

Beleuchtungsanlagen bieten ein großes Potenzial für Energiesparmaßnahmen. Für die Nutzung des Einsparpotenzials bieten sich verschiedene Maßnahmen an. Neben Nutzungsänderungen kommen effiziente Leuchtmittel und architektonische Maßnahmen in Betracht. Der Einsatz eines Energiereglers hat sich als eine sehr effektive und wirtschaftliche Maßnahme erwiesen.

# Elektrische Energieregler in der Beleuchtungstechnik

Für die Energieberatung durch das Elektrohandwerk bietet sich ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Der Einsatz elektrischer Energieregler in der Beleuchtungstechnik führt beispielsweise zu einer deutlichen Steigerung der Endenergieeffizienz.

Die Energieform Licht befriedigt menschliche Bedürfnisse und ist somit Nutzenergie. Wir möchten nämlich, auch bei schlechten Tageslichtverhältnissen oder bei Nacht, unsere Umgebung sehen können. Die Beleuchtungstechnik beschäftigt sich mit dieser Nutzenerfüllung. Anforderungen an die Farbwiedergabe, Behaglichkeit, Leuchtstärke usw. werden von der Lichtplanung durch die Wahl und Anordnung der Leuchten und Verwendung geeigneter Leuchtmittel berücksichtigt. Dieser Nutzen verursacht Kosten in der Investitions- und der Betriebsphase. In der Betriebsphase sind diese Wartungs- und Energiekosten. Eine weitere Anforderung ist die umwelt- und kostenrelevante Energieeffizienz in der Betriebsphase. Als Endenergieträger kommt in der Beleuchtungstechnik ausschließlich Strom, d. h. elektrische Energie zum Einsatz.

Das Verhältnis von Nutz- zu Endenergie ist die sogenannte Endenergieeffizienz. Etwas weiter gefasst beschreibt die Energieeffizienz gemäß der EU-Richtlinie 2006/32/EG das Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zu Energieeinsatz und die Energieeffizienzverbesserung die Steigerung der Endenergieeffizienz durch technische, wirtschaftliche und/oder Verhaltensänderungen.

Folgen wir der Definition gemäß der EU-Richtlinie, so stehen eine Reihe von Möglichkeiten zur Steigerung der Endenergieeffizienz in der Beleuchtungstechnik zur Verfügung.

## Energieeffizienz steigern und Kosten senken

Die Endenergieeffizienz einer Beleuchtungsanlage kann im Wesentlichen durch

- Nutzungsänderungen
- effizientere Leuchtmittel und/oder Lampen und/oder

- Architektonische Maßnahmen (d. h. verstärkte Tageslichtnutzung) gesteigert werden (Bild 1).

Die Nutzungsänderung kann durch Leistungsreduktion oder Betriebszeitverkürzungen herbeigeführt werden. Aus den in Bild 1 aufgelisteten Maßnahmen wollen wir uns hier auf den Einsatz von elektrischen Energiereglern konzentrieren (Bild 2).

## Elektrische Energieregler

Elektrische Energieregler arbeiten nach dem Prinzip der Spannungsabsenkung innerhalb des Normbereichs. Das bedeutet, dass der Energieregler die Spannungstoleranz gemäß der IEC 60038, d. h. von 230V +6/-10% (+/-10%) ausnutzt. Der Planer solcher Anlagen muss auf die Einhaltung der Betriebsrichtli-



Bild 1: Maßnahmen zur Endenergieeffizienzsteigerung von Beleuchtungsanlagen



**Technische Daten des Energiereglers**

Hersteller	Jäger Direkt GmbH & Co. KG
Modell	ECOVOLT-STANDARD
Typ	22,5kVA/32 A
Bemessungsspannung $U_n$	230V +/- 10%
Bemessungsscheinleistung $S_n$	22,5kVA
Bemessungsstrom $I_n$	32 A
Spannungsabgriffe $u$	4, 6, 8%
Prüf- und Fertigungsnorm	DIN EN 60730-1, 60730-2-11
Dauerschiefast	0,9
Min cos $\phi$	0,6
Umgebungstemperatur	-10 ... 35°C
Gewicht	67 kg
Abmessungen	600 mm x 1 000 mm x 400 mm

Bild 2: Energieregler vom Type Ecovolt-Standard, geprüft und gefertigt nach DIN EN 60730-1, 60730-2-11

EINSPARUNG UND EFFIZIENZSTEIGERUNG

Schritt	Erläuterung	Beispiel der Beleuchtungsanlage
1	Beurteilung der eingesetzten Leuchtmittel	58W Niederdruck Gasentladungslampen mit verlustarmen Vorschaltgeräten und elektronischen Startern, Systemleistung 72W
2	Bestimmung der Maximalleistung zur Auslegung des Energiereglers	$P_{max} = 270 \cdot 72W = 19,4kW$
3	Bestimmung der Betriebsdauer zur Berechnung des Energieflusses	$t_A = 365 d/a \cdot 24 h/d = 8760 h/a$
4	Bestimmung des Energieflusses	$W = P_{max} \cdot t_A = 19,4kW \cdot 8760 h/a = 169944 kWh/a$
5	Bestimmung der Reglerbetriebszeit s durch Konstruktion der Spannungsdauerlinie	Alle Spannungswerte gemäß Bild 3 werden der Größe nach geordnet und in einem Diagramm aufgetragen (siehe Abbildung 4). Bei einer niedrigsten Spannung von $U_s = 210V$ , mit der die Beleuchtungsanlage versorgt werden soll, ergibt sich bei einer 100%igen Betriebszeit des Energiereglers ( $s = 1$ ) eine mögliche Spannungsabsenkung von $u = 0,08$ (d. h. 8 %).
6	Berechnung der Ersparnis und der Endenergieeffizienzsteigerung	Ermittlung der Ersparnis nach folgender Gleichung: $\xi = u \cdot a \cdot s \cdot (2 - u)^2$ $\xi = 0,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (2 - 0,08) = 0,1536$ Bezogen auf den Jahresverbrauch von 169 944 kWh/a ergibt sich eine Endenergieeinsparung von $\Delta W = 26 103 kWh/a$ . Die Steigerung der Endenergieeffizienz ist: $\eta = 1/(1-\xi), \eta = 1/(1-0,1536) = 1,1815$ , das entspricht einer Steigerung um 18,15%

Bestimmung der Endenergieeinsparung und der Endenergieeffizienzsteigerung für das benannte Beispiel

nien<sup>1)</sup> achten. Energieregler, die diesen Anforderungen gerecht werden, können bedenkenlos in Beleuchtungsanlagen zur Energieeinsparung eingesetzt werden. Wir wollen am Beispiel des TÜV geprüften Energiereglers »Ecovolt« der Firma Jäger Direkt GmbH & Co. KG das Prinzip der Energieeinsparung unter Berücksichtigung geeigneter Projektierungsrichtlinien erläutern.

Projektierung des Energiereglers

Mit der Einhaltung geeigneter Projektierungsregeln können Endenergieer-

sparnis und Endenergieeffizienzsteigerung eindeutig bestimmt werden. Die Projektierung erfolgt in sechs Schritten:

1. Bestimmung der eingesetzten Leuchtmittel.
2. Bestimmung der Maximalleistung zur Auslegung des Energiereglers.
3. Bestimmung der Betriebsstunden.
4. Bestimmung des Energieflusses.
5. Bestimmung der Reglerbetriebszeit s durch Konstruktion der Spannungsdauerlinie, d. h. wie lange ist der Regler im Sparbetrieb.
6. Berechnung der Ersparnis und der Endenergieeffizienzsteigerung.

Bei der Projektierung ist generell zu berücksichtigen, dass die Betriebsrichtlinien der Beleuchtungsanlage eingehalten sind und die verwendeten Leuchtmittel auf eine Spannungsverminderung sparend wirken. Die Projektierungsschritte werden an einem Beispiel erläutert.

Beispiel

Eine Halle eines Logistikunternehmens wird an 365 Tagen, 24h mit 270 Stück 58W Niederdruck Entladungslampen, mit verlustarmen Vorschaltgeräten und elektronischen Startern beleuchtet (Systemleistung 72W). Beleuchtungsstärken unter Berücksichtigung der Betriebsrichtlinien sind unkritisch. Der Spannungsverlauf am Eingang der Beleuchtungsanlage innerhalb eines repräsentativen Zeitraums wurde aufgenommen (Bild 3).

Die Energieeinsparung und die Endenergieeffizienzsteigerung bei Einsatz eines elektrischen Energiereglers wird der Tabelle erläutert.

Fazit

Elektrische Energieregler können sehr effizient zur Endenergieeinsparung in Beleuchtungsanlagen eingesetzt werden. Geeignete Projektierungsricht-

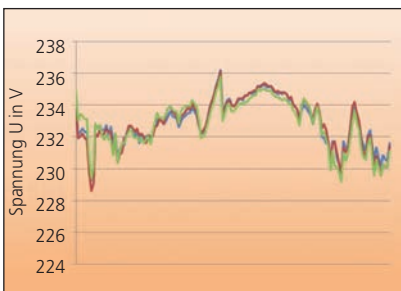


Bild 3: Spannungsverlauf der drei Leiter der Beleuchtungsanlage innerhalb eines repräsentativen Zeitraums

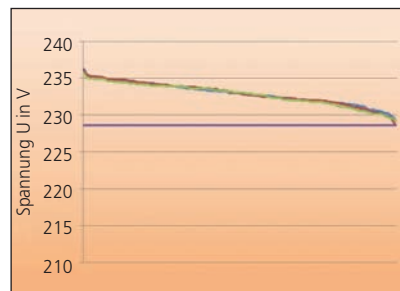


Bild 4: Spannungsdauerlinie: der niedrigste Wert der Spannung liegt im Leiter L<sub>2</sub> bei U<sub>min</sub> = 228,6V. Über einen Zeitraum von 100 % liegt die Spannung in allen Leitern über diesem Wert. Eine Absenkung um 8 % ergibt einen Wert von U<sub>s</sub> = 210,3V

<sup>1)</sup> U.a. Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3, DIN 5035 Teil 2

<sup>2)</sup> Siehe [1]



## MEHR INFOS:

### Weiterführende Artikel

- Nachweis der Energieeinsparung bei elektrischen Anlagen mit Spannungsabsenkung, »de« 8/2006, S. 59
- Mehr Erfolg durch Energieeffizienz, »de« 6/2007, S. 50
- Energiemanagement in Gewerbe und Industrie, »de« 12/2008, S. 46

### Links

- [www.belektro.de](http://www.belektro.de)
- [www.ecovolt.de](http://www.ecovolt.de)
- [www.pk-energy.com](http://www.pk-energy.com)

### Vortrag zum Thema

Fachmesse Belektro, Messe Berlin, LICHT-Dialog in Halle 2.2 am 16.10.2008, 10.30 Uhr

### Noch Fragen?

Roland Lüders  
Telefon: (0 30) 46 78 29 - 16  
[lueders@de-online.info](mailto:lueders@de-online.info)

linien<sup>3)</sup> sind die Voraussetzung für eine fachgerechte Projektierung und Installation. In der Regel erfolgt dies durch einen qualifizierten Elektrofachbetrieb oder ein Energieberatungsunternehmen. Im obigen Beispiel liegen die Investitionskosten für die Energiesparmaßnahme bei rund 5000,-€, die Energieeinsparung bei rund 2600€, d. h. es ergibt sich eine statische Amortisationszeit von 1,9 Jahren. Die CO<sub>2</sub>-Ersparnis beträgt 17,8t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Elektrische Energieregler stellen somit für Elektrofachbetriebe und Energieberatungsunternehmen eine interessante Erweiterung der Energiesparmaßnahmen dar. Dies gilt für die Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Einfachheit in der Umsetzung.

## Literatur

- [1] Gebäude-Energieberatung. P. Kadel, 2. Auflage, Berlin: Hüthig und Pflaum Verlag, 2008, ISBN 970-3-8101-02447
- [2] Kadel, P.: Utilization of the standardvoltage-range in low-voltage networks for the usage of Local-Energy-Controllers without affecting the power-quality, IEEE, 2007, ISBN 978-84-690-9441-9
- [3] Fachverband elektrische Lampen im ZVEI: Betrieb von Lampen an reduzierter Versorgungsspannung Einsatz von sogenannten »Energiesparsystemen«
- [4] Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG

<sup>3)</sup> Das hier beschriebene Verfahren wurde vom Autor zur Normung beim DIN eingereicht und wird derzeit von der DKE bearbeitet, so dass eine VDE-Anwendungsregel entsteht und in das VDE-Vorschriftenwerk integriert werden kann. Dieser Projektierungsvorschlag beinhaltet auch die Projektierungsrichtlinien für gesamte Verbraucheranlagen.