

DIN 25435-1



ICS 27.120.10

Einsprüche bis 2020-07-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 25435-1:2014-01

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 testing

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

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-05-29 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 nmp@din.de 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 den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Prüftechniken	11
4.1 Vorbemerkung	11
4.2 Allgemeines	11
4.3 Nachweis und Ortung von Reflektoren	11
4.3.1 Impuls-Echo-Technik (IE-Technik)	11
4.3.2 Sende-Empfangs-Technik (SE-Technik)	11
4.3.3 Tandem-Technik	12
4.3.4 Prüftechnik mit Wellenumwandlung	12
4.3.5 V-Durchschallungstechnik	12
4.3.6 Bevorzugte Einschallwinkel und Wellenarten	12
5 Anforderungen	13
5.1 Prüfpersonal	13
5.2 Prüfgegenstand	14
5.3 Ultraschallprüfeinrichtung	14
5.3.1 Vorbemerkung	14
5.3.2 Prüfroboter	14
5.3.3 Ultraschallprüfgerät	15
5.3.4 Datenerfassung und Auswertung	16
5.3.5 Prüfköpfe	16
5.3.6 Prüfkopfhalterungen	19
5.3.7 Prüfkabel (Ultraschallkabel)	19
5.4 Koppelmittel	19
5.5 Vergleichsreflektoren	19
5.6 Datenträger	20
6 Standardprüfanweisung und Prüfspezifikation	20
7 Prüfung	21
7.1 Vorbereitung	21
7.1.1 Allgemeines	21
7.1.2 Angaben zu Prüfköpfen	21
7.1.3 Prüfkopfsystem	21
7.1.4 Prüfroboter	22
7.1.5 Ultraschallprüfgerät	22
7.1.6 Einstellung der Prüfempfindlichkeit	22
7.1.7 Messwerterfassungssystem	23
7.1.8 Ultraschallprüfeinrichtung	23
7.2 Durchführung	23
7.3 Darstellung der digitalisierten und gespeicherten Messwerte	24
7.4 Bewertung von Anzeigen	24
7.5 Analyse von Befunden	24
7.6 Abschließende Maßnahmen	24
8 Protokollierung	25
8.1 Protokollierung des Aufbaus der Ultraschallprüfeinrichtung	25
8.2 Prüfprotokoll und Prüfbericht	25
8.3 Anzeigenliste	25
8.4 Befundprotokoll	26
Anhang A (informativ) Beispiele für Prüftechniken und Prüfkopfanordnungen	27
Anhang B (informativ) Vordrucke	29

Anhang C (informativ) Befundprotokoll	33
Anhang D (informativ) Verstärkungsausgleich	34
Literaturhinweise	37

Bilder

Bild D.1 — AVG- und Tiefenausgleichskurve	34
Bild D.2 — Winkelabhängiger Verstärkungsausgleich senkrecht zur Einschallebene bei Gruppenstrahlerprüfköpfen	35
Bild D.3 — Winkelabhängiger Verstärkungsausgleich in der Einschallebene bei Gruppenstrahlerprüfköpfen	36

Tabellen

Tabelle 1 — Bevorzugte Einschallwinkel und Wellenarten	13
Tabelle 2 — Anforderungen an das Prüfpersonal	14

Vorwort

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

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 Internetseite von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 25435-1:2014-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Dokument redaktionell überarbeitet.

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 für Basisprüfungen an Komponenten des Primärkreises und an anderen Komponenten kerntechnischer Anlagen anwendbar.

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 die Ultraschallprüfeinrichtungen, an die Vorbereitung der Prüf- und Gerätetechnik, an die Durchführung der Prüfung und an die Protokollierung festgelegt.

ANMERKUNG Angaben über Prüfabschnitt, Prüfungsumfang, 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*

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

DIN EN 12668-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 2: Prüfköpfe*

DIN EN ISO 5577:2017-05, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Terminologie (ISO 5577:2017); Deutsche Fassung EN ISO 5577:2017*

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 16811:2014-06, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung (ISO 16811:2012); Deutsche Fassung EN ISO 16811:2014*

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 5577:2017-05 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

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 Messwerte hinsichtlich Vollständigkeit und Bewertbarkeit, Suchen und Registrieren von Anzeigen nach festgelegten Kriterien, Darstellung der Prüfergebnisse

3.5

Bewertung

Vergleich der ausgewerteten Messwerte mit festgelegten Kriterien

3.6

Datenträger

Speichermedium zur Sicherung digitaler Daten

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 Max.-Wert

1 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Kerntechnischer Ausschuss (KTA) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Köpenicker Allee 120 – 130, 10318 Berlin

2 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften, Postfach 103932, 45039 Essen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Messungen mit der elektrodynamischen Sonde in Durchschallung entspricht dieser Wert einem Abfall der Signalhöhe um 3 dB gegenüber dem Max.-Wert.

3.9

Fokustiefe

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

3.10

Justierung

Einstellen der *Ultraschallprüfeinrichtung* anhand festgelegter Parameter

3.11

Kalibrierung

<Ultraschallprüfung> Bestimmung der Messwertabweichung eines Ultraschallgerätes in Relation zu einem geeichten Prüfnorm

3.12

Justierkörper

Block aus einem Werkstoff mit einer festgelegten Zusammensetzung, Oberflächengüte, Wärmebehandlung und geometrischen Form mit Justierreflektoren, mit deren Hilfe Ultraschallprüfsysteme beurteilt und justiert werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kalibrierkörper nach DIN EN ISO 2400 und DIN EN ISO 7963 können nach dieser Norm als Justierkörper verwendet werden.

3.13

Justierreflektor

Reflektor bekannter Geometrie in oder am Justierkörper, Vergleichskörper oder am Kontrollkörper zur Entfernungs- oder zur Empfindlichkeitseinstellung des Ultraschallprüfsystems

3.14

Komponente

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

[QUELLE: DIN 25493:1997-09]

3.15

Kontrollkörper

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Kontrollkörper ist nicht plattiert und besteht aus einem bekannten Werkstoff mit bestimmter Oberflächengüte und Geometrie.

3.16

Laufzeit

setzt sich zusammen aus der Vorlaufzeit im Prüfkopf und der Laufzeit im Bauteil; sie ist die Zeit, die ein Ultraschallimpuls vom Schwinger zu einem Reflektor und zurück zum Schwinger benötigt

3.17

LLL-Technik

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

3.18

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

3.19

Messfahrt

Bewegung der Prüfköpfe mit gleichzeitiger Aufnahme von Messwerten

3.20

Messwerte

erfasste und gespeicherte Daten

Anmerkung 1 zum Begriff: Z. B. Amplitude, Laufzeit, Koordinaten.

3.21

Prüfabschnitt

Teil des Prüfbereiches

[QUELLE: DIN 25435-2:2014-01]

3.22

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

3.23

Prüfbereich

zu prüfender Bereich des Prüfgegenstandes

[QUELLE: DIN 25435-2:2014-01]

3.24

Prüfergebnis

zusammenfassende Bewertung aller Messwerte und Vergleich mit der vorangegangenen Prüfung

3.25

Prüffahrt

Messfahrt im Prüfabschnitt mit den in der Prüfspezifikation vorgegebenen Kenngrößen

3.26

Prüffunktion

einem Prüfkopf oder einer Prüfkopfkomination zugeordnete Prüfaufgabe, z. B. Ankoppelkontrolle

3.27

Prüfgegenstand

zu prüfender Teil einer Komponente

[QUELLE: DIN 25435-2:2014-01]

3.28

Prüfroboter

Scanner

mechanische Einrichtung mit Steuerung zur Führung der Prüfköpfe

3.29

Rauschpegel

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

3.30

Referenzfahrt

Messfahrt zur Funktionskontrolle und Funktionsanpassung der Ultraschallprüfeinrichtung

3.31

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

3.32

Sende-Empfangs-Technik (SE-Technik)

Prüftechnik mit akustisch und elektrisch getrennten Sende- und Empfangswandlern

3.33

Spurversatzkorrektur

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

3.34

Tandemzonenkorrektur

Korrektur des Abfalls der Echohöhe des Justierreflektors zum Tandemzonenrand

3.35

Testkörper

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

3.36

Tiefenausgleich

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

3.37

Tiefenzone

Teilbereich der zu prüfenden Waddicken

3.38

Transferkorrektur

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Transferkorrektur schließt Verluste durch Ankopplung, Reflexion und Schallschwächung ein.

3.39

Triggerabstand

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

3.40

Trockenfahrt

Messfahrt ohne Koppelmittel zwischen dem Prüfkopf und dem Prüfgegenstand

3.41

TTT-Technik

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

3.42

Ultraschallprüfeinrichtung

Ultraschallprüfsystem, Prüfroboter und Auswerteeinheit inklusive Software

3.43

Ultraschallprüfgerät

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

3.44

Ultraschallprüfsystem

Ultraschallprüfgerät, Prüfköpfe und dazugehörige Kabel sowie Datenaufzeichnungseinheit

Anmerkung 1 zum Begriff: In DIN EN 12668-1, DIN EN 12668-2 und DIN EN 12668-3 wird hierfür der Begriff Ultraschall-Prüfausrüstung verwendet.

3.45

Ultraschallprüftechnik

anwendungsbezogene Technik zum Auffinden von Inhomogenitäten

Anmerkung 1 zum Begriff: Anwendungsbezogen ergeben sich für diese Ultraschallprüftechniken Anforderungen an die Prüfparameter wie Schwingergöße, Einschallwinkel, Wellenart und Frequenz.

Anmerkung 2 zum Begriff: Prüftechniken sind z. B. Impuls-Echo-Technik (IE), Sende-Empfangs-Technik (SE), Tandem-Technik, Phased-Array-Technik (PA).

3.46

Urdaten

alle von der Ultraschallprüfeinrichtung während der Messfahrt gespeicherten Messwerte und Einstellparameter

3.47

Vergleichskörper

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

[QUELLE: KTA 3201.4:2010-11]

3.48

Vergleichsreflektor

Reflektor in oder am Vergleichskörper für den Eignungsnachweis der Prüftechnik

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Vergleichsreflektor kann auch als Justierreflektor verwendet werden.

3.49

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

4.2 Allgemeines

Die nachfolgend beschriebenen Prüftechniken werden zum Auffinden von Inhomogenitäten 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 Registrierschwellen 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 behandelt.

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

4.3 Nachweis und Ortung von Reflektoren

4.3.1 Impuls-Echo-Technik (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 Sende-Empfangs-Technik (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 Reflektors 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 in Prüfbereichen mit planparallelen oder konzentrischen Oberflächen eingesetzt. Diese Technik dient vornehmlich zum Auffinden von senkrecht zur Oberfläche orientierten, flächenhaften Reflektoren. 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, und
- c) dem Einschallwinkel des Sende- und des Empfangsprüfkopfes.

Bei der Tandem-Technik müssen die Tiefenzonen den Reflektorenerwartungsbereich 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 Inhomogenitäten an den Oberflächen und im Volumen eingesetzt (siehe Anhang A, Nr. 7).

Die Bestimmung des Reflektorortes erfolgt über die Messung der Schalllaufzeit bei bekannter Prüfkopfposition, bekannter Einschallrichtung und bekanntem Einschallwinkel in Abhängigkeit vom Wellenmode. Der tatsächliche Schallweg ist wegen der Umwandlung in Wellenmoden mit unterschiedlichen Schallgeschwindigkeiten nicht direkt ablesbar. Eine Ultraschallprüftechnik mit Wellenumwandlung muss mit Messungen an Vergleichskörpern verifiziert werden.

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

ANMERKUNG In der Praxis werden Prüftechniken eingesetzt, die dadurch gekennzeichnet sind, dass zwei räumlich getrennte Schwinger mit der gleichen Einschallrichtung und üblicherweise mit unterschiedlichen Einschallwinkeln verwendet werden, wobei ein Schwinger zum Senden und der andere zum Empfangen dient.

4.3.5 V-Durchschallungstechnik

Die V-Durchschallungstechnik (siehe Anhang A, Nr. 8) wird bei der Prüfung von Komponenten zur Erfassung der Ankoppel- und Transferschwankungen und zum Nachweis von großen Materialtrennungen (bezogen auf das Schallbündel) eingesetzt.

4.3.6 Bevorzugte Einschallwinkel und Wellenarten

Unter Berücksichtigung optimaler Auftreffwinkel sind vorzugsweise die Einschallwinkel und Wellenarten nach Tabelle 1 zu wählen.