

Light Life – Geschlechterspezifische Wirkungsforschung von LED-Beleuchtung

Gender-Specific Research on the Impact of LED Lighting

Birgit Schulz

Seitdem 2001 entdeckt wurde, dass es im menschlichen Auge neben Stäbchen und Zapfen zum Sehen auch melanopsinhaltige Ganglienzellen gibt, die als circadianer Fotorezeptor arbeiten, widmen sich Lichtforschung und -technik neben den visuellen auch verstärkt den biologischen Wirkungen des Lichts. Die Berücksichtigung der nichtvisuellen Effekte des Lichts auf den Menschen kann die Lebensqualität deutlich verbessern.

Licht hat eine wichtige Zeitgeberfunktion für biologische Organismen: Es steuert die circadiane Rhythmik und beeinflusst damit einhergehend den Stoffwechsel (Melatonin, Serotonin, Vitamin D, Cortisol) beziehungsweise kognitive und psychische Funktionen, wie Stimmung, Leistungs-, Konzentrations- und Merkfähigkeit. Die potenziellen Lichtwirkungen sind dabei alters- und tageszeitabhängig. Mit den neuen technischen Möglichkeiten und bereits verfügbaren Lichtsteuerungen ergeben sich somit zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten für den beruflichen und privaten Alltag.

Wissenschaftliche Erkenntnisse der letzten Jahre zeigen, dass Licht einen weitaus stärkeren Einfluss auf die Physiologie hat, als dies bisher bekannt war. Die Berücksichtigung der biologischen (circadianen) Wirkung des Lichts über fotosensitive Rezeptoren im Auge wird bei der architektonischen Lichtgestaltung der Zukunft eine erhebliche Rolle spielen. Die humanwissenschaftlichen Grundlagen für diese zukünftige physiologische Beleuchtungstechnik sind erst ansatzweise erforscht.

Beleuchtungssysteme der Zukunft

Beleuchtungssysteme werden in Zukunft nicht nur eine rein lichtgebende Funktion haben, sondern zunehmend auch physiologische und psychologische Wirkungen des Lichts auf den Menschen berücksichtigen. Dies wirft nicht nur technische Fragestellungen hinsichtlich der Leuchtensteuerung und des Mensch-Leuchte-Interface auf, sondern erfordert auch ein grundsätzliches, fundiertes >

In 2001, it was discovered that the human eye does not only need rods and cones to see but also ganglion cells containing melanopsin, which act as circadian photoreceptors. Since then, light research and light technology has increasingly focused on the biological effects of light in addition to the visual effects. Taking into account non-visual effects of light on humans can substantially improve quality of life.

Light has an important timer function for the biological organism. It controls the circadian rhythm, thereby influencing the metabolism (melatonin, serotonin, vitamin D, cortisol) as well as cognitive and mental functions, such as mood, performance, concentration and memory skills. However, potential effects of light depend on age and the time of day. New technological possibilities together with available light regulation technology result in numerous new possibilities for applications at work and at home.

Scientific discoveries made over the last years show that light has a much stronger impact on physiology than was previously known. Taking into account the biological (circadian) effect of light via photosensitive receptors in the eye will play an important role in architectonic lighting design in the future. In human science, research into the scientific basis for this future physiological light technology remains rudimental.

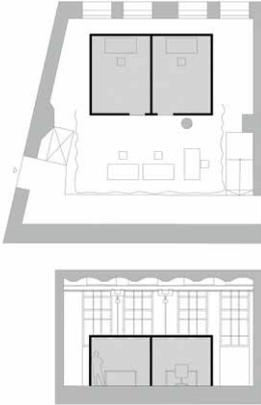
Lighting systems of the future

Future lighting systems will not only provide light but to an increasing extent will also account for physiological and psychological effects on humans. This not only raises questions on lighting controls and human-luminaire interfaces, but also requires a basic knowledge of possible differences in requirements of women and men, younger and older persons, on the quality of light. The psychophysiological effects of light characterised by different >



Birgit Schulz ist Senior Scientist und wissenschaftliche Leiterin des Light LAB am Institut für Raumgestaltung unter der Leitung von Irmgard Frank. Ihre Forschungstätigkeit konzentriert sich auf die interdisziplinären Zusammenhänge von Licht und Mensch innerhalb eines architektonischen Diskurses. Sie hat die Projektleitung des FFG Forschungsprojekts Light Life an der TU Graz.

Birgit Schulz is senior scientist and academic director of the Light LAB at the Institute of Spatial Design under the direction of Irmgard Frank. Her research focuses on the interdisciplinary connections between light and humans within an architectonic discourse. She manages the FFG research project Light Life at TU Graz.



© TU Graz

Abbildung 1:
Räumliche Situation des Versuchsaufbaus im LightLAB.

Figure 1:
Spatial situation of experimental set-up in the LightLAB.

Wissen über mögliche unterschiedliche Auswirkungen sowie Anforderungen von Männern und Frauen, älteren und jüngeren Personen an die Ausprägung von Licht. Die psychophysiologische Wirkung unterschiedlicher technischer Lichtvariablen auf den Menschen ist schon seit längerem Gegenstand der Forschung.

Geschlechts- und altersspezifische Unterschiede sind aber in ihrer Wirkung noch kaum erforscht, wie es überhaupt bisher nur wenige publizierte Studien über individuell gestaltbare und personen-spezifisch angepasste Beleuchtungssysteme/ Lichtbedingungen und deren mögliche Auswirkungen für die Nutzerin oder den Nutzer gibt. Dynamische Lichtsysteme werden jedoch bereits umfangreich am Markt als „an den Biorhythmus angepasst“ beworben und in Betrieben und Privathaushalten installiert. Daher besteht ein allgemeiner und dringender Bedarf an kontrollierten Studien, die potenzielle Wirkungen unterschiedlicher Lichtbedingungen systematisch untersuchen und wissenschaftlich fundiert argumentieren können.

Solche Untersuchungen sind aber entscheidend, um die Nützlichkeit und Akzeptanz von technischen Beleuchtungsprodukten für Nutzende aller Geschlechter- und Altersgruppen zu erhöhen.

Gendersensitive Forschung

Ausdrückliches Ziel des Projekts Light Life ist es, geschlechts- und altersspezifische Unterschiede in der Wirkung diverser Lichtvariablen, wie zum Beispiel Farbtemperatur und Beleuchtungsstärke, auf den Menschen festzustellen. Zu diesem Zweck wurde ein zweistufiger Versuchsplan durchgeführt, in dem Proband/innen aus vier unterschiedlichen Gruppen (Männer zwischen 18 und 30 Jahren, Frauen zwischen 18 und 30 Jahren, Frauen zwischen 50 und 80 Jahren sowie Männer zwischen 50 und 80 Jahren) diverse Lichtsituationen im Kontext von Aktivitäts- und Erholungssituationen erlebten. Mittels psychophysiologischer Untersuchungen (zum Beispiel Fragebögen, Messung der Herzfrequenzvariabilität etc.) wurde die Wirkung unterschiedlicher Lichtsituationen auf Menschen verschiedener Ge-

technical variables on humans have been investigated for a long time.

Little research has been undertaken into gender and age-specific differences of their effects and there are very few published studies on individually designable and personalised lighting systems/ lighting conditions and their possible impacts on the user. However, dynamic lighting systems are already being advertised extensively on the market as being "adapted to biorhythms" and have been installed in companies and in private households. This means that there is a general and urgent need for controlled studies which can systematically investigate and provide scientifically sound arguments for the potential effects of different lighting conditions. Moreover, such investigations are of high relevance for the optimization of usability and acceptance of lighting products for users of all ages and genders.

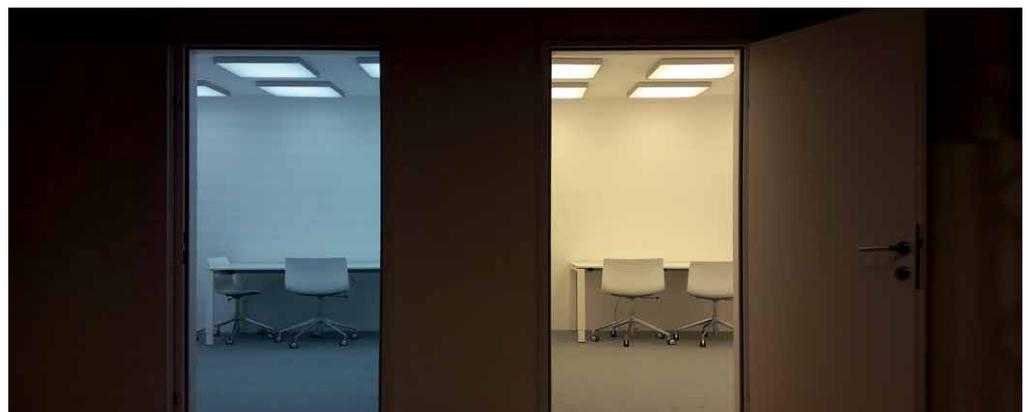
Gender-sensitive research

The goal of the project Light Life is to understand gender- and age-related differences in the effects of different lighting variables such as colour temperature and illumination level. For this purpose, a two-stage experimental plan made use of test persons from four different groups (men aged 18-30 years, women aged 18-30 years, women aged 50-80 years, men aged 50-80 years) that were exposed to various lighting situations related to activating and relaxing settings. By means of psychophysiological investigations (questionnaires, measurements of heart rate variability, etc.) the effect of various lighting situations on the different groups were assessed and a gender and age-specific model of lighting effects (comfort, discomfort) derived.

Another goal is to provide technical recommendations for the development and implementation of future solid-state lighting systems, translating the model of lighting effects into lighting parameters. This also makes it possible to achieve the higher-level goal of enabling the development of next-generation lighting systems that consider gender and age aspects, which are adjusted to biological rhythms and support psychophysiological functions

Abbildung 2:
Für beide Versuchsreihen wurden die Lichtsituationen im LightLAB | Institut für Raumgestaltung im realräumlichen Kontext dargestellt.

Figure 2:
In both series of experiments, the light situation in the LightLAB | Institute of Spatial Design is shown in the context of real spaces.



© TU Graz

schlechts- und Altersgruppen bestimmt. Davon wird ein geschlechts- und altersspezifisches Modell der Lichtwirkung (Komfort, Diskomfort) abgeleitet.

Das zweite Ziel besteht darin, technische Empfehlungen für die Weiterentwicklung und Umsetzung zukünftiger LED-Beleuchtungssysteme bereitzustellen, wobei hierfür das Modell der Lichtwirkung in lichttechnische Kenngrößen übersetzt wird. Damit wird die Erreichung eines übergeordneten Ziels unterstützt, nämlich der Entwicklung zukünftiger Beleuchtungssysteme hin zu spezifisch menschengerechten Systemen, die dem Biorhythmus angepasst sind und weitere psychophysiologische Funktionen wie zum Beispiel Aktivierung, Konzentrationssteigerung, Wohlbefinden oder Beruhigung der Benutzerinnen und Benutzer fördern.

Zur Durchführung dieser Studien wurden lichttechnisch (spektral und in der Helligkeit) anpassbare Lichtquellen auf die Versuchsplanung hin gezielt um weitere Funktionen erweitert, derzeit ist das Projekt in der zweiten Versuchsphase.

Für die Auswertung der psychophysiologischen Untersuchungen und zur Bestimmung der Wirkungen von physikalisch messbaren lichttechnischen Parametern ist eine korrekte Dateninterpretation und Modellierung hinsichtlich physiologischer und diverser latenter Größen (z. B. Wohlbefinden, Konzentrationsfähigkeit) erforderlich, wobei bewusste und unbewusste Wahrnehmungen geschlechtsspezifisch adäquat berücksichtigt werden. Damit setzt das Projekt einen zukunftsweisenden Schritt in Richtung geschlechts- und altersgerechter Lichtsysteme, die zudem psychophysiologische gruppenspezifische Funktionen unterstützen.

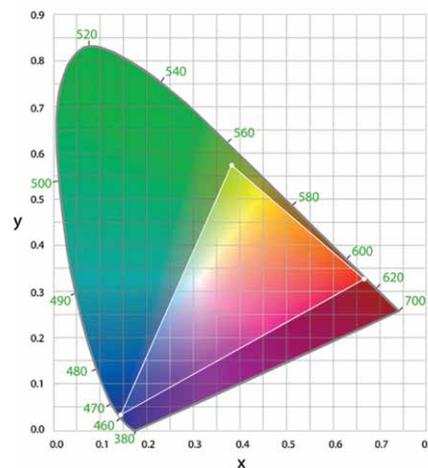
Am Projekt beteiligt sind JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (Konsortialführung); Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung GmbH; Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH und die Technische Universität Graz, Institut für Raumgestaltung.

Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Programm „Talente“ der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG gefördert. ■

such as activation, vividness, concentration, well-being, or relaxation of humans.

This study will use light sources adjustable in spectral output and brightness, whose capabilities shall be expanded by targeted functions. To evaluate the psychophysiological measurements and determine the effect of physically measurable photometric parameters, a correct interpretation of the data and modelling of physiological and various latent quantities (well-being, vividness, ability to concentrate, etc.) is required. Conscious or unconscious perceptions will be considered, dependent on the gender aspect. The project aims at setting a landmark towards gender- and age-related lighting systems that support psychophysiological functions.

Project partners are



© Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH

Abbildung 3:
Die Studie wurde mit der Firma Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH durchgeführt. Im Experiment konnte die Beleuchtungsstärke von 350 lx bis 5500 lx, die Farbtemperatur von 2500 K bis 7000 K und $\Delta u'v'$ von -0.02 bis 0.02 eingestellt werden.

Figure 3:
The study was conducted using PI-LED technology from the company Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH. In the experiment, it was possible to set the lighting strength from 350 lx to 5500 lx, the colour temperature from 2500 K to 7000 K, and $\Delta u'v'$ from -0.02 to 0.02.

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH; Human Research Institut of Health Technology and Prevention Research GmbH; Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH; Graz University of Technology, Institute of Spatial Design.

The project is funded by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology as part of the "Talents" programme of the Austrian Research Promotion Agency (FFG). ■