

Presseinformation
Dornbirn, Mai 2012

LED-Beleuchtung in der Kunst

Über die Wiedergabetreue des Lichts

Autorin: Carina Buchholz, Lighting Application Management, Zumtobel Lighting

LED-Beleuchtung: Fluch oder Segen? Lange Zeit wurde über diese Thematik beinahe schon erbittert diskutiert. Doch es waren letztendlich die positiven Erfahrungen durch den Einsatz der Technologie in Museen und unter anderem die bahnbrechenden wissenschaftliche Studien von Zumtobel, die die letzten Zweifel an diesem Meilenstein der Lichterzeugung ausgeräumt haben. Das Licht aus Halbleitern hat sich im Jahr 2012 endgültig in der Museumswelt durchgesetzt. Es besticht vor allem durch neue Aussichten, wie die Veränderung der Lichtfarben innerhalb einer Lichtquelle bei sehr guten Farbwiedergabeeigenschaften (Tunable White).

Die anhaltende dynamische Weiterentwicklung der optischen Halbleiter-Technologie bietet ungeahnte Möglichkeiten für das Zusammenspiel von Mensch und Kunstobjekt. Sie stellt Museums- und Lichtspezialisten aber auch vor neue Herausforderungen und Möglichkeiten, nicht nur in technischer Hinsicht. Vor allem zwei Fragen haben in letzter Zeit die Diskussion um die LED-Technologie bestimmt: Welche Chancen bieten LED-Strahler, um die Exponate ins richtige Licht zu rücken und somit einen positiven Beitrag für die Wahrnehmung der Museumsbesucher zu leisten? Und sind Leuchtdioden tatsächlich eine Revolution hinsichtlich Schadensprävention von Exponaten oder berauben sie nachfolgende Generationen möglicherweise um ihr Kulturerbe? Genau auf diese Fragen hat der Lichtspezialist Zumtobel dank seiner umfassenden Forschung und Studien eine Antwort gefunden, die wissenschaftlich fundiert ist.

Picasso bringt's ans Licht – Hohe Qualität von LEDs im Museum

Zumtobel hat an der Technischen Universität Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik eine Untersuchung, in Auftrag gegeben, die sich genau mit dieser Fragestellung auseinandergesetzt hat. Besonders wichtig waren dabei die Bewertungsparameter, die insbesondere für Kunstobjekte relevant sind.. Sie umfassen sowohl die elektrischen als auch die lichttechnischen Eigenschaften der Leuchten, darunter die Lichtfarbe, die spektrale Strahlungsverteilung, die Farbwiedergabe, die Beleuchtungsstärke, das Schädigungspotential,

die elektrische Anschlussleistung und vor allem die Homogenität, mit der das Gemälde ausgeleuchtet wird, da sie ein Maß für die Qualität der Inszenierung ist. Im Labor wurden zwei Strahler (LED und Halogen), ein LED-Bogen, der für Indirektbeleuchtung eingesetzt wird, sowie ein LED-Modul untersucht. Nach der Messung wurde das Schädigungspotential der Leuchten nach CIE 157:2004¹ beurteilt. Die ermittelten Werte sollten dann im Rahmen eines Feldversuchs ihre Validität beim Einsatz in der Praxis bestätigen.

Für den Feldversuch haben die Versuchsleiter nacheinander zwei verschiedene, Lichtquellen installiert, die auf die 1916 entstandene Zeichnung „Harlekin“ von Pablo Picasso gerichtet waren. Der eine Strahler war mit konventioneller Halogenleuchtentechnik ausgestattet, der andere mit LED-Lichtquellen. Lichtfarbe und Lichtstärke wurden bei der LED-Leuchte über ein Steuersystem von 2.700 bis 6.500 Kelvin, also von Warmweiß bis Tageslichtweiß, eingestellt (Tunable White). Die Analyse des Halogenstrahlers basierte zudem auf einem gedimmtem und ungedimmtem Zustand. Picasso verwendete beim „Harlekin“ dünnes, leicht gewelltes Papier, das auf ein schweres Trägerpapier aufgezogen war. Da diese Technik von der endgültigen Beschaffenheit dem Hadernpapier am ähnlichsten ist, verwendeten die Studienleiter die Eigenschaften dieser Papierart als Referenz zur Bewertung der Schädigung.

Die Ergebnisse der Feldstudie bestätigen die Forschungsarbeit von Zumtobel im Bereich der LED-Beleuchtung. Bei vergleichbarer Farbtemperatur weist der LED-Strahler im Labor grundsätzlich deutlich weniger Schädigungspotentiale auf – und zwar bei allen in der CIE 157:2004 aufgeführten Materialien von Hadernpapier, Textilien, Aquarellfarben auf Hadern bis hin zu Ölfarben auf Leinwand und Zeitungspapier. Durch das geringere Schädigungspotential der LED-Strahler erhöht sich die mögliche Bestrahlungsdauer bei den meisten Materialien um zirka 50 Prozent, bei Zeitungspapier sogar um 300 Prozent. Diese Ergebnisse bestätigten auch die Messung an der Picasso Zeichnung. Erst bei höheren Farbtemperaturen (ab zirka 3250 K) nähern sich die Bestrahlungszeiten einer Halogenbeleuchtung bei 2050 K an.

- Der gedimmte Halogenstrahler erzeugt weißes Licht mit sehr niedriger Farbtemperatur, vergleichbar mit Kerzenlicht. Um brillantes Weiß zu erzeugen, muss folglich die Stromzufuhr erhöht werden. Die so produzierte Beleuchtungsstärke vergrößert nicht nur das Schädigungspotenzial, sondern wirkt sich auch negativ auf die Energiebilanz aus.
- Durch das Dimmen des Halogenstrahlers auf gewünschte Beleuchtungsstärke verschiebt sich die Lichtfarbe von 2900K bis zu 2000K. Dieser Wert beeinträchtigt die

Wahrnehmungsstabilität. Beim LED-Strahler hingegen erfolgt das Regulieren der Beleuchtungsstärke, ohne dass die Lichtfarbe beeinträchtigt wird.

- Bei der Farbwiedergabe zeigen sowohl Halogen- als auch LED-Strahler sehr gute Werte von $R_a > 90$. Lediglich bei höheren Farbtemperaturen, wie 6500 K (tageslichtweiß), sinkt die Farbwiedergabe bei dem LED-Strahler auf $R_a 84$. Farben werden also von beiden Lampentechniken ähnlich gut wiedergegeben.
- Die Bewertung der Beleuchtungsstärken hat gezeigt, dass die Halogenleuchte auf der „Harlekin“-Zeichnung Ungleichmäßigkeiten aufweist, die auch dem Betrachter nicht verborgen bleiben. Trotzdem sollte dieses Kriterium nicht überbewertet werden, da die gleichmäßige Inszenierung eines Gemäldes oft nicht erstrebenswert ist. Vielmehr kann ein Exponat auch durch bewusst eingesetzte Hell-/Dunkelzonen passend inszeniert werden.
- Die Aufnahme elektrischer Energie ist beim LED-Strahler etwa um 50 Prozent geringer als bei einem Halogenstrahler. Im ungedimmten Bereich sind es sogar 30 Prozent. Ein Einsparungspotential, das durchaus entscheidend sein kann.

Die Vorteile der Leuchtdioden wie die hohe Lebensdauer verbunden mit Wartungsfreundlichkeit, das hohe Energiesparpotenzial sowie wirkungsvolle und gleichzeitig schonende Inszenierung sind unbestritten. Doch durch die Zumtobel-Studie rückte noch ein anderer wichtiger Aspekt in den Vordergrund: Durch innovative Technologien ist es jetzt möglich, die Wirkung eines Kunstobjekts auf den Menschen zu fördern. Das LED-Licht stärkt die Ausdruckskraft, indem je nach Farbe oder Material nicht nur die Leuchtdichten, sondern auch die Lichtfarben fein auf das Exponat abgestimmt werden können – und dies auf Knopfdruck und ohne Lampentausch.¹

Symbiose aus Licht und Kunst – die Revolution von Tunable White

Ein Gemälde mit vielen feinen Rotabstufungen beeindruckt mit seinen satten Farben und Kontrasten. Allerdings nur, wenn Lichtquelle, Leuchtenwahl sowie deren Positionierung den Umgebungsbedingungen optimal angepasst sind. Um die beste Wahrnehmungsqualität zu erreichen, sollte für das Kunstobjekt ein Lichtspektrum herangezogen werden, das seinen Schwerpunkt im langwelligen, rötlichen Spektralbereich hat. Der Grund: Licht kann jene

¹ s. Wissensbox 1: „Der Farbwiedergabeindex und seine Aussagekraft“ am Ende der Presseinformation als weiterführende Leserlektüre für eine Fact-Box

Farben besonders intensiv und exakt wiedergeben, die im eigenen Spektrum entsprechend vorhanden sind.

Bei der Beleuchtung eines Kunstwerks müssen aber auch die Farbwahl des Künstlers, der jeweilige Entstehungsort sowie die zu Schaffenszeit vorherrschenden Lichtverhältnisse (Tageslicht oder Kunstlicht) berücksichtigt werden. Diese Faktoren erfordern mitunter völlig abweichende Lichtfarben und Spektralverteilungen. Diese Variationsbreite kann keinesfalls über nur einen Leuchten- und Lampentyp komplett abgedeckt werden. In der Praxis wird jedoch oft ein Strahler- bzw. Lampentyp mit mittlerer neutralweißer Lichtfarbe und sehr guter Farbwiedergabe für eine gesamte Galerie als Kompromisslösung eingesetzt. Eine bahnbrechende Alternative für solche Problematiken hat die Halbleitertechnologie geschaffen. Über designidentische LED-Leuchten kann ein breit definiertes, fein abgestimmtes Lichtspektrum auf jedes Objekt speziell angepasst werden – auf Knopfdruck, mit ausgezeichneter Farbwiedergabe und bei optimaler Leuchtdichte des Exponats. Durch veränderbares weißes Licht, also die Variation der Lichtintensitäten und -farben (Tunable White) können so Kunstwerke mit bläulichen oder rötlichen Farbschwerpunkten sowie unterschiedlicher Materialität gleichberechtigt in Szene gesetzt werden, ohne Austausch von Leuchtmitteln oder Strahlern.

Auf diese Weise ist ein Museum optimal gerüstet für die Zukunft: Bei einem Ausstellungswechsel wird das Licht schnell und mit geringem Wartungsaufwand nach Wunsch des Künstlers oder Kurators an die neuen Kunstobjekte angepasst. Dabei sind Abstufungsfeinheiten möglich, die bis vor kurzem technisch nicht umsetzbar waren. Mit veränderbarem weißem Licht, das von ein und derselben LED-Lichtlösung emittiert wird, kann somit die Wahrnehmungsqualität und die gleichberechtigte Kunstinszenierung in einer Weise umgesetzt werden, die nur mit einem einzigen Wort umschrieben werden kann: Perfektion.

Kein Vergleich: Die LED von heute und die LED von gestern

Aus der hohen Entwicklungsgeschwindigkeit von Halbleiterlichtquellen ist jedoch eine weitere Problematik entstanden: Immer wieder werden Studien veröffentlicht, die auf veralteten technologischen Standards basieren und folglich zur Verunsicherung bezüglich Farbwiedergabe und Schädigungspotenzial von LEDs beitragen.²

² s. Wissensbox 2: „Debatten über den Einsatz und die Qualität von LEDs in Museen“ am Ende der Presseinformation als weiterführende Leserlektüre für eine Fact-Box

Warmweiße LEDs weisen die geringste Spitze im niedrigwelligen energiereichen Bereich auf. Sie haben somit einen geringeren Schadensfaktor als LEDs mit hohem Blauanteil (Tageslichtweiß). LEDs mit warmweißer Lichtqualität haben sich hinsichtlich Farbwiedergabe und Effizienz in jüngster Zeit rasant entwickelt. Neue Ansatzpunkte bieten auch Strahler mit der Tunable White Technologie: Die Leuchten mit einstellbaren weißen Lichtfarben von niedrigen bis hohen Kelvinwerten, also Warmweiß bis Tageslichtweiß, können entlang des Planck'schen Kurvenzuges in feinen Abstufungen präzise auf Exponate abgestimmt werden. Im Falle hochsensibler Kunstwerke wird der niedrigste Kelvinwert (Warmweiß) eingestellt. Einbußen bei der sehr guten Farbwiedergabe der Leuchten gibt es dabei nicht. Somit bieten Beleuchtungskonzepte mit Tunable White vielfältige Möglichkeiten für eine optimale Abstimmung hinsichtlich des Kunstobjekts und den Wahrnehmungsbedürfnissen des Menschen.

Angemessene Lichtexposition – Verantwortung für die Zukunft

Bei der Diskussion über Schädigungspotenziale durch Licht müssen neben der Spektralverteilung auch die Einflüsse der Lichtintensität und Expositionsdauer berücksichtigt werden. Auch hierbei bietet Zumtobel innovative Lösungen dank intelligenter Lichtmanagementsysteme.

Durch das Lichtmanagement wird sichergestellt, dass Exponate einer optimalen Lichtexposition ausgesetzt sind. Dies geschieht zum einen mit einem Leuchtdichteniveau, das für einen guten Wahrnehmungsprozess notwendig ist, sowie einer Präsenzüberwachung, die die Anwesenheit von Besuchern berücksichtigt. Ein- und Ausschaltzeiten können für bestimmte Tageszeiten definiert werden. Jalousienmanagement und Tageslichtsensoren sorgen dafür, dass nur soviel Tageslicht zugelassen wird, wie unbedingt nötig. Dies ergibt letztendlich eine ideale Balance zwischen Architektur, menschlichem Wohlbefinden, Exponat und Energiekosten.

Die LED-Technologie ist zudem die perfekte Integrationslösung bei Lichtmanagementsystemen. Die Halbleiter werden durch häufige Ein- und Ausschaltvorgänge, etwa infolge der Anwesenheitsüberwachung oder durch häufiges Dimmen nicht belastet. Das gewünschte Lichtniveau ist ohne störende Anlaufzeiten voll verfügbar. Außerdem sind unerwünschte Farbverschiebungen oder die Veränderung der Farbwiedergabequalität, wie sie bei Dimmvorgängen mit konventioneller Technik auftreten können, bei Halbleitern kein Thema. Dies bestätigen uneingeschränkt auch die Studienergebnisse der TU Darmstadt.

Dies wiederum bedeutet auch, dass der Einsatz von Lichtmanagementsystemen ein ungleich wichtigeres Thema ist, als die Diskussion um das Schädigungspotential von LED-Beleuchtung. Denn diese Systeme helfen, wertvolle Energie zu sparen, ohne dass sich Einschränkungen hinsichtlich visueller oder emotionaler Lichtqualität ergeben. Umweltbewusster Kunstgenuss und sanfte Lichtexpositionen werden auf diese Weise zusammengeführt. So kann ein Museum durch den schonenden Umgang mit Ressourcen und Kulturgütern doppelt Verantwortung übernehmen und für eine authentische Kunstinszenierung durch ganzheitliche Lichtkonzepte mit Lichtmanagement sorgen.

Zumtobel. Das Licht.

Wissensbox 1:

Der Farbwiedergabeindex und seine Aussagekraft

Lichttechnisch definierbare Werte wie Lichtfarbe und Farbwiedergabe können die Nuancen menschlichen Wahrnehmungssystems niemals vollständig abdecken. Es sind vielmehr rechnerische Anhaltspunkte. Durch die Angabe von nur einer Zahl (z.B. CRI oder Ra > 90) bleibt für den Endanwender oft die Frage offen, welche Farben nun hervorragend wiedergegeben werden und an welchen Stellen Defizite zu erwarten sind. Der hohe Farbwiedergabeindex einer Lichtquelle, der mit konventionellen Lampen und seit einiger Zeit auch mit der LED technisch sehr gut erreicht werden kann, ist keineswegs mit einer optimalen Farbwahrnehmung des Betrachters gleichzusetzen, so wie sie ursprünglich vom Künstler beabsichtigt war. Fakt ist auch, dass diese lichttechnischen Bewertungssysteme die subjektive Wahrnehmung eines Menschen niemals vollständig beschreiben kann.

Hinzu kommt, dass der Farbwiedergabeindex, der seit fast einem halben Jahrhundert zugrunde gelegt wird, in Fachkreisen für die Beschreibung der Qualität von LED-Technologie als ungeeignet gilt.ⁱⁱ Die LEDs werden bei dieser Bewertungsmethode schlechter eingestuft als es durch das menschliche Wahrnehmungssystem tatsächlich der Fall ist. Aus diesen Gründen werden derzeit neue Bewertungsmethoden wie der CQS-Wert (Color-Quality Scale) erörtert.ⁱⁱⁱ Auch Tageslicht ist bei weitem nicht immer die beste Lösung. Kunstwerke, die bei Glühlampenlicht oder zu noch früheren Zeiten bei Kerzenlicht in dunklen Stuben entstanden sind, verlieren unter natürlichem Licht ihre Aussagekraft.

Wissensbox 2:

Debatten über den Einsatz und die Qualität von LEDs in Museen

In den Anfangsjahren der LED wurde von Spezialisten die Halbleitertechnologie hinsichtlich konservatorischer Aspekte als besonders schonend für Exponate proklamiert. Keine Belastung durch UV- oder IR-Strahlung, keine zusätzlichen Schutzfilter. Tatsächlich haben LEDs Meilensteine hinsichtlich schonender Exponat-Beleuchtung definiert.

Trotzdem wurde der Spektralverteilung im sichtbaren Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm anfangs zu wenig Beachtung geschenkt. Je kurzwelliger die Strahlung, umso schädigender ist sie – je nach Material und Absorptionsverhalten – für ein Kunstobjekt. Deshalb wurden schon bald kritische Stimmen mit der Frage laut, ob wohl die Spitze im niedrigwelligen, energiereichen blauen Spektralbereich, die bei weißen LEDs mehr oder weniger stark zu finden sei, zur Schädigung von Ausstellungsobjekten beitragen könne.^{iv} Diese unterschiedliche Ausprägung der Spektralverteilung basiert auf der Tatsache, dass weiße LEDs in den meisten Fällen auf Lichterzeugung durch blaue LEDs unter Einsatz von Phosphorschichten basieren. Das Schädigungspotenzial resultiert aber aus dem gesamten Spektralbereich von 380 nm bis 780 nm. Insbesondere ein Artikel von Steven Weintraub, einem bekannten Konservator aus New York, hat bei verunsicherten Museumsverantwortlichen Bedenken ausgeräumt. Sein fundiert begründetes Fazit: Von LEDs geht weniger Schadenspotenzial aus als von konventionell eingesetzten Leuchtmitteln, vor allem im warmweißen Kelvinbereich.^v

Kurzporträt

Zumtobel ist international führender Anbieter ganzheitlicher Lichtlösungen, die das Zusammenspiel von Licht und Architektur erlebbar machen. Als Innovationsführer bietet der Leuchtenhersteller ein umfassendes Spektrum an hochwertigen Leuchten und Lichtsteuerungssystemen für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche der professionellen Gebäudebeleuchtung – darunter Büro- und Bildungseinrichtungen, Verkauf und Präsentation, Hotel und Wellness, Gesundheit und Pflege, Kunst und Kultur sowie Industrie und Technik. Zumtobel ist eine Marke der Zumtobel Gruppe mit Konzernsitz in Dornbirn, Vorarlberg (Österreich).

Über die Autorin:

Carina Buchholz ist Lighting Application Managerin bei der Zumtobel Lighting GmbH. Zumtobel ist international führender Anbieter ganzheitlicher Lichtlösungen, die das Zusammenspiel von Licht und Architektur erlebbar machen. Als Innovationsführer bietet der Leuchtenhersteller ein umfassendes Spektrum an hochwertigen Leuchten und Lichtsteuerungssystemen für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche der professionellen Gebäudebeleuchtung – darunter Büro- und Bildungseinrichtungen, Verkauf und Präsentation, Hotel und Wellness, Gesundheit und Pflege, Kunst und Kultur sowie Industrie und Technik. Zumtobel ist eine Marke der Zumtobel Gruppe mit Konzernsitz in Dornbirn, Vorarlberg (Österreich).

Weitere Informationen:



Zumtobel Lighting GmbH
Nikolaus Johannson
Head of Brand Communication
Schweizer Strasse 30
A-6850 Dornbirn

Tel. +43-5572-390-26427
Fax. +43-5572-390-926427
nikolaus.johannson@zumbobel.com
www.zumbobel.com



Zumtobel Lighting GmbH
Nadja Frank
PR Manager
Schweizer Strasse 30
A-6850 Dornbirn

Tel. +43-5572-390-1303
Fax. +43-5572-390-91303
nadja.frank@zumbobel.com
www.zumbobel.com

Bildunterschriften

Bild 1: ©Zumbobel

Prüfverfahren im Rahmen der Zumtobel Studie anhand der Zeichnung „Harlekin“.



Bild 2: ©TU Darmstadt

Schädigungspotential und Schwellenbestrahlungsdauer – Halogenstrahler XENO und LED-Strahler ARCOS mit verschiedenen Lichtfarben.

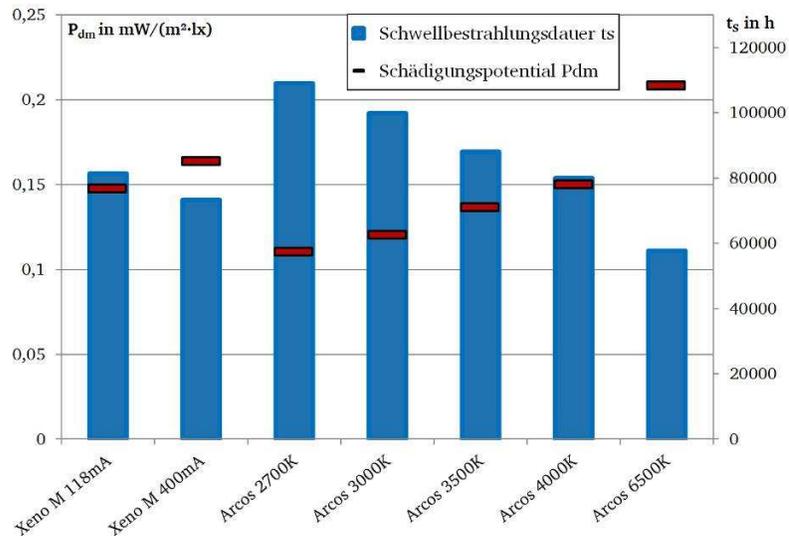


Bild 3: ©TU Darmstadt

Ergebnisse der lichttechnischen Vermessung an Picassos „Harlekin“ von Halogen- und LED-Beleuchtung (Leuchtdichteaufnahmen).

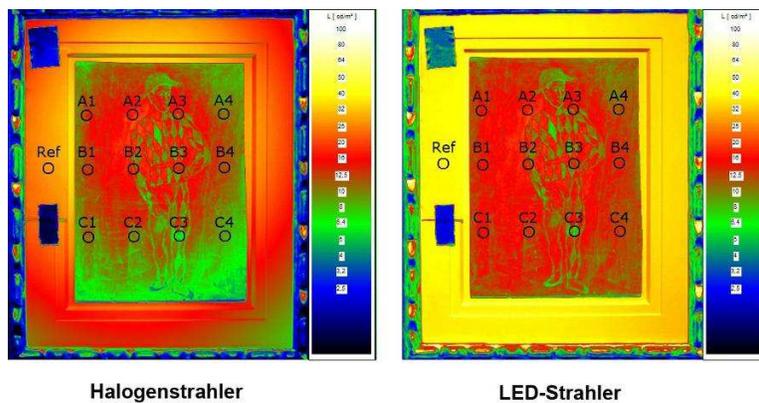


Bild 4: 4a ©Philipp Schoenborn Muenchen

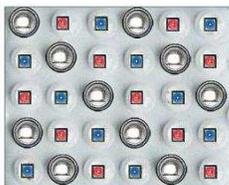
Schonende und wirkungsvolle Inszenierung der Schutzmantelmadonna von Hans Holbein mit dem Zumtobel LED-Lichtsystem Microtools.



Bild 5: ©Zumtobel

Beispiel für eine Tunable White PI-LED Platine mit sehr guter Farbwiedergabe.

Ra 90



Pi-LED Platine
Tunable White



Bild 6: ©Zumtobel

Zumtobel setzt in seinem Produktportfolio bereits erfolgreich die Tunable White Technologie ein, etwa beim LED-Strahlersystem Arcos und dem LED-Downlight Panos Infinity. Dank Tunable White lässt sich die Lichtfarbe optimal an Exponate und Architektur anpassen.

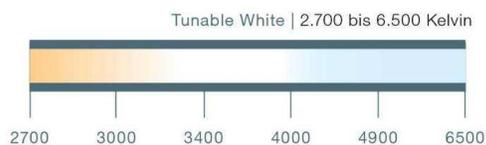


Bild 7: ©Zumtobel

Spektralverteilung der unterschiedlichen Lichtfarben (Arcos-Strahler mit Tunable White Technologie).

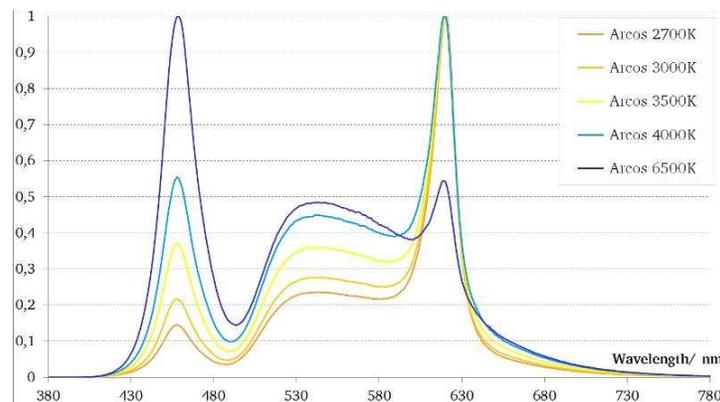


Bild 8: ©Zumtobel

Schloss Neuschwanstein: Hier hat Zumtobel bereits eine schonende Anstrahlung der Kunstobjekte dank LED-Leuchten erreicht, um sie für künftige Generationen zu erhalten.



ⁱ CIE 157:2004 Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation

ⁱⁱ CIE 177:2007 Colour Rendering of White LED Light Sources. Außerdem bestätigen mehrere internationale Untersuchungen (z. B auch NIST), dass sich der bisherige Farbwiedergabeindex nicht mit der Wahrnehmung deckt und dadurch LEDs zu negativ bewertet werden. Alternative Bewertungssysteme werden momentan gesucht.

ⁱⁱⁱ http://www.nist.gov/pml/div685/grp05/vision_color.cfm

^{iv} Dale Paul Kronkright, 30. März 2010, „Caution urged when considering LED light sources for light sensitive materials“.

^v Steven Weintraub, Art Preservation Services, 28. April 2010, „Comments regarding LEDs and the risk to light sensitive materials“