



# Die Eigenschaften von Licht

...und was im Büro davon übrig bleibt.

Text: Prof. Susanne Brenninkmeijer, PLDA

*Als Lichtdesigner haben wir uns alle mit der Wirkung von Licht auf den Menschen und seine davon abhängigen biologischen wie auch physiologische und psychologische Prozesse beschäftigt. Als Nutzer nehmen wir relativ selbstverständlich hin, was uns an Licht geboten wird. Dabei ist bekannt, dass schlechtes Licht, besonders am Arbeitsplatz, die Ursache für Unproduktivität oder gar Krankheit sein kann.*



Die Wirkungen des Lichtes auf den Menschen sind vielfältig. Beginnend mit der offensichtlich wichtigsten Funktion, visuelle Informationen zum Auge zu transportieren und somit Dinge für uns wahrnehmbar zu machen. In diesem Sinne ist die menschliche Toleranz unterschiedlicher Quantitäten und Qualitäten von Licht unglaublich groß, da das System Auge-Gehirn, das für diese Wahrnehmung zuständig ist, außerordentlich anpassungsfähig ist, außerdem anpassungsfähig ist, außerdem anpassungsfähig ist.

Je weiter die Lichtverhältnisse vom Idealzustand – und hier nehmen wir das diffuse Tageslicht – entfernt sind, desto mehr Anpassung muss von Seiten des Wahrnehmungssystems erfolgen. Anpassung bedeutet für den menschlichen Organismus Verbrauch von Energie. Da wir 25 Prozent unseres gesamten Energiehaushaltes für den Wahrnehmungsprozess benötigen, ist leicht vorstellbar, dass bei anspruchsvollen Sehaufgaben dieser Wert noch weiter gesteigert wird. Nach zwei Stunden im Grafikabinett eines Museums muss dringend die Cafeteria aufgesucht werden, um neue Energie zu tanken, oder es muss zumindest eine Pause eingelegt werden!

Die Aufnahme von Informationen, deren Erkennen, das Einordnen in die bereits vorhandenen Informationen; dieser Prozess ist äußerst energieaufwendig. Mit wachsenden Informationen, die visuell aufgenommen werden, wächst auch die Anzahl der Verbindungen im Gehirn, was auf der einen Seite Energie kostet, auf der anderen Seite einen Gewinn zusätzlichen Wissens bringt. Ungefähr 80 Prozent dieses Wissens aus der Umwelt nimmt ein normal-sichtiger Mensch über den Gesichtssinn auf. Die Vermittlung dieser Umweltinformationen an das Auge erfolgt durch das Licht. Aus dieser Motivation heraus wird Licht auch

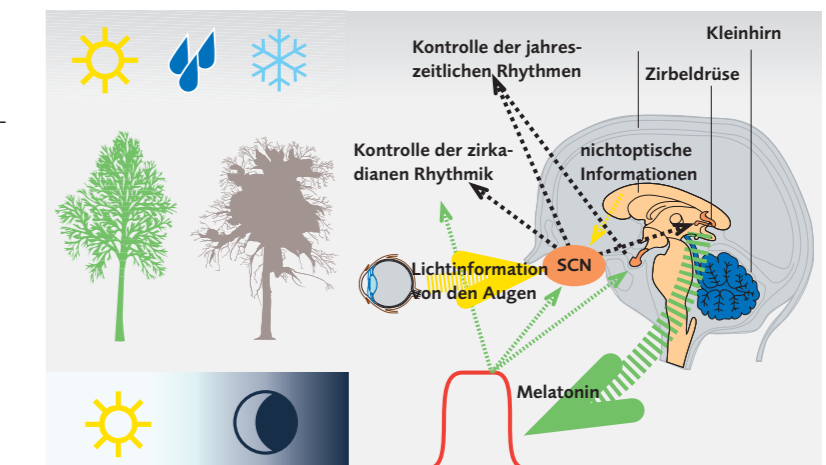
als Quelle des Wissens bezeichnet. Licht ist das Symbol für Leben, metaphorisch und faktisch, denn alle Lebewesen benötigen Licht zum wachsen und gedeihen – Licht als Lebensspender. Nicht nur für niedere Lebewesen, Photosynthese und ähnliche Prozesse, sondern für sämtliche Prozesse im menschlichen Körper ist Licht der Antriebsstoff. Auch Tiere sind diesem Naturgesetz zum größten Teil unterworfen, denn immerhin sind mehr als 90 Prozent der Gene des Menschen deckungsgleich mit denen der Tierwelt. Sogar 98 Prozent unserer Gene entsprechen denen von Affen.

Alle rhythmischen biologischen Prozesse im Körper werden durch das Tageslicht in natürlicher Weise angeregt, ausgelöst oder gesteuert. Aufgenommen vom Auge, weitergeleitet an das Gehirn, gesteuert über unterschiedliche Drüsen im Gehirn, weitergegeben über das autonome Nervensystem, lenkt natürliches Licht die Prozesse im Energiehaushalt, Wachstum und Reife, Kreislauf und Atmung. Hierdurch beeinflusst das Tageslicht die Gefühle, die Vermehrung, die Temperatur und die Wach- und Schlafphasen. Auch die unterschiedlichen jahreszeitlichen Aktivitäten sind tageslichtgesteuert. Verantwortlich für die Aufnahme der Lichtinformation im Auge und die Umwandlung in elektrische Signale zur Weiterleitung an das Gehirn, ist das erst im Jahr 2002 vom Neurobiologen David Berson entdeckte, fünfte Rezeptor im Auge. Es steuert maßgeblich den Melatoninhaushalt. Es handelt sich hierbei um ein zusätzliches, nicht für das Sehen bestimmte Rezeptor, das über das Photopigment Melanopsin Licht aufnimmt und über einen biochemischen Prozess die Zirbeldrüse im Gehirn, die das Schlafhormon Melatonin produziert, steuert. Mittels der ausgesendeten Signale dieses Re-

zeptors wird der circadiane Rhythmus mit allen Körperfunktionen gelenkt. Das Licht als Taktgeber. Es reguliert somit Schlaf und Wachphasen. Lässt man Menschen längere Zeit ohne Tageslichtbezug leben, pendelt sich der 24-Stunden-Rhythmus je nach Typ auf einen festen Rhythmus zwischen 23 und 25 Stunden ein. Wenn wir uns nun vergegenwärtigen, dass der heutige Büroarbeiter je nach Jahreszeit etwa acht Stunden am Tag im Büro fast tageslichtunabhängig ist, kann man sich ohne großes Fachwissen leicht ausmalen, dass dies die oben genannten natürlichen Prozesse des Kör-

Nachtarbeitern als Folge der unterdrückten Melatoninproduktion und deren resultierenden Körperfunktionsstörungen um über 35 Prozent höher ist als bei Menschen, die nach ihrem natürlichen Biorhythmus leben. Daher ist Nachtarbeit auch nur in Notfällen und in Wechselschichten akzeptabel, denn mit den mittlerweile gewonnenen Erkenntnissen grenzt das stark an Körperverletzung.

Abhilfe in Grenzen kann eine dynamische, sich farblich und quantitativ verändernde Beleuchtung am Arbeitsplatz schaffen. Um den Tagesablauf nachzuvollziehen oder in



Die Steuerung der Melatoninsekretion ist von dem Tageslicht abhängig.

pers massiv stören muss. Wird der natürliche Rhythmus permanent gestört, so hat dies kurzfristige und langfristige Folgen. Die kurzfristigen können sich in Kopfschmerzen, Unlust oder Unproduktivität äußern, die langfristigen meist in Schlafstörungen oder letztendlich gar schweren Krankheiten wie Krebs. Noch extremer davon betroffen sind Menschen in Nachtschichten, die komplett gegen ihren natürlichen Rhythmus arbeiten. Studien haben gezeigt, dass die Krebsrate bei

Bereichen zu unterstützen, an denen nicht genügend Tageslicht im Gebäude vorhanden ist, muss die Anpassung des Kunstlichtes dabei genauso kontinuierlich geschehen, wie im natürlichen Tageslichtverlauf.

Durch das Adaptionsvermögen des Auges nehmen wir diese qualitativen und quantitativen Veränderungen des Lichtes nicht bewusst wahr. Das Wahrnehmungssystem bedient sich dieser Adaptionsmechanismen, um dem Menschen ungeachtet der vorherrschenden Lichtverhältnisse



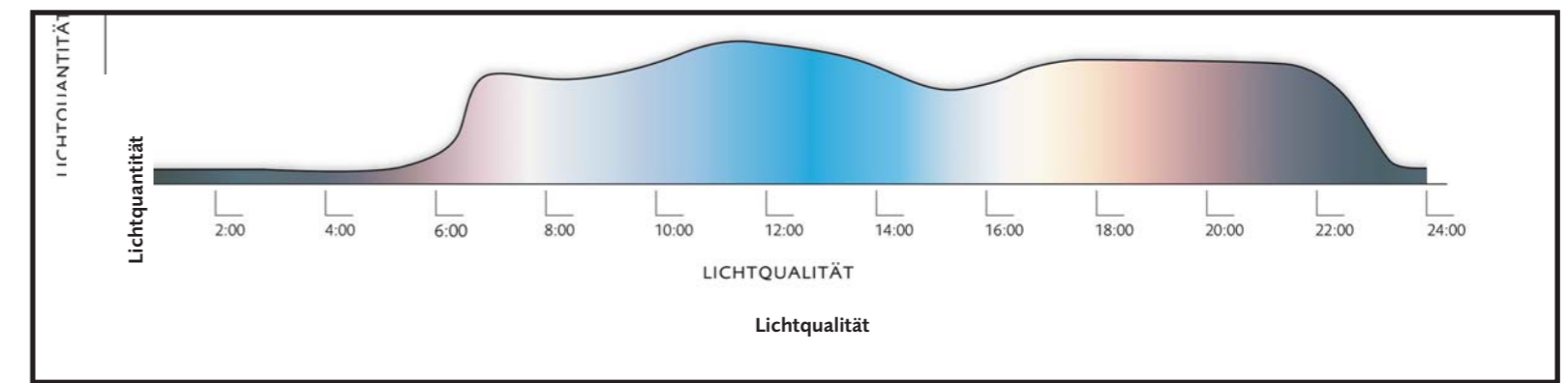
die bestmögliche Wahrnehmung zu ermöglichen. Tests mit derartig gestalteten dynamischen Kunstbeleuchtungen zeigen, dass die Aufmerksamkeit und die Produktivität während der Arbeitsstunden steigen, die Erholungsphasen dazwischen besser greifen und in den Ruhephasen der Schlaf besser eintritt. Ruhephasen dienen der Rekreation der Körper- und Organfunktionen und sind daher äußerst wichtig. Besonders nächtliche Schlafphasen wirken in diesem Sinne. Im Rahmen des Tagschlafes ist die Rekreation nur begrenzt, beziehungsweise fast gar nicht vorhanden. Eine der Voraussetzungen für einen ausreichend tiefen Nachtschlaf sind, laut aktueller Forschungsergebnisse, täglich mindestens drei Stunden ungefilterter Tageslichtgenuss. Hier steckt ein Faktor des Dilemmas vieler Personen, die über Tag das Büro nicht verlassen, und besonders der Nachtarbeiter.

Quantitative und vor allem qualitative Veränderungen der Lichtverhältnisse werden nur bewusst wahrgenommen, wenn sie in schnellen Sprüngen erfolgen und wenn folglich das Anpassungsvermögen des visuellen Systems zeitlich hinterherhinkt. Daher sind Versuche mit individuell einstellbaren Lichtfarben und -mengen in Büros oder an Arbeitsplätzen eher zweifelhaft, da sie Anpassungsarbeit erfordern, obwohl sie von Seiten der Nutzer auf Grund ihrer Individualität große Akzeptanz erfahren. Kritik an diesem Konzept besteht nicht nur in der Sinnfrage, sondern auch in der Lichtwirkung eines Gesamtgebäudes innen und nach außen hin.

Da wir im Büro mittlerweile hauptsächlich mit Kunstlicht umgehen ist

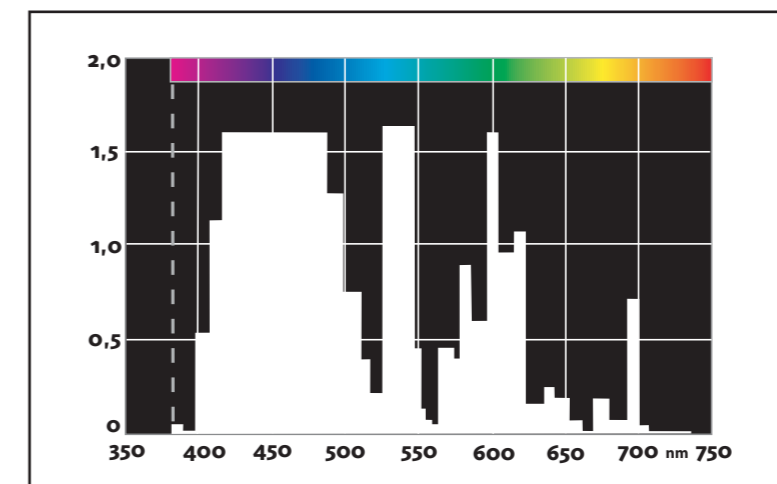
es wichtig, dass das Spektrum der Leuchtmittel möglichst kontinuierlich ist. Dies ist bei Verwendung von Leuchtstofflampen nur mittels einer Kombination mit anderen Leuchtmitteln zu verbessern, jedoch nicht zu erreichen. Besonders wichtig, im Sinne des biologischen Einflusses auf den menschlichen Organismus, sind die blauen und auch die ultraviolette Strahlungsanteile, da sich in diesem Bereich der Wellenlängen der Empfangsbereich des fünften Rezeptors im Auge befindet. Dieser steuert über die Zirbeldrüse maßgeblich den Tag-Nacht Rhythmus. Die Produktion des fälschlicherweise Schlafhormon genannten Melatonins (Melatonin steuert nur den Rhythmus, nicht aber den Schlaf. Melatonin also ist ein Steuerungshormon.) aus der Zirbeldrüse, wird durch Licht – und in diesem Falle besonders durch kurzwelliges Licht – und durch UV-Strahlung im nicht sichtbaren Spektralbereich unterdrückt. Diese Spektralanteile sind im Licht von Leuchtstofflampen vorhanden. Die Einwirkung dieser Wellenlängen hat zur Folge, dass der Mensch aktiv wird. Jedoch ist diese Art der Lichteinwirkung auf die Dauer auch nicht ratsam, da der Körper dadurch das Stresshormon Cortisol ausschüttet, das die Aufmerksamkeit steigert. Zur Entspannung muss es dann wieder Licht im eher wärmeren Spektralbereich und möglichst in indirekter Abstrahlung sein.

Diese warmen Rotanteile des Lichtes dienen dem Körper zur Regeneration der Nervenzellen. Alle nicht reproduzierbaren Zellen, wie zum Beispiel die Nervenzellen, wozu besonders Zellen in den Sinnesorganen gehören, werden mittels roten Lichtes zur Regenerierung angeregt.



Grafik2: Die quantitativen und qualitativen Veränderungen binnen 24 Stunden.

Hier liegt eines der gravierendsten Probleme für die Anwendung des Leuchtstofflampenlichtes, dem diese Rotanteile fast völlig fehlen. Auch eine Kombination von Leuchtstofflampen im Sinne der additiven Farbmischung in rot, grün und blau bringt kein auch nur annähernd gutes Ergebnis, da weiterhin Lücken im Spektrum bleiben (Grafik 3). Das Optimum für Kunstlicht in diesem Sinne wäre eine Kombination von Leuchtstofflampen mit Glühlampen, die ein kontinuierliches Spektrum mit hohem Rotanteil und geringem Blauanteil aufweisen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist dies jedoch generell in Büroräumen unmöglich. Hier liegt der potentielle Entwicklungsweg der Lampen- und Leuchtenhersteller, und hier liegt auch noch Entwicklungspotential der Planer. Die Industrie muß sich verstärkt auf die Entwicklung, dem Menschen dienenden Lichtes konzentrieren. Bei einigen Leuchtenherstellern ist dies bereits seit längerer Zeit angekommen. Somit ist die Lampenindustrie verstärkt aufgefordert, mehr Entwicklungspotential hierin zu investieren. In Zeiten, in denen herkömmliche Glühlampen bereits in einigen Ländern verboten werden, muss ein Aufschrei durch die Reihen der Lampenhersteller gehen und die Forschungs- und Entwicklungsarbeit muss verstärkt in dieser Richtung betrieben werden. Hierbei ist jedoch ebenfalls zu beachten, dass Photobiologen vor dynamischen Lichtinstallationen oder dem Einsatz von Kunstlicht zu dem, was sie „Photodoping“ nennen und was die Bestrahlung mit hoher Quantität des Lichtes einer kalten Lichtfarbe bedeutet, noch warnen, da bisher keine Ergebnisse von Langzeitversuchen vorliegen. Eine fachübergrei-



Grafik 3: RGB-Mischung mittels Leuchtstofflampen

fende Forschungsaktivität wäre wünschenswert.

Von baulicher Seite muss eine Trendwende eingeleitet werden, in der Sonnen- und Wärmeschutz im Büro durch architektonische, Schattenswerfende Maßnahmen realisiert werden und nicht durch nachträglich angebrachte Sonnenschutzmaßnahmen, um lediglich die geforderten Normen zu erfüllen. Die Architektur muss sich wieder mehr nach dem Tageslicht ausrichten; nicht primär dessen Ausgrenzung, sondern dessen intelligente Einbeziehung planen. Hier sind nicht Glasarchitekturen gemeint, in denen diffuses Tageslicht durch Sonnenschutzglas bis in den letzten Winkel der

Räume dringt und in denen anscheinend das Ziel der Abschaffung von Schatten und derartigen Modulationen verfolgt wird. Der oftmalige Einsatz von Sonnenschutzglas aus thermischen Gründen, das hauptsächlich die Infrarot- und Rotanteile herausfiltert, ist durch die bereits gewonnenen Erkenntnisse im Sinne der Lichtbiologie ohnehin ein Irrweg. Es sei denn, man verordnet allen Menschen dahinter täglich einige Stunden natürliches, ungefiltertes Tageslicht und lesen in den Abendstunden unter der guten alten Glühlampe.

Für permanente Arbeits- und Aufenthaltsbereiche von Menschen ist deren Tageslichtbedarf höher zu

bewerten, als die Position des Computerbildschirmes und dessen Blendungsbegrenzung. Die Normen müssen in diesem Sinne in ihren Grundlagen neu gedacht werden, anstatt am Computer errechnet zu werden. In jedem neu gebauten Museum wird die Ausrichtung der Lichteinlässe in Bezug zu den Himmelsrichtungen berücksichtigt; die Kultur, die Geschichte, die Sensibilität eines zu beleuchtenden Objektes wird betrachtet. Die baulichen Maßnahmen richten sich nach dem Tageslicht. Das Kunstlicht wird ergänzend und sensibel eingesetzt. Es kann nicht richtig sein, dass jedes Bild im Museum mehr Aufmerksamkeit in Bezug auf die Beleuchtung bekommt, als ein arbeitender Mensch! Hier sind die Lichtplaner auch aufgefordert, sich wieder mehr einzumischen und Kunstlicht in Büros wieder als tageslichtunterstützendes Medium zu planen, anstatt als Grundelement. Uns Lichtplaner muss es erschrecken, dass sich Kunst- und Tageslichtplanung immer weiter trennen und es immer mehr Büros gibt, die sich auf das eine oder andere spezialisieren. Diese Tendenz fördert die getrennte Planung dessen, was eigentlich ein Medium ist.

In vielen Projekten ist es der Bauherr oder der Nutzer, der verständlicherweise auf Kostenreduzierung bedacht, der verhindernde Faktor einer guten Lichtplanung ist. Auch hier muss eine neue Sensibilisierung erfolgen, auf Basis des arbeitenden Menschen in seiner Produktivität. Denn er ist der erste Wirtschaftsfaktor. Mens sana in corpore sano – in einem gesunden Körper arbeitet ein gesunder Geist auch besser!