

DIN EN IEC 62024-2



ICS 29.100.10

EntwurfEinsprüche bis 2022-12-14
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN IEC 62024-2:2021-10

**Induktive Hochfrequenz-Bauelemente –
Elektrische Eigenschaften und Messmethoden –
Teil 2: Bemessungsstrom von Drosselspulen für DC/DC-Wandler
(IEC 51/1409/CD:2022);
Text Deutsch und Englisch**

High frequency inductive components –
Electrical characteristics and measuring methods –
Part 2: Rated current of inductors for DC-to-DC converters
(IEC 51/1409/CD:2022);
Text in German and English

Composants inductifs à haute fréquence –
Caractéristiques électriques et méthodes de mesure –
Partie 2: Courant assigné des bobines d'induction pour des convertisseurs continu-continu
(IEC 51/1409/CD:2022);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-10-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 38 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 51/1409/CD:2022-02 „High frequency inductive components – Electrical characteristics and measuring methods – Part 2: Rated current of inductors for DC-to-DC converters“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 51 „Magnetic components, ferrite and magnetic powder materials“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 625 „Magnetische Bauelemente und deren Komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN IEC 62024-2:2021-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung des Anwendungsbereichs durch Vergrößerung des Nennstrombereichs von 22 A auf 125 A;
- b) Erweiterung des Anwendungsbereichs durch Vergrößerung der Grundflächenbegrenzung von 12 mm x 12 mm auf 625 mm²;

- c) Hinzufügung einer oberen Strombegrenzung für $I_{\text{CLASS B}}$, $I_{\text{CLASS C}}$ und $I_{\text{CLASS D}}$ der Leiterplatten zu Tabelle 1;
- d) Hinzufügung von Drahtgrößenreferenzen für Strombereiche zwischen $22 \leq I \leq 125$ in Tabelle 3;
- e) Hinzufügung der Wärmekamera-Methode.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	6
4 Normalklima.....	7
4.1 Normalklima für Prüfungen.....	7
4.2 Referenzbedingungen.....	7
5 Messmethode für den sättigungsbegrenzten Gleichstrom.....	7
5.1 Allgemeines.....	7
5.2 Prüfbedingungen.....	7
5.3 Messschaltung und Berechnung.....	8
5.3.1 Messschaltung.....	8
5.3.2 Berechnung.....	8
5.4 Befestigungsvorrichtung der Drosselspule.....	9
5.5 Messmethoden.....	9
5.6 Qualitätskonformitätsprüfung.....	9
6 Messmethode für den erwärmungsbegrenzten Strom.....	9
6.1 Allgemeines.....	9
6.2 Prüfbedingungen.....	10
6.3 Messvorrichtung.....	10
6.3.1 Allgemeines.....	10
6.3.2 Leiterplattenmethode.....	10
6.3.3 Anschlussdrahtmethode.....	13
6.4 Messmethode und Berechnungen.....	14
6.4.1 Allgemeines.....	14
6.4.2 Widerstandssubstitutionsmethode.....	14
6.4.3 Thermoelementmethode.....	16
6.4.4 Wärmebildkamera-Methode.....	17
6.5 Qualitätskonformitätsprüfung.....	18
7 Bemessungsstrom.....	18
8 Erforderliche Angaben in der Bauartspezifikation.....	18
8.1 Allgemeines.....	18
8.2 Messmethode für den sättigungsbegrenzten Gleichstrom.....	18
8.3 Messmethode für den erwärmungsbegrenzten Strom.....	18
Anhang A (informativ) Beispiel für die empfohlene Beschreibung auf Produkt-Spezifikationsblättern und in Produkt-Katalogen.....	19
Literaturhinweise.....	20

Bilder

Bild 1 – Induktivitätsmessschaltung mit Anwendung der Gleichstrom-Sättigungsbedingung.....	8
--	---

Bild 2 – Beispiele für Leiterplatten.....	12
Bild 3 – Messschaltung für die Erwärmungsmessung nach der Widerstandssubstitutionsmethode.....	14
Bild 4 – Messschaltung für die Erwärmungsmessung nach der Thermoelementmethode.....	16
Bild 5 – Messschaltung für die Erwärmungsmessung nach der Wärmebildkamera-Methode.....	17

Tabellen

Tabelle 1 – Breite der Stromkreise.....	11
Tabelle 2 – Leiterbahnbreite und -dicke.....	11
Tabelle 3 – Drahtgrößen.....	14

Induktive Hochfrequenz-Bauelemente – Elektrische Eigenschaften und Messmethoden – Teil 2: Bemessungsstrom von Drosselspulen für DC/DC-Wandler

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil von IEC 62024 werden die Messmethoden für die Grenzwerte des Bemessungsgleichstroms für kleine Drosselspulen festgelegt.

Genormte Messmethoden zur Bestimmung der Bemessungswerte ermöglichen es dem Anwender, die Strombemessungswerte genau zu vergleichen, die in zahlreichen Datenbüchern der Hersteller angegeben sind.

Dieses Dokument ist anwendbar für Drosselspulen mit Anschlussdrähten oder für die Oberflächenmontage mit Maßen nach IEC 62025-1 und allgemein mit einem Bemessungsstrom von weniger als 125 A, obwohl auch Drosselspulen mit einem Bemessungsstrom von größer als 125 A erhältlich sind, die in die Bemessungsgrenzen dieses Dokuments fallen (d. h. eine Basisfläche von nicht mehr als 625 mm² aufweisen). Diese Drosselspulen werden üblicherweise in DC/DC-Wandlern auf Leiterplatten montiert und kommen in Elektronik- und Telekommunikationsgeräten sowie in kleinen Schaltnetzteilen zum Einsatz.

Die Messmethoden sind hinsichtlich der Begrenzungen durch die ausschließlich durch Gleichstrom induzierte Sättigung und Erwärmung festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 62025-1, *High frequency inductive components – Non-electrical characteristics and measuring methods – Part 1: Fixed, surface mounted inductors for use in electronic and telecommunication equipment*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

sättigungsbegrenzter Gleichstrom

zulässiger Wert des Gleichstroms, bei dem die Abnahme des Induktivitätswertes innerhalb des festgelegten Wertes liegt

3.2

erwärmungsbegrenzter Strom

zulässiger Wert des Gleichstroms, bei dem die Erzeugung der Eigenwärme der Drosselspule zu einem Temperaturanstieg innerhalb des festgelegten Wertes führt

4 Normalklima

4.1 Normalklima für Prüfungen

Das Normalklima für Prüfungen muss wie folgt sein (siehe 4.3 von IEC 60068-1:2013):

- Temperatur: 15 °C bis 35 °C;
- relative Luftfeuchte: 25 % bis 75 %;
- Luftdruck: 86 kPa bis 106 kPa.

In Zweifelsfällen oder falls gefordert, müssen die Messungen bei den Referenztemperaturen und den weiteren Bedingungen wiederholt werden, die in 4.2 angegeben sind.

4.2 Referenzbedingungen

Zu Referenzzwecken muss eines der Normalklimate für Schiedsprüfungen aus 4.2 von IEC 60068-1:2013 wie folgt ausgewählt werden:

- Temperatur: 20 °C $\pm$ 2 °C;
- relative Luftfeuchte: 60 % bis 70 %;
- Luftdruck: 86 kPa bis 106 kPa.

5 Messmethode für den sättigungsbegrenzten Gleichstrom

5.1 Allgemeines

Wenn Wechselstrom, in dem Gleichstrom überlagert ist, an eine Drosselspule angelegt wird, nimmt die Induktivität der Drosselspule je nach dem Wert des Gleichstroms ab.

In einer typischen Anwendung resultiert der Sättigungsstrom aus dem Spitzenstrom der Überlagerung von Wechselstrom und Gleichstrom. In diesem Dokument wird der Sättigungsstrom als Gleichstrom gemessen, der einen kleinen Signal-Wechselstrom anhebt.

ANMERKUNG Es ist nicht sinnvoll, einen genormten Wert für den sättigungsbegrenzten Wechselstrom festzulegen, weil es eine unbegrenzte Anzahl verschiedener Einsatzmöglichkeiten für Wechselstrom in einer Anwendung gibt. Aus diesem Grund haben Hersteller und Anwender den sättigungsbegrenzten Gleichstrom als allgemeinen Bezugswert festgelegt. Dies gilt auch für dieses Dokument.

5.2 Prüfbedingungen

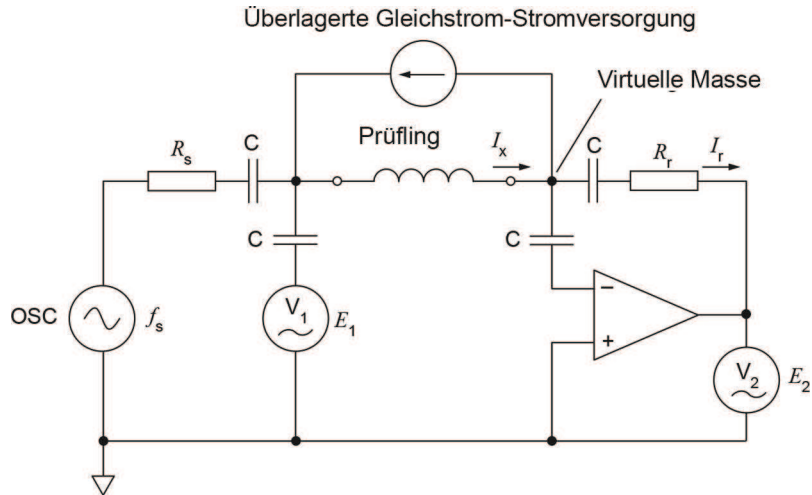
Falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen die Prüfbedingungen mit Abschnitt 4 übereinstimmen.

ANMERKUNG Die Schwankung des Wertes für den sättigungsbegrenzten Gleichstrom in Abhängigkeit von der Temperatur ist vom Magnetwerkstoff und dem Magnetkern der Drosselspule abhängig. Die Messung der Sättigungsgleichstromwerte bei erhöhten Temperaturen ist für Prüfungszwecke jedoch im Allgemeinen nicht sinnvoll. Deshalb ist die Messung bei Raumtemperatur, wie in diesem Dokument vorgesehen, für Spezifikationszwecke im Allgemeinen besser geeignet. Es können Lastminderungskurven erstellt werden, welche die Schwankung des Wertes für den sättigungsbegrenzten Gleichstrom als Funktion der maximalen Betriebstemperatur der Drosselspule anzeigen. Diese Kurven können dazu benutzt werden, eine Beziehung zwischen dem sättigungsbegrenzten Gleichstrom bei Raumtemperatur und dem sättigungsbegrenzten Gleichstrom bei üblichen Betriebstemperaturen herzustellen. In einigen Fällen wird es für Hersteller und Anwender notwendig sein, zusätzliche Festlegungen für hohe Betriebstemperaturen wie z. B. 85 °C, 105 °C oder 125 °C zu vereinbaren.

5.3 Messschaltung und Berechnung

5.3.1 Messschaltung

Die Messschaltung ist in Bild 1 dargestellt.



Bauelemente

- R_s Quellenwiderstand $R = R_s$
- R_r Bereichswiderstand $R = R_r$
- V_1 Spannungsmessgerät $V_1 = E_1$
- V_2 Spannungsmessgerät $V_2 = E_2$
- C Gleichstromsperrkondensator

Versorgungen

- f_s Frequenz der Quelle
- I_r zum Bereichswiderstand geführter Strom
- I_x zum Prüfling geführter Strom

$$I_x = I_r$$

Bild 1 – Induktivitätsmessschaltung mit Anwendung der Gleichstrom-Sättigungsbedingung

5.3.2 Berechnung

Die Spannungen E_1 und E_2 müssen gemessen werden, wenn die Frequenz f_s und die Spannung E_s des Signalgenerators entsprechend der Bauartspezifikation bereitgestellt sind. Anhand der folgenden Gleichungen muss ein Anfangswert der Induktivität berechnet werden.

$$Z_x = \frac{E_1}{I_r} = \frac{-E_1}{E_2} R_r$$

$$Z_x = |Z_x| \cos \theta + j |Z_x| \sin \theta$$

$$Z_x = R_x + j X_x$$

$$L_x = \frac{X_x}{\omega} = \frac{X_x}{2\pi f_s}$$

Dabei ist

R_x	der Widerstandswert des Prüflings;
X_x	der Blindwiderstand des Prüflings;
Z_x	die Impedanz des Prüflings;
L_x	die Reihenersatzinduktivität des Prüflings;
E_1	die an den Prüfling angelegte Spannung;
E_2	die an den Bereichswiderstand ($= I_r R_r$) angelegte Spannung (E_2 kann als Strom betrachtet werden);
θ	der Phasenverschiebungswinkel zwischen E_1 und E_2 .

5.4 Befestigungsvorrichtung der Drosselspule

Die Befestigungsvorrichtung des Prüflings muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

5.5 Messmethoden

- Vor der Messung muss eine Kurzschlusskompensation durchgeführt werden.
- Der Prüfling muss mit der in 5.4 festgelegten Befestigungsvorrichtung in die Schaltung nach Bild 1 aufgenommen werden.
- Erfolgt das Anschließen des Prüflings durch Löten, muss bis zum Erkalten des Prüflings gewartet werden.
- Die Spannungen E_1 und E_2 müssen gemessen werden, wenn die Frequenz f_s und die Spannung E_s des Signalgenerators entsprechend der Bauartspezifikation bereitgestellt sind. Anhand der Gleichungen in 5.3.2 muss ein Anfangswert der Induktivität berechnet werden.
- Der Wert des Gleichstroms, der dem Prüfling überlagert ist, muss moduliert und der Wert der Induktivität muss gemessen werden.
- Die Abnahme des Anfangswertes der Induktivität muss berechnet werden. Wenn die Abnahme der Induktivität den in der Bauartspezifikation festgelegten Wert erreicht, muss der sättigungsbegrenzte Gleichstrom durch Messung des Gleichstroms bestimmt werden.
- Die in der Bauartspezifikation festgelegte Abnahme der Induktivität sollte 10 % oder 30 % betragen.

ANMERKUNG 10 % ist einer der üblichen Auslegungspunkte für Drosselspulen mit steil ansteigender Sättigungskurve, 30 % ist einer der vorgesehenen üblichen Werte für Drosselspulen mit flach ansteigender Sättigungskurve. Siehe Anhang A.

5.6 Qualitätskonformitätsprüfung

Der in der Bauartspezifikation festgelegte Gleichstrom muss einem Prüfling nach den in 5.3 bis 5.5 festgelegten Verfahren zugeführt werden und anschließend muss die Induktivität gemessen werden. Die Abnahme der Induktivität muss dem festgelegten Wert entsprechen.

6 Messmethode für den erwärmungsbegrenzten Strom

6.1 Allgemeines

Wenn eine Drosselspule mit einem Gleichstrom gespeist wird, erzeugt die Drosselspule selbst aufgrund ihres Gleichstromwiderstands entsprechend dem Wert des Gleichstroms Wärme.

ANMERKUNG 1 Die Erwärmung entsteht durch die Eigenerwärmung der Drosselspule. Die Ursachen der Erwärmung sind Gleichstrom-Kupferverluste, Wechselstrom-Kupferverluste und Wechselstrom-Kernverluste. In diesem Dokument wird die Erwärmung definiert, die nur durch Gleichströme induziert wird. Wechselstrom-Kupferverluste und Wechselstrom-Kernverluste werden bei der Erwärmung mit in Betracht gezogen. Die Wechselstromverluste werden besonders durch Wellenform, Amplitude und Frequenz beeinflusst.

ANMERKUNG 2 Es ist nicht sinnvoll, einen genormten Wert für den erwärmungsbegrenzten Wechselstrom festzulegen, weil es eine unbegrenzte Anzahl verschiedener Einsatzmöglichkeiten für Wechselstrom in einer Anwendung gibt. Aus diesem Grund haben Hersteller und Anwender den erwärmungsbegrenzten Gleichstrom als allgemeinen Bezugswert festgelegt. Dies gilt auch für dieses Dokument.

6.2 Prüfbedingungen

Falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, wie beispielsweise eine höhere Umgebungstemperatur, müssen die Prüfbedingungen mit Abschnitt 4 übereinstimmen.

Da der Wert des Gleichstromwiderstands abhängig von der Temperatur steigt, ist für einige Anwendungen bei der Erwärmungsprüfung eine hohe Umgebungstemperatur wie z. B. 85 °C, 105 °C oder 125 °C erforderlich.

ANMERKUNG 1 Der Gesamtleistungsverlust einer Drosselspule ist eine Kombination aus Gleichstromverlusten aufgrund ihres Gleichstromwiderstands und Wechselstromverlusten aufgrund des Wechselstroms in den Wicklungen sowie Verlusten aufgrund des in den Magnetkern induzierten Wechselstromflusses. Der Wert des Wechselstrom- und Gleichstromwiderstands (Leiterwiderstand) nimmt mit der Temperatur zu und damit auch der Leistungsverlust im Zusammenhang mit dem Leiterwiderstand. Der Verlust im Zusammenhang mit dem Magnetkern tritt allein durch Wechselstromerregung auf. Der Kernverlust nimmt mit zunehmender Temperatur bis zu einer Temperatur ab, die üblicherweise als minimale Kernverlusttemperatur bezeichnet wird und oberhalb derer dieser Verlust wieder zunimmt. Die Minimaltemperatur und die Höhe des Verlusts sind von der Art und Klasse des Magnetwerkstoffs abhängig. Für manche Ferrite gelten exakte Minimaltemperaturen. Diese Überlegungen werden berücksichtigt, wenn Erwärmungsströme auf Anwendungen mit hohen Betriebstemperaturen und nicht geringem Wechselstromverlust zusätzlich zum Gleichstromverlust angewendet werden. Der Gesamtleistungsverlust bei beliebiger Temperatur kann je nach der Leistungsverlustverteilung bei Raumtemperatur sowie der Schwankung dieser beiden Leistungsverluste mit der Temperatur maßgeblich durch Gleichstromverlust oder durch Wechselstromverlust bestimmt werden.

ANMERKUNG 2 Was den erwärmungsbegrenzten Gleichstrom bei hohen Temperaturen betrifft, so kann die Schwankung des Wertes für den erwärmungsbegrenzten Gleichstrom in Abhängigkeit von der Temperatur gestaltet werden. Messungen bei Raumtemperatur gelten im Allgemeinen für Bauartspezifikationen. In jedem Fall wird die Umgebungstemperatur für die Prüfung in der Bauartspezifikation angegeben.

6.3 Messvorrichtung

6.3.1 Allgemeines

Als Messvorrichtung dienen entweder die in 6.3.2 angegebene Leiterplattenmethode oder die in 6.3.3 beschriebene Anschlussdrahtmethode. Das jeweils angewandte Verfahren muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

6.3.2 Leiterplattenmethode

Die Leiterplatte muss aus glasfaserverstärktem Epoxidharz (FR4) bestehen. Die Maße müssen so sein, wie in Tabelle 1 und Tabelle 2 angegeben und in Bild 2 dargestellt, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

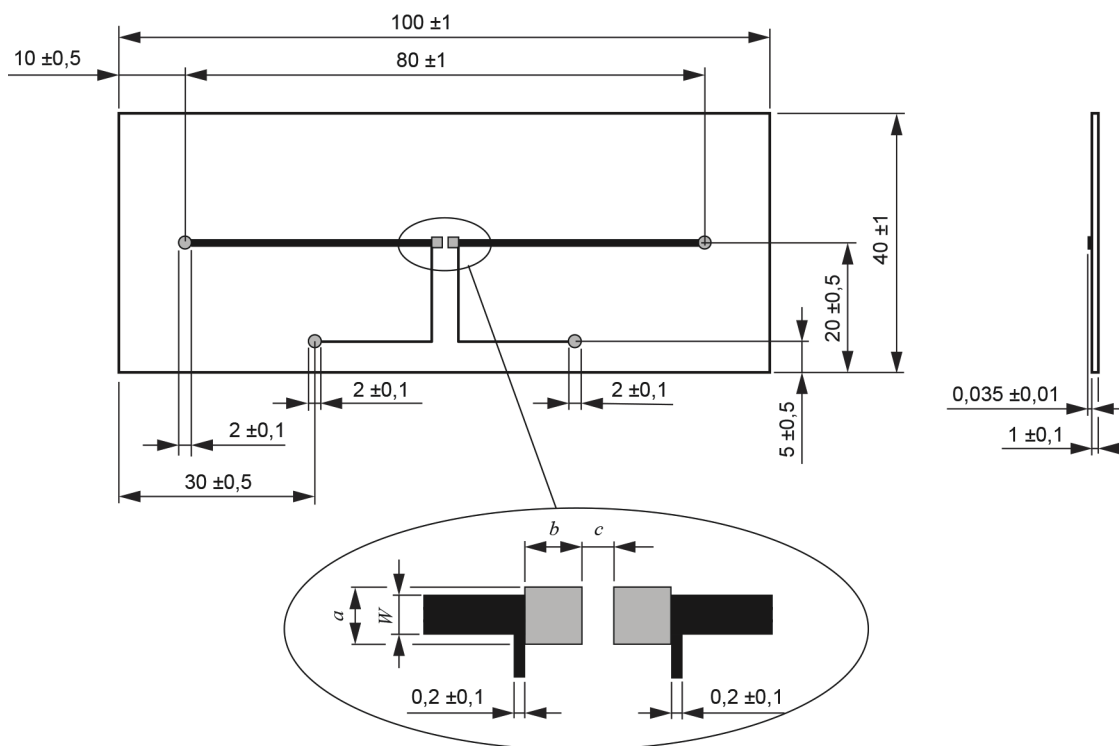
Tabelle 1 – Breite der Stromkreise

Bemessungs- stromklasse	Bemessungsstrom der Drosselspule I A	Leiterbahnbreite W mm
$I_{\text{Klasse A}}$	$I \leq 1$	$1,0 \pm 0,2$
	$1 < I \leq 2$	$2,0 \pm 0,2$
	$2 < I \leq 3$	$3,0 \pm 0,3$
	$3 < I \leq 5$	$5,0 \pm 0,3$
	$5 < I \leq 7$	$7,0 \pm 0,5$
	$7 < I \leq 11$	$11,0 \pm 0,5$
	$11 < I \leq 16$	$16,0 \pm 0,5$
	$16 < I \leq 22$	$22,0 \pm 0,5$
	$22 < I$	Wie in der Bauartspezifikation angegeben
$I_{\text{Klasse B}}$	$I \leq 22$	$40 \pm 0,2$
	$22 < I$	Wie in der Bauartspezifikation angegeben
$I_{\text{Klasse C}}$	$I \leq 46$	$40 \pm 0,2$
	$46 < I$	Wie in der Bauartspezifikation angegeben
$I_{\text{Klasse D}}$	$I \leq 125$	$40 \pm 0,2$
	$125 < I$	Wie in der Bauartspezifikation angegeben
Anmerkung 1 Siehe Bild 2 a).		

Tabelle 2 – Leiterbahnbreite und -dicke

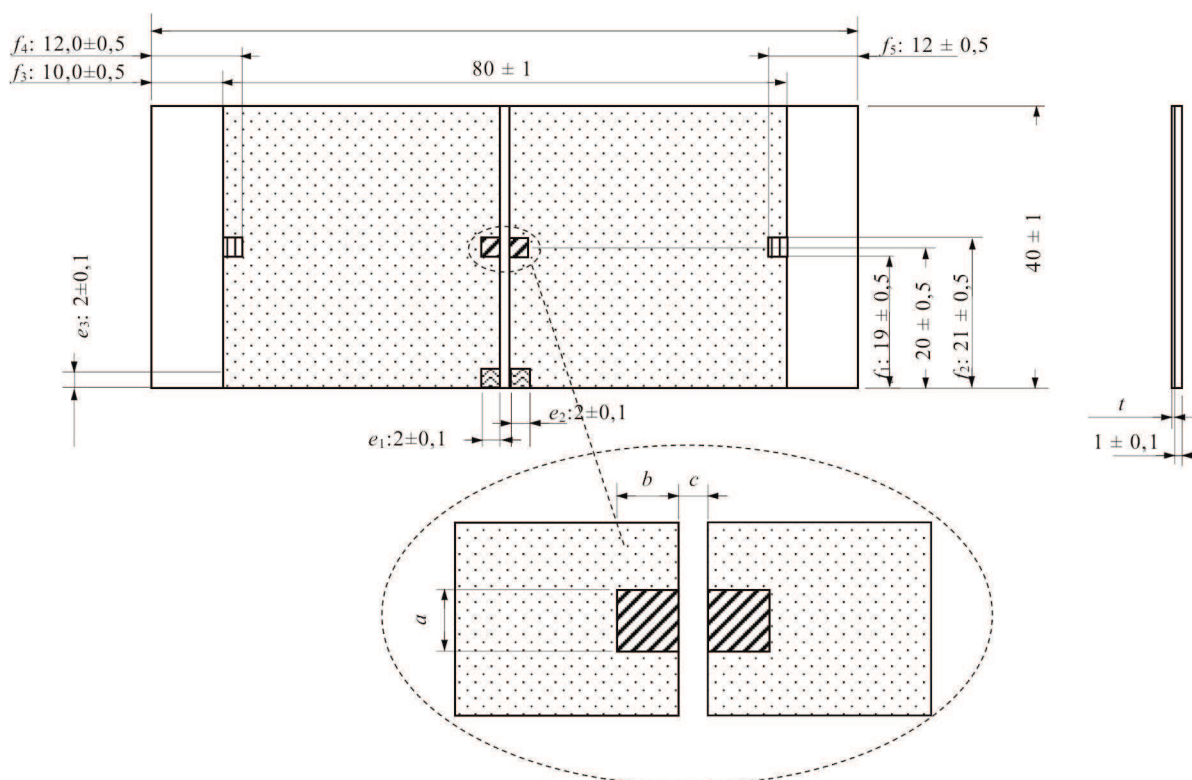
Bemessungs- stromklasse	Leiterbahnbreite W mm	Leiterbahndicke t µm	Beispielanwendung
$I_{\text{Klasse A}}$	$(1,0 \text{ bis } 22,0) \pm (0,2 \text{ bis } 0,5)$	35 ± 10	Verbraucheranwendung (Anwendungen mit einseitigen Leiterplatten)
$I_{\text{Klasse B}}$	$40 \pm 0,2$	35 ± 10	Verbraucheranwendung (Anwendungen mit doppelseitigen Leiterplatten)
$I_{\text{Klasse C}}$	$40 \pm 0,2$	105 ± 10	Verbraucheranwendung (Anwendungen mit mehrlagigen Leiterplatten)
$I_{\text{Klasse D}}$	$40 \pm 0,2$	$1\,000 \pm 50$	Automobilindustrie- oder Energieversorgungsun- ternehmens-Anwendungen
Anmerkung 1 $I_{\text{Klasse A}}$: Siehe Bild 2 a).			
Anmerkung 2 $I_{\text{Klasse B}}$, $I_{\text{Klasse C}}$, $I_{\text{Klasse D}}$: Siehe Bild 2 b).			

Maße in Millimeter



a) Beispiel für eine Leiterplatte für SMD-Bauarten (I Klasse A)

Maße in Millimeter



b) Beispiel für eine Leiterplatte für SMD-Bauarten (I Klasse B, C, D)

Maße in Millimeter