

DIN EN ISO 10863

ICS 25.160.40

Ersatz für
DIN CEN/TS 14751:2005-02

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Ultraschallprüfung –
Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD) (ISO 10863:2011);
Deutsche Fassung EN ISO 10863:2011**

Non-destructive testing of welds –

Ultrasonic testing –

Use of time-of-flight diffraction technique (TOFD) (ISO 10863:2011);

German version EN ISO 10863:2011

Contrôle non destructif des assemblage soudés –

Contrôle par ultrasons –

Utilisation de la technique de diffraction des temps de vol (méthode TOFD)
(ISO 10863:2011);

Version allemande EN ISO 10863:2011

Gesamtumfang 36 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10863:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ im Rahmen der Wiener Vereinbarung erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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

ISO 9712	siehe	E DIN EN ISO 9712
ISO 17635	siehe	DIN EN ISO 17635
ISO 17640	siehe	DIN EN ISO 17640

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 14751:2005-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Normativen Verweisungen wurden dem aktuellen Stand angepasst und ISO 9712 aufgenommen;
- b) das Dokument wurde dem neuesten Stand der Gestaltungsregeln für Normen angepasst und inhaltlich sowie redaktionell überarbeitet;
- c) in Anhang A wurden die Bilder ersetzt und Zahlenbeispiele gestrichen.

Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 14751: 2005-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 17635, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe*

DIN EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung*

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung —
Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD)
(ISO 10863:2011)

Non-destructive testing of welds —
Ultrasonic testing —
Use of time-of-flight diffraction technique (TOFD)
(ISO 10863:2011)

Contrôle non destructif des assemblages soudés —
Contrôle par ultrasons —
Utilisation de la technique de diffraction des temps de vol
(méthode TOFD)
(ISO 10863:2011)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. August 2011 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, 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, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Allgemeine Anmerkungen zu den Fähigkeiten der Prüftechnik	5
5 Prüfklassen	6
6 Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind	7
6.1 Durch Spezifikation festzulegende Punkte	7
6.2 Besondere Informationen, die für den Prüfer vor der Prüfung erforderlich sind	7
6.3 Schriftliche Prüfanweisung	7
7 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung	8
7.1 Qualifikation des Personals	8
7.2 Prüfausrüstung	8
8 Vorbereitung der Prüfung	9
8.1 Zu prüfendes Volumen	9
8.2 Prüfkopfanzordnung	9
8.3 Einstellung des kleinsten Abtastschrittes	9
8.4 Berücksichtigung der Geometrie	10
8.5 Vorbereitung der Prüfflächen	10
8.6 Temperatur	11
8.7 Koppelmittel	11
8.8 Bereitstellung von Bezugspunkten	11
9 Prüfung des Grundwerkstoffs	11
10 Einstellungen des Prüfbereiches und der Empfindlichkeit	11
10.1 Einstellungen	11
10.2 Überprüfung der Einstellungen	12
10.3 Vergleichskörper	13
11 Prüfung der Schweißnähte	14
12 Beurteilung und Analyse der TOFD-Bilder	14
12.1 Allgemeines	14
12.2 Beurteilung der Qualität des TOFD-Bildes	14
12.3 Identifizierung der relevanten TOFD-Anzeigen	15
12.4 Klassifizierung der relevanten TOFD-Anzeigen	15
12.5 Bestimmung von Position und Größe	16
12.6 Bewertung anhand von Zulässigkeitskriterien	17
13 Prüfbericht	18
Anhang A (informativ) Vergleichskörper	19
Anhang B (informativ) Beispiele für TOFD-Bilder	24
Literaturhinweise	34

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10863:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2012 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 14751:2004.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, 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, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anwendung der Beugungslaufzeit- (TOFD-)Technik bei der halb- oder vollautomatisierten Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen mit einer Dicke von mindestens 6 mm fest. Es gilt für durchgeschweißte Verbindungen mit einfacher Geometrie in Platten, Rohren und Behältern, bei denen sowohl der Werkstoff der Schweißnaht als auch der Grundwerkstoff niedrig legierter Kohlenstoffstahl ist. Sofern festgelegt und angemessen, kann die TOFD-Technik auch auf andere Werkstoffarten angewendet werden, die eine geringe Schallschwächung aufweisen (dies gilt insbesondere für die durch Streuung verursachte Schallschwächung).

Sofern in diesem Dokument werkstoffabhängige Ultraschallparameter festgelegt sind, beruhen diese auf Stählen mit einer Schallgeschwindigkeit von $(5\,920 \pm 50)$ m/s für Longitudinalwellen und $(3\,255 \pm 30)$ m/s für Transversalwellen. Dies ist bei der Prüfung von Werkstoffen mit anderer Schallgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Dieses Dokument nimmt Bezug auf die Grundnorm EN 583-6 und liefert einen Leitfaden hinsichtlich der besonderen Fähigkeiten und Einschränkungen der TOFD-Technik beim Auffinden, der Ortung, dem Ausmessen und der Charakterisierung von Inhomogenitäten in Schmelzschweißverbindungen. Die TOFD-Technik kann selbständig oder in Verbindung mit weiteren Verfahren oder Techniken der zerstörungsfreien Prüfung (ZFP) sowohl für die Prüfung während der Herstellung als auch für die Prüfung während des Betriebs angewendet werden.

Dieses Dokument legt vier Prüfklassen (A, B, C, D) nach ISO 17635 fest, die einem zunehmenden Grad der Zuverlässigkeit der Prüfung entsprechen. Ein Leitfaden für die Auswahl der Prüfklassen wird bereitgestellt.

Dieses Dokument erlaubt die Beurteilung von TOFD-Anzeigen zur Bestimmung der Zulässigkeit. Diese Beurteilung beruht auf der Bewertung durchgelassener, reflektierter und gebeugter Ultraschallsignale in einem erzeugten TOFD-Bild.

Dieses Dokument enthält keine Zulässigkeitsgrenzen für Inhomogenitäten.

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).

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel — General principles*

ISO 17635, *Non-destructive testing of welds — General rules for metallic materials*

ISO 17640:2010, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment*

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

EN 538-6, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 6: Beugungslaufzeittechnik, eine Technik zum Auffinden und Ausmessen von Inhomogenitäten*

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

EN 12668 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung*

3 Begriffe

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

3.1

Anordnung einer Beugungslaufzeittechnik

TOFD-Anordnung

Anordnung der Prüfköpfe in Abhängigkeit von deren Eigenschaften (z. B. Frequenz, Wandlerdurchmesser des Prüfkopfes, Einschallwinkel, Wellenart) und dem Abstand der Prüfköpfe voneinander (PCS)

3.2

Abstand der Prüfköpfe

PCS

(en: probe centre separation)

Abstand zwischen den Schallaustrittspunkten der beiden Prüfköpfe

ANMERKUNG Bei gekrümmten Oberflächen ist dies nicht der über die Oberfläche gemessene Abstand, sondern der kürzeste, geradlinige Abstand zwischen den Schallaustrittspunkten.

3.3

Schallbündel-Schnittpunkt

Schnittpunkt der beiden Haupt-Bündelachsen

3.4

Anzeige einer Beugungslaufzeittechnik

TOFD-Anzeige

Muster oder Störung im TOFD-Bild, die eine weitere Auswertung erforderlich machen können

3.5

Bild einer Beugungslaufzeittechnik

TOFD-Bild

zweidimensionales Bild, das beim Bewegen der TOFD-Anordnung durch die Erfassung benachbarter A-Bilder aufgebaut wird

ANMERKUNG Die Amplituden der Signale in den A-Bildern werden üblicherweise in Graustufen dargestellt.

3.6

Anschallung mit Versatz

parallel zur Schweißnahtachse verlaufende Anschallung, bei der sich der Schnittpunkt der Schallbündel nicht auf der Mittellinie der Schweißnaht befindet

4 Allgemeine Anmerkungen zu den Fähigkeiten der Prüftechnik

Die allgemeinen Grundsätze der TOFD-Technik sind in der EN 583-6 beschrieben. Für die Prüfung von Schmelzschweißverbindungen müssen einige besondere Fähigkeiten und Einschränkungen der Technik berücksichtigt werden.

Die TOFD-Technik ist eine bildgebende Ultraschalltechnik, die die Fähigkeit zum Auffinden, zur Ortung und zum Ausmessen bietet. Bis zu einem bestimmten Grade ist auch die Charakterisierung von Inhomogenitäten im Schweißgut und im angrenzenden Grundwerkstoff möglich.

Verglichen mit Prüftechniken, die ausschließlich auf der Reflexion beruhen, ist die TOFD-Technik, die sowohl auf Beugung als auch auf Reflexion beruht, weniger stark abhängig von der Ausrichtung der Inhomogenität. Senkrecht zur Oberfläche ausgerichtete Inhomogenitäten und Inhomogenitäten mit mittlerer Neigungswinkeln sind ebenso auffindbar wie Inhomogenitäten in den Flanken der Schmelzschweißnaht.

Unter bestimmten Bedingungen (Dicke, Nahtvorbereitung, Anwendungsbereich der Prüfung usw.) ist mehr als eine TOFD-Anordnung erforderlich.

Ein typisches TOFD-Bild stellt den Zeitverlauf (vertikale Achse) und die Bewegung des Prüfkopfes (horizontale Achse) linear dar. Aufgrund der V-Konfiguration der Schallwege wird dann die Lage einer möglichen Inhomogenität nicht linear angezeigt. Die TOFD-Prüfung muss ordnungsgemäß und nachvollziehbar ausgeführt werden, sodass sich gültige Bilder ergeben, die korrekt ausgewertet werden können. So müssen beispielsweise Ankopplungsverluste und Fehler bei der Datenerfassung vermieden werden, siehe 12.2.

Die Beurteilung der TOFD-Bilder erfordert Prüfer mit Fachkenntnis und Erfahrung. Einige typische TOFD-Bilder von Inhomogenitäten in Schmelzschweißverbindungen sind im Anhang B enthalten.

Bei Inhomogenitäten, die nahe an der Prüffläche oder der gegenüberliegenden Oberfläche liegen oder mit dieser verbunden sind, sind die Fähigkeiten zum Auffinden eingeschränkt. Dies ist insbesondere bei rissempfindlichen Stählen oder bei Prüfungen während des Betriebes zu berücksichtigen. In Fällen, in denen eine vollständige Erfassung dieser Zonen erforderlich ist, sind zusätzliche Maßnahmen einzuleiten. So kann die TOFD-Technik beispielsweise mit weiteren Verfahren oder Techniken der zerstörungsfreien Prüfung kombiniert werden.

Gebeugte Signale von Inhomogenitäten in Schweißnähten können kleine Amplituden aufweisen. Streueffekte im Gefüge von grobkörnigen Werkstoffen können das Auffinden und die Bewertung derartiger Signale erschweren; dies muss bei der Prüfung derartiger Werkstoffe stets berücksichtigt werden.

5 Prüfklassen

In diesem Dokument sind vier Prüfklassen (A, B, C und D, siehe Tabelle 1) festgelegt. Von Prüfkasse A zu Prüfkasse C nimmt die Zuverlässigkeit zu.

Tabelle 1 — Prüfklassen

Prüf- klasse	TOFD- Anordnung	Vergleichskörper zur Überprüfung der Anordnung (siehe 8.2)	Vergleichskörper zur Einstellung der Empfindlichkeit (siehe 10.1.4)	Anschallung mit Versatz	Schriftliche Prüfanweisung
A	nach Tabelle 2	nein	nein	nein	dieses Dokument
B	nach Tabelle 2	nein	ja	nein	dieses Dokument
C	nach Tabelle 2	ja	ja	a	ja
D	wie durch eine Spezifikation festgelegt	ja	ja	a	ja
^a Erfordernis, Anzahl und Anordnung der Versatz-Anschallungen sind zu bestimmen.					

Sofern die festgelegte Zulässigkeitsgrenze das Auffinden einer Inhomogenität einer bestimmten Größe auf einer oder auf beiden Oberfläche(n) der Schweißnaht erfordert (siehe Abschnitt 4), kann dies die Anwendung von Prüftechniken oder Verfahren erforderlich machen, die außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments liegen.

Bei Fertigungsprüfungen (siehe auch EN ISO 17635) sind alle Prüfklassen anwendbar. Die Prüfkasse A ist nur bei Waddicken bis zu 50 mm anwendbar. Für Prüfungen während des Betriebes darf nur die Prüfkasse D angewendet werden.

6 Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind

6.1 Durch Spezifikation festzulegende Punkte

Es sind Informationen zu folgenden Punkten erforderlich:

- a) Zweck und Umfang der TOFD-Prüfung (siehe Abschnitte 5 und 8);
- b) Prüfklassen (siehe Abschnitt 5), z. B.
 - 1) Angabe, ob eine schriftliche Prüfanweisung erforderlich ist;
 - 2) Angabe, ob Vergleichskörper erforderlich sind;
- c) Spezifikation für die Vergleichskörper, sofern erforderlich (siehe 10.3);
- d) Fertigungs- oder Betriebsphase, bei der die Prüfung durchzuführen ist;
- e) Anforderungen an: Temperatur sowie Zugangs- und Oberflächenbedingungen (siehe Abschnitt 8);
- f) Anforderungen an den Prüfbericht (siehe Abschnitt 13);
- g) Zulässigkeitskriterien;
- h) Qualifikation des Prüfpersonals (siehe 7.1).

6.2 Besondere Informationen, die für den Prüfer vor der Prüfung erforderlich sind

Bevor die Prüfung einer Schweißverbindung beginnen kann, müssen dem Prüfer alle in 6.1 festgelegten Informationen sowie die folgenden zusätzlichen Informationen zugänglich sein:

- a) schriftliche Prüfanweisung (siehe 6.3), sofern erforderlich;
- b) Art(en) des Grundwerkstoffs und der Erzeugnisform (d. h. gegossen, geschmiedet, gewalzt);
- c) Nahtvorbereitung und Maße;
- d) Schweißanweisungen oder relevante Angaben zum Schweißverfahren;
- e) Zeitpunkt der Prüfung, bezogen auf jegliche Wärmebehandlung nach dem Schweißen;
- f) Ergebnis jeglicher vor und/oder nach dem Schweißen durchgeführten Prüfung des Grundwerkstoffs;
- g) aufzufindende Art und Gestalt der Fehlers, die nachgewiesen werden müssen.

6.3 Schriftliche Prüfanweisung

Für die Prüfklassen A und B erfüllt dieses Dokument die Forderung nach einer schriftlichen Prüfanweisung.

Bei den Prüfklassen C und D, oder wenn die in diesem Dokument beschriebenen Techniken nicht auf die zu prüfende Schweißverbindung anwendbar sind, sind spezifische schriftliche Prüfanweisungen heranzuziehen.

Wenn die Datenerfassung von Personal mit einer Zertifizierung für die Stufe 1 durchgeführt wird, muss eine schriftliche Prüfanweisung erstellt werden. Die schriftliche Prüfanweisung muss mindestens die im Abschnitt 13 aufgeführten Angaben enthalten.

7 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung

7.1 Qualifikation des Personals

Zusätzlich zu allgemeinen Kenntnissen zur Ultraschallprüfung von Schweißnähten muss das gesamte Personal über eine entsprechende Fachkunde auf dem Gebiet der TOFD-Prüfung verfügen. Es ist ein dokumentierter Nachweis dieser Fachkunde (Niveau der Ausbildung und Erfahrung) erforderlich.

Die Vorbereitung der schriftlichen Prüfanweisungen, die abschließende Analyse (off-line) der Daten und die Genehmigung des Prüfberichts sind durch Personal durchzuführen, das für die Ultraschallprüfung im entsprechenden Industriesektor mindestens für die Stufe 2 nach ISO 9712, EN 473 oder in gleichwertiger Weise zertifiziert ist. Entsprechend der schriftlichen Prüfanweisungen und unter der Aufsicht von Personal mit einer Zertifizierung für die Stufe 2 oder 3 können der Aufbau der Prüfausrüstung, die Datenerfassung, die Datenspeicherung und die Vorbereitung des Prüfberichts durch Personal ausgeführt werden, das für die Ultraschallprüfung im entsprechenden Industriesektor mindestens für die Stufe 1 nach ISO 9712, EN 473 oder in gleichwertiger Weise im entsprechenden Industriesektor zertifiziert ist.

Bei der Datenerfassung darf das Personal mit einer Zertifizierung für die Stufe 1 durch technische Assistenten unterstützt werden.

In Fällen, in denen die vorstehend genannte Mindestqualifikation als nicht ausreichend angesehen wird, ist eine aufgabenspezifische Ausbildung erforderlich.

7.2 Prüfausrüstung

7.2.1 Ultraschall-Prüfausrüstung und -Darstellung

Die für die TOFD-Technik angewendete Ultraschall-Prüfausrüstung muss, wenn zutreffend, den Anforderungen von EN 12668 entsprechen.

Durch die TOFD-Software dürfen keine Probleme verdeckt werden, beispielsweise Ankopplungsverluste, fehlende Bild-Linien, Synchronisationsfehler oder elektronisches Rauschen.

Zusätzlich gelten unter Berücksichtigung der folgenden Punkte die Anforderungen der EN 583-6:

- a) die Prüfausrüstung muss geeignet sein, einen angemessenen Abschnitt der Zeitachse (Grundlinie) auszuwählen, in dem die A-Bilder digitalisiert werden;
- b) es wird empfohlen, für die A-Bilder eine Abtastfrequenz anzuwenden, die mindestens dem 6-fachen der Prüfkopf-Nennfrequenz entspricht.

7.2.2 Ultraschall-Prüfköpfe

Prüfköpfe, die bei der TOFD-Prüfung an Schweißnähten verwendet werden, müssen der EN 583-6 entsprechen.

Die Anpassung der Prüfköpfe an gekrümmte Prüfflächen muss der ISO 17640 entsprechen.

Eine Empfehlung hinsichtlich der Auswahl der Prüfköpfe ist in Tabelle 2 gegeben.

7.2.3 Abtastvorrichtungen

Es gelten die Anforderungen der EN 583-6. Um eine Einheitlichkeit der Bilder zu erreichen (erfasste Daten), dürfen Führungsmechanismen verwendet werden.

8 Vorbereitung der Prüfung

8.1 Zu prüfendes Volumen

Die Prüfung muss nach der EN 583-6 erfolgen. Der Zweck der Prüfung ist durch eine Spezifikation festzulegen. Auf dieser Grundlage ist das zu prüfende Volumen zu bestimmen.

Das zu prüfende Volumen liegt zwischen den Prüfköpfen. Für die Prüfklassen A und B müssen die Prüfköpfe symmetrisch zur Mittellinie der Schweißnaht angeordnet werden. Für die Prüfklassen C und D können zusätzliche Anschaltungen mit Versatz erforderlich sein.

Bei Fertigungsprüfungen ist das Prüfvolumen als der Bereich von Schweißnaht und Grundwerkstoff definiert, der bis zu einem Abstand von mindestens 10 mm an beiden Seiten der Schweißnaht reicht oder aber die Wärmeeinflusszone umfasst, je nachdem, welcher Bereich der größere ist. In jedem Fall muss das gesamte Prüfvolumen abgedeckt sein.

Üblicherweise werden diese Prüfungen nach anerkannten Normen und unter Anwendung von Zulässigkeitsgrenzen für die Qualitätssicherung ausgeführt. Werden Verfahren zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit angewendet, sind entsprechende Zulässigkeitskriterien festzulegen.

Bei Prüfungen während des Betriebes dürfen Prüfvolumina als Bereiche festgelegt werden, die von besonderem Interesse sind, z. B. das innere Drittel des Schweißkörpers. Dazu sind die Zulässigkeitskriterien und die Mindestgröße der im interessierenden Bereich aufzufindenden Inhomogenitäten festzulegen.

8.2 Prüfkopfanordnung

Die Prüfköpfe sind so anzuordnen, dass eine angemessene Erfassung und optimale Bedingungen für die Erzeugung und das Auffinden von gebeugten Signalen im interessierenden Bereich sichergestellt sind. Für Stumpfschweißnähte mit einfacher Geometrie und mit schmaler Deck- oder Wurzellage an der gegenüber liegenden Oberfläche ist die Prüfung in Abhängigkeit von der Wanddicke mit einer oder mehreren Anordnung(en) (Anschaltung(en)) durchzuführen (siehe Tabelle 2). Für andere Konfigurationen, z. B. bei X-förmigen Schweißnähten oder wenn an beiden Seiten der Schweißnaht unterschiedliche Dicken des Grundwerkstoffs vorliegen oder bei Verjüngungen, darf Tabelle 2 als Leitfaden verwendet werden. In diesem Fall sind die Wirksamkeit der Anordnung und die Überdeckung unter Verwendung von Vergleichskörpern nachzuweisen. Die Auswahl der Prüfköpfe für die vollständige Erfassung der gesamten Schweißnahtdicke sollte Tabelle 2 entsprechen. Dabei sollte auf die Auswahl geeigneter Parameterkombinationen geachtet werden. So können beispielsweise im Dickenbereich von 15 mm bis 35 mm eine Frequenz von 10 MHz, ein Einschallwinkel von 70° und ein Schwingerdurchmesser von 3 mm für eine Dicke von 16 mm angemessen sein, nicht jedoch für eine Dicke von 32 mm.

Für die Prüfklassen A und B wird empfohlen, die TOFD-Anordnung unter Verwendung von Vergleichskörpern zu überprüfen.

Für die Prüfklassen C und D müssen alle für den Prüfgegenstand gewählten Anordnungen unter Verwendung von Vergleichskörpern überprüft werden.

Sofern die Parameter der Anordnung nicht der Tabelle 2 entsprechen, ist die Eignung unter Verwendung von Vergleichskörpern nachzuweisen.

Für die Prüfung während des Betriebes sollte der Schnittpunkt der Mittellinien der Strahlenbündel für das festgelegte Prüfvolumen optimiert werden.

8.3 Einstellung des kleinsten Abtastschrittes

Die Einstellung des kleinsten Abtastschrittes ist von der zu prüfenden Wanddicke abhängig. Für Dicken bis zu 10 mm darf die kleinste Schrittweite nicht mehr als 0,5 mm betragen. Für Dicken zwischen 10 mm und 150 mm darf sie nicht mehr als 1 mm betragen. Bei Dicken über 150 mm darf die kleinste Schrittweite nicht mehr als 2 mm betragen.