

# BLENDUNG AUS DEM BLICKWINKEL DES AUGENARZTES<sup>1</sup>

Peter Heilig

Blendung (mittelhochdeutsch: blenden, althochdeutsch: blenten, altenglisch: blendan) bedeutet „blind machen“, die Strafe des Augen-Ausstechens<sup>2</sup>. In „Modern Times“ quälen nicht nur grelle „City Lights“ die Geschöpfe des Prometheus. Blendung kann stören, ablenken (Discomfort Glare) oder schmerzhaft intensiv blenden (Disabling Glare). Desorientierung und grobe Fehleinschätzungen im Straßenverkehr („Fahren wie in einem schwarzen Loch“) sind die Folge. Blendungen durch „moderne“ blaustichig-grelle Kfz-Scheinwerfer und Tagfahrlichter (Abb. 1) kann – hierzulande – niemand mehr entkommen. Kinder (am Zebrastreifen) sind dadurch besonders gefährdet. Grell bläulich-weiß blendendes Licht wurde zum „Golden Standard“ in Kindergärten, Einkaufstempeln, Fabrikhallen und sogar Altersheimen – zur Optimierung von Vigilanz, Kaufwut und Arbeitslust. Die Behandlung der senilen Demenz mit blauweißem Dauerlicht blieb – nicht ganz unerwartet – erfolglos. Rückkehr zu Lichtintensitäten, die natürliche Grenzen und sinnesphysiologische Gegebenheiten berücksichtigen, täte not. Blauweiß kalt blendendes Licht beherrscht die Industrieländer. Die Nacht wurde zum Tag. Die Kunstlicht-Dosis steigt.

Im Sinne der Prophylaxe sollte von Geburt an jegliche Blendung vermieden werden. Das „phototoxische“ Licht der Kamera, welches stolze Väter aus nächster Nähe auf noch nicht ausgereifte Netzhäute Neugeborener blitzen, hat dort nichts verloren (Abb. 2) Neugeborene Mäuse wenden sich von hellem Licht ab (negative Phototaxis), obwohl ihre

**Abb. 1:** Blendungen durch Scheinwerfer und Tagfahrlichter.  
© Peter Heilig

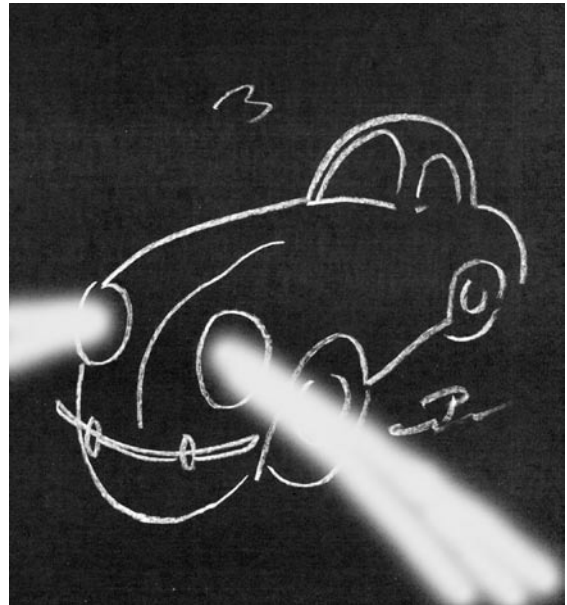


Netzhaut-Zapfen- und Stäbchen-Systeme noch funktionslos sind. Die Erklärung dafür: Der „dritte“ Licht-Rezeptor, die sogenannten Melanopsin-exprimierenden, intrinsic photosensitiven retinalen Ganglionzellen (mRGC) „fühlen sich geblendet“.<sup>3</sup> Diese faszinierenden Netzhautelemente registrieren unter anderem die Intensität des Lichtes. Sie beeinflussen unsere chronobiologischen Vorgänge, in anderen Worten die Tag/Nacht-Rhythmen und zeichnen sich durch viele besondere Eigenschaften aus.<sup>4</sup> Ihre Fähigkeit zu überleben, wenn andere neuronale Elemente zugrunde gehen (Apoptose im Rahmen von Netzhaut-Dystrophien und mitochondrialen Degenerationen) ist besonders bemerkenswert.<sup>5</sup>

Die extreme Verletzlichkeit unseres Licht-Sinnesorganes kann mit keiner Untersuchung geprüft



**Abb. 2:** Der erste Blitz.  
© Peter Heilig



**Abb. 3:** Verirrte Lichtstrahlen;  
„schielende“ Kfz-Scheinwerfer.  
© Peter Heilig

und mit keinem verfügbaren Instrument gemessen werden.<sup>6</sup> Die interindividuellen Unterschiede sind zu groß. Genetisch vorbelastete Individuen sind besonders gefährdet, Lichtschäden der Netzhaut zu erleiden. Auch kurze, intensive Lichtexpositionen hinterlassen unter Umständen Spuren. Über zeitliche Summationen können daraus irreversible Lichtschäden entstehen.<sup>7</sup> Vorschädigungen, wie solche durch Zigarettenrauch, Dieselabgase, Photooxydantien, Feinstaub, Staub, Toxine (immer häufigere Giftgas-Wolken), oxydativer Stress, bereits bestehende Lichtschäden etc. erhöhen das Risiko solcher phototoxischer Noxen.

Menschen mit Sehbehinderungen sind wesentlich stärker blendempfindlich als Personen mit gesunden, noch nicht (durch Licht etc.) geschädigten Augen.<sup>8</sup> Sie leiden ganz besonders unter kurzwelligen, bläulichweiß-intensiven Lichtreizen.<sup>9</sup> Wenn Blendungen aus ungewöhnlicher, ungewohnter Richtung von unten in die Augen dringen (fehlerhaft konzipierte Gebäude-Anstrahlungen, senkrecht in den Himmel strahlende Bodenscheinwerfer etc.), „schielende“ Scheinwerfer (Abb. 3) kann dies besonders bei bereits bestehender Sehbehinderung zu vorübergehender Orientierungslosigkeit (Disabling Glare) Betroffener führen.<sup>10</sup>

Ähnlich wie das Vermeiden zu hoher Lärmbelastungen<sup>11</sup> bedarf auch eine vorbeugende Lichthygiene<sup>12</sup> ständiger und unermüdlicher Anstrengungen sowie der Kooperation von Umwelthygiene, Umwelt-Anwaltschaft, Arbeitsmedizin, (Licht-, Straßenverkehrs- etc.)-Technikern, Architekten, Jurisprudenz, politisch-legislativen Organen usw.

Das Eindringen potentiell phototoxischen Lichts in das Augeninnere stellt eine Art „inneren Hausfriedensbruchs“ (light trespassing) dar, welcher je nach Dosierung (Intensität, Dauer, Spektrum, Bündelung – siehe Laser) von Irritation und Ablenkung (Straßenverkehr) bis zu schwerer Blendung (Disabling Glare) und juristisch zu ahndender Körperverletzung reichen kann. LED, High-Intensity LED (HI-LED), Xenon, Bi-Xenon, Halogen, Laser etc. verursachen häufig Lichtstress. In Diskotheken wurde die Blendung (Disco-Licht) unverzichtbarer Teil des Ganzen. Bizarre Regie-Einfälle jagen grelles Licht ins Publikum (sogar Laser-Pointer wurden schon ohne Vorwarnung auf die Augen von Zusehern gerichtet),

Sportler, Piloten und Kfz-Lenker werden immer häufiger Opfer von Laser-Attacken.<sup>13</sup>

Ein merkwürdiger Trend greift um sich: Künstliches Licht wird immer heller und blau-stichiger (hoher Anteil sichtbaren kurzwelligen Lichts im Gesamtspektrum), obwohl ein einziges (!) Photon ausreicht, um einen Lichtrezeptor der Netzhaut zu stimulieren.<sup>14</sup> Die Netzhaut kann über viele logarithmische Einheiten hinweg ihre Empfindlichkeit an extrem schwaches Licht anpassen. Trotzdem, ohne dass es eine stichhaltige (Evidence based (EBM)) Erklärung dafür gäbe, werden vor allem in den Industrieländern empfindliche Netzhäute mit grellem kalt-weißem Licht über Gebühr belastet. Ein kurzer heller Lichtreiz kann das elektrische Potential (Bestandpotential, Elektro-Okulographie) des Auges für mehr als zwei Stunden aus dem Tritt bringen (lang anhaltende Schwankungen der Amplituden). Erst nach mehr als zwei Stunden wird ein „Steady State“ erreicht.<sup>15</sup> Derartige Lichtreize mit Langzeitwirkung müssen unsere Augen zum Beispiel im Straßenverkehr ohne Unterlass verkraften. Selten macht sich jemand Gedanken darüber, wann das Auge nach derartigen häufig überdosierten Blendungen wieder voll einsatzfähig ist (Retinal Recovery Time, Macula Stress Test). Je älter motorisierte Verkehrsteilnehmer werden – und das Durchschnittsalter der Menschen steigt laufend –, umso länger kann deren Netzhaut-Erholungszeit nach Lichtbelastung werden. Sie fahren im schwarzen Tunnel bzw. „wie in einem schwarzen Loch“. Während dieser Phasen, in Abhängigkeit von dem gleichsam im Blindflug zurückgelegten Weg, steigt die Unfallgefahr beträchtlich.

In der Netzhautmitte fehlen „blaue Zapfen“ (S-Cones). Insgesamt gibt es nur etwa sechs Prozent davon in normalen Netzhäuten.<sup>16</sup> Dennoch wird Wichtiges gerne mit blauer Schrift mitgeteilt (siehe Computerprogramme). Offenbar lässt sich der scheinbar unaufhaltsame Vormarsch des blendend bläulichweißen Lichtes kaum mehr aufhalten. Blau streut mehr als längerwelliges Licht, irritiert mehr und lenkt auch stärker ab als andere Wellenlängen. Blau hat wesentlich mehr Energie als längerwelliges Licht und kann in der Netzhaut auf Dauer mehr Schaden anrichten. Daher gibt es auch Gelbfilter als Schutz in augenärztlichen Instrumenten und Operationsmikroskopen).

Alle auf der Netzhaut abgebildeten Objekte werden von einem chromatischen Aberrationshof umgeben (blue blur). Gelbfilter, die alten gelben blendfreien Autoscheinwerfer der Franzosen, die gelbe Autobahnbeleuchtung der Belgier, die gelben Schießbrillen, gelbe Pilotenbrillen, gelbe Brillen für Sehbehinderte, gelbe Intra-Ocularlinsen (nach Operation des grauen Stars) etc. reduzieren diesen ‚Blue Blur‘, verbessern dadurch das Kontrastsehen<sup>17</sup> und verringern Blendungen. Goethe sang in seiner Farbenlehre der Farbe Gelb geradezu ein Loblied:

„Sie führt in ihrer höchsten Reinheit immer die Natur des Hellen mit sich und besitzt eine heitere, muntere, sanft reizende Eigenschaft.“ Und weiters:

„So ist es der Erfahrung gemäß, dass das Gelbe einen durchaus warmen und behaglichen Eindruck mache. Daher es auch in der Malerei der beleuchteten und wirksamen Seite zukommt. Diesen erwärmenden Effekt kann man am lebhaftesten bemerken, wenn man durch ein gelbes Glas, besonders in grauen Wintertagen, eine Landschaft ansieht. Das Auge wird erfreut, das Herz ausgedehnt, das Gemüt erheitert; eine unmittelbare Wärme scheint uns anzuwehen.“ Blau kam bei Goethe weit weniger gut weg.<sup>18</sup>

Ein sogenanntes Anti-Blendlicht wurde entwickelt: Während nächtlicher Fahrten leuchtet es dem Lenker ständig in die Augen und soll die störenden Folgen der Blendungen durch Kfz-Scheinwerfer und Tagfahrlichter (DRL) verringern. Das Produkt wurde in Deutschland ausgezeichnet. Nachtfahrbrillen werden angeboten – die Industrie bekämpft offenbar Teufel mit Beelzebub. Fußgänger (Kinder am Zebrastreifen sind seit der Einführung von DRL die am stärksten gefährdete Gruppe unter allen Verkehrsteilnehmern) und andere

„verkehrsrelevante“ Objekte, welche nicht durch Licht auffälliger gemacht wurden, werden wesentlich leichter übersehen bzw. nicht wahrgenommen. Blendungen und Ablenkungen durch unzählige (vermeidbare) bewegte Lichtreize im Straßenverkehr haben zur Folge, dass auf der Straße liegende Unfallopfer, so schrecklich dies klingt, mehrmals überrollt werden.

Kinderspielzeug und speziell für ältere Menschen entwickelte Leuchten werden mit HI-LED ausgestattet. Nach einem kurzen Blick in ein solches Spielzeug (ein Mini-Projektor in Form eines Püppchens) erlitt eine junge Frau irreversible Lichtschäden an ihrer Netzhaut. Das Produkt ist noch immer am Markt, weil der zuständige Konsumenten-Schutz weitere, noch überzeugendere (?) augenärztliche Befunde fordert. Die Erzeugerfirma lieferte eine „Unbedenklichkeits“-Bescheinigung. Nachträglich montierte Kasten-Innenbeleuchtungen für Senioren projizieren mit jedem Öffnen der Kastentür kaltweißes LED-Licht in nicht selten bereits vorgeschädigte Augen. Lichttechniker vergleichen HI-LED Lichter bereits mit Lasern.

Die Warnhinweise „Nicht direkt ins Licht schauen!“ auf Produkten mit potenziell schädigenden Lichtintensitäten befinden sich so gut wie nie ausreichend groß und entsprechend auffallend außen auf der Verpackung, sondern meist diskret versteckt in der meist zu klein und mit schlechtem Kontrast gedruckten Beschreibung oder Gebrauchsanleitung. Diese Warnung gilt übrigens für alle Lichtquellen, je näher sie beim Auge sind, umso mehr.<sup>19</sup>

Helles bis blendendes Licht in der Nacht führt zu Chronodisruption. Darunter ist eine Störung des physiologischen Tag-Nacht-Rhythmus (Chronobiologie) zu verstehen. Eindringlich bis geradezu angsteinflößend warnen einige Autoren vor bösen Folgen: erhöhte Brust-, Darm- etc. Krebsrate in Nachtdienst-Teams. Die jüngsten Ergebnisse und Erkenntnisse auf den Gebieten Chronodisruption und Carcinogenese, welche alle bisherigen Forschungen zusammenfassen, lauten jedoch: „Die epidemiologischen Daten reichen bislang nicht aus, um einen Zusammenhang zwischen Schichtarbeit und Krebs zu bestätigen“ – und „It will be premature to arrive at any causal verdict, be it that shift-work conditions pose a carcinogenic risk or not.“ Und: „Epidemiology is certainly a poor tool for learning about the mechanism by which a disease is produced.“ Zusätzlich sei noch eine Reihe weiterer potenziell schädigender Faktoren zu untersuchen, bevor endgültige Schlussfolgerungen und kritische Analysen möglich wären.<sup>20</sup>

Alle Versuche, die Blendung in verschiedene Unterarten bzw. Sub-Gruppen einzuteilen, scheitern daran, dass psychophysische, nicht wäg- und messbare Phänomene sich nicht in objektiv quantifizierbare Schemata pressen lassen. Die seltsamen Termini Technici „physiologische Blendung“ oder „psychologische Blendung“ sind schlichtweg falsch (Misnomer). Jegliche Form der Blendung ist per se unphysiologisch. Individuelle Unterschiede lassen zusätzlich diverse Norm- und Klassifizierungsversuche scheitern.

Achromatopsia congenita (totale angeborene Farbenblindheit) zum Beispiel zeichnet sich durch exzessive Lichtscheu aus. Betroffene ziehen sich in dunkle Winkel des Raumes zurück um dort (mit Mühe) lesen zu können. Da nur ganz besondere Fachkenntnis und gezielte Spezial-Untersuchungen eine richtige Diagnose ermöglichen, wurden Achromaten in der Vergangenheit sogar der Simulanten oder Aggravation beschuldigt. Sehbehinderte, wie bereits erwähnt, sind wesentlich blendempfindlicher als Menschen mit gesunden, noch nicht (durch Licht etc.) vorgeschädigten Augen.<sup>21</sup>

Messgeräte der Lichttechniker sind, weil Maschinen, indolent, das heißt schmerz- bzw. blendungsunempfindlich. Das Symptom Blendung teilt Betroffenen mit: „Achtung! Gefahr!“. Ähnlich wie beim drohenden Überstrecken eines Gelenkes der Körper dem Ge-

hirn eine Warnung schickt, so tut dies auch die Netzhaut bei drohender Überbelichtung (Phototoxicity). Die Melanopsin exprimierenden retinalen Ganglienzellen (mRGC) spielen übrigens in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Die einzige relevante Messgröße, sie ist aber weitgehend unbekannt, wäre die retinale Beleuchtungsstärke, welche in Troland (td) angegeben wird (Candela pro Quadratmeter bezogen auf die Pupillenfläche (in Quadratmillimetern)).

Schwere Blendung (Disabling Glare), Irritation (Discomfort Glare) und Ablenkung (Distraction) wechseln einander in dynamisch-chaotischer Durchmischung ab auf der Bühne der Straßen-Szenarios. Die Teilnehmer an diesem Geschehen erreichen ein immer höheres Durchschnittsalter, sofern sie nicht dem Phänomen Inattentional Blindness (oder einer verwandten Wahrnehmungstörung) zum Opfer fallen. Die Fehlentwicklungen Tagfahrlicht (isotrop, das heißt: strahlt in alle Richtungen) und Kfz-Scheinwerfer (zu hell, zu geringe leuchtende Fläche, zu hoher Blau-Anteil) blenden. Besonders raffiniert mitdenkende, mitlenkende Leuchten erfassen die Augen entgegenkommender Lenker im schlimmsten Fall noch früher, adaptives Kurvenlicht lenkt ab, irritiert ... immer mehr Kinder, aber auch ältere Fußgänger kommen unter die Räder. Die Firma XY will die Autos mit Laserlicht (!) ausstatten.<sup>22</sup> Außerdem seien die Laserdioden noch 100-mal kleiner als die gerade einmal einen Millimeter großen LEDs, rühmt man sich. Für die geschundene Macula lutea (Netzhautmitte) bricht möglicherweise bald die Nacht herein. Die Netzhaut sieht dann aus, als wären Dschingis Khans sengende Horden darüber geritten (verbrannte Erde). Je kleiner eine helle, kaltweiße Lichtquelle ist, umso intensiver schädigt sie möglicherweise den wichtigsten Punkt des menschlichen Körpers, die Fovea centralis. Wie mit einem Brennglas wird energiereiches Licht an der Stelle des schärfsten Sehens im wahrsten Sinn des Wortes eingebrannt'. All die Spuren reversibler Lichtschäden summieren sich – solange, bis die retinalen Reparaturmechanismen erschöpft sind. „Rottweiler-Licht“ nennt man in Amerika besonders aggressives, gleißendes Licht. Dieses hält jedoch nicht, wie erhofft, lichtscheue Elemente ab.<sup>23</sup>

Ein weitgehend unbekannter, unerforschter Nebeneffekt sind Spätfolgen der Light Pollution: Unsere Generation (innerhalb industrialisierter Zonen) erhöht das allgemeine Lichtniveau, als gäbe es kein Morgen.<sup>24</sup> Über epigenetische Mechanismen (epigenetic imprinting) wird ein unphysiologischer Lichthunger nach grellem künstlichem (kaltweißem) Licht weitergegeben – an nachfolgende Generationen.<sup>25</sup> Licht, welches früher als unangenehm und blendend empfunden wurde, wird in Zukunft zur Droge.

Heutzutage können Bühnen-Blendeffekte nicht grell und unangenehm genug sein. Das Publikum wird genüsslich und ausgiebig geblendet; Scheinwerfer leuchten während eines ganzen Aktes ständig schmerzhaft hell in (ursprünglich) weite Pupillen. Offenbar ist die Lichtkeule Teil eines Imponiergehabes, eine Art Waffe, welche der Einschüchterung dienen soll. „Das Licht lässt sich in den Dienst der Macht stellen, seine Helligkeit blendet“, die Licht-Inszenierungen totalitärer Regime – nachts in der großen Stadt.<sup>26</sup>

Der frustrierende Kampf gegen Blendlaternen aller Art macht jeden Akteur (de cuyo nombre no quiero acordarme, „dessen Namen mir entfiel“) der Neuzeit zu „El ingenioso hidalgo Quixote de la Mancha“. Den Ausgang der jeweiligen Schlacht beschrieb treffend Miguel de Cervantes, auch Erich Kästner (Don Quichotte): „Don Quichotte aß nichts, trank nichts und schlief nicht. Nachdem er

**Abb. 4:** Natürlicher Blendschutz.  
© Peter Heilig





**Abb. 5:** Tagfahr-Blendlicht-Reflexe. © Peter Heilig

**Abb. 6:** Blend-frei. © Peter Heilig

einen kräftigen Zweig von einem der Bäume abgerissen und ihn als Lanze zurechtgeschnitzt hatte, saß er noch lange wach, grämte sich über seine Niederlage und träumte von neuen, abererfolgreicheren Taten“ – jedoch nicht den Traum von einer ‚strahlenden‘ Zukunft (Abb. 4).

### Epilog:

Nichts wäre leichter, als alle Blendlaternen einfach auszuschalten. Weltweit. Zuerst die Tagfahrlichter. Sie stoßen gegen:

The Convention Concerning the Power of Authority, The Law in Respect of the Protection of Infants (1969), The Obligation of Protection, The Principle of Equality, The Declaration of Human Rights (1948) Article Three, The Laws of Logic, Public Ethics and Morals.

Eine EU-Tagfahrlicht-Richtlinie wäre schwerlich mit der Erklärung der Rechte des Kindes vom 20. November 1959 in Einklang zu bringen, nach der Kinder besonderen Schutz genießen. Auch Artikel 2 Absatz 1 des Internationalen Paktes vom 19. Dezember 1966 über bürgerliche und politische Rechte räumt jedem Kind das Recht auf diejenigen Schutzmaßnahmen durch die Gesellschaft und den Staat ein, die seine Rechtsstellung als Minderjähriger erfordert. Eine Gefährdung insbesondere von Kindern durch das zwingende, staatlich angeordnete Fahren mit Taglicht könnte diesen Schutzpflichten und -rechten widersprechen. Tagfahrlicht (DRL) bringt keine Vorteile für die Verkehrssicherheit.<sup>27</sup> Jedoch – wie zum Hohn: Ab Februar 2012 sollen EU-weit auch Busse und Lkws mit DRL ausgestattet werden. Diese befinden sich zumeist in der Augenhöhe von Kindern (Abb. 5 und 6).

### Anmerkungen

- 1 Dieser Artikel ist in fast identer Form bereits erschienen unter [http://www.hellenot.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/WeiterInfos/11\\_BlendungBlickwinkelAugenarzt.pdf](http://www.hellenot.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/11_BlendungBlickwinkelAugenarzt.pdf).
- 2 Duden 1963.
- 3 Johnson, J.-Wu, V.-Donovan, M. et al. 2010.
- 4 Schmidt, T.M.-Chen, S.K.-Hattar, S. 2011.
- 5 Vugler-Semo-Joseph et al. 2008.
- 6 Hunter-Morgan-Merigan et al. 2011.
- 7 Cideciyan-Jacobson-Aleman et al. 2005; Osborne et al. 2006; Zhu-Valter-Stone 2010; Heilig-Rozanova-Godnic 2009.

- 8 Hauck 2009.
- 9 Knels-Valtink-Roehlecke et al. 2011.
- 10 Mainster-Timberlake 2003; Heilig 2011.
- 11 Pivato 2011; Soteriades-Smith-Tsismenakis et al. 2011; Hoffmann-Moebus-Dragano et al. 2009; Huss-Spoerri-Egger et al. 2010.
- 12 Erren-Reiter 2009.
- 13 Hirschberg 2011.
- 14 Rieke-Baylor 1998.
- 15 Thaler-Heilig 1974.
- 16 Zrenner 1983.
- 17 Rieger 1992.
- 18 Goethe 1949.
- 19 Heilig-Rieger 2011.
- 20 Erren 2010; Stevens-Hansen-Costa et al. 2011; Erren-Falaturi-Reiter 2010; Behrens-Mester-Hense et al. 2011.
- 21 Hauck 2009.
- 22 auto-motor-und-sport.
- 23 darksky.org.; Heilig-Rieger 2011.
- 24 darksky.org.
- 25 Jablonka-Lamb 2005.
- 26 Schlör 1991.
- 27 Unfallforschung.

## Literatur

- Behrens – Mester – Hense et al. 2011** = Behrens, T. – Mester, B. – Hense, S. et al: Further Potentially Carcinogenic Effects of Chronodisruption. In: Dtsch Arztebl Int. 108 (1–2), 8.
- Cideciyan – Jacobson – Aleman et al. 2005** = Cideciyan, A. V. – Jacobson, S. G. – Aleman, T. S. et al.: In vivo dynamics of retinal injury and repair in the rhodopsin mutant dog model of human retinitis pigmentosa. In: Proc Natl Acad Sci U S A. 102 (14), 5233–5238.
- darksky.org.** = <http://darksky.org> (zuletzt eingesehen am 07.05.2012).
- Duden 1963** = Duden Etymologie. Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache. (= Duden Band 7, hrsg. vom Wissenschaftlichen Rat der Dudenredaktion.) Mannheim–Wien–Zürich 1963, Stichwort „blenden“
- Erren 2010** = Erren, T. C.: Shift work, cancer and „white-box“ epidemiology. Association and causation. In: Epidemiol Perspect Innov. 7, 11.
- Erren – Falaturi – Reiter 2010** = Erren, T. C. – Falaturi, P. – Reiter, R. J.: Research into the chronodisruption-cancer theory: the imperative for causal clarification and the danger of causal reductionism. In: Neuro Endocrinol Lett 31 (1), 1–3.
- Erren – Reiter 2009** = Erren, T. C. – Reiter, R. J.: Light Hygiene: Time to make preventive use of insights – old and new – into the nexus of the drug light, melatonin, clocks, chronodisruption and public health. In: Med Hypotheses 73 (4), 537–541.
- Goethe 1949** = Goethe, J. W. von: Naturwissenschaftliche Schriften 1. (Gedenkausgabe der Werke, Briefe und Gespräche, hrsg. von Ernst Beutler. Band 16, Zürich 1949), 207–209.
- Hauck 2009** = Hauck, N.: Untersuchungen zur Kontrastempfindlichkeit sehbehinderter Personen bei Blendung. Masterarbeit Fachschule Jena, Univ. of Applied Sciences. Jena 2009.
- Heilig 2010** = Heilig, P.: Light Pollution. In: Spektrum Augenheilkd 5, 267–270.
- Heilig 2011** = Heilig, P.: Verirrte Lichtstrahlen. In: Österr Forum Arb Med 1 (11), 15–23.
- Heilig – Rieger 2011** = Heilig, P. – Rieger, G.: Künstliches Licht. Unerwünschte Nebenwirkungen auf Natur und Gesundheit. Licht-Hygiene als Prophylaxe. In: Int Praxis. Im Druck.
- Heilig – Rozanova – Godnic 2009** = Heilig, P. – Rozanova, E – Godnic et al.: Retinal Light Damage In: Spektrum Augenheilkd 23, 240–248.
- Hirschberg 2011** = Hirschberg, A.: Massiv mehr Laser-Attacken auf Piloten. t-online.de 12.09.2011, genaue URL leider nicht eruierbar.
- Hoffmann – Moebus – Dragano et al. 2009** = Hoffmann, B. – Moebus, S. – Dragano, N. et al.: Residential traffic exposure and coronary heart disease: Results from the Heinz Nixdorf Recall Study. In: Biomarkers 14 (1), 74–78.
- Hunter – Morgan – Merigan et al. 2011** = Hunter, J. J. – Morgan, J. I. – Merigan, W. H. et al.: The susceptibility of the retina to photo-chemical damage from visible light. In: Prog Retin Eye Res. [Epub ahead of print].
- Huss – Spoerri – Egger et al. 2010** = Huss, A. – Spoerri, A. – Egger, M. et al.: Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction. In: Epidemiology 21 (6), 829–836.
- Jablonka – Lamb 2005** = Jablonka, E. – Lamb, M. J.: Evolution in Four Dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral, and symbolic Variation in the History of Life. Bradford Book. MIT press, Cambridge.

**Johnson – Wu – Donovan et al. 2010** = Johnson, J. – Wu, V. – Donovan, M. et al.: Melanopsin-dependent light avoidance in neonatal mice. In: Proc Natl Acad Sci U S A. 107, 40: 17374-8.

**Knels – Valtink – Roehlecke et al. 2011** = Knels, L. – Valtink, M. – Roehlecke, C. et al.: Blue light stress in retinal neuronal (R28) cells is dependent on wavelength range and irradiance. In: Eur J Neurosci. 34 (4), 548–558.

**Mainster – Timberlake 2003** = Mainster, M. A. – Timberlake, G. T.: Why HID headlights bother older drivers. In: Br J Ophthalmol. Jan 87(1), 113–7.

**Osborne et al. 2006** = Osborne, N. et al.: A hypothesis to suggest that light is a risk factor in glaucoma and the mitochondrial optic neuropathies. In: Br J Ophthalmol 90, 237–241.

**Pivato 2011** = Pivato, S.: The century of noise. In: G Ital Med Lav Ergon. 33 (3), 223–225.

**Rieger 1992** = Rieger, G.: Improvement of contrast sensitivity with yellow filter glasses. In: Can J Ophthalmol. 27(3), 137–8.

**Rieke – Baylor 1998** = Rieke, F. – Baylor, D. A.: Origin of Reproducibility in the Responses of Retinal Rods to Single Photons. In: Biophys J, 75 (4), 1836–1857.

**Schlör 1991** = Schlör, J.: Nachts in der großen Stadt. Paris, Berlin, London; 1840–1930. München 1991, 1.

**Schmidt – Chen – Hattar 2011** = Schmidt, T. M. – Chen, S. K. – Hattar, S.: Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells: many subtypes, diverse functions. Trends Neurosci. Im Druck.

**Soteriades – Smith – Tsismenakis et al. 2011** = Soteriades, E. S. – Smith, D. L. – Tsismenakis, A. J. et al.: Cardiovascular disease in US firefighters: a systematic review. In: Cardiol Rev. 19(4), 202–215.

**Stevens – Hansen – Costa et al. 2011** = Stevens, R. G. – Hansen, J. – Costa, G. et al.: Considerations of circadian impact for defining „shift work“ in cancer studies: IARC Working Group Report. In: Occup Environ Med 68 (2), 154–162.

**Thaler – Heilig 1974** = Thaler, A. – Heilig, P.: The steady state in EOG. Xlth ISCERG Symposium (1973) in Bad Nauheim. In: Docum Ophthalmol Proc Ser IV, 211–216.

**Unfallforschung** = Unfallforschung der Versicherer (UDV, GDV, 42. 2011); nähere Angaben leider nicht vorhanden

**Vugler – Semo – Joseph et al. 2008** = Vugler, A. A. – Semo, M. – Joseph, A. et al.: Survival and remodeling of melanopsin cells during retinal dystrophy. In: Vis Neurosci. 25 (2), 125–138.

**auto-motor-und-sport** = <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/neue-scheinwerfer-technologie-bmw-entwickelt-laserlicht-fuers-auto-3989828.html>, (zuletzt eingesehen am 07.05.2012).

**Zhu – Valter – Stone 2010** = Zhu, Y. – Valter, K. – Stone, J.: Environmental damage to the retina and preconditioning: Contrasting effects of light and hyperoxic stress. In: Invest Ophthalmol Vis Sc 51 (9), 4821–4830.

**Zrenner 1983** = Zrenner, E.: Neurophysiological aspects of color vision in primates. Comparative studies on Simian Ganglion cells and the human visual system. Studies of Brain Function, Vol 9, Springer, Habilitations-Schrift (29.6.81).

## Weiterführende Internetseiten

<http://www.lightmare.org>

<http://www.hellenot.org/>

[http://www.youtube.com/watch?v=1t2\\_JgOAh2I](http://www.youtube.com/watch?v=1t2_JgOAh2I)

<http://www.youtube.com/watch?v=6up-24tFFPI> (engl. voice over)