

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 57 (1966)
Heft: 24

Artikel: Einführung in den Entwurf der Sicherheitsvorschriften für Leuchten
Autor: Riemenschneider, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916658>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

etwa innerhalb der Rechengenauigkeit, so dass angenommen werden darf:

$$\hat{X}_R \approx \hat{X}_M \approx 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

Eine kurze Vergleichsrechnung mit den Kennzahlen der Regelstrecke ohne Messverzögerung ($T_{ts}/T_{cs} = 0,5$) zeigt, dass die Fühlerverzögerung des Reglers die Regelschwankung um etwa $1/2 \text{ }^\circ\text{C}$ und die kleinstmögliche Zyklusdauer (bei $\varepsilon = 0,5$) um ca. 2 min vergrößert.

Interessant ist die Untersuchung, wie sich diese Regelung auf die Temperaturschwankung eines vom Kessel her geheizten Raumes auswirkt. Die Zeitkonstante des Raumes sei zu 40 min angenommen; der max. Stellbereich zu $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Regelschwankung kann durch Einlegen der auf $T_c = 40$ min bezogenen Kennlinie im Dreieck abgeschätzt werden:

$$\text{bei } \varepsilon = 0,5 \quad \frac{T_z}{40} = \frac{28}{40} = 0,7$$

Temperaturschwankung im Raum:

$$\hat{X}_{\text{Raum}}^* = 0,176 \hat{X}_{\text{Raum}} = 0,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

3.6.2 Lufterhitzer

Ein elektrisch geheizter Lufterhitzer mit den Daten:

maximaler Stellbereich	$X_{a \text{ max}}$	=	40 $^\circ\text{C}$
Totzeit	T_{ts}	=	3 min
Zeitkonstante	T_{cs}	=	10 min
Totzeitverhältnis	T_{ts}/T_{cs}	=	0,3

wird mit einem Regler folgender Daten geregelt:

Schaltdifferenz	Δx_{rd}	=	1 $^\circ\text{C}$
relative Schaltdifferenz	$\Delta x_{rd}/X_{a \text{ max}}$	=	0,025
Fühlerzeitkonstante	T_{cm}	=	0,5 min
	T_{cm}/T_{cs}	=	0,05

Ersatzübergangsfunktion:

$$\frac{T_{cm}}{T_{cs}} = 0,05 \text{ ergibt } \frac{T_{cs}}{T_{ce}} \approx 1 \hat{=} T_{ce} \approx T_{cs} \approx 10 \text{ min}$$

$$\frac{T_{cm}}{T_{cs}} = 0,05 \text{ ergibt } \frac{T_{tm}}{T_{ce}} \approx 0,05 \hat{=} T_{tm} \approx T_{cm} = 0,5 \text{ min}$$

$$T_{te} = T_{ts} + T_{tm} = 3 + 0,5 = 3,5 \text{ min}$$

$$\frac{T_{te}}{T_{ce}} = \frac{3,5}{10} = 0,35$$

Die Kennlinien der Schwankungen der Temperaturen am Fühler und der Luft sind angenähert identisch.

$$\text{Regelschwankung } \hat{X}_R^* \approx \hat{X}_M^* = 0,3 \hat{=} \hat{X}_R = 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

Kleinstmögliche Zyklusdauer (bei $\varepsilon = 0,5$):

$$T_{Z \text{ min}} = 12,5 \text{ min}$$

In diesem Beispiel zeigt die Vergleichsrechnung, dass die an sich geringe Messverzögerung die minimale Zykluszeit um ca. 1 min und die Regelschwankung um etwa $1 \text{ }^\circ\text{C}$ vergrößert.

3.6.3 Regelung der Temperatur eines Wohnraumes

Hin und wieder wird versucht, die Temperatur eines Wohnraumes, der z. B. mit Radiatoren beheizt wird, mit einem Zweipunktregler ohne Rückführung zu regeln. Das Ergebnis ist immer eine grosse Regelschwankung und ein sehr langer Schaltzyklus, so dass

infolge der Auskühlung der Radiatoren von einer behaglichen Heizung nicht mehr die Rede sein kann. Mit Hilfe der Diagramm-Methode kann nun mühelos das Regelverhalten des mit Schaltdifferenz und Messverzögerung behafteten Reglers mit einem idealisierten Zweipunktregler ($T_{cm} = 0, \Delta x_{rd} = 0$) verglichen werden. Es ist offensichtlich, dass Zweipunktregler ohne Rückführung für die Raumtemperaturregelung ungeeignet sind.

Regelstrecke:	Maximaler Stellbereich	$X_{a \text{ max}}$	=	5 $^\circ\text{C}$
	Totzeit	T_{ts}	=	5 min
	Zeitkonstante	T_{cs}	=	40 min
	Totzeitverhältnis	T_{ts}/T_{cs}	=	0,125
Regler:	Schaltdifferenz	Δx_{rd}	=	1,3 $^\circ\text{C}$
	relative Schaltdifferenz	$\Delta x_{rd}/X_{a \text{ max}}$	=	0,26
	Fühlerzeitkonstante	T_{cm}	=	12 min
		T_{cm}/T_{cs}	=	0,3

Ersatzübergangsfunktion:

$$\frac{T_{cm}}{T_{cs}} = 0,3 \text{ ergibt } \frac{T_{cs}}{T_{ce}} = 0,9 \hat{=} T_{ce} = \frac{T_{cs}}{0,9} = 44,5 \text{ min}$$

$$\frac{T_{cm}}{T_{cs}} = 0,3 \text{ ergibt } \frac{T_{tm}}{T_{ce}} = 0,19 \hat{=} T_{tm} = 44,5 \cdot 0,19 = 8,45 \text{ min}$$

$$T_{te} = T_{ts} + T_{tm} = 5 + 8,45 = 13,45$$

$$\frac{T_{te}}{T_{ce}} = \frac{13,45}{44,5} = 0,3$$

oder auch

$$\frac{T_{te}}{T_{ce}} = \frac{T_{ts}}{T_{cs}} \cdot 0,9 + \frac{T_{tm}}{T_{ce}} = 0,125 \cdot 0,9 + 0,19 = 0,3$$

Kennlinie der Regelschwankung am Fühler:

$$\text{Einstellbereich} \quad \hat{X}^* \quad \check{X}^*$$

$$\text{minimaler Einstellwert } x_d^* \text{ min} = 1/2 \Delta x_{rd}^* = 0,13 \hat{=} 0,455 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{maximaler Einstellwert } x_d^* \text{ max} = 1 \dots 1/2 \Delta x_{rd}^* = 0,87 \hat{=} 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Die so aufgefundene Kennlinie kann mit einer *linearen* Teilung für x_d^* versehen werden, und zwar zwischen 0,13...0,87.

Die Kennlinie der Regelschwankung der Raumtemperatur ist gegenüber derjenigen des Fühlers mit Bezug auf T_z/T_c um den Faktor $T_{ce}/T_{cs} = 1,11$ verschoben.

$$\text{Bei } \varepsilon = 0,5, T_z/T_{ce} = 1,96 \quad T_z/T_{cs} = 1,96 \cdot 1,11 = 2,18.$$

Die Regelschwankung der Raumtemperatur beträgt nun:

$$\hat{X}_R^* = 0,494 \quad \hat{X}_R = 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Die minimale Zyklusdauer (bei $\varepsilon = 0,5$) wird $T_{Z \text{ min}} = 87$ min

Im Sinne der eingangs gemachten Bemerkung sei auch das Regelverhalten eines «idealen Zweipunktreglers» dargestellt.

Regler	T_{cm} min	Δx_{rd} $^\circ\text{C}$	\hat{X}_R $^\circ\text{C}$	T_z min
Regler mit Δx_{rd} und T_{cm}	12	1,3	2,5	87
	0	1,3	1,8	58
Idealisierter Regler	12	0	1,4	47
	0	0	1	20

Adresse des Autors:

H. Rudolphi, Landis & Gyr AG, 6300 Zug.

Einführung in den Entwurf der Sicherheitsvorschriften für Leuchten

Von W. Riemenschneider, Buchs

621.32 : 614.825

Eine Leuchte ist ein Verbraucher von elektrischer Energie, der sie in Wärme und Licht umwandelt. Ihre Handhabung und Verwendung ist somit mit einer gewissen Gefahr verbunden, die nicht offensichtlich ist. Es ist deshalb Aufgabe von Sicherheitsvorschriften, diese Gefahr auf ein Mindest-

mass zu reduzieren, auch für den in elektrischen Dingen völlig unerfahrenen Benutzer.

Die ersten sicherheitstechnischen Anforderungen an Leuchten sind in den Hausinstallationsvorschriften (HV, Publ. 1000 des SEV) zusammengefasst. Diese enthalten aber



Fig. 1

Beispiel für die Prüfung der Schutzart «regensicher» ☔ an einer Strassenleuchte

Das Schwenkrohr bewegt sich um jeweils 60° nach beiden Seiten, während sich die Leuchte um eine vertikale Achse dreht. Der Überdruck des Wassers beträgt unmittelbar vor der Düse 1 kp/cm^2

nur prinzipielle Anforderungen für Leuchten, die um der im Sicherheitszeichenreglement niedergelegten Prüfpflicht für metallene Tisch- und Ständerleuchten sowie Handleuchten und alle Leuchten für Gasentladungslampen zu entsprechen, ausführlicher gestaltet werden müssen. Das Schweizerische Elektrotechnische Komitee beauftragte aus diesem Grund sein Fachkollegium 34D, einen Entwurf für ausführliche Sicherheitsvorschriften auszuarbeiten.

Im nun vorliegenden Vorschriften-Entwurf ¹⁾ wurde grosser Wert darauf gelegt, die Anforderungen hinsichtlich des erforderlichen Schutzes zu beschreiben, ohne konstruktive Bedingungen zu stellen. Dies ist einerseits eine gewisse Erschwernis für den Konstrukteur von Leuchten, andererseits aber wird dem Fortschritt hinsichtlich konstruktiver Möglichkeiten oder Verwendung neuer und ebenfalls geeigneter Materialien keine unnötige Erschwerung in den Weg gelegt.

Der Entwurf enthält Anforderungen hinsichtlich des Schutzes gegen elektrischen Schlag für die, die Leuchte bedienenden Personen. Dieser Schutz gegen elektrischen Schlag muss nicht nur gewährleistet sein bevor die Leuchte montiert oder eingebaut ist, sondern auch während dem Betrieb und während der Wartung. Des weiteren werden Anforderungen gestellt an die mechanische Festigkeit der Leuchte, damit der geforderte Schutz auch über einen gewissen Zeitraum sichergestellt ist.

Die Anforderungen hinsichtlich des Schutzes gegen äussere Einflüsse, wie Wasser, Staub und Feuchtigkeit, sollen sicherstellen, dass die Funktion der Leuchten auch bei solchen Beanspruchungen gewährleistet ist und dabei keine unsichtbare Gefahr für den Benutzer entstehen kann.

Die Kennzeichnung der Leuchte mit den wichtigsten Daten und Angaben soll dazu dienen, die Kontrolle durch die kontrollpflichtigen Organe zu erleichtern und ausserdem

¹⁾ Siehe S. 1108...1150 dieses Heftes.

verhindern helfen, dass der Benutzer der Leuchten grössere als vom Leuchtenhersteller vorgesehene Lampenleistung in der Leuchte verwendet.

Da auch Leuchten und ihre Bestandteile defekt werden können, wurden in dem Entwurf Anforderungen aufgenommen, die sicherstellen sollen, dass die Leuchten auch im Falle eines Fehlers keine schädlichen Einflüsse auf ihre Umgebung ausüben können. Eine besondere Gefahr stellen in diesem Zusammenhang die Vorschaltgeräte dar, weil sie am Ende ihrer Lebensdauer unter bestimmten Voraussetzungen eine Stichflamme erzeugen können. Da aber eine solche Stichflamme nur dann Schaden anrichten kann, wenn die Auflagefläche der Leuchte aus brennbarem Material besteht und die Anforderungen zur Verhinderung solcher Schäden sehr weitgehend sind, andererseits aber die Mehrzahl der Leuchten auf nichtbrennbarer Unterlage montiert ist, wird vorgeschlagen, die Leuchten in dieser Hinsicht in zwei Bauarten zu unterteilen. Die eine Bauart (ohne Kennzeichnung), soll die schädliche Auswirkung eines Flammboogens verhindern; solche Leuchten dürfen also unmittelbar auf ein brennbares Material montiert werden. Die andere Bauart (gekennzeichnet durch die Aufschrift: «Nicht geeignet für die unmittelbare Montage auf brennbaren Materialien») sieht keinen derartigen Schutz vor und ist generell bestimmt für die Montage auf nicht brennbaren Materialien. Sie dürfen trotzdem zur Montage auf brennbaren Materialien verwendet werden, wenn vom Ersteller der Beleuchtungsanlage, also dem Installateur, geeignete Schutzmassnahmen getroffen werden, wie sie in den Hausinstallationsvorschriften vorgeschrieben sind.

Hinsichtlich der Einteilung der Leuchten für den Schutz gegen äussere Einflüsse wurden, gegenüber den bestehenden Einteilungen in den HV und den Regeln für Feuchtigkeits- und Wasserbehandlung zur Prüfung elektrischen Materials

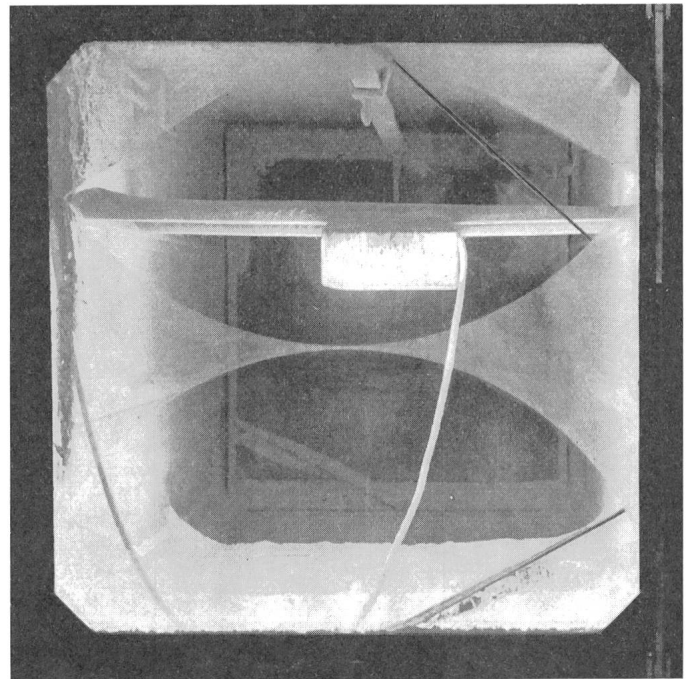



Fig. 2

Beispiel für die Prüfung der Schutzart «staubgeschützt» ☼ an einer geschlossenen Leuchte mit Kunstglasabdeckung

Ein natürlicher Unterdruck wird durch Erwärmen und Abkühlen der Leuchte erzeugt. Pro m^3 Volumen der Staubkammer werden während der Prüfung 2 kg Talkum-Puder in der Schwebe gehalten

(Publ. 3047 des SEV) gewisse Ergänzungen angebracht. Es ist vor allem die Schutzart «regensicher» mit dem Symbol  (Fig. 1). Diese Schutzart soll für alle Leuchten Anwendung finden, die im Freien montiert sind. Sie können also in Zukunft wesentlich einfacher gebaut werden, als dies nach der bis jetzt geltenden Ordnung mit der Schutzart «spritzwassergeschützt» möglich war. Andererseits musste die bisherige Schutzart «spritzwassergeschützt» für Leuchten fallen gelassen werden, da der Schutz, den diese Schutzart gewährleistet, für Leuchten ungenügend ist. Anstelle der bisherigen Schutzart «spritzwassergeschützt» tritt die Schutzart «strahlwassersicher».

Neu ist die Einführung der beiden Schutzarten «staubgeschützt» und «staubdicht». Obwohl diese Begriffe im täglichen Verkehr zwischen dem Hersteller und dem Abnehmer von Leuchten benutzt wurden, bestand bis jetzt doch keinerlei Vereinbarung über die Wirksamkeit dieses Schutzes. Die Schutzart «staubgeschützt» soll vor allen Dingen dort Anwendung finden, wo ein Eindringen von Fremdkörpern in die Leuchte eine das Aussehen der Leuchte beeinträchtigende Wirkung oder eine Verminderung des optischen Leuchtenwirkungsgrades zur Folge hat. Die Leuchte der Schutzart

«staubdicht» wird hinsichtlich der Prüfung des Eindringens von Fremdkörpern einer schwereren Prüfung unterzogen (Fig. 2); an sie wird zusätzlich die Anforderung gestellt, dass die Oberflächentemperaturen der Leuchte nirgends 100 °C überschreitet. Hiedurch kann diese Leuchte zugelassen werden in Räumen, in denen sich brennbare Staube ansammeln können.

Weitere Anforderungen für Schutzarten, wie z. B. «korrosionsbeständig» oder «wärmebeständig», sind in Vorbereitung. Die für diese Schutzarten vorgesehenen Symbole dürfen natürlich nur Leuchten tragen, die eine dementsprechende Prüfung, die noch entwickelt werden muss, bei der Materialprüfanstalt des SEV mit Erfolg bestanden haben.

Da kapazitive Vorschaltgeräte nach der neuen gesetzlichen Ordnung auch von den Leuchtenherstellern zusammengestellt werden dürfen, wurden auch die Anforderungen hinsichtlich des Zusammenbaues dieser Einzelteile in diese Leuchtenvorschriften aufgenommen.

Adresse des Autors:

W. Riemenschneider, Ingenieur, Technischer Leiter des Lichtzentrums Buchs der Novelectric AG, 8107 Buchs.

Diskussionsbeiträge

anlässlich der Diskussionstagung des SEV vom 17. und 18. Mai 1966 über Supraleiter

R. Gremmelmaier, Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckertwerke AG, Erlangen: Die Konstruktionsmerkmale supraleitender Magnete sind je nach der Stärke, dem Volumen und der Homogenität des geforderten Magnetfeldes recht unterschiedlich. Von nicht geringem Einfluss sind selbstverständlich Art, Form und nicht zuletzt Preis des zur Verfügung stehenden supraleitenden Materials. Gemeinsam streben alle Konstruktionen an, ein Minimum an supraleitendem Material für den jeweils vorgegebenen Zweck zu verwenden — wegen des hohen Preises des Materials — und ausreichende Vorkehrungen für einen sicheren Betrieb der Magnete zu schaffen — in jedem möglichen Betriebszustand soll eine Schädigung oder gar Zerstörung der Magnete ausgeschlossen sein.

Sehr wesentlich wird der Aufbau der Magnete ausserdem durch die Stromdegradation beeinflusst, d. h. durch den Effekt, dass der zu einem Magneten verarbeitete Supraleiter im allgemeinen nicht mehr denselben kritischen Strom erreicht, den eine kurze Probe aus demselben Material in einem Fremdfeld tragen kann. Massnahmen zu seiner Verhütung sind:

1. Kombination des Supraleiters mit gut leitendem, normalleitendem Material (z. B. Kupfer oder Aluminium), in das der Strom bei lokalem Normalwerden des Supraleiters ausweichen kann;
2. Gute Kühlung der Wicklungen des Magneten.

Für den Magnetbau stehen zur Zeit folgende Supraleiter zur Verfügung:

Nb-25 % Zr	für Felder bis etwa	55 kOe
Nb-33 % Zr	für Felder bis etwa	65 kOe
Nb-Ti	für Felder bis etwa	90 kOe
Nb ₃ Sn	für Felder bis etwa	180 kOe

Nb-Zr und Nb-Ti wird vorwiegend in Drahtform verarbeitet. Nb₃Sn ist sehr spröde. In Draht- oder Bandform lässt es sich nur als dünne Schicht in Kontakt mit einem Trägermaterial verwenden, das die mechanische Stabilität gewährleistet. Verfahren zur Herstellung von Magneten aus Nb₃Sn, bei denen die Magnete nach dem Wickeln noch einmal einer Wärmebehandlung zur Bildung des Nb₃Sn unterzogen werden mussten, konnten sich bisher nicht durchsetzen. Es hat sich für den Magnetbau als zweckmässig erwiesen, fertige, leicht verarbeitbare Nb₃Sn-Bänder — d. h. mechanisch stabile Trägerbänder mit dünnen Nb₃Sn-Schichten — zu verwenden.

Vorteile — besonders mechanischer Art — bringen Bänder, bei denen die Nb₃Sn-Schicht nicht auf der Oberseite des Trägermaterials liegt, sondern zwischen dem Trägermaterial eingebettet ist. Fig. 1 und 2 zeigen Schliffe durch zwei von Maier in unserem Laboratorium neu entwickelte Nb₃Sn-Bänder dieses Typs. Bei der Herstellung wird Zinn zwischen zwei bzw. drei Niobbänder gebracht. Durch kurzzeitiges Glühen im Durchlaufofen bilden sich zwei bzw. vier Nb₃Sn-Schichten von 1...2 µm Dicke. Die Dicke der Niobbänder ist 10 µm, die Gesamtdicke des Dreifachbandes 40...45 µm, seine Breite 3 mm. Das Dreifachband kann

424 - 427

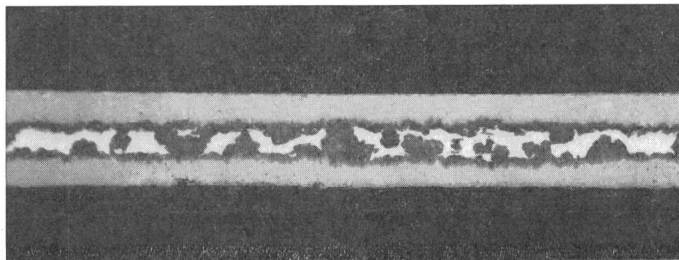


Fig. 1
Schliff durch ein Nb₃Sn-Diffusionsband
Doppelband; Dicke etwa 30 µm

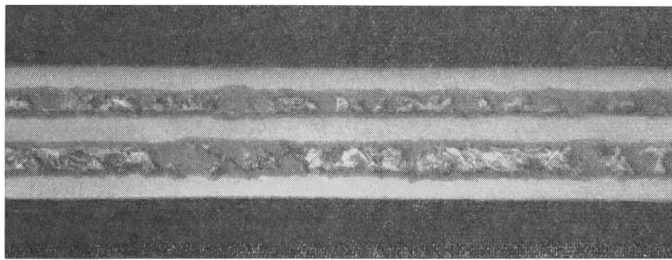


Fig. 2
Schliff durch ein Nb₃Sn-Diffusionsband
Dreifachband; Dicke 40...45 µm