



Warum LED-Lampen?

Beim Begriff ‚LED-Lampe‘ kann schon mal der Gedanke an wenig lichtstarke Leuchtmittel mit einem höchst unangenehmen Licht aufkommen. Beim heutigen Stand der Technik sind das aber nicht mehr als Vorurteile. Moderne LED-Beleuchtungsgeräte, wie die **photonExa**, haben die technische Reife und ein Preis/Leistungsverhältnis erreicht, um dem Anwender nicht nur echte Vorteile gegenüber herkömmlichen Leuchtmitteln wie Glüh-, Halogen-, und Gasentladungslampen zu bieten, sondern auch um einen echten Mehrwert zu schaffen.

Leuchtprinzip und Lebensdauer

Das Licht in einer LED (Light Emitting Diode) wird direkt mittels eines quanten-elektronischen Prinzips erzeugt. Weil dabei nichts glüht und auch keine Schwermetall-Ionen elektrisch beschleunigt werden - durch deren Aufprall Lampen-Materialien abnutzen, ist die theoretische Lebensdauer einer LED unbegrenzt. Praktisch gibt es aber gleichwohl Alterungseffekte (sog. Degradation) welche die Lichtausbeute mit der Zeit vermindern. LEDs lieben es kühl. Je geringer die LED-Temperatur ist, umso länger die Lebensdauer. Mit Lebensspannen von 50'000-100'000h für 70% Lichtabgabe – die zudem unabhängig von der Anzahl Schaltvorgängen ist - stehen aber heutige LEDs so gut da, wie andere langfristige Gebäude-Infrastrukturkomponenten, wie z.B. Wasserleitungen, Elektronstallationen und Heizkörper. Entsprechend entfallen auch Leuchtmittel-Wechsel, was eine klare Ersparnis und kurze Amortisationszeiten (i.d.R. 1-5 Jahre) bedeutet.

Energie-Effizienz

Glühlampen bringen es auf eine Lichtausbeute von 5-25Lm/W, gute Halogen-Lampen bis 40-50Lm/W, Fluoreszenzlampen auf 70-85Lm/W – und gute LEDs bis zu 120 Lm/W. Dazu kommt, dass LED-Optiken typische Wirkungsgrade von 85...90% haben; währenddessen z.B. Fluoreszenzlampen-Reflektoren eine typische Effizienz von 30-40% aufweisen. Entsprechend hoch ist die Energie-Ersparnis. Über die gesamte Betriebsdauer kommen erstaunlich hohe Beträge zusammen. Derzeit wird in der EU und auch der Schweiz ein schrittweises Glühlampen-Verbot eingeführt, welches per 1.4.2014 auch alle Halogenlampen umfassen wird. [Stand 2/2009]

Lichtqualität

Währenddessen die ersten weissen LEDs in der Tat eine unakzeptable Lichtqualität zeigten, gibt es heute eine ganze Palette an weissen Farben, die es selbst mit Glühlampenlicht aufnehmen können. LEDs geben zudem das ‚ideale Licht‘ ab. Im Lichtstrahl gibt es weder UV- noch IR, die beleuchtete Gegenstände beschädigen, oder bei Menschen gar Hautkrebs auslösen kan. Eine LED gibt zudem sofort nach dem Einschalten die volle Lichtleistung ab. Im Gegensatz zu Gastentladungslampen gibt es bei LEDs weder eine Aufwärmphase, noch Flackern, noch eine Wiederezündverzögerung.

Aktive und passive Sicherheit

Ein gut konzipiertes LED-Beleuchtungsgerät, wie die **photonExa**, erwärmen sich im Betrieb kaum und sind mittels Thermostaten auch gegen Überhitzung gesichert, sollte aus irgend einem Grunde die Kühlung nicht (mehr) ausreichend sein. Entsprechend können Sie nicht nur eine **photonExa** berühren – ohne sich daran zu verbrennen; auch die Gefahr, dass leichtenzündliche Materialien in Nähe des Leuchtmittels wegen dessen Wärmeentwicklung in Brand geraten können, entfällt. Entsprechend kostengünstiger können gebäudeseitige Brandschutzmassnahmen (z.B. in Hohldecken) ausgelegt werden. (Vergleich: Fassungs-Temperatur von Halogenlampen: 350...650 °C, Gasentladungslampen: 90...250 °C, nominale Kühlkörpertemperatur photonExa 45 °C; bei 75 °C schaltet der Sicherheits-Thermostat das Gerät aus. Aber auch bezüglich mechanischer und elektrischer Sicherheit schneiden LEDs besser ab: Alle konventionellen Leuchtmittel können explodieren oder implodieren und dabei Verletzungen, Materialschäden oder gefährliche Kontaminationen (Glassplitter, Quecksilber, etc.) verursachen. Ausbrennende Glühlampen verursachen überdies oft Kurzschlüsse, sodass Sicherungen gesucht und ausgewechselt werden müssen. Da ein Kurzschluss auch einen beachtlichen elektromagnetischen Impuls (EMP) erzeugt, stürzen deshalb oft auch Computeranlagen und Kassensysteme ab. LED's hingegen ‚brennen‘ weder aus, noch explodieren sie, sondern verlieren langsam an Lichtleistung. Selbst bei einem möglichen Kurzschluss einzelner **photonExa**-LED-Chips gleicht die Treiber-Elektronik den Spannungseinbruch automatisch aus, wodurch das LED-Beleuchtungsgerät immer noch voll funktionstüchtig bleibt – wenn auch mit reduzierter Lichtleistung.

Ein wichtiges Thema der passiven Betriebssicherheit ist auch der Schutz vor Spannungsschwankungen und Überspannung. Währenddessen z.B. Glühlampen bei geringsten Überspannungsstößen ausbrennen und Gasentladungslampen durch sog. Sputtering erheblich an Lebensdauer einbüßen, gleicht die Treiberelektronik der **photonExa** selbst extreme Versorgungsspannungsschwankungen automatisch aus und schützt durch sog. Suppressordioden die wertvollen LED-Arrays vor Zerstörung. So können Sie einer **photonExa** zwischen 9...24V AC/DC so jede gängige Spannung – samt Hochfrequenz aus preiswerten E-Transformatoren – ‚verfüttern‘ – und sie leuchtet immer gleich.

Diese hohe Zuverlässigkeits-Merkmale machen **photonExa**-Beleuchtungsgeräte auch ideal für den Einsatz in kritischen Anwendungen, wie z.B. Not-Beleuchtungsanlagen, Aviatik und im medizinischen Bereich.

Verminderte Umweltbelastung

Obwohl derzeit Gasentladungs-Energiesparlampen wegen ihrer Energie-Effizienz gross in Mode sind, belasten diese Leuchtmittel nicht nur die Umwelt erheblich, sondern schneiden bezüglich der Gesamt-Energiebilanz, in der auch die Energie zur Herstellung und Entsorgung berücksichtigt ist, nicht sonderlich gut ab. So enthalten alle Gasentladungs-Fluoreszenzlampen giftiges Quecksilber – und müssen als Sonderabfall entsorgt werden. Bei sogenannten Kompakt-Energiesparlampen muss das auch das im Lampensockel eingebaute elektronische Vorschaltgerät fagerecht entsorgt werden. LEDs enthalten keine giftigen Materialien, wie Quecksilber, Natrium, Blei, Cadmium, etc. Durch die deutlich längere Lebensdauer ist auch der Energieaufwand pro geleisteter Lichtenergie-Einheit für Herstellung und Entsorgung deutlich geringer, als für jedes andere Leuchtmittel. Qualitativ hochwertige LED-Beleuchtungsgeräte, wie die **photonExa** sind reparierbar. Dies verbessert die Öko-Gesamtbilanz noch einmal deutlich.

Einfache Integration

Das **photonExa**-System ist auf den Footprint einer MR16-Standard-Halogen-Reflektorlampe ausgelegt. Dadurch kann das System mit äusserst geringem Aufwand in bestehende Beleuchtungsanlagen integriert werden. Drei verschiedene Optiken ermöglichen an die Beleuchtungsaufgabe angepasste Öffnungswinkel.

Weil das System modular aufgebaut ist, können aber auch eine Vielzahl von Spezial-Lösungen realisiert werden. Fragen Sie uns. Wir beraten Sie gerne.

Kosten und Amortisation

Ein LED-Beleuchtungsgerät ist eine langfristige Anlage-Investition – und kein Verbrauchsmaterial. Im Vergleich zu verkömmlichen Leuchtmitteln ist eine **photonExa** natürlich in der Anschaffung teurer; allerdings ‚bezahlt‘ sich das Gerät im Laufe weniger Jahre nicht nur von selbst, sondern spart vom ersten Tag an Betriebskosten und schont natürliche Ressourcen unseres Planeten.

Die nachfolgenden Zahlenbeispiele sind sollen Anhaltspunkte dafür geben, wie schnell sich der Umstieg rechnet. Dabei wird von folgenden Annahmen ausgegangen: Stromkosten CHF 0.20 kWh, Leuchtmittel-Lebensdauer: Halogenlampe 2000h, Gasentladungslampe 5'000h, Lampenwechselkosten: Halogen/Fluoreszenzlampe: CHF 10.--, Strassenlampe: CHF 100.--, Durchschnittlicher Klimatisierungsenergieanteil in geschlossenen Räumen: 20% der Lampenleistung. Durchschnittliche Anschaffungs- und Umrüstkosten pro **photonExa**-20W CHF 300.-- und für eine **photonExa**-35W CHF 450.--

Beispiel 1: Restaurationsbetrieb

In einem Restaurationsbetrieb sollen 50W-Halogenlampen-Deckenleuchten gegen LED-Beleuchtungsgeräte zur Verminderung der Beleuchtungs- und Klimatisierungs-Kosten getauscht werden – ohne die Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe zu ändern. Durchschnittliche tägliche Brenndauer ist 12h; Lampenkosten CHF 7.50. Jährliche Energiekosten/Lampe: $4'380h \times 0.05 + 0.01kW \times 0.2 \text{ CHF/kWh} = \text{CHF } 52.56$, Lampenwechsel/Jahr: $4'380h / 2'000h = 2.19$, ergeben Leuchtmittelkosten von $2.19 \times \text{CHF } 7.50 + 10.00 = \text{CHF } 38.33$; d.h. Gesamt-Beleuchtungskosten von CHF 90.89/Lampe/Jahr. Beim Einwssatz von **photonExa**-20W Halogenweiss ergeben sich jährliche Betriebskosten von $4'380h \times 0.02 + 0.004kW \times \text{CHF/kWh } 0.2 = \text{CHF } 21.02$ Die jährliche Einsparung beträgt $\text{CHF } 90.89 - 21.02 = 69.87$. Die Amortisationsdauer beträgt $\text{CHF } 300.00 / 69.87 = 4.29$ Jahre.

Beispiel 2: Gemüse/Backwarenthek

Zur Produkt-Präsentation von Gemüse und Backwaren werden oft 250 W Stab-Halogenlampen in Goldreflektor-Decken-Gehäusen verwendet. Aufgrund des schlechten Gesamt-Wirkungsgrades kommen bei den Produkten bloss etwa 1000 Lumen Lichtleistung an. Durch UV- und IR-Strahlung aus Halogen- und HQI-Strahlern vermindert sich die Haltbarkeit von Produkten früher, was mit CHF 0.1/1000 Lumen und Betriebsstunde berücksichtigt wird. Eine **photonExa**-35W Ultra-Warmweiss liefert 1100 Lumen und ist daher ideal zur Frischwaren-Präsentation geeignet. Durchschnittliche tägliche Brenndauer ist 10h; Lampenkosten CHF 10.00. Jährliche Kosten/Lampe: $3'650h \times 0.25 + 0.05kW \times 0.2 \text{ CHF/kWh} + 365.00 = \text{CHF } 584.00$, Lampenwechsel/Jahr: $3'650h / 2'000h = 1.83$, ergeben Leuchtmittelkosten von $1.83 \times \text{CHF } 10.00 + 10.00 = \text{CHF } 36.60$; d.h. Gesamt-Beleuchtungskosten von CHF 620.60/Lampe/Jahr. Beim Einwssatz von **photonExa**-35W Halogenweiss ergeben sich jährliche Betriebskosten von $3'650h \times 0.035 + 0.007kW \times \text{CHF/kWh } 0.2 = \text{CHF } 30.66$ Die jährliche Einsparung beträgt $\text{CHF } 620.60 - 30.66 = 589.94$. Die Amortisationsdauer beträgt $\text{CHF } 450.00 / 589.94 = 0.76$ Jahre, bzw rund 9 Monate.

Anmerkung: Es werden heute vermehrt warmweisse Metaldampflampen tw. mit Farb-Filtern für diese Anwendung eingesetzt. Neben der Tatsache, dass diese Leuchtmittel (trotz UV-Filtern) noch mehr und vor allem kurzwelligeres UV-Licht abstrahlen als Halogen-Lampen, und auch die Lampen-Kosten deutlich höher sind, ist die obige Rechnung durchaus auch auf Metaldampflampen übertragbar. Dazu kommt noch, dass wegen der UV-Strahlung ein Mindest-Abstand von 5m empfohlen wird, womit der bessere Wirkungsgrad nicht nur zunichte gemacht wird, sondern auch Kunden und Mitarbeiter stärker geblendet werden, als bei einer gezielten Beleuchtung.

Beispiel 4: Büro-Arbeitsplatzbeleuchtung

Für eine typische Beleuchtungsstärke von 500...1000 Lux auf einem grossen Büropult werden heute zwei kaltweisse 65W Fluoreszenz-Leuchten in blendfreien Aluminium-Reflektor-Lampengehäusen benötigt. Diese Lichtstärke wird problemlos von zwei **photonExa**-20W neutralweissen Decken-Einbauleuchten erbracht; wobei die **photonExa**-Optiken schon von sich aus Blendfreiheit erzielen und zwei **photonExa**-Beleuchtungsgeräte zur Vermeidung von Schattenwurf zum Einsatz gelangen.

Durchschnittliche tägliche Brenndauer ist 7h; Lampenkosten CHF 15.00. Wartungskosten für Fluoreszenzleuchten werden mit CHF 10.--/Jahr angenommen. Jährliche Energiekosten/Lampe: $2'555h \times 0.13 + 0.03kW \times 0.2 \text{ CHF/kWh} = \text{CHF } 81.76$. Lampenwechsel/Jahr: $2'555h / 5'000h = 0.51$, ergeben Leuchtmittelkosten von $0.51 \times \text{CHF } 15.00 + 10.00 = \text{CHF } 17.85$; d.h. Gesamt-Beleuchtungskosten von CHF 109.61/Arbeitsplatz und Jahr. Beim Einsatz von zwei **photonExa**-20W Halogenweiss ergeben sich jährliche Betriebskosten von $2'555h \times 0.04 + 0.008kWh \times \text{CHF/kWh } 0.2 = \text{CHF } 24.53$. Die jährliche Einsparung beträgt folglich CHF $109.61 - 24.53 = \text{CHF } 85.08$.

Zwei **photonExa**-20W samt Decken-Einbaufassung und Vorschaltgerät kosten rund CHF 700.—, währenddessen eine zweiflämmige 2x65W Alu-Reflektorleuchte rund CHF 400.—kostet. Dies ergibt eine Preisdifferenz von CHF 300.—. Die Amortisationsdauer beträgt folglich $\text{CHF } 300.00 / 85.08 = 3.53$ Jahre.

Beispiel 3: Strassenbeleuchtung

Es ist unschwer zu erkennen, dass heute nahezu alle Strassenbeleuchtungssysteme auf Hochdruck-Natriumdampflampen umgestellt wurden, da man der Meinung war, dass diese orangefarbenen Leuchtmittel die höchste Lichtausbeute von 90lm/Watt bei gleichzeitig längster Lebensdauer von typisch 16'000h bringen würden. Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen aber, dass die vermeintliche hohe Lumenzahl im gelb-orangen Farbspektrum aufgrund der menschlichen Nachtseh-Augenempfindlichkeit im blaugrünen Spektrum gar nicht richtig nutzbar ist, sobald das Auge von Farb- auf Schwarzweiss-Sicht umstellt. Versuche haben gezeigt, dass zwei **photonExa**-20W kaltweiss mit insgesamt 3'600 Lumen gar eine weitere Sicht bei höherem Kontrast ermöglichen, als eine 150W-Natrium-Hochdrucklampe mit 12'000 Lumen. Weiterer Nebeneffekt: Wegen dem fehlenden UV-Anteil werden vom LED-Licht keine nachtaktiven Insekten angezogen. Dadurch reduziert sich der Reinigungsaufwand erheblich.

Herkömmliche Strassenlampen-Köpfe für 150W-Lampen haben überdies den Vorteil, dass sie eine hinreichend grosse Oberfläche aufweisen, um die 40Watt Wärme von zwei **photonExa**-20W-Modulen ohne nennenswerte Temperaturerhöhung an die Umgebung abzugeben. Die hochwirksamen Kegellinsen-Optiken der **photonExa** ermöglichen überdies die optimale Einstellung eines an die Anwendung angepassten Strahlprofils. Die schnelle, verzögerungsfreie Verfügbarkeit von LED-Licht öffnet überdies das Potenzial für weitere Einsparungen, wie umgebungslichtgesteuertes Dimmen, oder das Schalten von Strassenbeleuchtungen via Bewegungsmeldern.

Annahmen: Leuchtmittel 150W Natriumdampf-Hochdrucklampe.
Durchschnittliche Jahresbrenndauer ist 4'000h. Lampenkosten CHF 75.00.
Jährliche Energiekosten/Lampe: $4'000h \times 0.15kW \times 0.2 \text{ CHF/kWh} = \text{CHF } 120.00$
Lampenwechsel/Jahr: $4'000h/16'000h=0.25$, ergeben Leuchtmittelkosten von $0.25 \times \text{CHF } 75.00 + 100.00 = 43.75$; d.h. Gesamt-Beleuchtungskosten von CHF 163.75/Lampe/Jahr. Beim Einwsatz von zwei **photonExa**-20W kaltweiss ergeben sich jährliche Betriebskosten von $4'000h \times 0.04kW \times \text{CHF/kWh } 0.2 = \text{CHF } 32.00$
Die jährliche Brutto-Einsparung beträgt somit $\text{CHF } 163.75 - 32.00 = 131.75$. Dazu kommt noch eine Reinigungs-Ersparnis von CHF 50.--/Jahr. Daraus resultiert eine Netto-Ersparnis von 181.75. Die Amortisationsdauer beträgt in der Folge $\text{CHF } 600.00 / 181.75 = 3.3$ Jahre.

Anmerkung: Eine vergleichbare Rechnung ergibt sich auch für 100W- bzw. 300Watt-Natrium-Dampflampen. Indirekte Einsparungen, wie die Vermeidung von Unfällen aufgrund besserer Sicht sind nicht eingerechnet.