

Schlaflos mit Blaulicht

M. Spitzer, Ulm

Insbesondere unter Jugendlichen ist der Trend zu weniger Schlaf besorgniserregend (11). Epidemiologische Daten zeigen, dass der Schlaf Jugendlicher heute durch relativ spätes Zubettgehen, eine vergleichsweise lange *Einschlaflatenz* (das ist die Zeit zwischen dem Zubettgehen und dem Einschlafen) und eine kurze *Schlafdauer* von etwa 6,5 Stunden an Wochentagen charakterisiert ist. Damit liegt bei jungen Menschen ein tägliches *Schlafdefizit* von etwa zwei Stunden vor (4).

Da mit dem Aufkommen von Computern, Tablett-PCs und insbesondere der Smartphones sich die Nutzungsgewohnheiten junger Menschen im Hinblick auf elektronische Medien in den letzten Jahren stark geändert haben, ist neuesten, recht großen Studien zur Smartphone-nutzung und den Auswirkungen auf den Schlaf (aus Norwegen, den USA, Japan und der Schweiz) besondere Bedeutung beizumessen, die allesamt zeigen, dass jungen Menschen heute ein erhebliches Schlafdefizit aufweisen (5, 8, 9, 10, 13).

Nervenheilkunde 2015; 34: 560–562

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. Manfred Spitzer
Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie III
Leimgrubenweg 12, 89075 Ulm

Dieser Trend macht übrigens auch vor Medizin-Studenten nicht halt: Nach einer Studie nutzen insgesamt 57% der Medizin-Studenten ihr Mobiltelefon mehr als 2 Stunden pro Tag. Bei einer solch langen täglichen Nutzung treten mehr Schlafstörungen (insbesondere Einschlafstörungen) und Tagesmüdigkeit auf im Vergleich zu Studenten, die ihr Mobiltelefon weniger als 2 Stunden pro Tag nutzen, insbesondere bei Frauen. Auch zeigte sich, dass vor allem die Nutzung am Abend sich besonders (signifikant) negativ auf die Schlafqualität auswirkte. Die Autoren folgern, dass die kognitiven und Lernfähigkeiten von Medizin-Studenten, die ihr Mobiltelefon länger als 2 Stunden pro Tag nutzen, durch Schlafmangel und Tagesmüdigkeit beeinträchtigt sein können (15).

Alle digitalen Endgeräte verfügen über Bildschirme und produzieren somit Licht. Nun sind die Auswirkungen von Licht auf den Schlaf und insbesondere unsere innere Uhr gut untersucht: Im Normalfall wird nachts Melatonin freigesetzt, was die innere Uhr etwas vorstellt, sodass sie am nächsten Morgen wieder synchron mit der Sonne läuft (1, 3, 16). Man nutzt diese Kenntnis beispielsweise zur Bekämpfung des Jet-Lag: Wer beispielsweise abends von New York nach Frankfurt oder von Berlin nach Tokyo (also nach Osten) fliegt, kann gleich nach dem Start Melatonin einnehmen,

schläft dann schneller ein und erlebt am folgenden Tag weniger Jet-Lag. Die innere Uhr wurde durch das abendliche Melatonin *vorgestellt*.

LED-Bildschirme enthalten einen höheren Blaulichtanteil als Tageslicht.

Licht am Abend hat den gegenteiligen Effekt: Es unterdrückt die körpereigene abendliche Freisetzung von Melatonin und bewirkt so, dass die innere Uhr am anderen Morgen *nachgeht*. Man ist also besonders müde. Dabei muss das abendliche Licht nicht einmal besonders hell sein (► Abb. 1). Von besonderer Bedeutung ist, dass blaues Licht hierbei den größten Effekt hat.

Nun entspricht das Licht der LED-Bildschirme, wie sie die meisten digitalen Medien verwenden, nicht dem Tageslicht, sondern enthält einen vergleichsweise höheren Anteil von blauem Licht (► Abb. 2). Dadurch führt das Betrachten von Bildschirmen am Abend nachweislich zu späterem Einschlafen und zu einer Verlangsamung der inneren Uhr. Am nächsten Morgen ist die Müdigkeit dann erhöht (7). Man könnte nun meinen, dass der Effekt gerade bei Smartphones mit ihren kleinen Bildschirmen vernachlässigbar sei. Dem ist leider nicht so, weil man deren Bildschirme ja auch mit besonders geringem Abstand betrachtet: Man hat sie direkt vor der Nase – im Gegensatz zum Fernseher, der zwar größer und heller, aber auch einige Meter entfernt, ist. Da die Intensität des Lichts mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, ist dessen Intensität bei einem zehnfach geringeren Abstand hundertfach erhöht.

Es ist gar nicht so einfach, die Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen dem Betrachten eines LED-Bildschirms und der geminderten Schlafqualität in der Nacht und Wachheit am anderen Tag aufzuklären. Liegt das nicht eher an der Aufregung durch die Inhalte? – könnte man mit Fug und Recht argumentieren. Um hier weiter



Abb. 1
LED-Bildschirme enthalten einen höheren Blaulichtanteil als Tageslicht

Foto: ©Helene Souza, Pixelflo.de

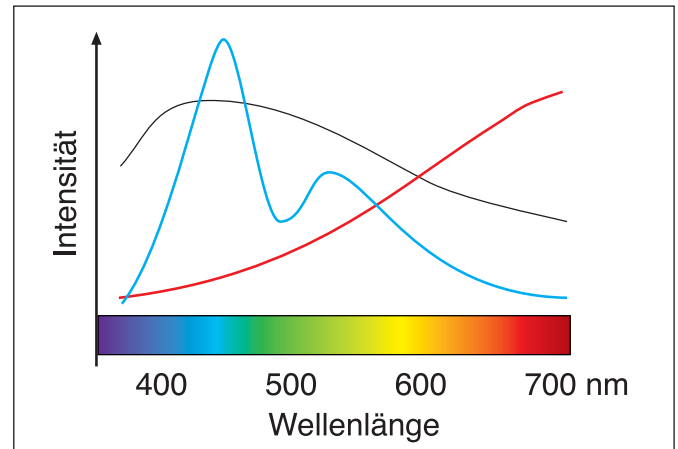
zu kommen, verwendeten Wissenschaftler neben der Bedingung „spät-abendliches Betrachten eines Tablett-PC-Bildschirms“ gleich zwei zusätzliche Kontrollen: Zum einen wurde mittels einer Brille mit orangefarbenen Gläsern das blaue Licht des Tablett-PCs weggefiltert („dunkle Kontrolle“). Zum zweiten wurde mit einer klaren Brille, in der blaue LEDs angebracht waren, der Blaulichtanteil erhöht („helle Kontrolle“). Gemessen wurden die Melatoninkonzentrationen nach dem Betrachten der Bildschirme für einen Zeitraum von 1 bis 2 Stunden. Wichtig ist, dass bei dieser Versuchsanordnung die Inhalte bei etwaigen Effekten keine Rolle spielen können, weil sie in allen Fällen gleich waren.

Wie sich zeigte, war die Konzentration von Melatonin durch Bildschirm plus Blaulicht am stärksten unterdrückt und durch Bildschirm minus Blaulicht (orangefarbene Brille) weniger unterdrückt als beim reinen Betrachten des Tablett-PCs, das ebenfalls mit einer verminderten Konzentration von Melatonin verbunden war (14). Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass man entweder eine Filterbrille aufsetzen oder die Farbtemperatur des Lichts von LEDs der Tageszeit anpassen müsste: mehr Blau morgens (zum Aufwachen und Wachbleiben) und weniger Blau abends (um den Schlaf nicht zu stören). Eine entsprechende technische Lösung schlagen sie in ihrer Arbeit auch vor.

Im Vergleich zum Lesen eines Papier-Buchs war beim Lesen des E-Books die Melatoninsekretion um gut die Hälfte verringert.

In einer kürzlich erschienenen aufwändigen, im Schlaflabor durchgeführten Studie wurden die Auswirkungen des Lesens eines E-Buch-Readers (mit LED-Display) auf den Nachtschlaf und die Müdigkeit am folgenden Tag verglichen mit dem Lesen eines normalen Buchs – also mit an den Fingern klebenden Baumleichen, wie die digitale Lobby zuweilen zu sagen pflegt (2). Zwölf gesunde Probanden (Durchschnittsalter 25 Jahre, die Hälfte weiblich) mussten hierfür 14 Tage im Schlaflabor zubringen und jeweils bei gedimmtem Licht an 5 Tagen vor dem Schlafengehen entweder ein

Abb. 2
Spektrum von Tageslicht (schwarze Linie) Glühlampenlicht (rote Linie) und LED (blaue Linie).



E-Buch oder ein Papier-Buch für 4 Stunden lesen. Die Reihenfolge beider Bedingungen war zufällig.

Im Vergleich zum Lesen eines Papier-Buchs war beim Lesen des E-Buchs die Melatoninsekretion um gut die Hälfte verringert, und die Phase der maximalen Melatoninsekretion war am folgenden Abend um ca. 1,5 Stunden nach hinten verschoben. Die Einschlaflatenz war signifikant verlängert (um ca. 10 Minuten), der REM-Schlaf signifikant verkürzt (um knapp 12 Minuten), die Schläfrigkeit am späten Abend vermindert und am nächsten Morgen erhöht. Da die Inhalte, die in

beiden Medien gelesen wurden, dieselben waren, können sie wie bei der beschriebenen Studie für die gemessenen Effekte keine Rolle spielen. Die unterschiedlichen Auswirkungen beider Medien müssen daher auf den Präsentationsmodus – Buch oder E-Book – zurückzuführen sein. Das blaue Licht von LCD-Bildschirmen bewirkt über zwei Mechanismen einen gestörten Schlaf: Es führt zu höherer Wachheit vor dem Schlafengehen (also wenn man Wachheit gerade nicht braucht) und verschiebt den Tag-Nacht-Rhythmus nach hinten, sodass man am nächsten Tag besonders schläfrig ist.



Abb. 3 Normale (oben) und im Blauanteil verstärkte (unten) Beleuchtung im Klassenzimmer (Originalsetting der Studie).

„Diese Ergebnisse zeigen an, dass das Lesen eines E-Buchs (mit LED-Bildschirm) in den Stunden vor dem Schlafengehen wahrscheinlich unbeabsichtigte biologische Folgen hat, welche die Leistung, Gesundheit und Sicherheit beeinträchtigen können,“ schreiben die Autoren in der Diskussion ihrer Arbeit (2). Vielleicht liegen die kalifornischen Studenten, die ganz normalen Büchern gegenüber E-Büchern den klaren Vorzug geben, gar nicht so falsch (12). Nicht nur, weil sich Bücher irgendwie „realer“ anfühlen, sondern weil sie einem auch weniger den Schlaf rauben und den Tag-Nacht-Rhythmus durcheinanderbringen.

Des einen Schiffbruch ist des anderen Strandgut: Man kann den Effekt von blauem Licht auf die Wachheit nämlich auch ausnutzen, um tagsüber die Aufmerksamkeit und kognitiven Leistungen beispielsweise von Schülern durch Beleuchtung im Klassenzimmer mit entsprechenden Leuchtstoffröhren (mit höherem Blauanteil im indirekten Licht) zu verbessern. Eine Studie aus dem Ulmer Transferzentrum für Neurowissenschaft und Lernen (ZNL), die in Zusammenarbeit mit der Firma Osram durchgeführt worden war, ergab hier sehr wegweisende Ergebnisse (6). Bei 68 Schülern aus vier Klassen aus zwei Schulen wurde die Beleuchtung in jeweils einem Klassenraum der Schule in den Herbstferien geändert (► Abb. 3).

Man kann den Effekt von blauem Licht auf die Wachheit auch ausnutzen, um morgens die Aufmerksamkeit von Schülern zu verbessern?

Bereits vor den Herbstferien wurden alle verwendeten Testverfahren mit allen Schülern durchgeführt, um einen Ausgangswert zu haben. In den fünf auf die Herbstferien folgenden Schulwochen wurden dann pro Schule mindestens während der ersten zwei Schulstunden an mindestens vier Tagen der Woche jeweils eine Klasse im Klas-

senzimmer mit der neuen Beleuchtung beschult. Danach wurden die Test nochmals durchgeführt, wobei man in den beiden Kontrollklassen mit normaler Beleuchtung die Schüler in zwei Gruppen teilte: Die eine Gruppe wurde bei normalem Licht getestet, die andere Gruppe im Raum mit der neuen Beleuchtung.

Es zeigte sich insgesamt, dass ein verstärkter Blauanteil im Licht die Schnelligkeit des Denkens und die Aufmerksamkeit signifikant verbesserte; auch die Leistungen in verbalen und nonverbalen Gedächtnistests waren numerisch besser, erreichten jedoch keine statistische Signifikanz. Eine Mehrheit der Schüler bevorzugte die Beleuchtung mit vermehrtem Blauanteil: Äußerungen wie „das Licht macht, dass ich mich wacher fühle“ untermauern dieses Ergebnis.

Mit Licht ist es wie mit Beton: Es kommt darauf an, was man draus macht!

Halten wir fest: Die Schlafforschung der vergangenen Jahrzehnte hat immer deutlicher gemacht, wie wichtig ein normaler Schlaf für die unterschiedlichsten körperlichen und geistigen Funktionen ist, weswegen Erkenntnisse zu den Ursachen von gestörtem Schlaf glücklicherweise heute viel ernster genommen werden als früher. Entsprechend bedeutsam sind die hier dargestellten Erkenntnisse zu den Auswirkungen von blauem LED-Licht auf unseren Tag-Nacht-Rhythmus. Das bläuliche Licht der heutigen Bildschirme führt bei abendlicher Nutzung von PC, Tablett-PC und insbesondere Smartphone zu vermehrter Müdigkeit am Tag mit entsprechenden Folgen in der Schule und der Arbeitswelt. Nutzen lassen sich die Auswirkungen dieses Tageslichts mit verstärktem Blauanteil am Morgen zur Steigerung der Aufmerksamkeit und kognitiven Leistungsfähigkeit. Mit Licht ist es daher wie mit Beton: Es kommt darauf an, was man draus macht!

Literatur

1. Brainard GC, Lewy AL, Menaker M, Fredrickson RH, Miller LS, Weleber RG, Cassone V, Hudson D. Dose-response relationship between light irradiance and the suppression of plasma melatonin in human volunteers. *Brain Res* 1988; 454: 212–218.
2. Chang A-M, Daniel Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *PNAS* 2015; 112: 1232–1237.
3. Czeisler CA. Casting light on sleep deficiency (Perspective). *Nature* 2013; 497: 13.
4. Hysing M, Pallesen S, Stormark KM et al. Sleep patterns and insomnia among adolescents: a population-based study. *J Sleep Res* 2013; 22: 549–5.
5. Hysing M, Pallesen S, Stormark KM, Jacobsen R, Lundervold A, Sivertsen B. Sleep and use of electronic devices in adolescence: results from a large population-based study. *BMJ Open* 2015; 5: e006748.
6. Keis O, Helbig H, Streb J, Hille K. Influence of blue-enriched classroom lighting on students' cognitive performance. *Trends in Neuroscience and Education* 2014; 3: 86–92.
7. Khalsa SBS, Jewett ME, Cajochen C, Czeisler CA. A phase response curve to single bright light pulses in human subjects. *J Physiol* 2003; 549: 945–952.
8. Lemola et al. Adolescents' Electronic Media Use at Night, Sleep Disturbance, and Depressive Symptoms in the Smartphone Age. *J Youth Adolescence* 2015; 44: 405–418.
9. Munezawa Tet et al. The association between use of mobile phones after lights out and sleep disturbances among Japanese adolescents: Anationwide cross-sectional survey. *Sleep* 2011; 34: 1013–1020.
10. Oshima N et al. The suicidal feelings, self-injury, and mobile phone use after lights out in adolescents. *Journal of Pediatric Psychology* 2012; 37: 1023–1030.
11. Pallesen S, Hetland J, Sivertsen B et al. Time trends in sleep-onset difficulties among Norwegian adolescents: 1983–2005. *Scand J Public Health* 2008; 36: 889–95.
12. Spitzer M. Buch oder E-Book? *Nervenheilkunde* 2015; 34: 319–325.
13. Van den Bulck J. Adolescent use of mobile phones for calling and for sending text messages after lights out: results from a prospective cohort study with a one-year follow-up. *Sleep* 2007; 30: 1220–1223.
14. Wood B, Rea MS, Plitnick B, Figueiro MG. Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression. *Applied Ergonomics* 2013; 44: 237–240.
15. Yogesh S, Abha S, Priyanka S. Mobile usage and sleep patterns among medical students. *Indian J Physiol Pharmacol* 2014; 58: 100–103.
16. Zeitler JM, Dijk DJ, Kronauer R, Brown E, Czeisler C. Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: Melatonin phase resetting and suppression. *J Physiol* 2000; 526: 695–702.