



**Auswirkungen von
verschiedenen Lichtfarben
auf das menschliche Auge**

Addieren statt Blockieren?

Prof. Dr. rer. nat. Ilya Digel

© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBEMANN-STR. 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Inhalt

- Kurze Vorstellung
- Einige Definitionen
- Licht und Gesundheit
 - Lichttherapie: Mechanismen und Wirkung
 - Einflüsse von Flickerlicht aufs Auge und aufs Gehirn
- Drei interessante Wellenlängenbereiche der EMS:
 - IR-Licht und das Auge: unsichtbare Wirkungen
 - Blaues Licht und das Auge: schädlicher wenn allein
 - UV-/Violettes Licht und das Auge: Unerwarteter antimyopischer Faktor(?)

Introduction



3

Introduction

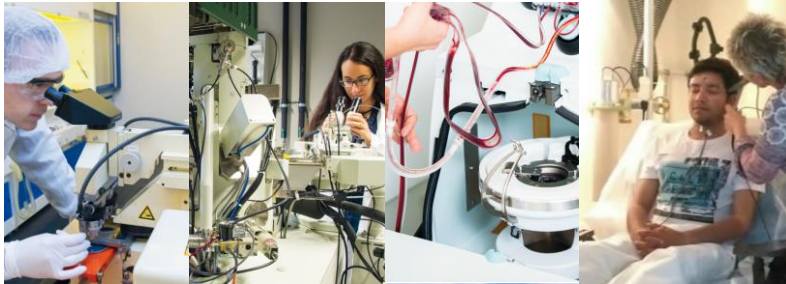


4

Vorstellung

Institut für Bioengineering
FB9 Medizintechnik und Technomathematik
Fachhochschule Aachen Campus Jülich

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



© FH Aachen/www.lichtographie.de

© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MUßMANN-STR. 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

5

Vorstellung



FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Prof. Dr. Ilya Digel

Studiengangsleiter „Medizintechnik“

Vize-Studiengangsleiter „Augenoptik und Optometrie“

Geschäftsführender Institutsdirektor
Institut für Bioengineering FH Aachen

Laborleiter

Labor für medizinische Biophotonik

Labor für Zell- und Mikrobiologie

University of Applied Sciences

Heinrich-Mußmann-Str. 1

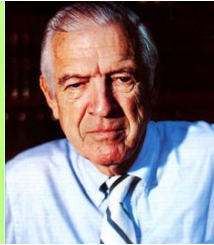
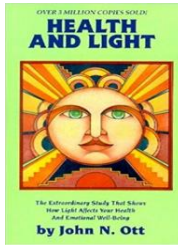
52428 Jülich Germany

digel@fh-aachen.de

Schwerpunkte:

- Zell- und molekulare Biophysik
- Medizinische Biophotonik
- Bildgebende Verfahren in der Medizin

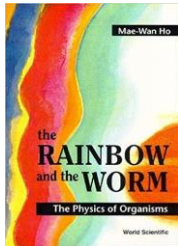
Licht und Gesundheit: *primum non nocere*



John Ott



Richard Hobday

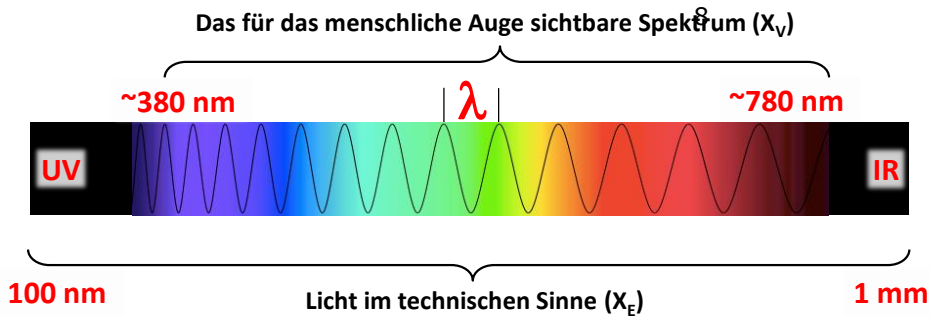


Mae Wan Ho

„I break my glasses“:
John Ott

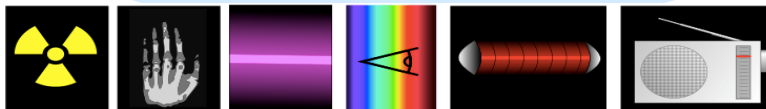
© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBMMANN-STR. 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

7



Optische Strahlung = elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 nm bis zu 1 mm*

* DIN 5031



By Horst Frank / Phrood / Anony (Horst Frank, Jailbird and Phrood) CC-BY-SA-3.0

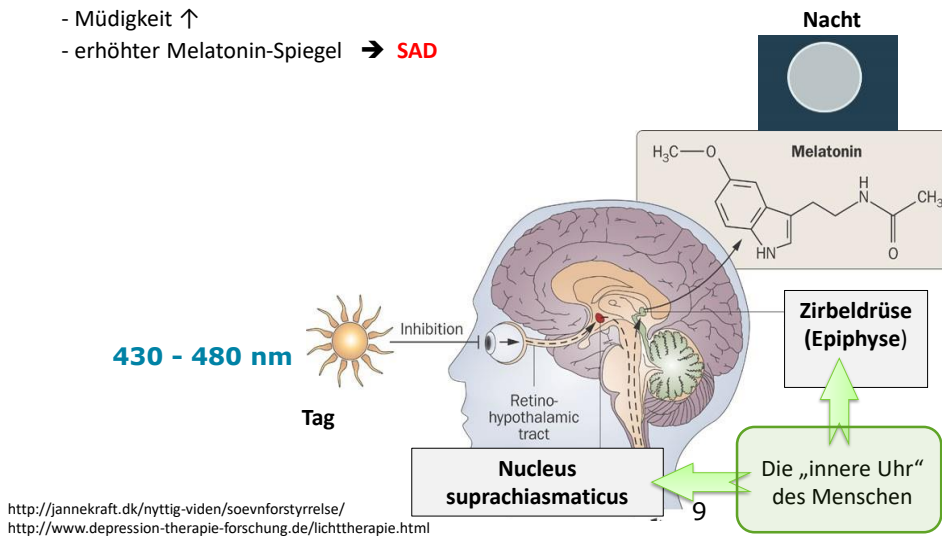
8

Lichttherapie: Mechanismen und Wirkung

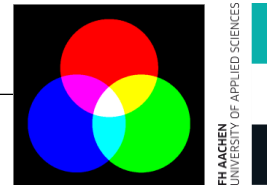
Problem:

Dunkelheit erhöht Melatonin-Ausschüttung (Schlafhormon):

- Müdigkeit ↑
- erhöhter Melatonin-Spiegel → **SAD**



Lichtfarben und Spektralfarben

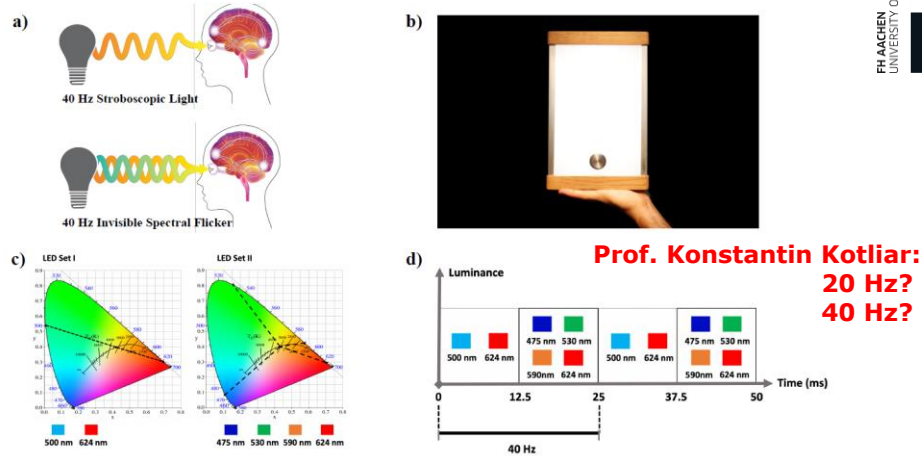


Spektralfarbbereiche des Lichtes

Farbname	Wellenlängenbereich	Frequenzbereich
violett	≈ 450–400 nm	≈ 670–750 THz
blau / indigo	≈ 490–450 nm	≈ 610–670 THz
grün	≈ 560–490 nm	≈ 540–610 THz
gelb	≈ 590–560 nm	≈ 510–540 THz
orange	≈ 630–590 nm	≈ 480–510 THz
rot	≈ 700–630 nm	≈ 430–480 THz

<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Spektralfarbe&oldid=194490986>

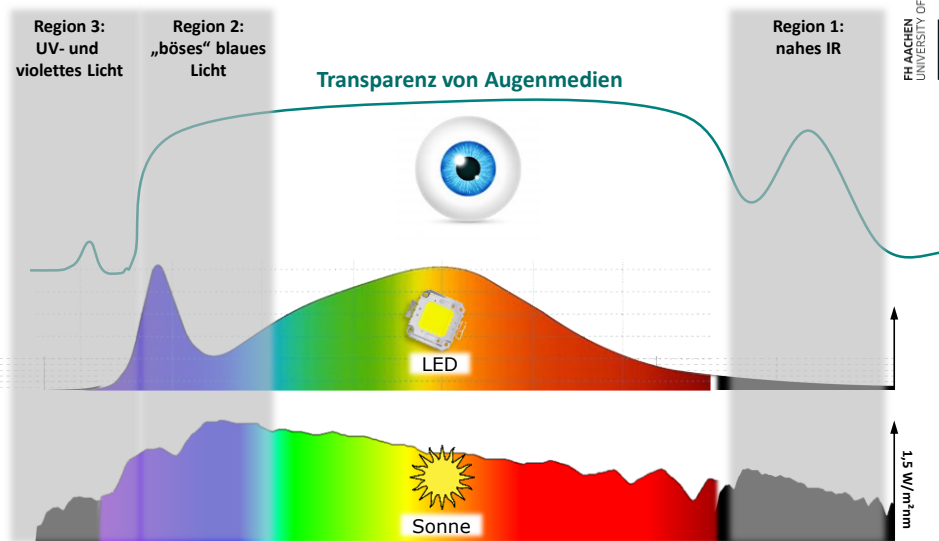
Interessante Einflüsse von Flickerlicht... Die Suche nach der „Wunderfrequenz“



Carstensen et al. (2020). 40 Hz invisible spectral flicker and its potential use in Alzheimer's light therapy treatment.
<https://doi.org/10.1117/12.2544338>

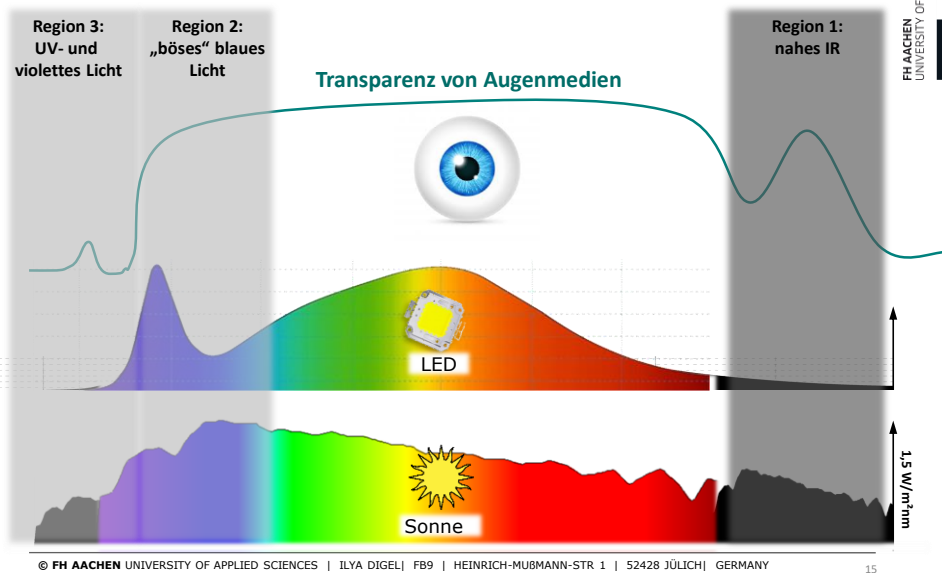
11

Drei interessante Bereiche:



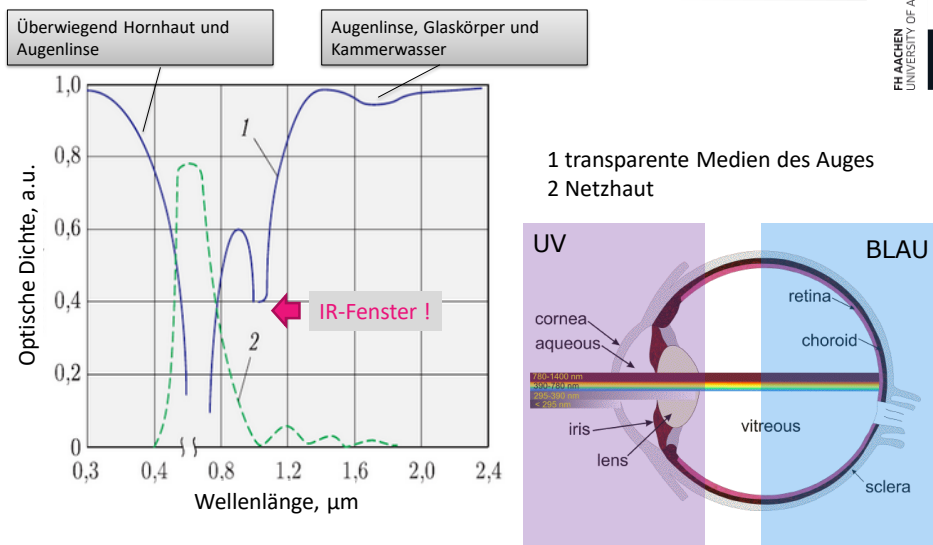
12

Drei interessante Bereiche: Region 1



15

Lichtabsorption im Augenapfel



13

Nahes Infrarot in der Umgebung



20 mW / cm²
(Piazena and Kelleher 2010).

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tree_example_IR.jpg by Dschwen CC BY-SA 2.5

© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBMANN-STR 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

16

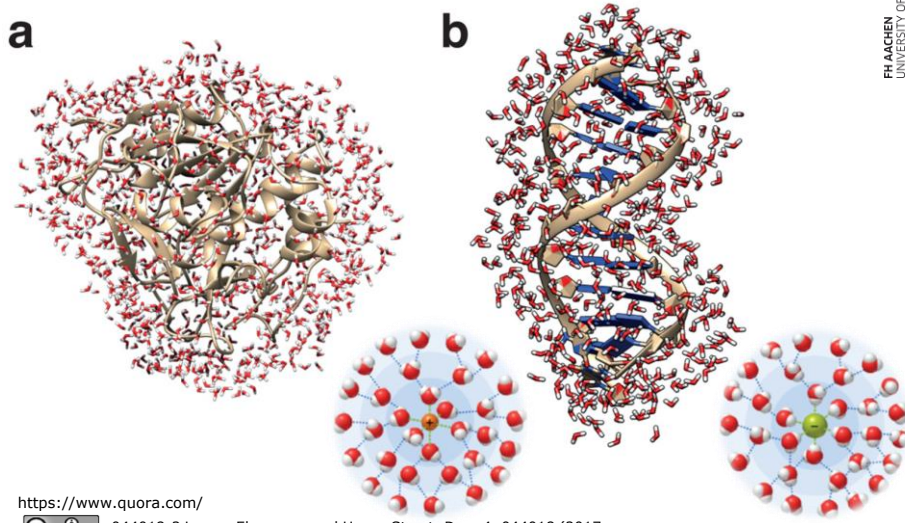
Schwingungsformen von Wasser im IR-Bereich

Symmetrische Streckschwingung	Asymmetrische Streckschwingung	Scher-/Deformations-Schwingung
Schaukelschwingung	Wippschwingung	Drehschwingung

© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBMANN-STR 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

17

~99,99% : Anteil von Wassermoleküle im Auge



<https://www.quora.com/>



044018-2 Laage, Elsaesser, and Hynes Struct. Dyn. 4, 044018 (2017)

© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBMMANN-STR 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

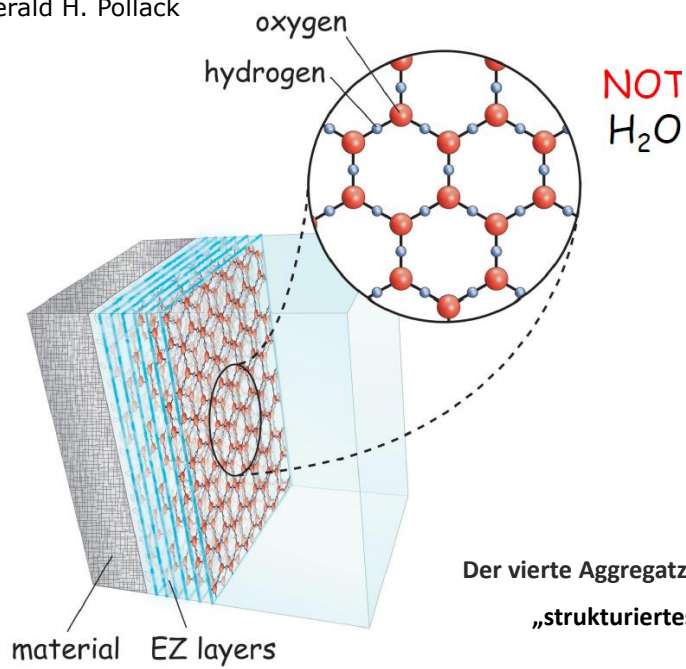
18



Prof. Gerald Pollack, UW

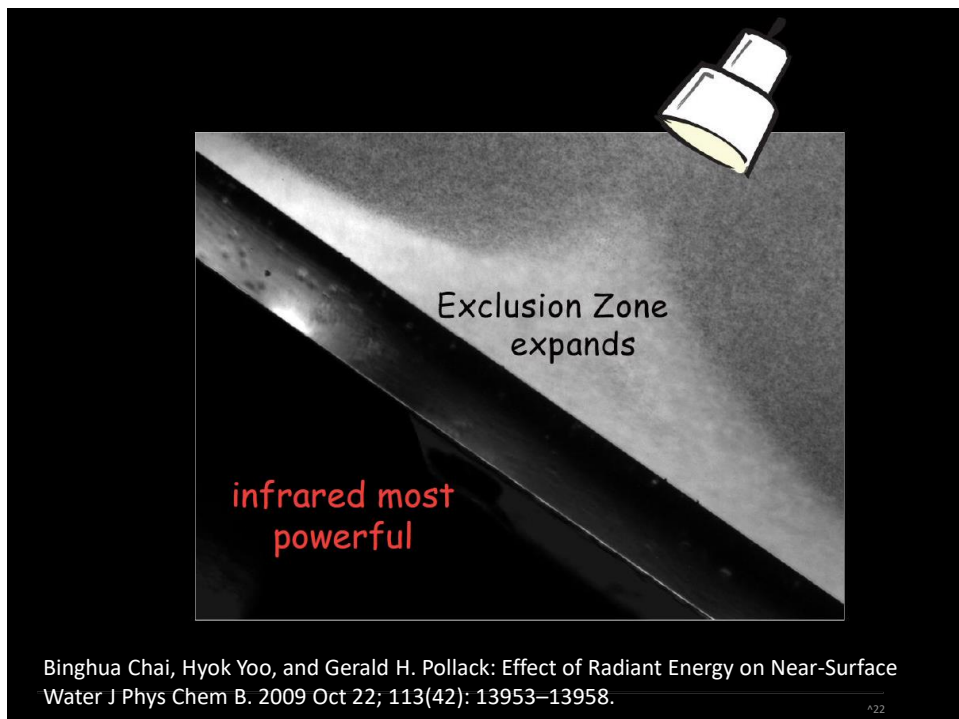
19

Gerald H. Pollack



Der vierte Aggregatzustand von Wasser:
„strukturiertes Wasser“

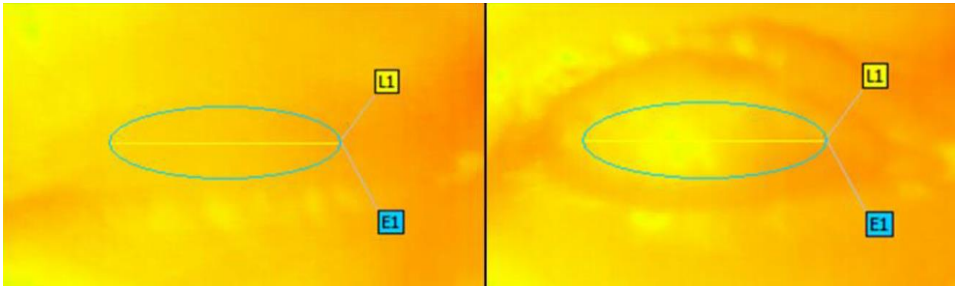
20



22

21

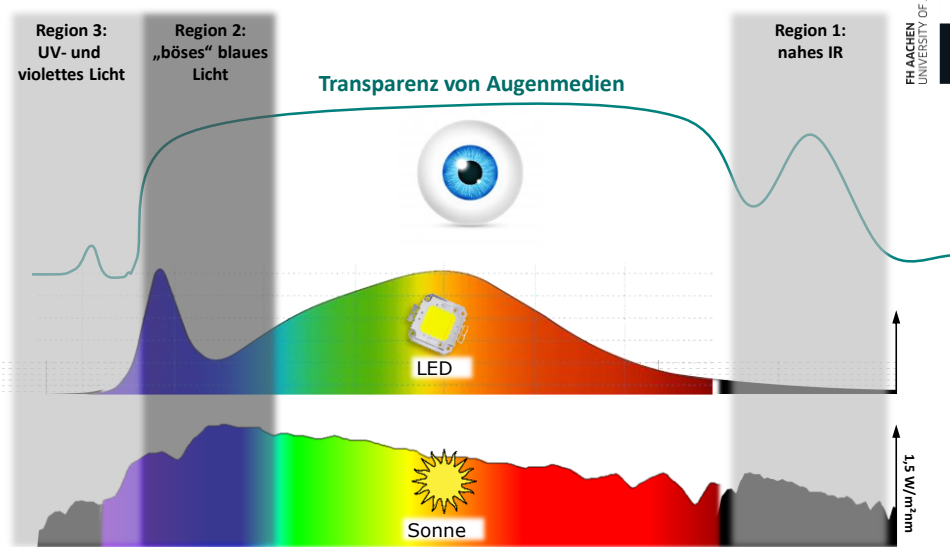
Active dynamic medical thermography



© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBMMANN-STR 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

21

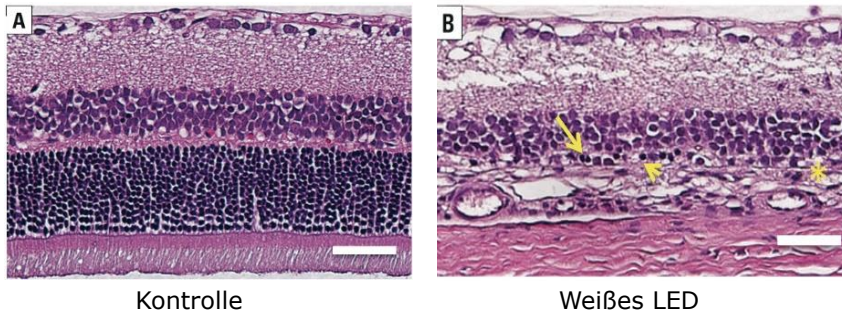
Drei interessante Bereiche : Region 2



© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBMMANN-STR 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY

23

Veränderungen in der Netzhaut von Mäusen



Quellen:

Shang YM, Wang GS, H D. Sliney, Chang-Hao Yang, Li-Ling Lee. Light-emitting-diode induced retinal damage and its wavelength dependency in vivo. *Int J Ophthalmol* 2017;10(2):191-202, doi:10.18240/ijo.2017.02.03

Shang YM, Wang GS, Sliney D, Yang CH, Lee LL. 2014. White light-emitting diodes (LEDs) at domestic lighting levels and retinal injury in a rat model. *Environ Health Perspect* 122:269–276; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307294>

GESUNDHEIT | BILDSCHIRMARBEIT

Der zweifelhafte Nutzen von Brillen mit Blaulichtfilter

Stand: 21.08.2023 | Lesedauer: 4 Minuten

Von Alice Lanzke

Brillenträgern wird gerne zu einem Modell mit Blaulichtfilter geraten. Die Linsen sollen am Bildschirm die Augen schützen und den Schlaf verbessern. Nun aber zieht eine Überblicksstudie ein ernüchterndes Fazit – und ein Experte warnt sogar vor möglichen Nebenwirkungen.

Brillen mit Blaulichtfilter machen wahrscheinlich keinen Unterschied für die Belastung der Augen durch die Nutzung von Computern, Tablets und Smartphones. Ebenso wenig Einfluss haben sie vermutlich auf die Schlafqualität und die Gesundheit der Netzhaut. Zu diesem Ergebnis kommt eine Übersichtsarbeit des Forschungsnetzwerks Cochrane.

Frankfurter Allgemeine
SONNTAGSZEITUNG ● FAZ.NET

AUGENGESUNDHEIT

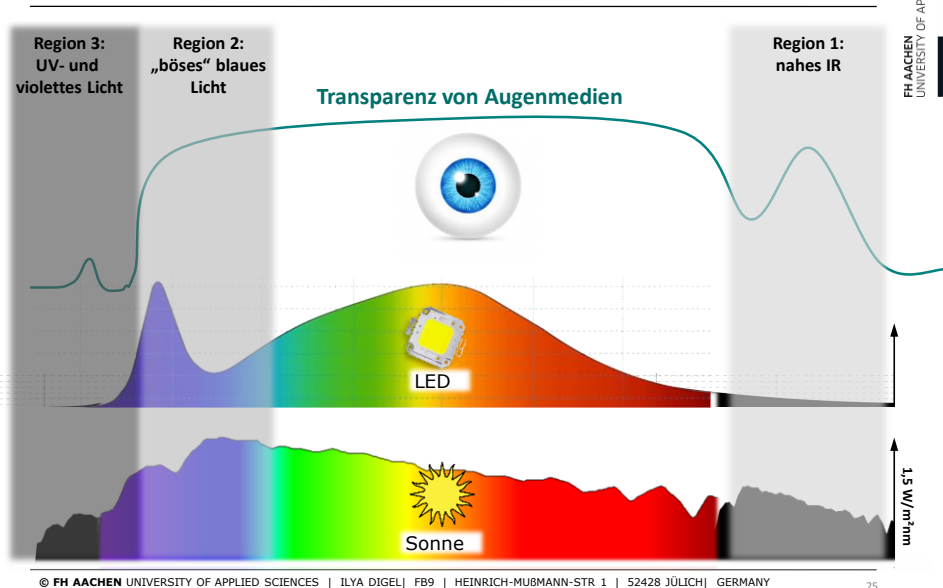
Im blauen Bereich

Blaues Licht aus LEDs soll schädlich für die Augen sein. Optiker bieten deshalb Brillengläser mit Blaulichtfilter an. Braucht man die wirklich?

Von Pia Heilmann

Glaubt man der Mehrheit der Bevölkerung, so ist die Sache klar: 52 Prozent der Deutschen gehen davon aus, dass künstliches Licht mit hohem Blauanteil die Augen stresst, mehr als 38 Prozent glauben sogar, dass es schädlich ist. Das hat eine repräsentative Umfrage im Auftrag des Brillenglaserherstellers Zeiss ergeben. Blaues Licht gilt als gefährlich.

Drei interessante Bereiche: Region 3



26

Antimyopische Wirkung vom violetten Licht

• Das Küken-Experiment

Experimentelle Studie (Torii et al. 2017a)

- Leuchtstoffröhre (VL Gruppe)
- Leuchtstoffröhre + UV-Licht (365nm) (VL+ Gruppe)
- Leuchtstoffröhre + blaue LED (470nm)

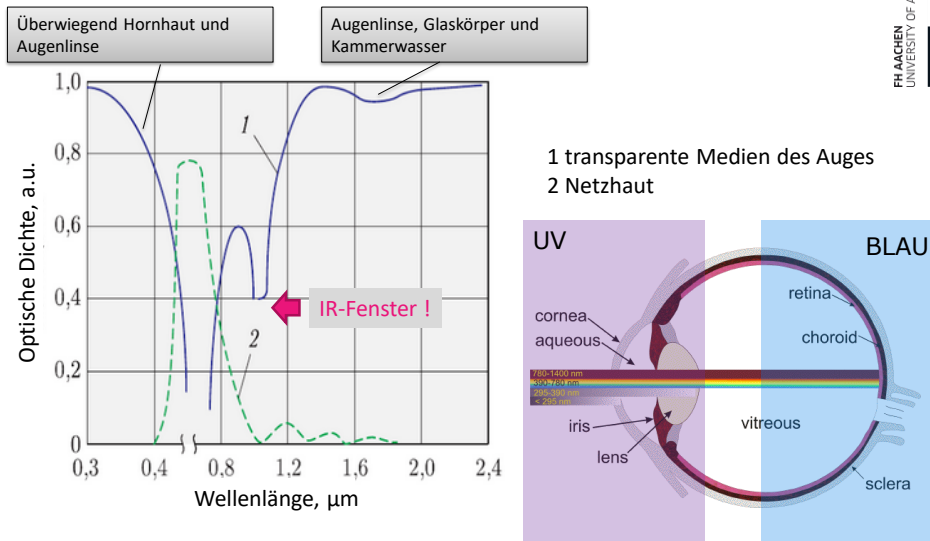
• Schüler-Studie + Erwachsene (pIOL)

Retrospektive Studie (Torii et al. 2017b)

- Brillenträger (BG violett absorbierend) [VL -]
- Kontaktlinsenträger (KL violett durchlässig) [VL (+) KL]
- Kontaktlinsenträger (KL violett absorbierend) [VL (-) KL]

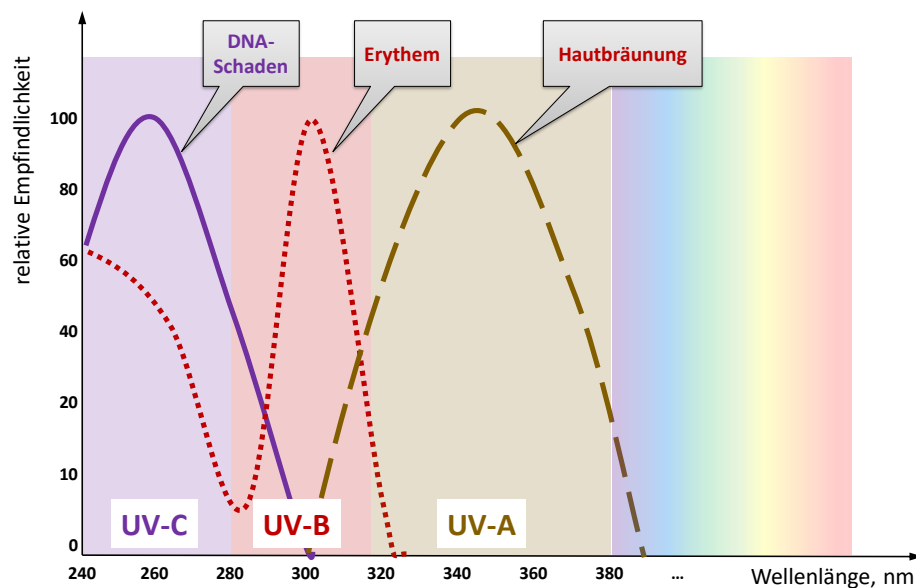
Zhao et al. 2017:
nicht bestätigt

Lichtabsorption im Augenapfel



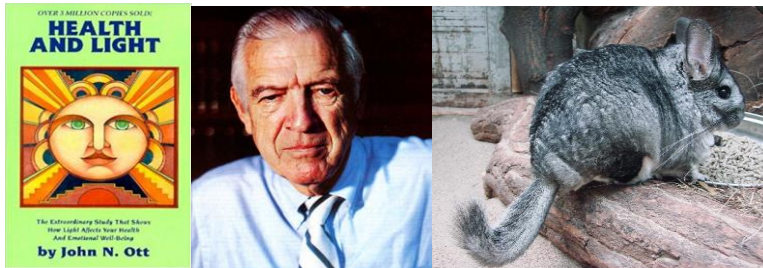
13

UV-Strahlung: Wirkungsfunktionen



27

Richtiges Licht und richtige Brille



John Ott

Fische, Reptilien und Chinchillas...



„Well of the Sea“ in Chickago : 18 Jahre „Blacklight“



Zusammenfassung

Hauptbotschaft:

Die Lichtwirkungen sind sehr vielfältig. Spektrale Anreicherung des ins Auge treffenden Lichts könnte oft vorteilhaft und wohltuend sein.

„Additive Strategie“ ist eine mögliche Alternative zu den „subtraktiven Maßnahmen“ in der Augenoptik.

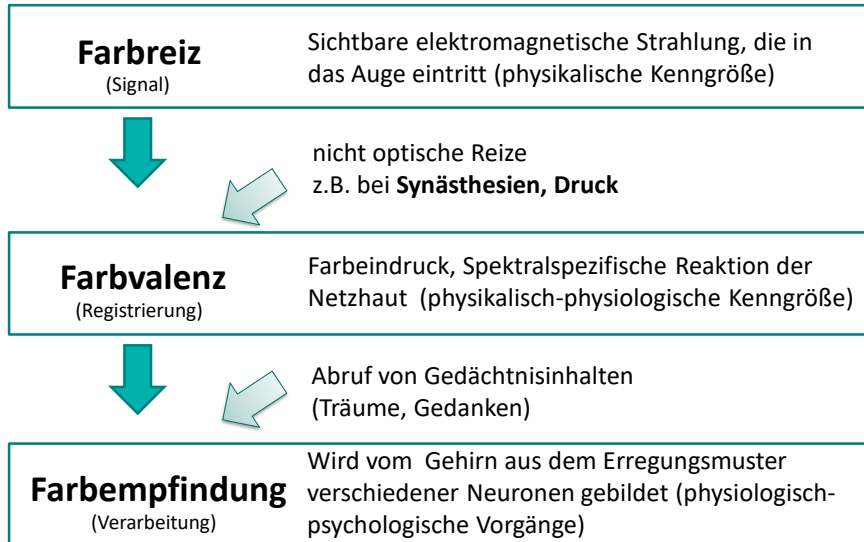
weitere Bibliographie

- Carstensen, M. S., Lindén, J., Nguyen, N. M., Hansen, H. E., Feijóo Carrillo, G. M., Hansen, L. S., Corell, D. D., Broeng, J., Kriegsfeld, L. J., & Petersen, P. M. (2020). 40 Hz invisible spectral flicker and its potential use in Alzheimer's light therapy treatment. In M. R. Hamblin, J. D. Carroll, & P. Arany (Eds.), *Proceedings of SPIE* (Vol. 11221). Article 112210L SPIE - International Society for Optical Engineering. <https://doi.org/10.1117/12.2544338>
- Atchison, David A.; Pritchard, Nicola; Schmid, Katrina L.; Scott, Dion H.; Jones, Catherine E.; Pope, James M. (2005): Shape of the retinal surface in emmetropia and myopia. In: *Investigative ophthalmology & visual science* 46 (8), S. 2698–2707. DOI: 10.1167/iops.04-1506.
- Bornmann, K., 2015. Einfluss von Flickerlicht auf den retinalen Gefäßdurchmesser unter Berücksichtigung des weiblichen Hormonzyklus innerhalb eines Monats. https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00025462
- Faschinger, Christoph; Mossböck, Georg (2007): Myopie und Glaukom. In: *Wiener medizinische Wochenschrift (1946)* 157 (7-8), S. 173–177. DOI: 10.1007/s10354-007-0380-3.
- Mitry, Danny; Charteris, David G.; Yorston, David; Siddiqui, M. A. Rehman; Campbell, Harry; Murphy, Anna-Louise et al. (2010): The epidemiology and socioeconomic associations of retinal detachment in Scotland: a two-year prospective population-based study. In: *Investigative ophthalmology & visual science* 51 (10), S. 4963–4968. DOI: 10.1167/iops.10-5400.
- Torii, Hidemasa; Kurihara, Toshihide; Seko, Yuko; Negishi, Kazuno; Ohnuma, Kazuhiko; Inaba, Takaaki et al. (2017a): Violet Light Exposure Can Be a Preventive Strategy Against Myopia Progression. In: *EBioMedicine* 15, S. 210–219. DOI: 10.1016/j.ebiom.2016.12.007.
- Torii, Hidemasa; Ohnuma, Kazuhiko; Kurihara, Toshihide; Tsubota, Kazuo; Negishi, Kazuno (2017b): Violet Light Transmission is Related to Myopia Progression in Adult High Myopia. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 14523. DOI: 10.1038/s41598-017-09388-7.
- Vurgese, Sujiv; Panda-Jonas, Songhomitra; Jonas, Jost B. (2012): Scleral thickness in human eyes. In: *PloS one* 7 (1), 1-9. DOI: 10.1371/journal.pone.0029692.
- Zhao, Hai-Lan; Jiang, Jin; Yu, Jie; Xu, Hai-Ming (2017): Role of short-wavelength filtering lenses in delaying myopia progression and amelioration of asthenopia in juveniles. In: *International journal of ophthalmology* 10 (8), S. 1261–1267. DOI: 10.18240/ijo.2017.08.13.

Kennwerte der optischen Spektralbereiche (DIN 5031, Teil 7)

Benennung der Strahlung		Spektralbereiche					
		Kurzzeichen		Wellenlänge, λ , nm	Frequenz ν , (THz)	Wellenzahl k , mm ⁻¹	Photonen- energie Q_e (eV)
Ultraviolett- strahlung	Vakuum-UV Fernes UV Mittleres-UV Nahes UV	UV	UV-C (VUV) UV-B (FUV) UV-B UV-A	100 bis 200 200 bis 280 280 bis 315 315 bis 380	3000 bis 1500 1500 bis 1070 1070 bis 950 950 bis 790	10000 bis 5000 5000 bis 3600 3600 bis 3200 3200 bis 2600	12,4 bis 6,2 6,2 bis 4,4 4,4 bis 3,9 3,9 bis 3,3
Sichtbare Strahlung		VIS		380 bis 780	790 bis 385	2600 bis 1300	3,3 bis 1,6
Infrarot- strahlung	Nahes IR Mittleres IR Fernes IR	IR	NIR MIR FIR	780 bis 3000 3000 bis 50000 50000 bis 10 ⁶	385 bis 100 100 bis 6 6 bis 0,3	1300 bis 330 330 bis 20 20 bis 1	1,6 bis 0,4 0,4 bis 0,025 0,025 bis 0,001

Entstehung einer Farbempfindung



© FH AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | ILYA DIGEL | FB9 | HEINRICH-MÜBHMANN-STR. 1 | 52428 JÜLICH | GERMANY