

DIN EN IEC 62024-1



ICS 29.100.10

Entwurf

Einsprüche bis 2023-11-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN IEC 62024-1:2019-02

**Induktive Hochfrequenz-Bauelemente –
Elektrische Eigenschaften und Messmethoden –
Teil 1: Chipinduktivitäten im Nanohenry-Bereich
(IEC 51/1441/CDV:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 62024-1:2023**

High frequency inductive components –
Electrical characteristics and measuring methods –
Part 1: Nanohenry range chip inductor
(IEC 51/1441/CDV:2023);
German and English version prEN IEC 62024-1:2023

Composants inductifs à haute fréquence –
Caractéristiques électriques et méthodes de mesure –
Partie 1: Bobine d'inductance pastille de l'ordre du nanohenry
(IEC 51/1441/CDV:2023);
Version allemande et anglaise prEN IEC 62024-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-09-08 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.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 55 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 62024-1:2023-07 „Induktive Hochfrequenz-Bauelemente – Elektrische Eigenschaften und Messmethoden – Teil 1: Chipinduktivitäten im Nanohenry-Bereich“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 51/1441/CDV:2023-07 „High frequency inductive components – Electrical characteristics and measuring methods – Part 1: Nanohenry range chip inductor“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 62024-1:2023-07 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. 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.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur "JA/NEIN"-Entscheidungen möglich, wobei "NEIN"-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN IEC 62024-1:2019-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) S-Parameter-Messung hinzugefügt;
- b) Messung des Induktivitäts-, Q-Faktor- und Impedanzwerts einer Induktivität mit dem Reflexionsfaktorverfahren mit einem Netzwerkanalysator hinzugefügt;
- c) Messung der Resonanzfrequenz einer Induktivität mit einem Zweitor-Netzwerkanalysator hinzugefügt;
- d) Montage einer oberflächenmontierbaren Induktivität mit bleifreiem Lot hinzugefügt.

**Induktive Hochfrequenz-Bauelemente – Elektrische Eigenschaften
und Messmethoden – Teil 1: Chipinduktivitäten im Nanohenry-Bereich**

Inhalt

		Seite
1	Anwendungsbereich.....	7
2	Normative Verweisungen.....	7
3	Begriffe.....	7
4	Induktivität, Güte und Impedanz.....	7
4.1	Induktivität.....	7
4.1.1	Messverfahren.....	7
4.1.2	Messschaltung.....	7
4.1.3	Montage der geprüften Induktivität auf die Prüfvorrichtung.....	9
4.1.4	Messverfahren und Berechnungsgrundlagen.....	11
4.1.5	Anmerkungen zur Messung.....	12
4.2	Güte.....	14
4.2.1	Messverfahren.....	14
4.2.2	Messschaltung.....	14
4.2.3	Montage der geprüften Induktivität.....	14
4.2.4	Messverfahren und Berechnungsgrundlagen.....	14
4.2.5	Anmerkungen zur Messung.....	14
4.3	Scheinwiderstand.....	14
4.3.1	Messverfahren.....	14
4.3.2	Messschaltung.....	14
4.3.3	Montage der geprüften Induktivität.....	14
4.3.4	Messverfahren und Berechnungen.....	15
4.3.5	Anmerkungen zur Messung.....	15
5	Resonanzfrequenz.....	15
5.1	Eigenresonanzfrequenz.....	15
5.2	Minimum-Ausgangsverfahren.....	15
5.2.1	Allgemeines.....	15
5.2.2	Messschaltung.....	15
5.2.3	Montage der geprüften Induktivität.....	16
5.2.4	Messverfahren und Berechnungsgrundlagen.....	17
5.2.5	Anmerkung zur Messung.....	17
5.3	Messung mit einem Analysator.....	17
5.3.1	Messung mit einem Impedanzanalysator und einem Eintor-Netzwerkanalysator.....	17
5.3.2	Messung mit einem Zweitor-Netzwerkanalysator.....	18
6	DC-Widerstände.....	18
6.1	Spannungsabfallverfahren.....	18
6.1.1	Messschaltung.....	18

6.1.2	Messverfahren und Berechnungsgrundlagen.....	18
6.2	Brückenverfahren.....	19
6.2.1	Messschaltung.....	19
6.2.2	Messverfahren und Berechnungsgrundlagen.....	19
6.3	Anmerkungen zur Messung.....	20
6.4	Messtemperatur.....	20
7	S-Parameter.....	20
7.1	Messaufbau und Messverfahren.....	20
7.1.1	Allgemeines.....	20
7.1.2	Zweitor-S-Parameter.....	21
7.1.3	Prüfvorrichtung.....	21
7.2	Kalibrierung und Überprüfung der Prüfvorrichtung.....	22
7.2.1	Allgemeines.....	22
7.2.2	Kalibrierung.....	23
7.2.3	Ausschluss.....	26
7.3	Verfahren der indirekten Impedanzmessung.....	26
7.3.1	Messaufbau und Messverfahren.....	26
7.4	Bewertung von Zweitor-S-Parametern.....	27
Anhang A (normativ) Montage einer oberflächenmontierbaren Induktivität.....		29
A.1	Übersicht.....	29
A.2	Leiterplatte und Anschlussflächen.....	29
A.3	Lot.....	29
A.4	Prüfbedingung.....	29
A.5	Reinigung.....	30
Bilder		
Bild 1 – Beispiel für einen Schaltkreis beim Spannungs-/Strom-Verfahren.....		8
Bild 2 – Beispiel für einen Schaltkreis beim Reflexionsfaktorverfahren.....		9
Bild 3 – Prüfvorrichtung A.....		9
Bild 4 – Prüfvorrichtung B.....		10
Bild 5 – Prüfvorrichtung C.....		11
Bild 6 – Maße der Kurzschlussprobe.....		13
Bild 7 – Beispiel für einen Messschaltkreis beim Minimum-Ausgangsverfahren.....		16
Bild 8 – Prüfplatine zur Eigenresonanzfrequenzmessung (Minimum-Ausgangsverfahren).....		17
Bild 9 – Beispiel für einen Messschaltkreis beim Spannungsabfallverfahren.....		19
Bild 10 – Beispiel für einen Messschaltkreis beim Brückenverfahren.....		20
Bild 11 – Beispielhafte Darstellung der Blockschaltbilder der Messvorrichtung für Zweitor-S-Parameter und des Netzwerkanalysators.....		21
Bild 12 – S-Parameter-Prüfvorrichtung für Geräte mit zwei Anschlüssen.....		21
Bild 13 – Prüfvorrichtung für ein Gerät mit zwei Anschlüssen (Nebenschlusschaltung).....		22
Bild 14 – Prüfvorrichtung für ein Gerät mit zwei Anschlüssen (Reihenschaltung).....		22

E DIN EN IEC 62024-1:2023-10
prEN IEC 62024-1:2023

Bild 15 – Beispiel des Standards für die TRL-Kalibrierung.....	24
Bild 16 – Beispiel des Standards für die TRL-Kalibrierung mit Mikrosonden.....	25
Bild 17 – Beispiel für den kompletten Zweitor-Ausschluss mit Mikrosonden.....	26
Bild 18 – Zweitor-Messung eines Geräts mit zwei Anschlüssen in einer Nebenschlussschaltung.....	27
Bild 19 – Zweitor-Messung eines Geräts mit zwei Anschlüssen in einer Reihenschaltung.....	27

Tabellen

Tabelle 1 – Maße l und d	10
Tabelle 2 – Maße und Induktivitätswerte der Kurzschlussprobe.....	13

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62024 legt elektrische Eigenschaften und zugehörige Messverfahren für Chipinduktivitäten im Nanohenry-Bereich fest, die üblicherweise im Hochfrequenzbereich (über 100 kHz) eingesetzt werden.

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 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test) copper-clad*

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*

IEC 62674-1, *High frequency inductive components - Part 1: Fixed surface mount inductors for use in electronic and telecommunication equipment*

ISO 6353-3, *Reagents for chemical analysis – Part 3: Specifications – Second series*

ISO 9453, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

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

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

4 Induktivität, Güte und Impedanz

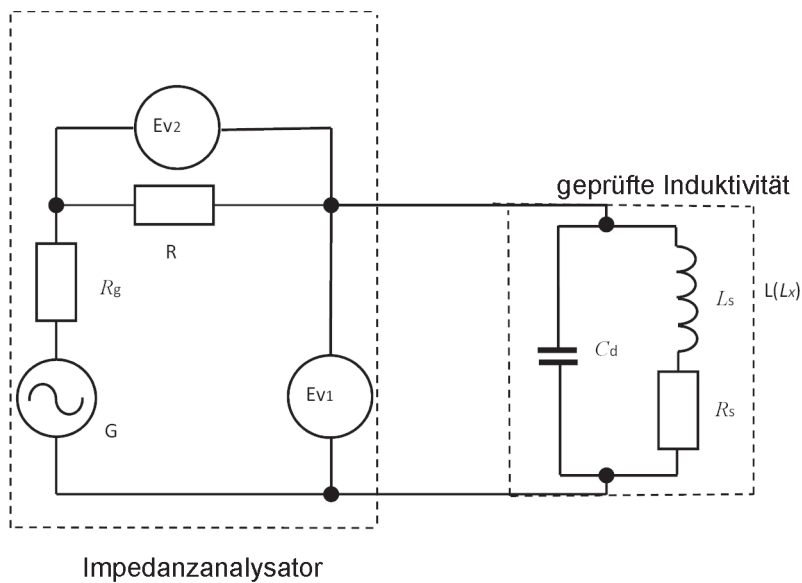
4.1 Induktivität

4.1.1 Messverfahren

Der Induktivitätswert einer Induktivität wird entweder mit dem Spannungs-/Strom-Verfahren (Impedanzanalysator) oder mit dem Reflexionsfaktorverfahren (Netzwerkanalysator) gemessen.

4.1.2 Messschaltung

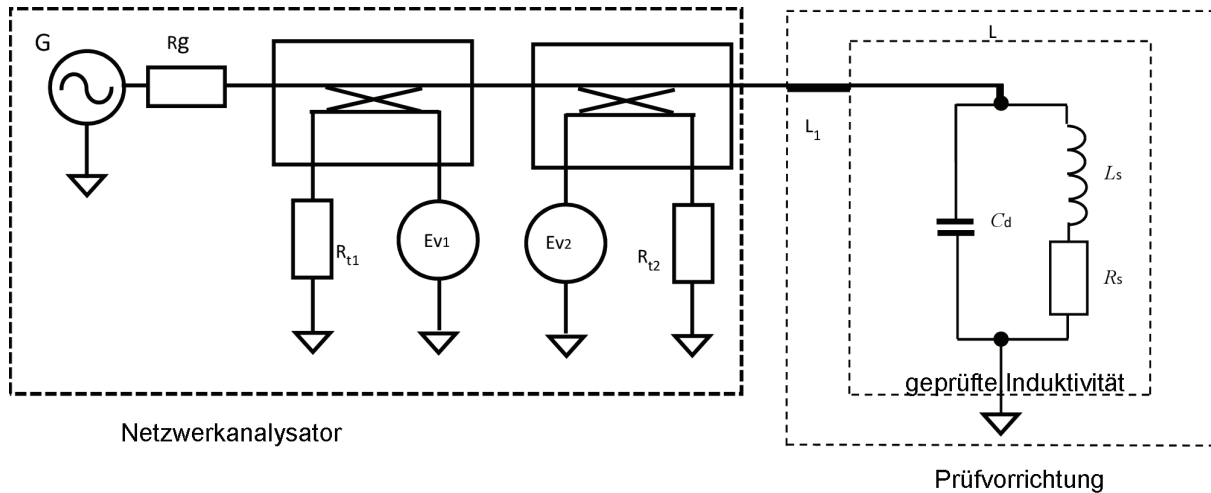
Bild 1 zeigt einen beispielhaften Schaltkreis für das Spannungs-/Strom-Verfahren und Bild 2 zeigt einen beispielhaften Schaltkreis für das Reflexionsfaktorverfahren.



Legende

R_g	Quellenimpedanz (50 Ω)
R	Widerstand
L	geprüfte Induktivität
L_x	Induktivitätswert der geprüften Induktivität
C_d	parallele Kapazität der geprüften Induktivität
L_s	serielle Induktivität der geprüften Induktivität
R_s	Serienwiderstand der geprüften Induktivität
Ev_1, Ev_2	Vektorvoltmeter
G	Signalgenerator

Bild 1 – Beispiel für einen Schaltkreis beim Spannungs-/Strom-Verfahren



Legende

R_g	Quellenimpedanz (50 Ω)
R_{t1}, R_{t2}	Anschlusswiderstand (50 Ω)
L	geprüfte Induktivität
C_d	parallele Kapazität der geprüften Induktivität
L_s	serielle Induktivität der geprüften Induktivität
R_s	Serienwiderstand der geprüften Induktivität
Ev_1, Ev_2	Vektorvoltmeter
G	Signalgenerator
L_1	50- Ω -Mikrostreifenleitung oder ähnliche Übertragungsleitung

Bild 2 – Beispiel für einen Schaltkreis beim Reflexionsfaktorverfahren

4.1.3 Montage der geprüften Induktivität auf die Prüfvorrichtung

4.1.3.1 Allgemeines

Die Induktivität muss in einer Prüfvorrichtung, wie in der einschlägigen Norm festgelegt, befestigt werden. Wenn keine Prüfvorrichtung festgelegt ist, muss eine der folgenden Montagevorrichtungen A, B oder C verwendet werden. Die verwendete Vorrichtung muss angegeben werden.

4.1.3.2 Prüfvorrichtung A

Form und Maße der Prüfvorrichtung A müssen denen in Bild 3 und Tabelle 1 entsprechen.

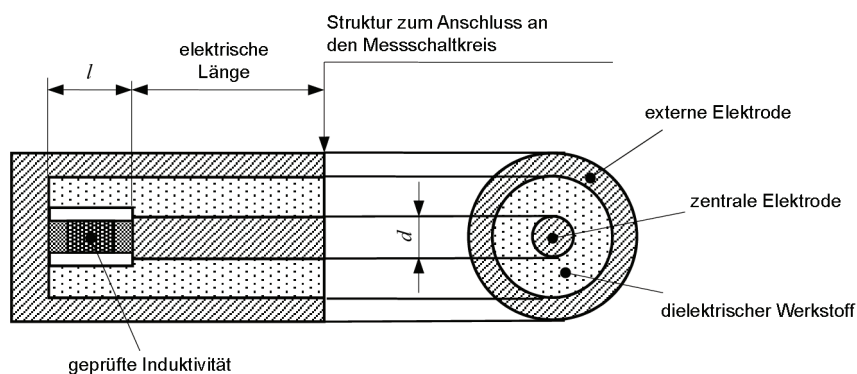


Bild 3 – Prüfvorrichtung A

Tabelle 1 – Maße l und d

Größe der geprüf- ten Induktivität ^a	l mm	d mm
1608	1,6	0,95
1005	1,0	0,60
0603	0,6	0,36
0402	0,4	0,26
0201	0,2	0,12

^a Die äußeren Maße der oberflächenmontierten Induktivität müssen mit einer vierstelligen Zahl angegeben werden, deren Grundlage zwei wesentliche Zahlen für die Abmessungen L und W (oder H) sind (siehe IEC 62025-1).

Die Elektroden der Prüfvorrichtung müssen die Elektroden der geprüften Induktivität mit mechanischer Kraft, die durch ein anerkanntes Verfahren erzeugt wird, kontaktieren. Diese Kraft muss so gewählt werden, dass eine zufriedenstellende Messwertstabilität erreicht werden kann, ohne dass die Eigenschaften der geprüften Induktivität beeinflusst werden. Die mechanische Kraft muss festgelegt werden. Die Verbindungsstruktur zwischen Messschaltkreis und Prüfvorrichtung muss eine charakteristische Impedanz von möglichst nahe an 50 Ω aufweisen.

4.1.3.3 Prüfvorrichtung B

Prüfvorrichtung B, wie in Bild 4 gezeigt, muss verwendet werden.

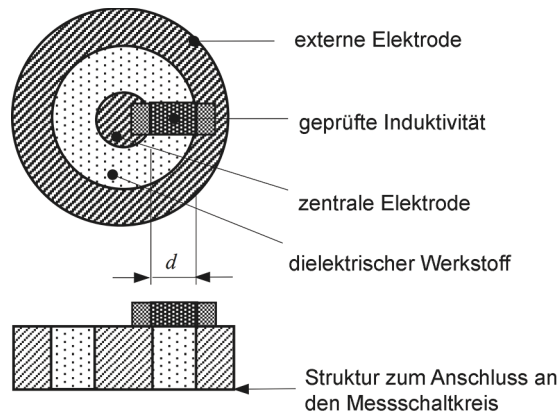


Bild 4 – Prüfvorrichtung B

Die Elektroden der Prüfvorrichtung müssen die Elektroden der geprüften Induktivität mit mechanischer Kraft, die durch ein anerkanntes Verfahren erzeugt wird, kontaktieren. Diese Kraft muss so gewählt werden, dass eine zufriedenstellende Messwertstabilität erreicht werden kann, ohne dass die Eigenschaften der geprüften Induktivität beeinflusst werden. Die mechanische Kraft muss festgelegt werden. Die Verbindungsstruktur zwischen Messschaltkreis und Prüfvorrichtung muss eine charakteristische Impedanz von möglichst nahe an 50 Ω aufweisen. Maß d muss von den beteiligten Parteien festgelegt werden.

4.1.3.4 Prüfvorrichtung C

Prüfvorrichtung C, wie in Bild 5 gezeigt, muss verwendet werden.

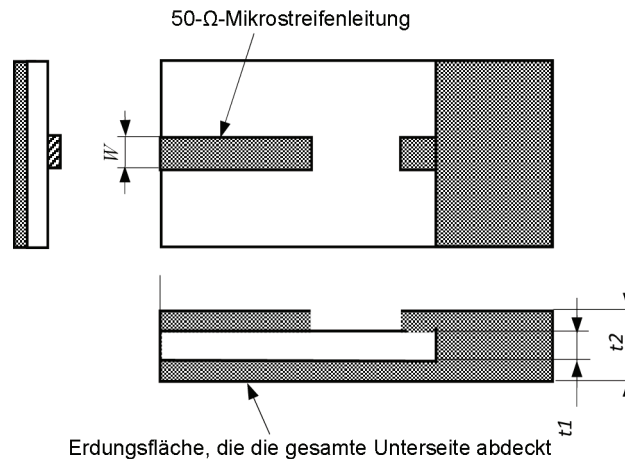


Bild 5 – Prüfvorrichtung C

Die Elektroden der Prüfvorrichtung müssen die Elektroden der geprüften Induktivität mit mechanischer Kraft, die durch ein anerkanntes Verfahren erzeugt wird, kontaktieren. Diese Kraft muss so gewählt werden, dass eine zufriedenstellende Messwertstabilität erreicht werden kann, ohne dass die Eigenschaften der geprüften Induktivität beeinflusst werden. Die mechanische Kraft muss festgelegt werden. Die Verbindungsstruktur zwischen Messschaltkreis und Prüfvorrichtung muss eine charakteristische Impedanz von möglichst nahe an 50 Ω aufweisen. Die Maße der Muster der Prüfvorrichtung und das Material der Prüfvorrichtung müssen von den beteiligten Parteien festgelegt werden.

4.1.4 Messverfahren und Berechnungsgrundlagen

Der Induktivitätswert L_x der Induktivität L ist definiert durch die Vektorsumme von L_s und C_d (siehe Bild 1 oder Bild 2). Die Frequenz f des Ausgangssignals des Signalgenerators muss auf eine an anderer Stelle festgelegte Frequenz eingestellt werden. Die geprüfte Induktivität muss, wie oben beschrieben, mit Hilfe der Prüfvorrichtung mit dem Messschaltkreis verbunden werden. Die Vektorspannungen E_1 und E_2 müssen jeweils mit den Vektorvoltmetern Ev_1 bzw. Ev_2 gemessen werden. Der Induktivitätswert L_x muss für das Spannungs-/Strom-Verfahren nach Gleichung (1) und Gleichung (2) oder für das Reflexionsfaktorverfahren nach Gleichung (3) bis Gleichung (5) berechnet werden:

$$L_x = \frac{\text{Im}[Z_x]}{\omega} \quad (1)$$

$$Z_x = R \frac{E_1}{E_2} \quad (2)$$

Dabei ist

- L_x der Induktivitätswert der geprüften Induktivität;
- Im der Imaginärteil des komplexen Wertes;
- Z_x der Impedanzwert der geprüften Induktivität;
- R der Widerstandswert des Widerstandes;
- E_1 der Anzeigewert des Vektorvoltmeters Ev_1 ;
- E_2 der Anzeigewert des Vektorvoltmeters Ev_2 ;
- ω die Kreisfrequenz: $2\pi f$.

$$L_x = \frac{\text{Im}[Z_x]}{\omega} \quad (3)$$

$$Z_x = R \frac{E_1}{E_2} \quad (4)$$

$$S_{11} = \frac{E_1}{E_2} \quad (5)$$

Dabei ist

- L_x der Induktivitätswert der geprüften Induktivität;
- Im der Imaginärteil des komplexen Wertes;
- Z_x der Impedanzwert der geprüften Induktivität;
- S_{11} der Reflexionsfaktor der geprüften Induktivität;
- Z_0 die Systemimpedanz der Messeinrichtung (50 Ω);
- E_1 der Anzeigewert des Vektorvoltmeters E_{v1} ;
- E_2 der Anzeigewert des Vektorvoltmeters E_{v2} ;
- ω die Kreisfrequenz: $2\pi f$.

4.1.5 Anmerkungen zur Messung

4.1.5.1 Allgemeines

Die elektrische Leitungslänge der Prüfvorrichtung muss mit einem geeigneten Verfahren kompensiert werden, gefolgt von einer Offen-Kurzschluss-Kompensation (Kalibrierung). Falls eine nicht allgemein anerkannte elektrische Leitungslänge benutzt wird, muss dies angegeben werden. Die Offen-Kurzschluss-Kompensation (Kalibrierung) muss nach folgenden Gleichungen durchgeführt werden:

$$Z_x = A_c \frac{Z_m - B_c}{1 - Z_m C_c} \quad (6)$$

$$A_c = 1 + j0 \quad (7)$$

$$B_c = \frac{Z_{sm} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Z_{ss} - Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}} \quad (8)$$

$$C_c = \frac{Y_{om} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Y_{os} - Y_{om} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}} \quad (9)$$

Dabei ist

- Z_x der Messwert der Impedanz nach der Kompensation;
- Z_m der Messwert der Impedanz vor der Kompensation;
- Z_{sm} der Messwert der Impedanz bei Kurzschluss der Messanordnung;
- Z_{ss} der Wert der Kurzschlussinduktivität, wie in 4.1.5.2 festgelegt;

Y_{om} der Messwert des Scheinleitwerts der Prüfvorrichtung ohne Prüfobjekt;
 Y_{os} der Messwert des Scheinleitwerts der Prüfvorrichtung, wie in 4.1.5.3 festgelegt.

4.1.5.2 Kurzschluss-Kompensation

Für die Prüfvorrichtung A sind die zulässigen Maße und die Form der Kurzschlussprobe in Bild 6 und Tabelle 2 festgelegt. Die geeignete Induktivität der Kurzschlussprobe muss in Abhängigkeit von den Maßen der geprüften Induktivität aus Tabelle 2 entnommen werden. Der Induktivitätswert der gewählten Kurzschlussprobe muss als Kompensationswert angewendet werden.

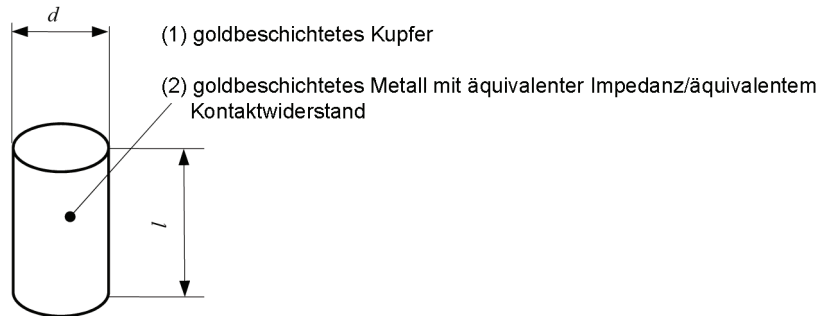


Bild 6 – Maße der Kurzschlussprobe

Tabelle 2 – Maße und Induktivitätswerte der Kurzschlussprobe

Größe der geprüften Induktivität	l mm	d mm	Induktivitätswert nH
1608	1,6	0,95	0,43
1005	1,0	0,60	0,27
0603	0,6	0,36	0,16
0402	0,4	0,26	0,11
0201	0,2	0,12	0,05

Wenn ein anderer als der in Tabelle 2 angegebene Induktivitätswert und wenn eine andere als die in Bild 6 angegebene Form der Kurzschlussprobe, z. B. rechteckige Form, für die Kurzschlussprobe in Prüfvorrichtung A benutzt wird, so muss dieser bzw. diese angegeben werden. Für die Prüfvorrichtungen B und C müssen die Maße, die Form sowie der Induktivitätswert der Kurzschlussprobe angegeben werden.

4.1.5.3 Offen-Kompensation (Kalibrierung)

Die Offen-Kompensation (Kalibrierung) für Prüfvorrichtung A muss so durchgeführt werden, dass die Messkontaktelektroden den gleichen Abstand voneinander haben wie mit eingesetzter geprüfter Induktivität. Sofern nicht anders festgelegt, wird der Scheinleitwert Y_{os} als 0 S (Null Siemens) festgelegt.

Die Offen-Kompensation der Prüfvorrichtungen B und C muss ohne Montage der geprüften Induktivität durchgeführt werden. Sofern nicht anders festgelegt, wird der Scheinleitwert Y_{os} als 0 S (Null Siemens) festgelegt.

4.2 Güte

4.2.1 Messverfahren

Die Güte Q der Induktivität muss entweder mit dem Spannungs-/Strom-Verfahren oder dem Reflexionsfaktorverfahren gemessen werden.

4.2.2 Messschaltung

Der Messschaltkreis ist wie in Bild 1 und Bild 2 dargestellt. Die Messvorrichtung muss angemessen kalibriert werden.

4.2.3 Montage der geprüften Induktivität

Die Montage der geprüften Induktivität ist in 4.1.3 beschrieben.

4.2.4 Messverfahren und Berechnungsgrundlagen

Die Frequenz des Ausgangssignals des Signalgenerators (siehe Bild 1 oder Bild 2) muss auf eine an anderer Stelle festgelegte Frequenz eingestellt werden. Die Induktivität muss, wie oben beschrieben, mit Hilfe der Prüfvorrichtung mit dem Messschaltkreis verbunden werden. Die Vektorspannungen E_1 und E_2 müssen jeweils mit den Vektorvoltmetern Ev_1 bzw. Ev_2 gemessen werden. Die Güte Q der Induktivität muss nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$Q = \frac{Im[Z_x]}{Re[Z_x]} \quad (10)$$

Dabei ist

- Q die Güte Q der geprüften Induktivität;
- Re der Realteil des komplexen Wertes;
- Im der Imaginärteil des komplexen Wertes;
- Z_x der Impedanzwert der geprüften Induktivität nach Berechnung nach Gleichung (2) oder Gleichung (4);

4.2.5 Anmerkungen zur Messung

Siehe 4.1.5.

4.3 Scheinwiderstand

4.3.1 Messverfahren

Die Impedanz einer Induktivität muss entweder mit dem Spannungs-/Strom-Verfahren oder dem Reflexionsfaktorverfahren gemessen werden. Diese Verfahren werden in 4.3.2 bis 4.3.5 beschrieben.

4.3.2 Messschaltung

Die Messschaltkreise sind wie in Bild 1 und Bild 2 dargestellt. Die Messvorrichtung muss angemessen kalibriert werden.

4.3.3 Montage der geprüften Induktivität

Die Montage der geprüften Induktivität ist in 4.1.3 beschrieben.

4.3.4 Messverfahren und Berechnungen

Die Frequenz des Ausgangssignals des Signalgenerators (siehe Bild 1 und Bild 2) muss auf eine an anderer Stelle festgelegte Frequenz f eingestellt werden. Die Induktivität muss, wie oben beschrieben, mit Hilfe der Prüfvorrichtung mit dem Messschaltkreis verbunden werden. Die Vektorspannungen E_1 und E_2 müssen jeweils mit den Vektorvoltmetern Ev_1 bzw. Ev_2 gemessen werden.

Die Impedanz muss in Übereinstimmung mit dem verwendeten Verfahren nach Gleichung (2) oder Gleichung (4) berechnet werden.

4.3.5 Anmerkungen zur Messung

Siehe 4.1.5.

5 Resonanzfrequenz

5.1 Eigenresonanzfrequenz

Die Eigenresonanzfrequenz der Induktivität muss mit dem Minimum-Ausgangsverfahren (siehe 5.2) oder mit einem Impedanzanalysator oder einem Netzwerkanalysator (siehe 4.1) gemessen werden.

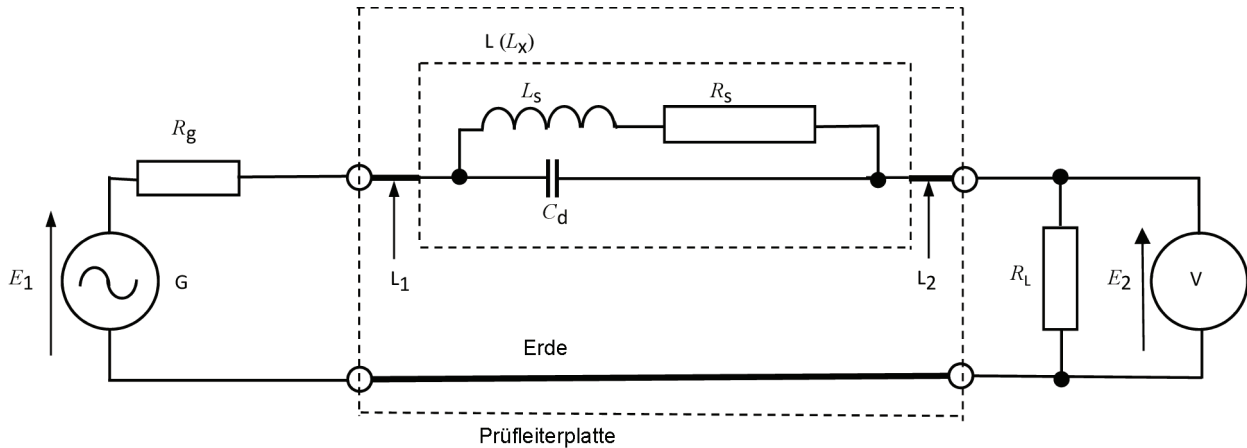
5.2 Minimum-Ausgangsverfahren

5.2.1 Allgemeines

Das Minimum-Ausgangsverfahren wird in 5.2.2 bis 5.2.5 beschrieben.

5.2.2 Messschaltung

Die Messschaltung ist in Bild 7 dargestellt.



Legende

- G Signalgenerator
- R_g Quellenimpedanz des Signalgenerators (50 Ω)
- L_x Induktivitätswert der geprüften Induktivität
- C_d parallele Kapazität der geprüften Induktivität
- L geprüfte Induktivität
- L_1, L_2 50- Ω -Mikrostreifenleitung oder ähnliche Übertragungsleitung
- V HF-Voltmeter
- R_L Eingangsimpedanz des HF-Voltmeters (50 Ω)
- E_1 der Anzeigewert des Vektorvoltmeters Ev_1 ;
- E_2 der Anzeigewert des Vektorvoltmeters Ev_2 ;

Ein geeigneter kalibrierter Netzwerkanalysator kann anstelle des Signalgenerators und des HF-Voltmeters für die Minimum-Ausgangsverfahren verwendet werden.

Bild 7 – Beispiel für einen Messschaltkreis beim Minimum-Ausgangsverfahren

5.2.3 Montage der geprüften Induktivität

Die geprüfte Induktivität muss auf der Prüfplatine zur Messung der Eigenresonanzfrequenz nach der für die jeweilige Induktivität geltenden Einzelnorm nach dem in Anhang A beschriebenen Verfahren montiert werden. Wenn keine Einzelbestimmung vorhanden ist, muss die Prüfplatine der in Bild 8 abgebildeten entsprechen.

Die Maße der Muster der Prüfvorrichtung und das Material der Prüfvorrichtung müssen von den beteiligten Parteien festgelegt werden.

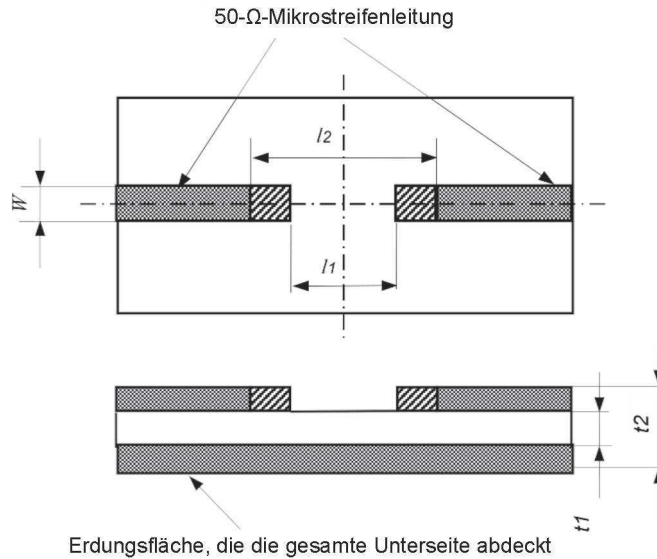


Bild 8 – Prüfplatine zur Eigenresonanzfrequenzmessung (Minimum-Ausgangsverfahren)

5.2.4 Messverfahren und Berechnungsgrundlagen

Wird ein wie in Bild 7 dargestellter Messschaltkreis zur Messung eingesetzt, so muss E_1 konstant gehalten werden und die Schwingfrequenz des Signalgenerators sollte schrittweise erhöht werden, bis E_2 den niedrigsten Wert annimmt. Dann entspricht diese Frequenz der Eigenresonanzfrequenz.

Falls jedoch ein weiterer Frequenzbereich existiert, in dem E_2 ein Minimum aufweist und die Frequenz des Mindestwertes nicht bestimmt werden kann, müssen die zwei Frequenzen f_1 und f_2 bestimmt werden, bei denen E_2 um A [dB] ($A \leq 3$) größer ist als der Mindestwert, und die Eigenresonanzfrequenz muss dann unter Anwendung der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\text{Self-resonance frequency} = \frac{f_1 + f_2}{2} \quad (11)$$

5.2.5 Anmerkung zur Messung

Die Breite W der Mikrostreifenleitung muss so bemessen sein, dass die charakteristische Impedanz so nah wie möglich bei 50 Ω liegt. Der ausgewählte Wert E_1 der Mikrostreifenleitung muss so bemessen sein, dass eine einfache Ermittlung des Minimums von E_2 möglich ist.

5.3 Messung mit einem Analysator

5.3.1 Messung mit einem Impedanzanalysator und einem Eintor-Netzwerkanalysator

Die Eigenresonanzfrequenz kann durch Messung der frequenzabhängigen Eigenschaften der Impedanz der Induktivität mit dem Impedanzanalysator bestimmt werden. Eintor-Netzwerkanalysatoren dürfen als Ersatz für Impedanzanalysatoren verwendet werden, wie in 4.1.2 beschrieben. Bei der Messung der Eigenresonanzfrequenz muss die zu prüfende Induktivität nach Kompensation der unerwünschten Kapazität (siehe 4.1.5.3) an die Prüfvorrichtung angekoppelt werden.

Der genaue Wert der Eigenresonanzfrequenz muss die Frequenz sein, bei der der erste Imaginärteil des Impedanzwertes gleich null ist, wenn der Frequenzdurchlauf des Impedanzanalysators vom niedrigeren zum höheren Wert geht.

Die Prüfvorrichtung zur Messung der Eigenresonanzfrequenz muss identisch mit der für die Induktivität sein.