

DIN 25435-6



ICS 27.120.10

Ersatz für
DIN 25435-6:2014-01**Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von
Leichtwasserreaktoren –****Teil 6: Wirbelstromprüfung von Dampferzeuger-Heizrohren**

In-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors –
Part 6: Eddy current testing of steam generator heating tubes

Contrôles périodiques des composants du circuit primaire des réacteurs à eau légère –
Partie 6: Essai de tuyaux de chauffage pour générateurs de vapeur par courant de Foucault

Gesamtumfang 21 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Prüftechniken	7
4.1 Vorbemerkung	7
4.2 Allgemeines	7
4.3 Standardtechnik	7
4.3.1 Mehrfrequenztechnik mit Innendurchlaufsensor in Differenzschaltung	7
4.3.2 Verknüpfung der Signale mehrerer Frequenzen mit Innendurchlaufsensor in Differenzschaltung (Mixtechnik)	8
4.3.3 Mehrfrequenztechnik mit Innendurchlaufsensoren in Absolutschaltung	8
4.4 Prüftechniken für weitergehende Analysen	8
5 Anforderungen	9
5.1 Prüfpersonal	9
5.2 Dampferzeuger-Heizrohre	10
5.3 Wirbelstromprüfeinrichtung	10
5.3.1 Allgemeines	10
5.3.2 Prüfroboter	10
5.3.3 Wirbelstromprüfsystem	11
5.3.4 Auswertesystem	13
5.4 Datenträger	13
6 Prüfspezifikation	14
7 Prüfung	15
7.1 Vorbereitung	15
7.2 Durchführung	15
7.2.1 Allgemeines	15
7.2.2 Messwerterfassung	16
7.2.3 Messwertauswertung	17
7.3 Abschließende Maßnahmen	19
8 Protokollierung	19
8.1 Prüfprotokoll und Prüfbericht	19
8.2 Anzeigenliste	19
8.3 Befundprotokoll	20
Literaturhinweise	21

Bilder

Bild 1 — Darstellung eines wanddurchdringenden Vergleichsfehlers (Durchgangsbohrung) beim Ziehen des Sensors	16
Bild 2 — Beispiel für eine Auswertekennlinie: Wanddickenschwächung in % der Wanddicke als Funktion des Phasenwinkels in ° der Anzeige bei einer Prüffrequenz	18

Tabellen

Tabelle 1 — Anforderungen an das Prüfpersonal	10
---	----

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-07-47 AA „Zerstörungsfreie Prüfung in der Kerntechnik“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokumentes Patentrechte berühren könnten. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezügliche Patentrechte zu identifizieren.

DIN 25435 besteht unter dem allgemeinen Titel *Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren* aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Mechanisierte Ultraschallprüfung*
- *Teil 2: Magnetpulver- und Eindringprüfung*
- *Teil 3: Druckprüfung*
- *Teil 4: Sichtprüfung*
- *Teil 6: Wirbelstromprüfung von Dampferzeuger-Heizrohren*
- *Teil 7: Durchstrahlungsprüfung*

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

Änderungen

Gegenüber DIN 25435-6:2014-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Verweisungen;
- b) redaktionelle Überarbeitungen.

Frühere Ausgaben

DIN 25435-6: 2003-05, 2014-01

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anzuwenden für wiederkehrende Wirbelstromprüfungen an nicht ferromagnetischen Dampferzeuger-Heizrohren von Leichtwasserreaktoren, wobei die Prüfung mit Hilfe mechanisierter Prüfeinrichtungen von der Rohrinneenseite aus erfolgt.

Eine wiederkehrende Wirbelstromprüfung von Dampferzeuger-Heizrohrstopfen als Bestandteil des Primärkreises ist nicht Gegenstand dieses Dokumentes. Aufgrund der unterschiedlichen Ausführungsformen von Dampferzeuger-Heizrohrstopfen ist der Einsatz speziell angepasster und zu qualifizierender Prüftechniken erforderlich.

Es werden Prüftechniken zum Auffinden von Inhomogenitäten (Oberfläche) und Anforderungen an Prüfpersonal, Prüfgeräte, die Vorbereitung der Prüf- und Gerätetechnik, die Durchführung der Prüfung, sowie die Protokollierung festgelegt.

ANMERKUNG Angaben über Prüfabschnitt, Prüfumfang, Prüfzeitpunkt, Prüfintervall und die Bewertung von Anzeigen sind im kerntechnischen Regelwerk (KTA) für wiederkehrende Prüfungen 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).

DIN 58220-5, *Sehschärfebestimmung — Teil 5: Allgemeiner Sehtest; Text Deutsch und Englisch*

DIN EN ISO 8596, *Augenoptik — Sehschärfeprüfung — Normsehzeichen und klinische Sehzeichen und ihre Darbietung*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

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*

KTA 1202, *Anforderungen an das Prüfhandbuch*¹

VGB R 516, *Richtlinie — Methodik für das Vorgehen bei Qualifizierung von zerstörungsfreien Prüfungen (VGB-ENIQ-Richtlinie)*²

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN ISO 12718 sowie die folgenden Begriffe.

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

-
- 1 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Kerntechnischer Ausschuss (KTA) KTA-Geschäftsstelle beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), Willy-Brandt-Str. 5, D-38226 Salzgitter
 - 2 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften, Deilbachtal 173, 45257 Essen.

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Analysetechnik

<Wirbelstromprüfung> Prüftechnik, die mit Tastsensoren oder Segmentsensoren an Dampferzeuger-Heizrohren zur genaueren Charakterisierung von Anzeigen angewendet wird

3.2

Anzeige

Signal, das durch betriebsbedingte Schädigungsmechanismen, geometrische sowie werkstofftechnische oder konstruktionsbedingte Einflüsse hervorgerufen wird

[QUELLE: DIN 25435-1:2020-12, 3.3]

3.3

Auswertung

<Wirbelstromprüfung> Sichtung der aufgezeichneten Signale hinsichtlich Vollständigkeit und Bewertbarkeit, suchen und registrieren von Anzeigen nach festgelegten Kriterien, Darstellung der Prüfergebnisse

[QUELLE: DIN 25435-1:2020-12, 3.4]

3.4

Basisfrequenz

Prüffrequenz, die bei der Standardtechnik vorrangig zur Auffindung und Auswertung von Anzeigen verwendet wird

3.5

Bewertung

Vergleich der ausgewerteten Messdaten mit festgelegten Kriterien

[QUELLE: DIN 25435-1:2020-12, 3.5]

3.6

Formanzeige

Signal, das durch geometrisch bedingte Einflüsse hervorgerufen wird

3.7

Sensorfüllungsgrad

<Innendurchlaufsensor> Verhältnis von äußerer Querschnittsfläche des Sensors zu innerer Querschnittsfläche des Prüfgegenstandes

[QUELLE: DIN EN ISO 12718:2019-12, 3.3.42.2]

3.8

Kalibrieren

<Wirbelstromprüfung> Ermittlung des Zusammenhanges zwischen den ausgegebenen Messwerten des Wirbelstromprüfgerätes und den zugehörigen Anzeigen, resultierend aus definierten Vergleichsfehlern an Vergleichskörpern

3.9

Kontrollkörper

Körper für die Überprüfung der Einstellungen des Prüfsystems und dessen Funktion während der Prüfung

[QUELLE: DIN 25435-1:2020-12, 3.15]

3.10

Prüfaufsicht

Verantwortlicher für die Anwendung des Prüfverfahrens und für die Einzelheiten der Prüfdurchführung einschließlich der Überwachung der Tätigkeiten bei Vorbereitung und Durchführung der Prüfung sowie Bewertung der Prüfergebnisse

[QUELLE: DIN 25435-1:2020-12, 3.22]

3.11

Prüfempfindlichkeit

Änderung der Ausgangsgröße des Wirbelstromprüfsystems (Amplitude/Phase), bezogen auf die Änderung der zugrunde gelegten Eingangsgröße (z. B. Wanddickenschwächung)

3.12

Sensor

Körper, der Erregerelemente (z. B. Spulen) und Messelemente enthält

3.13

Standardtechnik

<Wirbelstromprüfung> Prüftechnik, die mit Innendurchlaufsensor mit koaxialen Spulen an Dampferzeuger-Heizrohren durchgeführt wird

3.14

Störsignal

Signal, das die Erkennung und Auswertung von Anzeigen behindert

3.15

Vergleichskörper

in den prüftechnisch relevanten Eigenschaften (z. B. Werkstoff, Schweißnahtausführung, Form, Wanddicke, ggf. vorhandene Plattierung) dem Prüfgegenstand entsprechender Körper, mit Bezugsmerkmalen (z. B. Nuten, Bohrungen), die an die Prüfaufgabe angepasst sind

[QUELLE: KTA 3201.4:2016-11, modifiziert — Artikel gestrichen und „eventuell“ durch „ggf.“ ersetzt]

3.16

Wirbelstromprüfgerät

Teil des Wirbelstromprüfsystems, mit dem die Messung durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Es besteht im Allgemeinen aus einem Generator, einem Verstärker, einem Demodulator und einer Anzeigeeinrichtung.

[QUELLE: DIN EN ISO 12718:2019-12, 3.4.11, modifiziert — die Schreibweise der Benennung geändert („Wirbelstrom-Prüfgerät“ in der Quelle)]

3.17

Wirbelstromprüfeinrichtung

Wirbelstromprüfsystem, Prüfroboter und seine Messwerterfassung sowie der Auswerteeinheit einschließlich Software

3.18

Wirbelstromprüfsystem

System zum Prüfen oder Messen mit Wirbelströmen, das mindestens aus einem Wirbelstromprüfgerät, einem Sensor und geeigneten Verbindungskabeln besteht

[QUELLE: DIN EN ISO 12718:2019-12, 5.13]

4 Prüftechniken

4.1 Vorbemerkung

Die Eignung der Prüftechnik und des Prüfgerätesystems muss entsprechend den Anforderungen der zutreffenden Regeln des KTA nachgewiesen werden. Die Vorgehensweise bei der Qualifizierung ist in VGB R 516 festgelegt.

4.2 Allgemeines

Bei der Wirbelstromprüfung von Dampferzeuger-Heizrohren ist es Aufgabe der Auswertung, die aufgezeichneten Signale zu unterscheiden nach:

- a) betriebsbedingten Anzeigen (Ort, Ausdehnung und gegebenenfalls deren Art, z. B. Risse, Abtragungen, Beulen);
- b) Formanzeigen (z. B. von Strukturteilen wie Abstandhalter, Rohrboden, Einwalzung);
- c) sonstigen Anzeigen (z. B. von lokalen Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit und der Permeabilität, elektrische Störungen, Wackeleffekt der Sensoren, Verunreinigungen des Rohres auf der Innen- oder Außenseite, fertigungsbedingte Anzeigen sowie anliegende Fremdteile).

Zur Erzielung einer ausreichend genauen Wiedergabe des Signalverlaufs ist eine Ortsauflösung von mindestens zwei Messwerten je Millimeter erforderlich.

Zur Wirbelstromprüfung von Dampferzeuger-Heizrohren können im Rahmen der Standardtechnik folgende Prüftechniken eingesetzt werden:

- 1) Mehrfrequenztechnik mit Innendurchlaufsensor (Differenzschaltung, siehe 4.3.1; Absolutschaltung, siehe 4.3.3);
- 2) Verknüpfung der Signale mehrerer Frequenzen mit Innendurchlaufsensor in Differenzschaltung (siehe 4.3.2).

Wenn die Standardtechnik zur Auswertung der Wirbelstromsignale nicht ausreicht, sind Wirbelstromtechniken für weitergehende Analysen (z. B. mit rotierenden Tastsensoren, Matrix-Sensoren mit S/E-Technik) oder andere zerstörungsfreie Prüfverfahren (z. B. Ultraschallprüfung, Sichtprüfung) anzuwenden.

Ergänzend zur Standardprüftechnik können bei spezifischen Anforderungen (z. B. Prüfung im Bereich Übergang Rohrboden/Einwalzung) Wirbelstromtechniken für weitergehende Analysen auch als Suchtechniken eingesetzt werden.

4.3 Standardtechnik

4.3.1 Mehrfrequenztechnik mit Innendurchlaufsensor in Differenzschaltung

4.3.1.1 Basisfrequenz

Bei der Prüfung mit Innendurchlaufsensor wird der gesamte Rohrumfang integral erfasst. Die Ausdehnung von Anzeigen kann daher nur in axialer Richtung ermittelt werden. Im ungestörten Bereich reicht die Auswertung der Signale einer Frequenz zur Bestimmung von Ort, Tiefe und axialer Ausdehnung einer betriebsbedingten Änderung aus.

Überlagern sich Anzeigen (z. B. betriebsbedingte Anzeigen und Formanzeigen), so ist eine Aussage im Allgemeinen nur mit Einschränkungen möglich. Zur Verbesserung der Prüfaussage ist es erforderlich, dass die Mehrfrequenztechnik im Mix (Verknüpfung mehrerer Frequenzen) angewendet wird (siehe 4.3.2).