

DIN EN 60384-9

ICS 31.060.20

Ersatz für
DIN EN 60384-9:2006-01
Siehe Anwendungsbeginn

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 9: Rahmenspezifikation –
Keramik-Festkondensatoren, Klasse 2
(IEC 60384-9:2015);
Deutsche Fassung EN 60384-9:2015**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 9: Sectional specification –
Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2
(IEC 60384-9:2015);
German version EN 60384-9:2015

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 9: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 2
(IEC 60384-9:2015);
Version allemande EN 60384-9:2015

Gesamtumfang 36 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-04-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-12-01.

Für DIN EN 60384-9:2006-01 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-04-14.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60384-9:2013-07.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 611 „Kondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ erarbeitet.

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

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

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60384-9:2006-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet;
- b) der Bemessungswert der Kapazität wurde durch den Nennwert der Kapazität ersetzt;
- c) 4.13, Feuchte Wärme, konstant, wurde um die Auswahl der Prüfbedingungen erweitert.

Frühere Ausgaben

DIN 45910-17: 1991-04
DIN IEC 60384-9: 1993-01
DIN EN 60384-9: 2006-01

Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 9: Rahmenspezifikation –
Keramik-Festkondensatoren, Klasse 2
(IEC 60384-9:2015)

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 9: Sectional specification –
Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2
(IEC 60384-9:2015)

Condensateurs fixes utilisés dans les
équipements électroniques –
Partie 9: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique, Classe 2
(IEC 60384-9:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-04-14 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60384-9:2015 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 40/2339/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe von IEC 60384-9, ausgearbeitet von dem IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC als EN 60384-9:2015 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-01-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-04-14

Dieses Dokument ersetzt EN 60384-9:2005.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60384-9:2015 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60384-14	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60384-14.
IEC 60384-22	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60384-22.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich	5
1.2 Zweck	5
1.3 Normative Verweisungen	5
1.4 Angaben in der Bauartspezifikation	5
1.5 Begriffe	7
1.6 Kennzeichnung	7
2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften	8
2.1 Bevorzugte Eigenschaften	8
2.2 Bevorzugte Bemessungswerte	8
3 Qualitätsbewertungsverfahren	10
3.1 Primäre Fabrikationsstufe	10
3.2 Baulich ähnliche Bauelemente	10
3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen	10
3.4 Bauartanerkennung	10
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung	16
4 Prüf- und Messverfahren	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 Besondere Vorbehandlung	18
4.3 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	18
4.4 Elektrische Prüfungen	18
4.5 Temperaturcharakteristik der Kapazität	21
4.6 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	22
4.7 Lötwärmebeständigkeit	22
4.8 Lötbarkeit	23
4.9 Rascher Temperaturwechsel (falls verlangt)	23
4.10 Schwingen	24
4.11 Dauerschocken (wiederholte Schocks)	24
4.12 Schocken (Einzelschocks)	25
4.13 Reihenfolge klimatischer Prüfungen	26
4.14 Feuchte Wärme, konstant	28
4.15 Dauerprüfung	29
4.16 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes (falls verlangt)	30
4.17 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt)	30
Anhang A (informativ) Alterung der Kapazität von Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum, Klasse 2	31
A.1 Allgemeines	31

	Seite
A.2 Gesetzmäßigkeit des Alterns der Kapazität	31
A.3 Messung des Kapazitätswertes und Grenzabweichung der Kapazität (siehe 4.4.1)	32
A.4 Besondere Vorbehandlung (siehe 4.2)	32
Literaturhinweise	33
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	34
 Tabellen	
Tabelle 1 – Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität	9
Tabelle 2 – Vorzugswerte der Temperaturcharakteristik der Kapazität	9
Tabelle 3 – Prüfplan und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ	12
Tabelle 4 – Prüfplan für die Bauartanerkennung	13
Tabelle 5 – Losweise Prüfungen	17
Tabelle 6 – Periodische Prüfungen	18
Tabelle 7 – Messbedingungen	19
Tabelle 8 – Anforderungen an den Isolationswiderstand	20
Tabelle 9 – Prüfspannungen	21
Tabelle 10 – Einzelheiten zu den Messbedingungen	22
Tabelle 11 – Höchstwerte der Kapazitätsänderung	23
Tabelle 12 – Bevorzugte Schärfegrade (für Einzelschocks)	25
Tabelle 13 – Höchstwerte der Kapazitätsänderung	26
Tabelle 14 – Anzahl der Zyklen feuchte Wärme	27
Tabelle 15 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen	28
Tabelle 16 – Prüfbedingungen für die Prüfung Feuchte Wärme, konstant	28
Tabelle 17 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen	29
Tabelle 18 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung	29
Tabelle 19 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen	30

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum mit einem bestimmten Temperaturkoeffizienten (Klasse 2) für Anwendungen in elektronischen Geräten, einschließlich Kondensatoren ohne Anschlussdrähte. Sie gilt nicht für oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Kondensatoren, die Gegenstand der IEC 60384-22 (Klasse 2) sind.

Kondensatoren zur Funkentstörung sind nicht eingeschlossen; diese werden von IEC 60384-14 erfasst.

1.2 Zweck

Diese Norm legt für die beschriebene Art von Kondensatoren die bevorzugten Bemessungswerte und Eigenschaften fest, wählt aus IEC 60384-1:2008 die geeigneten Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Messverfahren aus und nennt allgemeine Anforderungen an das Betriebsverhalten. In Bauartspezifikationen, die auf diese Rahmenspezifikation Bezug nehmen, müssen die Schärfegrade der Prüfungen und die Anforderungen mindestens den in dieser Spezifikation festgelegten entsprechen, schwächere sind nicht zulässig.

1.3 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60063:1963/AMD1:1967

IEC 60063:1963/AMD2:1977

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

1.4 Angaben in der Bauartspezifikation

1.4.1 Allgemeines

Bauartspezifikationen sind nach dem entsprechenden Vordruck für Bauartspezifikation zu erstellen.

Die Anforderungen in der Bauartspezifikation dürfen nicht schwächer sein als die der Fachgrund- oder Rahmenspezifikation oder die des Vordrucks für Bauartspezifikation. Wenn die Bauartspezifikation schärfere Anforderungen enthält, sind diese in 1.9 der Bauartspezifikation aufzulisten und in den Prüfplänen beispielsweise mit einem Stern zu kennzeichnen.

Die Angaben nach 1.4.2 dürfen auch tabellarisch dargestellt werden.

Jede Bauartspezifikation muss die nachstehenden Angaben enthalten, wobei die Werte vorzugsweise dem entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation zu entnehmen sind.

1.4.2 Umrisszeichnungen und Maße

Zur leichteren Erkennung des Kondensators und zum Vergleich mit anderen Kondensatoren muss eine bildliche Darstellung angegeben werden.

Maße und deren Grenzabweichungen, die auf die Austauschbarkeit und Montage einen Einfluss haben, sind in der Bauartspezifikation anzugeben. Alle Maße sind vorzugsweise in Millimeter anzugeben; liegen die Originalmaße aber in Zoll vor, sind die entsprechenden metrischen Maße in Millimeter hinzuzufügen.

Im Regelfall sind die Zahlenwerte für Länge, Breite und Höhe des Kondensatorkörpers sowie für die Abstände der Anschlussdrähte anzugeben oder bei zylindrischen Ausführungen für den Durchmesser des Körpers sowie die Länge und den Durchmesser der Anschlüsse. Sofern erforderlich, z. B. wenn mehrere Größen (Kapazitätswerte/Spannungsbereiche) in einer Bauartspezifikation enthalten sind, sind die Maße und deren Grenzabweichungen in einer Tabelle unterhalb der Zeichnung aufzuführen.

Wenn die Gestalt von den oben beschriebenen Formen abweicht, muss die Bauartspezifikation alle Maße angeben, die zur angemessenen Beschreibung des Kondensators erforderlich sind. Wenn der Kondensator nicht für den Einsatz auf Leiterplatten vorgesehen ist, muss dies in der Bauartspezifikation eindeutig angegeben werden.

1.4.3 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen sowie für die Prüfungen Schwingen und Dauerschocken oder Schocken festlegen. Die Konstruktion eines Kondensators kann bei seiner Verwendung besondere Montagemittel erfordern. In solchen Fällen muss die Bauartspezifikation die Montagemittel beschreiben, die bei den Prüfungen Schwingen und Dauerschocken oder Schocken zu verwenden sind.

1.4.4 Bemessungswerte und Eigenschaften

1.4.4.1 Allgemeines

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen mit den entsprechenden Abschnitten dieser Norm übereinstimmen, wobei Folgendes zu beachten ist:

1.4.4.2 Nennkapazitätsbereich

Siehe 2.2.4.1.

Wenn nach der Bauartspezifikation zugelassene Erzeugnisse unterschiedliche Kapazitätsbereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden: „Der in den einzelnen Bemessungsspannungsbereichen verfügbare Nennkapazitätsbereich ist im Verzeichnis der Anerkennungen angegeben.“

1.4.4.3 Besondere Eigenschaften

Zusätzliche Eigenschaften dürfen aufgeführt werden, wenn sie zur Beschreibung des Bauelements für bestimmte Ausführungen oder Anwendungen als notwendig erachtet werden.

1.4.4.4 Löten

Die Bauartspezifikation muss die Prüfverfahren, Schärfegrade und Anforderungen für die Prüfungen Lötbarkeit und Lötwärmebeständigkeit festlegen.

1.4.5 Kennzeichnung

Die Bauartspezifikation muss den Umfang der Kennzeichnung auf dem Kondensator und seiner Verpackung festlegen. Abweichungen von 1.6 sind ausdrücklich anzugeben.

1.5 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die zutreffenden Begriffe nach IEC 60384-1 sowie die folgenden Begriffe.

1.5.1

Festkondensator, keramischem Dielektrikum, Klasse 2

Kondensator mit einem Dielektrikum hoher Dielektrizitätskonstante für Siebung und Kopplung oder für selektive Kreise, wo niedrige Verluste und eine hohe Stabilität des Kapazitätswertes von untergeordneter Bedeutung sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Das keramische Dielektrikum ist gekennzeichnet durch nichtlineare Kapazitätsänderung im Kategorietemperaturbereich (siehe Tabelle 2).

1.5.2

Unterklasse

größte prozentuale Änderung der Kapazität im Kategorietemperaturbereich, bezogen auf die Kapazität bei 20 °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Unterklasse kann durch Kurzzeichen angegeben werden (siehe Tabelle 2).

1.5.3

Bemessungsspannung

U_R

höchste Gleichspannung, die an den Anschlüssen des Kondensators bei der Bemessungstemperatur dauernd anliegen darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Höchste Gleichspannung ist die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung oder des Spitzenwertes der Impulsspannung am Kondensator.

[QUELLE: IEC 60384-1:2008, 2.2.25, modifiziert (Ersatz von „am Kondensator“ durch „an den Anschlüssen des Kondensators“)]

1.6 Kennzeichnung

1.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2008, 2.4, mit folgenden Einzelheiten:

Die in die Kennzeichnung aufzunehmenden Angaben werden üblicherweise aus der nachstehenden Liste ausgewählt; ihre relative Wichtigkeit entspricht der Stellung in der Liste:

- a) Nennkapazität;
- b) Bemessungsspannung (Gleichspannung kann durch die Symbole ----- oder — angegeben werden);
- c) Grenزابweichung der Nennkapazität;
- d) dielektrische Unterklasse, siehe Tabelle 2;
- e) Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- f) Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- g) Klimakategorie;
- h) Bauartbezeichnung des Herstellers;
- i) Verweisung auf die Bauartspezifikation.

Die nach b) und d) geforderten Angaben dürfen in einer beim Hersteller oder national eingeführten Kurzform gemacht werden.

1.6.2 Kennzeichnung der Kondensatoren

Der Kondensator ist deutlich mit den Angaben nach 1.6.1 a), b) und c) und so vielen der weiteren Angaben wie möglich und nötig zu kennzeichnen. Doppelangaben auf den Kondensatoren sollten vermieden werden.

1.6.3 Kennzeichnung der Verpackung

Die Verpackung der Kondensatoren muss mit allen in 1.6.1 genannten Angaben deutlich gekennzeichnet werden.

1.6.4 Zusätzliche Kennzeichnung

Jede zusätzliche Kennzeichnung muss derart angebracht werden, dass keine Unklarheiten entstehen können.

2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

2.1 Bevorzugte Eigenschaften

Unter den bevorzugten Eigenschaften sind nur die bevorzugten Klimakategorien anzugeben.

Die Kondensatoren nach dieser Norm werden nach den allgemeinen Regeln in IEC 60068-1:2013, Anhang A, in Klimakategorien eingeteilt.

Die untere und die obere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, sind aus den folgenden Angaben auszuwählen:

- untere Kategorietemperatur: –55 °C, –40 °C, –25 °C und –10 °C;
- obere Kategorietemperatur: +70 °C, +85 °C, +100 °C und +125 °C;
- Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant (40 °C/93 % rel. Luftfeuchte): 4, 10, 21 und 56 Tage.

Die Schärfegrade für die Prüfungen Kälte und Trockene Wärme sind die untere bzw. die obere Kategorietemperatur.

2.2 Bevorzugte Bemessungswerte

2.2.1 Bemessungstemperatur

Für Kondensatoren nach dieser Norm ist die Bemessungstemperatur gleich der oberen Kategorietemperatur.

2.2.2 Bemessungsspannung (U_R)

Die Vorzugswerte der Bemessungsspannung sind: 25 V, 40 V, 63 V, 100 V, 160 V, 250 V, 400 V, 630 V, 1 000 V, 1 600 V, 2 500 V, 4 000 V und 6 300 V. Diese Werte entsprechen den Normwerten der Reihe R5 nach ISO 3. Werden weitere Werte benötigt, sind diese der Reihe R10 zu entnehmen.

Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung am Kondensator sollte die Bemessungsgleichspannung nicht überschreiten. Der Scheitelwert der Wechselspannung sollte nicht den Wert überschreiten, der durch die zulässige Blindleistung vorgegeben ist.

2.2.3 Kategoriespannung (U_C)

Da die Bemessungstemperatur gleich der oberen Kategorietemperatur ist, ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung, wie in IEC 60384-1:2008, 2.2.5, definiert.

2.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen

2.2.4.1 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität

Die Nennwerte der Kapazität sind vorzugsweise den Reihen E3, E6 und E12 nach IEC 60063 zu entnehmen.

2.2.4.2 Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

In Tabelle 1 sind die bevorzugten Werte für die Grenzabweichung der Nennkapazität angegeben.

Tabelle 1 – Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

Bevorzugte Reihen	Grenzabweichung %	Kennbuchstabe
E3 und E6	–20/+80	Z
	–20/+50	S
E6	± 20	M
E6 und E12	± 10	K

2.2.5 Temperaturcharakteristik der Kapazität

In Tabelle 2 sind die Vorzugswerte der Temperaturcharakteristik von Kondensatoren mit und ohne anliegende Gleichspannung mit einem Kreuz gekennzeichnet (x). Sie enthält ferner die Kennbuchstaben für die Unterklassen; so wird z. B. ein Dielektrikum mit einer Änderung von ± 20 % ohne anliegende Gleichspannung im Temperaturbereich von –55 °C bis +125 °C als Dielektrikum der Klasse 2C1 gekennzeichnet.

Tabelle 2 – Vorzugswerte der Temperaturcharakteristik der Kapazität

Kennbuch- stabe für Unterklasse	Größte Änderung des Kapazitätswertes im Kategorietemperaturbereich, bezogen auf den Kapazitätswert bei 20 °C mit und ohne Gleichspannung %		Kategorietemperaturbereich und zugehörige Kennziffer				
			–55/+125 °C	–55/+85 °C	–40/+85 °C	–25/+85 °C	–10/+85 °C
	Ohne Gleich- spannung	Mit Gleich- spannung ^a	1	2	3	4	6
2B	± 10	Die Anforderungen sind in der Bauart- spezifikation fest- gelegt.	–	x	x	x	–
2C	± 20		x	x	x	–	–
2D	+20/–30		–	–	–	x	–
2E	+22/–56		–	x	x	x	x
2F	+30/–80		–	x	x	x	x
2R	± 15	+15/–25	x	–	–	–	–
2X	± 15		x	–	–	–	–
ANMERKUNG x bedeutet: bevorzugt; – bedeutet: nicht bevorzugt.							
^a Die anliegende Spannung ist entweder die Bemessungsgleichspannung oder eine andere in der Bauartspezifikation festgelegte Gleichspannung.							