

DIN 25435-1**DIN**

ICS 27.120.10

Einsprüche bis 2013-04-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 25435-1:2005-09**Entwurf**

Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren – Teil 1: Mechanisierte Ultraschallprüfung

In-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors –
Part 1: Automated ultrasonic inspection

Contrôles périodiques des composants du circuit primaire des réacteurs à eau légère –
Partie 1: Contrôle automatique par ultrasons

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-12-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nmp@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter
www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN, 10772 Berlin
(Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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 35 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Prüftechniken	10
4.1 Vorbemerkung.....	10
4.2 Allgemeines.....	10
4.3 Nachweis und Ortung von Reflektoren	11
4.3.1 IE-Technik.....	11
4.3.2 SE-Technik	11
4.3.3 Tandem-Technik	11
4.3.4 Prüftechnik mit Wellenumwandlung.....	11
4.3.5 V-Durchschallungstechnik	12
4.3.6 Bevorzugte Einschallwinkel und Wellenarten	12
5 Anforderungen.....	12
5.1 Prüfpersonal.....	12
5.2 Prüfgegenstand.....	13
5.3 Ultraschallprüfeinrichtung.....	13
5.3.1 Vorbemerkung.....	13
5.3.2 Prüfroboter	14
5.3.3 Ultraschallprüfgerät.....	14
5.3.4 Datenerfassung und Auswertung	15
5.3.5 Prüfköpfe	16
5.3.6 Prüfkopfhalterungen.....	18
5.3.7 Ultraschallkabel	18
5.4 Koppelmittel	19
5.5 Vergleichsreflektoren	19
5.6 Datenträger.....	19
6 Standardprüfanweisung und Prüfspezifikation.....	20
7 Prüfung	20
7.1 Vorbereitung.....	20
7.1.1 Allgemeines	20
7.1.2 Angaben zu Prüfköpfen	21
7.1.3 Prüfkopfsystem.....	21
7.1.4 Prüfroboter	21
7.1.5 Ultraschallprüfgerät.....	21
7.1.6 Einstellung der Prüfempfindlichkeit	21
7.1.7 Messwerterfassungssystem.....	22
7.1.8 Ultraschallprüfeinrichtung.....	23
7.2 Durchführung.....	23
7.3 Darstellung der digitalisierten und gespeicherten Messwerte	23

7.4	Bewertung der Messwerte	23
7.5	Analyse von Befunden	24
7.6	Abschließende Maßnahmen	24
8	Protokollierung	24
8.1	Protokollierung des Messaufbaus	24
8.2	Prüfprotokoll und Prüfbericht	24
8.3	Anzeigenliste	25
8.4	Befundprotokoll	25
Anhang A (informativ) Beispiele für Prüftechniken und Prüfkopfanordnungen		26
Anhang B (informativ) Vordrucke		28
Anhang C (informativ) Befundprotokoll		31
Anhang D (informativ) Verstärkungsausgleich		32
Literaturhinweise		35

Vorwort

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

DIN 25435, *Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren* besteht aus:

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

Änderungen

Gegenüber DIN 25435-1:2005-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung der Gestaltung an die Festlegungen nach den Normen der Reihe DIN 820;
- b) Anpassung an die Änderungen der Normen der Reihe DIN 25435;
- c) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- d) Anpassung der Anforderungen an das Prüfpersonal;
- e) Aktualisierung durch Aufnahme neuer Kenntnisse und Gerätetechniken, wie sie bei wiederkehrenden Prüfungen eingesetzt werden;
- f) Anpassung an die aktuelle Terminologie durch Streichung und Ergänzung von Begriffen;
- g) Inhalt des Abschnittes Dokumentation in den Abschnitt Protokollierung überführt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anzuwenden für wiederkehrende Prüfungen mit mechanisierten Ultraschallprüfeinrichtungen, die an den Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren durchgeführt werden. Dieses Dokument ist auch anwendbar für Basisprüfungen an Komponenten des Primärkreises und andere Komponenten kerntechnischer Anlagen.

Mechanisierte Ultraschallprüfungen werden durchgeführt, um

- a) bei Störanzeigen (z. B. an austenitischen Schweißnähten),
- b) bei formbedingten Anzeigen (z. B. bei Wurzelkerben),
- c) bei komplizierten Geometrien (z. B. Stutzeinschweißnähten),

eine Bewertung zu ermöglichen, oder

- d) wenn dadurch eine Verringerung der Strahlenexposition des Prüfpersonals erreicht werden kann.

Es werden Ultraschallprüftechniken zum Nachweis von Inhomogenitäten (Oberfläche und Volumen), Anforderungen an Ultraschallprüfeinrichtungen, die Vorbereitung der Prüf- und Gerätetechnik, die Durchführung der Prüfung und 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 zitierten Dokumente 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).

DIN 58220-5, *Sehschärfebestimmung — Teil 5: Allgemeiner Sehtest*

DIN EN 473, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung — Allgemeine Grundlagen*

DIN EN 583-2:2001-04, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 2: Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung*

DIN EN 12668-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 1: Prüfgeräte*

DIN EN 1330-4, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie - Teil 4: Begriffe der Ultraschallprüfung*

DIN EN ISO 8596, *Augenoptik — Sehschärfepfung — Das Normsehzeichen und seine Darbietung*

KTA 1202, *Anforderungen an das Prüfhandbuch*¹⁾

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

1) Herausgeber: Kerntechnischer Ausschuss (KTA) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

2) Herausgeber und Bezugsquelle: VGB Power Tech Service GmbH

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 1330-4 sowie die folgenden Begriffe.

3.1

Analysefahrt

Prüffahrt mit geänderten Kenngrößen, die zur genaueren Charakterisierung einer Anzeige erforderlich ist

3.2

Analysetechnik

Prüftechnik, die zur genaueren Charakterisierung von bewertungspflichtigen Anzeigen angewendet wird

3.3

Anzeige

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

3.4

Auswertung

<Ultraschallprüfung> Sichtung der aufgezeichneten Signale hinsichtlich Vollständigkeit und Bewertbarkeit, Suchen und Registrieren von Anzeigen nach festgelegten Kriterien, Darstellung der Prüfergebnisse

3.5

Bewertung

Vergleich der ausgewerteten Messdaten mit festgelegten Kriterien

3.6

Datenträger

Speichermedium zur Sicherung von Messdaten

[E DIN 25435-4:2012-12]

3.7

Fokusabstand

nominaler Abstand zwischen Schallaustrittspunkt und dem Ort des maximalen Schalldruckes

3.8

Fokusbereich

nominaler lateraler und azimuthaler Bereich um das Schalldruckmaximum begrenzt durch den Abfall der Signalthöhe um 6 dB bezogen auf den Maximalwert

ANMERKUNG Bei Messungen mit der elektrodynamischen Sonde in Durchschallung entspricht dieser Wert einem Abfall der Signalthöhe um 3 dB gegenüber dem Maximalwert.

3.9

Fokustiefe

nominaler Abstand des Ortes des maximalen Schalldruckes von der Ankoppelfläche des Prüfkopfes

3.10

Kalibrierkörper

Block aus einem Werkstoff mit einer festgelegten Zusammensetzung, Oberflächengüte, Wärmebehandlung und geometrischen Form, mit dem Ultraschallprüfsysteme beurteilt und kalibriert werden können

ANMERKUNG Siehe DIN EN 12223 und DIN EN ISO 7963.

[DIN EN 1330-4:2010]

3.11

Kalibrierreflektor

Reflektor in oder am Kalibrierkörper, Vergleichskörper oder am Kontrollkörper zur Entfernungs- oder zur Empfindlichkeitseinstellung des Ultraschallprüfsystems

3.12

Komponente

ein nach baulichen oder funktionellen Gesichtspunkten abgegrenzter Teil eines Systems, der noch selbstständige Teilfunktionen ausführen kann

[DIN 25493:1997-09]

3.13

Kontrollkörper

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

ANMERKUNG Der Kontrollkörper ist nicht plattiert und besteht aus einem bekannten Werkstoff mit bestimmter Oberflächengüte und Geometrie.

3.14

Laufzeit

Die Laufzeit setzt sich zusammen aus der Vorlaufzeit im Prüfkopf und der Laufzeit im Bauteil. Sie ist die Zeit, die ein Ultraschallimpuls benötigt, um vom Wandler zu einem Reflektor und zurück zum Wandler zu laufen.

3.15

LLL-Technik

Prüftechnik, die auf der Reflexion des Schallbündels an der Rückwand und an einem flächigen Reflektor im Prüfvolumen unter Ausnutzung von Longitudinalwellen beruht

3.16

LLT-Technik

Prüftechnik, die auf der Reflexion des Schallbündels an der Rückwand und an einem flächigen Reflektor im Prüfvolumen unter Ausnutzung der Wellenumwandlung von Longitudinalwellen und Transversalwellen beruht

3.17

Messfahrt

Bewegung der Prüfköpfe mit gleichzeitiger Aufnahme von Messwerten

3.18

Messwerte

erfasste und gespeicherte Daten

ANMERKUNG Z. B. Amplitude, Laufzeit, Koordinaten

3.19

Prüfabschnitt

Teil des Prüfbereiches

[E DIN 25435-2:2012-12]

3.20

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

3.21

Prüfbereich

der zu prüfende Bereich des Prüfgegenstandes

[E DIN 25435-2:2012-12]

3.22

Prüfergebnis

zusammenfassende Bewertung aller Messwerte und Vergleich mit der vorangegangenen Prüfung

3.23

Prüffahrt

Messfahrt im Prüfabschnitt mit den in der Prüfspezifikation vorgegebenen Kenngrößen

3.24

Prüffunktion

die einem Prüfkopf zugeordnete Prüfaufgabe

3.25

Prüfgegenstand

der zu prüfende Teil einer Komponente

[E DIN 25435-2:2012-12]

3.26

Prüfroboter

Scanner

mechanische Einrichtung mit Steuerung zur Führung der Prüfköpfe

3.27

Rauschpegel

95%-Wert der Summenhäufigkeit der Amplitude gemessen bei der Referenzfahrt oder Prüffahrt in einem anzeigenfreien Bereich

3.28

Referenzfahrt

Messfahrt zur Funktionskontrolle und Funktionsanpassung der Ultraschallprüfeinrichtung

3.29

Schräglagenkorrektur

Korrektur des Abfalls der Echohöhe, der bei der Tandemprüfung oder bei der Prüfung mit einer vergleichbaren Prüftechnik entsteht, wenn die flächenhaften Reflektoren nicht senkrecht zur Oberfläche aber senkrecht zur Einschallebene orientiert sind

3.30

Sende-Empfang-Technik

(SE-Technik)

Prüftechnik mit akustisch und elektrisch getrennten Sende- und Empfangswandlern

3.31

Spurversatzkorrektur

Korrektur des Abfalls der Echohöhe von flächenhaften Reflektoren in der Mitte zwischen zwei Spuren

3.32

Tandemzonenkorrektur

Korrektur des Abfalls der Echohöhe des Kalibrierreflektors zum Zonenrand

3.33

Testkörper

Körper zur Untersuchung von Eigenschaften eines Prüfverfahrens, eines Ultraschallprüfsystems oder einer Prüftechnik

3.34

Tiefenausgleich

Korrektur der Echohöhe zum Ausgleich der Schalldruckänderung in Abhängigkeit vom Schallweg und vom Reflektortyp

3.35

Tiefenzone

Teilbereich der zu prüfenden Wanddicken

3.36

Transferkorrektur

Korrektur der Prüfempfindlichkeit beim Übergang vom Kalibrier- oder Vergleichskörper auf den Prüfgegenstand

ANMERKUNG Die Transferkorrektur schließt Verluste durch Ankopplung, Reflexion und Schallschwächung ein.

3.37

Triggerabstand

Weg, den der Prüfkopf zwischen zwei aufeinanderfolgenden Prüfzyklen derselben Prüffunktion zurücklegt

3.38

Trockenfahrt

Messfahrt ohne Koppelmittel zwischen dem Prüfkopf und dem Prüfgegenstand

3.39

TTT-Technik

Prüftechnik, die auf der Reflexion des Schallbündels an der Rückwand und an einem flächigen Reflektor im Prüfvolumen unter Ausnutzung von Transversalwellen beruht

3.40

Ultraschallprüfeinrichtung

Ultraschallprüfsystem, Prüfroboter und Datenaufzeichnungs- und Auswerteeinheit inklusive Software

ANMERKUNG In DIN EN 12668-1 bis DIN EN 12668-3 wird hierfür der Begriff Ultraschall-Prüfausrüstung verwendet.

3.41

Ultraschallprüfgerät

Gerät für die Prüfung mit Ultraschall, bestehend aus Sender, Empfänger, Digitalisierungseinheit und, falls erforderlich, Bedien-PC inklusive Software

3.42

Ultraschallprüfsystem

Ultraschallprüfgerät, Prüfköpfe und dazugehörige Kabel

3.43

Ultraschallprüftechnik

anwendungsbezogene Technik zum Auffinden von Fehlern.

ANMERKUNG 1 Anwendungsbezogen ergeben sich für diese Ultraschallprüftechniken Anforderungen an Prüfparameter wie Schwingergröße, Einschallwinkel, Wellenart und Frequenz

ANMERKUNG 2 Prüftechniken sind z. B. Impuls-Echo-Technik (IE), Sende-Empfang-Technik (SE), Tandem-Technik, Phased-Array-Technik (PA).

3.44**Urdaten**

alle von der Ultraschallprüfeinrichtung während der Messfahrt gespeicherten Messwerte und Einstellparameter

3.45**Vergleichskörper**

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

[KTA 3201.4]

3.46**Vergleichsreflektor**

Reflektor in oder am Vergleichskörper für den Eignungsnachweis der Prüftechnik

ANMERKUNG Ein Vergleichsreflektor kann auch als Kalibrierreflektor verwendet werden.

3.47**winkelabhängiger Verstärkungsausgleich**

Korrektur der Echohöhe zum Ausgleich der Schalldruckänderung in Abhängigkeit vom Einschallwinkel bei Phased-Array-Prüfköpfen

4 Prüftechniken**4.1 Vorbemerkung**

Die Eignung der Prüftechnik/des Prüfgerätesystems ist entsprechend den Anforderungen der zutreffenden Regeln des KTA nachzuweisen. Die Vorgehensweise bei der Qualifizierung der Prüftechnik/des Prüfgerätesystems ist in der VGB-R 516 beschrieben.

4.2 Allgemeines

Die nachfolgend beschriebenen Prüftechniken werden zum Auffinden von Inhomogenität eingesetzt. Prüftechniken für die Analyse von Befunden sind 7.5 zu entnehmen.

Die jeweiligen Prüfabschnitte müssen so geprüft werden, dass auch im ungünstigsten Fall die geforderten Registerschwellen eingehalten werden. Hieraus ergeben sich Anforderungen z. B. an die Spurversatzkorrektur, die Transferkorrektur, den Triggerabstand und die Fahrgeschwindigkeit, die von der jeweiligen Auswahl der Prüfköpfe (z. B. Schwingergröße, Prüffrequenz, Einschallwinkel) und dem zu untersuchenden Tiefenbereich abhängen.

Abhängig von der Prüfaufgabe sind folgende Prüfköpfe in Kontakttechnik zu verwenden:

- a) Einschwingerprüfköpfe;
- b) SE-Prüfköpfe;
- c) Phased-Array-Prüfköpfe (Gruppenstrahlerprüfköpfe);
- d) Prüfköpfe, die Ultraschallwellen elektromagnetisch erzeugen (EMUS).

ANMERKUNG Die spezifischen Anforderungen für den Einsatz von EMUS-Prüfköpfen werden in dieser Norm nicht berücksichtigt.

Bei Prüfungen an austenitischen Komponenten und Mischnähten kann durch das Gefüge die Prüfbarkeit beeinträchtigt werden (siehe DGZfP-Handbuch).

4.3 Nachweis und Ortung von Reflektoren

4.3.1 IE-Technik

Die IE-Technik (siehe Anhang A, Nr. 1 und Nr. 2) erfasst den gesamten Wanddickenbereich. Sie wird mit Longitudinal- und Transversalwellen und mit verschiedenen Einschallwinkeln und Prüffrequenzen eingesetzt.

Die Ortung eines Reflektors erfolgt über die Messung des Schallweges bei bekannter Prüfkopfposition, bekannter Einschallrichtung und bekanntem Einschallwinkel.

4.3.2 SE-Technik

Die SE-Technik (siehe Anhang A, Nr. 3) erfasst den Wanddickenbereich, in dem sich die Schallfelder von Sende- und Empfangswandlern überlappen. Die SE-Technik wird mit Longitudinalwellen (SEL) oder Transversalwellen (SET) mit verschiedenen Einschallwinkeln und Prüffrequenzen eingesetzt.

Die Ortung eines Fehlers erfolgt über die Messung des Schallweges bei bekannter Prüfkopfposition, bekannter Einschallrichtung und bekanntem Einschallwinkel.

4.3.3 Tandem-Technik

Die Tandem-Technik (siehe Anhang A, Nr. 5) wird bei der Prüfung von Prüfbereichen mit planparallelen oder konzentrischen Oberflächen eingesetzt. Diese Technik dient vornehmlich zum Auffinden von senkrecht zur Oberfläche orientierten, flächenhaften Fehlern. Dabei werden zwei Prüfköpfe, die Transversalwellen mit Einschallwinkeln von etwa 45° senden und empfangen, verwendet.

Die Ortung eines Reflektors bezüglich der Tiefenlage ist durch Angabe der Tiefenzone möglich. Sie hängt ab von

- a) der Wanddicke;
- b) dem Abstand der beiden Prüfköpfe;
- c) dem Einschallwinkel des Sende- und des Empfangsprüfkopfes.

Bei der Tandem-Technik müssen die Tiefenzonen den Fehlererwartungsbereich unter Berücksichtigung von Oberflächenunregelmäßigkeiten und gegebenenfalls von Wanddickenänderungen überdecken.

Bei gekrümmten Oberflächen ist die Änderung des Schallweges infolge der Geometrie zu berücksichtigen.

4.3.4 Prüftechnik mit Wellenumwandlung

Ultraschallprüftechnik, die die Umwandlung von Longitudinalwellen in Transversalwellen oder umgekehrt nutzt, wird zum Nachweis von senkrecht zur Oberfläche orientierten flächenhaften Fehlern eingesetzt (siehe Anhang A, Nr. 7).

Die Ortung eines Reflektors erfolgt über die Messung des Schallweges bei bekannter Prüfkopfposition, bekannter Einschallrichtung und bekanntem Einschallwinkel in Abhängigkeit vom Wellenmode. Zur Festlegung der Fehlerposition und -lage sind Vergleichskörpermessungen erforderlich.

Bei der Wellenumwandlungstechnik müssen die Tiefenzonen den Fehlererwartungsbereich unter Berücksichtigung von Fehlerschräglagen, Oberflächenunregelmäßigkeiten und gegebenenfalls von Wanddickenänderungen abdecken.