

Elektronische Starter für Leuchtstofflampen

S. Fassbinder; Düsseldorf

Ist eine Leuchtstofflampe am Ende ihrer Lebensdauer angelangt, kommt es durch vergebliche Startversuche zum Flackern und Blitzen (Bild 1). Zwar sind elektronische Vorschaltgeräte in der Lage, defekte Lampen zu erkennen und dauerhaft abzuschalten, doch ihr Einsatz anstelle induktiver Vorschaltgeräte ist mit höheren Kosten verbunden. Zudem ist ihre Lebenserwartung kürzer und ihr Austausch komplizierter. Einfacher und kostengünstiger ist hier ein Ersatz der herkömmlichen Glimmstarter durch elektronische Starter.

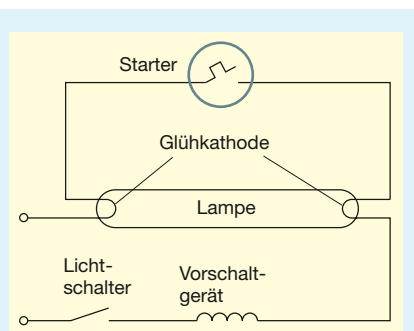


1 Funktionsprinzip einer Leuchtstofflampe

Die herkömmlichen induktiven – oder auch magnetischen – Vorschaltgeräte bestehen im Prinzip nur aus einer Drosselspule mit Eisenkern und sind als, auf niedrigsten Anschaffungspreis ausgelegte, konventionelle Vorschaltgeräte (KVG) oder als verbesserte Vorschaltgeräte mit minimierten Verlusten (VVG) erhältlich. Die Unterschiede sind im Internet sehr ausführlich beschrieben – und auch vermessen [2]. Ungeachtet des Umstands, dass laut EU-Verordnung [3] KVG in der EU gar nicht mehr in den Handel gelangen dürfen, werden sie für den Export nach Afrika und Asien noch in großen Mengen produziert. Seriöse Hersteller vermerken dies auf der Verpackung. Für den Starter und den Startvorgang jedoch sind die Unterschiede zwischen KVG und VVG ohne Belang. Beide stellen im Wesentlichen, ihrem Prinzip nach, nichts anderes als eine Induktivität dar, die mit der zu betreibenden Leuchtstofflampe in Reihe geschaltet ist (Bild 2). Diese Induktivität ist in beiden Fällen, beim KVG wie bei einem entsprechenden VVG, gleich groß. Sie hat bedingt durch die in Bild 3 dargestellte spezielle Charakteristik einer Gas-Entladungsstrecke, die bei Leuchtstoff- und Entladungslampen vorliegt, die folgende zwei Aufgaben zu erfüllen:

Zunächst muss die Induktivität dafür sorgen, dass Strom anfängt zu fließen, und dann muss sie diesen begrenzen, damit er nicht lawinenartig anwächst. Gase sind von Natur aus keine elektrischen Leiter, doch verlieren sie ihre isolierende Eigenschaft, wenn die

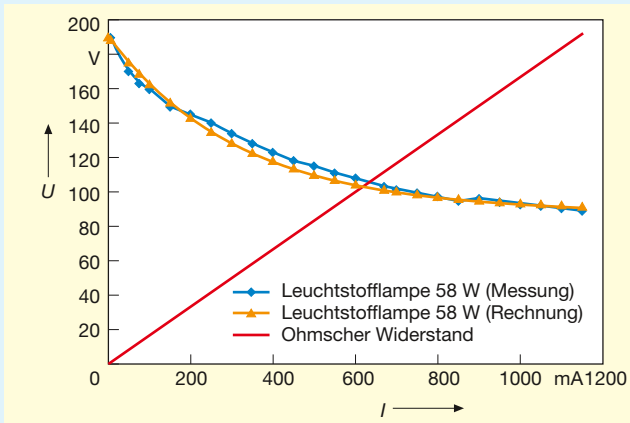
Durchschlagsspannung überschritten wird. Diese liegt umso niedriger, je geringer der Gasdruck ist. Leuchtstofflampen sind mit Quecksilberdampf geringen Drucks gefüllt – nicht mit Neon. Die volkstümliche Bezeichnung Neonröhre ist also eigentlich falsch [4]. Um das Isolationsvermögen der Gassäule in einer T8-Lampe von 8 W Nennleistung zu überwinden und somit einen Strom zum Fließen zu bringen, ist eine Wechsellspannung von etwa 500 V erforderlich. Durch ein Beheizen der Kathoden kann der Wert auf etwa 400 V gesenkt werden. An eine kalte 58-W-Lampe ist hierzu eine Spannung von 1300 V anzulegen, bei geheizten Kathoden sind es immer noch 550 V. Da die Spannung im Netz jedoch nicht so hoch ist, befindet sich parallel zur Lampe ein Starter, zumeist der herkömmliche Glimmstarter (Bild 2). Wird die Netzspannung eingeschaltet, dann bildet sich im Glimmstarter eine Glimm-Entladung (Bilder 4a und 5a), die einen Bimetall-Kontakt erwärmt und zum Schließen bewegt (Bilder 4b und 5b). Nun fließt Strom vom Netz über das KVG oder VVG, die Glühwendel der Kathode, den Starter und



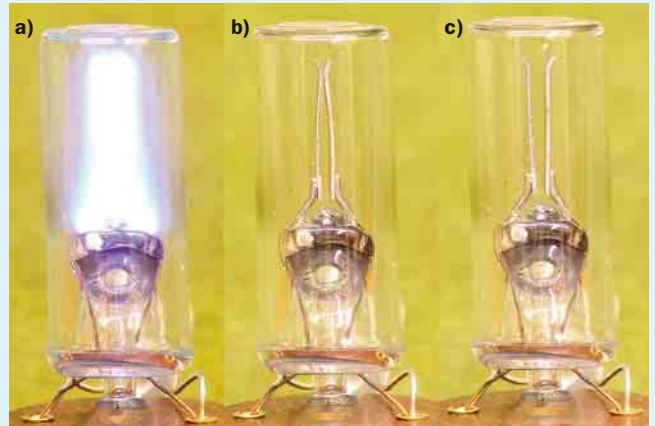
2 Schaltung einer Leuchtstofflampe mit induktivem Vorschaltgerät und Glimmstarter

Autor

Dipl.-Ing. Stefan Fassbinder ist Berater für elektrotechnische Anlagen beim Deutschen Kupferinstitut, Düsseldorf.

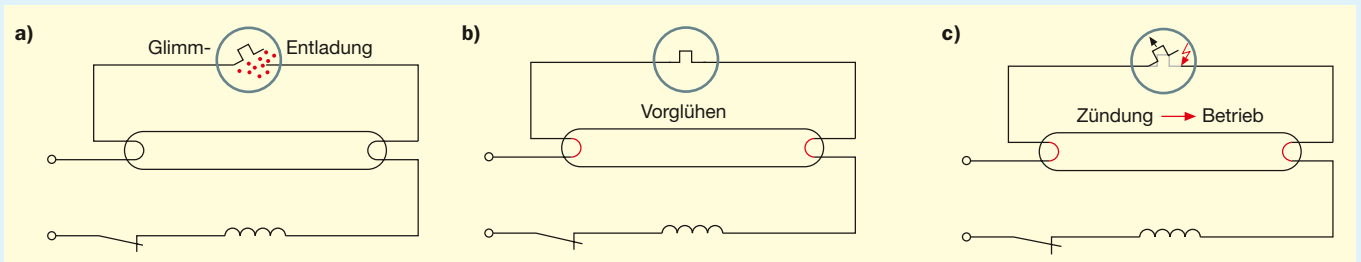


3 Charakteristik eines ohmschen Widerstands und einer T8-Leuchtstofflampe 58 W an Gleichstrom



4 Glimmstarter während eines Startvorgangs

a) Spannung liegt an und Bimetall-Kontakt glimmt; b) Kontakt schließt durch Erwärmung; c) Glimm-Entladung setzt aus, Kontakt kühlt ab und öffnet



5 Prinzip des Zündvorgangs

a) Spannung liegt an; b) Stromfluss heizt Kathoden vor; c) Starter öffnet und Vorschaltgerät zündet die Lampe

die zweite Kathode. So werden die Kathoden vorgeheizt. Da die Glimm-Entladung im Starter nun aber durch den geschlossenen Bimetall-Kontakt kurzgeschlossen ist, kühlt sich dieser wieder ab und öffnet den Kontakt wenige Zehntelsekunden nach dem Schließen wieder. Durch das Unterbrechen des Stroms in der (recht großen) Induktivität des Vorschaltgeräts wird durch Selbst-Induktion in der Spule ein erheblicher Spannungsimpuls zwischen den Enden der Leuchtstoffröhre induziert, wodurch ein Stromfluss durch die Gasfüllung der Röhre einsetzt (Bilder 4c und 5c) – dies erhofft man sich jedenfalls.

Tatsächlich wird die Leuchte mit Wechselstrom gespeist, und ob der Augenblickswert des Stroms im Moment der Zündung, also des Öffnens des Bimetall-Kontakts, gerade groß

genug ist, um einen hinreichend hohen Spannungsimpuls zu induzieren, steht dabei in den Sternen. Aber was nicht ist, kann ja noch werden. Neues Spiel, neues Glück. Da jetzt, wenn die Zündung misslingt, wieder die volle Netzspannung am Starter anliegt, kommt es erneut zur Glimm-Entladung, so dass also nach einer bis einigen Sekunden der nächste Versuch erfolgt und so fort, bis einmal durch Zufall ein hinreichend großer Augenblickswert des Stroms getroffen wird. Dann erst setzt ein kleiner Stromfluss durch die Lampe ein, der sofort weitere Ladungsträger erzeugt, wodurch die Leitfähigkeit der Gasfüllung mit zunehmendem Strom gemäß Bild 3 lawinenartig zunimmt. Der induktive Widerstand des Vorschaltgeräts verhindert nun, dass hierdurch auch der Strom lawinenartig bis zum großen Knall anwächst. Die Spannung am Starter, die zu jedem Zeitpunkt identisch ist mit dem Spannungsfall an der Lampe, ist nun so klein, dass keine Glimm-Entladung mehr einsetzt – jedenfalls vorerst. Wenn die Lampe altert, steigt die Brennspannung und irgendwann ist diese so hoch, dass es doch wieder zum Glimmen reicht (Wiederschließspannung). Im Starter passiert dann Folgendes:

Der Starter wird ausgelöst, obwohl die Lampe noch brennt, und schließt sie kurz. Damit ist sie aus – und wird natürlich gleich wieder gezündet. Fertig ist das Blitzlicht-Gewitter. Dieser

Zustand setzt sich so lange fort, bis der Starter überlastet ist und seine Kontakte verschweißen. Dann fließt der Strom dauerhaft durch die Glühwendel der Kathoden, praktisch nur noch durch das Vorschaltgerät begrenzt, da der Widerstand der Wendel recht gering ist (in der Größenordnung um 10Ω), und ist damit rund 30% (beim VVG) bis 50% (beim KVG) höher als der Nennstrom der Lampe. Entsprechend verdoppelt sich der ohmsche Verlust im Vorschaltgerät. Zusammen mit der dauerhaft beheizten Wendel nimmt die Leuchte in dem nutzlosen Zustand nach Bild 1 immer noch etwa 30 bis 50 W auf. Mit einem VVG ist die Leistungsaufnahme immerhin schon deutlich geringer als mit dem ohne Reserven ausgelegten KVG, das hierbei bereits im Bereich der magnetischen Sättigung arbeitet. Dieser Betriebszustand strapaziert das Vorschaltgerät, nachdem er den Starter bereits bis zur Zerstörung strapaziert hat. Obwohl induktive Vorschaltgeräte so ausgelegt sind und auch sein müssen, dass sie diesen Überlast-Betrieb für eine begrenzte Zeit überstehen, ist nicht immer sicher gestellt, dass nach „einer begrenzten Zeit“ eingegriffen wird. In Einzelfällen haben vor allem die mager ausgelegten KVG angefangen zu brennen. Aus diesem Grund sind Glimmstarter ohne Sicherung gemäß dem neuen Entwurf der VDE 0100-559 in brand- oder explosionsgefährdeten Bereichen nicht mehr zulässig.

6 Glimmstarter, davon zwei Sicherheitsstarter (rechts)



7 Elektronische Starter sind für jede Einbausituation verfügbar



2 Sicherheits-Glimmstarter

Auch wenn es nicht zu einem Brand kommt, lässt sich der Zustand unnötiger Energieverschwendung und zwangsläufiger Zerstörung des Starters vermeiden, indem man spezielle Starter mit Rückstellknopf einsetzt (Bild 6 rechts), wie sie ein Hersteller z. B. unter dem Markennamen DEOS anbietet. Bei dem zuvor beschriebenen Zustand springt nach einer gewissen Zeit der Rückstellknopf heraus und unterbricht damit den Stromkreis. Nach einem Lampenwechsel wird der Knopf einfach wieder hinein gedrückt.

Diese so genannten Sicherungsstarter sind in der Anschaffung nicht mehr viel preisgünstiger als elektronische Starter und bieten lediglich diesen einen Vorzug, jedoch nicht die anderen Vorzüge des elektronischen Starters, wie etwa flackerfreien Start und die damit einher gehende Lampenschonung. Leider werden die Sicherungsstarter noch immer mit elektronischen Startern verwechselt, weil sie vor vielen Jahren einmal mit einer zusätzlichen Diode versehen wurden, die für einen schnelleren Start sorgte – mehr jedoch nicht. Aus verständlichen Gründen tun die Hersteller wenig zur Ausräumung dieses Missverständnisses. Auch die Bezeichnung „Sicherungsschnellstarter“ ist heute teilweise noch gebräuchlich, obwohl

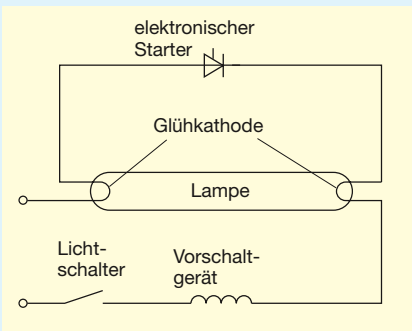
diese nicht schneller starten als jeder gewöhnliche Glimmstarter.

3 Elektronische Starter

3.1 Funktionsweise

Diese Starter bestehen im Wesentlichen aus einem GTO-Thyristor. Während ein gewöhnlicher Thyristor sich über die Steuerelektrode (Gate) nur zünden lässt und dann so lange leitend bleibt, bis der Strom von sich aus seinen nächsten Nulldurchgang durchläuft, kann ein GTO-Thyristor (Gate Turn-Off) auch durch einen Zündimpuls mit umgekehrter Polarität wieder „gelöscht“ werden. Dadurch kommt es zum Unterbrechungsvorgang, der dem Öffnen des Bimetall-Kontaktes entspricht. Da hierbei jedoch Elektronik genutzt wird, lässt sich auch die Phasenlage erfassen und eine Elektronik aufbauen, die den Stromscheitel ermittelt und den Strom immer nur an diesem Punkt der Phase unterbricht. So ist eine erfolgreiche Zündung stets beim ersten Versuch gewährleistet. Derartige Starter sind für alle Lampenleistungen in allen möglichen Varianten verfügbar (Bild 7) wie zum Beispiel:

- für Einzel-, Tandem- und Duo-Schaltung,
- für extrem kalte Umgebungen (Kühlhäuser),
- mit extrem kurzer Startzeit (unter 0,5 s) und
- für den zweiphasigen Betrieb (AC 400 V).



8 Schaltung einer Leuchtstofflampe mit elektronischem Starter und VVG



9 „Innenleben“ von Glimmstartern
links: gebraucht; rechts: neu mit zusätzlichem Entstör-Kondensator

Die optimale Lösung zum Betrieb einer Leuchtstofflampe besteht demnach aus einem VVG der Klasse B1 (im Allgemeinen die Klasse mit dem niedrigsten, mit einem VVG noch realisierbaren, Verlustpegel) und einem elektronischen Starter (Bild 8).

3.2 Anwendungen

Der Starter für 400 V war ursprünglich eine Spezial-Entwicklung für eine Fertigungsstraße von T5-Leuchtstofflampen mit 80 W, bei der eine Stückprüfung mit 1 Stück je Sekunde durchgeführt wird. Bekanntlich sind T5-Lampen nur zum Betrieb an EVG vorgesehen. Die in der Lampen-Fertigung zur Prüfung eingesetzten EVG überstanden jedoch die hohe Schalt-häufigkeit nicht und fielen fortwährend aus, was jedes Mal einen Fertigungsstillstand mit sämtlichen damit verbundenen Kosten und Verlusten bedeutete. Im Prinzip lassen sich T5-Lampen auch mit herkömmlichen induktiven Vorschaltgeräten betreiben. Bei der 80-W-Lampe funktioniert es nur deshalb nicht, weil deren Brennspannung zu hoch ist. Zumindest die Netzspannung von 230 V reicht nicht aus, doch in gewerblichen Anlagen ist stets auch eine zweite „Spannungsebene“ von 400 V verfügbar. So wurde ein 400-V-VVG für die 80-W-Lampe entwickelt und auf der Light & Building 2006 in Frankfurt ausgestellt. Diese Typen befinden sich nun in der Produktionsstätte für die erwähnte Endprüfung der Lampen im Einsatz. Bemerkenswerterweise bedeutet dies, dass jener Hersteller seine T5-Lampen implizit zum Betrieb an 50 Hz spezifiziert, da die Endprüfung ausschließlich hiermit durchgeführt wird. Der erforderliche 400-V-Starter ist bereits kommerziell verfügbar und befindet sich an der Produktionsstraße im Einsatz – wohl gemerkt in einem rauen Dauereinsatz mit einer Zündung jede Sekunde, bisher ohne Ausfälle. Zudem finden elektronische Spezialstarter für 230 V auch ihre Anwendung in Leuchten mit bis zu 165 W starken UV-C-Lampen zur Trinkwasseraufbereitung.

3.3 Vorzüge

Während die Anzahl der Startvorgänge als entscheidendes Kriterium für die Lebensdauer

der Lampen gilt, ersetzt der herkömmliche Glimmstarter ebenso wie der DEOS einen Zündvorgang durch mehrere Zündversuche. So ist es kein Wunder, dass für den Betrieb mit EVG eine um etwa 35% längere Lampen-Lebensdauer angegeben wird als mit KVG und VVG, denn die Lebensdauer-Untersuchungen an Lampen mit KVG oder VVG werden mit herkömmlichen Glimmstartern durchgeführt, während EVG ebenfalls immer beim ersten Versuch erfolgreich zünden. Diesen Vorzug kann man aber preisgünstiger haben, denn dies ist der erste Aspekt, mit dem ein elektronischer Starter zur längeren Lebensdauer einer Leuchtstofflampe beiträgt.

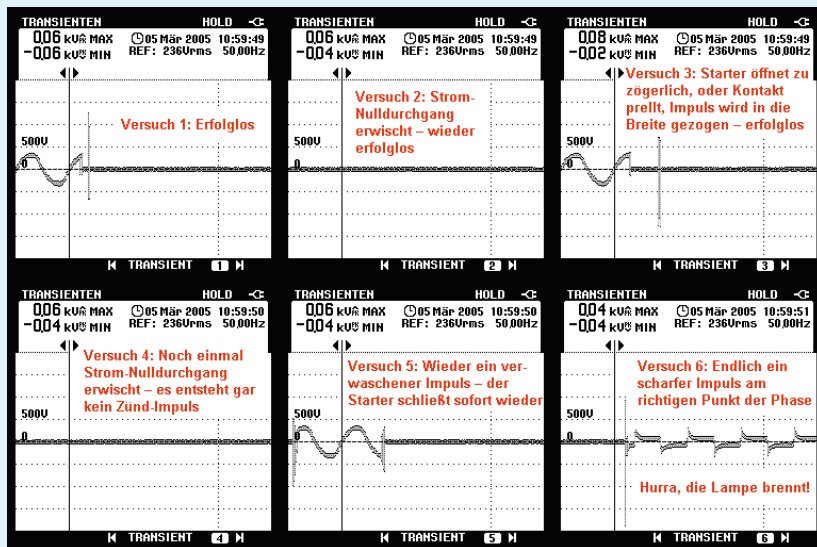
Elektronische Starter sind zwar nicht billig, aber preiswert. Mit nicht einmal 3 € pro Stück für Lieferlose von 100 Stück sind sie auch nicht gerade teuer. Bei Abnahme größerer Mengen gelten die üblichen Rabatte. Entsprechende ökologische Vorzüge ergeben sich durch den geringen Ersatzbedarf und Schonung sowie längere Nutzung der Lampen. Ist die Wiederschließ-Spannung erreicht und das Blitzlicht-Gewitter setzt ein, muss nur der Glimmstarter durch einen elektronischen Starter ersetzt werden, und schon funktioniert die Lampe wieder, unter Umständen sogar noch eine ganze Weile. Dies erklärt den zweiten Teil der beim Betrieb mit elektronischem Starter erreichbaren längeren Lampen-Lebensdauer. Bei Glimmstartern dagegen wird aus gutem Grund (Bild 9 links) der Austausch stets mit jedem Lampenwechsel empfohlen, auch wenn die Lampe unmittelbar nach oder bereits kurz vor ihrem Ausfall ersetzt wird. Dies ist unumgänglich, sobald der in Bild 1 dargestellte Zustand erreicht ist. Dieser muss nur drei bis fünf Mal eintreten, und schon ist der herkömmliche Starter teurer als der elektronische – allein über den Ersatzbedarf gerechnet. Zählt man die Arbeitskosten für den Wechsel hinzu, so hat der Umstieg auf elektronische Starter sich schon nach dem ersten vermiedenen Wechsel bezahlt gemacht.

Elektronische Starter sind sehr langlebig und überdauern die Lebenserwartung der gesamten Leuchte. Die Ausfallrate ist sehr niedrig. Ausnahmen bilden Billigplagiate aus dem Ver-

sandhandel, die, wie so oft, den guten Ruf zerstören. Bei einigen vom VDE durchgeführten Prüfungen auf Einhaltung gültiger Normen fielen solche Prüflinge samt und sonders durch. Ein Problem der elektronischen Starter ist ihre relativ geringe Bekanntheit, weswegen sie bedauerlicherweise manchmal auf Grund der für Glimmstarter geltenden Empfehlungen durch das Wartungspersonal routinemäßig beim Lampenwechsel weggeworfen werden, da sie nicht erkannt wurden. Ist das Personal aber entsprechend geschult, fängt das Sparen beim nicht mehr notwendigen Ersatzbedarf erst an. Danach kommt die Einsparung durch längere Lampen-Lebensdauer zum Tragen. Diese wird unmittelbar deutlich, betrachtet man die Messungen zum Startvorgang des gewöhnlichen Glimmstarters (Bild 10): Die Startversuche verfehlen entweder den Stromscheitel, oder der Impuls ist in die Breite gezogen und deswegen zu niedrig, weil die mechanischen Kontakte im Starter zu langsam öffnen, oder der Starter löst fälschlich einen erneuten Startversuch aus, obwohl die Lampe bereits brennt. Das bekommt bei der Lampe ebenso schlecht wie dem Starter. Beide altern rapide mit der Summe aus der Anzahl gelungener und erfolgloser Zündungen. Sollten also die in Bild 10 dargestellten Verhältnisse mit je fünf Fehlzündungen auf eine erfolgreiche Zündung repräsentativ sein, so hätte dies auf die Alterung der Lampe ungefähr den gleichen Einfluss wie die fünffache Einschalthäufigkeit auf eine Lampe mit elektronischem Starter.

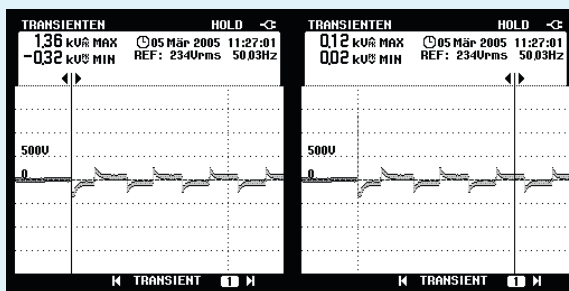
Ein Hersteller elektronischer Starter verfügt über ein Zertifikat der VDE-Prüfstelle, das ihm die Prüfungen bescheinigt, die er dort hat durchführen lassen [5]. Einen Prüfzyklus mit einer 58-W-Lampe und einem VVG der Klasse B2 von jeweils 20 s Ein- und 40 s Ausschalt-dauer überlebten 5 DEOS-Glimmstarter zwischen 28000 und 32000 Mal. Fünf gewöhnliche, ungesicherte Glimmstarter eines anderen Herstellers überstanden diesen Test zwischen 43000 und 69000 Mal.

Wie anders sieht dagegen der Zündimpuls eines elektronischen Starters aus (Bild 11): Er hat selbstverständlich die optimale Höhe und ist so schmal, dass man auf dem Gerätebildschirm die Markierungslinie zur Seite schieben muss, damit man den Impuls überhaupt sieht (Bild 11 rechts). Auch solche Starter wurden in der zuvor genannten Versuchsreihe beim VDE geprüft, jedoch verloren die Prüfer nach 100000 Zündungen die Geduld, brachen den Versuch ab und bescheinigten den fünf Prüflingen ein gegenüber dem Zustand bei Versuchsbeginn unverändertes Verhalten. Eine Million Startvorgänge oder 25 Jahre Lebensdauer sind normalerweise von einem ordentlichen elektronischen Starter zu erwarten. In einem über Jahre immer wieder auf Messen ausgestellten und dort dauerhaft laufenden Demonstrationsstand hat eine ringförmige Leuchtstofflampe zusammen mit ihrem elektronischen Starter inzwischen etwa



10 Starten einer Leuchtstofflampe mit Hilfe eines Glimmstarters

11 Start einer Leuchtstofflampe mit einem elektronischen Starter



400 000 Starts absolviert. An dem Modell daneben mit dem gleichen Lampentyp, jedoch mit Glimmstarter müssen jede zweite Messe – nach etwa 10 000 Starts – sowohl Lampe als auch Starter ausgetauscht werden.

4 Fazit

Elektronische Starter ermöglichen bis auf die Einsparung von Energie die Nutzung fast aller Vorzüge, die normalerweise nur einem EVG zugeschrieben werden. Das gilt z. B. für die so genannte Cut-Off-Technologie. Dabei wird der Vorheizstrom abgeschaltet, sobald die Lampe brennt. Hingegen ist dies mit induktivem Vorschaltgerät – zum Wohl der Lampe – systembedingt immer der Fall und muss nicht, wie beim EVG, als Extra zum Extrapreis geordert werden. Im konventionellen Glimmstarter fließt während des Betriebs der Lampe nur ein vernachlässigbar kleiner Reststrom durch einen Entstörkondensator (in Bild 9 rechts zu sehen), im elektronischen Starter überhaupt kein Strom.

Darüber hinaus gelangen die konventionellen Glimmstarter bei extremen Umgebungsbedingungen schnell an ihre Grenzen, worauf auch die VVG-Hersteller hinweisen, die kein kommerzielles Interesse an irgendeiner Art von Startern haben: „Bei sehr hohen oder sehr tiefen Umgebungstemperaturen muss der Zeitpunkt des Starteröffnens optimiert werden. Ist die Temperatur extrem tief, gewährleistet nur ein elektronischer Starter den sicheren Start der Lampe“ [6]. Vom Energie-Sparpotenzial lässt sich der größte Teil bereits erschließen,

indem man von einem KVG auf das beste verfügbare VVG übergeht und – wichtiger noch – auf die optimale Konfiguration von Lampe(n) und VVG achtet (Näheres zur dieser Konfiguration demnächst in einem Folgebeitrag). Eine ökonomisch und ökologisch sinnvoll ausgelegte Leuchte ist daher mit VVG und elektronischem Starter ausgestattet – selbst in Anwendungsfällen, in denen die Lampe in ihrem Leben nur ein einziges Mal gezündet wird und anschließend durchgehend in Betrieb bleibt, da am Ende ihrer Tage das Blitzlicht-Gewitter mit seinen unangenehmen Folgen vermieden wird und die Lampe statt dessen länger betrieben werden kann.

Literatur

- [1] Fassbinder, S.: VVG – Vorschaltgeräte in der Beleuchtungstechnik. Elektropraktiker, Berlin 59(2005)4, S. 284.
- [2] <http://lighting.copperwire.org>
- [3] www.celma.org/pdf_files/CELMA_Ballast_Guide_2005.pdf
- [4] <http://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtstofflampe>
- [5] www.palmstep.com/html/de/starter/pruefberichte.htm
- [6] www.tridonic.at/kms/cms/kms.php?str_id=399

BUCH-TIPP

Weitere Informationen zu Leuchtstofflampen finden Sie im Fachbuch Grundlagen Beleuchtungstechnik; Baer, R.; Huss-Medien GmbH, Berlin.

Bestell-Hotline für Bücher:

Tel.: 030 42151-325;
 Fax: 030 42151-468;
 E-Mail:
versandbuchhandlung@hussberlin.de