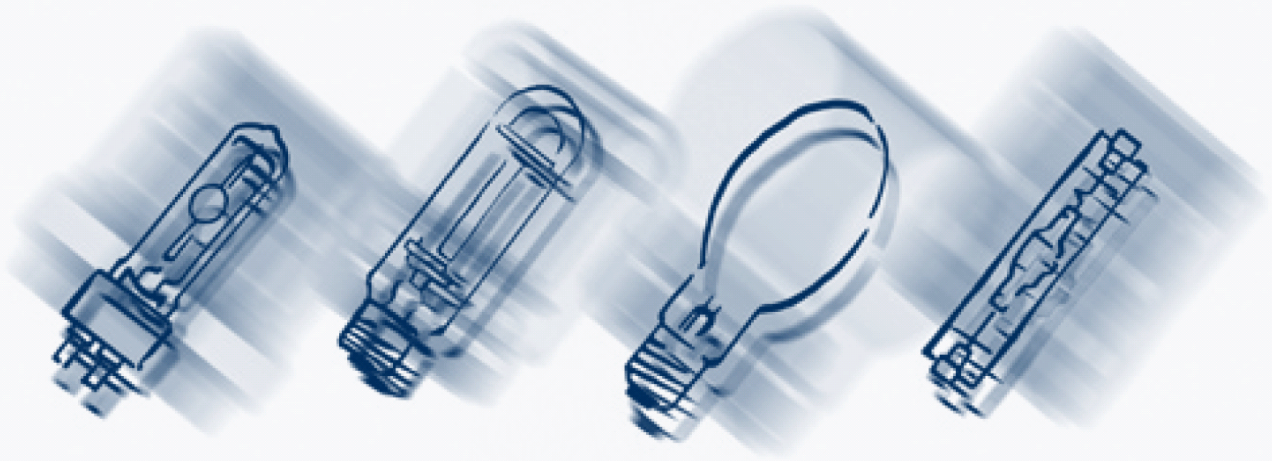
www.growland.net / www.growland-hydroponics.com
https://www.growland.fr / https://www.growland.co.uk
https://www.growland.es / https://www.growland.at
https://www.growland.nl / https://www.growland.it
https://www.growland.se / https://www.growland.pl

www.osram.de



Hochdruck-entladungslampen

100 YEARS OF INNOVATION OSRAM

Technische Hinweise zur Leistungsreduzierung

SEE THE WORLD IN A NEW LIGHT

OSRAM

1. Einleitung

Hochdruckentladungslampen erzeugen das Licht durch die Anregung von Quecksilber bzw. anderen Metallen in einem Plasma. Das Plasma wird in einem Brennergefäß durch Stromfluss zwischen zwei Elektroden erzeugt. Die Elektroden sind so in das Entladungsgefäß eingeführt, dass dieses vollständig dicht abschließt.

Entladungslampen müssen mit einem Vorschaltgerät betrieben werden und sind auf eine bestimmte Lampenleistung ausgelegt. Als Vorschaltgeräte werden konventionelle Drosseln (KVG) und elektronische Vorschaltgeräte (EVG) eingesetzt.

Bei Betrieb von Entladungslampen an einer Drossel folgt die Lampenleistung in Abhängigkeit von der Lampenbrennspannung folgender Kennlinie. Die Lampenbrennspannung wird üblicherweise in der Nähe der halben Netzspannung gewählt, weil hier die Kennlinie flach verläuft, d.h. bei steigender Lampenspannung ändert sich die Leistung nur relativ gering. Im Verlauf der Lebensdauer steigt die Brennspannung von Natriumhochdruckdampf- und Halogen-Metalldampflampen an.

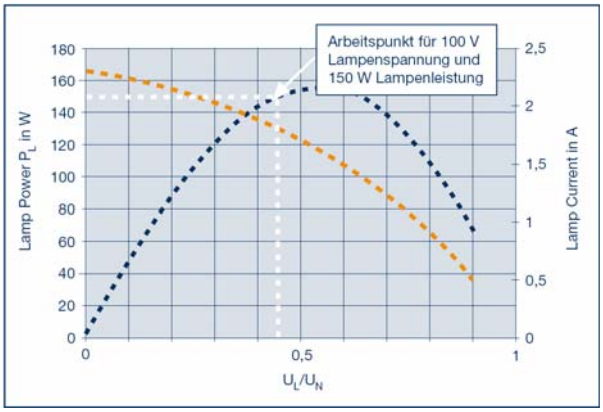


Abbildung 1: Modell einer Drosselkennlinie, Lampenleistung in blau, Lampenstrom in orange

Durch die Induktivität der Drossel ist der Lampenstrom (und Drosselstrom) gegenüber der Versorgungsspannung phasenverschoben (siehe Abbildung 2). Vor jedem Nulldurchgang nimmt der Strom auf Grund seiner annähernden Sinusform ab. Durch den geringeren Strom kühlen sowohl das Plasma als auch die Elektroden ab. Durch Rekombination von Elektronen mit Ionen nimmt die Leitfähigkeit ab. Deswegen ist nach dem Nulldurchgang von Lampenstrom und -spannung das Plasma nicht gleich in der Lage, den Strom, den die Drossel treiben will, zu tragen.

Die Spannung über der Lampe steigt zunächst an und es bildet sich die sogenannte Wiederzündspitze, das Plasma muss also erst wieder gezündet werden. Durch die höhere Spannung kann eine verstärkte Ionisierung stattfinden mit erhöhter Leitfähigkeit und damit wieder verringerter Spannung.

Wenn jetzt die Wiederzündspannung den Wert der Versorgungsspannung zu diesem Zeitpunkt überschreitet, erlischt die Lampe. Ein großer Vorteil von elektronischen Vorschaltgeräten mit rechteckförmiger Spannung und Strom ist der steile Nulldurchgang. Hierdurch kühlen Plasma und Elektroden kaum mehr ab und es bildet sich nahezu keine Wiederzündspitze mehr aus.

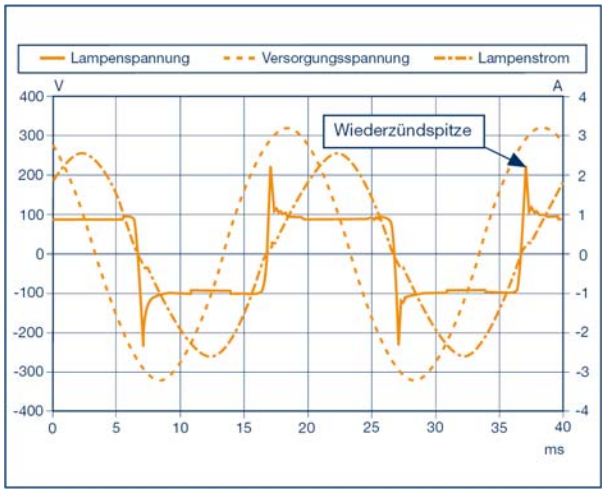


Abbildung 2: Lampenspannung, -strom und Versorgungsspannung einer Halogen Metalldampflampe

Will man die nominelle Lampenleistung einer Lampe verändern, so sind für die sich daraus ergebenden Auswirkungen die folgenden physikalischen Randbedingungen von Bedeutung:

- Die Elektroden von Entladungslampen sind für einen bestimmten Lampenstrom ausgelegt. Wenn der Strom zu hoch wird, schmelzen und verdampfen Teile der Elektrode. Ist der Strom zu niedrig, wird die Elektrode zu kalt betrieben. Als Folge davon verändern sich die Mechanismen der Elektronenauslösung aus der Elektrode und es wird vermehrt Elektrodenmaterial zur Brennerwand abgetragen. Bei Abweichung des Lampenstroms vom Nominalwert in beide Richtungen können damit eine Schwärzung der Brennerwand mit Rückgang des Lichtstroms sowie negative Effekte auf die Lichtfarbe und eventuell auch auf die Lebensdauer die Folge sein.
- Der Dampfdruck der für die Lichterzeugung zuständigen Füllungsbestandteile hängt von der Temperatur der Brennerwand ab. Eine Änderung der Brennerwandtemperatur durch Änderung der Lampenleistung beeinflusst die Zusammensetzung der Füllung im Plasmabogen und damit die elektrischen und photometrischen Eigenschaften der Lampe.

2. Techniken der Leistungsreduktion

Allgemein sind folgende Methoden der Dimmung bekannt (konventionell oder mittels EVG):

- Absenkung der Versorgungsspannung
- Phasenregelung: Phasen***an***schnitt, -***ab***schnitt
- Erhöhen der Drosselimpedanz bzw. Verringerung des Lampenstroms (Amplitudenmodulation)
- Ändern der Frequenz bei Hochfrequenzbetrieb

Absenken der Versorgungsspannung

Bei Absenken der Versorgungsspannung sinkt auch die Lampenleistung mit ab. Mit dem Absenken der Lampenleistung sinken zwar auch die Lampenspannung und die Wiederzündspitze, aber im Allgemeinen in geringerem Maße als die Versorgungsspannung. Damit sinkt der Abstand der Wiederzündspitze zur Versorgungsspannung und es steigt die Wahrscheinlichkeit des Verlöschens der Lampe. Das gilt besonders für gealterte Lampen, bei denen die Lampenspannung und die Wiederzündspannung bereits angestiegen sind.

In Abbildung 3 kann man beispielhaft das Verhalten für einige Lampentypen bei Absenken der Versorgungsspannung sehen. Es wird das Verhältnis von Wiederzündspitze zu Versorgungsspannung im Vergleich zum Wert bei 220V gezeigt.

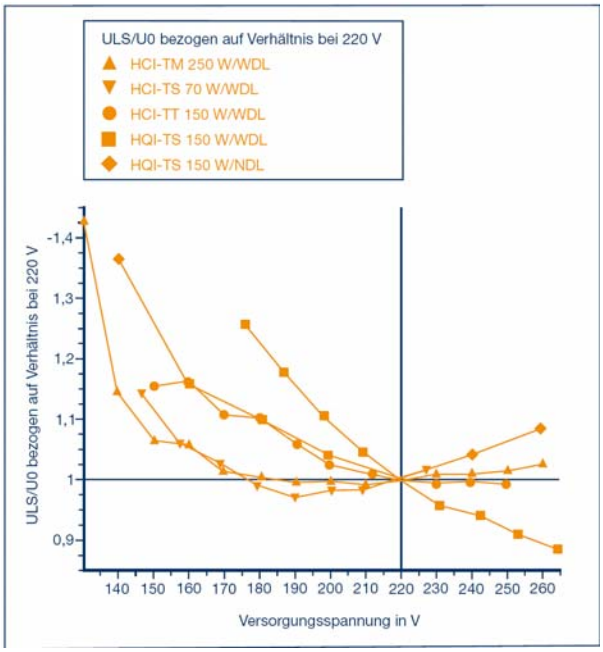


Abbildung 3: Relative Veränderung der Wiederzündspitze (ULS) zur Versorgungsspannung bezogen auf das Verhältnis bei 220 V

Die Dimmung darf demzufolge mit Ausnahme von Quecksilberdampflampen nicht durch Absenkung der Versorgungsspannung durchgeführt werden, da die Wiederzündspitze früher zum Verlöschen führen bzw. Flickern die Folge sein kann.

Phasenregelung: Phasenanschnitt, -abschnitt

In Abbildung 4 und 5 ist die Verringerung der effektiven Versorgungsspannung durch Phasen-an- bzw. Phasenabschnitt dargestellt. Es gibt außerdem auch Varianten, in denen die Versorgungsspannung nicht vor oder nach dem Nulldurchgang, sondern in der Mitte gesenkt wird. Es ist auch möglich, die Versorgungsspannung nur zu verringern und nicht ganz auf Null abzusenken.

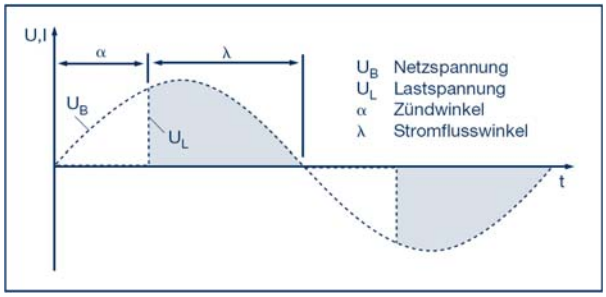


Abbildung 4: Prinzip des Phasenanschnitts (idealisierte Darstellung)

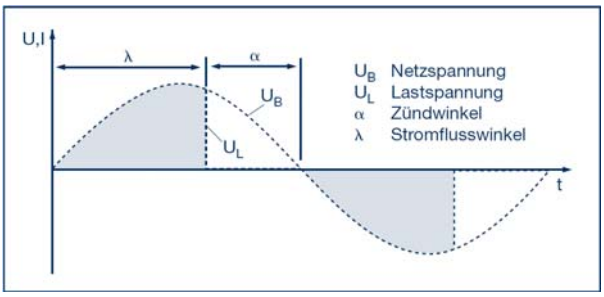


Abbildung 5: Prinzip des Phasenabschnitts (idealisierte Darstellung)

Bei Phasen***an***schnitt sorgen die dadurch entstehenden stromlosen Pausen für ein verstärktes Abkühlen von Plasma und Elektroden und damit zu einer Erhöhung der Wiederzündspitze und zu früherem Verlöschen der Lampe.

Bei Phasen***ab***schnitt oder anderen Methoden der zeitweiligen Abschaltung oder Reduzierung der Versorgungsspannung ist mit geeigneten Mitteln für einen unterbrechungsfreien und "glatten" Lampenstrom zu sorgen, da sonst Flickern und Verlöschen auftreten können.

Erhöhen der Drosselimpedanz bzw. Verringerung des Lampenstroms

Durch Erhöhen der Drosselimpedanz wird der Strom durch die Lampe reduziert. Die Versorgungsspannung bleibt dabei gleich und damit ist die Spannung weiterhin genügend hoch für die Wiederzündung der Lampe. Durch den flacheren Nulldurchgang des Stromes sind aber ein stärkeres Abkühlen des Plasmas und der Elektroden zu erwarten und damit eine stärkere Schwärzung über die Vorgänge an der Elektrode beim "Wiederzünden".

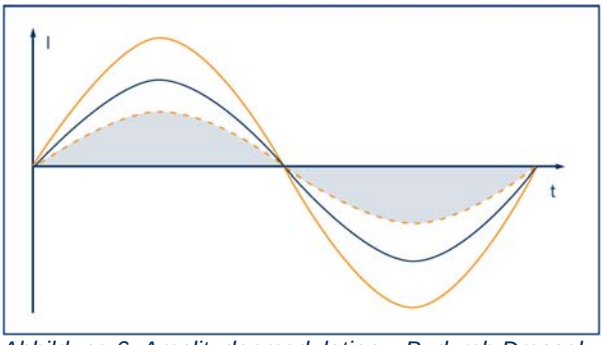


Abbildung 6: Amplitudenmodulation z.B. durch Drosselumschaltung

Die geringsten Nachteile sind bei der Stromverringerung im Rechteckbetrieb zu erwarten. Die steilen Nulldurchgänge führen zu einer Verringerung von Wiederzündspitzen und Schwärzung durch Sputtern.

Ändern der Frequenz bei Hochfrequenz-Betrieb

Im Hochfrequenzbetrieb ist bei Entladungslampen das mögliche Auftreten von akustischen Resonanzen zu beachten. Im Entladungsgefäß kann es in Abhängigkeit von Brennergeometrie und Plasmatemperatur zu einem Aufschwingen von Resonanzen kommen, wenn die hochfrequenten Anteile der Lampenleistung eine Resonanzfrequenz der Lampe treffen. Dies kann zu Flickern und im Extremfall zum Zerstören der Lampe führen. Deswegen wird in dem Normvorschlag zum elektronischen Betrieb von Halogen-Metalldampflampen der Anteil an hochfrequenten Schwingungen beschränkt werden.

Sicher resonanzfreie Betriebsfenster zu finden ist deswegen schwierig, da sich die Resonanzfrequenzen während des Anlaufs und auch im Verlauf der Lebensdauer verändern und da Lampen verschiedener Geometrie und Füllungen an dem gleichen Betriebsgerät betreibbar sein sollen. Durch eine Leistungsreduzierung ändern sich außerdem wegen Veränderung der Plasmatemperatur die Resonanzfrequenzen.

3. Empfehlungen zur Leistungsreduktion von Hochdruckentladungslampen

Quecksilberhochdruckdampflampen

Diese Lampen lassen sich bis 50% der Nennleistung dimmen, wobei das Anlaufen bei 100% der Nennleistung stattfinden muss. Eine Dimmung ist mit Spannungsabsenkung, Phasenregelung und Amplitudenmodulation möglich.

Natriumhochdruckdampflampen

Eine Leistungsabsenkung ist bei allen VIALOX® NAV® bis auf 50% der Lampen-Nennleistung ohne Einfluss auf die Lebensdauer möglich und zulässig

- bei Stufenschaltung mit Übergang auf Betrieb am Vorschaltgerät der nächst niedrigeren Leistungseinheit bzw.
- bei Stufenschaltung mit Zusatzinduktivitäten,

wobei in beiden Fällen elektronische Leistungsschalter zu verwenden sind.

Bei Leistungsreduktion ist zu beachten, dass die Lampen bei Nennleistung zu starten und vor dem Dimmbetrieb ca. 10 Minuten an Nennleistung zu betreiben sind.

Eine Leistungsreduktion durch Phasenanschnittsteuerung oder durch Absenkung der Netzspannung ist nicht zulässig.

OSRAM empfiehlt für den Dimmbetrieb das elektronische Vorschaltgerät POWERTRONIC® PTo.

Halogen-Metalldampflampen

POWERSTAR® HCI® (zylindr. Brenner) und POWERSTAR® HQI®:

Der leistungsreduzierte Betrieb von POWERSTAR® HCI® (zylindrischer Brenner) und HQI®-Lampen ist **nicht zulässig**, da erhebliche Farbabweichungen, schlechtere Maintenance und Lebensdauerverkürzung auftreten können.

POWERBALL® HCI®:

Grundsätzlich ist die Dimmung von POWERBALL® HCI® technisch durchführbar.

Die höhere thermische Belastbarkeit der runden Keramik ermöglicht zwar ein verbessertes Dimmverhalten in Lichtausbeute und Farbwiedergabe gegenüber Halogen-Metalldampflampen mit Quarzbrenner bzw. mit der üblichen zylindrischen Keramik. Bei Dimmung tritt aber nach wie vor eine Farbortwanderung auf. Gedimmt betriebene Lampen zeigen über die Lebensdauer im Allgemeinen einen stärkeren Lichtstromrückgang und eine stärkere Farbstreuung.

OSRAM rät deshalb bei KVG-Betrieb und in der Innenbeleuchtung für die heute verfügbaren Lampen von der Dimmung ab, da sich die Eigenschaften der POWERBALL® HCI® beim Dimmen verändern.

Wenn gedimmt werden soll, wird empfohlen, dies nur mittels eines regelbaren Rechteck-EVGs zu tun. Dabei darf die Leistung nur um maximal 50% reduziert werden.

In jedem Fall muss die Lampe nach jedem Einschalten für min. 15 Minuten mit 100% Leistung betrieben werden, um ein ordnungsgemäßes Einbrennen der Lampe zu erreichen.

Für gedimmt betriebene POWERBALL® HCI® wird grundsätzlich keine Gewährleistung übernommen. Nur bei Dimm-Betrieb der POWERBALL® HCI® am POWERTRONIC® PTo wird eine Gewährleistung bezüglich der Lebensdauer übernommen.

Betrieb von POWERBALL® HCI® am POWERTRONIC® PTo:

Die Kombination von POWERBALL® HCI® und POWERTRONIC® PTo ermöglicht überall dort einen energiesparenden Betrieb, wo es – wie in der Außenbeleuchtung - nicht auf eine optimale Farbwiedergabe ankommt.

Das PTo mit Rechteckbetrieb und optimierter Zündung betreibt POWERBALL® HCI®-Lampen bestmöglich bis herunter auf 60% der Lampen-Nennleistung. Dabei treten bei einer Leistungsreduzierung bis herunter auf 85% der Nennleistung keine signifikanten negativen Effekte auf.

Ein Betrieb zwischen 85% und 60% der Lampen-Nennleistung hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Ausfallrate. Die Lampen zeigen jedoch zunehmend einen leichten Grünstich und können farblich voneinander abweichen (Farbstreuung).

Der Lichtstrom geht über die Lebensdauer bei Dimmbetrieb etwas stärker als bei 100%-Betrieb am PTo zurück. Dieser Effekt kann durch einen Mischbetrieb zwischen Dimmbetrieb und 100%-Betrieb reduziert werden.