



PETER HEILIG
MEDIZINISCHE
UNIVERSITÄT WIEN
UNIVERSITÄTSKLINIK
FÜR AUGENHEIL-
KUNDE UND
OPTOMETRIE
WÄHRINGER
GÜRTEL 18–20
A-1090 WIEN
PETER.HEILIG@
UNIVIE.AC.AT

ÜBER-STIMULATION

Einleitung

Visuelle Systeme und kognitive Prozesse sind kapazitiv limitiert. Unreflektierte Überfrachtung unserer Wahrnehmungsprozesse mit hochdosierten Stimuli, Signalen und redundanten Daten kann Ausfälle und Unfälle verursachen, nicht nur im Straßenverkehr, sondern auch in den Arbeits- und Freizeitszenarios.

Stimuli

Zunehmend gefährden Überreizungen (*Over-Stimulation*) und vermeidbare Ablenkungen Effektivität und Qualität der Arbeitsprozesse sowie die Sicherheit im Straßenverkehr. Stimulus-Intensitäten steigen an und Gesamtreizmengen nehmen zu. Auch die Qualität visueller Stimuli (hoher Blau-Anteil) ändert sich. Der Trend zu vermeintlich Werbe-wirksamen Superlativen verleitet die Industrie zur Entwicklung von Lichtquellen mit potentiell phototoxischen Intensitäten. Die Konkurrenz werde dadurch „in den Schatten gestellt“ (sic). Die Spiralen gegenseitigen Hinauf-Lizitierens kreieren eine Art von „Las Vegas-Effekt“: Extremes, nahezu pausenloses Licht- und Ablenkungsbombardement, begleitet von unvermeidlicher kakophonischer Begleit-„Musik“ hämmert und trommelt auf überstrapazierte Sinnesorgane und überforderte Wahrnehmungsprozesse ein – unphysiologische Formen inadäquater Überstimulation (Abb. 1).



Abb 1: High Intensity

Kinder

wachsen in eine immer grellere und lautere industrialisierte Welt hinein und werden davon geprägt. Diese Prägung („epigenetic imprinting“) bleibt nicht auf die Population der Gegenwart beschränkt. Sie wird sich, das ist mit hoher Wahrscheinlichkeit zu befürchten, auch in kommenden Generationen manifestieren (Ruhe, Stille wird „nicht vertragen“) – via epigenetischer Übertragung (1, 2). Die Verhaltensforschung berichtet bereits über Aufmerksamkeits- und Kognitionsdefizite nach Schall- und Lichtüberstimulation, resultierend in Hyperaktivität, erhöhter Risikobereitschaft, verringerte Kapazität von Kurzzeitspeichern und massiver Beeinträchtigung kognitiver Funktionen (3).

Jugendliche

Unter dem Peer-„Gruppen-Druck“ Gleichaltriger (4) werden Heranwachsende all den Mode-gewordenen Überstimulationen und offenbar unvermeidlichen Ablenkungen ausgeliefert. Blickbindungen an Displays und Monitore, Fokussierungen auf absorbierende und konsumierende „Tasks“ etc. überfordern die Reizaufnahme und beeinträchtigen kognitive Prozesse. Wie dies vor allem bei Fahrzeuglenkern zu beobachten ist, kann sich die Reaktionszeit während einer Mobil-Phone-Konversation um Besorgnis-erregende 40 % (5) verlängern. Gleichsam wie Schlafwandler bewegt sich manch jugendlicher „Somnambul-Handy-User“ auf stark frequentierten Verkehrsflächen. Eine Art „Digitaler Demenz“* droht schon in jungen Jahren.

Unter dem Einfluss von (auch alkoholischen) Energy-Drinks („binge drinking“ etc), Designer-Drogen etc. (6) nimmt das Risiko von Fehlleistungen samt möglicher fataler Folgen zu. Extreme Müdigkeit in der Folge (excessive daytime sleepiness (EDS)) kann sich gravierend bis deletär auswirken (7) (Abb. 2).



Abb 2: digital dementia

Erwachsene

Am Beispiel der ab ovo-limitierten Kapazität (8) visueller Kurzzeitspeicher (Visual Short Term Memory) wird deutlich, wie störanfällig kognitive Prozesse bei Überlastung („Overflow“) sein können. Ab einer kritischen Zahl bewegter Lichtreize („Licht am Tag“, Tagfahrlicht (DRL), besonders periphere Gesichtsfeldareale betreffend) und nach Überschreiten kritischer Licht-Stimulus-Intensitäten kann es zu massiven Ausfällen kommen (Inattentional Blindness, Repetitive Blindness, Perception Blindness, Crowding etc) (9).

Zusätzliche Ablenkungen (auditive Stimuli, auch Freisprecheinrichtungen, GPS, SMS etc.) Abb. können in der Summe kognitive Systeme heillos überfordern. Rechtzeitig-adäquate Reaktionen, in den komplex-dynamischen Situationen des Straßenverkehrs, der Arbeitsprozesse oder bei Sportausübung werden durch die ständig zunehmende Reizüberfrachtung immer stör- und fehlanfälliger.

Tagfahrlichter, immer heller und aufdringlicher, beeinträchtigen die Wahrnehmung zunehmend. Überakzentuierungen (durch DRL, Abblendscheinwerfer, Zusatz-Lichter etc.) von Kraftfahrzeugen können



Abb. 3: Ablenkungen

das deutlich *gesehene* (Netzhaut) und in der Sehrinde (Area 17) fehlerfrei verarbeitete Bild eines Kindes am Zebrastreifen in höheren kognitiven Zentren und Bahnen – sogar bei fovealer Fixation – effektiv *auslöschten* (11,12); im Klartext: „Gesehen aber nicht wahrgenommen“ (Abb. 3).

Augmented Reality (AR)

Wohlgemeinte Versuche die Wirklichkeit zu „verbessern“, attraktiver und angenehmer zu gestalten, schießen üblicherweise über das Ziel hinaus. Werbe- und Automobilindustrien bemühen sich geradezu krampfhaft, ihre Werbe-wirksam-Designs zu oktroieren. Ohne ausreichende Kenntnis der Natur visueller und kognitiver Prozesse werden Kunden „zwangsbeglückt“. AR (13) bietet unter anderem Zusatz-Displays an, Backup-Aid-Systems, See-Through-AR (in die Windschutzscheibe eingespiegelte Daten), Daten-Brillen, AntiBlend-Licht (... Teufel mit Beelzebub austreiben), sogenannte „intelligente“* Scheinwerfersysteme, nervös aufflackernde Lichter, jede Lenkraddrehung treu begleitend, Laser in Autoscheinwerfern („1000 mal so hell ...“, Las Vegas 2013), kleine Laserprojektoren am Fahrrad, welche die „Sicherheit erhöhen“ wollen. Für Schutzwege wurden grellblau strahlende Signalträger „designt“, welche „bei Bedarf“ aus dem Boden schießen. An unbeschränkten Bahnübergängen sind LED-Blink-Licht-Warn-Anlagen geplant. An jedem Zebrastreifen sind LED- ... (z. T. schon im Einsatz)... Das In-sich-Widersprüchliche der AR illustriert bereits die Übersetzung aus dem Lateinischen: *augmen, augeo*: wachsen, übertreiben, überhäufen, beglücken (Langenscheidt) (Abb. 4).

Die unumstößliche Grundregel im Straßenverkehr lautet: Jedes „verkehrsrelevante Objekt“ verdient exakt das gleiche Maß an Aufmerksamkeit. Auch solche „Objekte“, welche nicht durch Überakzentuierung (DRL) besonders „auffallen“. Weder Fußgänger noch Einspurige, aber auch verlorenes Ladegut etc. darf „übersehen“ werden. Überakzentuierte Stimuli im Gesichtsfeld ziehen die Aufmerksamkeit auf sich und lenken dabei von weniger auffälligen – dadurch vermehrt gefährdeten Objekten ab (14). *Erstes Gesetz der Prägnanz*: „Es werden bevorzugt Gestalten wahrgenommen, die sich von anderen durch

Abb. 4: AntiBlend-Licht



Abb. 5: Teddy



Abb. 6: unAuffällig



Abb. 7: Hündchen



ein bestimmtes Merkmal abheben. Alle anderen treten dadurch in den Hintergrund.“ Gestalt-Gesetze (15). Auch im Arbeitsprozess und bei der Sportausübung sind ablenkende „eye-catcher“, wie zum Beispiel falsch justierte, blendende Lichtquellen, bewegte Banden-Werbung etc., kontraproduktiv (Abb. 5).

„Die Zwischenfälle auf Zebrastreifen haben seit 2003 um rund 40 % zugenommen“ (ORF.at, 25.8.2010, Verkehrsstadtrat Ru-

dolf Schicker). Das Kuratorium für Verkehrssicherheit berichtete über „mehr Unfälle mit Kindern auf Schutzwegen, Experten stehen vor einem Rätsel“ (Bericht über die Unfallbilanz, 9.6.2006). Die Lösung des „Rätsels“: Inattentional Blindness und verwandte Phänomene – siehe oben. Grell bläulichweiß gezielt in die Augen strahlende Tagfahrlichter versus eher „unscheinbare“ Kinder, am „Schutz“-Weg, unbeleuchtet, d.h. nicht hervorgehoben durch „Überakzentuierung“. (16) (Abb. 6)

„Denn die einen sind im Dunkeln – und die anderen sind im Licht. Und man sieht nur die im Lichte. Die im Dunkeln sieht man nicht.“

Drei-Groschen-Oper (B. Brecht: Peachum wollte Macheath an den Galgen bringen ...) (Abb. 7)

Seit dem fragwürdig unethischen „Experiment“ Licht am Tag sind die Kinder (am „Schutz“-Weg) die am stärksten gefährdete Gruppe im Straßenverkehr. („Hoher Blutzoll“ Kurier, 18.3.14, Pilotprojekt: LED-Technik)

Tagfahrlicht verstößt gegen Kinderrechte:
<http://www.kinderrechte.gv.at/home/>,
<http://www.kija.at/index.php/kinderrechte>,
<http://plato.stanford.edu/entries/rights-children/>

Weiters verstößt DRL gegen:

Convention Concerning The Power of Authority, Law in Respect of the Protection of Infants (1969), The bond of Protection, The Principle of Equality, 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 Art. 2 Abs. 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.

Attorney-at-Law Dr. Gerald G. Sander, M.A. Mag rer.publ.

Licht-Intensität

Wachstum um des Wachstums willen ist die Ideologie der Krebszelle.

Edward Abbey

Die Intensitäten und Mengen „moderner“ künstlicher Lichtquellen wachsen buchstäblich in den Himmel, scheinbar schrankenlos und in exponentiellen Phasen. Die angeblich hellste Lichtquelle des Planeten (Super-Sky-Beamer in Las Vegas), der hellste Fahrradscheinwerfer (von der Raumstation aus erkennbar) oder Kinder-Spielzeug mit eingebauter HI-LED-Licht-„Kanone“ produzieren phototoxische „verirrte“ Lichtstrahlen (erinnern an das „Friendly Fire“). Laser-Autoscheinwerfer der Superlative, „tausendmal heller“, präsentiert in Las Vegas; Laser-Projektoren am Fahrrad, „zur Verbesserung der Verkehrssicherheit“ etc. sind vorläufige Höhepunkte einer fragwürdigen Entwicklung. Indolente (Schmerz-unempfindliche) Messgeräte in Lichtlabors liefern beängstigend hohe Werte („eine Million asb“ z. B.). Blendung-Schmerzen fungieren als Warnsignal, vergleichbar den unangenehmen Sensation oder Schmerzen bei Überdehnung eines Gelenkes: „Bis hierher und nicht weiter!“, melden empfindliche Sensoren dem Gehirn (Abb. 8).

Lichtschäden der Netzhaut (17, 18) können akut auftreten oder sich summieren (temporal summation) – als Folge zahlloser retinaler Licht-Stress-Traumata. Prä-

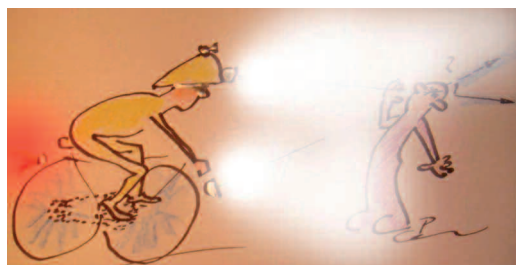


Abb. 8: RadLeuchte



Abb. 9: BambiBlue

dispositionen: epigenetische und genetische Faktoren sowie eine Reihe von Zusatznoxen.

Spektren

Grell-bläulich-weißes Kunstlicht erobert immer mehr die Arbeits-, Handel-, Straßenverkehr-, Sport- und Freizeit-Szenarien. Bläuliches Licht, so wird berichtet, erhöhe die Vigilanz (Blaulicht-Wecker) Abb, verbessere Arbeitseifer, Kauflust und Lernverhalten. Es findet zunehmend Eingang in alle Lebensbereiche, von Kinderkrippen bis zu Altersheimen. Sogar als „aufhellendes“ Remedium bei seniler Demenz wurde es – mit zweifelhaftem Erfolg – eingesetzt („Blau-Licht-Brille“). Blaues Licht lenkt ab, streut stärker und kann empfindlich blenden. Parallel einfallende blaue Lichtstrahlen werden – im emmetropen Auge – vor der Netzhaut, im Glaskörper gebrochen; dieser Effekt reduziert das Kontrast-Sehen. Blau macht das Auge passager „kurzsichtig“. Gelb-Filter und gelbliches Licht reduzieren den „Blue Blur“ durch das Wegfiltern von chromatischen Aberrationshöfen. Gelb verbessert messbar das Kontrast-Sehen (19, 20, 21, 22) (Abb. 9).

Auch in Goethes Farbenlehre kommt das Blau nicht gut weg: : „So wie Gelb immer ein Licht mit sich führt, so kann man sagen, daß Blau immer etwas Dunkles mit sich führe. Diese Farbe macht für das Auge eine sonderbare und fast unaussprechliche Wirkung. Sie ist als Farbe eine Energie; allein sie steht auf der negativen Seite ...“ (JWG: Zur Farbenlehre. Sinnlich sittliche Wirkung der Farbe). Die geringe Gesamtzahl (5–10 %) der „blauen“ Zapfen (S-cones) und ihr Fehlen in der Netzhautmitte (22, 23) machen verständlich, warum Blau einen relativ geringen Beitrag zur Qualität zentraler Sehschärfe leistet.

Resumée

Nach dem überschießenden „Ausschwingen des Pendels“ drängt sich eine überfällige Kurskorrektur auf: Ein Gegensteuern mit „Licht-Hygiene“ zum Beispiel; durch Reduktion potentiell krankmachend phototoxischer Intensitäten (Blendungen) und kurzweilig-energiereichen Lichts

(grell-bläulichweiß) – und schlussendlich das Aus der „Lethal Lights“ (24, 25): DRL-OUT. Weltweit.

Epilog

Die Reizüberflutung überschritt den Grad der Sättigung – durch „Stimulus-Over-shoot“ – ein Phänomen, welches an das Maßlose des „Earth Overshoot“-Tages erinnert. Es reicht.

Anmerkung

* „Digitale Demenz“: kognitive, emotionale, soziale und rationale Defizite infolge unkontrollierbaren Digital-Abusus („Sucht-Verhalten“), Spitzer M. (2012): Digitale Demenz. Bastei Lübbe.

Sinnvolle Lichteinheit: Troland:

“A unit of visual stimulation at the retina equal to the illumination per square millimeter of pupil received from a surface of 1 lux brightness.”

Origin: L.T. Troland, U.S. Physicist,
1889–1932

Literatur

- 1 Jablonka E (2012). Epigenetic variations in heredity and evolution. *Clin Pharmacol Ther*; 92(6): 683–688.
- 2 Lambertini L (2014). Genomic imprinting: sensing the environment and driving the fetal growth. *Curr Opin Pediatr*; Feb 15. [Epub ahead of print].
- 3 Christakis DA, Ramirez JSB, Ramirez JM (2012). Overstimulation of newborn mice leads to behavioral differences and deficits in cognitive performance. *Scientific Reports* 2; Art # 546.
- 4 Nesdale D, Durkin K, Maass A, Kiesner J, Griffiths J, Daly J, McKenzie D (2010). Peer group rejection and children's outgroup prejudice; *J Applied Developmental Psychology* 31(2): 134–144.
- 5 Haque MM, Washington S (2014). A parametric duration model of the reaction times of drivers distracted by mobile phone conversations *Accident Analysis and Prevention* 2: 42–53.
- 6 Kponee KZ, Siegel M, Jernigan DH (2014). The use of caffeinated alcoholic beverages among underage drinkers: Results of a national survey; *Addictive Behaviors* 39 (1): 253–258.
- 7 Avis KT, Gamble KL, Schwebel, DC (2014). Does excessive daytime sleepiness affect children's pedestrian safety? *Sleep* 37 (2); 283–287.
- 8 Delvenne JF (2012). Capacity limits in visual short-term memory *Psychology of Memory*: 207–228.
- 9 Heilig P (2007). Arbeitsplatz Lenkrad. Sicht und Sicherheit; *Österr Forum ArbMedizin* 01(07): 16–19.
- 10 Cavallo V, Pinto M (2012). Are car daytime running lights detrimental to motorcycle conspicuity? *Accident Analysis and Prevention* 49: 78–85.
- 11 Slavich GM, Zimbardo PG (2013). Out of Mind, Out of Sight: Unexpected Scene Elements Frequently Go Unnoticed Until Primed; *Current Psychology* 32 (4); 301–317.
- 12 Drew T, Vö ML-H, Wolfe J.M (2013). The Invisible Gorilla Strikes Again: Sustained Inattention Blindness in Expert Observers; *Psychol Science* 24 (9); 1848–1853.
- 13 Gabbard JL, Fitch GM, Kim H (2014). Behind the glass: Driver challenges and opportunities for AR automotive applications; *Proceedings of the IEEE* 102 (2) Article # 6704805: 124–136.
- 14 Zenon A, Filali N, Duhamel J-R, Olivier E (2010). Saliency representation in the parietal and frontal cortex; *J of Cognitive Neuroscience* 22 (5): 918–930.
- 15 Staudinger MR, Fink GR, Mackay CE, Lux S. (2011). Gestalt perception and the decline of global precedence in older subjects. *Cortex* 47(7): 854–862.
- 16 Heilig P, Rieger G (2012). Gesundheit und Licht-Hygiene; *Int Praxis, Arznm, Th-Kritik, Med u. Umwelt* (2012/Folge1): 215–232.
- 17 Heilig P, Rozanova E, Godnic-Cvar J (2009). Retinal Light Damage Spektrum Augenheilkd 23, 240–248.
- 18 Contín MA, Arietti MM, Benedetto MM, Busi C, Guido ME(2013). Photoreceptor damage induced by low-intensity light: model of retinal degeneration in mammals; *Molecular Vision* 19: 1614–1625.
- 19 Rieger G (1992). Improvement of contrast sensitivity with yellow filter glasses; *Can J Ophthalmol* 27 (3): 137–138.
- 20 Lacherez P, Saeri AK, Wood JM, Atchison D.A, Horswill MS (2013). A yellow filter improves response times to low-contrast targets and traffic hazards; *Optometry and Vis Science* 90 (3): 242–248.
- 21 Davison JA, Patel AS, Cunha JP, Schwiagerling J, Muftuoglu (2011). Recent studies provide an updated clinical perspective on blue light-filtering IOLs. *O.Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 249(7): 957–68.
- 22 Zrenner, E (1983). 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*.
- 23 Calkins DJ (2001). Seeing with S-cones. *Progr Ret and Eye Res* 20 (3): 255–287.
- 24 <http://player.vimeo.com/video/30590238>
- 25 http://www.lightmare.org/Expert_opinion.htm