

## Mit Licht zurück zur Natur des Menschen

Active Light – ein ganzheitlicher Ansatz zur Gestaltung von Lichtlösungen für das Leben aktiver Menschen

**Überraschend und zugleich verlässlich begleitet das Tageslicht den Menschen seit Urzeiten. Intuitiv fördert es den natürlichen Lebensrhythmus und hat die Entwicklung des Sehsinns geprägt. Licht schenkt immer wieder neue Bilder und setzt Emotionen frei. Es steuert körperliche Prozesse und beeinflusst die innere Uhr. Active Light nimmt sich das natürliche Licht zum Vorbild und unterstützt dynamisch in Zeit und Raum die elementare Beziehung von Mensch und Licht. Die Einzigartigkeit und das Zusammenspiel von Mensch, Architektur und Aktivitäten erfordern im Zeitverlauf unterschiedliche Lichtstimmungen, die Active Light über eine Veränderung von Lichtintensität, -farbe und -richtung zum passenden Zeitpunkt erzielt.**

### Die drei Ebenen der Lichtwirkung

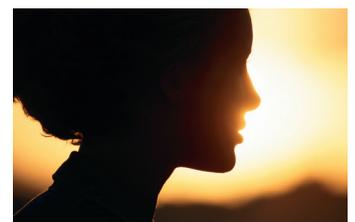
Das Licht, natürliches Tageslicht wie Kunstlicht, wirkt über drei Ebenen auf den Menschen. Rein visuell unterstützt es die Wahrnehmung, emotional beeinflusst es unsere Stimmung und die biologische Wirkung ist direkt mit sämtlichen körperlichen Prozessen verbunden. Über 24 Stunden hinweg ist es der subtile Begleiter des Menschen und erfüllt die vielfältigen Anforderungen eines modernen Lebens in der Freizeit und in der Arbeitswelt, im Freien und in Innenräumen.

Das Tageslicht ist die ursprüngliche Lichtquelle, die den Menschen seit jeher prägt und mit der ihn eine elementare Beziehung verbindet. Nicht unbedingt sicht- oder spürbar, vielmehr unterbewusst beeinflusst das Licht mit seinen vielen Facetten, z.B. durch wechselnde Intensitäten, Lichtrichtungen, Schattenwürfe oder Lichtfarben, wie wir die Welt erleben. Allerdings verbringt der Mensch in den Industrieländern ca. 80 Prozent des Tages in Innenräumen, in denen ihn die so essenzielle Dynamik des natürlichen Lichts nur noch reduziert erreicht. Die Technologie hat in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte in der Lichterzeugung, -verteilung und -ansteuerung erzielt und damit die Möglichkeiten der Kunstlichtplanung im Zusammenspiel mit dem Tageslicht erweitert. „Active Light“ von Zumtobel erschließt dieses Potenzial und trägt der besonderen Beziehung zwischen Mensch und Licht Rechnung.<sup>1</sup> Active Light nimmt sich das natürliche Licht zum Vorbild und bringt über eine Veränderung von Lichtintensität, -farbe und -richtung zum passenden Zeitpunkt, abgestimmt auf die jeweilige Aktivität, die notwendige Dynamik des Lichts zurück in den Alltag des Menschen und die unterschiedlichen Anwendungsbereiche.

Immer mehr in den Fokus der Lichtplanung rückt der Ansatz des Human Centric Lighting (HCL), der neben visuellen und emotionalen Bausteinen eine ergänzende Auseinandersetzung mit dem biologisch wirksamen Licht fordert. Durch den Aufenthalt und Bewegung im Freien erhält der Körper sogar an dunklen Wintertagen eine hohe Lichtdosis, die sich positiv auf den Hormonhaushalt und sämtliche biochemischen Prozesse im Körper auswirkt.



Die Dynamik des Tageslichts prägt das Leben des Menschen. Active Light verbindet Tages- und Kunstlicht in einem ganzheitlichen Ansatz für die Architektur und den Menschen. © Zumtobel



Active Light unterstützt den Menschen über drei Ebenen – visuell, emotional und biologisch. © Zumtobel

Je mehr Zeit der Mensch in geschlossenen Räumen verbringt, desto eher verliert seine innere Uhr ihren natürlichen Rhythmus, was eine mangelhafte Schlafqualität und gesundheitliche Folgen nach sich ziehen kann.<sup>2</sup> Biologisch wirksames Kunstlicht kann die Menschen ergänzend zum Tageslicht in Innenräumen unterstützen und aktivieren.

Wie sehr das Wohlbefinden, die emotionale Stimmung und die Gesundheit durch Licht beeinflusst werden, hat mit der Entdeckung einer weiteren Art von Rezeptoren im menschlichen Auge eine neue Dynamik erhalten.<sup>3</sup> Seit der Jahrtausendwende rücken die lichtempfindlichen Ganglienzellen auf der Netzhaut, die den Sehfärbstoff Melanopsin enthalten, zunehmend in den Fokus der Lichtwissenschaft. Diese Ganglienzellen haben ihre höchste Empfindlichkeit im niedrigwelligen Spektralbereich und gelten deshalb als blausensitiv. Vor diesem Hintergrund wird noch deutlicher, dass das natürliche Licht im Tages- und Jahresverlauf eine fundamentale Rolle für Mensch und Natur spielt. Die elementare Beziehung des Menschen zum Licht manifestiert sich jedoch nicht nur in diesen körperlichen Zusammenhängen, die zunehmend mit Lichtlösungen im Sinne von Human Centric Lighting berücksichtigt werden, sondern auch im sozialen Verhalten.

Sozialpsychologen der Universität Bretagne-Sud haben in einer Studie herausgefunden, dass auch die Wetterlage das menschliche Verhalten bestimmt.<sup>4</sup> Bei Sonnenschein sind wir anderen Menschen gegenüber offener, haben höheres Vertrauen und geben schneller unsere Telefonnummer weiter als an tristen Regentagen. Interessant erscheint auch, dass selbst ein Hinweis auf gutes Wetter für die nachfolgenden Tage in dieser Studie die Höhe des Trinkgelds beeinflusst hat. Sonnenschein oder Regen beeinflussen somit das menschliche Sozialverhalten und den persönlichen Umgang mit Geld.

### **Die vier Dimensionen des Lichts**

Im Vergleich zu den allgemein verbreiteten Kunstlichtlösungen verändert sich das natürliche Licht ständig und weist eine Vielfalt an Lichtintensitäten, -richtungen und -farben auf. Manche Veränderungen sind offensichtlich wie der Wechsel zwischen Sonne und Wolken oder der Verlauf der Jahreszeiten. Andere dagegen sind nicht unbedingt bewusst spürbar, aber nicht zuletzt aufgrund des Einflusses auf Körperfunktionen über die erwähnten Melanopsin-Ganglienzellen von großer Bedeutung für den Menschen und sein Wohlbefinden.

Daher unterscheidet der Ansatz von Active Light neben den drei Ebenen der Lichtwirkung auch vier Dimensionen des Lichts: Intensität, Richtung, Farbe und Zeit.

- Die Lichtintensität bzw. -stärke bestimmt in der Natur vor allem der Sonnenstand, das reflektierende Licht des Mondes, aber auch das Wetter im Jahres-, Monats- und Tagesverlauf.
- Auch die Lichtrichtung wird unmittelbar durch den Sonnenstand und die Wolken beeinflusst. Sie ist seit jeher ausschlaggebend für die Standortwahl und Gestaltung der vom Menschen geschaffenen Umwelt. Zudem entstehen durch das Zusammenspiel von Licht und Wolken Schatten, die für abwechslungsreiche und angenehme Stimmungen sowie Orientierung sorgen.
- Über den Tag hinweg verändert das natürliche Licht seine Lichtfarbe bzw. farbspektrale Zusammensetzung. Über das nicht-visuelle System registriert der menschliche Körper diese feinen Nuancen und reagiert dementsprechend, z.B. mit der Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin. Zur Tagesmitte hin, wenn die Sonne am höchsten steht, mischen sich zunehmend kühlere Farbtemperaturen aus dem blauen Bereich in das Spektrum und das Licht bekommt eine aktivierende Wirkung. Zum Nachmittag hin und gegen Abend dominieren wärmere Farbtemperaturen mit einem beruhigenden Effekt. Eine Zumbel-Studie in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut zeigt, dass es zudem unterschiedliche Präferenzen bei der Lichtfarbe gibt, bedingt durch Alter, Arbeitszeit und individuelle Bedürfnisse.<sup>5</sup>
- Licht ist rund um die Uhr ein subtiler Begleiter des Menschen. Aus seiner Veränderung über den Tag und die Nacht hinweg ergeben sich natürliche Phasen der Aktivität und der Erholung. Zwar hat sich der Lebens- und Arbeitsstil des modernen Menschen in den letzten 50 Jahren mit einer unglaublichen Geschwindigkeit verändert, der circadiane Rhythmus, d.h. die „innere Uhr“ des Menschen, wird aber immer noch primär von seiner ursprünglichen Lichtquelle, der Sonne und ihrer Dynamik, gesteuert.

### **Active Light schlägt die Brücke zur Natur des Menschen**

Auch wenn die heutige Gesellschaft die wohl am besten vernetzte aller Zeiten ist, verlieren die Menschen zunehmend die Verbindung zu ihrem inneren Taktgeber. Naturgegeben ist jeder Mensch ein Individuum und bringt unterschiedliche individuelle und persönliche Voraussetzungen mit, um seinen Organismus an neue Bedingungen anzupassen. So gibt es etwa unterschiedliche Chronotypen, das heißt Spät- oder Frühtypen, die mit den zeitlichen und gesellschaftlichen Vorgaben unterschiedlich gut zurechtkommen.<sup>6</sup>

Selbst viele Lichtdesigner, die neben dem normativen Ansatz eine architektonische Auseinandersetzung in den Fokus ihres Schaffens rücken, sind sich der Auswirkungen des Lichts auf den Menschen nicht immer bewusst. So werden vermeintlich gut funktionierende Gebäude mit hervorragenden Designelementen an Nutzer übergeben. Gute Architektur und Lichtgestaltung zeichnet sich aber dadurch aus, dass

sich der Mensch und seine sich stetig ändernden Lebens- und Arbeitsbedingungen darin wiederfinden. Active Light-Lichtlösungen stellen über Human Centric Lighting den Menschen in den Mittelpunkt. Sie transferieren Räume von einem statisch, passiven zu einem dynamisch, aktiven Zustand.

Active Light unterstützt mit dynamischem Licht konträre Raumstimmungen: Auf diese Weise kann derselbe Raum für die Wahrnehmung des Menschen offen oder privat inszeniert werden. Die Raumatmosphäre wechselt allein durch die Lichtveränderung zwischen kalt-nüchternem und warm-wohnlichem Charakter. Helles Arbeitslicht bildet den Gegensatz zur gedämpften Kerzenschein-Stimmung. Die Feuerstelle hatte schon für unsere Vorfahren eine hoch emotionale und soziale Funktion. Das Lichtdesign kann diese natürlichen Emotionen freisetzen. Menschen kommen wie seit Urzeiten zusammen und werden im gemeinsamen kreativen Arbeiten unterstützt. Vielleicht wird nicht zuletzt dank der Assoziation „Feuerstelle“ dem gedämpften Licht eine kreativitätsfördernde Wirkung zugeschrieben.<sup>7</sup>

Während der letzten Jahre haben technologische Meilensteine in der Lichterzeugung, -verteilung und -ansteuerung auch die Möglichkeiten für die Kunstlichtplanung erweitert. Kunstlicht hat einen neuen Gestaltungsgrad erreicht, der es ermöglicht, die Ansprüche von Mensch, Raum und Zeit über das immaterielle Element Licht zusammenzuführen. Die unterschiedlichen Sehaufgaben oder das jeweilige Sehvermögen des Nutzers, ebenso wie die individuellen Präferenzen je nach Tageszeit oder Wetter oder die sich verändernden Arbeits- und Raumanforderungen definieren die Anforderungen an das Kunstlicht immer wieder neu. Mit einer auf die Bedürfnisse abgestimmten Dynamik leistet Kunstlicht vor allem auch in tageslichtarmen Umgebungen einen wertvollen Beitrag, um den natürlichen Biorhythmus des Menschen zu stabilisieren.

Die Dynamik des natürlichen Lichts wird mit Hilfe von Technologien wie z.B. tunableWhite von Zumtobel, das die stufenlose Veränderung der Intensität und der Lichtfarbe von warm-rötlich bis kalt-bläulich im Tagesverlauf ermöglicht, zurück in die Innenräume gebracht. Eine solche Technologie in Kombination mit den entsprechenden Leuchten und modernsten Steuerungssystemen und Sensoren stellt dem Nutzer das richtige Licht zur richtigen Zeit in der richtigen Intensität zur Verfügung. Zudem hat er die Möglichkeit, selbst die Lichtsituation an seine Bedürfnisse anzupassen. Dies hat einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung und Akzeptanz einer Lichtlösung.<sup>8</sup>

Die positive Wirkung der Natur kann durch die Technologie wohl niemals vollständig ersetzt werden. Dennoch weist eine Studie zur Wirkung künstlich geschaffener Naturszenen auf einen positiven Effekt hin. Die Probanden ohne Tageslichteinfluss gaben an, dass sie

die Landschaftsbilder in ihrem Arbeitsumfeld als angenehm empfanden. Außerdem verbesserten sich die bewertete Qualität der Arbeitszeit sowie die Produktivität.<sup>9</sup> Auch der Neurowissenschaftler Colin Ellard beschreibt in seinem Buch „Places of the Heart“ positive Resultate, wenn Natur technologisch simuliert wird.<sup>10</sup>

### Active Light in der praktischen Anwendung

Active Light orientiert sich am natürlichen Tageslicht, es konkurriert nicht mit ihm, sondern arbeitet stattdessen mit ihm zusammen – und komplementiert es bei Bedarf. Der Mensch und seine Bedürfnisse stehen dabei stets im Mittelpunkt, je nach Anwendungsbereich variiert allerdings der Schwerpunkt von Active Light.

### Active Light im Büro – Creating Light Creates Inspiration

Wird Licht im Büro als ganzheitliches Licht-Ökosystem verstanden, ist es nach Auffassung von Zumtobel in der Lage, für mehr Wohlbefinden bei den Mitarbeitern zu sorgen. Bei der Lichtintensität spielen ergänzend zu planerischen Grundgrößen und Normen vor allem unterschiedliche Arbeits- und Sehaufgaben und das individuelle Sehvermögen eine entscheidende Rolle.

Vor dem Hintergrund, dass Licht auch auf einer biologischen Ebene auf den Menschen wirkt, wird die hier besprochene Problematik mit der heute üblichen Bürobeleuchtung deutlich: Im Gegensatz zum Sonnenlicht, das über den Tag hinweg seine Intensität und Farbtemperatur entsprechend verändert, ist das Kunstlicht statisch und seine Beleuchtungsstärke liegt meistens bei ca. 500 Lux und die Farbtemperatur bei 4000 Kelvin.

Zudem hat die globale Nutzerstudie von Zumtobel und dem Fraunhofer IAO zur wahrgenommenen Lichtqualität im Büro gezeigt, dass es nicht nur unterschiedliche Präferenzen bei der Lichtfarbe gibt, sondern dass mehrheitlich die von der Norm vorgegebene Beleuchtungsstärke von 500 Lux am Arbeitsplatz als zu gering empfunden wird und dass es zu wenige Möglichkeiten der Intervention bemängelt werden, um als Nutzer selbst die Lichtsituation zu beeinflussen.<sup>11</sup>

Active Light folgt den Grundsätzen des Human Centric Lighting und bringt die Dynamik des natürlichen Lichts zurück in den Büroalltag. Mit eher kaltweißen Lichtstimmungen zur Tagesmitte und am frühen Nachmittag und mit wärmeren Lichtstimmungen in einer niedrigeren Intensität zum Abend hin unterstützt es den Menschen und seinen Biorhythmus. Kontraproduktiv kann sich dabei der zunehmende Konsum von LED-Licht über den Fernseher oder andere elektronische Endgeräte während der Abendstunden auswirken. Dadurch ist der Mensch zum falschen Tageszeitpunkt einer zu hohen, aktivierenden Lichtdosis ausgesetzt. Der Schlaf leidet folglich darunter.<sup>12</sup>



Active Light sorgt für Licht in der richtigen Intensität und Farbe zum richtigen Zeitpunkt. Dazu nimmt es sich das natürliche Licht und seine Dynamik über den Tag hinweg zum Vorbild und unterstützt so den natürlichen Bio-Rhythmus ganz im Sinne des Human Centric Lighting.  
© Zumtobel

Zumtobel stellt mit Lichtlösungen im Sinne von Active Light für bestimmte Gegebenheiten im Büro mehr Licht als normativ vorgesehen zur Verfügung, so dass der Nutzer je nach Aufgabe und individueller Präferenz so weit wie möglich von individuellen Steuerungsmöglichkeiten Gebrauch machen und mit einer Beleuchtungsstärke von bis zu 800 Lux arbeiten kann. Das richtige Licht zum richtigen Zeitpunkt hat schließlich neben der biologischen Wirkung auch einen positiven Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit und somit auf die Kreativität des Menschen.<sup>13</sup>

#### Active Light in der Industrie – Creating Light Creates Precision

Active Light rückt die Mitarbeiter in der Industrie noch stärker in den Fokus und integriert eine aktivitätsbasierte Beleuchtung. Basierend auf dem Wissen über die biologische Wirkung von Licht werden die Mitarbeiter durch die zeitliche Anpassung der Intensitäten, auch in Verbindung mit der Lichtfarbe, unterstützt. Das Ergebnis einer Feldstudie zu veränderlichem Raumlicht in Bezug auf die Produktivität von permanenten Morgenschicht-ArbeiterInnen an einem Industrie-Arbeitsplatz weist darauf hin, dass eine veränderliche Raumbeleuchtung, die über die Standardbeleuchtung hinausreicht, sowohl während der Früh- als auch in der Nachtschicht positiv auf die arbeitenden Menschen wirkt.<sup>14</sup> So kann Active Light insbesondere für Schichtarbeiter einen wertvollen Beitrag für eine angepasste Synchronisation ihres Schlaf-Wach-Rhythmus und infolgedessen für einen regenerativen Schlaf leisten. Intelligente Lichtsteuerungssysteme und innovative Sensoren ermöglichen zudem, dass gemäß Anzahl und Aufenthaltsort der Personen, ihrer Frequenz und ihrem Bewegungsmuster situationsbedingt für die jeweilige Tätigkeit das richtige Lichtszenario bereitgestellt wird und dadurch Sicherheit, Präzision und Qualität gefördert werden.

„Ziel ist, zu jedem Zeitpunkt das richtige Licht bereitzustellen: Beugt man sich bei einem feingliedrigen Montageschritt kurzzeitig über das Produkt, wird zusätzlich seitliches Licht zur Unterstützung zugeschaltet. Führt man nach der Montage eine Sichtprüfung durch, erhöht sich die Lichtintensität für die Dauer der Aufgabe. Zur Unterstützung des Tag-Nacht-Rhythmus und für einen erholsamen Schlaf stellt sich das Licht in den letzten Stunden der Spätschicht auf eine wärmere Lichtfarbe ein, mit deutlich reduziertem Blauanteil. Je nach Alter der Mitarbeitenden korrigiert die Beleuchtung die altersabhängige Eintrübung des Auges“, erklärt Tobias Strölin vom Fraunhofer IAO.<sup>15</sup>

#### Active Light für Shop & Retail – Creating Light Creates Emotion

Gemeinsam mit der Gruppe Nymphenburg hat Zumtobel die Labor- und Feldstudie „Limbic® Lighting“<sup>16</sup> durchgeführt, welche die emotionalen Reaktionen unterschiedlicher Persönlichkeitstypen auf



Der Kontrastsensor ATIVO integriert vorhandenes Tageslicht, hält den definierten Lichtlevel konstant und detektiert sich bewegende Objekte. Die größte Stärke liegt in der freien Gestaltung von rechtwinkligen Erfassungszonen, bis zu fünf pro Sensor. © Zumtobel



1.



2.



3.

Während der Limbic® Lighting-Studie war es möglich, drei Lichtszenarien herauszufiltern: BALANCE (1.) mit moderater Akzentbeleuchtung, STIMULANCE (2.) mit Kontrasten, erzeugt durch Akzentbeleuchtung mit unterschiedlichen Spots, und DOMINANCE (3.) mit homogenen Lichteffekten.

bestimmte Lichtszenarien erfasste. Active Light integriert die aus der Zumtobel-Studie gewonnenen Erkenntnisse, um einerseits den Kunden mit der von ihm präferierten Lichtstimmung anzusprechen und andererseits Marken und Produkte bestmöglich zu präsentieren. Auf einer emotionalen Ebene schafft Active Light eine Lichtstimmung, die das Wohlbefinden und somit auch die Verweildauer im Geschäft positiv beeinflusst. Auf einer visuellen Ebene führt Active Light durch eine subtile Angleichung und Variation der Leuchtdichten bezogen auf Raum und Zeit die Blicke gezielt und gibt Orientierung.<sup>17</sup> Schatten, die sich aufgrund der Veränderung der Lichtrichtung bilden, lassen eine gekonnte Dramaturgie bei der Inszenierung der Produkte zu. Zudem verbessern Active-Light-Lichtkonzepte auf Basis von dynamischen Lichtfarben, abgestimmt auf die jeweilige Ware, die Qualitätsbeurteilung. Mit hochwertiger Architektur und attraktiver Wareninszenierung steigt nicht nur die Bereitschaft zum Kauf, sondern auch die Akzeptanz höherer Preise.

### **Active Light für Kunst und Kultur – Creating Light Creates Imagination**

Im Bereich Kunst und Kultur steht der uneingeschränkte Kunstgenuss ebenso wie der Schutz und Erhalt der Kunstwerke im Mittelpunkt. Die oft gegenüber Umwelteinflüssen, insbesondere Licht, sehr empfindlichen Materialien erfordern eine sorgfältige Beleuchtung, die gleichzeitig für optimalen Sehkomfort beim Betrachter sorgt und ihm ein authentisches Erleben ermöglicht.

Active Light in Kunst und Kultur berücksichtigt sämtliche konservatorischen und visuellen Aspekte und bringt sie mit den Bewegungsmustern des Besuchers in Raum und Zeit in Einklang. Technologien wie tunableWhite sind dabei nicht nur in der Lage, die Lichtfarbe mit dem Tagesverlauf zu variieren, sondern können diese auch auf die Materialisierung, Kunstform und Arbeitstechnik des Künstlers abstimmen. Schließlich werden die Botschaften der Künstler nicht nur durch die Farbwahl, sondern auch durch die Entstehungsgeschichte des Werks wie z.B. Ort, Tageslicht oder Kunstlicht und ähnliches beeinflusst. Im Einzelnen sind unterschiedliche Lichtfarben bzw. Spektralverteilungen erforderlich, um die Wirkung eines Werks in seiner Gänze zur Geltung zu bringen. Eine solche Variationsbreite kann in der Regel nicht durch einen Leuchtentyp abgedeckt werden. Active Light nutzt dafür identische tunableWhite-Leuchten und modernste Steuerungstechnologie, so dass ein breites Lichtspektrum individuell auf jedes Objekt fein abgestimmt werden kann.

### **Active Light im Außenbereich – Creating Light Creates Interaction**

Dynamische Lichtstimmungen passen sich an die Bewegungs- und Verhaltensmuster der Menschen im Verlauf der unterschiedlichen Dunkelheitsphasen während der Nacht an. Möglich wird dies mit einer

flexiblen Lichtlösung, die auf mehreren Ebenen arbeitet. Human Scale Lighting von Zumtobel bietet hierzu die Mittel, um öffentlichen Räumen mehr Ausstrahlung zu verleihen und dadurch ihre Anziehungskraft und die Identifizierung mit ihnen zu stärken. Die Beeinträchtigung des nächtlichen Ökosystems bleibt minimal, denn eine Active Light-Lichtlösung bringt alle drei Ebenen der Lichtwirkung (visuell, biologisch und emotional) miteinander in Einklang. Werden die Nutzer eines Außenraums in die Planungen integriert, entsteht eine Lichtlösung, die Mensch und Umwelt gleichermaßen dient. Dadurch verbessert sich das Sicherheitsgefühl, die Orientierung und die Aufenthaltsqualität in öffentlichen Räumen. Das Licht erhält zudem eine soziale Dimension, da es die Kommunikation und Interaktion der Menschen fördert.

#### **Active Light als Verbindung von Mensch und Architektur**

Zumtobel hat mit Active Light ein visionäres Ziel formuliert: „Creating Light Creates Life“. Das dynamische Kunstlicht bezieht sich dabei auf die natürlich gegebene, elementare Beziehung zwischen Mensch und Licht in allen seinen Lebensbereichen. Mit Hilfe modernster Technik bietet Active Light die Möglichkeiten, um die ursprünglichen Bedürfnisse des Menschen dynamisch mit den Anforderungen eines modernen Lebens in Einklang zu bringen. Das Zusammenspiel von Natur, Mensch und Technik stellt die Weichen für neue lichtplanerische und architektonische Ansätze mit einem ganzheitlichen Anspruch.



Die modulare Leuchtenfamilie SUPERSYSTEM outdoor schenkt Lech frischen Charme. Eine neue Auseinandersetzung mit vertikalen und horizontalen Flächen des Außenraumes erfolgt über die multizonale Lichtverteilung mit auf Wunsch schwenkbaren Tuben. © Zumtobel



Carina Buchholz  
Lighting Application Manager  
Brand Marketing  
Zumtobel Lighting GmbH

# Mit Licht zurück zur Natur des Menschen

## Index

- <sup>1</sup> <http://www.zumtobel.com/activelight>, Active Light – Connecting with Nature
- <sup>2</sup> <http://healthysleep.med.harvard.edu/healthy/matters/consequences/sleep-and-disease-risk>, Healthy Sleep. Understanding the third of our lives we so often take for granted. Division of Sleep Medicine at Harvard Medical School and WGBH Educational Foundation (2008), Boston, USA.
- <sup>3</sup> Thapan, K., Arendt, J., & Skene, D. J. (2001). An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *The Journal of Physiology*, 535 (Pt 1), USA, S. 261–267.
- <sup>4</sup> <http://dx.doi.org/10.1080/15534510.2012.752401>, Social Influence. Weather and courtship behavior: A quasi-experiment with the flirty sunshine, IMABS, Université de Bretagne-Sud (2013), Vannes, Frankreich.
- <sup>5</sup> <http://officelighting.zumtobel.com/de/>, Wahrgenommene Lichtqualität im Büro, Fraunhofer IAO mit Zumtobel Lighting GmbH (2014), Dornbirn, Österreich.
- <sup>6</sup> [https://www.bioinfo.mpg.de/mctq/core\\_work\\_life/core/introduction.jsp?language=deu](https://www.bioinfo.mpg.de/mctq/core_work_life/core/introduction.jsp?language=deu), Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ), Roenneberg, T. et al. (2005), Ludwig-Maximilians-Universität, München, Deutschland.
- <sup>7</sup> <http://www.spiegel.de/karriere/buero-designs-im-test-bunt-und-dammrig-macht-kreativ-a-912475.html>, Spiegel Online (2013), Interview with Lioba Werth, Hamburg, Deutschland.
- <sup>8</sup> Kort de, Y. et. al. (2016), Investigating the effect of personalized dynamic light scenarios on the desk and on the eye – A field study. Eindhoven University of Technology, LICHT Tagungsband, Karlsruhe, Deutschland, S. 234.
- <sup>9</sup> Kahn, Peter H. Jr. (2011), *Technological Nature: Adaptation and the Future of Human Life*, MIT Press, Cambridge, USA.
- <sup>10</sup> Ellard, Colin (2015), *Places of the Heart: The Psychogeography of Everyday Life* (Kindle Position 600). Bellevue Literary Press, Kindle-Version, Kapitel „Simulating Nature“, Bellevue Literary Press, New York, USA.
- <sup>11</sup> <http://officelighting.zumtobel.com/>, Wahrgenommene Lichtqualität im Büro, Fraunhofer IAO mit Zumtobel Lighting GmbH. Zumtobel Research (2014), Dornbirn, Österreich.
- <sup>12</sup> [http://www.chronobiology.ch/wp-content/uploads/2015/09/Cajochen-2015-Sleep\\_and\\_Biological\\_Rhythms.pdf](http://www.chronobiology.ch/wp-content/uploads/2015/09/Cajochen-2015-Sleep_and_Biological_Rhythms.pdf)
- <sup>13</sup> Plischke, H./Nowotny P. (2016): Licht und Bildung – Nicht visuelle Effekte auf die akademische Leistung. Hochschule für angewandte Wissenschaften München. Tagungsband LICHT, Karlsruhe, Deutschland, S. 236
- <sup>14</sup> Wirkung von veränderlichem Raumlicht auf die Produktivität von permanenten MorgenschichtarbeiterInnen an einem Industriearbeitsplatz, Markus Canazei, Bartenbach GmbH, Aldrans, Peter Dehoff, Zumtobel Lighting GmbH, Zumtobel Research (2013), Dornbirn, Österreich.
- <sup>15</sup> <https://blog.iao.fraunhofer.de/licht-als-erfolgswirkungsfaktor-in-der-produktion-on-activity-based-lighting/>, Licht als Erfolgsfaktor in der Produktion. Activity Based Lighting, Strölin, Tobias (2016), Fraunhofer IAO, Stuttgart, Deutschland.
- <sup>16</sup> [https://www.zumtobel.com/PDB/Ressource/teaser/de/Study\\_LimbicLighting.pdf](https://www.zumtobel.com/PDB/Ressource/teaser/de/Study_LimbicLighting.pdf), Limbic® Lighting – Zielgruppengerechte Beleuchtung von Shop&Retail-Flächen, Gruppe Nymphenburg Consult AG mit Zumtobel Lighting GmbH. Zumtobel Research (2014-2015), Dornbirn, Österreich.
- <sup>17</sup> [http://www.zumtobel.com/PDB/teaser/de/Study\\_Presentation\\_and\\_Retail\\_Eye\\_Tracking.pdf](http://www.zumtobel.com/PDB/teaser/de/Study_Presentation_and_Retail_Eye_Tracking.pdf), Aufmerksamkeitsäquivalent – Eine Studie zur Wirksamkeit einzelner Beleuchtungsparameter auf die Wahrnehmung und Präferenz von Kunden in einem Shop, Prof. Jan Ejhed (Royal Institute of Technology Stockholm), Prof. Dr. Roland Greule (HAW Hamburg), Markus Felsch (Felsch Lighting Design, Hildesheim). Zumtobel Research (2012), Dornbirn, Österreich.