

Die grünen Seiten für die Aus- und Weiterbildung

Gig

Inhalt 3/2003

Projekt: Planung der Elektroinstallation am Beispiel eines Autohauses

Teil 2: Optimierung der Grund- und Effektbeleuchtung

Holger Clausing

Wir erinnern uns an den ersten Teil dieser Serie: Unser Elektromeister, Klaus Kabel, erstellt für seinen Bekannten Fred Feuerstuhl, Inhaber einer Kfz-Werkstatt, einen Vorschlag für die Beleuchtung der Reparaturannahme.

Di., 14.00 Uhr. Klaus Kabel verteilt die Leuchten zur Grundbeleuchtung im Raum gleichmäßig, und zwar mit Hilfe seines Elektro-CAD-Programms. Im ersten Entwurf ist der Abstand zwischen zwei Leuchten doppelt so groß wie der Abstand der äußeren Leuchten zur Wand, und das sowohl in Längs- als auch in Querrichtung (Bild 7). Diese Aufteilung nimmt allerdings mehr Rücksicht auf die gleichmäßige Verteilung der Leuchten im Raum als auf die gleichmäßige Ausleuchtung.

Gleichmäßige Ausleuchtung des Raumes

Zur Beurteilung der gleichmäßigen Ausleuchtung muss der Elektrohandwerker die Lichtstärkeverteilungen der gewählten Leuchten sowie die Reflexionsgrade der Raumbegrenzungsflächen berücksichtigen. Diese Planung lässt sich mit einem einfachen Beleuchtungsplanungsprogramm ohne großen Aufwand durchführen.

Di., 15.00 Uhr. Klaus lädt sich kostenfrei aus dem Internet das Programm TX-Win von Trilux (Bild 8). Es befindet sich unter www.trilux.de. Hier klickt man sich folgendermaßen durch: Service ⇒ Download ⇒ Software. TX-Win beinhaltet u. a. auch die Daten der von ihm gewählten Leuchten. Eine vorgegebene Schrittfolge führt ihn recht einfach durch die Bedienung. Die Schrittfolge umfasst:

- Eingabe der Projektdaten und der Raumabmessungen,
- Angabe der Reflexionsgrade, und zwar sowohl für jede

Dipl.-Ing. (FH) *Holger Clausing* arbeitet als Fachlehrer am Bundes-technologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik (bfe) in Oldenburg.

1 Elektroinstallation
Planung der
Elektroinstallation
am Beispiel eines
Autohauses

5 Grundlagen
Die Blindleistung [1]

7 Gebäudetechnik
Bewegungsmelder bieten
Komfort und Sicherheit

Wand, als auch für den Boden und die Decke,
• Auswahl der Leuchten,
• Vorgabe der Planungsdaten, z. B. Nennbeleuchtungsstärke und Planungsfaktor (siehe auch »gig« 1-2/2003, S. 2),

• Positionierung der Leuchten im Raum,
• Berechnungsmodul mit Möglichkeit zum Drucken.
Die meisten Eingabemöglichkeiten verfügen über Hilfen, z. B. in Form einer Tabelle mit Reflexionsgraden verschiedener Oberflächen.

Klaus bewertet die Reflexionsgrade folgendermaßen:

- Innenwände = 70 % (relativ hoch)
- helle Holzdecke = 60 %
- Boden = 30 %.
- Für die dominierenden Fensterflächen der Außenwände, die einen Großteil des auftreffenden Lichtes »schlucken«, setzt er Reflexionsfaktoren von 10 % an.

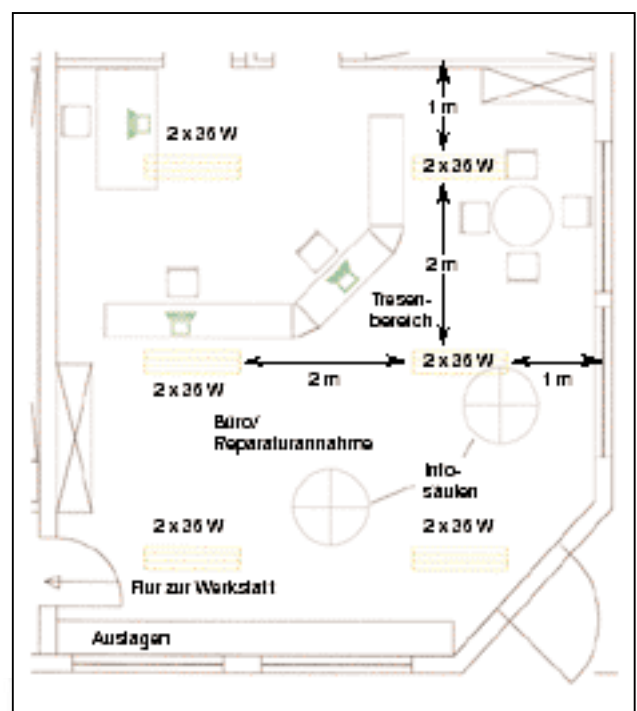


Bild 7: Erster Planungsentwurf für die Grundbeleuchtung



Bild 8: Das Programm TX-Win befindet sich unter www.trilux.de

Bild 9 zeigt die in das TX-Win-Programm eingegebene Leuchtenanordnung¹⁾.

Di., 16.00 Uhr. Zur Auswertung des Planungsergebnisses betrachtet Klaus die berechnete mittlere Beleuchtungsstärke. Sie beträgt 480 lx und liegt damit knapp unterhalb des vorgesehenen Wertes von 500 lx. Als Nächstes schaut er sich die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung des Raumes an, und zwar in Quer- (Koordinate x, Bild 10) und in Längsrichtung (Koordinate y, Bild 11).

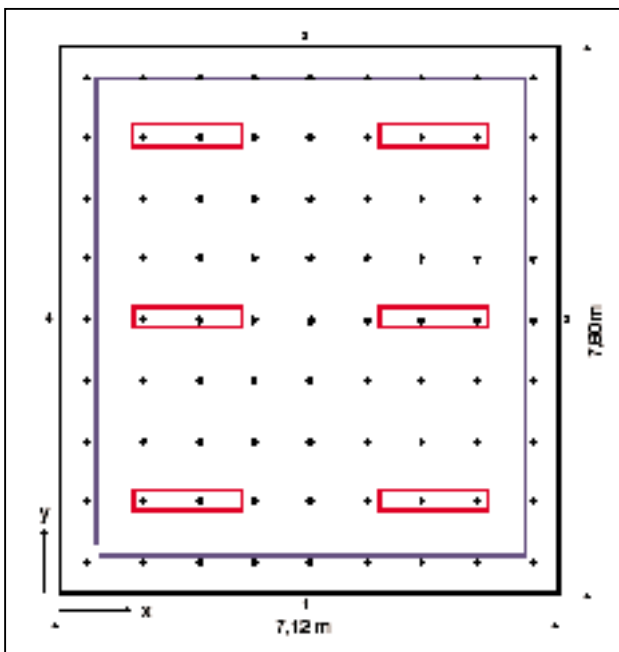


Bild 9: Anordnung der Leuchten im ersten Entwurf

Klaus stellt fest, dass die Beleuchtungsstärke in Querrichtung noch sehr ungleichmäßig verteilt ist. Doch er weiß auch, dass sich das nicht durch eine andere Leuchtenverteilung verbessern lässt, da die gewählten Leuchtstofflampenleuchten in Längsrichtung deutlich weniger abstrahlen als in Querrichtung. Er beschließt daher, die oberen beiden Lichtbänder um je eine Leuchte zu erweitern, um damit auch das bisher niedrige mittlere Beleuchtungsniveau anzuheben (Bild 12).

Für diese Anordnung ergibt die Berechnung eine mittlere Beleuchtungsstärke von 630 lx, und die Lichtverteilung fällt in Querrichtung deutlich gleichmäßiger aus (Bild 13). An der

¹⁾ Weil sich mit TX-Win nur senkrechte, waagerechte oder runde Wände darstellen lassen, kann Klaus die schräge Wand bei der Ausgangstür (Bild 1) nicht eingeben, doch nach seiner Ansicht ist das vernachlässigbar.

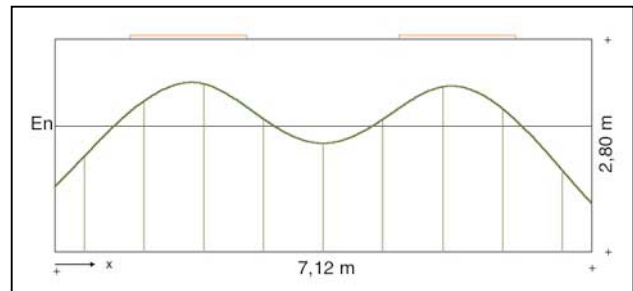


Bild 10: Verlauf der Beleuchtungsstärke in Querrichtung des Raumes

schrägen Wand um die Eingangstür sowie in den Randbereichen – insbesondere bei den Fensterwänden – fällt das Beleuchtungsniveau etwas ab. Klaus hält das für vertretbar, zumal sich dort keine Arbeitsplätze befinden. In Längsrichtung ist die Beleuchtung so gleichmäßig wie beim ersten Entwurf, nur das Niveau liegt durch die größere Leuchtenzahl höher (Bild 14).

Klaus prüft zum Abschluss dieses Planungsschrittes noch die genaue Leuchtenspezifikation. Weil er die Leuchten in eine Holzdecke einbaut, müssen sie das F-Zeichen tragen. Derart gekennzeichnete Leuchten eignen sich für die direkte Montage auf normal entflammaren Baustoffen, z.B. Holz. Die Konstruktion der Leuchten gewährleistet, dass durch sie auch bei einem Leuchtenfehler kein Brand entstehen kann.

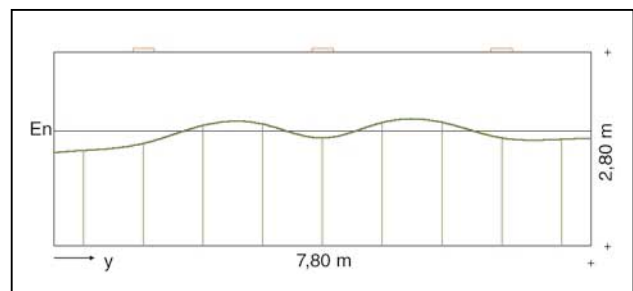


Bild 11: Verlauf der Beleuchtungsstärke in Längsrichtung

Die Wahl des Vorschaltgeräts

Di., 17.00 Uhr. Klaus beschließt, die Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) auszustatten. Sie haben zwar einen höheren Preis als konventionelle Vorschaltgeräte (KVG), bieten aber eine Reihe von Vorteilen²⁾:

- Die im Betrieb aufgenommene Leistung entspricht nur der Lampenleistung, während bei KVG bzw. VVG (»verlustarme« Vorschaltgeräte) ca. 15 % bis über 20 % als Verlustleistung im Vorschaltgerät auftreten, und zwar zusätzlich zur Lampenleistung.
- Bei Verwendung von EVG tritt der so genannte stroboskopische Effekt nicht auf. Durch die Frequenz des Lampenstroms (ca. 30 kHz) kommt es also weder zu Flimmererscheinungen auf Bildschirmgeräten noch zum scheinbaren Stillstehen drehender Maschinen. Darüber hinaus erwartet er keine hörbaren Geräusche, und zwar auf Grund der hohen Frequenz.
- Die Lampen schalten sich flackerfrei ein und schonen damit sowohl die Augen als auch die Lampen.
- Da bei EVG der Leistungsfaktor (der Grundschiwingung) praktisch eins beträgt, braucht Klaus keine Kompensation vorzusehen.

²⁾ siehe hierzu jedoch auch »de« 21/2002, S. 28ff.



Bild 12: Endgültige Version der Grundbeleuchtung

Übrigens erhielt Klaus im Beleuchtungsseminar den Hinweis, dass der Verkauf der bisher verbreiteten KVG ab dem 21. 11. 2005 verboten werden soll. Das sieht die Europäische Vorschaltgeräte-Richtlinie 200/55/EG vor, die zum Ziel hat, den Energieverbrauch von Beleuchtungsanlagen zu minimieren. Klaus hat auch gehört, dass über ein weitergehendes Verbot, das VVG betreffen würde, bisher noch nicht entschieden wurde.

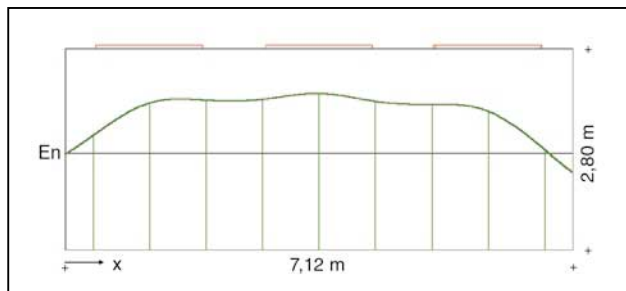


Bild 13: Optimierter Verlauf der Beleuchtungsstärke in Querrichtung des Raumes

Doch Klaus kennt auch einen Nachteil von EVG. Als er neulich die Beleuchtung einer größeren Gewerbehalle auf EVG-bestückte Leuchten umrüstete, kam es manchmal beim Einschalten des Lichtes zum Auslösen der Stromkreisicherung. Offenbar überstieg der Einschaltstrom der EVG-bestückten Leuchten den der alten KVG. Doch Klaus löste das Problem, indem er die bisher auf einer Sicherung laufenden Schaltgruppen auf zwei Stromkreise aufteilte. Bei der relativ geringen Beleuchtungsleistung von Fred Feuerstuhls Büro dürfte dieses Problem aber nicht auftreten.

Die Wahl der Lampen

Klaus wählt als Lampen für die Grundbeleuchtung Dreiband-Lampen in der Lichtfarbe 830 (Warmton). Diese Lampen verfügen über eine sehr gute Farbwiedergabestufe (1b) und eine gute Lichtausbeute.

BUCHTIPP ZUM THEMA

Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann
Lampen, Leuchten und ihre Anwendung.

Carl-Heinz Zieseniß
7. neu bearbeitete Auflage, 2001.
206 S., 26,00 €
Hüthig & Pflaum Verlag
ISBN 3-8101-0156-7



In sehr kompakter und übersichtlicher Form enthält dieses Buch fundiertes Praxiswissen, das notwendig ist, um Beleuchtungsanlagen planen und errichten zu können, die wirtschaftlich und ihrem Anwendungszweck optimal angepasst sind sowie den gültigen Normen und Gesetzen entsprechen.

In die aktuelle Auflage aufgenommen wurden moderne Lichtquellen, z. B. elektrodenlose Hochleistungs-Leuchtstofflampen und Leuchtdioden. Neben den bestehenden Normen für Beleuchtung werden die neuen europäischen Normen ausführlich behandelt und in den Anwendungsbeispielen entsprechend berücksichtigt.

Dieses Buch lässt sich bestellen beim Hüthig & Pflaum Verlag, Tel. (0 62 21) 4 89-3 84, Fax (0 62 21) 4 89-4 43, E-Mail: de-buchservice@online-de.de

Die Lichtfarbe 830 bietet sich außerdem an, weil sie sich gut mit der Lichtfarbe von Halogenstrahlern für die Effektbeleuchtung kombinieren lässt.

Planung der Effektbeleuchtung

Mi., 8.00 Uhr. Klaus möchte heute die Effektbeleuchtung planen. Er beschließt, auf jeden Fall die Auslagen und Info-Säulen zu akzentuieren, denn sie stehen links und rechts von der Eingangstür und präsentieren besondere Autozubehör-Artikel. Die ca. 2 m hohen Säulen bestehen in der oberen Hälfte aus Glas.

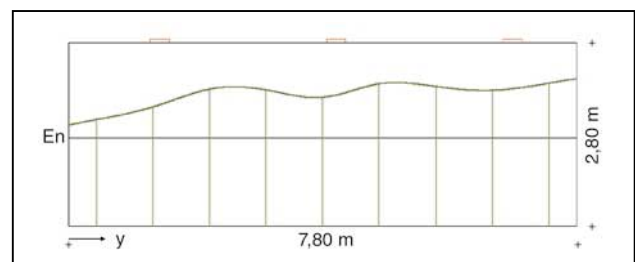


Bild 14: Optimierter Verlauf der Beleuchtungsstärke in Längsrichtung des Raumes

Um die Effektbeleuchtung möglichst flexibel auszuliegen, möchte Klaus schwenkbare Strahler in Stromschiene einsetzen. Klaus hat dabei folgende Vorteile im Hinterkopf:

- Die Strahler können die Artikel aus verschiedenen Winkeln beleuchten.
- Sollten zufällig, also durch Spiegelungen im Glas der Info-Säulen, störende Reflexblendungen an den Arbeitsplätzen auftreten, so lässt sich dieses Problem durch Verschieben oder Schwenken der Strahler leicht beseitigen.
- Durch die dreiphasige Stromschiene lassen sich bis zu drei Schaltgruppen bilden (Drehstrom ist hier wegen geringer Leistung nicht erforderlich).



Bild 15: Für die Effektbeleuchtung (v. li.): Leuchten, HV-Halogenlampe, Stromschienensystem

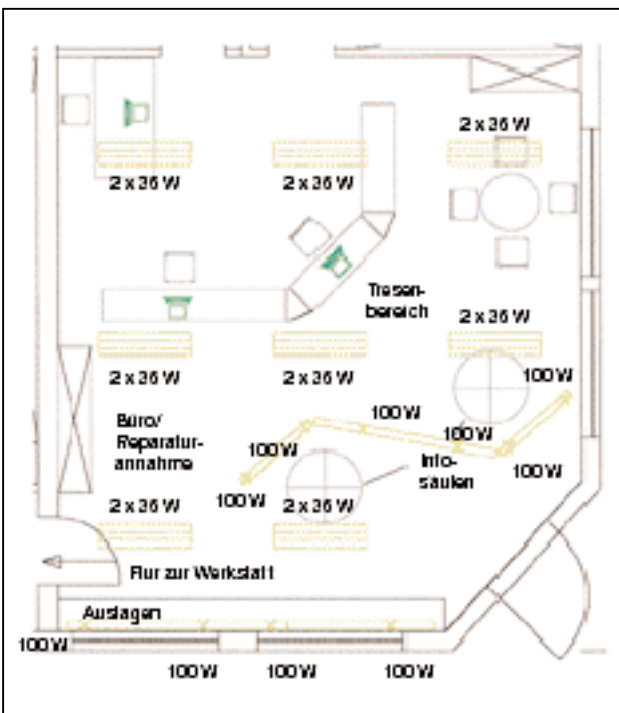


Bild 16: Die Effektbeleuchtung im Grundriss

• Das System kann mit konfektionierten Verbindungsstücken leicht montiert und auch ggf. leicht erweitert werden. Das gleiche System lässt sich (auch nachträglich) mit verschiedenen Leuchten bestücken, z.B. für Niedervolt- oder Hochvolt-Halogen oder Halogen-Metall dampflampen. Klaus wählt Leuchten für Hochvolt-Halogenlampen (Bild 15), u.a. auch, weil sie nur halb so viel kosten wie Leuchten mit integriertem Vorschaltgerät.

Für die *Auslagen* sieht er zwei 4 m lange Stromschienen vor, die er durch einen Längsverbinder koppeln und nahe der Außenwand an der Decke montieren will. Er geht davon aus, dass vier Leuchten reichen, die sich mit Lampen von 60 W bis 150 W bestücken lassen.

Die Beleuchtung der *Info-Säulen* gestaltet sich schwieriger. Klaus legt eine S-förmige Stromschiene zwischen die Säulen, bestehend aus zwei flexiblen Längsverbindern und drei Stromschienen. So lässt sich jede Säule über fast drei Viertel ihres Umfanges beleuchten. Das übernehmen sechs weitere Stromschienen-Strahler (Bild 16).

Ursprünglich wollte Klaus auch den Tresen mit einer Effektbeleuchtung versehen. In Anbetracht dessen, dass dieser Bereich bereits durch die Allgemeinbeleuchtung gleichmäßig, bildschirmgerecht und ausreichend hell beleuchtet ist, verzichtet Klaus auf diese weiteren Leuchten.

(Fortsetzung folgt)

LEHRJAHRE SIND KEINE HERRENJAHRE

Während der Ausbildung müssen die Betriebe für das Wohl ihrer Lehrlinge sorgen, dafür gibt es jede Menge Vorschriften. Aber auch für die Lehrlinge gibt es Pflichten, sie stehen im Ausbildungsvertrag. Allerdings müssen sich die Jugendlichen auch daran halten. Denn wenn es zu viele Schwierigkeiten mit ihnen gibt, verzichtet der eine oder andere Ausbildungsbetrieb möglicherweise künftig auf Lehrlinge.

Lehrlinge haben auch Pflichten

Die Pflichten sind im Rahmen des Ausbildungsvertrages definiert*

Auszug

- 1** **Sorgfalt** bei allen Tätigkeiten
- 2** **Teilnahme** am Berufsschulunterricht usw.
- 3** **Weisungen** befolgen, die vom Ausbilder o. anderen Weisungsberechtigten erteilt werden
- 4** **Betriebliche Ordnung** beachten
Werkzeuge, Maschinen usw. pfleglich behandeln
- 5** **Betriebsvermögen** bewahren
- 6** **Stillschweigen** bewahren über Betriebs-/Geschäftsinterna
- 7** **Berichtsheft** ordnungsgemäß führen und regelmäßig vorlegen
- 8** **Fernbleiben** dem Ausbilder unverzüglich mit Begründung anzeigen; bei Krankheit etc. spätestens am 3. Tag ärztl. Bescheinigung zuleiten

*Vordrucke über die Kammern
Quelle: BA

im 135 0702

Die Blindleistung [1]

Helmuth Biechl

Dieser Beitrag erklärt die Blindleistung und zeigt, weshalb sie in der Praxis große Bedeutung hat. Berechnungen anhand eines Elektromotors verdeutlichen die Zusammenhänge.

Wenn man eine reine Induktivität L bzw. Kapazität C an eine sinusförmige Wechselspannung mit dem Effektivwert U und der Frequenz f legt, führt das zu einem sinusförmigen Strom mit dem Effektivwert I (siehe auch die *gig*-Beiträge »Wirkleistung, Leistungsfaktor und Effektivwert«, »de« 21/2002, S. 3ff., und »Der kapazitive Blindwiderstand«, »de« 24/2002, S. 3ff.).

Bei der Induktivität eilt die Spannung voraus und bei der Kapazität der Strom, und zwar jeweils um 90° .

Die Ströme durch die Induktivität I_L bzw. durch die Kapazität I_C ergeben sich folgendermaßen:

$$I_L = \frac{U}{X_L} \quad \text{mit} \quad X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$I_C = \frac{U}{X_C} \quad \text{mit} \quad X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

mit X_L = induktiver Blindwiderstand, X_C = kapazitiver Blindwiderstand. Obwohl es gemäß dieser Formeln zu einem Stromfluss kommt, nehmen weder die reine Induktivität noch die reine Kapazität eine Wirkleistung P auf. Im Folgenden zeigen wir, warum das so ist. Es gilt:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

Man bezeichnet $\cos \varphi$ als Leistungsfaktor. φ kennzeichnet den Winkel zwischen Strom und Spannung (Phasenverschiebungswinkel). Eilt die Spannung dem Strom voraus (induktives Verhalten), dann ist φ positiv, ansonsten negativ. Weil der Cosinus von 90° bzw. -90° null ist, ergibt sich gemäß (1) also keine Wirkleistung beim Stromfluss durch eine reine Induktivität bzw. Kapazität.

Warum Blindleistung etwas kostet

Mancher mag sich fragen, warum Energieversorgungsunternehmen (EVU) den Kunden Blindleistung, also die Abnahme von induktivem bzw. kapazitivem Strom, in Rechnung stellen. Dazu hier ein Gedankenexperiment: Stellen wir uns vor, alle Kunden nehmen ausschließlich induktiven bzw. kapazitiven Strom ab. Würden die EVU hierfür nichts verlangen, hätten sie keine Einnahmen, sondern nur Ausgaben, z.B. für die auch hier notwendigen Stromversorgungsleitungen – das ist der erste Kostenpunkt. Zum anderen entstehen in diesen Stromversorgungsleitungen mit dem Widerstand R_L – auch beim Transport von rein induktivem bzw. kapazitivem Strom – ohmsche Verluste P_V , und zwar gemäß der Gleichung

$$P_V = I^2 \cdot R_L$$

– hierbei handelt es sich um den zweiten Kostenpunkt. Darüber hinaus entstehen z.B. auch Kosten für die Spannungs-

erzeugung in Kraftwerken. Sollen also wenigstens diese drei beispielhaften Aufwendungen gedeckt sein, müssen die Stromversorgungsunternehmen den Kunden diese Dienstleistung in Rechnung stellen.

Definition der Blindleistung

Bei der Blindleistung Q handelt es sich um eine technische Größe, mit der sich die im vorigen Abschnitt beschriebene Dienstleistung verrechnen lässt. Man definierte sie folgendermaßen:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Man erkennt an dieser Formel, und zwar unter der Voraussetzung, dass die Spannung U und der Strom I konstant sind:

Steigt der Phasenverschiebungswinkel φ , steigt auch die Blindleistung.

Analog gilt gemäß der Formel:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Steigt der Phasenverschiebungswinkel φ , sinkt die Wirkleistung.

Dazu ein Beispiel: Lehrling Benjamin schließt einen Wechselstromverbraucher an eine Spannung mit $U = 230$ V an. Er misst einen Strom von $I = 9,2$ A, eine Phasenverschiebung von $\varphi = 35^\circ$ und berechnet daraus die Wirkleistung P :

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 230 \text{ V} \cdot 9,2 \text{ A} \cdot \cos 35^\circ = 1733,3 \text{ W}$$

Er ermittelt für die Blindleistung Q :

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 230 \text{ V} \cdot 9,2 \text{ A} \cdot \sin 35^\circ = 1213,7 \text{ Var} \quad (2)$$

Die Einheit der Blindleistung

An Gleichung (2) erkennen wir, dass die Einheit für die Blindleistung das Var ist, nicht das Watt (W) wie bei der Wirkleistung. Diesen Unterschied wählten die Väter der Elektrotechnik übrigens ganz bewusst, denn damit soll der Fachmann bereits an der Einheit erkennen, ob es sich bei der Angabe um Wirk- oder Blindleistung handelt. Var steht für Volt-Ampere-reaktiv (reaktiv, weil an Reaktanzen auftretend). Weitere Einheiten sind kVar (Kilo-Volt-Ampere-reaktiv) oder MVar (Mega-Volt-Ampere-reaktiv). Manchmal findet man auch die Schreibweisen VAR, VAr oder var.

Wirk-, Blind- und Scheinleistung

Als Nächstes betrachten wir die Summe aus P^2 und Q^2 :

$$P^2 + Q^2 = (U \cdot I \cdot \cos \varphi)^2 + (U \cdot I \cdot \sin \varphi)^2$$

$$= (U \cdot I)^2 \cdot (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi)$$

Weiterhin gilt folgende Beziehung zwischen der Sinus- und Cosinusfunktion:

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1 \quad (3)$$

Also erhalten wir für die Summe aus den Quadraten von Wirk- und Blindleistung:

$$P^2 + Q^2 = (U \cdot I)^2$$

Multipliziert man die Spannung U und den Strom I , erhält man die Scheinleistung S (siehe »gig« 24/2002, S. 4):

$$S = U \cdot I$$

Somit erhalten wir die wichtige Beziehung:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (4)$$

Wirk-, Blind- und Scheinleistung stehen also über diese Gleichung in Verbindung. Kennt man zwei dieser Größen, lässt sich die dritte daraus berechnen. Für die Scheinleistung wählt man ebenfalls eine andere Einheit als das Watt, nämlich das VA (Volt-Ampere), so dass man auch hier bereits an der Einheit erkennt, um welche Art von Leistung es sich handelt.

Man erhält durch Umstellen von Gleichung (4) folgende Ausdrücke:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Dazu ein Beispiel: Lehrling Benjamin misst bei einem Wechselstromverbraucher eine Wirkleistungsaufnahme von $P = 2,2 \text{ kW}$, und zwar bei einer Spannung von $U = 230 \text{ V}$ und einem Strom von $I = 14,5 \text{ A}$. Ihn interessiert, wie groß die Scheinleistung S sowie die Blindleistung Q sind. Er ermittelt für die Scheinleistung S :

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 14,5 \text{ A} = 3335 \text{ VA}$$

und für die Blindleistung Q :

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{3335^2 - 2200^2} \text{ Var} = 2506,4 \text{ Var}$$

Benjamins Ausbilder erklärt ihm:

Wenn Blindleistung auftritt, ist die Scheinleistung immer größer als die Wirkleistung.

Das bedeutet auch, dass der Strom I , der durch die Übertragungsleitung fließt, größer ist als er für reine Wirkleistung, d.h. $\cos \varphi = 1$, erforderlich wäre. Das will sich Benjamin genauer überlegen. Er setzt an:

$$P = U \cdot I_{\text{wirk}} \Rightarrow$$

$$I_{\text{wirk}} = \frac{P}{U} = \frac{2,2 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 9,565 \text{ A}$$

Der Wirkanteil des Stroms I_{wirk} (9,565 A) ist in der Tat viel geringer als der Strom (14,5 A), der durch die Übertragungsleitung fließt.

Leistungen beim Elektromotor

Die Verhältnisse bei einem Elektromotor lassen sich am besten anhand eines Beispiels veranschaulichen.

Nehmen wir an, wir möchten mit einem Elektromotor ($U = 230 \text{ V}$, $\eta = 0,8$, $\cos \varphi = 0,85$) eine mechanische Leistung von $P_{\text{mech}} = 5,0 \text{ kW}$ umsetzen. Es gilt für die aufgenommene Wirkleistung P :

$$P \cdot \eta = P_{\text{mech}} \Rightarrow$$

$$P = \frac{P_{\text{mech}}}{\eta} = \frac{5 \text{ kW}}{0,8} = 6,25 \text{ kW}$$

Der Wechselstrommotor nimmt also eine Wirkleistung von $P = 6,25 \text{ kW}$ auf, um an der Welle eine mechanische Leistung von $P_{\text{mech}} = 5 \text{ kW}$ zu erzeugen. Die Differenz aus aufgenommener Wirkleistung P und mechanisch abgegebener Leistung P_{mech} ergibt die Motorverlustleistung P_V mit

$$P_V = P - P_{\text{mech}} = 1,25 \text{ kW}$$

Diese Verlustleistung wird vollständig in Wärme umgewandelt und muss durch Kühlung an die Umgebung abgeführt werden, so dass die Maschine keinen Schaden durch Überhitzung nimmt.

Für die Scheinleistung S können wir ansetzen und erhalten in diesem Beispiel:

$$S = U \cdot I \text{ und } P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow$$

$$P = S \cdot \cos \varphi \Rightarrow$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{6,25 \text{ kW}}{0,85} = 7,35 \text{ kVA}$$

Die Blindleistung Q lässt sich über zwei verschiedene Wege, die beide dasselbe Ergebnis liefern, berechnen. Entweder über

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{7,35^2 - 6,25^2} \text{ kVar} = 3,87 \text{ kVar}$$

oder über

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$$

Kennt man den $\cos \varphi$, lässt sich der $\sin \varphi$ durch Umstellen von Gleichung (3) bestimmen:

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{1 - 0,85^2} = 0,5268$$

Somit ergibt sich auch hier:

$$Q = 7,35 \text{ kVA} \cdot 0,5268 = 3,87 \text{ kVar}$$

Wie bereits im Abschnitt »Wirk-, Blind- und Scheinleistung« festgestellt, ist beim Auftreten von Blindleistung der Zuleitungsstrom I größer, als er es für reine Wirkleistungsübertragung sein müsste. Der Strom I ergibt sich in unserem Beispiel zu:

$$I = \frac{S}{U} = \frac{7350 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 31,96 \text{ A}$$

Wäre der Leistungsfaktor gleich 1, d.h. träte keine Blindleistung auf, so wäre der Zuleitungsstrom nur:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{P}{U} = \frac{6250 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 27,17 \text{ A}$$

Das Verhältnis ν der Ströme beträgt damit:

$$\nu = \frac{31,96 \text{ A}}{27,17 \text{ A}} = 1,176$$

Der Zuleitungsstrom steigt also durch die Blindleistung um 17,6 %.

(Fortsetzung folgt)

Bewegungsmelder bieten Komfort und Sicherheit

Christiane Decker

Bewegungsmelder reagieren auf sich bewegende Objekte, d.h. auf deren sich durch die Bewegung ändernde Wärmestrahlung, und lösen beim Erkennen einen Schalt- oder Anzeigevorgang aus. Damit bieten sie Komfort und Sicherheit außer- und innerhalb des Hauses. Es gibt Bewegungsmelder für den Außen- und Innenbereich (»Automatik-Schalter«).

Bewegungsmelder, oft auch »Wächter« genannt, detektieren Objekte, die sich im Überwachungsbereich bewegen, und schalten daraufhin z.B. eine Leuchte ein. Anders ein »Präsenzmelder«: Er wertet die Anwesenheit z.B. von Personen im Raum aus und schaltet die Beleuchtung aus, wenn sich niemand mehr im Raum befindet. Die Beleuchtung bleibt nur so lange eingeschaltet wie Personen im Raum sind und die Umgebungshelligkeit zu gering ist. Ein Präsenzmelder kann sogar feinmotorische Bewegungen z.B. am Schreibtisch auswerten.

Funktionsprinzip und Anforderungen

Alle Gegenstände strahlen Wärme ab. Infrarotempfindliche Sensoren (PIR – Passiv-Infrarot) registrieren diese für das menschliche Auge unsichtbare Wärmestrahlung. Die Sensoren eines Bewegungsmelders müssen die *Änderung des Wärmebildes* in einer Umgebung erkennen. Dies geschieht durch Segmentierung des Gesamterfassungsbereichs in mehrere Unterbereiche. Bewegt sich z.B. eine Person durch den Erfassungsbereich, so bemerkt der Bewegungsmelder, dass sich das »Wärmebild« in verschiedenen nebeneinander liegenden Bereichen ändert. Damit schließt seine Logik auf ein bewegtes Objekt.

Viele Kunden verwenden die Geräte als »Automatik-Schalter«, d.h., findet eine Bewegung statt, schaltet sich das Licht automatisch in einem definierten Bereich ein – sehr hilfreich z.B., wenn man mit Einkaufstüten voll bepackt das Treppenhaus oder die Wohnung betritt.

Dipl.-Ing. (FH) *Christiane Decker*, Redaktion »de«, nach Unterlagen der Fa. Berker, Schalksmühle

Die Installation

Zu den Aufgaben einer Elektrofachkraft zählt, den Bewegungsmelder anwendergerecht einzustellen. Der Elektrohandwerker berücksichtigt dabei nicht nur eine ausreichende Montagehöhe, sondern vor allem den zu überwachenden Erfassungsbereich. Er lässt sich bei vielen Wächtern durch Drehen und Neigen des Sensorkopfes ändern, und darüber hinaus kann der Fachmann hier auch ggf. Segmente mittels Abdeckhauben, Masken, Blenden oder Aufkleber ausblenden.

Der Erfassungsbereich wird normalerweise in Ebenen (nach vorn) und in Sektoren (in seitlicher Richtung) unterteilt (Bild 1), aus denen sich die so genannten *Schaltsegmente* (optische Auflösung der Erfassungslinse) ergeben. Je mehr Schaltsegmente also ein Wächter hat, umso feiner reagiert das Gerät.

Der Erfassungsbereich eines Wächters richtet sich nach der individuellen Anwendung. Möchte der Kunde den Wächter lediglich zur Überwachung eines Hauseingangs verwenden, wählt der Elektrofachmann den Erfassungsbereich deutlich kleiner als beim Überwachen eines Flures oder einer kompletten Gebäudefront. Im letzteren Beispiel sollte sich der Elektrohandwerker überlegen, ob es nicht sinnvoll ist, mehrere Wächter zu einem System zu verknüpfen.

Die *Nachlaufzeit*, also die Zeit, nach der sich das Leuchtmittel wieder ausschaltet, wenn keine Bewegung mehr erkannt wird, legt der Elektrofachmann in Abstimmung mit dem Kunden fest und stellt sie am Gerät ein. Auch bei der Nachlaufzeit handelt es sich um einen individuell festzulegenden Parameter – schließlich wird die Nachlaufzeit bei der WC-Beleuchtung anders sein als beim Schalten der Haustürleuchte.

Der Elektrohandwerker muss berücksichtigen, dass auch das gerade abgeschaltete, d.h. abkühlende Leuchtmittel Wärmestrahlung abgibt, die ebenfalls zum Ansprechen des Wächters führen kann. Deshalb positioniert er den Wächter also nicht direkt über dem zu schaltenden Leuchtmittel, da ansonsten eine »Lichtschaukel« auftreten würde.

Schon aus Gründen der Energieeinsparung legt der Handwerker eine Schaltschwelle für die Helligkeit fest, ab der der Wächter das Leuchtmittel schalten soll. Denn es macht bei der Anwendung als »Automatik-Schalter« wenig Sinn, wenn auch am helllichten Tage der Wächter eine Leuchte einschaltet. Diese i.d.R. in lux angegebene *Ansprechhelligkeit* lässt sich meistens am Gerät einstellen.

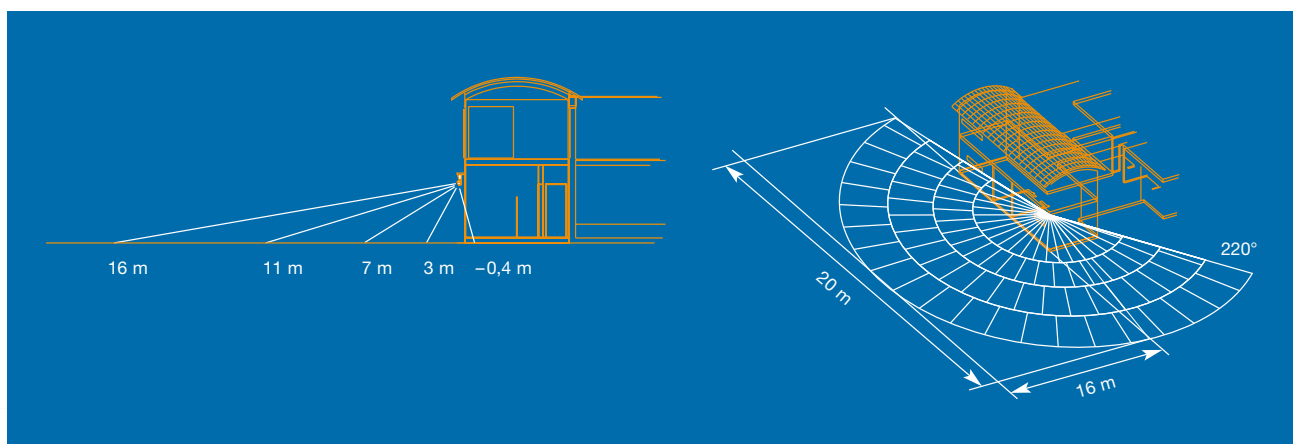


Bild 1: Durch vier getrennte Überwachungsebenen (li.) und 145 Sektoren (re.) lässt sich eine hohe Erfassungssicherheit erreichen

Damit sich das Licht nicht schon »bei der leisesten Bewegung« unnütz einschaltet, legt der Handwerker auch die *Ansprechempfindlichkeit* fest.

Wächter mit *Unterkriechschutz* verhindern übrigens, dass sich jemand unter dem Erfassungsbereich des Wächters unbemerkt durchschleichen kann. Kann der Wächter durch die Bauform der Linse auch »rückwärts blicken«, ermöglicht das auch z. B. das automatische Einschalten der Außenbeleuchtung beim Verlassen des Hauses.

Sehr hochwertige Wächter haben eine »*Wolkenfunktion*«: Kurzzeitige Abschattungen des Wächters (< 2 min), z. B. durch vorüberziehende Wolken, führen nicht zum Ansprechen.

Ein Beispiel

Grau ist alle Theorie, schauen wir uns deshalb hier ein Beispiel an. Beim Berker Control (Bild 2) handelt es sich um einen Wächter in digitaler Technik mit großzügigem Anschlussraum. Das sehr dichte Erfassungsfeld (vier Überwachungsebenen, 145 Sektoren, 580 Schaltsegmente) sorgt für ein präzises Schaltverhalten.



Bild 2: Der Wächter Berker Control bietet einen Erfassungswinkel von 220°. Er erfasst Bewegungen noch in 16m Abstand auf einer Breite von 20m

Bequem lassen sich verschiedene Betriebsarten wählen: Automatikbetrieb, 4h Dauer-Ein, 4h Dauer-Aus, Testbetrieb.

Es ist auch ein Parallelbetrieb mehrerer Wächter möglich (System). Hier könnte es zu folgender Situation kommen: Bemerkte ein Wächter ein bewegtes Objekt, schaltet er das Licht ein. Dieses Licht erkennen die anderen (sie »denken«, es ist Tag) und schalten ab.

Damit es nicht zu dieser Fehlinterpretation kommt, musste sich die Industrie etwas ausdenken. Beim Berker Control löste man das folgendermaßen: Ein Mikroprozessor und die Messung der Spannung auf der Lastleitung (Parallelschaltung mehrerer Wächter auf der gleichen Phase) sorgen gemeinsam dafür, dass alle Wächter erkennen, ob die Beleuchtung eingeschaltet ist. Das bedeutet: So lange einer der Wächter eine Bewegung erkennt, bleibt die Beleuchtung eingeschaltet und die Nachlaufzeit wird neu gestartet. Erst wenn keiner der Wächter mehr Bewegungen registriert, läuft die Nachlaufzeit ab, die übrigens der Wächter mit der längsten verbliebenen Nachlaufzeit bestimmt.

Der Einsatz von Tastern (Öffner) in der Zuleitung erlaubt weitere vier Betriebsarten:

- einmaliges Tasten: helligkeitsunabhängiges Einschalten gemäß der eingestellten Nachlaufzeit und anschließende Rückkehr des Wächters in den helligkeitsabhängigen Normalbetrieb
- zweimaliges Tasten: 4h Dauerlicht und anschließende Rückkehr des Wächters in den helligkeitsabhängigen Normalbetrieb

BUCHTIPP ZUM THEMA

Gebäudetechnik 2003 de-Jahrbuch

Herausgegeben von H.-G. Boy, U. Isenbügel, B. Schulze, J. Veit 2002, 504 S., Taschenbuchformat 17,00 € Fortsetzungspreis 14,00 € Hüthig & Pflaum Verlag ISBN 3-8101-0175-3



Erstmals ein de-Jahrbuch zur Gebäudetechnik.

Das Jahrbuch »Gebäudetechnik« soll vor allem jenen Elektrofachleuten Wegweiser sein, die sich vorrangig mit modernen Gebäudetechnologien und Gebäudeautomatisierung befassen, aber auch denen, die in der integrativen Gebäudetechnik ihr zukünftiges Arbeitsfeld sehen.

Im Mittelpunkt der 1. Ausgabe steht eine Zusammenstellung aller für die Gebäudetechnik relevanten Vorschriften, Regeln, Normen und Gesetze. Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf den Bereich »Bussysteme« gelegt. Die 3. Hauptsäule des Jahrbuchs besteht in der Heranführung interessierter Elektrohandwerker an wesentliche, für sie zumeist noch fachfremde Themen der Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik.

Dieses Buch lässt sich bestellen beim Hüthig & Pflaum Verlag, Tel. (0 62 21) 4 89-3 84, Fax (0 62 21) 4 89-4 43, E-Mail: de-buchservice@online-de.de

- dreimaliges Tasten: 4h Dauer-Aus und anschließende Rückkehr des Wächters in den helligkeitsabhängigen Normalbetrieb
- viermaliges Tasten: Start des Testbetriebs bei abgeschalteter Helligkeitsauswertung, der Wächter schaltet bei Erfassen einer Bewegung für ca. 3 s ein.

Der Berker Control verfügt über eine Limitabschaltung. Diese Limitabschaltung sorgt dafür, dass bei ständiger Bewegung im Erfassungsfeld (z. B. beim Gepäck einladen vor der Garage z. B. über das Morgengrauen hinaus) das Licht nicht dauernd eingeschaltet bleibt. Die Limitabschaltung verkürzt stufenweise die Nachlaufzeit, und zwar in Abhängigkeit von der gesamten Einschaltzeit. Der Wächter schaltet nach spätestens 90 min ab – auch bei ständiger Bewegung im Erfassungsfeld. Und er ist erst dann wieder aktiv, wenn der voreingestellte Helligkeitswert (Bild 3) unterschritten wird (z. B. in der Abenddämmerung) und er gleichzeitig sich bewegende Objekte erkennt.



Bild 3: Direkt am Gerät lassen sich die Betriebsparameter Ausschaltverzögerung, Ansprechhelligkeit und -empfindlichkeit einstellen