

2018, Nr. 1
14,90 €

de

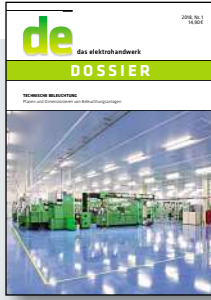
das elektrohandwerk

DOSSIER

TECHNISCHE BELEUCHTUNG

Planen und Dimensionieren von Beleuchtungsanlagen





Titelbild:
Adobe Stock, Vladimir Melnik

Quelle: Zumtobel



BELEUCHTUNG

- 4 Elektrische Parameter bei LED-Leuchten richtig verstehen und beachten
- 8 Beleuchtungssanierung durch Leuchtenwechsel
- 13 Bestandsaufnahme bei der Sanierung von Beleuchtungsanlagen
- 17 Lebensdauer von LED-Produkten
- 22 Entblendung einfach gemacht – oder doch nicht?
- 26 Farbconsistenz bei LED
- 28 LED-Leuchten und die menschliche Farbwahrnehmung
- 31 Lichtfarben mit Dali steuern
- 34 Lichtplanerische Aspekte der Außenbeleuchtung
- 38 Probleme beim Nachrüsten von LED
- 41 Probleme beim Zusammenspiel zwischen LED-Retrofit und Dimmer
- 43 Präsenzgesteuerte Regelungen
- 45 Lichtregelung mit KNX
- 48 Steuergeräte nach dem Standard Dali 2

IMPRESSUM

REDAKTION

Hultschinerstr. 8, 81677 München,
Tel. (089) 21 83-89 81,
Fax (089) 21 83-89 89

Dipl.-Ing. Andreas Stöcklhuber,
Chefredakteur (verantw.),
Tel. (089) 21 83-89 80,
E-Mail: andreas.stoecklhuber@huethig.de

Marcel Diehl, staatl. geprüfter Techniker,
Tel. (089) 21 83-89 83,
E-Mail: marcel.diehl@huethig.de

Dipl.-Komm.-Wirt Roland Lüders,
Tel. (089) 21 83-89 85,
E-Mail: roland.lueders@huethig.de

Dipl.-Ing. (FH) Michael Muschong,
Tel. (089) 21 83-89 86,
E-Mail: michael.muschong@huethig.de

Dipl.-Ing. (FH) Sigurd Schobert,
Tel. (089) 21 83-89 82,
E-Mail: sigurd.schobert@huethig.de

REDAKTIONSASSISTENZ

Nicole Vandré,
Tel. (089) 21 83-89 81,
E-Mail: nicole.vandred@huethig.de

HOMEPAGE

www.elektro.net
Redakteur Online
Michael Wanner M.A.,
Tel. (089) 21 83-89 84,
E-Mail: michael.wanner@huethig.de

ANZEIGEN

Hultschinerstr. 8, 81677 München,
Fax (089) 21 83-89 89

ANZEIGENLEITUNG

Bettina Landwehr (verantw.)
Tel. (089) 21 83-89 88,
E-Mail: bettina.landwehr@huethig.de

MEDIASERVICE

Joachim Plaschke,
Tel. (089) 21 83-89 92,
E-Mail: joachim.plaschke@huethig.de

Karin Ratte,
Tel. (089) 21 83-91 27,
E-Mail: karin.ratte@huethig.de

ASSISTENZ MEDIA SALES
Cornelia Gleich,
Tel. (089) 21 83-89 87,
E-Mail: cornelia.gleich@huethig.de
Es gilt die Preisliste Nr. 43 vom 1.10.2017

VERTRIEB

Im Weiher 10, 69121 Heidelberg,
Fax (06221) 489-443

Karen Dittrich (Teamentwicklung),
Tel. (06221) 489-603,
E-Mail: karen.dittrich@huethig.de

Vertriebsleitung: Hermann Weixler

ABONNEMENT-SERVICE UND ADRESSÄNDERUNG

Hüthig GmbH
Aboservice
86894 Landsberg
Tel. (08191) 125-999,
Fax (08191) 125-595,
E-Mail: aboservice@huethig.de

PRODUKTION

Layout: JournalMedia GmbH,
Anita Hohler,
Richard-Reitzner-Allee 4,
85540 Haar

Druck: westermann druck GmbH
Georg-Westermann-Allee 66
38104 Braunschweig

VERLAG

Hüthig GmbH,
Hultschinerstr. 8, 81677 München,
Tel. (089) 21 83-89 81,
Im Weiher 10, 69121 Heidelberg,
Tel. (06221) 489-300

Geschäftsführung: Fabian Müller
Verlagsleitung: Rainer Simon
Produktmanager Online: Philip Fischer
Leitung Herstellung: Horst Althammer
Art Director: Jürgen Claus

VERÖFFENTLICHUNGEN

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion, vom Verleger und Herausgeber nicht übernommen werden. Die Zeitschriften, alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen, sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,

Mikroverfilmungen und die Einspeicherung & Bearbeitung in elektronischen Systemen. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung in dieser Zeitschrift geht das umfassende, ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich unbeschränkte Nutzungsrecht auf den Verlag über. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zur Annahme, dass solche Namen im Sinne des Warenzeichen- & Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen.

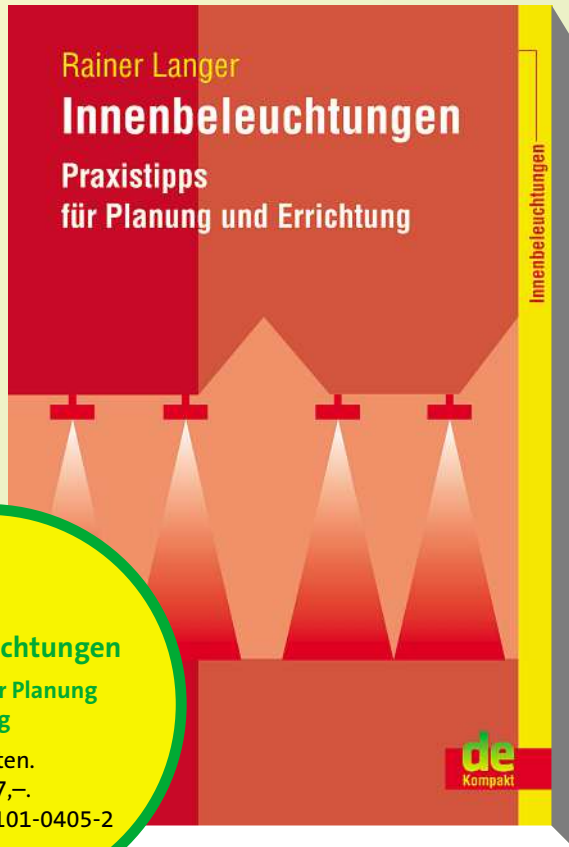
Mit Namen oder Zeichen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen für Autorenbeiträge.

DATENSCHUTZ

Ihre personenbezogenen Daten werden von uns und den Unternehmen der Süddeutschen Verlag-Mediengruppe, unseren Dienstleistern sowie anderen ausgewählten Unternehmen verarbeitet und genutzt, um Sie über interessante Produkte und Dienstleistungen zu informieren. Wenn Sie dies nicht mehr wünschen, schreiben Sie bitte an: franziska.walter@huethig.de



LICHTTECHNIK FÜR DEN INNENRAUM



Rainer Langer
Innenbeleuchtungen
 Praxistipps für Planung
 und Errichtung
 2016. 168 Seiten.
 Softcover. € 17,-.
 ISBN 978-3-8101-0405-2

Bei der Planung und Errichtung einer Beleuchtungsanlage sind verschiedene Vorschriften und Kriterien zu beachten. Dieses Buch bietet durch sein kompaktes Format und seinen einfachen Aufbau einen schnellen und praxisorientierten Einstieg in die Planung und Errichtung von Innenbeleuchtungen.

Das sind die Themen des Buches:

- Vorschriften, Normen und Arbeitsschutzrecht
- Kriterien für Innenbeleuchtungen: wie z.B. Beleuchtungsstärke
- Beleuchtungsarten: Direkte und indirekte Beleuchtung
- Beleuchtungskonzepte
- Lampen und Lampeneigenschaften
- Leuchten und Leuchteigenschaften
- Lichtmanagement

BESTELLCOUPON

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Fax: +49 (0) 89 2183-7620 |
| | E-Mail: buchservice@huethig.de |
| | www.elektro.net/shop |



Hier Ihr Fachbuch
 direkt online
 bestellen!

— Ex. Langer. Innenbeleuchtungen. € 17,-
 (inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten).
 ISBN 978-3-8101-0405-2

Ich möchte den kostenlosen
 de-Newsletter erhalten.
 (Bitte E-Mail-Adresse in das @-Feld eintragen.)
 Ich bin einverstanden, dass die von mir angegebene
 E-Mail-Adresse von der Hüthig GmbH, Im Weiher 10,
 D-69121 Heidelberg verwendet wird, um mir den
 elektro.net-Newsletter und in regelmäßigen Abständen
 Informationen zu für mich relevanten Themen
 aus dem Bereich Elektro zuzusenden. Diese Einwilli-
 gung kann ich jederzeit mit Wirkung für die Zukunft
 per E-Mail an kontakt@elektro.net widerrufen.

Datenschutzhinweis:
 Verantwortlich für die Verarbeitung Ihrer Daten ist die Hüthig GmbH, Im Weiher 10, 69121 Heidelberg. Ihre vorstehenden perso-
 nenbezogenen Angaben werden zum Zwecke der Kundenbetreuung und Vertragserfüllung (z.B. Abobestätigung etc.) verarbeitet.
 Wir nutzen außerdem Ihre Daten für unsere interne Marktforschung. Darüber hinaus werden Sie, unabhängig einer ausdrückli-
 chen Einwilligung, über eigene ähnliche Angebote oder Dienstleistungen (z.B. gleiche oder ähnliche Musterprodukte) der Hüthig
 GmbH per E-Mail informiert. Falls Sie dies nicht möchten oder eine erteilte Werbeeinwilligung widerrufen wollen, können Sie der
 Verwendung Ihrer Daten jederzeit mit Wirkung für die Zukunft gegenüber der Hüthig GmbH, Im Weiher 10, D-69121 Heidelberg
 widersprechen, ohne dass hierfür andere als die Übermittlungskosten nach den Basistarifen entstehen. Schreiben Sie hierzu an:
 Hüthig GmbH, Im Weiher 10, D-69121 Heidelberg oder per E-Mail an kontakt@elektro.net.

| | | |
|-----------|--|--|
| WAN 24672 | | Firma |
| | | Name, Vorname* |
| | | Straße, Postfach* |
| | | PLZ, Ort* |
| | | Telefon |
| | | E-Mail*(Pflichtfeld bei Newsletter- und E-Book-Bestellung) |
| | | Datum, Unterschrift* |

*Pflichtfeld



Elektrische Parameter bei LED-Leuchten richtig verstehen und beachten

VOR ALLEM IN GRÖßEREN PROJEKTEN Wenn sich ein Elektroinstallateur oder Kunde für eine LED-Leuchte entscheidet, beachtet er in den meisten Fällen Kriterien wie Lichtstrom, Lichtausbeute, ähnlichste Lichtfarbtemperatur und den Farbwiedergabeindex. Für viele Anwendungen sind aber nicht nur diese Kriterien entscheidend, sondern auch die elektrischen Parameter einer Leuchte. Und damit ist nicht nur die Anschlussleistung gemeint.



AUF EINEN BLICK

ELEKTRO- UND LICHTTECHNIK Neben den lichttechnischen Parametern sollte man speziell bei größeren Beleuchtungsprojekten auch die elektrischen Größen beachten

EINSCHALTSTRÖME LED haben z.T. extrem hohe Einschaltströme – insbesondere dann ein Problem, wenn viele Leuchten in einem Stromkreis betrieben werden

Die nachfolgend aufgeführten Parameter sollten bei jedem LED-Projekt mit betrachtet werden. Hierbei spielt die Art des Projektes für alle Parameter generell zwar eine geringere Rolle, aber jeder einzelne Parameter könnte entscheidend für das entsprechende Projekt sein. Deshalb sollte der Projektleiter für sich festlegen, welche Kriterien für ihn relevant sind.

Blindleistung muss bezahlt werden

Fangen wir mit der Anschlussleistung und der Wirkleistung an. Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass LED-Leuchten bei gleichem Lichtstrom eine geringere Wirkleistung beziehen als vergleichbare konventionelle Leuchten. Die daraus resultierende Annahme: Der Nutzer spart aufgrund der LED-Leuchten in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Geld ein. Aber große Unternehmen mit einem hohen Stromverbrauch zahlen, im Gegensatz zur Privatperson, auch verbrauchte kWh in Blindleistung. Blindleistung entsteht bei Wechselspannungsnetzen wenn der abgefragte Strom einer Leuchte phasenverschoben zur bereitgestellten Spannung ist. Die Ursache hierfür ist u.a. in

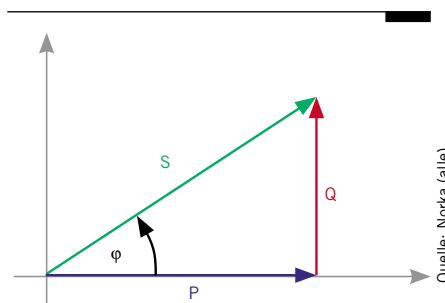


Bild 1: Komplexe Leistung: Vergrößert sich die Phasenverschiebung φ , steigt der Blindleistungsanteil

Eingangskondensatoren der Treiber oder in den Spulen von Vorschaltgeräten zu finden. Wie das **Bild 1** zeigt, steigt die Blindleistung mit zunehmender Phasenverschiebung.

Die Blindleistung kann in extremen Fällen hierbei sogar die Wirkleistung übersteigen. In konventionellen Leuchten war dies der Fall, wenn die »Drossel« nicht mit einem parallelen Kondensator kompensiert wurde. Bei elektronischen Geräten geben die Hersteller nur selten die Blindleistung oder die Phasenverschiebung direkt an, dafür jedoch den Cosinus dieser Verschiebung. Dieser wird di-

rekt als $\cos(\varphi)$ oder »Powerfaktor« angegeben – nicht zu verwechseln mit dem Leuchtenwirkungsgrad.

Beträgt der Powerfaktor 1, ist die Phasenverschiebung somit gleich Null, und keine Blindleistung entsteht. Dies trifft im Normalfall allerdings nur auf ideale Geräte wie Glühlampen zu, in der keine Kondensatoren oder Spulen verbaut sind. LED-Leuchten, die häufig eine Vielzahl von elektrischen Komponenten enthalten, können deshalb eine höhere Blindleistung haben als eine im Lichtstrom vergleichbare konventionelle Leuchte, und somit zu einer höheren finanziellen Belastung führen.

Die Blindleistung muss also ebenfalls betrachtet werden, um eine verlässliche wirtschaftliche Aussage zu treffen. Um diese Phasenverschiebung möglichst gering zu halten, findet eine so genannte Powerfaktorkorrektur (PFC) statt. Die PFC wird technisch aber meist durch weitere Kondensatoren gelöst. Daher kann dies zu Situationen führen, in denen man weitere Parameter beachten muss, z. B. den Einschaltstrom, welcher später in diesem Artikel betrachtet wird.

Oberschwingungen können Störungen verursachen

Weitere Parameter, die im Zusammenhang mit verschiedenen Phasenverschiebungen zu untersuchen sind, sind (Ober-)Schwingungen, welche durch die Elektronik erzeugt werden. Netzteile von Leuchten, aber auch von anderen elektrischen Geräten, arbeiten bei einem »sauberen« Netz mit wenig Oberschwingungen effizienter. Dort, wo man z. B. Messequipment verwendet, können Oberschwingungen im extremen Fall auch einen Einfluss auf Messergebnisse haben. Meist

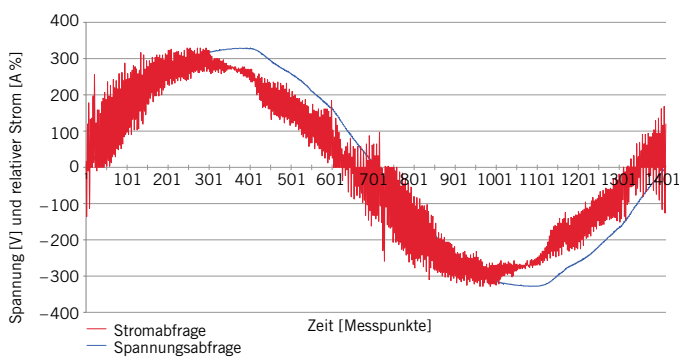


Bild 2: Hochfrequent verrauschte Stromabfrage (rot) im Vergleich zur Spannungsabgabe (blau) bei einer LED-Leuchte

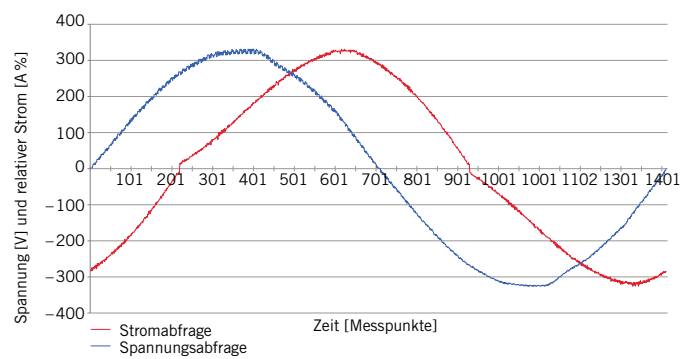


Bild 4: Phasenverschobene sinusförmige Stromabfrage (rot) und Spannungsabgabe (blau) eine Leuchtstofflampe an einem konventionellen Vorschaltgerät

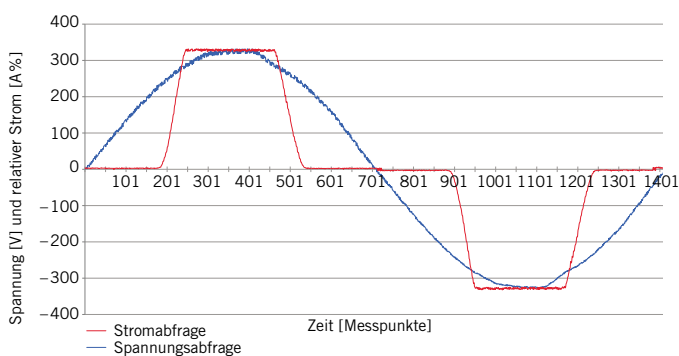


Bild 3: Stromabfrage (rot) im Vergleich zur sinusförmigen Spannungsabgabe (blau) bei einer LED-Leuchte mit Wechselstrom an der LED (AC LED)

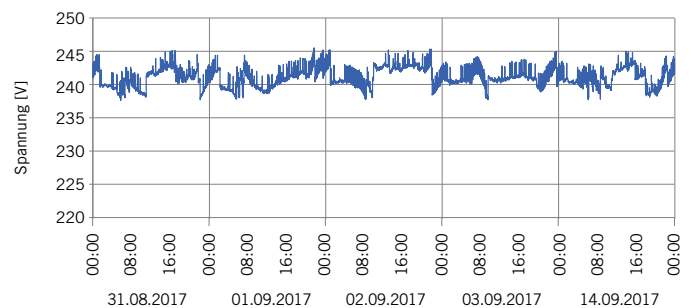


Bild 5: Netzspannungsschwankungen während eines Zeitraums von fünf Tagen an einem Ort, der sich nah an Bahngleisen befindet

sind diese Oberschwingungen hochfrequent, also einem Bereich über 50Hz.

Bild 2 zeigt den Strom- und Spannungsverlauf einer LED-Leuchte. Es ist deutlich zu erkennen, wie verrauscht das Signal und somit die Abfrage des Stroms ist. Diese hochfrequenten Oberschwingungen können zu Störungen in anderen Geräten führen.

Aber nicht immer sind Oberschwingungen und Schwingungen so leicht als solche zu erkennen. Das **Bild 3** zeigt eine weitere LED-Leuchte mit einem deutlich anderen Strom- und Spannungsverlauf. Auch der in diesem Diagramm gezeigte Stromverlauf ist nicht förderlich für das verbundene Netz und die direkt umliegenden Geräte. Zwar gibt es in diesem Fall keine hochfrequenten Oberschwingungen, aber dafür wird der Strom mit einer Frequenz von 50Hz »hart« abgefragt und nicht sinusförmig, wie im Idealfall. In beiden Fällen ist das relative Verhältnis von Strom- und Spannungskurve nicht optimal. Betrachtet man aber in Bild 3 die Phasenverschiebung, erkennt man, dass diese Leuchte nur eine sehr geringe Verschiebung und somit eine geringe Blindleistung aufweist.

Das komplette Gegenteil zeigt **Bild 4** am Beispiel einer Leuchtstoffröhre. Hier ist der angefragte Strom zwar erheblich phasenverschoben, aber das Netz wird nicht durch erzeugte Oberschwingungen belastet. Der Planer muss bei der Entscheidung zwischen diesen beiden Leuchten also definieren, welcher Parameter die höhere Priorität hat: die Blindleistung oder die Oberschwingungen.

Anfälligkeit für Spannungsschwankungen

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Betrachtung der elektrischen Parameter ist die Spannungsanfälligkeit. Eine einfache Variante, um eine Leuchte möglichst preiswert zu gestalten, ist die Anzahl der Bauteile gering zu halten. Weniger Bauteile kann zusätzlich bedeuten, dass die kumulierte Ausfallwahrscheinlichkeit geringer ist. Der Nachteil an dieser Bauart kann sein, dass sich Spannungsschwankungen im Netz direkt auf die Leuchte und ihre Leistungs- sowie Lichtcharakteristika auswirken. Wichtig ist hierbei: Die Netzspannung liegt auch in deutschen Stromnetzen,

vor allem in Industriegebieten, nicht immer konstant bei 230V.

Als Beispiel dient eine über eine Woche aufgenommene Netzspannung im gleisnahen Bereich, welche in **Bild 5** dargestellt ist. Sie zeigt nicht nur deutlich auf, dass die Spannung in diesem gezeigten Fall in einem erheblichen Zeitraum über 240V liegt, sie veranschaulicht über die Zeitangaben auch den Unterschied zwischen Tages- und Nachtbereich. Welche konkreten Auswirkungen können sich durch solche Unterschiede in der Netzspannung ergeben?

INFOS

Fachbeiträge zum Thema

Elektronischer Durchlauferhitzer lässt LED-Leuchten flackern
 »de« 4.2017 → S. 28, »de« 5.2017 → S. 34 und »de« 6.2017 → S. 38

Probleme beim Nachrüsten von LED – Sind die Schaltgeräte LED-tauglich?
 »de« 15-16.2015 → S. 36

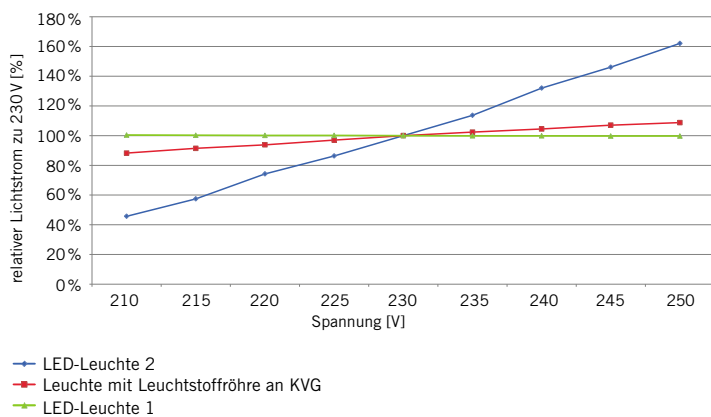


Bild 6: Relativer Lichtstrom von drei Leuchten in Abhängigkeit zur gegebenen Spannung



Bild 7: Zwei lineare Platinen, bei denen am Verbinder ein Brand auf Grund hoher Spannungen eingetreten ist

Eine Korrelation zwischen der bereitgestellten Netzspannung und dem relativen Lichtstrom gibt eine einfache Indikation, wie anfällig die verwendete Leuchte für Spannungsschwankungen ist.

Die drei in **Bild 6** dargestellten relativen Lichtströme zeigen, wie unterschiedlich Leuchten auf Spannungsschwankungen reagieren. Der relative Lichtstrom der zur grünen Kurve gehörigen Leuchte ist nahezu bei allen Spannungen 100 % und somit konstant. Die Beleuchtungsstärke ist somit unter verschiedenen Netzspannungen im Messbereich gleichbleibend. Dies ist der Idealfall. Die mit der roten Kurve dargestellte Leuchte (Leuchtstoffröhre an einem konventionellen Vorschaltgerät) variiert im relativen Lichtstrom leicht mit bis zu 12 %. Bei geringerer Spannung ist die Beleuchtungsstärke somit leicht geringer und umgekehrt.

Die LED-Leuchte welche in dieser Messreihe mit den höchsten Ausschlägen und somit am negativsten abgeschlossen hat, ist im Diagramm blau dargestellt. Bei einer Spannung von 210V liegt der relative Lichtstrom und somit die Beleuchtungsstärke in einem möglichen Projekt bei nur noch 46 %. Dies hat zur Folge, dass die in der DIN EN 12464-1 geforderten Werte mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr eingehalten werden und somit die Tätigkeiten am jeweiligen Arbeitsplatz nicht mehr durchgeführt werden dürfen.

Auch der gegenteilige Effekt, also die relative Lichtstrom-Erhöhung, in diesem Fall um 62 % bei 250V, ist ein wichtiger Punkt. Auf den ersten Blick kann mehr Licht als positiv angesehen werden, aber ein höherer Lichtstrom bedeutet mitunter auch einen um mindestens 62 % höheren Verbrauch und eine erhöhte Temperatur. Wenn ein Leuchtenhersteller Produkte ausschließlich bei 230V und somit nicht ausreichend thermisch testet, können die Temperaturen innerhalb einer Leuchte kritische Werte überschreiten. Dies kann zu unkontrollierten Schäden in der Leuchte und in der Installation führen. Im schlimmsten Fall hat ein Platinenverbinder

einen Kurzschlussbrand, und ein Verschmelzen der Leuchte mit dem Träger ist beispielsweise möglich.

Bild 7 zeigt die beschädigten Verbinder eines solchen Falles. Somit ist nicht nur aus Normungssicht, sondern auch aus Sicherheitsgründen eine Betrachtung dieser Parameter unverzichtbar, sollte die Möglichkeit von Spannungsschwankungen im Netz bestehen.

Hohe Einschaltströme

In den häufigsten Fällen beinhaltet die für den Betrieb von LED-Leuchten benötigte Elektronik Kondensatoren, um z.B. die eingangs erwähnte Phasenverschiebung zu kompensieren oder Spannungsspitzen auszugleichen. Die in vielen Produkten verwendeten Elektrolytkondensatoren (»Elko«) können zum einen die Lebensdauer der gesamten Leuchte reduzieren, da die beinhaltete Flüssigkeit mit steigender Temperatur schneller austrocknet. Zum anderen verursachen die schnellen Lade- und Entladezyklen ein weiteres Phänomen, das zu betrachten ist: den Einschaltstrom. Dieser kann – je nach Kondensator – ein erhebliches Vielfaches des im laufenden Betrieb bezogenen Stroms, dem so genannten Nennstrom, betragen.

Bild 8 stellt den abgenommenen Strom im Einschaltmoment einer Retrofit-LED-Lampe bei Wechselstrom dar. Lassen wir die Betrachtung der Phasenverschiebung einmal weg und vergleichen den Strom der Wirkleistung und den maximal bezogenen Strom im Einschaltmoment:

In diesem Fall betragen die Wirkleistung 3W und der Nennstrom 0,1A. Der Peak des Einschaltstroms liegt, wie im Dia-

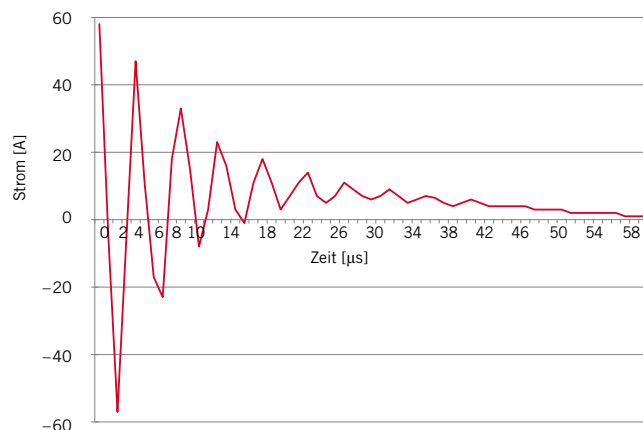


Bild 8: Einschaltstrom einer LED-Retrofit-Lampe

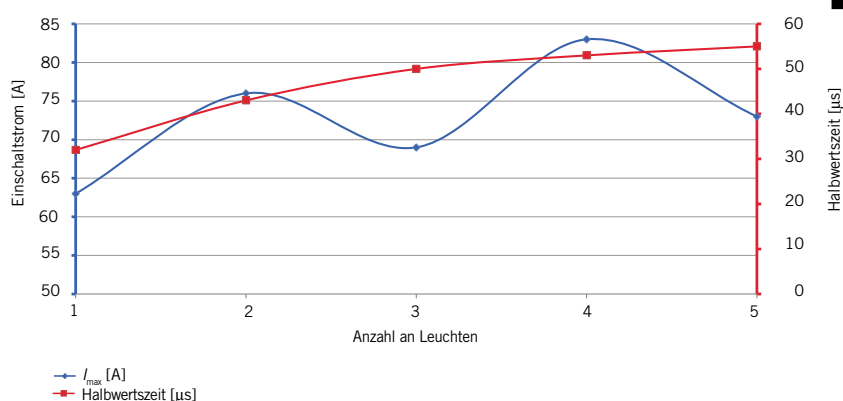


Bild 9: Einschaltstromverlauf bei Erhöhung der Anzahl von gleichartigen Leuchten

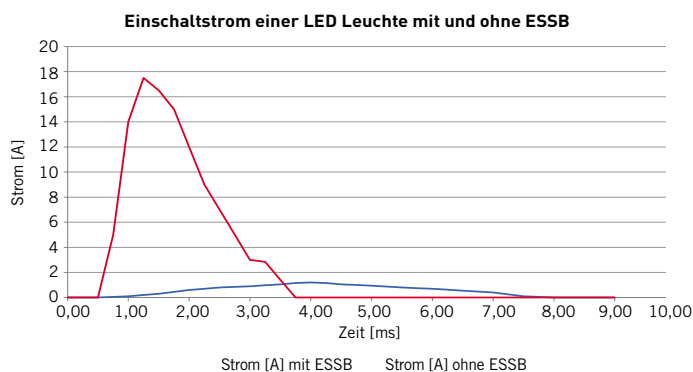


Bild 10: Vergleich des Einschaltstroms zwischen einer LED-Leuchte mit Einschaltstrombegrenzer ESSB (blau) und ohne (rot)

gramm erkennbar, über 50 A. Somit würde bei einfacher Betrachtung jeder handelsüblicher Leitungsschutzschalter mit 16 A ausgelöst. Dass dies nicht passiert, liegt daran, dass Sicherungen kurzzeitige hohe Ströme zulassen. Wird der erhöhte Strom zu lange abgefragt, löst die Sicherung aus. Der Einschaltstrom der Kondensatoren schwächt sich allerdings in kurzen Zeitabständen ab. Die Zeit, welche vergeht, bis sich der Strom halbiert, bezeichnet man als die so genannte Halbwertszeit. In diesem Fall beträgt der gemessene Einschaltstrom somit 58 A/13 µs.

Eine derartige Lampe löst somit im Normalfall keine Sicherung aus. Aber was passiert, wenn sich mehrere Lampen oder Leuchten gemeinsam in einem Stromkreis befinden? Schon ein einfacher Kronleuchter mit acht LED-Leuchtmitteln könnte die Sicherung auslösen. Die Frage ist somit, wie sich der Einschaltstrom bei mehreren Leuchten oder Leuchtmitteln addiert? Hierfür gibt es keine generelle Antwort für alle Produkte. Somit müssen Hersteller den Einschaltstrom

ihrer Leuchten zusätzlich bei erhöhter Anzahl messen. Das folgende Beispiel (**Bild 9**) zeigt die Einschaltströme eines handelsüblichen Downlights und der Messung bei einer Anzahl von einer bis fünf dieser Leuchten. Der Einschaltstrom einer einzelnen Leuchte beträgt 63 A/32 µs bei einer Wirkleistung von 10 W.

Wie deutlich im Diagramm zu erkennen ist, erhöht sich der Einschaltstrom bei steigender Anzahl von Leuchten. Weiterhin verlängert sich die Halbwertszeit des Einschaltstroms. Dennoch ergibt sich aus der Messung, dass sich die einzelnen Einschaltströme der Leuchten weder aufaddieren noch dass die Halbwertszeit gleich bleibt oder sich aufaddiert. Dies liegt an den Fertigungstoleranzen der Kondensatoren selbst. Da Kondensatoren gleicher Bauart nicht exakt gleich reagieren, sind die Lade- und Entladezyklen unterschiedlich lang und dementsprechend bei Addition zeitlich verschoben. Dies verlängert somit die gesamte Halbwertszeit, aber erhöht den Einschaltstrom nicht in dem Maße wie

eingangs vermutet. Wie viele Leuchten einer Art man nun an einem Leitungsschutzschalter betreiben kann, gibt der Hersteller in seinem Datenblatt in vielen Fällen an. Ist dies nicht angegeben, sollte man in jedem Fall beim Hersteller nachfragen. Denn achtet man nicht auf diesen Parameter, kann es nach einer Umrüstung von mehreren 100 konventionellen Leuchten auf LED-Leuchten ganz schnell zu einer bösen Überraschung bei der Inbetriebnahme kommen.

Liegt der Einschaltstrom in einem Projekt mit den gewählten Leuchten zu hoch, lassen sich aber auch Gegenmaßnahmen ergreifen. In diesem Fall bieten einige Hersteller so genannte Einschaltstrombegrenzer an. Diese verhindern, dass sich die Kondensatoren in der Elektronik zu schnell aufladen können. In den meisten Fällen reduziert sich so der Peak des Stroms auf das 10-fache des Nennstroms.

Das **Bild 10** zeigt den Einschaltstrom einer Leuchte mit und ohne Einschaltstrombegrenzer. Zu sehen ist, dass sich der Peak deutlich von 17,5 A auf 1,2 A verringert und dass sich die Halbwertszeit erheblich verlängert. Somit kann man eine höhere Anzahl gleicher Leuchten im selben Stromkreis betreiben.

In großen Industriebetrieben und Projekten mit einer hohen Anzahl von Leuchten pro Stromkreis sollte man also darauf achten, dass der Einschaltstrom mehrerer Leuchten niedrig genug für den verwendeten Leitungsschutzschalter ist oder dass der Leuchtenhersteller für diese Leuchte einen Einschaltstrombegrenzer anbietet.

Fazit

Die aufgezeigten Parameter sollten, wenn nicht schon geschehen, bei jeder korrekt durchgeführten Lichtplanung mit betrachtet werden. Zwar müssen nicht alle Kriterien für ein bestimmtes Projekt entscheidend sein, z.B. ist die Blindleistung in einer kleinen Lagerhalle eventuell nicht von hoher Bedeutung, aber dennoch kann jeder angeführte Parameter den Projekterfolg beeinflussen oder sogar sicherheitskritische Bedeutung haben.

AUTOREN

Dr. Claudius Noack
Marietta Kappler
 Norddeutsche Kunststoff- und Elektrogesellschaft Stäcker mbH & Co. KG, Hamburg