

DIN EN ISO 15548-2

ICS 19.100

Ersatz für
DIN EN ISO 15548-2:2009-01

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Technische Ausrüstung für die Wirbelstromprüfung –
Teil 2: Kenngrößen von Sensoren und deren Verifizierung
(ISO 15548-2:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 15548-2:2013**

Non-destructive testing –
Equipment for eddy current examination –
Part 2: Probe characteristics and verification (ISO 15548-2:2013);
German version EN ISO 15548-2:2013

Essais non destructifs –
Appareillage pour examen par courants de Foucault –
Partie 2: Caractéristiques des capteurs et vérifications (ISO 15548-2:2013);
Version allemande EN ISO 15548-2:2013

Gesamtumfang 34 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 15548-2:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-24 AA „Elektrische und magnetische Prüfverfahren“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 12718	siehe	DIN EN ISO 12718
ISO 15548-1	siehe	DIN EN ISO 15548-1
ISO 15549	siehe	DIN EN ISO 15549

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 15584-2:2009-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument inhaltlich und redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13860-2: 2003-05
DIN EN ISO 15548-2: 2009-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 12718, *Zerstörungsfreie Prüfung — Wirbelstromprüfung — Terminologie*

DIN EN ISO 15548-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Technische Ausrüstung für die Wirbelstromprüfung — Teil 1: Kenngrößen von Prüfgeräten und deren Verifizierung*

DIN EN ISO 15549, *Zerstörungsfreie Prüfung — Wirbelstromprüfung — Allgemeine Grundlagen*

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung —
Technische Ausrüstung für die Wirbelstromprüfung —
Teil 2: Kenngrößen von Sensoren und deren Verifizierung
(ISO 15548-2:2013)

Non-destructive testing —
Equipment for eddy current examination —
Part 2: Probe characteristics and verification
(ISO 15548-2:2013)

Essais non destructifs —
Appareillage pour examen par courants de Foucault —
Partie 2: Caractéristiques des capteurs et vérifications
(ISO 15548-2:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. November 2013 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute 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.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kenngrößen des Sensors und der zugehörigen Verbindungselemente.....	4
4.1 Allgemeine Kenngrößen	4
4.1.1 Anwendung	4
4.1.2 Sensorbauarten.....	4
4.1.3 Verbindungselemente	5
4.1.4 Physikalische Kenngrößen	5
4.1.5 Sicherheit.....	5
4.1.6 Umgebungsbedingungen	5
4.2 Elektrische Kenngrößen	6
4.3 Funktionskenngrößen	6
5 Verifizierung	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Stufen der Verifizierung	7
5.3 Verifizierungsverfahren.....	8
5.4 Korrekturmaßnahmen	8
6 Messung der elektrischen und der Funktionskenngrößen eines Sensors.....	8
6.1 Elektrische Kenngrößen	8
6.1.1 Allgemeines	8
6.1.2 Messbedingungen	8
6.1.3 Resonanzfrequenz des Erregerelements	8
6.1.4 Impedanz des Erregerelements.....	9
6.1.5 Impedanz des Messelementes/der Messelemente	9
6.2 Funktionskenngrößen	9
6.2.1 Allgemeines	9
6.2.2 Messbedingungen	9
6.2.3 Tastsensor	11
6.2.4 Durchlaufsensor	22
6.3 Normierte Impedanzortskurve	29
7 Einfluss von Verbindungselementen	29
Anhang A (informativ) Vergleichskörper A6	30
A.1 Nennwerte der Kenngrößen und Toleranzen	31
A.2 Herstellung	31
Literaturhinweise	32

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 15548-2:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2014 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 15548-2:2008.

ISO 15548 besteht unter dem allgemeinen Titel *Non-destructive testing — Equipment for eddy current examination* aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Instrument characteristics and verification*
- *Part 2: Probe characteristics and verification*
- *Part 3: System characteristics and verification*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 15548-2:2013 wurde vom CEN als EN ISO 15548-2:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 15548 legt die Funktionskenngrößen von Sensoren und der zugehörigen Verbindungselemente fest und enthält Verfahren für deren Messung und Verifizierung.

Die Beurteilung dieser Kenngrößen ermöglicht eine genaue Beschreibung und Vergleichbarkeit von Wirbelstromprüfgeräten.

Durch sorgfältige Auswahl der Kenngrößen kann ein reproduzierbares und effektives Wirbelstromprüfsystem für spezifische Anwendungen entworfen werden.

Bei der Verwendung von Zubehörteilen sollten diese nach den Grundlagen dieses Teils von ISO 15548 charakterisiert werden.

Dieser Teil von ISO 15548 enthält weder Vorschriften für den Umfang der Verifizierung noch für die Annahmekriterien der Kenngrößen. Diese sind in den Anwendungsdokumenten enthalten.

2 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).

ISO 12718, *Non-destructive testing — Eddy current testing — Terminology*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12718.

4 Kenngrößen des Sensors und der zugehörigen Verbindungselemente

4.1 Allgemeine Kenngrößen

4.1.1 Anwendung

Sensoren und Verbindungselemente werden so ausgewählt, dass sie die Anforderungen der vorgesehenen Anwendung erfüllen.

Das gemeinsam mit ihnen verwendete Prüfgerät beeinflusst die Ausführung.

4.1.2 Sensorbauarten

Die Bauart eines Sensors richtet sich nach dem Folgenden:

- dem zu prüfenden Material, d. h. ferromagnetisches Material, nicht ferromagnetisches Material hoher oder niedriger Leitfähigkeit;
- der Funktion, z. B. transformatorischer Sensor oder Doppelfunktionssensor;
- der Familie, z. B. Durchlaufsensor, Tastsensor;
- dem Messmodus, z. B. Absolutmessung, Differenzmessung;
- dem Zweck der Prüfung, z. B. Nachweis von Inhomogenitäten, Sortiervverfahren oder Messung der Dicke usw.;
- den Eigenschaften des Sensors, z. B. fokussierender Sensor, abgeschirmter Sensor usw.

4.1.3 Verbindungselemente

Dazu können die Folgenden gehören:

- Kabel und/oder Verlängerungen;
- Stecker;
- Kontaktringe;
- Rotierköpfe;
- Transformatoren;
- aktive Einrichtungen, z. B. Multiplexer, Verstärker usw.

4.1.4 Physikalische Kenngrößen

Die folgenden Kenngrößen müssen neben anderen angegeben werden:

- äußere Größe und Gestalt;
- Gewicht;
- Informationen zum mechanischen Aufbau;
- Modell- und Seriennummer;
- Gehäusematerial des Sensors;
- Zusammensetzung und Dicke der Verkleidung;
- Vorhandensein und Zweck eines Kerns oder einer Abschirmung;
- Art der Verbindungselemente (siehe 4.1.3);
- Kennzeichnung der Richtung (Richtung der höchsten Empfindlichkeit, siehe 6.2.3.3);
- Kennzeichnung der Lage (elektrisches Zentrum, siehe 6.2.3.4).

4.1.5 Sicherheit

Der Sensor und die zugehörigen Verbindungselemente müssen die geltenden Sicherheitsvorschriften für elektrische Gefährdungen, Oberflächentemperatur oder Explosionssicherheit erfüllen.

Beim üblichen Einsatz des Sensors sollten keine Gefährdungen entstehen.

4.1.6 Umgebungsbedingungen

Die Temperatur und die Feuchte bei üblichem Einsatz, Lagerung und Transport sollten für den Sensor und die zugehörigen Verbindungselemente festgelegt sein.

Die Toleranz des Sensors und der zugehörigen Verbindungselemente auf die Effekte von eingestreutem Störuntergrund und elektromagnetischer Strahlung müssen den Bestimmungen für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) entsprechen.

Die zur Herstellung des Sensors verwendeten Materialien sollten beständig gegen Verunreinigungen sein.

4.2 Elektrische Kenngrößen

Die externen elektrischen Verbindungen zum Sensor müssen deutlich gekennzeichnet oder beschrieben sein.

Der an ein bestimmtes Kabel festgelegter Länge angeschlossene Sensor hat folgende elektrische Kenngrößen:

- empfohlener Bereich für den Erregerstrom und die Erregerspannung für den sicheren Betrieb;
- empfohlener Bereich für die Erregerfrequenz;
- Impedanz der Erregerwicklung in Luft;
- Resonanzfrequenz der Erregerwicklung(en) in Luft;
- Impedanz des Messelementes/der Messelemente in Luft.

Die elektrischen Kenngrößen eines Verlängerungskabels müssen ebenfalls deutlich gekennzeichnet sein.

4.3 Funktionskenngößen

Die Funktionskenngößen eines Sensors müssen für ein bestimmtes System festgelegt werden.

Die Messung der Funktionskenngößen eines Sensors erfordert die Anwendung von Kalibrierkörpern. Das für die Vergleichskörper verwendete Material richtet sich nach der Anwendung.

Ein Sensor hat folgende Funktionskenngößen:

- Richtungsverhalten;
- Ansprechverhalten auf elementare Inhomogenitäten (Löcher, Rillen);
- Wirkbreite und Spurbreite des Sensors;
- Wechselwirkungsfläche;
- Mindestabmessungen der Unregelmäßigkeiten für ein konstantes Ansprechverhalten;
- Eindringkenngößen;
- geometrische Effekte;
- normierte Impedanzortskurve (bei sich ändernder Frequenz) des Erregerelements bei kleinstem Sensorabstand von einem homogenen Körper eines bestimmten Materials.

Diese Kenngrößen allein reichen nicht aus, um das Verhalten (z. B. Auflösung, kleinste nachweisbare Inhomogenitäten usw.) des Sensors eines bestimmten Wirbelstrom-Prüfsystems für eine vorgegebene Anwendung festzulegen.

Erforderlichenfalls muss der Einfluss der Verbindungselemente auf die Funktionskenngößen des Sensors bestimmt werden.

5 Verifizierung

5.1 Allgemeines

Für eine konsequente und wirkungsvolle Wirbelstromuntersuchung ist es erforderlich, zu überprüfen, ob die Leistungsfähigkeit der Komponententeile des Wirbelstrom-Prüfsystems innerhalb annehmbarer Grenzwerte liegt.

Vor der Überprüfung des Prüfsystems oder der Sensoren muss überprüft werden, ob der physikalische Zustand der Vergleichskörper innerhalb annehmbarer Grenzwerte liegt.

Die Messeinrichtung, die für die Verifizierung eingesetzt wird, muss einen bekannten Kalibrierzustand besitzen.

Zum besseren Verständnis ist das Verifizierungsverfahren in allen drei Teilen der ISO 15548 identisch beschrieben.

5.2 Stufen der Verifizierung

Es sind drei Stufen der Verifizierung festgelegt. Jede Stufe legt die Zeitintervalle zwischen den Überprüfungen und den Umfang der Überprüfung fest.

Es wird davon ausgegangen, dass die Musterprüfung schon vom Hersteller oder unter seiner Kontrolle durchgeführt wurde.

a) Stufe 1: Allgemeine Funktionsprüfung

Eine Verifizierung wird in regelmäßigen Zeitintervallen am Wirbelstromprüfsystem mit Vergleichskörpern durchgeführt, um die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Einhaltung festgelegter Grenzwerte zu überprüfen.

Diese Verifizierung wird üblicherweise am Einsatzort durchgeführt.

Das Zeitintervall und die Vergleichskörper sind im Verifizierungsverfahren festgelegt.

b) Stufe 2: Ausführliche Funktionsprüfung und Kalibrierung

Eine Verifizierung wird in einem erweiterten Zeitintervall durchgeführt, um sicherzustellen, dass die ausgewählten Kenngrößen von Wirbelstromprüfgerät, Sensor, Zubehör und Vergleichskörpern konstant sind.

c) Stufe 3: Bestimmung

Eine Verifizierung wird durchgeführt an Wirbelstromprüfgerät, Sensor, Zubehör und Vergleichskörpern, um die Einhaltung der vom Hersteller gelieferten Kenngrößen sicherzustellen.

Die Organisation, die die Verifizierung verlangt, muss die zu überprüfenden Kenngrößen festlegen.

Die Hauptmerkmale sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Stufen der Verifizierung

Stufe	Zweck	Typisches Zeitintervall	Prüfeinrichtungen	Verantwortliche Person
1 allgemeine Funktionsprüfung	Konstanz der Systemleistungsfähigkeit	häufig, z. B. stündlich, täglich	Vergleichskörper	Anwender
2 ausführliche Funktionsprüfung und Kalibrierung	Konstanz der ausgewählten Kenngrößen von Prüfgerät, Sensoren und Zubehör	weniger häufig, jedoch mindestens einmal jährlich und nach Reparatur	kalibrierte Messgeräte, Vergleichskörper	Anwender
3 Bestimmung	sämtliche Kenngrößen von Prüfgerät, Sensoren und Zubehör	einmalig (bei Freigabe) und wenn erforderlich	kalibrierte Labormessgeräte und Vergleichskörper	Hersteller, Anwender

5.3 Verifizierungsverfahren

Die zu überprüfenden Kenngrößen sind vom Anwendungsfall abhängig. Die wesentlichen Kenngrößen und die Stufe der Verifizierung müssen im Verifizierungsverfahren festgelegt sein.

Das Untersuchungsverfahren für den Anwendungsfall muss sich auf das Verifizierungsverfahren beziehen. Dadurch kann die Anzahl der Kenngrößen für ein Prüfgerät für allgemeine Anwendungszwecke eingeschränkt werden, das für einen bestimmten Anwendungsfall überprüft wird.

Um sicherzustellen, dass die Verifizierung entsprechend dem Anwendungsbereich dieses Teils von ISO 15548 durchgeführt werden kann, müssen ausreichende Angaben zu den Kenngrößen von Prüfgerät, Sensor und Vergleichskörper vorliegen.

5.4 Korrekturmaßnahmen

Stufe 1: Liegt die Leistungsfähigkeit nicht innerhalb der festgelegten Grenzwerte, muss eine Entscheidung hinsichtlich des Produktes getroffen werden, das seit der letzten erfolgreichen Verifizierung untersucht wurde. Es müssen Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden, um die Leistungsfähigkeit wieder in die annehmbaren Grenzwerte zu bringen.

Stufe 2: Liegt die Abweichung der Kenngrößen außerhalb der vom Hersteller oder der in den Anwendungsdokumenten festgelegten annehmbaren Grenzwerte, muss eine Entscheidung getroffen werden hinsichtlich des Prüfgerätes, des Sensors oder des Zubehörs, welche überprüft wurden.

Stufe 3: Liegt eine Kenngröße außerhalb des vom Hersteller oder des in den Anwendungsdokumenten festgelegten annehmbaren Bereichs, muss eine Entscheidung getroffen werden hinsichtlich des Prüfgerätes, des Sensors oder des Zubehörs, welche überprüft wurden.

6 Messung der elektrischen und der Funktionskenngößen eines Sensors

6.1 Elektrische Kenngrößen

6.1.1 Allgemeines

Die elektrischen Kenngrößen allein reichen nicht aus, um die Sensorkenngrößen für die Anwendung festzulegen.

Die nachfolgend in 6.1.2 bis 6.1.5 genannten Verfahren und Prüfgeräte dienen nur als Hinweis; es können andere geeignete Verfahren und Prüfgeräte verwendet werden.

6.1.2 Messbedingungen

Die Messungen werden an dem Sensorstecker ohne Verbindungselemente des Prüfsystems durchgeführt. Der Sensor befindet sich in Luft und weit entfernt von elektrisch leitfähigen oder magnetischen Materialien.

Die Messungen werden für jedes Element des Sensors, das an dem Sensorstecker zugänglich ist, durchgeführt. Die Stromkreise der anderen Elemente bleiben offen.

Wenn der Sensor für besondere Bedingungen, z. B. Temperaturen und Drücke, vorgesehen ist, muss jede zusätzlich geforderte Messung in dem Anwendungsdokument festgelegt werden.

6.1.3 Resonanzfrequenz des Erregerelements

6.1.3.1 Erregerelement mit einer Spule

Die Resonanzfrequenz f_{res} des Erregerelements wird mit einem Impedanzmessgerät bestimmt.

6.1.3.2 Erregerelement mit mehreren Spulen

Ein Erregerelement mit mehreren Spulen ergibt mehrere Resonanzfrequenzen. Die niedrigste Frequenz muss bestimmt und angegeben werden.

6.1.4 Impedanz des Erregerelements

Der Wirkwiderstand R_0 und die Induktanz L_0 werden mit einem Vielfachmessgerät bzw. mit einem Impedanzmessgerät bestimmt. Die Induktanz wird bei der niedrigsten Frequenz des empfohlenen Betriebsbereiches des Sensors bestimmt.

Wenn die Kapazität C_0 zu klein für eine direkte Messung ist, dann sollte die Berechnung ein genaueres Ergebnis erbringen:

$$C_0 = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2 L_0} \quad (1)$$

In Bild 1 wird das Ersatzschaltbild der Impedanz des Erregerelements dargestellt.

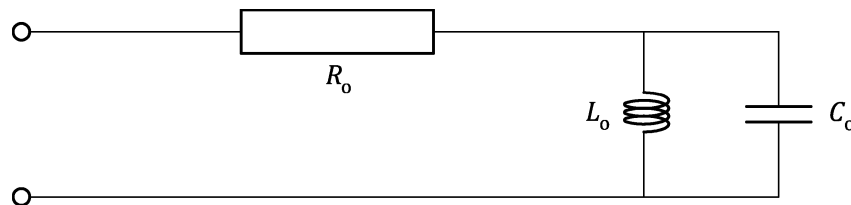


Bild 1 — Impedanz des Erregerelements

6.1.5 Impedanz des Messelementes/der Messelemente

Der Wirkwiderstand wird mit einem Vielfachmessgerät und die Kapazität und Induktanz werden mit einem Impedanzmessgerät bestimmt. Die Messwerte können als Impedanz über der Frequenz in einer Kurve dargestellt werden.

6.2 Funktionskenngrößen

6.2.1 Allgemeines

Dieser Teil von ISO 15548 charakterisiert allgemein übliche Sensorbauarten. Sensoren für Sonderanwendungen müssen in Übereinstimmung mit dem Anwendungsdokument entsprechend dieses Teils von ISO 15548 charakterisiert werden. Die in diesem Teil von ISO 15548 beschriebenen Kenngrößen können nützliche Informationen über derartige Sensoren liefern.

Die Funktionskenngrößen sind für zwei Klassen von Sensoren definiert: Tastsensoren und Durchlaufsensoren.

6.2.2 Messbedingungen

6.2.2.1 Allgemeines

Ein Wirbelstromprüfgerät für allgemeine Anwendungen nach ISO 15548-1 kann unter der Voraussetzung verwendet werden, dass es die geforderte Genauigkeit aufweist.

Alternativ kann eine Prüfeinrichtung, bestehend aus einem Generator, einem phasenselektiven Messverstärker und einem Spannungsmessgerät oder Oszilloskop, verwendet werden.

Hat der Sensor kein Verbindungskabel, müssen die Kenngrößen des für die Messungen verwendeten Kabels angegeben werden.