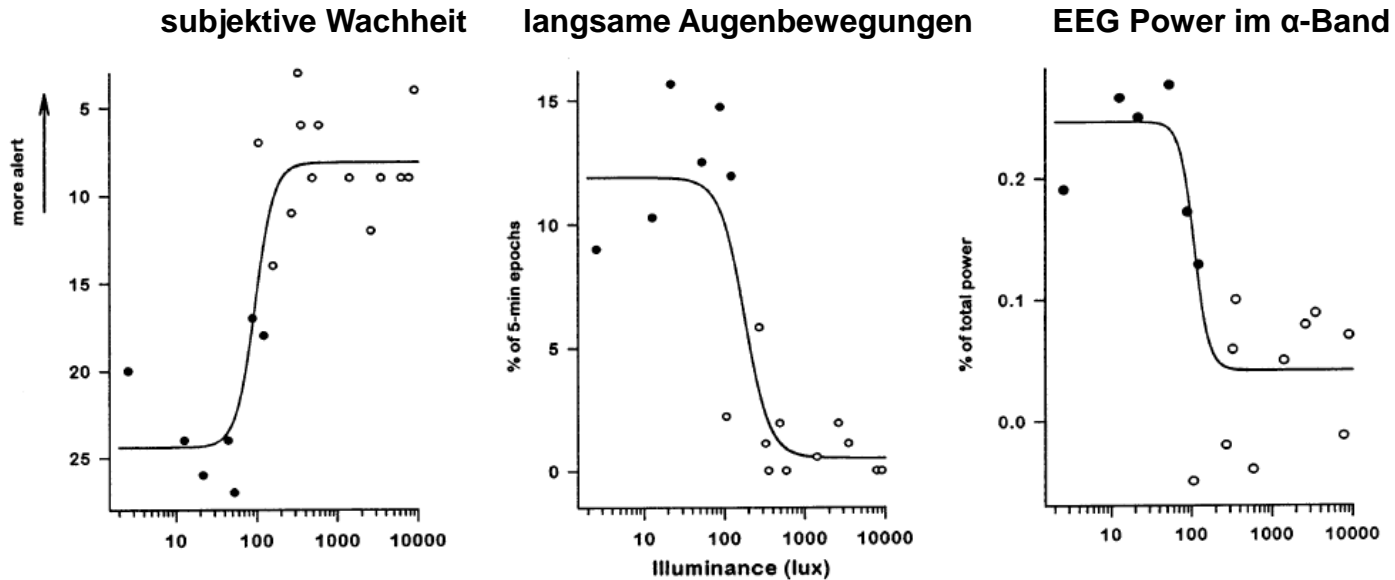
Tageslicht ist die natürliche Referenz



Kognitive Effekte – Dosis-Wirkungsbeziehungen

Nichtvisuelle Wirkungen erfordern höhere Beleuchtungsstärken

C. Cajochen et al. / Behavioural Brain Research 115 (2000) 75–83



Die Photorezeptoren in der Netzhaut des Auges



visuell

Zapfen sind in der Sehgrube konzentriert

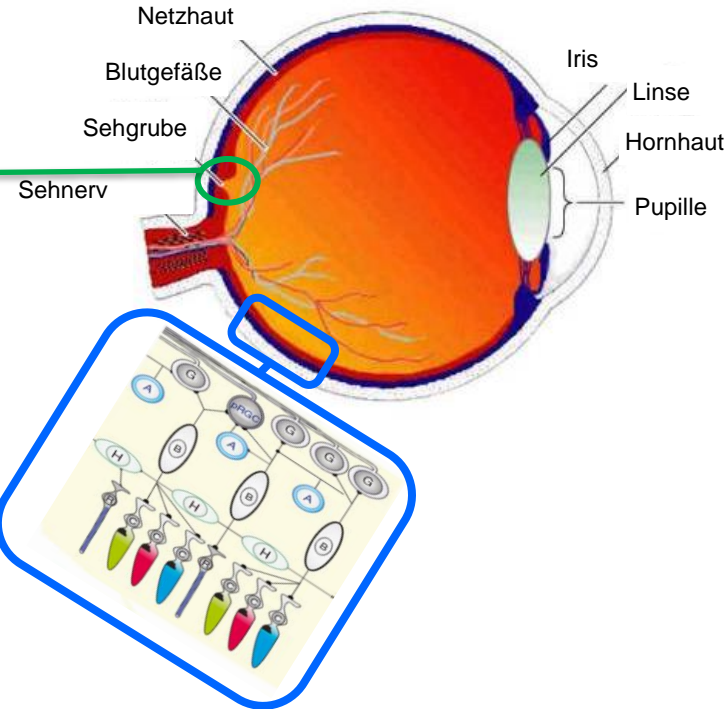
- Seh sinn, Bildererkennung
- Hohe Auflösung



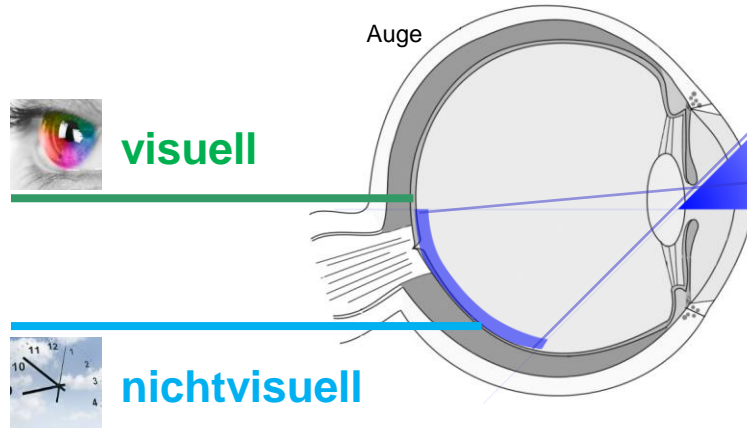
nichtvisuell

ipRGCs sind weit verteilt

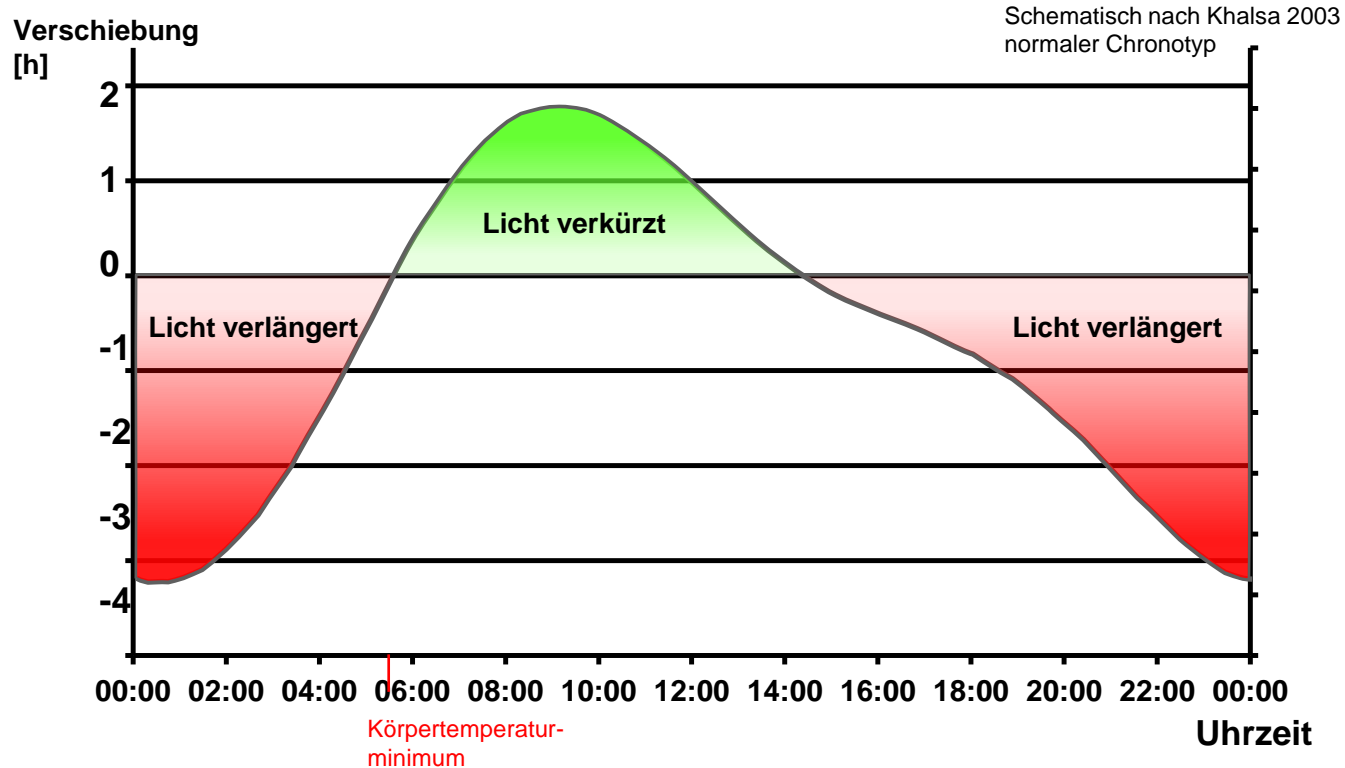
- Höhere Empfindlichkeit im unteren Teil der Netzhaut
- Große rezeptive Felder



die „richtige“ Lichtverteilung



Stellen der inneren Uhr



Mit Licht kann man die innere Uhr gezielt verschieben

– Verzögern der inneren Uhr effektiver als

– ca 2h

Verschiebung nach hinten

Zeit	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4
Tag 0	5	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-1	0	0	1	2	3	3	3
Tag 1	2	1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-1	0	0	1	2	3
Tag 2	3	3	2	2	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-3	-2	-1	0	0	1	1
Tag 3	2	3	3	3	2	2	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-2	-1	0	0	1
Tag 4	0	Synchronisiert																						

– Beschleunigen (Verkürzen des Tages)

– ca 1h

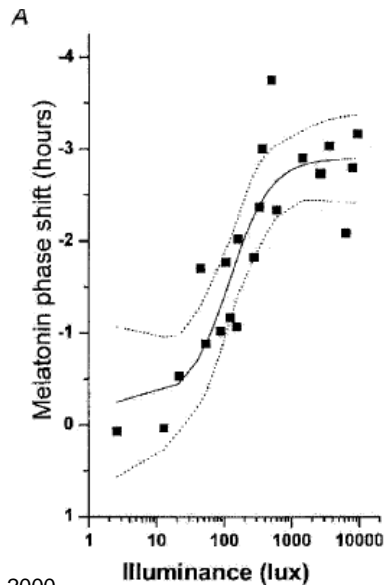
Verschiebung nach vorn

Zeit	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	
Tag 0	0	-1	-3	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	0
Tag 1	-1	-3	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1
Tag 2	-3	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1	-3
Tag 3	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1	-3	-3
Tag 4	-3	-2	-2	-1	0	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1	-3	-3
Tag 5	-2	-2	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1	-3	-3
Tag 6	-2	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1	-3	-3	-2
Tag 7	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0	-1	-3	-3	-2	-2	-1
Tag 8	Synchronisiert																								

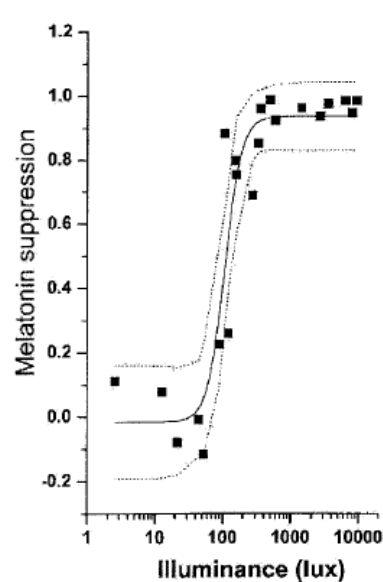
Circadiane Phase – Dosis-Wirkungskurven

– Licht beeinflusst die Ausschüttung von Melatonin

Melatonin-Phasenverschiebung



Melatonin-Suppression



Zeitzer 2000

- Die Melatoninunterdrückung hängt von der Beleuchtungsstärke ab
- Dosis-Wirkungskurven sind S-förmig
- Melatonin wird vom Abend zum Morgen ausgeschüttet
- Melatonin signalisiert die Dunkelheit

Gesicherte Erkenntnisse

PLOS BIOLOGY

CONSENSUS VIEW

Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults

Timothy M. Brown^{1*}, George C. Brainard², Christian Cajochen³, Charles A. Czeisler^{4,5}, John P. Hanifin², Steven W. Lockley^{4,5,6}, Robert J. Lucas¹, Mirjam Münch^{3,7}, John B. O'Hagan⁸, Stuart N. Peirson⁹, Luke L. A. Price⁸, Till Roenneberg¹⁰, Luc J. M. Schlangen^{11,12}, Debra J. Skene¹³, Manuel Spitschan^{14,15,16}, Céline Vetter¹⁷, Phyllis C. Zee^{18,19}, Kenneth P. Wright, Jr^{20*}

1 Centre for Biological Timing, Faculty of Biology, Medicine and Health, University of Manchester, Manchester, United Kingdom, 2 Department of Neurology, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, United States of America, 3 Centre for Chronobiology, University Psychiatric Clinics Basel, Transfaculty Research Platform Molecular and Cognitive Neurosciences, University of Basel, Basel, Switzerland, 4 Division of Sleep and Circadian Disorders, Departments of Medicine and Neurology, Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts, United States of America, 5 Division of Sleep Medicine, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, United States of America, 6 Surrey Sleep Research Centre, Faculty of Health and Medical Sciences, University of Surrey, Guildford, United Kingdom, 7 Research Centre for Hauora and Health, Massey University, Wellington, New Zealand, 8 Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards, Public Health England, Chilton, Didcot, United Kingdom, 9 Sleep and Circadian Neuroscience Institute, Nuffield Department of Clinical Neurosciences, University of Oxford,



OPEN ACCESS

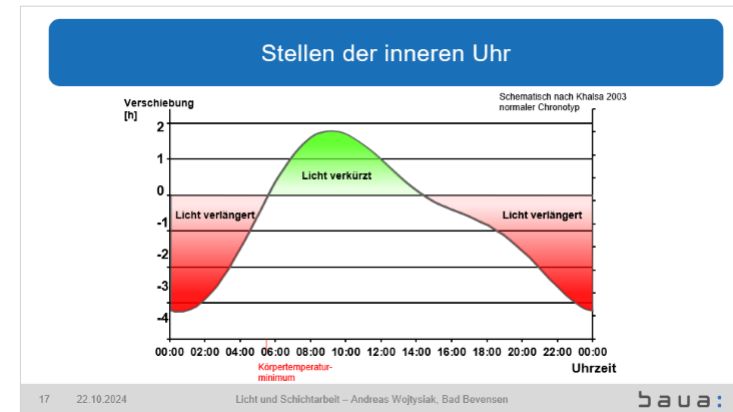
Citation: Brown TM, Brainard GC, Cajochen C, Czeisler CA, Hanifin JP, Lockley SW, et al. (2022)

– Forderungen der Wissenschaft

- Tagsüber:
≥ 250 lx MEDI
- Am Abend
≤ 10 lx MEDI
- In der Nacht
≤ 1 lx MEDI

Strategie 1: Verschieben der inneren Uhr

- **Vorteile**
 - Nutzt natürlichen Mechanismus
 - Keine abrupten Wechsel
 - Beste Leistungsfähigkeit?
- **Nachteile**
 - Dauer der Umstellung
 - Wenig Flexibilität
 - Soziale Konsequenzen



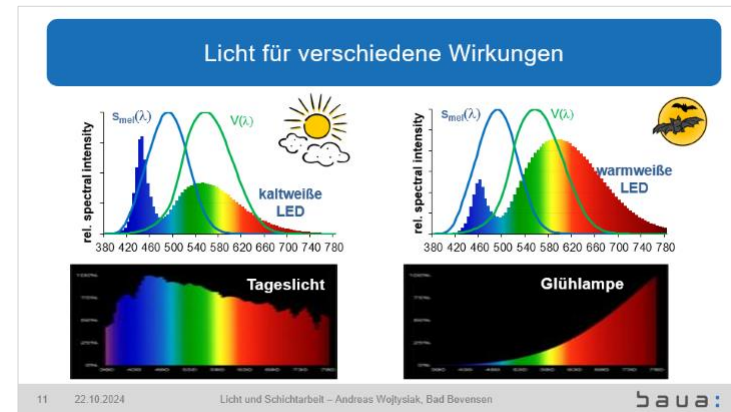
Strategie 2: Rhythmusstörung minimieren

– Vorteile

- Wenig Änderung an Schichtsystemen
- Möglicherweise Stimulation mit langwelligem Spektrum hilfreich

– Nachteile

- Verringerte Leistung und Unfälle möglich
- Gesundheitlich weiter problematisch (aber evtl. verringert)



Nichtvisuelle Wirkungen

- **positive Effekte:**
 - Circadiane Wirkungen (++, → Rhythmus)
 - Aufmerksamkeit (Nacht ++, Tag +o)
- **Solide wissenschaftliche Basis:**
 - Metrik vorhanden
 - Wissenschaftlicher Konsens zu benötigten Lichtintensitäten (MEDI, „Tageslichtbeleuchtungsstärke“)
- **Aber auch noch viele Anwendungsfragen**
→ **insbesondere zum Einsatz in der Nacht**

Weitere Forschung nötig...

The screenshot shows a web browser displaying the website of the Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. The browser's address bar shows the URL: https://www.dguv.de/ipa/forschung/projektesammlung/ipa-166-licht.jsp. The website header includes the IPA logo and name, along with navigation links for 'DGUV | Kontakt | English' and a search bar. A horizontal menu contains various categories: 'Wir über uns', 'Forschung', 'Lehre / Weiterbildung', 'Poliklinik', 'Publikationen', 'Presse', 'Bibliothek', 'Veranstaltungen', and 'EVA-Mesothel'. The main content area features a breadcrumb trail: 'Start > IPA > Forschung > Projektesammlung'. The primary heading is 'Licht und Schichtarbeit' followed by the subtitle 'Interventionsstudie zu Beleuchtung und Schichtarbeit'. Below this, it states 'Laufzeit: 2020 - 2023' and 'Projektkürzel: IPA-166-Licht'. A 'Deskriptoren' section lists 'Arbeitsumwelt, Arbeitsbedingte Erkrankungen, Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren,'. The 'Ziel' section describes the study's aim: 'Ziel der Studie ist die Verbesserung der Gesundheit der Beschäftigten durch die Umsetzung circadianer Beleuchtungsstrategie. Dabei sollen kurz- wie längerfristige...'. On the right side, there are two boxes: 'Ansprechperson' with a contact icon and 'Projektkoordination: Dr. Sylvia Rabstein', and 'Weiterführende Informationen' with a download icon and a link to 'IPA Journal 02/2021: Leitlinie "Gesundheitliche Aspekte und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit" (PDF, 205...'. A left sidebar contains a list of categories: 'Medizin', 'Epidemiologie', 'Allergologie / Immunologie', 'Toxikologie / Molekulare Medizin', 'Aktuelle Projekte', 'Dienstleistungs-Projekte', and 'Drittmittelprojekte'.

https://www.dguv.de/ipa/forschung/projektesammlung/ipa-166-licht.jsp

DGUV | Kontakt | English

Suchbegriff/Webcode

Wir über uns ▾ Forschung ▾ Lehre / Weiterbildung ▾ Poliklinik ▾ Publikationen ▾ Presse ▾ Bibliothek ▾ Veranstaltungen ▾ EVA-Mesothel ▾

Start > IPA > Forschung > Projektesammlung

Licht und Schichtarbeit

Interventionsstudie zu Beleuchtung und Schichtarbeit

Laufzeit: 2020 - 2023

Projektkürzel: IPA-166-Licht

Deskriptoren: Arbeitsumwelt, Arbeitsbedingte Erkrankungen, Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren,

Ziel
Ziel der Studie ist die Verbesserung der Gesundheit der Beschäftigten durch die Umsetzung circadianer Beleuchtungsstrategie. Dabei sollen kurz- wie längerfristige...

Ansprechperson

Projektkoordination:
✉ Dr. Sylvia Rabstein

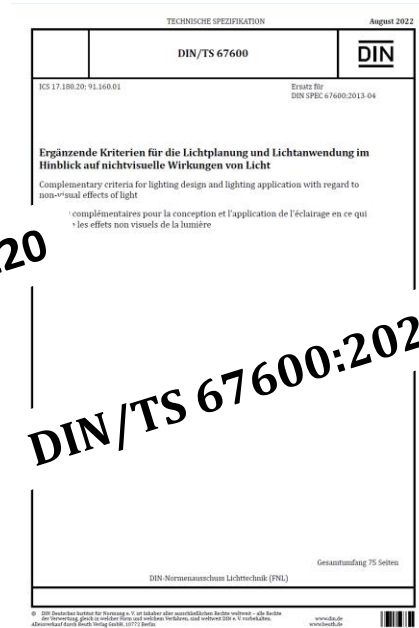
Weiterführende Informationen

IPA Journal 02/2021: Leitlinie "Gesundheitliche Aspekte und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit" (PDF, 205...)

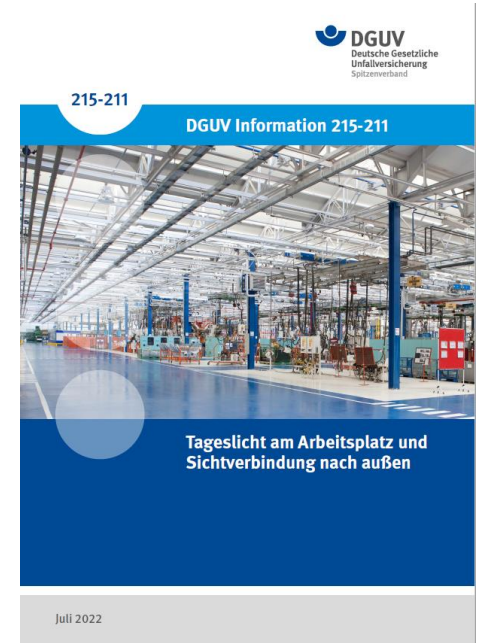
- Medizin
- Epidemiologie
- Allergologie / Immunologie
- Toxikologie / Molekulare Medizin
- Aktuelle Projekte
- Dienstleistungs-Projekte
- Drittmittelprojekte

Weitere Informationen

www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln



DIN/TS 67600:2022-08



Vielen Dank !

Dr. Andreas Wojtysiak
Physikalische Faktoren
+49 231 9071-2692
wojtysiak.andreas@bua.bund.de

bua:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

bua: