

Professionelle Wartung von Entladungslampen in der Innenbeleuchtung

Roland Heinz



Lichtanlagen müssen, wie die meisten technischen Einrichtungen, regelmäßig gewartet werden. Selbst bei der hochwertigen Geschäftsraum- oder Bürobeleuchtung ist die Anlagenwartung heutzutage aber oft noch unzureichend: In vielen Lichtanlagen sieht man tote Lichtpunkte, flackernde Lampen oder Lichtpunkte, die zyklisch an- und ausgehen. Dass hiermit gerade bei Entladungslampen erhebliche Sicherheitsrisiken einhergehen, lassen viele Anwender völlig außer Acht. Professionelle Lichtanlagenwartung hilft dem Anwender nicht nur, Wartungskosten zu reduzieren, sondern auch, die Sicherheitsrisiken der Lichtanlage zu minimieren. Aus diesem Grund soll in dieser Abhandlung auf die professionelle Lichtanlagenwartung näher eingegangen werden.

Dr. habil. Roland Heinz,
Philips Licht Hamburg und TU Graz

Vergleichsberechnungen der Wartungskosten:
www.philips.de/sparrechner

Erstellung eines Wartungsplans:
www.lightmaster.philips.com

Die Erstellung eines professionellen Wartungsplans ist immer der erste Schritt auf dem Weg zur professionellen Anlagenwartung. Ein Wartungsplan sollte beinhalten:

- (1) Zeitintervalle für die Leuchteninspektionen,
- (2) Zeitintervalle für die Leuchtenreinigung und
- (3) Zeitintervalle für den Lampenwechsel.

Lichtpunkte degradieren in einer Lichtanlage über die Zeit. Abdeckscheiben und Reflektoren der Leuchten verstauben und der Lichtstrom der Leuchtmittel geht durch Alterung zurück. Zudem stellt das Versagen der Leuchtmittel immer ein Sicherheitsrisiko für die Lichtanlage dar – insbesondere durch Überhitzen der elektronischen Leuchtenkomponenten. Aus diesem Grund sollten obige drei Punkte immer in den Wartungsplan einfließen.

Bei der Erstellung professioneller Wartungspläne kann das Internet basierte Lichtmanagement-Tool »Lightmaster« helfen (www.lightmaster.philips.com). Wartungskosten lassen sich aber auch schrittweise berechnen (www.philips.de/sparrechner), um anschließend einen Wartungsplan per Hand zu erstellen. Im Folgenden beschreibt der Artikel, auf welche Art und wann genau mit Entladungslampen bestückte Lichtanlagen gewartet werden müssen.

1 Gruppenwechsel contra Einzelwechsel am natürlichen Lebensdauerende kompakter Entladungslampen

Für die Lampenwartung sind zwei grundsätzliche Wartungstypen bekannt (Bild 1):

- (1) der Gruppenwechsel und
- (2) der Einzelwechsel.

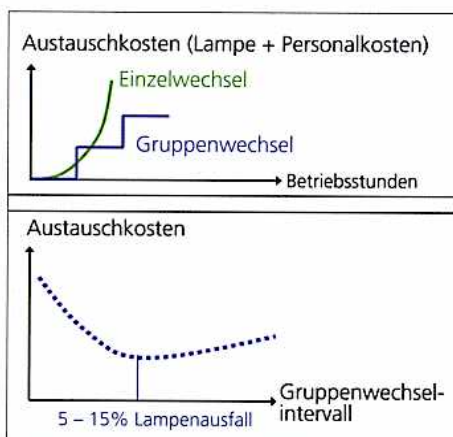
Beim Gruppenwechsel werden alle Lampen nach einem festgelegten Zeitintervall gleichzeitig gewechselt. Die Vorteile des Gruppenwechsels bestehen in:

- einem Sicherheitsgewinn für die Lichtanlage durch Minimierung von Lebensdauerendeffekten der Leuchtmittel,
 - der Minimierung von Personalkosten bei der Anlagenwartung durch Zusammenlegung von Arbeitsflüssen,
 - der Verbesserung des Beleuchtungskomforts durch begrenzten Lichtstromrückgang der Leuchtmittel und
 - einer besseren Einhaltung der EU-Beleuchtungsnormen, die applikationsabhängig Mindestbeleuchtungsstärken vorschreiben.
- Bei der Neuinstallation von Lichtanlagen ermöglicht ein im Vorfeld geplanter Gruppenwechsel einen günstigeren Wartungsfaktor und damit eine geringere Anschlussleistung bzw. weniger Lichtpunkte. Aus diesem Grund ist es bei allen Entladungslampen – unabhängig vom Typ und Hersteller – bereits bei der Planung einer Lichtanlage sinnvoll, Wartungsintervalle zu kalkulieren.

Beim Einzelwechsel wird hingegen eine Lampe erst dann ausgewechselt, wenn sie ausgefallen ist, bzw. Veränderungen aufweist, die die Sicherheit eines Lichtpunktes gefährden. Der Einzelwechsel ist viel kostenaufwändiger. Er sollte nur angewendet werden, wenn

- bereits vor Erreichen des Gruppenwechselintervalls einzelne Lichtpunkte einer Lichtanlage ausgefallen sind, die ersetzt werden müssen,
 - Lampen eine dramatische Schwärzung des äußeren Hüllkolbens aufweisen,
 - Lampen Farbveränderungen des abgestrahlten Lichts aufweisen, oder
 - Lampen zyklisch an- und ausgehen.
- Einzelwechsel sollten also bei Entladungslampen nur als Ergänzung zum Gruppenwechsel eingesetzt werden, diesen aus wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Gründen aber nie ersetzen (kombinierter Gruppen-Einzelwechsel).

Im direkten Vergleich zum Gruppenwechsel ist der Einzelwechsel also immer die kostintensivere und risikobehaftetere Variante der Lichtanlagenwartung.



1 Lampenwartung im Gruppenwechsel ist bei Hochdruckentladungslampen immer der betriebswirtschaftlich besserer Wechselmodus. Das optimale Wechselintervall (minimale Anlagenbetriebskosten) liegt in der Praxis meist zwischen 5 und 15% Frühausfall innerhalb der Lampenpopulation.

2 Spezielle Wartungshinweise für kompakte Entladungslampen (CDM, HCI, SDW-T/TG etc.)

Bei Allgebrauchslampen (Glühlampen) erfolgt am Lebensdauerende nahezu ausnahmslos ein mechanischer Bruch der immer dünner werdenden Glühwendel. Probleme in der Leuchte treten am Lebensdauerende im allgemeinen nicht auf. Eine Ausnahme stellen nur die Hochvolt-Halogenlampen dar. Hier müssen im Lampensockel spezielle Sicherungen vorhanden sein, die bei Wendelbruch hohe Ströme und ein damit verbundenes Explodieren der Leuchtmittel verhindern.

Bei kompakten Entladungslampen gibt es hingegen am Lebensdauerende verschiedene Vorgänge, die visuell beobachtet werden können. Im idealen Fall, der sich tatsächlich auch in den meisten Fällen ereignet, wird durch fortlaufenden Elektrodenabtrag die Brennspannung des Leuchtmittels immer höher. Schließlich erlischt die Lampe ohne Bruch des Brenners oder des äußeren Hüllkolbens.

Leider sind bei Entladungslampen andere Mechanismen am Ende der Lebensdauer nicht völlig auszuschließen. Zum einen kann der an sich transparente Außenkolben völlig schwarz werden, zum anderen kann die Lampe beginnen, zyklisch an- und auszugehen. In sehr seltenen Fällen kann auch der Brenner und der äußere Hüllkolben brechen. Auf diese Vorgänge sei im Folgenden näher eingegangen, da sie die Leuchte thermisch erheblich belasten, und damit für den Anlagenbetreiber ein latentes Sicherheitsrisiko darstellen.

Bei einem Gruppenwechsel der Leuchtmittel vor dem Erreichen der 20%-Ausfallrate innerhalb der Lichtanlage werden derartige Vorgänge kaum noch beobachtet. Entladungslampen sollten daher nicht bis zum Erreichen ihrer natürlichen Lebensdauer betrieben werden, sondern aus Sicherheitsgründen spätestens nach 20 % Frühausfall innerhalb der Lichtanlage gewechselt werden. Treten dennoch an einzelnen Lichtpunkten oben beschriebene End-of-Life-Effekte auf, so ist in jedem Fall ein sofortiges Abschalten der betroffenen Leuchte erforderlich.

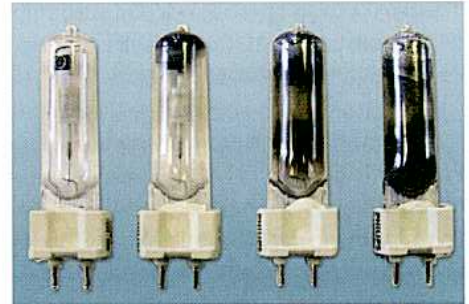
3 Lampenschwärzung und visuell beobachtbare Veränderungen der Lichtfarbe
Bei CDM- und HCI-Lampen werden mit zunehmender Alterung der Lampe die Wände des Keramikbrenners immer dünner. Gleichzeitig sinkt der effektive Lichtstrom des Leuchtmittels und die thermische Last im Brenner und damit der Betriebsdruck steigen an. Hierdurch kann der Brenner, insbesondere an den Glaslot-Nahtstellen, undicht werden. Metallhalogenide und Quecksilber treten aus dem Brenner in den äußeren, mit Schutzgas gefüllten Hüllkolben aus und färben ihn schwarz.

Visuell geht mit der Schwärzung des Hüllkolbens ein drastischer Lichtstromrückgang einher, bis die Lampe schließlich mit bläulicher Lichtfarbe nur noch schwach glimmt oder flackert (Glimmentladung statt Bogenentladung). Oftmals bildet sich eine Glimmentladung im äußeren Hüllkolben aus, die das Leuchtmittel sehr stark aufheizt und zu einer Überhitzung der Leuchtenkomponenten führen kann. Dies kann erhebliche Schäden an der Leuchte selbst und in der Leuchtenperipherie auslösen.

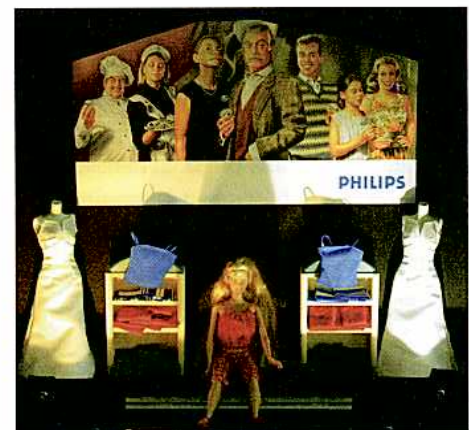
Bild 2 stellt die verschiedenen Stadien der Lampenschwärzung dar. Wird eines der Stadien beobachtet, so ist die Leuchte unverzüglich abzuschalten und das Leuchtmittel zu wechseln.

Bei SDW-T(G) Leuchtmitteln bewirken das Eindiffundieren von Natrium in die Brennerwand sowie geringe Undichtigkeiten des alternden Keramikbrenners ab etwa 10 000 Betriebsstunden einen Abfall des Brennerdrucks. Die Lichtfarbe wird hierdurch zunehmend gelblicher und ähnelt immer mehr der einer SON-Lampe. Wird dies beobachtet, so ist die Leuchte unverzüglich abzuschalten und das Leuchtmittel zu wechseln. Gegebenenfalls kann mit Hilfe eines weißen Papierblatts, das vergleichend hinter verschiedene Leuchten gehalten wird, getestet werden, ob sich die Lichtfarbe eines Lichtpunkts vorzeitig geändert hat.

Eine Schwärzung des äußeren Hüllkolbens kann ebenfalls auftreten, meist jedoch erst zu einem noch späteren Zeitpunkt. Auch in diesem Fall ist die Leuchte unverzüglich abzuschalten und das Leuchtmittel zu wechseln.



2 Verschiedene Stufen der Schwärzung des äußeren Hüllkolbens von CDM-T Lampen infolge gealterter Keramikbrenner (Undichtigkeiten).



3 SDW-TG Leuchtmittel nach 8 000 Betriebsstunden (rechts) und nach 14 000 Stunden (links). Oberhalb von 10 000 Betriebsstunden wird die Lichtfarbe gelblicher und die Farbwiedergabe geht zurück. Ein Gruppenwechsel der Leuchtmittel nach 10 000 Betriebsstunden ist daher neben kommerziellen und sicherheitstechnischen Aspekten auch aus optischen Gründen zu empfehlen.

In jedem Fall sind aber SDW-T/TG-Leuchtmittel spätestens nach 10 000 Betriebsstunden im Gruppenwechsel zu tauschen.

4 Zyklisches An- und Ausgehen von Leuchtmitteln

Mit zunehmender Lampenalterung steigt die Brennspannung des Leuchtmittels an. Schließlich wird ein Zustand erreicht, bei dem das Leuchtmittel unter voller Betriebstemperatur die Brennspannung unterschreitet und erlischt. Zyklisches Verhalten der Leuchtmittel belastet die Leuchten- und Leuchtenperipherie erheblich. Zumindest das Zündgerät wird überproportional belastet. Aus diesem Grund ist bei Beobachtung eines mehrfachen selbstständigen Verlöschens eines Lichtpunktes die Leuchte unverzüglich vom Netz zu trennen und das Leuchtmittel zu wechseln.

4 Neue dimmbare keramische Metallhalogenlampen in CDM-Elite-Technologie (CDM-T/TC Elite 70/930). Dimmung ist am Regel-EVG bis auf 60 % Lichtstrom möglich. Die Lichtfarbe wird durch die Dimmung etwas wärmer (2800 K).

An konventionellen Vorschaltgeräten zündet die Lampe nach einer Abkühlphase von 10 bis 15 Minuten erneut und erlischt schließlich wieder. Bei Zündgeräten mit integrierter Zeitautomatik (SN57T15, SN58T15) oder digitalen Zündgeräten (SND57, SND58) erfolgen nur etwa ein bis drei Zyklen pro Tag. An elektronischen Vorschaltgeräten (EVGs) von Philips (HID-PVC, HID-DV) wird bei Lampenalterung das Überschreiten der Brennspannung detektiert und das EVG schaltet automatisch ab. Die Lampe wird erst wieder gezündet, wenn zuvor die Netzspannung zumindest kurzzeitig unterbrochen worden ist (zum Beispiel beim abendlichen Ausschalten der Beleuchtungsanlage).

5 Schlussbetrachtung

Die moderne Innenbeleuchtung verlangt nach immer kleineren und leistungsfähigeren Entladungslampen. Entwicklungen, wie die CDM-Elite-Lampen von Philips (Bild 4) oder die HCI-Powerball-Lampen von Osram, belegen diesen Trend. Bei Metallhalogenlampen sind eine Leistungssteigerung bzw. die Miniaturisierung der Leuchtmittel jedoch fast immer auch mit einer Erhöhung des Betriebsdrucks im Lampenbrenner verbunden. Sie vergrößert die Anfälligkeit der Leuchtmittel gegenüber Überspannungen sowie das Risiko problematischer Lebensdauerdefekte. Aus diesem Grund können moderne Entladungslampen nur dann mit ausreichender Sicherheit betrieben werden, wenn Leuchtenbauer thermisch hoch belastbare Komponenten bei der Leuchtenkonstruktion

verwenden und vor allem der Anlagenbetreiber die Grundlagen der professionellen Lichtenanlagenwartung sicher beherrscht.

Durch einen Lampenbetrieb am elektronischen Vorschaltgerät mit Abschaltautomatik, der die Gruppenwechselintervalle gegenüber konventionellem Betrieb um bis zu 30 % verlängert, können zwar Sicherheitsrisiken durch mangelnde Fachkenntnisse bei der Lichtenanlagenwartung reduziert, aber nicht völlig verhindert werden.

Dinglichkeitsmaßnahmen bei der Wartung von Entladungslampen

Kompakte Entladungslampen aller Hersteller sollten spätestens nach Erreichen der 20%-Ausfallrate innerhalb einer Lampenpopulation im Gruppenwechsel getauscht werden. Zusätzlich ist bei bestimmten visuell beobachtbaren Lichteffekten, wie starken Veränderungen der Lichtfarbe, Lampenschwärzung, Lampenflimmern oder plötzlichem An- und Ausgehen einer Lampe, ein sofortiges Abschalten des betroffenen Lichtpunktes erforderlich. Anschließend ist der betroffene Lichtpunkt im Einzelwechsel zu warten bzw. abzuwägen, ob ein vorgezogener Gruppenwechsel aller Leuchtmittel der Lichtenanlage nicht ratsamer erscheint.

