

	DIN EN 60929 (VDE 0712-23)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.140.99 Ersatz für DIN EN 60929 (VDE 0712-23):2004-10 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Wechselstromversorgte elektronische Vorschaltgeräte für röhrenförmige Leuchtstofflampen – Anforderungen an die Arbeitsweise (IEC 60929:2006); Deutsche Fassung EN 60929:2006 AC-supplied electronic ballasts for tubular fluorescent lamps – Performance requirements (IEC 60929:2006); German version EN 60929:2006 Ballasts électroniques alimentés en courant alternatif pour lampes tubulaires à fluorescence – Exigences de performances (CEI 60929:2006); Version allemande EN 60929:2006 Gesamtumfang 144 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-02-01 angenommene EN 60929 gilt als DIN-Norm ab 2006-11-01.

Daneben darf **DIN EN 60929 (VDE 0712-23):2004-10** noch bis 2013-02-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60929/A1 (VDE 0712-23/A1):2003-03.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 521.3 „Geräte für Lampen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 34C „Auxiliaries for lamps“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60929 (VDE 0712-23):2004-10** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) EN 60929:2006 übernommen.
- b) Abschnitt 2: Normative Verweisungen aktualisiert und Literaturhinweise ergänzt.
- c) 4.7: Hinweis auf die bestehenden Arbeitsweisenormen von Lampen zu den allgemeinen Prüfanforderungen ergänzt.
- d) Abschnitt 7 und Anhang D: Normtext komplett überarbeitet und Prinzip der Vorheizenergie bei den Startbedingungen der Lampen eingeführt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60929 (VDE 0712-23):1995-04, 2004-10

DIN EN 60929/A1 (VDE 0712-23/A1):1997-07

DIN EN 60929/A2 (VDE 0712-23/A2):1997-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-845:1987	–	–
EN 60081:1998 + A1:2002 + A2:2003 + A3:2005	IEC 60081:1997 + A1:2000, mod. + A2:2003 + A3:2005	DIN EN 60081:2006-05	–
–	IEC 60410:1973, mod.	DIN ISO 2859-1:2004-01	–
EN 60669-2-1:2004	IEC 60669-2-1:2002, mod.	DIN EN 60669-2-1 (VDE 0632-2-1):2005-08	VDE 0632-2-1
EN 60901:1996 + A1:1997 + A2:2000 + A3:2004	IEC 60901:1996 + A1:1997 + A2:2000 + A3:2004	DIN EN 60901:2004-12	–
EN 61000-3-2:2000 + A2:2005	IEC 61000-3-2:2000 + A1:2001 + A2:2004	DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2):2005-09	VDE 0838-2
EN 61000-4-30:2003	IEC 61000-4-30:2003	DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30):2004-01	VDE 0847-4-30
EN 61347-1:2001	IEC 61347-1:2000	DIN EN 61347-1 (VDE 0712-30):2001-12	VDE 0712-30
CENELEC- Corrigendum zu EN 61347-1:2001	–	DIN EN 61347-1 Berichtigung 1 (VDE 0712-30 Berichtigung 1): 2003-10	VDE 0712-30 Berichtigung 1
EN 61347-2-3:2001 + Corrigendum Juli 2003 + A1:2004 + A2:2006	IEC 61347-2-3:2000 + A1:2004 + A2:2006	DIN EN 61347-2-3 (VDE 0712-33):2006-08	VDE 0712-33
EN 61547:1995 + A1:2000	IEC 61547:1995 + A1:2000	DIN EN 61547 (VDE 0875-15-2):2001-06	VDE 0875-15-2

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60081:2006-05, *Zweiseitig gesockelte Leuchtstofflampen – Anforderungen an die Arbeitsweise* (IEC 60081:1997 + A1:2000, modifiziert + A2:2003 + A3:2005);
Deutsche Fassung EN 60081:1998 + A1:2002 + A2:2003 + A3:2005.

DIN EN 60669-2-1 (VDE 0632-2-1):2005-08, *Schalter für Haushalt und ähnliche ortsfeste elektrische Installationen – Teil 2-1: Besondere Anforderungen – Elektronische Schalter* (IEC 60669-2-1:2002, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60669-2-1:2004.

DIN EN 60901:2004-12, *Einseitig gesockelte Leuchtstofflampen – Anforderungen an die Arbeitsweise* (IEC 60901:1996 + A1:1997 + A2:2000 + A3:2004);
Deutsche Fassung EN 60901:1996 + A1:1997 + A2:2000 + A3:2004.

DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2):2005-09, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3-2: Grenzwerte – Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom bis einschließlich 16 A je Leiter)* (IEC 61000-3-2:2000 + A1:2001 + A2:2004); Deutsche Fassung EN 61000-3-2:2000 + A2:2005.

DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30):2004-01, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren – Verfahren zur Messung der Spannungsqualität* (IEC 61000-4-30:2003); Deutsche Fassung EN 61000-4-30:2003.

DIN EN 61347-1 (VDE 0712-30):2001-12, *Geräte für Lampen – Teil 1: Allgemeine und Sicherheitsanforderungen* (IEC 61347-1:2000); Deutsche Fassung EN 61347-1:2001.

DIN EN 61347-1 Berichtigung 1 (VDE 0712-30 Berichtigung 1):2003-10, *Berichtigungen zu DIN EN 61347-1 (VDE 0712-30):2001-12 (CENELEC-Corrigendum zu EN 61347-1:2001).*

DIN EN 61347-2-3 (VDE 0712-33):2006-08, *Geräte für Lampen – Teil 2-3: Besondere Anforderungen an wechselstromversorgte elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen* (IEC 61347-2-3:2000 + A1:2004 + A2:2006); Deutsche Fassung EN 61347-2-3:2001 + Corrigendum Juli 2003 + A1:2004 + A2:2006.

DIN EN 61547 (VDE 0875-15-2):2001-06, *Einrichtungen für allgemeine Beleuchtungszwecke – EMV-Störfestigkeitsanforderungen* (IEC 61547:1995 + A1:2000);
Deutsche Fassung EN 61547:1995 + A1:2000.

DIN ISO 2859-1:2004-01, *Annahemestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) – Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen* (ISO 2859-1:1999 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001).

Wechselstromversorgte elektronische Vorschaltgeräte für röhrenförmige
Leuchtstofflampen –
Anforderungen an die Arbeitsweise
(IEC 60929:2006)

AC-supplied electronic ballasts for tubular
fluorescent lamps –
Performance requirements
(IEC 60929:2006)

Ballasts électroniques alimentés en courant
alternatif pour lampes tubulaires à fluorescence –
Exigences de performances
(CEI 60929:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-02-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60929:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 34C/700/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 60929, ausgearbeitet von dem SC 34C „Auxiliaries for lamps“ des IEC TC 34 „Lamps and related equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-02-01 als EN 60929 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60929:2004.

Die wesentliche Änderung in Bezug auf EN 60929:2004 ist die Einführung des Prinzips der Vorheizenergie. Diese Änderungen sind vorwiegend in den Abschnitt 7 und Anhang D eingeflossen.

In dieser Ausgabe wurden Verweisungen auf IEC 60928 durch Verweisungen auf IEC 61347-2-3 ersetzt, die in Verbindung mit IEC 61347-1 die IEC 60928 ersetzt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2006-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-02-01

Diese Europäische Norm verweist auf Internationale Normen. Wenn eine in Bezug genommene Internationale Norm als Europäische Norm anerkannt (übernommen) wurde oder wenn eine rein Europäische Norm existiert, so muss stattdessen die Europäische Norm angewandt werden. Die Webseite des CENELEC nennt entsprechende Informationen.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60929:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeines über Prüfungen	6
5 Aufschriften.....	7
6 Allgemeines	8
7 Startbedingungen	8
8 Betriebsbedingungen.....	11
9 Leistungsfaktor der Schaltung	11
10 Netzstrom	12
11 Größter Strom in einer Elektrodenzuführung	12
12 Kurvenform des Lampenbetriebsstromes	12
13 Tonfrequenzimpedanz.....	12
14 Prüfungen bei Betrieb unter anomalen Bedingungen	13
15 Lebensdauer.....	13
Anhang A (normativ) Prüfungen	18
Anhang B (normativ) Referenzvorschaltgeräte	21
Anhang C (normativ) Bedingungen für Referenzlampen.....	24
Anhang D (informativ) Erläuterung zu den Startbedingungen.....	25
Anhang E (normativ) Ansteuer-Schnittstelle für dimmbare Vorschaltgeräte	29
Anhang F (informativ) Anleitung zur Angabe der Produktlebensdauer und Ausfallrate	60
Anhang G (informativ) Prüfverfahren für Vorschaltgeräte mit digitaler Steuerschnittstelle nach E.4.....	61
Literaturhinweise.....	140
Bild 1 – Schematische Darstellung der Energie, die zum Vorheizen und für den Start benötigt wird.....	14
Bild 2a – Prüfschaltungen für den Start ohne Vorheizung – Prüfschaltung für die Leerspannung	15
Bild 2b – Prüfschaltungen für den Start ohne Vorheizung – Prüfschaltung für die Vorschaltgeräte- impedanz	15
Bild 2c – Prüfschaltungen für den Start ohne Vorheizung – Prüfschaltung für den Elektrodenstrom.....	15
Bild 3 – Messung der Tonfrequenzimpedanz	16
Bild 4 – Prüfschaltung für Vorschaltgeräte für den Start mit Vorheizung	16
Bild 5 – HF-Referenzschaltung	17
Bild E.1 – Ersatzschaltbild an den Steueranschlüssen des Vorschaltgerätes	34
Bild E.2 – Gefordertes Zeitverhalten an den Vorschaltgerät-Anschlussklemmen der digitalen Schnittstelle	36
Bild E.3 – Spannungs- und Strompegel für Hin- und Rückkanalübertragung an den Anschlussklemmen der digitalen Schnittstelle des Vorschaltgerätes	37
Bild E.4 – Beispiel für die Befehlswiederholzeit.....	39

Einleitung

Diese Internationale Norm enthält Anforderungen an die Arbeitsweise von elektronischen Vorschaltgeräten für den Betrieb an Wechselspannungen bis 1 000 V mit 50 Hz oder 60 Hz und mit von der Netzfrequenz abweichender Betriebsfrequenz in Verbindung mit röhrenförmigen Leuchtstofflampen, die in IEC 60081 und IEC 60901 festgelegt sind, sowie anderen hochfrequent betriebenen röhrenförmigen Leuchtstofflampen, die noch nicht genormt sind.

Diese Vorschaltgeräte sind dafür vorgesehen, Lampen bei unterschiedlichen Frequenzen, einschließlich Hochfrequenz, und zahlreichen Lampenleistungen zu betreiben. Es wird darauf hingewiesen, dass Betriebsfrequenzen unter 20 kHz Tonstörungen verursachen können, während Frequenzen über 50 kHz die Funkstörprobleme vergrößern können.

Einige Lampen können speziell für den Hochfrequenzbetrieb an HF-Vorschaltgeräten konzipiert sein. Es werden zwei Startverfahren, mit und ohne Vorheizung, beschrieben.

ANMERKUNG Lampen, die nur für das Vorheizverfahren ausgelegt sind, können an anderen Schaltungstypen betrieben werden. Der Vorschaltgerätehersteller sollte Prüfdaten zur Verfügung stellen, die ähnlich den Anforderungen nach Abschnitt 6 einen zufrieden stellenden Start und zufrieden stellenden Betrieb sicherstellen.

Um eine zufrieden stellende Arbeitsweise von Leuchtstofflampen und elektronischen Vorschaltgeräten sicherzustellen, ist es notwendig, bestimmte Eigenschaften ihrer Konstruktion sorgfältig aufeinander abzustimmen. Es ist daher wichtig, dass die Anforderungen in Form von Messungen auf einer einheitlichen, hinreichend zuverlässigen und reproduzierbaren Grundlage dargelegt werden.

Diese Bedingungen können mit Referenzvorschaltgeräten erfüllt werden. Darüber hinaus wird die Prüfung von Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen im Allgemeinen mit Referenzlampen durchgeführt, wobei die Werte, die mit derartigen Lampen an Referenzvorschaltgeräten ermittelt werden, mit denen verglichen werden, die sich mit dem zu prüfenden Vorschaltgerät ergeben.

Während ein Referenzvorschaltgerät für Frequenzen von 50 Hz oder 60 Hz eine induktive Drossel ist, ist ein HF-Referenzvorschaltgerät wegen seiner Unabhängigkeit von der Frequenz und von parasitären Kapazitäten ein Widerstand.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen an die Arbeitsweise von elektronischen Vorschaltgeräten für den Betrieb an Wechselspannung bis zu 1 000 V mit 50 Hz oder 60 Hz und mit von der Netzfrequenz abweichenden Betriebsfrequenzen in Verbindung mit röhrenförmigen Leuchtstofflampen, die in IEC 60081 und IEC 60901 festgelegt sind, und anderen röhrenförmigen Leuchtstofflampen für den Hochfrequenzbetrieb fest.

ANMERKUNG 1 Prüfungen in dieser Norm sind Typprüfungen. Anforderungen für die Fertigungsprüfung einzelner Vorschaltgeräte sind nicht enthalten.

ANMERKUNG 2 Für Netzstromoberwellen und Störfestigkeit von Endprodukten wie Leuchten und unabhängige Vorschaltgeräte gibt es Bestimmungen in regionalen Normen. In einer Leuchte ist das Vorschaltgerät in dieser Hinsicht bestimmend. Vorschaltgeräte sollten zusammen mit anderen Komponenten mit diesen Normen übereinstimmen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60081, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*.

IEC 60669-2-1, *Switches for household and similar fixed electrical installations – Part 2-1: Particular requirements – Electronic switches*.

IEC 60901, *Single-capped fluorescent lamps – Performance specifications*.

IEC 61347-1, *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements*.

IEC 61347-2-3, *Lamp controlgear – Part 2-3: Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Zündhilfe

ein leitender Streifen, der auf der Außenfläche einer Lampe angebracht ist, oder eine leitende Platte in einem geeigneten Abstand von der Lampe. Eine Zündhilfe ist normalerweise mit dem Erdpotential verbunden und kann nur dann wirksam werden, wenn sie eine ausreichend große Potentialdifferenz zu einem der Lampenenden hat.

3.2

Lichtstromfaktor des Vorschaltgerätes

(en: blf)

Verhältnis des Lichtstroms der Lampe bei Betrieb am zu prüfenden Vorschaltgerät an dessen Bemessungsspannung zum Lichtstrom derselben Lampe bei Betrieb am geeigneten Referenzvorschaltgerät, das mit seiner Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz versorgt wird

3.3

Referenzvorschaltgerät

spezielles Vorschaltgerät, entweder induktiv für Lampen, die bei Netzfrequenz betrieben werden, oder ohmsch für Lampen, die bei Hochfrequenz betrieben werden. Es ist vorgesehen, vergleichbare Werte für die Vorschaltgeräteprüfung, die Auswahl von Referenzlampen und die Prüfung von Lampen aus der Serienfertigung unter genormten Bedingungen zu liefern. Es ist im Wesentlichen durch ein beständiges Spannungs-Strom-Verhältnis bei seiner Bemessungsfrequenz gekennzeichnet, das kaum durch Änderungen von Strom, Temperatur und magnetischer Umgebung, wie in der vorliegenden Norm beschrieben, beeinflusst wird.

[IEV 845-08-36, modifiziert]

3.4

Referenzlampe

zur Prüfung von Vorschaltgeräten ausgewählte Lampe, die, mit einem Referenzvorschaltgerät betrieben, elektrische Kenndaten hat, die sehr nahe bei den Nenndaten liegen, wie sie in der zutreffenden Lampennorm angegeben sind

ANMERKUNG Die Bedingungen sind in [Anhang C](#) festgelegt.

3.5

Kalibrierstrom eines Referenzvorschaltgerätes

Stromwert, auf dem die Kalibrierung und die Überwachung des Referenzvorschaltgerätes beruhen

ANMERKUNG Dieser Strom sollte vorzugsweise ungefähr gleich dem Bemessungsstrom der Lampen sein, für die das Referenzvorschaltgerät ausgelegt ist.

3.6

Gesamtleistung der Schaltung

gesamte Leistung, die von der Zusammenschaltung von Vorschaltgerät und Lampe bei Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz des Vorschaltgerätes verbraucht wird

3.7

Leistungsfaktor der Schaltung

λ

Leistungsfaktor für die Zusammenschaltung von Vorschaltgerät und Lampe oder Lampen, für die das Vorschaltgerät bemessen ist

3.8

Vorschaltgerät mit hohem Leistungsfaktor

Vorschaltgerät mit einem Leistungsfaktor von mindestens 0,85

ANMERKUNG 1 Der Wert 0,85 berücksichtigt die Verzerrung der Kurvenform des Stroms.

ANMERKUNG 2 Für Nordamerika ist ein hoher Leistungsfaktor durch einen Leistungsfaktor von mindestens 0,9 festgelegt.

3.9

Vorschaltgerät mit hoher Tonfrequenzimpedanz

Vorschaltgerät, dessen Impedanz im Bereich von 250 Hz bis 2 000 Hz die nach [Abschnitt 13](#) dieser Norm festgelegten Werte überschreitet

3.10

Start mit Vorheizung

Schaltung, in der die Lampenelektroden vor der tatsächlichen Zündung der Lampe auf Emissionstemperatur gebracht werden

3.11

Start ohne Vorheizung

Schaltung, in der durch hohe Leerspannung die Elektroden zur Feldemission angeregt werden

3.12

Zeit bis zum Start

bei Vorschaltgeräten nach 3.11 die Dauer nach dem Einschalten der Versorgungsspannung, während der der Lampenstrom ≤ 10 mA ist

4 Allgemeines über Prüfungen

4.1 Prüfungen nach dieser Norm sind Typprüfungen.

ANMERKUNG Die Anforderungen und die zulässigen Abweichungen, die nach dieser Norm erlaubt sind, beruhen auf der Prüfung eines Typprüfmusters, das für diesen Zweck vom Hersteller zur Verfügung gestellt wurde. Dieses Typprüfmuster sollte im Prinzip aus Teilen bestehen, die für die Produktion des Herstellers typische Kenndaten haben und möglichst nahe bei den Mittelwerten der Produktion liegen.

Bei den in dieser Norm festgelegten zulässigen Abweichungen kann davon ausgegangen werden, dass die Mehrheit der Produkte, die entsprechend diesem Typprüfmuster hergestellt wurden, dieser Norm entsprechen. Auf Grund der Produktionsstreuung ist es jedoch unvermeidbar, dass Vorschaltgeräte bisweilen außerhalb der festgelegten zulässigen Abweichungen liegen. Zu Prüfplänen und Verfahren für die Attributprüfung siehe IEC 60410.

4.2 Wenn nicht anders angegeben, werden die Prüfungen in der Reihenfolge der Abschnitte durchgeführt.

4.3 Ein Vorschaltgerät wird allen Prüfungen unterzogen.

4.4 Im Allgemeinen werden alle Prüfungen an jedem Vorschaltgerätetyp durchgeführt, oder wenn mehrere ähnliche Vorschaltgeräte eines Leistungsbereichs einbezogen sind, werden die Prüfungen für jede Bemessungsleistung oder in Abstimmung mit dem Hersteller an einer repräsentativen Auswahl innerhalb dieses Bereiches durchgeführt.

4.5 Die Prüfungen werden entsprechend den Bedingungen nach [Anhang A](#) durchgeführt. Datenblätter für Lampen, die nicht in einer IEC-Publikation aufgeführt sind, müssen vom Lampenhersteller zur Verfügung gestellt werden.

4.6 Alle Vorschaltgeräte entsprechend dieser Norm müssen die Anforderungen nach [IEC 61347-2-3](#) erfüllen.

4.7 Es wird auf die Arbeitsweisenormen von Lampen aufmerksam gemacht, die „Hinweise für die Vorschaltgerätekonstruktion“ enthalten; diese sollten für einen ordnungsgemäßen Lampenbetrieb befolgt werden. Diese Norm verlangt jedoch nicht die Prüfung der Arbeitsweise von Lampen als Teil der Typprüfung zur Genehmigung von Vorschaltgeräten.

5 Aufschriften

5.1 Vorschaltgeräte müssen deutlich mit den nachfolgenden verbindlichen Aufschriften versehen sein.

a) Leistungsfaktor der Schaltung, z. B. 0,85

Ist der Leistungsfaktor kleiner als 0,95 voreilend (kapazitiv), so muss der Buchstabe C angefügt werden, z. B. 0,85 C.

Die folgende zusätzliche Aufschrift muss, falls zutreffend, hinzugefügt werden:

b) das Symbol $\overline{Z}$, das aussagt, dass das Vorschaltgerät die Bedingungen der hohen Tonfrequenzimpedanz erfüllt.

5.2 Zusätzlich zu den vorgenannten verbindlichen Aufschriften müssen folgende Angaben entweder auf dem Vorschaltgerät angebracht oder in den Herstellerunterlagen oder dergleichen zur Verfügung gestellt werden:

- a) ein deutlicher Hinweis auf die Art des Starts: mit oder ohne Vorheizung;
- b) ein Hinweis, ob das Vorschaltgerät eine Zündhilfe benötigt;
- c) den Lichtstromfaktor des Vorschaltgerätes, falls dieser von $1 \pm 0,05$ abweicht.

5.3 Nicht verbindliche Angaben, die vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden dürfen:

- a) Ausgangsbemessungsfrequenz bei Bemessungsspannung mit und ohne Lampenbetrieb;
- b) Grenzwerte für den Umgebungstemperaturbereich, innerhalb welchem das Vorschaltgerät zufrieden stellend bei der (dem) angegebenen Spannung (Spannungsbereich) arbeitet;
- c) Gesamtleistung der Schaltung.

6 Allgemeines

Es darf erwartet werden, dass Vorschaltgeräte, die diese Norm erfüllen, zusammen mit Lampen nach IEC 60081 oder IEC 60901 oder anderen Leuchtstofflampen für den Hochfrequenzbetrieb einen zufrieden stellenden Start der Lampen sicherstellen, wenn die Lufttemperatur unmittelbar an der Lampe zwischen 10 °C und 35 °C liegt sowie der Betrieb zwischen 10 °C und 50 °C bei Spannungen zwischen 92 % und 106 % der Bemessungsspannung stattfindet.

ANMERKUNG 1 Die elektrischen Kenndaten dürfen bei Betrieb an einem Hochfrequenz-Vorschaltgerät und unter den Bedingungen von 5.3 b) von den Werten entsprechend den Datenblättern für Lampen nach IEC 60081 oder IEC 60901 abweichen, die sich auf den Betrieb an einem Referenzvorschaltgerät bei Nennspannung und einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz beziehen.

ANMERKUNG 2 In einigen Regionen gibt es EMV-Gesetze für Leuchten. Das Vorschaltgerät trägt auch zu dem EMV-Verhalten bei. Siehe dazu Verweisung in den Literaturhinweisen.

7 Startbedingungen

Vorschaltgeräte müssen Lampen starten, ohne deren Arbeitsweise bei bestimmungsgemäßer Anwendung nachteilig zu beeinflussen. Erläuterungen zu den Startbedingungen werden in Anhang D gegeben.

Die Übereinstimmung wird mit den Prüfungen nach 7.1 bis 7.3, sofern zutreffend, überprüft, wobei das Vorschaltgerät bei jeder Versorgungsspannung zwischen 92 % und 106 % seiner Bemessungsspannung arbeiten muss.

7.1 Bedingungen für Vorschaltgeräte mit Vorheizung

Vorschaltgeräte müssen nach den folgenden Anforderungen geprüft werden und die Anforderungen nach A.3 erfüllen. Die gleichen Anforderungen für die Vorheizung gelten auch für steuerbare Vorschaltgeräte beim Start in jeder Dimmstellung.

Im Lampendatenblatt ist ein Ersatzwiderstand $R_{\text{sub}(\text{min})}$ angegeben, der mit dem Vorschaltgerät verwendet wird, um die Fähigkeit zu prüfen, die nach dem Lampendatenblatt festgelegte kleinste Energie zu erzeugen. Falls das Vorschaltgerät nicht mindestens die kleinste Energie liefert, hat es die Prüfung nicht bestanden. Die Linie der größten Energie muss mit einem anderen Ersatzwiderstand $R_{\text{sub}(\text{max})}$ überprüft werden, der zur oberen Energiegrenze gehört. Falls das Vorschaltgerät zu hohe Energie erzeugt, hat es die Prüfung nicht bestanden. Der Wert für den zweiten Ersatzwiderstand ist ebenfalls auf dem Lampendatenblatt angegeben. In den Fällen, bei denen kein Wert angegeben ist, können vorläufige Werte über den Lampenhersteller erfragt werden.

7.1.1 Vorheizenergie

Das Vorschaltgerät muss zum Zeitpunkt t_1 gemäß den Zeit-/Energiegrenzen auf dem entsprechenden Lampendatenblatt (siehe Bild 1) mindestens den kleinsten Betrag der Gesamtheizenergie E_{min} bereitstellen. Innerhalb des Intervalls (t_1 , t_2) muss die Gesamtheizenergie zwischen E_{min} und E_{max} gemäß dem entsprechenden Lampendatenblatt liegen (siehe Bild 1).

Die größte Heizenergie darf die Grenzen gemäß dem entsprechenden Lampendatenblatt zu keiner Zeit $< t_2$ überschreiten. Dies gilt nicht im Intervall (t_1 , t_2), wenn $t_2 - t_1 < 0,1$ s.

Die absolute Mindest-Vorheizzeit muss 0,4 s betragen, wenn im entsprechenden Lampendatenblatt nicht etwas anderes festgelegt ist.

Um der Quarentladung vorzubeugen, sollte für $E < E_{\text{min}}$ die am Ersatzwiderstand anliegende Spannung kleiner als 11 V_{eff} sein.

Falls ein Lampendatenblatt keine Angaben über die Vorheizenergie enthält und die Anforderungen an den Vorheizstrom nicht anwendbar sind, muss der Lampenhersteller geeignete Vorheizdaten zur Verfügung stellen.

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen an den Elektrodenvorheizstrom kann wie folgt geprüft werden:

Mit einem induktionsfreien Ersatzwiderstand von dem auf dem entsprechenden Lampendatenblatt angegebenen Wert, eingesetzt für jede Lampenelektrode, muss das Vorschaltgerät einen kleinsten und größten Gesamtheizstrom gemäß den auf dem entsprechenden Lampendatenblatt angegebenen Zeit-/Stromgrenzen liefern. Der kleinste Heizstrom i_k ist festgelegt als:

$$i_k = \sqrt{\frac{a}{t_e} + i_m^2}$$

Dabei ist

- a die Konstante ($A^2 s$) für einen speziellen Elektrodentyp,
- i_m der absolut kleinste Wert des effektiven Heizstroms (A) zum Erreichen der Emission, falls die Anwendungszeit von ausreichender Dauer ist (z. B. ≥ 30 s vom kalten Zustand),
- t_e die Zeit (s) bis zur Emission.

ANMERKUNG Eine Emissionszeit von weniger als 0,4 s ist normalerweise nicht zulässig, da die Erfahrung gezeigt hat, dass eine zufrieden stellende Elektrodenvorheizung in der Praxis nicht immer erreichbar ist.

Werte für a und i_m werden auf dem Lampendatenblatt angegeben.

Messungen werden mit einem induktionsfreien Ersatzwiderstand zur Prüfung der Elektroden-Vorheizanforderungen durchgeführt, dessen Wert auf dem entsprechenden Lampendatenblatt angegeben ist. Der Ersatzwiderstand wird für jede Lampenelektrode eingesetzt, auch im Falle von zwei oder mehreren gleichzeitig betriebenen Lampen.

7.1.2 Leerspannung

Die Leerspannung an jedem Paar der Ersatzwiderstände darf den im Lampendatenblatt vorgegebenen Höchstwert während der Vorheizzeit nicht überschreiten. Nach der Vorheizzeit muss sie dem Mindestwert für die Zündspannung nach dem Lampendatenblatt entsprechen oder auf diesen Wert ansteigen.

Wenn zwei oder mehr Lampen in Reihe oder parallel betrieben werden, wird in jeder Stellung der Reihe nach gemessen. Die Stellungen, in denen nicht gemessen wird, werden mit Referenzlampen bestückt; die Stellung, in der gemessen wird, wird mit einem Paar Ersatzwiderständen zur Prüfung der Leerspannung bestückt.

Die Leerspannung wird zwischen den Ersatzwiderständen gemessen und muss in allen Fällen mit dem Wert übereinstimmen, der im zugehörigen Lampendatenblatt für **eine** Lampe festgelegt ist.

Spannungsspitzen müssen kleiner oder gleich dem Effektivwert der Leerspannung sein, der in dem entsprechenden Lampendatenblatt festgelegt ist, multipliziert mit einem Faktor von 1,4. Schmale Spannungsspitzen während der ersten Halbperiode der Netzspannung nach dem Einschalten der Vorheizung werden ignoriert, wenn Betriebsgeräte nach diesem Unterabschnitt geprüft werden.

Die Messung ist mit einem Oszilloskop durchzuführen. Die Messungen werden mit einem induktionsfreien Ersatzwiderstand zur Prüfung der Leerspannung durchgeführt, der im entsprechenden Lampendatenblatt festgelegt ist.

Der Vorschaltgeräte-Hersteller stellt auf Anfrage den Wert des Elektroden-Ersatzwiderstandes, der dem festgelegten Bereich entstammt und der zur niedrigsten Leerspannung bei der Zündung führt, zur Verfügung.

Ein kleiner Gleichspannungsversatz der Leerspannung wirkt sich nicht auf die Startspannung der Lampe aus. Vernachlässigbare Werte sind in Beratung.

7.2 Bedingungen für Vorschaltgeräte ohne Vorheizung

Vorschaltgeräte nach [Begriff 3.11](#) müssen so konstruiert sein, dass die während des Startvorganges auftretenden Glimmentladungen, gemessen mit einer Referenzlampe, in deren Nähe sich keine geerdeten Metallteile befinden dürfen, die als Zündhilfe dienen könnten, zusammengerechnet nicht länger als 100 ms dauern. Die Glimmentladungsphase wird als beendet angesehen, wenn der Lampenstrom einen Wert von mindestens 80 % des Lampenbemessungsstromes erreicht hat.

Ein Vorschaltgerät wird als in Übereinstimmung mit den vorher genannten Anforderungen angesehen, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind.

7.2.1 Leerspannung

Die Messung ist mit einem Oszilloskop durchzuführen. Mit einem anstelle jeder Lampenelektrode eingesetzten induktionsfreien Ersatzwiderstand R_C (siehe [Bild 2a](#)), dessen Wert dem im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegten entspricht, muss die Leerspannung mit dem Wert übereinstimmen, der im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegt ist.

Wenn zwei oder mehr Lampen in Reihe oder parallel betrieben werden, muss jede Lampenposition der Reihe nach gemessen werden. Die Lampenpositionen, die nicht gemessen werden, werden mit Referenzlampen bestückt, die zu messende Position wird mit einem Paar von Elektroden-Ersatzwiderständen ausgerüstet.

*Die Leerspannung wird zwischen den Ersatzwiderständen gemessen und muss in allen Fällen mit dem Wert übereinstimmen, der im zugehörigen Lampendatenblatt für **eine** Lampe festgelegt ist.*

ANMERKUNG Im Fall zusätzlicher Elektrodenheizung während des Startvorgangs können niedrigere Werte unter der Voraussetzung ausreichend sein, dass die Glimmentladungsphase nicht länger als 100 ms dauert.

7.2.2 Prüfung der Vorschaltgeräteimpedanz

Durch einen anstelle der Lampe eingesetzten induktionsfreien Ersatzwiderstand R_L , dessen Wert dem im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegten entspricht, und einen anstelle jeder Lampenelektrode eingesetzten induktionsfreien Ersatzwiderstand R_C (siehe [Bild 2b](#)), dessen Wert dem im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegten entspricht, muss das Vorschaltgerät bei 92 % der Bemessungsspannung einen Strom liefern, der den in diesem Datenblatt festgelegten Mindestwert nicht unterschreitet.

7.2.3 Elektrodenstrom

Vorschaltgeräte für einen Start ohne Vorheizung dürfen während des Startvorganges die Elektroden etwas heizen. In [Bild 2c](#) wird der Elektroden(heiz)strom mit M1 und M2 als der niedrigere Strom gemessen.

Der Elektrodenstrom, falls vorhanden, darf den im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegten Höchstwert nicht überschreiten.

Die Messung wird mit Ersatzwiderständen R_i (siehe [Bild 2c](#)) durchgeführt, deren Wert wie folgt berechnet wird:

$$R_i = \frac{11 \text{ V}}{2,1 \times I_r}$$

Dabei ist

I_r der Bemessungswert des Lampenbetriebsstroms.

Diese Anforderung gilt auch für elektronische Vorschaltgeräte, die Ausgangsklemmen für mehr als eine Lampe aufweisen. Die Stellungen, in denen nicht gemessen wird, werden mit Referenzlampen bestückt; die Stellung, in der gemessen wird, wird wie in [Bild 2c](#) gezeigt ausgerüstet.

7.3 Zündhilfe und Abstände

Lampen, die mit elektronischen Vorschaltgeräten entsprechend dieser Norm betrieben werden, können eine Zündhilfe nach IEC 60081 oder IEC 60901 benötigen. Die Leerspannung und die Spannung an der Zündhilfe während des Vorheizens und des Starts müssen innerhalb der Grenzen liegen, die in den Angaben für die Konstruktion des Vorschaltgerätes im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegt sind.

8 Betriebsbedingungen

8.1 Bei Bemessungsspannung und Umgebungstemperatur von $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ darf der Lichtstromfaktor des Vorschaltgerätes nicht kleiner als 95 % des vom Hersteller angegebenen Wertes oder nicht kleiner als 0,95 sein, wenn kein Wert angegeben ist.

ANMERKUNG Der Lichtstrom einer Lampe wird gewöhnlich mit einem integrierenden Photometer gemessen. Für Relativmessungen ist ein geeignetes Luxmeter ausreichend, da die Beziehung zwischen Lichtstrom und Lichtstärke an einem bestimmten Punkt eng genug ist.

Wenn der angegebene Lichtstromfaktor des Vorschaltgerätes kleiner als 0,9 ist, muss nachgewiesen werden, dass die Arbeitsweise von Lampen, die mit diesem Vorschaltgerät betrieben werden, nicht beeinträchtigt wird. Eine entsprechende Prüfung ist in Beratung.

8.2 Bei Bemessungsspannung darf die gesamte von der Schaltung aufgenommene Leistung nicht größer sein als 110 % des vom Hersteller angegebenen Wertes, wenn das Vorschaltgerät mit (einer) Referenzlampe(n) betrieben wird.

8.3 Anforderungen zum Dimmen

8.3.1 Heizung der Lampenelektroden

Werden Lampen bei niedrigeren Lichtstromwerten als den bestimmungsgemäß optimalen Werten betrieben, muss für eine weiter bestehende Elektrodenheizung der Lampe(n) durch das Vorschaltgerät gesorgt werden, damit die Lampenlebensdauer nicht verringert wird.

8.3.2 Steuerschnittstellen

Es gelten die Anforderungen nach [Anhang E](#) und die Anweisungen des Vorschaltgeräteherstellers.

Gegenwärtig gibt es ebenfalls andere nicht genormte Schnittstellen, welche zu Austauschproblemen zwischen den Schnittstellen führen können. Diese Schnittstellen müssen nach den Anforderungen des Herstellers geprüft werden.

8.4 Wenn es im zugehörigen Lampendatenblatt nicht anders festgelegt ist, muss das Vorschaltgerät bei Bemessungsspannung den Strom durch eine Referenzlampe auf 115 % des Wertes begrenzen, der sich bei Betrieb derselben Lampe mit einem Referenzvorschaltgerät einstellt.

9 Leistungsfaktor der Schaltung

Der gemessene Leistungsfaktor der Schaltung darf um nicht mehr als 0,05 von dem in der Aufschrift angegebenen Wert abweichen, wenn das Vorschaltgerät mit einer oder mehreren Referenzlampe(n) und die gesamte Schaltung mit Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz betrieben wird.

Bei steuerbaren Vorschaltgeräten wird der Leistungsfaktor bei voller Leistung gemessen.

10 Netzstrom

Der Netzstrom darf bei Bemessungsspannung um nicht mehr als $\pm 10\%$ von dem in der Aufschrift des Vorschaltgerätes oder in der Literatur des Herstellers angegebenen Wert abweichen, wenn das Vorschaltgerät mit (einer) Referenzlampe(n) betrieben wird.

Bei steuerbaren Vorschaltgeräten darf der Netzstrom in allen Dimmstellungen den auf dem Vorschaltgerät nach **IEC 61347-1** gekennzeichneten Wert um nicht mehr als 10% überschreiten. Das Durchlaufen aller Dimmstellungen kann ersetzt werden, wenn der Wert des größten Netzstromes und die dazugehörigen Dimmstellungen zur Verfügung gestellt werden.

11 Größter Strom in einer Elektrodenzuführung

Im normalen Betrieb und bei einer Versorgungsspannung zwischen 92% und 106% des Bemessungswertes darf in keiner Elektrodenzuleitung ein Strom fließen, der den im entsprechenden Lampendatenblatt angegebenen Wert überschreitet.

Die Messung wird mit einem Oszilloskop oder einem anderen geeigneten Messgerät durchgeführt. Die Messungen müssen mit einer Referenzlampe durchgeführt werden, bei der alle Elektrodenanschlüsse angeschlossen sind.

12 Kurvenform des Lampenbetriebsstromes

Das Vorschaltgerät muss mit einer oder mehreren Referenzlampe(n) an ihrer Bemessungsspannung betrieben werden. Bei stabil brennender Lampe muss die Kurvenform des Lampenstromes folgende Bedingungen erfüllen:

- a) In jeder von zwei aufeinander folgenden Halbschwingungen darf die Hüllkurve des Lampenstromes zum gleichen Zeitpunkt nach einem Phasennulldurchgang der Netzversorgungsspannung um nicht mehr als 4% abweichen.

ANMERKUNG Durch diese Anforderung können Lichtschwankungen (Flicker), verursacht durch die Unregelmäßigkeit der Kurvenform der Hüllkurve zwischen den einzelnen Halbwellen, vermieden werden.

- b) Das größte Verhältnis vom Scheitelwert zum Effektivwert des Lampenstromes darf den Wert $1,7$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG In Japan ist ein Scheitelfaktor von höchstens $2,1$ erlaubt, wenn zusätzliche Elektrodenheizung angewendet wird.

13 Tonfrequenzimpedanz

Vorschaltgeräte, die mit dem Zeichen für Tonfrequenzimpedanz gekennzeichnet sind (siehe [5.1](#)), werden nach [A.2](#) geprüft.

Für jede Signalfrequenz zwischen 400 Hz und 2000 Hz muss die Impedanz des Vorschaltgerätes im Betrieb mit einer Referenzlampe an Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz induktiv sein. Seine Impedanz in Ohm muss mindestens den gleichen Wert haben wie der Widerstand, der die gleiche Leistung aufnehmen würde wie die gesamte zu prüfende Schaltung Lampe/Vorschaltgerät, wenn diese an Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz betrieben werden würde. Die Impedanz des Vorschaltgerätes wird mit einer Signalspannung von $3,5\%$ der Bemessungsversorgungsspannung des Vorschaltgerätes gemessen.

Zwischen 250 Hz und 400 Hz muss die Impedanz mindestens halb so groß sein wie der Mindestwert, der für die Frequenzen zwischen 400 Hz und 2000 Hz gefordert wird.

ANMERKUNG Funkentstörmittel mit Kondensatoren von weniger als $0,2\text{ }\mu\text{F}$ (Gesamtwert), die in das Vorschaltgerät eingebaut sein dürfen, dürfen bei dieser Prüfung abgeklemmt werden.

14 Prüfungen bei Betrieb unter anomalen Bedingungen

14.1 Entfernen der Lampe(n)

Während das Vorschaltgerät mit (einer) geeigneten Lampe(n) bei Bemessungsspannung + 10 % betrieben wird, muss (müssen) die Lampe(n) für die Dauer einer Stunde vom Vorschaltgerät abgetrennt werden, ohne dass die Versorgungsspannung abgeschaltet wird. Nach dieser Dauer muss (müssen) die Lampe(n) wieder angeschlossen werden und normal starten und arbeiten. Falls die Lampe(n) nicht startet (starten), muss die Versorgungsspannung für 1 min ausgeschaltet und wieder eingeschaltet werden. Danach muss (müssen) die Lampe(n) starten.

14.2 Lampe startet nicht

Mit einem geeigneten Elektroden-Ersatzwiderstand, der im zugehörigen Lampendatenblatt festgelegt und anstelle jeder Lampenelektrode angeschlossen ist, muss das Vorschaltgerät bei Bemessungsspannung + 10 % für 1 h betrieben werden. Nach dieser Dauer muss der Widerstand entfernt werden; (eine) geeignete Lampe(n) wird (werden) angeschlossen und muss (müssen) normal starten und arbeiten. Falls die Lampe(n) nicht startet (starten), muss die Versorgungsspannung für 1 min ausgeschaltet und wieder eingeschaltet werden. Danach muss (müssen) die Lampe(n) starten.

15 Lebensdauer

15.1 Vor der Prüfung muss das Vorschaltgerät folgender Temperaturwechsel- und Leerspannungs-Schaltprüfung unterzogen werden.

a) Temperaturwechselprüfung

Das Vorschaltgerät wird zunächst 1 h beim unteren Grenzwert der Umgebungstemperatur gelagert. Anschließend wird die Temperatur für 1 h auf t_c erhöht. Es müssen fünf derartige Temperaturwechsel durchgeführt werden. Wenn kein unterer Grenzwert angegeben ist, muss ein Wert von + 10 °C angewendet werden.

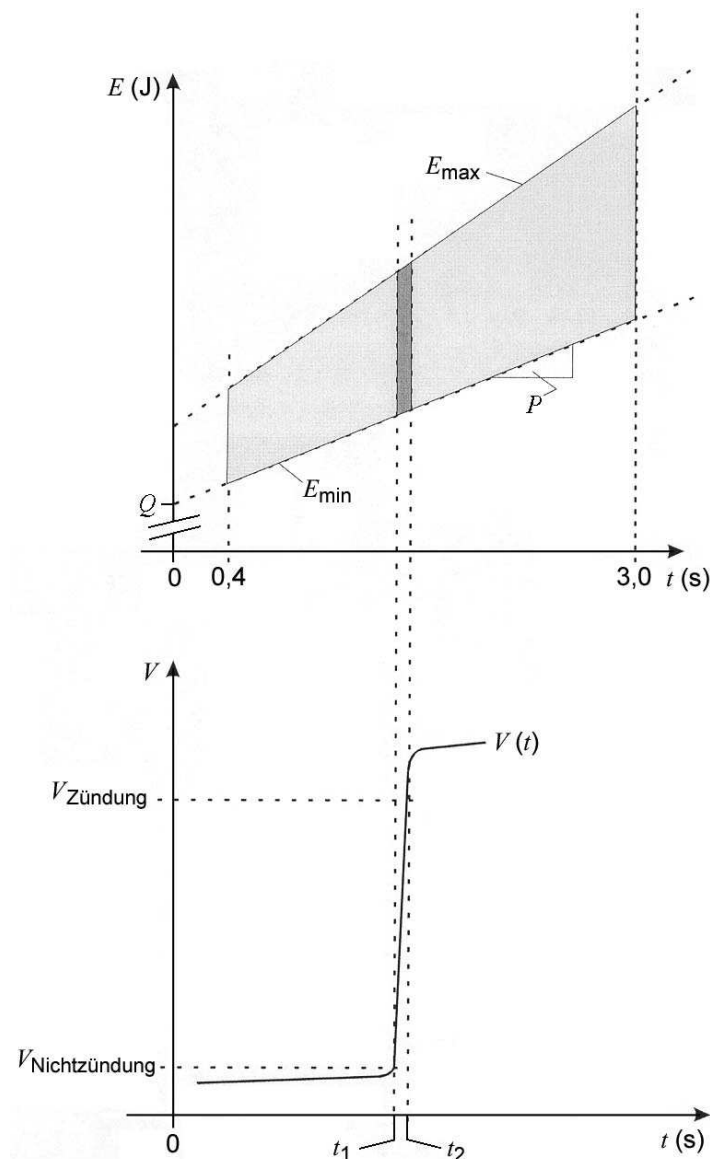
b) Schaltprüfung

Das Vorschaltgerät muss bei Bemessungsversorgungsspannung (oder der ungünstigsten Spannung eines Spannungsbereiches, der vom Hersteller angegeben werden muss) für jeweils 30 s ein- und ausgeschaltet werden. Dieser Vorgang wird bei unbelasteten Ausgangsklemmen 1 000-mal wiederholt.

15.2 Das Vorschaltgerät muss anschließend mit einer geeigneten Lampe an Bemessungsversorgungsspannung und bei einer Umgebungstemperatur, bei der sich t_c einstellt, bis zum Erreichen einer Prüfdauer von 200 h betrieben werden. Nach dieser Zeit und nach Abkühlen auf Raumtemperatur muss das Vorschaltgerät eine geeignete Lampe einwandfrei starten und 15 min ordnungsgemäß betreiben. Während dieser Prüfung befinden sich die Lampen außerhalb des Prüfraumes bei einer Umgebungstemperatur von $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

15.3 Der genannte t_c -Wert ist derjenige, der bei der ungünstigsten Dimmstellung gemessen wird. Diese Dimmstellung darf in Rücksprache mit dem Hersteller angegeben werden.

ANMERKUNG Bei der Prüfung der Temperatur t_c innerhalb der Leuchte wird die gleiche ungünstige Dimmstellung angewendet.



Legende

Graue Fläche: Energieversorgung der Elektrode erlaubt

Dunkelgraue Fläche: Zündung erlaubt

E Vorheizenergie für die Elektrode (J)

$E_{\min}$ $Q_{\min} + P_{\min} \times t =$ kleinste Elektroden-Vorheizenergie

$E_{\max}$ $Q_{\max} + P_{\max} \times t =$ größte Elektroden-Vorheizenergie

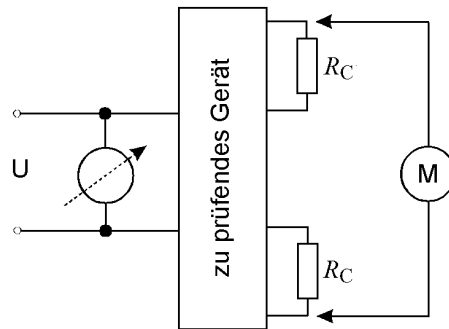
$V(t)$ an den Ausgangsklemmen des Vorschaltgerätes gemessene Spannung

t_1 $t(V_{\text{Nichtzündung}})$

t_2 $t(V_{\text{Zündung}})$

ANMERKUNG Für die Werte von $Q_{\min}$ (J), $Q_{\max}$ (J), $P_{\min}$ (W), $P_{\max}$ (W), $V_{\text{Nichtzündung}}$ (V) und $V_{\text{Zündung}}$ (V) siehe Lampendatenblatt.

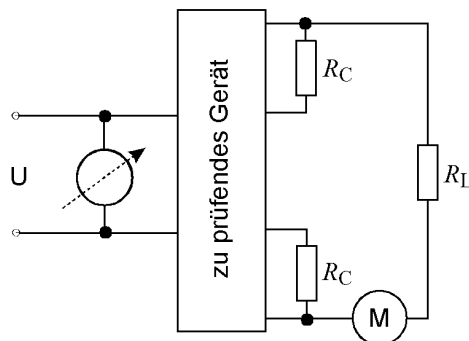
Bild 1 – Schematische Darstellung der Energie, die zum Vorheizen und für den Start benötigt wird

**Legende**

U Versorgung

 R_C siehe 7.2.1

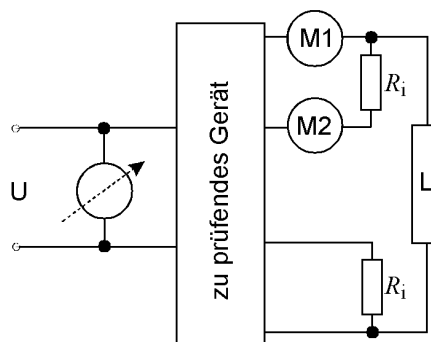
M Spannungsmessgerät

Bild 2a – Prüfschaltungen für den Start ohne Vorheizung – Prüfschaltung für die Leerspannung**Legende**

U Versorgung

 R_C siehe 7.2.2

M Strommessgerät

 R_L siehe 7.2.2**Bild 2b – Prüfschaltungen für den Start ohne Vorheizung – Prüfschaltung für die Vorschaltgeräteimpedanz****Legende**

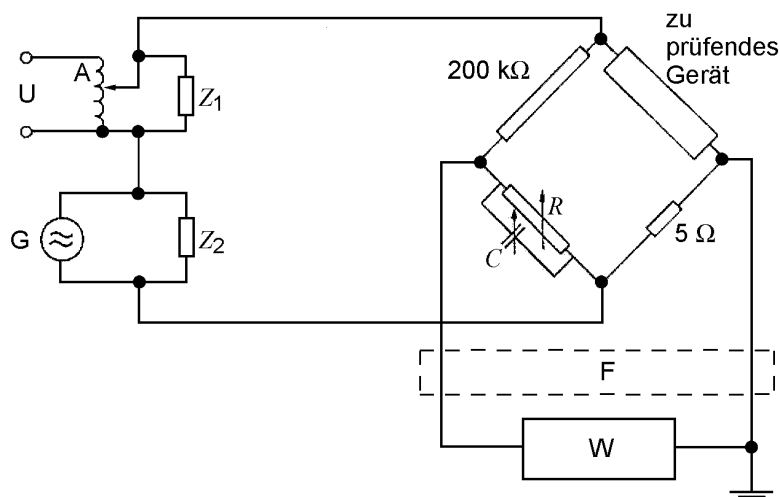
U Versorgung

 R_i siehe 7.2.3

M Strommessgerät

L Lampe

Bild 2c – Prüfschaltungen für den Start ohne Vorheizung – Prüfschaltung für den Elektrodenstrom



Legende

U Stromversorgung 50 Hz (60 Hz)

G Generator 250 Hz bis 2 000 Hz

A Versorgungstransformator 50 Hz oder 60 Hz

Z_1 die Impedanz mit einem Wert ausreichend hoch für 50 Hz oder 60 Hz und ausreichend klein für 250 Hz bis 2 000 Hz (z. B. Widerstand 15Ω + Kondensator $16 \mu\text{F}$)

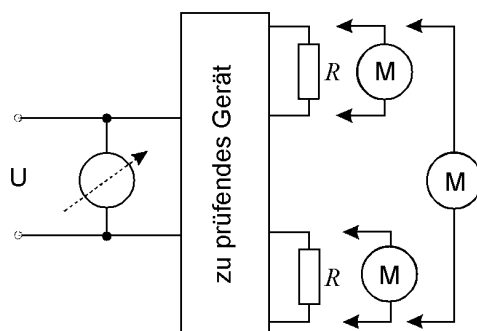
Z_2 die Impedanz mit einem Wert ausreichend klein für 50 Hz oder 60 Hz und ausreichend hoch für 250 Hz bis 2 000 Hz (z. B. Induktivität 20 mH)

F Filter 50 Hz oder 60 Hz

W selektives Spannungsmessgerät oder Kurvenanalysator

ANMERKUNG Der Wert von $200 \text{ k}\Omega$ für einen Zweig der Brücke ist nicht kritisch.

Bild 3 – Messung der Tonfrequenzimpedanz



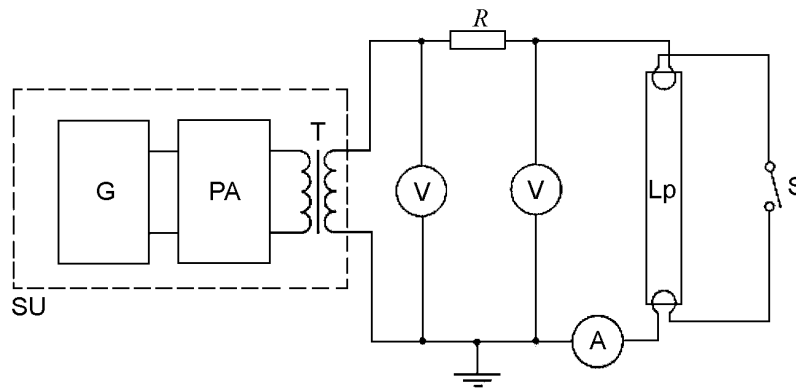
Legende

U Versorgung

M Messgerät

R siehe Lampendatenblätter, Ersatzwiderstand zur Prüfung der Elektroden-Vorheizanforderungen

Bild 4 – Prüfschaltung für Vorschaltgeräte für den Start mit Vorheizung



Legende

- SU Versorgung
- G Sinusgenerator
- PA Leistungsverstärker
- T Trenntransformator
- R Referenzwiderstand
- Lp Lampe
- S Schalter zum Starten

Bild 5 – HF-Referenzschaltung

Anhang A (normativ)

Prüfungen

A.1 Allgemeine Anforderungen

Prüfungen sind Typprüfungen. Ein Prüfmuster muss allen Prüfungen unterzogen werden.

A.1.1 Umgebungstemperatur

Prüfungen müssen in einem zugfreien Raum und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 20 °C und 27 °C ausgeführt werden.

Bei Prüfungen, die eine konstante Arbeitsweise der Lampe erfordern, muss die Umgebungstemperatur der Lampe im Bereich zwischen 23 °C und 27 °C liegen und darf während der Prüfung um nicht mehr als 1 °C schwanken.

A.1.2 Versorgungsspannung und -frequenz

A.1.2.1 Prüfspannung und -frequenz

Sofern nicht anderes angegeben, muss das zu prüfende Vorschaltgerät an seiner Bemessungsspannung und das Referenzvorschaltgerät an seiner Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz betrieben werden.

Falls das Vorschaltgerät zur Verwendung für einen Versorgungsspannungsbereich gekennzeichnet ist oder verschiedene Bemessungsversorgungsspannungen hat, darf jede Spannung, für die es bestimmt ist, als Bemessungsspannung ausgewählt werden.

A.1.2.2 Stabilität von Versorgungsspannung und -frequenz

Für die Mehrzahl der Prüfungen muss die Versorgungsspannung und, soweit für die Referenzvorschaltgeräte erforderlich, die Frequenz innerhalb von $\pm 0,5$ % konstant gehalten werden. Während der eigentlichen Messung muss jedoch die Spannung innerhalb $\pm 0,2$ % des festgelegten Prüfwertes eingestellt werden.

A.1.2.3 Kurvenform der Versorgungsspannung

Der gesamte Oberschwingungsgehalt der Netzspannung darf 3 % nicht überschreiten. Der Oberschwingungsgehalt wird als Summe der Effektivwerte der einzelnen Oberschwingungen definiert, wobei die Grundwelle mit 100 % angesetzt wird.

A.1.3 Magnetische Beeinflussung

Wenn nicht anders angegeben, darf sich kein magnetischer Gegenstand innerhalb eines Abstandes von 25 mm von der Oberfläche des Referenzvorschaltgerätes oder des zu prüfenden Vorschaltgerätes befinden.

A.1.4 Anordnung und Anschluss von Referenzlampen

Um sicherzustellen, dass die elektrischen Kenndaten der Referenzlampen beständig sind, müssen sie so angeordnet werden, wie es im zugehörigen Lampendatenblatt angegeben ist. Wenn im zugehörigen Lampendatenblatt keine Anweisungen zur Anordnung gegeben werden, müssen die Lampen horizontal angeordnet werden.

Es wird empfohlen, die Lampen ständig in ihren Prüflampenfassungen zu belassen.

A.1.5 Stabilität der Referenzlampen

A.1.5.1 Bevor Messungen durchgeführt werden, muss die Lampe stabil brennen. Sie darf nicht wirbeln.

A.1.5.2 Die Lampendaten müssen unmittelbar vor und unmittelbar nach jeder Prüfreihe nach [Anhang C](#) überprüft werden.

A.1.6 Referenzvorschaltgerät

Es muss das im zugehörigen Lampendatenblatt angegebene Referenzvorschaltgerät verwendet werden.

A.1.7 Kenndaten der Messgeräte

a) Spannungspfade

Parallel zur Lampe geschaltete Spannungspfade von Messgeräten dürfen nicht mehr als 3 % des Nennstromes aufnehmen.

b) Strompfade

Messgeräte, die in Reihe zur Lampe geschaltet sind, müssen eine so niedrige Impedanz haben, dass sie keinen Spannungsfall verursachen, der größer als 2 % der tatsächlichen Lampenspannung ist.

Wenn Messgeräte in parallele Heizkreise geschaltet sind, darf die gesamte Impedanz der Messgeräte 0,5 Ω nicht überschreiten.

c) Effektivwertmessungen

Messgeräte müssen weitgehend frei von Kurvenformfehlern und geeignet für die Betriebsfrequenzen sein.

Es muss sichergestellt werden, dass die Erdkapazität der Messgeräte den Betrieb des Prüfmusters nicht beeinflusst. Es kann notwendig werden, den Messpunkt der Prüfschaltung auf Erdpotential zu legen.

A.2 Messung der Tonfrequenzimpedanz

Die Schaltung in [Bild 3](#) zeigt eine Brücke für die Bestimmung der Tonfrequenzimpedanz $\bar{Z}$ der Anordnung Lampe/Vorschaltgerät.

Dabei bedeuten R' und R'' die Werte der Widerstände, die in [Bild 3](#) mit 5 Ω bzw. 200 000 Ω angegeben sind (wobei zumindest letzterer nicht kritisch ist). Wenn durch Einstellen von R und C Resonanz für eine bestimmte Tonfrequenz eintritt, die mittels Kurvenanalysator ausgesiebt wird (oder mit einem anderen geeigneten abstimmbaren Empfänger), haben wir im Allgemeinen:

$$\bar{Z} = R' R'' \left(\frac{1}{R} + j\omega C \right)$$

Wenn die Widerstände R' und R'' genau die angegebenen Werte aufweisen, bekommt die Gleichung folgende Form:

$$\bar{Z} = 10^6 \left(\frac{1}{R} + j\omega C \right)$$

ANMERKUNG Die Impedanzen Z_1 und/oder Z_2 sind nicht erforderlich, wenn die entsprechende Stromquelle eine niedrige innere Impedanz für die Ströme der anderen hat.

A.3 Messungen während des Vorheizens

A.3.1 Prüfgeräte und Messabfolge

Die Prüfschaltung muss das zu prüfende Vorschaltgerät, die Elektroden-Ersatzwiderstände (R) nach dem entsprechenden Lampendatenblatt und ein Messgerät enthalten. Das Messgerät darf ein Oszilloskop mit einem Spannungs- und/oder Stromtastkopf sein (siehe [Bild 4](#)).

Falls anwendbar, wird die sekundäre Ausgangswicklung des Trenntransformators einseitig geerdet. Wenn das Vorschaltgerät keinen Trenntransformator enthält, muss auf der Eingangsseite ein zusätzlicher Trenntransformator vorgesehen werden.

Für die Messung der gesamten Leerspannung gilt: Diese Spannung wird zwischen beiden Elektrodenersatzwiderständen gemessen.

Die Spannung an der Zündhilfe, soweit zutreffend, muss dem festgelegten Wert der Spannung entsprechen.

A.3.2 Besondere Bedingungen für die Messung und die Prozessdatenverarbeitung mit Vorheizschaltkreisen

Mit Hilfe des Messgerätes wird der zeitliche Verlauf des Heizstromes und der Leerspannung ermittelt.

Für einen Effektivwert des stabilen Stromes bzw. der Spannung wird der Effektivwert des Heizstromes/der Heizspannung durch Beobachtung während einer einzelnen HF-Periode ermittelt, für die der Effektivwert und der Scheitelfaktor bestimmt werden.

Mit geeigneten Messgeräten kann eine direkte Messung des Effektivwertes möglich sein.

Für einen sich ändernden Strom ist der Effektivwert des Heizstromes definiert als der Wert, der die gleiche Heizwirkung hervorruft wie der Effektivwert eines stabilen Stroms.

Mit der Gleichung nach den entsprechenden Lampendatenblättern wird die Emissionszeit errechnet (siehe [7.1.1](#)).

Anhang B (normativ)

Referenzvorschaltgeräte

B.1 Aufschriften

Das Referenzvorschaltgerät muss folgende dauerhafte und lesbare Aufschriften tragen:

- die Worte „Referenzvorschaltgerät“ oder „HF-Referenzvorschaltgerät“, soweit zutreffend, voll ausgeschrieben;
- Zeichen des verantwortlichen Händlers;
- Seriennummer;
- Bemessungsleistung der Lampe und Kalibrierstrom;
- Bemessungsversorgungsspannung und -frequenz.

B.2 Konstruktionsmerkmale

B.2.1 Allgemeine Konstruktionsmerkmale für die Frequenzen von 50 Hz oder 60 Hz

Ein Referenzvorschaltgerät ist eine selbstinduktive Spule, mit oder ohne zusätzlichen Widerstand, das so konstruiert ist, dass sich die Betriebsdaten nach [B.3](#) ergeben.

Es darf entweder in einer Schaltung mit Starter oder, wo anwendbar, in einer Schaltung mit getrennten Stromquellen zum Heizen der Lampenelektroden betrieben werden.

B.2.2 HF-Referenzvorschaltgeräte für die Frequenz 25 kHz

Ein HF-Referenzvorschaltgerät ist ein Widerstand, der so konstruiert ist, dass sich die Betriebsdaten nach [B.4](#) ergeben.

Da ein HF-Referenzvorschaltgerät dafür vorgesehen ist, fortwährend als Bezugsgrundlage zu dienen, ist es von äußerster Wichtigkeit, dass das Vorschaltgerät so konstruiert ist, dass die Impedanz im bestimmungsgemäßen Betrieb unverändert bleibt.

Zu diesem Zweck darf es mit geeigneten Mitteln zur Wiederherstellung des Referenzwiderstandes versehen sein.

Ein HF-Referenzvorschaltgerät muss mechanisch und elektrisch geschützt in einem Gehäuse eingebaut sein. Die ungestörte Ableitung der Verlustleistungswärme ist sicherzustellen.

B.2.3 Schutz

Das Vorschaltgerät muss gegen magnetische Beeinflussung, z. B. durch ein geeignetes Stahlgehäuse, derart geschützt sein, dass sich sein Verhältnis von Spannung zu Strom für den Kalibrierstrom um nicht mehr als 0,2 % ändern darf, wenn eine 12,5 mm dicke Platte aus gewöhnlichem Walzstahl in einen Abstand von 25 mm zu allen Oberflächen des Vorschaltgerätegehäuses gebracht wird.

Darüber hinaus muss das Vorschaltgerät gegen mechanische Beschädigung geschützt sein.

B.3 Betriebsdaten für Frequenzen von 50 Hz oder 60 Hz

B.3.1 Bemessungsversorgungsspannung und -frequenz

Die Bemessungsversorgungsspannung und -frequenz des Referenzvorschaltgerätes müssen mit den Werten der entsprechenden Lampendatenblätter nach IEC 60081 oder IEC 60901 übereinstimmen.

B.3.2 Verhältnis von Spannung zu Strom

Das Verhältnis von Spannung zu Strom eines Referenzvorschaltgerätes muss mit dem Wert des entsprechenden Lampendatenblattes in IEC 60081 oder IEC 60901 mit folgenden zulässigen Abweichungen übereinstimmen:

$\pm 0,5 \%$ beim Wert des Kalibrierstroms;

$\pm 3 \%$ bei allen anderen Werten des Stroms zwischen 50 % und 115 % des Kalibrierstroms.

B.3.3 Leistungsfaktor

Der Leistungsfaktor des Referenzvorschaltgerätes, bezogen auf den Kalibrierstrom, muss mit den Angaben der entsprechenden Lampendatenblätter nach IEC 60081 oder IEC 60901 mit einer zulässigen Abweichung von $\pm 0,005$ übereinstimmen.

B.3.4 Erwärmung

Wird das Referenzvorschaltgerät bei einer Umgebungstemperatur der Luft zwischen 20 °C und 27 °C mit dem Kalibrierstrom und bei Bemessungsfrequenz betrieben, so darf nach Erreichen des thermischen Gleichgewichtes die Temperaturerhöhung der Vorschaltgerätewicklung 25 K nicht überschreiten. Die Temperaturerhöhung wird nach dem „Verfahren der Widerstandsänderung“ gemessen.

B.4 Betriebsdaten bei Frequenzen von 25 kHz

B.4.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Festlegungen gelten für Messungen bei Bemessungs-Eingangsspannung und Bemessungsfrequenz des HF-Referenzvorschaltgerätes bei einer Raumtemperatur von $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ und im thermischen Gleichgewicht des Referenzvorschaltgerätes.

B.4.2 Impedanz

Die Impedanz eines HF-Referenzvorschaltgerätes muss mit dem Wert der entsprechenden Lampendatenblätter in IEC 60081 oder IEC 60901 mit folgenden zulässigen Abweichungen übereinstimmen:

$\pm 0,5 \%$ beim Wert des Kalibrierstroms;

$\pm 1 \%$ bei allen anderen Werten des Stroms zwischen 50 % und 115 % des Kalibrierstroms.

B.4.3 Serieninduktivität und Parallelkapazität

Die Serieninduktivität eines Referenzwiderstandes muss kleiner als 0,1 mH sein, seine Parallelkapazität muss kleiner als 1 nF sein.

B.5 Schaltung für Frequenzen von 25 kHz (siehe [Bild 5](#))

B.5.1 Elektrodenheizung

HF-Referenzvorschaltgeräte dürfen in einer Schaltung mit getrennten Stromquellen für die Heizung der Lampenelektroden zur Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Lampenstarts betrieben werden. Diese Stromquellen müssen bei der Lampenmessung abgetrennt werden.

B.5.2 Spannungsquelle

Die HF-Spannungsquelle, die für die Einstellung des oder zur Prüfung mit dem HF-Referenzvorschaltgerät verwendet wird, muss so sein, dass bei voller Auslastung der Effektivwert des gesamten Oberschwingungsanteiles 3 % des Grundschwingungsanteiles nicht überschreiten darf.

Diese Spannungsquelle muss möglichst stabil und möglichst frei von plötzlichen Schwankungen sein. Zum Erreichen bestmöglicher Ergebnisse sollte die Spannung innerhalb 0,2 % geregelt werden.

Für Referenzvorschaltgeräte des Widerstandstyps muss die Frequenz innerhalb 2 % gehalten werden.

B.5.3 Messgeräte

Alle bei der Messung von HF-Referenzvorschaltgeräten verwendeten Messgeräte sollten für den Hochfrequenzbetrieb geeignet sein.

Einzelheiten hierzu sind in Beratung.

B.5.4 Verdrahtung

Zur Vermeidung von Streukapazitäten müssen Verbindungsleitungen so kurz und geradlinig wie möglich verlegt sein.

Die Streukapazität parallel zur Lampe muss kleiner als 1 nF sein.

Anhang C (normativ)

Bedingungen für Referenzlampen

Als Referenzlampe nach 3.4 wird eine Lampe angesehen, die mindestens 100 h gealtert ist und bei der beim Betrieb mit einem Referenzvorschaltgerät unter den Bedingungen nach Anhang A bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C weder die Lampenleistung oder die Spannung an den Lampenanschlüssen noch der Lampenbetriebsstrom um mehr als 2,5 % von den entsprechenden Bemessungswerten, falls zutreffend, nach IEC 60081 und IEC 60901 abweichen.

Für Referenzlampen, die ohne Starter arbeiten, darf der Elektrodenwiderstand durch die Verwendung eines Parallelwiderstands verkleinert werden, falls der Elektrodenwiderstand mehr als 10 % über dem Bemessungswert des Lampendatenblattes liegt.

Für das zu prüfende Vorschaltgerät muss immer der passende Referenzlampentyp verwendet werden.

Die Kurvenform des Stromes, die bei einer stabil brennenden und mit einem Referenzvorschaltgerät verbundenen Referenzlampe abgegeben wird, muss für aufeinander folgende Halbwellen im Wesentlichen gleich sein.

ANMERKUNG Dadurch wird die mögliche Entstehung geradzahliger Oberschwingungen durch einen Gleichrichteffekt begrenzt.

Anhang D (informativ)

Erläuterung zu den Startbedingungen

D.1 Einführung

Die Anforderungen an die in [Abschnitt 7](#) angegebenen Startbedingungen und die zugehörigen Daten in den Lampendatenblättern der IEC-Publikationen wurden festgelegt, um die verschiedenen Lampenstartverfahren zu beschreiben, die bei elektronischen Vorschaltgeräten angewendet werden können.

Da diese Startverfahren komplizierter sein können als die von üblichen Schaltungen mit 50 Hz oder 60 Hz, dient dieser Anhang dazu, die Anforderungen dieser Norm und der in den Lampendatenblättern festgelegten Daten zu erläutern.

D.2 Kenndaten, die den Lampenstart beeinflussen

Es gibt fünf wesentliche physikalische Eigenschaften, die den Startmechanismus einer Leuchtstofflampe beeinflussen.

- Elektrodenheizung: Vorheizenergie und Vorheizzeit.
- Leerspannung: Spannung an den Lampenanschlüssen und der Zündhilfe, sowohl während der Vorheizung als auch im Augenblick der Lampenzündung.
- Umweltbedingungen: Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchte.
- Physikalische Lampeneigenschaften: Art und Druck des Füllgases, Lampenmaße, Vorhandensein einer leitenden Innenbeschichtung.
- Versorgungs- und Leuchtenbedingungen: Betriebsfrequenz, Maße und Abstand einer Zündhilfe.

Alle diese Eigenschaften stehen in einem komplexen Zusammenhang, und wenn sie für ein gewähltes Startverfahren nicht zusammenpassen, ist mangelhaftes Betriebsverhalten der Lampe das Ergebnis (z. B. reduzierte Lampenlebensdauer, verminderte Anzahl von Startzyklen bei vorgegebener Lampenlebensdauer, übermäßige Schwärzung der Lampenenden).

D.3 Hauptverfahren des Lampenstarts

Traditionsgemäß gibt es für den Start von Leuchtstofflampen im Betrieb mit Vorschaltgeräten für 50 Hz oder 60 Hz zwei Hauptmethoden, den Start mit und ohne Elektrodenvorheizung.

Beide Verfahren können mit elektronischen Vorschaltgeräten angewendet werden, aber entsprechend der höheren Technologie, die in elektronische Vorschaltgeräte integriert werden kann, müssen geänderte Verfahren für Festlegungen, Messungen und Überprüfungen der Eigenschaften des Starts oft angewendet werden.

Obwohl elektronische Vorschaltgeräte Lampenstartbedingungen auf kompliziertere Art und Weise herstellen können als herkömmliche Vorschaltgeräte für 50 Hz oder 60 Hz, gelten auch für diese die gleichen Prinzipien zum Erreichen eines guten Betriebsverhaltens der Lampen.

D.4 Besondere Verfahren des Lampenstarts

D.4.1 Start mit Elektrodenvorheizung

Üblicherweise werden verschiedene Verfahren für den Lampenstart mit Elektrodenvorheizung angewendet, jedoch können alle darin zusammengefasst werden, dass eine ausreichende Energiemenge an die Elektrode geliefert werden muss. Es können besondere Lösungen auf der Basis von mehr oder weniger konstantem Strom oder spannungsgesteuerter Elektrodenvorheizung existieren.

Mit all diesen Verfahren müssen während der Startperiode folgende Anforderungen erfüllt werden, um ein zufrieden stellendes Betriebsverhalten der Lampe sicherzustellen.

- a) Bevor die Elektroden beginnen zu emittieren, müssen die Leerspannungen an den Lampenanschlüssen und/oder von der Lampe zur Zündhilfe unter dem Wert gehalten werden, der einen die Elektroden zerstörenden Glimmstrom bewirkt.
- b) Nachdem die Elektroden zu emittieren begonnen haben, müssen die Leerspannungen ausreichend sein, um die Lampe schnell und ohne wiederholte Startversuche zu starten.
- c) Wenn die Leerspannungen erhöht werden müssen, um die Lampe zu starten, sobald die Elektroden emissionsfähig sind, muss der Übergang von der niedrigen auf die höhere Leerspannung erfolgen, solange die Elektroden noch auf Emissionstemperatur sind.
- d) Während der Elektroden-Vorheizperiode dürfen Vorheizstrom oder -spannung nicht so hoch sein, dass das Emissionsmaterial der Elektroden durch Überhitzung zerstört wird.

Da die notwendigen Leerspannungen für den Start mit Vorheizung verhältnismäßig niedrig sind, können für manche Lampentypen Mehrlampen-Reihenschaltungen angewendet werden.

In einer derartigen Schaltung wird (werden) manchmal (ein) Startkondensator(en) eingesetzt, um einen Teil der Lampenkombinationen zu überbrücken, während die volle Leerspannung an den nicht überbrückten Lampen anliegt. Die Größe des Startkondensators hängt von dem möglichen zerstörenden Glimmstrom während der Anfangsphase des Startvorganges ab. Es muss darauf geachtet werden, bei der Wahl des Startkondensators einen Ausgleich zwischen einem leichten Start und anderen Betriebseigenschaften von Lampe und Vorschaltgerät zu finden.

D.4.2 Start ohne Elektrodenvorheizung

Dieses Verfahren bedient sich der Feldemission, die bei ungeheizten Elektroden einer Lampe auftritt, wenn eine hohe Leerspannung plötzlich an die Lampenanschlüsse angelegt wird.

Die Höhe der Leerspannung und die Quellimpedanz des Vorschaltgerätes bestimmen die Zeit, die die Lampe braucht, um das Glimmstadium zu passieren und die Bogenentladung zu erreichen.

Ein Hauptgrund für eine übermäßige Schwärzung der Lampenenden und einen sich daraus ergebenden Frühausfall der Lampe liegt im außerordentlich hohen und/oder lange dauernden Glimmentladungsstrom während des Startvorganges. Um den zerstörenden Effekt des Glimmentladungsstromes möglichst gering zu halten, ist es notwendig, dass ein Mindestwert der Leerspannung sichergestellt wird und dass das Vorschaltgerät in der Lage ist, die Lampe sehr schnell durch die Glimmentladungsphase zu bringen und sie ohne viele sich wiederholende Startversuche, die nicht länger als 100 ms dauern dürfen, zu starten.

Manche Vorschaltgeräte benutzen Ströme in den Lampenelektroden aus anderen Gründen als zum Erreichen angemessener Elektrodenheizung (z. B. um einen Start mit reduzierter Startspannung zu unterstützen). In solchen Fällen muss zur Vermeidung einer Elektrodenüberhitzung die Begrenzung auf den maximalen Elektrodenstrom beachtet werden.

D.5 Erläuterung der Anforderungen nach [Abschnitt 7](#) und den Angaben in den Lampendatenblättern

D.5.1 Start mit Elektrodenvorheizung

D.5.1.1 Vorheizenergie und Vorheizzeit (t_s)

- *Mindestwerte für die Vorheizenergie*

Die Wärmemenge, die erforderlich ist, um einen bestimmten Elektrodentyp auf die niedrigste Emissionstemperatur zu bringen, kann durch die Zeit und zwei Konstanten, Q und P , die durch die physikalischen Eigenschaften des gegebenen Elektrodentyps bestimmt sind, angegeben werden.

Dieser Zusammenhang kann durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$E_{\min} = Q_{\min} + P_{\min} \times t$$

$$E_{\max} = Q_{\max} + P_{\max} \times t$$

Dabei ist

$t = t_s$ die Zeit bis zum Start (s). Normen für Lampen benutzen den Parameter t_s als einen bestimmten, klar erkennbaren Zeitpunkt. In Wirklichkeit liegt dieser Wert jedoch zwischen t_1 und t_2 . Die Zeitspanne (t_1 , t_2) ist in [Bild 1](#) dargestellt;

ANMERKUNG Eine Emissionszeit unter 0,4 s ist üblicherweise nicht akzeptabel, da die Erfahrung gezeigt hat, dass ausreichende Elektrodenvorheizung in der Praxis nicht immer erreicht werden kann.

$Q_{\min}$ eine Konstante, die vom Elektrodentyp abhängig ist (J);

$P_{\min}$ eine Konstante, die vom Elektrodentyp abhängig ist (W);

$E_{\min}$ der Mindestwert der Vorheizenergie (J);

$Q_{\max}$ eine Konstante, die vom Elektrodentyp abhängig ist (J);

$P_{\max}$ eine Konstante, die vom Elektrodentyp abhängig ist (W);

$E_{\max}$ der Höchstwert der Vorheizenergie (J).

Die Werte der Konstanten Q und P sind zusammen mit dem Wert für den Elektrodenersatzwiderstand im jeweiligen Lampendatenblatt angegeben. Selbstverständlich können auf einfache Weise Energiewerte in Strom- oder Spannungswerte umgerechnet werden, falls dies für einen besonderen Typ von Vorschaltgerät benötigt wird.

Der Wert für die wirksame Vorheizenergie $E_{\min}$ kann durch Einsetzen des gemessenen Wertes von t_s in die oben angegebene Gleichung, die auch auf jedem Lampendatenblatt angegeben ist, errechnet werden.

- *Höchstwerte für die Vorheizenergie*

Die Höchstwerte für die Vorheizenergie werden mit Hilfe der Gleichung für $E_{\max}$ und der auf jedem Lampendatenblatt angegebenen Werte berechnet, die mit dem erforderlichen Wert des Ersatzwiderstandes gemessen werden.

Eine schematische Darstellung dieser Anforderungen ist in [Bild 1](#) angegeben.

ANMERKUNG Wenn die Versorgung der Vorheizenergie unterbrochen wird, findet keine Energieübertragung an die Elektroden statt. Da [Bild 1](#) die gelieferte Energie zeigt (und nicht den Energieinhalt der Elektroden), bleibt die Energiekurve zum Zeitpunkt der Versorgungsunterbrechung konstant, d. h. eine waagerechte Linie. Das energetische Verhalten der Elektroden, z. B. die Verluste durch Abkühlung, wird durch die Neigung P der Gleichung $E_{\min} = Q + P \times t$ beschrieben.

D.5.1.2 Leerspannungen

In den entsprechenden Lampendatenblättern sind sowohl Daten für Systeme angegeben, die eine Zündhilfe benötigen, als auch für Systeme, die keine Zündhilfe benötigen. Es ist wichtig, vor Beginn der Prüfung das richtige System zu bestimmen.

Für einige Lampentypen werden in den zugehörigen Lampendatenblättern Werte für die größte Leerspannung vor Erreichen der Zeit t_e festgelegt, die höher oder gleich den Mindestwerten der Leerspannung nach Erreichen der Zeit t_e sind. Vorschaltgeräte für diese Lampen müssen nicht unbedingt die Leerspannung anheben, um einen einwandfreien Start dieser Lampen zu bewirken.

D.5.2 Start ohne Elektrodenvorheizung

Die Messung der Leerspannung allein stellt nicht unbedingt sicher, dass ein Vorschaltgerät eine Lampe ordnungsgemäß und mit der erforderlich kurzen Glimmentladungsphase startet. Manche Vorschaltgeräte sind

nicht in der Lage, von Anfang an den Strom zu liefern, der erforderlich ist, um die Lampe schnell genug durch die Glimmentladungsphase in die Bogenentladung überzuführen.

Um diese Situation zu vermeiden, wird mit einem Lampenersatzwiderstand eine Vorschaltgeräte-Impedanzprüfung durchgeführt.

Werte für den Lampenersatzwiderstand und den mit diesem Widerstand zu erreichenden Mindeststrom sind im entsprechenden Lampendatenblatt angegeben.

D.6 Anforderungen an die Messungen

Da die Eigenschaften von elektronischen Vorschaltgeräten vor und während der Zündung nicht unbedingt stabile Spannungen oder Ströme sicherstellen, ist es erforderlich, Messgeräte und Messtechniken anzuwenden, die diese Bedingungen berücksichtigen.

Anhang E (normativ)

Ansteuer-Schnittstelle für dimmbare Vorschaltgeräte

E.1 Anwendungsbereich

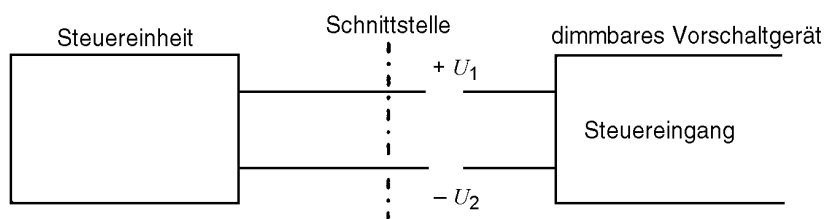
Dieser Anhang beschreibt die Ansteuer-Schnittstelle für dimmbare elektronische Vorschaltgeräte. Durch das Steuersignal, das an die Steuereingangsklemmen des Vorschaltgerätes angelegt wird, wird die Lampenleistung durch das elektronische Vorschaltgerät zwischen den Werten Minimum/Aus und Maximum gesteuert.

Bei nicht angeschlossenem Steuersignal muss das Vorschaltgerät den nach **IEC 61347-1** und **IEC 61347-2-3** festgelegten Höchstwert der Lampenleistung oder den Pegel bei einem Systemfehler, falls anwendbar, abgeben.

Dieser Anhang enthält keine Anforderungen an die Steuereinheit.

E.2 Steuerung mit Gleichspannung

E.2.1 Schaltdiagramm; funktionelle Beschreibung für die Steuerung mit Gleichspannung



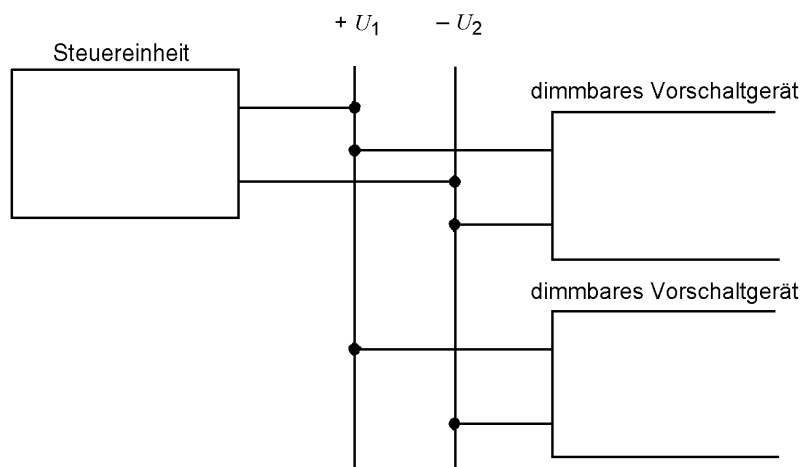
Die Lampenleistung eines dimmbaren Vorschaltgerätes wird mit einer Gleichspannung am Steuereingang des dimmbaren Vorschaltgerätes gesteuert. Diese Gleichspannung besitzt folgende Kennwerte:

Bereich des Steuersignals

$U_{1,2}$ = zwischen 10 V und 11 V:	Höchstwert der Lampenleistung
$U_{1,2}$ = zwischen 0 V und 1 V:	Kleinstwert der Lampenleistung/kleinste Lichtabgabe
$U_{1,2}$ = zwischen 1 V und 10 V:	ansteigende Lampenleistung vom Kleinst- zum Größtwert
$U_{1,2}$ = zwischen 0 V und 11 V:	stabiler Lampenbetrieb mit stabiler Lichtabgabe

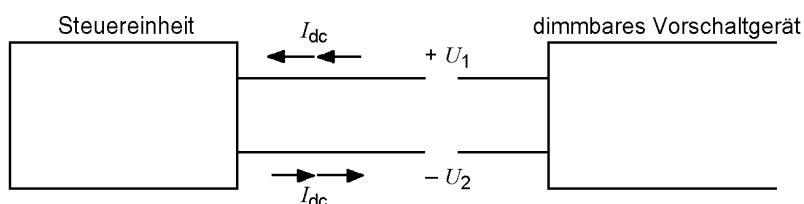
E.2.2 Anschlussdiagramm

Abhängig von der Strombelastbarkeit können mehrere dimmbare Vorschaltgeräte auf folgende Weise an eine Steuereinheit angeschlossen werden:



E.2.3 Elektrische Werte

E.2.3.1 Das dimmbare Vorschaltgerät dient als Stromquelle.



E.2.3.2 Grenzwerte der Steuereingangsspannung

Das Vorschaltgerät darf nicht beschädigt werden, wenn die Steuereingangsspannung $U_{1,2}$ im Bereich zwischen -20 V und $+20\text{ V}$ liegt.

Das Vorschaltgerät darf keine Spannungen erzeugen, die die Grenzwerte für die Steuereinheit überschreiten, und in keinem Fall dürfen folgende Werte überschritten werden:

$$U_{1,2} \text{ zwischen } -20\text{ V und } +20\text{ V.}$$

Die Anschlüsse des Steuereingangs müssen gegen Verpolung geschützt sein. In einem solchen Fall muss das Vorschaltgerät mit geringster Lichtabgabe arbeiten oder abschalten.

Bei Steuereingangsspannungen zwischen 0 V und 11 V muss eine stabile Lichtabgabe erzeugt werden.

Die Prüfung ist durch Besichtigung vorzunehmen.

E.2.3.3 Grenzwerte des Steuereingangsstroms

Grenzwerte für den Steuereingangsstrom, der für die Steuereinheit bereitgestellt werden muss, betragen als Kleinstwert $10\text{ }\mu\text{A}$ und als GrößtWert 2 mA .

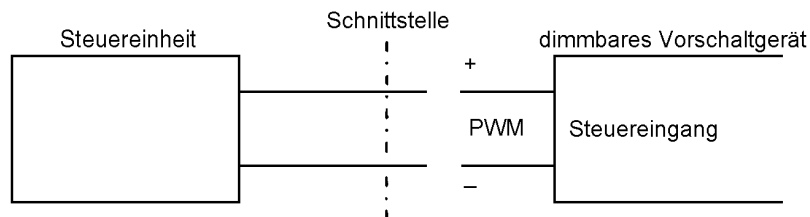
Der Wert des Steuereingangsstroms muss vom Hersteller angegeben oder auf dem Vorschaltgerät vermerkt sein.

E.2.3.4 Einschalten

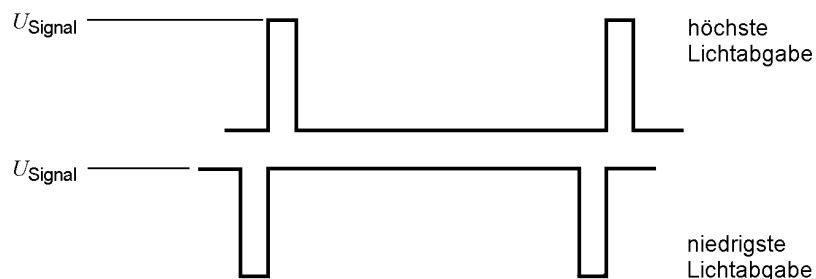
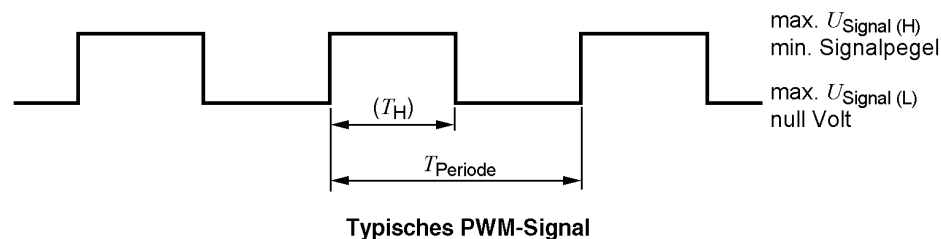
Das Einschalten ist in jeder Dimmstellung zulässig.

E.3 Pulsbreitenmodulierte (PWM-)Steuerung

E.3.1 Schaltungsdiagramm; funktionelle Beschreibung der PWM-Steuerung



Die Lampenleistung eines dimmbaren Vorschaltgerätes wird durch das PWM-Signal am Steuereingang des dimmbaren Vorschaltgerätes gesteuert. Die Lampenleistung wird verändert, indem der zeitlich prozentuale Anteil, bei dem das PWM-Signal den Wert U_{Signal} hat, variiert wird. Das PWM-Signal besitzt folgende Kennwerte:



PWM-Signale für höchste und niedrigste Lichtabgabe

Die Spannung des Signals liegt zwischen $U_{\text{Signal}}(L)$ und $U_{\text{Signal}}(H)$.

Dabei ist:

$U_{\text{Signal}}(L)$ mindestens 0 V;

$U_{\text{Signal}}(L)$ höchstens 1,5 V;

$U_{\text{Signal}}(H)$ mindestens 10 V;

$U_{\text{Signal}}(H)$ höchstens 25 V;

T_{Periode} (Zykluszeit) mindestens 1 ms und höchstens 10 ms.

Volle Lichtabgabe bei Signalbreite T_H 0 % bis 5 % $\pm$ 1 %.

1 % oder kleinste Lichtabgabe bei Signalbreite T_H 95 % $\pm$ 1 %.

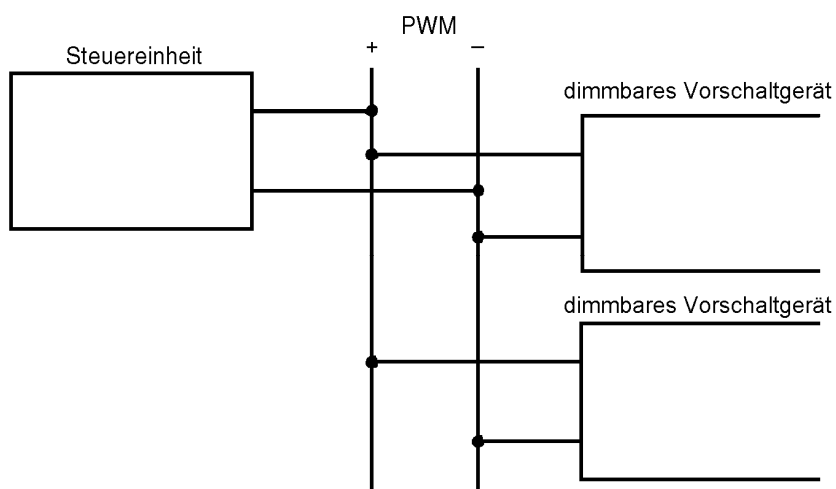
Ausschalten bei Signalbreite T_H > 95 %.

ANMERKUNG Dieser Teil des Signals wird zum Ausschalten umgepolt. Besitzt ein Vorschaltgerät diese Eigenschaft jedoch nicht, so sollte die Lichtabgabe bei dem Kleinstwert bleiben.

Bei einer Signalbreite T_H < 95 % darf kein Ausschalten auftreten.

E.3.2 Anschlussschema

Abhängig von der Strombelastbarkeit können mehrere dimmbare Vorschaltgeräte auf folgende Weise an eine Steuereinheit angeschlossen werden.



E.3.3 Elektrische Werte

Die Steuereinheit ist Stromquelle und das Vorschaltgerät Stromsenke.

E.3.3.1 Grenzwerte der Signalspannung

Das Vorschaltgerät darf bei Signalspannungen U_{Signal} unter 25 V nicht beschädigt werden.

Die Anschlüsse des Steuereingangs müssen gegen Verpolung geschützt sein. In einem solchen Fall darf das Vorschaltgerät nicht arbeiten.

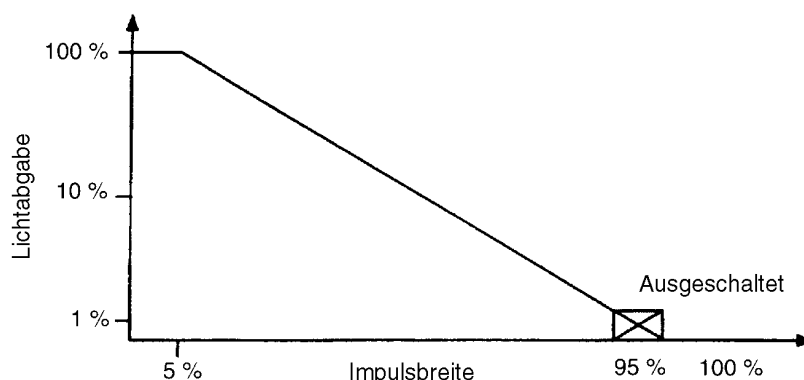
E.3.3.2 Impedanz des Steueranschlusses

Die Impedanz des Steueranschlusses muss zwischen 1 k Ω und 10 k Ω liegen.

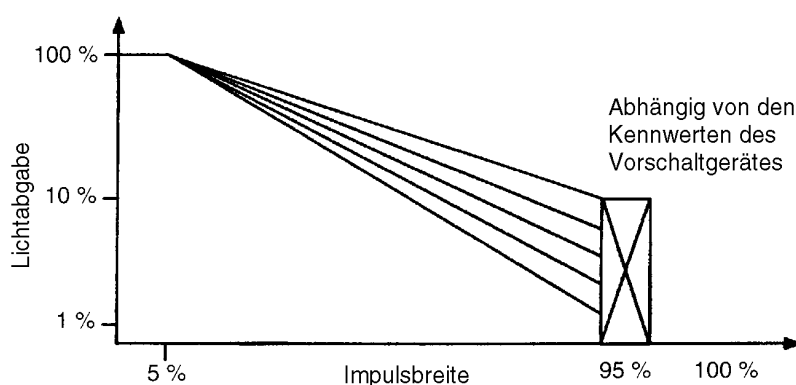
E.3.3.3 Eingangsstrom

Der Wert des Eingangsstroms bei stabil anstehender Spannung von 12 V muss angegeben oder auf dem Vorschaltgerät vermerkt sein.

E.3.4 Beispiele für Steuerkennlinien



Dimmverlauf für ein Vorschaltgerät bei niedrigster Lichtabgabe 1 %



Dimmverlauf für ein Vorschaltgerät mit einer niedrigsten Lichtabgabe größer als 1 %

E.4 Steuerung mit digitalen Signalen

Die Normung der Steuer-Schnittstelle für die „Steuerung mit digitalen Signalen“ für elektronische Vorschaltgeräte ist vorgesehen, um den gemeinsamen Betrieb von Lichtsteuergeräten und elektronischen Vorschaltgeräten verschiedener Hersteller zu ermöglichen. Die Beleuchtungssteuerung erfolgt dabei unterhalb des Niveaus eines Gebäudemanagementsystems mit Multi-Master-Architektur.

Deshalb hat die Schnittstelle eine feste, jedoch begrenzte Spezifikation, um eine niedrige Schwelle für die Anwendung sowohl hinsichtlich Kosten/Preis des Vorschaltgerätes als auch für die schnelle Einführung zu ermöglichen. Die direkten Vorteile bei der Anwendung sind hauptsächlich: einfaches Durchschleifen der Steuerleitung und keine Anwendung von Netzschaltrelais.

ANMERKUNG Diese Schnittstelle für digitale Signale ist ein Arbeitsbeispiel, dessen guter Betrieb in der Praxis bestätigt wurde. Andere Schnittstellen sind ebenfalls möglich.

• Kurzbeschreibung

- Maximal 64 einzeln adressierbare Vorschaltgeräte innerhalb eines Systems.
- Das Vorschaltgerät kann nicht als Master arbeiten.
- Vorschaltgeräte können mehrfach zu Gruppen zusammengefasst werden.
- Bi-Phase-Kodierung zur Fehlererkennung (siehe E.4.3.6 – Impulsdigramm).
- Asynchrones Start-Stopp-Übertragungsprotokoll.
- Niedrige Datenrate: 1 200 bit/s.
- Zulässiger Spannungsabfall auf der Steuerleitung: 2 V.

- Keine Erdschleifen aufgrund der Potentialtrennung im Vorschaltgerät.

Sofern Kleinstwert/Größtwert nicht festgelegt sind, betragen die zulässigen Abweichungen für alle aufgeführten Zeitangaben in diesem Dokument $\pm 10\%$.

Impedanz der Steueranschlüsse (siehe Bild E.1):

$$R_{in} \geq 8 \text{ k}\Omega \text{ statisch bei typischem H-Pegel}$$

$$C_{in} \leq 1 \text{ nF}$$

$$L_{in} \leq 1 \text{ mH}$$

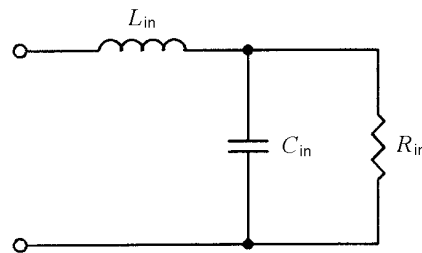


Bild E.1 – Ersatzschaltbild an den Steueranschlüssen des Vorschaltgerätes

Die Robustheit kann erhöht werden durch die freigestellte Einführung von:

- polaritätsunempfindlichen Schnittstellen-Eingängen;
- Überspannungsschutz bei unbeabsichtigtem Anlegen von Netzspannung zwischen den Steuerleitungen.

• Kennwerte für die Übertragung

Die Übertragungsgeschwindigkeit, angegeben als Bandbreite, ist für den Hinkanal und für den Rückkanal auf 1 200 Hz festgelegt.

Sämtliche festgelegten Werte von Spannungen und Strömen beziehen sich auf die Anschlussklemmen des elektronischen Vorschaltgerätes.

Ein Datenblock des Hinkanals besteht aus 19 Bits (siehe [E.4.3.6](#) – Impulsdiagramm):

- 1 Startbit;
- 1 Adressbyte: 1 Einzel- oder Gruppenadressbit, 6 Adressbits, 1 Auswahlbit;
- 1 Datenbyte: 8 Datenbits;
- 2 Stoppbits.

Ein Datenblock des Rückkanals besteht aus 11 Bits (siehe [E.4.3.6](#) – Impulsdiagramm):

- 1 Startbit;
- 1 Datenbyte: 8 Datenbits;
- 2 Stoppbits.

• Prüfbedingungen

Es gelten die Prüfbedingungen für Vorschaltgeräte nach [IEC 61347-1](#), [Anhang H](#). Für Unterbrechungen der Netzversorgung (0,2 s) gelten die Prüfbedingungen nach [IEC 60669-2-1](#).

Zur Sicherstellung der Zusammenarbeit von Vorschaltgeräten verschiedener Hersteller sind Prüfverfahren vorgesehen, um die richtige Interpretation der in dieser Norm festgelegten Parameter und Befehle zu prüfen.

Es werden folgende Prüfverfahren festgelegt (siehe [Anhang G](#)) und in Form von Flussdiagrammen erläutert:

- [G.1](#) Prüfsequenzen „Physikalische Betriebsparameter“
- [G.2](#) Prüfsequenzen „Konfigurationsbefehle“
- [G.3](#) Prüfsequenzen „Befehle zur Steuerung der Lampenleistung“
- [G.4](#) Prüfsequenzen „Adresszuweisung durch physikalische Auswahl“
- [G.5](#) Prüfsequenzen „Adresszuweisung nach dem Zufallsprinzip“
- [G.6](#) Prüfsequenzen „Abfragen und reservierte Befehle“

- **Kennzeichnung der Anschlussklemmen**

Beide Anschlussklemmen der Schnittstelle müssen mit „DA“ für Daten gekennzeichnet sein.

Wenn die Schnittstelle polaritätsempfindlich ist, dann müssen die Anschlussklemmen zusätzlich mit „+“ bzw. „–“ gekennzeichnet werden.

- **Allgemeine Bemerkungen**

In diesem Entwurf wird „Lampe“ für Anwendungen verwendet, bei denen ein Vorschaltgerät eine oder mehrere Lampe(n) betreibt.

Wenn ein Vorschaltgerät „ausgeschaltet“ ist, muss angenommen werden, dass das Vorschaltgerät weiterhin mit Netzspannung versorgt wird, aber im Bereitschaftsbetrieb ist.

Reservierte Befehle dürfen nicht ohne eine offizielle Änderung dieses Schriftstücks verwendet werden; auf Gerätetyp 0 beschränkt; siehe Befehl 272.

E.4.1 Elektrische Werte

E.4.1.1 Spannungsbemessung

Die in [Bild E.2](#) festgelegten Signalpegel werden für einen zuverlässigen Betrieb eines elektronischen Vorschaltgerätes innerhalb der festgelegten Betriebstemperaturen des Vorschaltgerätes als anwendbar angesehen.

Wenn keine Übertragung stattfindet (Ruhezustand), liegt die Schnittstellenspannung im Allgemeinen auf H-Pegel.

Die Flanken der empfangenen und gesendeten Datensignale an den Anschlussklemmen der digitalen Schnittstelle müssen betragen: $10\ \mu\text{s} \leq t_{\text{FALL}} \leq 100\ \mu\text{s}$ bzw. $10\ \mu\text{s} \leq t_{\text{RISE}} \leq 100\ \mu\text{s}$.

Die festgelegten Zeiten t_{FALL} und t_{RISE} sind mit allen Konfigurationen aus Bauart der Leitungen und Leitungslängen erreichbar.

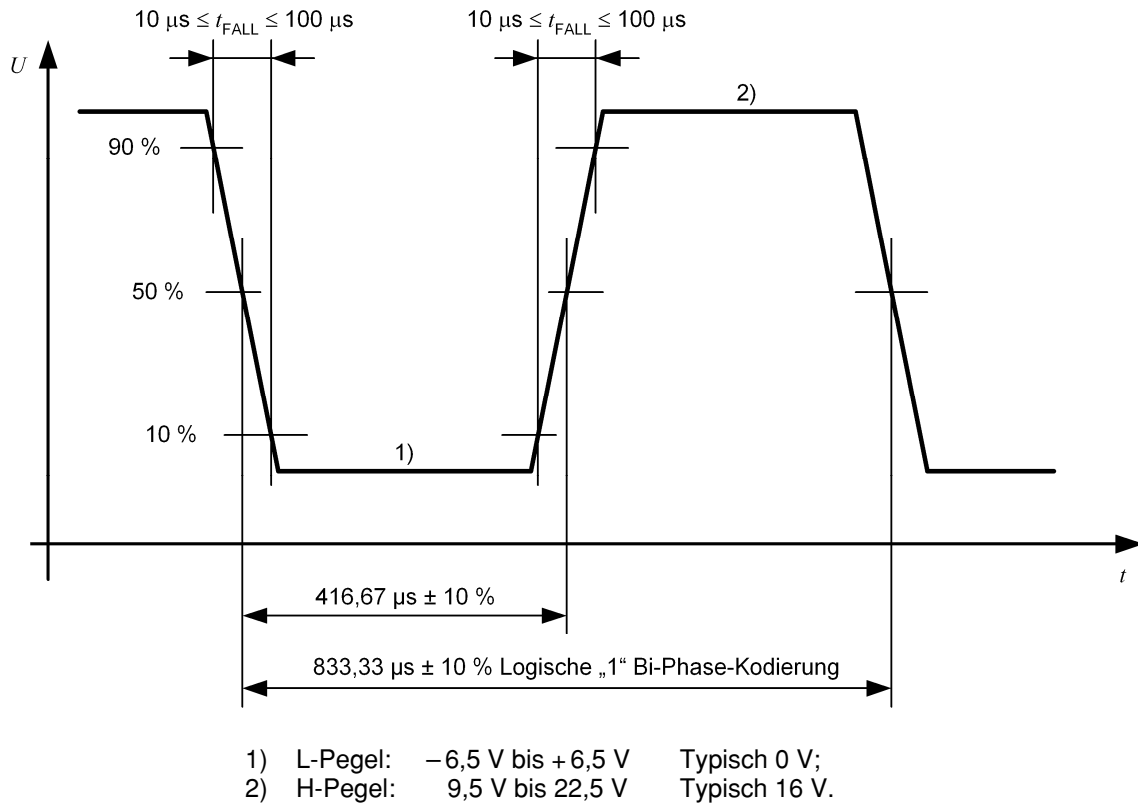


Bild E.2 – Gefordertes Zeitverhalten an den Vorschaltgerät-Anschlussklemmen der digitalen Schnittstelle

Für den H-Pegel beträgt der Spannungsbereich 9,5 V bis 22,5 V und für den L-Pegel -6,5 V bis +6,5 V. Zwischen 6,5 V und 9,5 V ist der Pegel nicht definiert.

E.4.1.2 Strombemessung

Aufgrund der Höchstanzahl der Vorschaltgeräte je Steuereinheit darf das Vorschaltgerät im nichtaktiven Zustand nicht mehr als 2 mA bei $\leq 22,5$ V aufnehmen. Dieser Wert muss von jedem Hersteller der Vorschaltgeräte zugesichert werden.

Im aktiven Zustand muss das Vorschaltgerät mindestens 250 mA bei $\leq 4,5$ V vertragen. Das Vorschaltgerät muss die Schnittstellenspannung auf einem geringeren Wert als 4,5 V halten.

Die Stromversorgung der Schnittstelle muss den Versorgungsstrom unter allen Umständen auf max. 250 mA begrenzen. Dieser Schaltkreis zur Strombegrenzung muss schneller als 10 µs reagieren.

Für die Festlegungen der Schnittstelle an den Anschlussklemmen des Vorschaltgerätes gilt:

- Aktiver Zustand: L-Pegel (Spannung) $\leq 4,5$ V; H-Pegel (Strom) ≤ 250 mA (begrenzt durch Stromversorgung).
- Nichtaktiver Zustand: H-Pegel (Spannung) $\leq 22,5$ V; L-Pegel (Spannung) $\leq 6,5$ V; H-Pegel (Strom) ≤ 2 mA.

Siehe E.4.3.9 und Bild E.3: Spannungsbemessung.

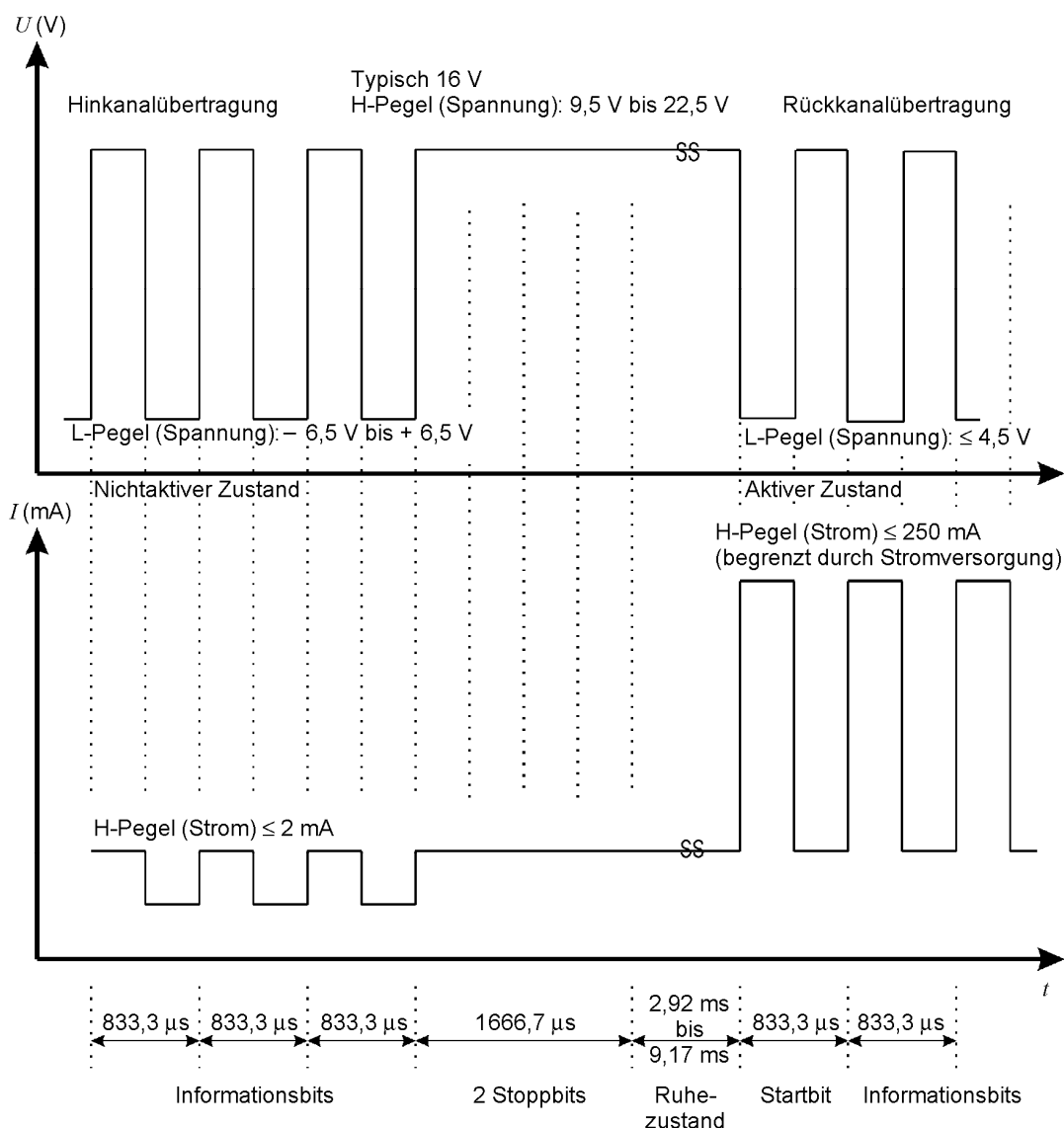


Bild E.3 – Spannungs- und Strompegel für Hin- und Rückkanalübertragung an den Anschlussklemmen der digitalen Schnittstelle des Vorschaltgerätes

E.4.2 Betriebsspezifikation

E.4.2.1 Betriebsverfahren

- Betriebsweise**

Das Vorschaltgerät wird in der Master-Slave-Betriebsart betrieben, wobei das Vorschaltgerät als Slave und jede Steuereinheit als Master fungiert. Demzufolge überträgt das Vorschaltgerät nur Informationen auf Anforderung und besitzt keine Merkmale, die eine Kollisionsvermeidung oder Kollisionbehandlungsverfahren in der Rückkanal-Betriebsart unterstützen.

- Logarithmische Dimmkurve, Lampenleistungswerte und Genauigkeit**

Der kleinste Dimmwert des Vorschaltgerätes beträgt 0,1 % und muss mit dem digitalen Wert von 1 im Bereich von 1 bis 254 (absolutes Dimmen) verbunden sein. Der höchste Lampenleistungswert des Vorschaltgerätes (100 %) muss mit dem digitalen Wert von 254 verbunden sein. Es wird eine logarithmische

Dimmkurve von 0,1 % bis 100 % festgelegt (siehe [E.4.3.7](#) und [E.4.3.8](#)). Aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Einflüsse können die Dimmwerte nur die Leistungswerte der Lampe widerspiegeln.

Die relative Genauigkeit der Dimmkurve muss monoton $\pm 1/2$ Schritt betragen. Die absolute Genauigkeit des Lampenleistungswertes muss vom Hersteller des Vorschaltgerätes festgelegt werden.

- **Einschalten**

Die Schnittstellensignale müssen 0,5 s nach dem Anlegen der Netzspannung fehlerfrei empfangen werden.

Frühestens nach weiteren 0,1 s muss das Vorschaltgerät über die Vorheiz- (sofern zutreffend) und die Zündphase auf den „POWER ON LEVEL“ gehen. Das Vorschaltgerät darf nicht den Reset-Zustand einnehmen.

Während des Zeitintervalls von 0,1 s muss das Vorschaltgerät auf mögliche Befehle reagieren, falls der „POWER ON LEVEL“ nicht gewünscht ist.

- **Schnittstellenfehler**

Für den Fall, dass sich die Schnittstellen-Ruhe-spannung während mehr als 500 ms ständig unterhalb des festgelegten H-Pegelbereichs für den Empfang befindet (siehe [E.4.3.9](#)), muss das Vorschaltgerät den Inhalt von „SYSTEM FAILURE LEVEL“ überprüfen.

Falls „MASK“ gespeichert ist, muss das Vorschaltgerät in dem momentanen Zustand verbleiben (keine Änderung des Dimmwertes, kein Ein- oder Ausschalten). Für den Fall, dass ein anderer Wert gespeichert ist, muss das Vorschaltgerät unverzüglich diesen Lampenleistungswert ohne zu dimmen einstellen. Nach dem Wiederherstellen der Ruhe-spannung darf das Vorschaltgerät seinen Zustand nicht verändern.

- **Min.- und Max.-Werte**

Die Programmierung eines MIN LEVEL über oder eines MAX LEVEL unterhalb des aktuellen Dimmwertes muss den aktuellen Lampenleistungswert auf den neuen MIN LEVEL oder MAX LEVEL setzen. Die Programmierung eines MIN LEVEL unterhalb oder eines MAX LEVEL oberhalb des aktuellen Dimmwertes darf den aktuellen Lampenleistungswert nicht beeinflussen.

Sämtliche im Vorschaltgerät gespeicherten Lampenleistungswerte dürfen durch die Einstellungen MIN LEVEL oder MAX LEVEL nicht eingeschränkt werden. Trotzdem müssen diese Werte dazu führen, dass das Vorschaltgerät mit MIN LEVEL oder MAX LEVEL arbeitet, wenn der gespeicherte Wert unterhalb des MIN LEVEL oder oberhalb des MAX LEVEL liegt.

Die Lampenleistungswerte „0“ (OFF) und „255“ (MASK) dürfen durch die Einstellungen von MIN LEVEL und MAX LEVEL nicht beeinflusst werden.

- **Antwortzeit des Vorschaltgerätes – Lampenkombination**

Falls ein zweiter Befehl empfangen wird, während gerade eine unbestimmte Dimmung ($< 0,707$ s) läuft, muss der Zielwert des zweiten Befehls trotzdem angefahren werden.

E.4.2.2 Übertragungsprotokoll

- **Zeitverhalten**

Die Anforderungen für die Übertragung sind wie folgt (siehe [Bild E.4](#)):

- Die Pausenzeit zwischen zwei aufeinander folgenden Datenblöcken des Hinkanals muss mindestens 9,17 ms betragen. Damit passen exakt 4 Datenblöcke mit den zugehörigen Pausenzeiten von 9,17 ms in 100 ms.
- Die Pausenzeit zwischen Datenblöcken des Hin- und des Rückkanals muss zwischen 2,92 ms und 9,17 ms betragen. Die Steuereinheit muss bis zu 9,17 ms warten. Wenn kein Rückkanalblock nach 9,17 ms begonnen wurde, dann muss dies als „keine Antwort“ interpretiert werden.

- Die Pausenzeit zwischen Datenblöcken des Rück- und des Hinkanal muss mindestens 9,17 ms betragen.

In bestimmten Fällen muss die Befehlswiederholzeit 100 ms betragen (1 Hinkanalblock in 100 ms). Dies wird für die betreffenden Befehle ausdrücklich aufgeführt.

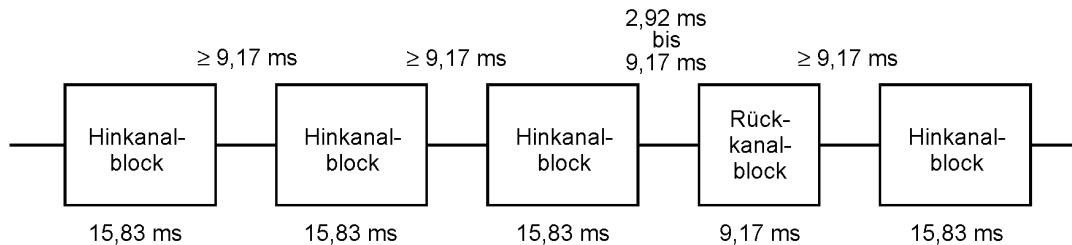


Bild E.4 – Beispiel für die Befehlswiederholzeit

• Datenblockstruktur

Ein Datenblock des Hinkanal muss aus bi-phase-kodierten Bits bestehen: 1 Startbit (logisch „1“), 1 Adressbyte und 1 Datenbyte. Der Block muss mit zwei Stoppbits abgeschlossen werden (Ruhezustand). Die Stoppbits dürfen keine Phasenänderung enthalten (siehe E.4.3.6: Impulsdigramm).

Ein Datenblock des Rückkanal muss aus bi-phase-kodierten Bits bestehen: 1 Startbit (logisch „1“) und 1 Datenbyte. Der Block muss mit zwei Stoppbits abgeschlossen werden (Ruhezustand). Die Stoppbits dürfen keine Phasenänderung enthalten (siehe E.4.3.6: Impulsdigramm).

Die Blockstruktur muss in der Empfangseinheit geprüft werden. Im Falle einer Codeverletzung muss der Block ignoriert werden. Das Vorschaltgerät muss 1,7 ms nach dem Auftreten einer Codeverletzung wieder zum Datenempfang bereit sein.

Abfragebefehle müssen so sein, dass sie mit „Ja“, „Nein“ oder 8-Bit-Daten beantwortet werden können. Die Antworten müssen auch bi-phase-kodiert sein, ausgenommen die Antwort „Nein“:

„Ja“: 1111 1111

„Nein“: Das Vorschaltgerät darf nicht reagieren.

8-Bit-Daten: XXXX XXXX

E.4.3 Spezifikation der Befehle

E.4.3.1 Struktur der digitalen Befehle

Jedes Vorschaltgerät muss über eine Kurzadresse und 16 Gruppenadressen verfügen können und muss auf eine Sammeladresse reagieren.

Jedes Vorschaltgerät muss 16 Szenen, 1 Dimmggeschwindigkeit (FADE RATE), 1 Dimmzeit (FADE TIME) und die Werte für MIN LEVEL, MAX LEVEL, POWER ON LEVEL und SYSTEM FAILURE LEVEL speichern können.

Jedes Vorschaltgerät muss Informationen auf Anfrage zurücksenden können.

• Festlegung der Variablen

Variable		Vorgabewert (bei Auslieferung des Vorschalt- gerätes)	Rücksetzwert	Gültiger Wertebereich	Speicherbedarf ^b
a	„ACTUAL DIM LEVEL“ Aktueller Dimmwert	???? ????	254	0 min. bis max.	(1 Byte RAM)
	„POWER ON LEVEL“	254	254	1 bis 254	1 Byte
	„SYSTEM FAILURE LEVEL“	254	254	0 bis 255 („MASK“)	1 Byte
	„MIN LEVEL“	„PHYSICAL MIN LEVEL“	„PHYSICAL MIN LEVEL“	PHYS. MIN bis MAX LEVEL	1 Byte
	„MAX LEVEL“	254	254	MIN LEVEL bis 254	1 Byte
	„FADE RATE“ Dimmgeschwindigkeit	7 (45 Schritte/s)	7 (45 Schritte/s)	1 bis 15	4 Bytes
	„FADE TIME“ Dimmzeit	0 (nicht dimmen)	0 (nicht dimmen)	0 bis 15	4 Bytes
	„SHORT ADDRESS“ Kurzadresse	255 („MASK“) keine Adresse	unverändert	0 bis 63, 255 („MASK“)	1 Byte
	„SEARCH ADDRESS“ Suchadresse	FF FF FF	FF FF FF	00 00 00 bis FF FF FF	(3 Bytes RAM)
	„RANDOM ADDRESS“ Zufallsadresse	FF FF FF	FF FF FF	00 00 00 bis FF FF FF	3 Bytes
	„GROUPS 0–7“ Gruppe 0 bis 7	0000 0000 (keine Gruppe)	0000 0000 (keine Gruppe)	0 bis 255	1 Byte
	„GROUPS 8–15“ Gruppe 8 bis 15	0000 0000 (keine Gruppe)	0000 0000 (keine Gruppe)	0 bis 255	1 Byte
	„SCENES 0–15“ Szene 0 bis 15	255 („MASK“)	255 („MASK“)	0 bis 255 („MASK“)	16 Bytes
	„STATUS INFORMATION“ Statusinformation	???? ????	0?10 0???	0 bis 255	1 Byte RAM
	„VERSION NUMBER“ Versionsnummer	siehe Befehl 151	keine Änderung	0 bis 255	1 Byte ROM
	„DEVICE TYPE“ Gerätetyp	0	0	0 bis 255	1 Byte ROM
	„PHYSICAL MIN LEVEL“	Werksvor- einstellung	Werksvor- einstellung	1 bis 254	1 Byte ROM
? unbestimmt. ^a Der aktuelle Lampenleistungswert wird durch den Bereich des MIN LEVEL und MAX LEVEL eingeschränkt (siehe E.4.2.1). ^b Nicht flüchtiger Speicher (Speicherzeit unendlich), falls nicht anders festgelegt.					

E.4.3.2 Adressen

Jedes Standard-Vorschaltgerät muss auf eine Kurzadresse, 16 Gruppenadressen und auf eine Sammeladresse reagieren. Folgendes Adresssystem wird angewendet: