

DIN EN ISO 17640

**DIN**

ICS 25.160.40

Ersatz für  
DIN EN 1714:2002-09

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –  
Ultraschallprüfung –  
Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2010);  
Deutsche Fassung EN ISO 17640:2010**

Non-destructive testing of welds –  
Ultrasonic testing –  
Techniques, testing levels, and assessment (ISO 17640:2010);  
German version EN ISO 17640:2010

Contrôle non destructif des assemblages soudés –  
Contrôle par ultrasons –  
Techniques, niveaux d'essai et évaluation (ISO 17640:2010);  
Version allemande EN ISO 17640:2010

Gesamtumfang 33 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN  
Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN



## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 17640:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) 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).

Der Norm-Entwurf prEN 1714:2007 wurde als ISO/DIS 17640:2008 unverändert übernommen.

Die im Normtext zitierten Internationalen Normen ISO 11666, ISO 17635 und ISO 17640 sind Übernahmen europäischer Normen. Dabei wurde

EN 1712	zu	EN ISO 11666
EN 1713	zu	EN ISO 23279
EN 12062	zu	EN ISO 17635

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

ISO 5817	siehe	DIN EN ISO 5817
ISO 11666	siehe	DIN EN ISO 11666
ISO 17635	siehe	DIN EN ISO 17635
ISO 23279	siehe	DIN EN ISO 23279

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 1714:2002-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 6.3.3 „Größe des Schwingers“ aufgenommen;
- b) Gleichung (1) korrigiert;
- c) 6.3.5 „Koppelmittel“ neu aufgenommen;
- d) Tabellen 3 und 4 geändert;
- e) alle Abschnitte fachlich und redaktionell überarbeitet.

## **Frühere Ausgaben**

DIN 54125: 1989-01  
DIN EN 1714: 1997-10, 2002-09

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten*

DIN EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen*

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

DIN EN ISO 23279, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Charakterisierung von Anzeigen in Schweißnähten*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —  
Ultraschallprüfung —  
Techniken, Prüfklassen und Bewertung  
(ISO 17640:2010)

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

Contrôle non destructif des assemblages soudés —  
Contrôle par ultrasons —  
Techniques, niveaux d'essai et évaluation  
(ISO 17640:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. November 2010 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

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Begriffe und Formelzeichen</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Allgemeines</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Notwendige Informationen vor der Prüfung</b> .....	<b>5</b>
5.1 Festzulegende Einzelheiten .....	5
5.2 Besondere Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind .....	6
5.3 Schriftliche Prüfanweisung .....	6
<b>6 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung</b> .....	<b>7</b>
6.1 Qualifizierung des Personals .....	7
6.2 Prüfausrüstung .....	7
6.3 Kenngrößen für Prüfköpfe .....	7
6.3.1 Prüffrequenz .....	7
6.3.2 Einschallwinkel .....	7
6.3.3 Größe des Schwingers .....	7
6.3.4 Anpassung von Prüfköpfen an gekrümmte Prüfflächen .....	8
6.3.5 Koppelmittel .....	8
<b>7 Prüfvolumen</b> .....	<b>8</b>
<b>8 Vorbereitung der Prüfflächen</b> .....	<b>8</b>
<b>9 Prüfung des Grundwerkstoffs</b> .....	<b>9</b>
<b>10 Bereichs- und Empfindlichkeitseinstellung</b> .....	<b>10</b>
10.1 Allgemeines .....	10
10.2 Bezugshöhe für die Empfindlichkeitseinstellung .....	10
10.3 Beobachtungsschwelle .....	11
10.4 Transferkorrektur .....	11
10.5 Signal-Rausch-Verhältnis .....	12
<b>11 Prüfklassen</b> .....	<b>12</b>
<b>12 Prüftechniken</b> .....	<b>12</b>
12.1 Allgemeines .....	12
12.2 Prüfkopfführung von Hand .....	12
12.3 Prüfung auf senkrecht zur Prüffläche orientierte Unregelmäßigkeiten .....	13
12.4 Lage von Anzeigen .....	13
12.5 Beurteilung von Anzeigen .....	14
12.5.1 Allgemeines .....	14
12.5.2 Maximale Echohöhe .....	14
12.5.3 Länge von Anzeigen .....	14
12.5.4 Tiefenausdehnung von Anzeigen .....	14
12.5.5 Charakterisierung von Unregelmäßigkeiten .....	14
<b>13 Prüfbericht</b> .....	<b>14</b>
<b>Anhang A (normativ) Prüfklassen für verschiedene Arten von Schweißverbindungen</b> .....	<b>16</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17640:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ im Rahmen der Wiener Vereinbarung erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2011 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 1714:1997.

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.

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 Verfahren zur manuellen Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen mit Dicken gleich und größer als 8 mm fest, die bei Temperaturen des Prüfgegenstands von 0 °C bis 60 °C eine geringe Ultraschallschwächung zeigen (verursacht vor allem durch Streuung). Sie gilt bevorzugt für Schweißverbindungen mit voll angeschlossenem Querschnitt, bei denen sowohl Grundmaterial als auch Schweißgut ferritisch sind.

Alle werkstoffabhängigen Größen der Ultraschallprüfung in dieser Norm beziehen sich auf Stahl, in dem Schall die folgenden Schallgeschwindigkeiten hat:  $(5\,920 \pm 50)$  m/s für Longitudinalwellen und  $(3\,255 \pm 30)$  m/s für Transversalwellen.

In diesem Dokument sind vier Prüfklassen festgelegt, die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten des Nachweises von Unregelmäßigkeiten entsprechen. Hilfestellung zur Wahl der Prüfklassen A, B und C wird im Anhang A angegeben.

Die Anforderungen der Prüfkategorie D, die für besondere Anwendungen vorgesehen ist, müssen mit den allgemeinen Anforderungen dieser Norm übereinstimmen. Die Prüfkategorie D darf nur dann angewendet werden, wenn dies in einer entsprechenden Spezifikation gefordert wird. Dies umfasst auch Prüfungen an anderen Metallen als ferritischer Stahl, Prüfungen an Schweißnähten mit unvollständiger Durchschweißung, Prüfungen mit automatisierten Anlagen und Prüfungen bei Temperaturen des Prüfgegenstands außerhalb des Bereiches von 0 °C bis 60 °C.

Diese Norm darf auf Zulässigkeitsbetrachtungen für die Bewertung von Anzeigen mittels einer der folgenden Methoden angewendet werden:

- a) die Auswertung basiert vorzugsweise auf der Länge und der Echohöhe der Anzeige;
- b) die Auswertung basiert auf der Charakterisierung und Größenabschätzung von Anzeigen mit Hilfe von Abtasttechniken.

Die angewendeten Methoden müssen spezifiziert werden.

## **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 5817, *Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections*

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

ISO 11666:2010, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing of welded joints — Acceptance levels*

ISO 23279, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Characterization of indications in welds*

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

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

EN 583-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

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



EN 583-4, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 4: Prüfung auf Inhomogenitäten senkrecht zur Oberfläche*

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 und Formelzeichen

3.1 Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 17635 und EN 1330-4.

3.2 Für Größen, Einheiten und Formelzeichen, siehe Tabelle 1.

Anzeigen sind nach ihrer Hauptrichtung in Bezug zur Schweißnahtachse  $x$  in Längs- oder Querrichtung zu unterscheiden, in Übereinstimmung mit Bild 2.

**Tabelle 1 — Größen, Formelzeichen und Einheiten**

Formelzeichen	Größe	Einheit
$D_{\text{KSR}}$	Durchmesser eines Kreisscheibenreflektors	mm
$h$	Ausdehnung einer Anzeige in Tiefenrichtung	mm
$l$	Länge der Anzeige	mm
$l_x$	In die $x$ -Richtung projizierte Länge einer Anzeige	mm
$l_y$	In die $y$ -Richtung projizierte Länge einer Anzeige	mm
$p$	Voller Sprungabstand	mm
$t$	Dicke des Grundwerkstoffs (dünnster Teil)	mm
$x$	Position einer Anzeige in Längsrichtung	mm
$y$	Position einer Anzeige in Querrichtung	mm
$z$	Position einer Anzeige in Tiefenrichtung	mm

### 4 Allgemeines

Zweck dieser Norm ist, allgemeine Techniken der Ultraschallprüfung für übliche Schweißverbindungen und für Temperaturen der Prüfgegenstände zwischen 0 °C und 60 °C nach einheitlichen Gesichtspunkten zu beschreiben. Die spezifischen Festlegungen in dieser Norm betreffen das Prüfsystem, die Prüfvorbereitung, die Durchführung der Prüfung und den Prüfbericht. Die festgelegten Kenngrößen, besonders für Prüfköpfe, beziehen sich auf die Anforderungen von ISO 11666 und ISO 23279.

### 5 Notwendige Informationen vor der Prüfung

#### 5.1 Festzulegende Einzelheiten

Diese beinhalten:

- a) die Methode zur Einstellung der Bezugshöhe;
- b) die zur Bewertung der Anzeigen angewendete Methode;

- c) Zulässigkeitsgrenzen;
- d) Prüfklasse;
- e) Phase(n) von Herstellung und Prozess, in der/denen die Prüfung durchzuführen ist;
- f) Qualifikation des Personals;
- g) Prüfumfang für Anzeigen in Querrichtung;
- h) Anforderungen an die zusätzlich anzuwendende Tandemprüfung (siehe EN 583-4);
- i) Prüfung des Grundwerkstoffs vor und/oder nach dem Schweißen;
- j) Hinweis darauf, ob eine schriftliche Prüfanweisung erforderlich oder nicht erforderlich ist;
- k) Anforderungen an die schriftlichen Prüfanweisungen.

## **5.2 Besondere Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind**

Vor Beginn der Prüfung an einer Schweißverbindung müssen dem Prüfer folgende wichtige Informationen zugänglich sein:

- a) schriftliche Prüfanweisung, falls gefordert (siehe 5.3);
- b) Art(en) des Grundwerkstoffs und der Erzeugnisform (z. B. gegossen, geschmiedet, gewalzt);
- c) Phase der Herstellung oder des Prozesses, in der die Prüfung durchzuführen ist, einschließlich der Wärmebehandlung, sofern eine Wärmebehandlung vorgenommen wurde;
- d) Zeitpunkt und Umfang von Wärmebehandlungen nach dem Schweißen;
- e) Nahtvorbereitung und -abmessungen;
- f) Anforderungen an den Oberflächenzustand;
- g) Schweißausführung oder wichtige Informationen zum Schweißverfahren;
- h) Anforderungen an den zu erstellenden Prüfbericht;
- i) Zulässigkeitsgrenzen;
- j) Umfang der Prüfung einschließlich der Anforderungen für Anzeigen in Querrichtung, wenn erforderlich;
- k) Prüfklasse;
- l) Qualifikationsstufe des Prüfpersonals;
- m) Vorgehensweise bei Korrekturmaßnahmen, wenn unzulässige Anzeigen festgestellt werden.

## **5.3 Schriftliche Prüfanweisung**

Üblicherweise erfüllen die Festlegungen dieses Dokuments die Anforderungen an eine schriftliche Prüfanweisung.

Wenn dies nicht der Fall ist, oder wenn die in diesem Dokument aufgeführten Prüftechniken für die zu prüfende Schweißverbindung nicht anwendbar sind, müssen zusätzliche schriftliche Prüfanweisungen angewendet werden, sofern dies durch eine Spezifikation gefordert wird.

## 6 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung

### 6.1 Qualifizierung des Personals

Das Personal, das zerstörungsfreie Prüfungen nach dieser Norm durchführt, muss nach EN 473 oder ISO 9712 oder einer entsprechenden Norm für die Ultraschallprüfung und für den jeweiligen Industriesektor qualifiziert sein.

Zusätzlich zum allgemeinen Wissen über die Schweißnahtprüfung mit Ultraschall muss es auch mit den besonderen Prüfproblemen vertraut sein, die mit der Art der zu untersuchenden Schweißverbindung zusammenhängen.

### 6.2 Prüfausrüstung

Jedes Prüfgerät, das im Zusammenhang mit dieser Norm benutzt wird, muss die Anforderungen von EN 12668 (alle Teile) erfüllen.

### 6.3 Kenngrößen für Prüfköpfe

#### 6.3.1 Prüffrequenz

Die Prüffrequenzen müssen im Bereich von 2 MHz bis 5 MHz liegen und so ausgewählt werden, dass sie zu den angegebenen Zulässigkeitsgrenzen passen.

Bei der erstmaligen Prüfung muss die Frequenz innerhalb des oben angegebenen Frequenzbereiches so niedrig wie möglich sein, wenn die Auswertung nach Zulässigkeitsgrenzen durchgeführt wird, die auf der Länge und der Amplitude der Anzeigen basieren, wie z. B. nach ISO 11666. Höhere Prüffrequenzen dürfen bei Bedarf zur Verbesserung der Auflösung benutzt werden, wenn Normen zur Anwendung kommen, bei denen die Zulässigkeitsgrenzen auf der Charakterisierung von Unregelmäßigkeiten beruhen, wie z. B. nach ISO 23279.

Prüffrequenzen von etwa 1 MHz dürfen bei langen Schallwegen und für Werkstoffe mit überdurchschnittlicher Schallschwächung verwendet werden.

#### 6.3.2 Einschallwinkel

Bei einer Prüfung mit Transversalwellen und Prüftechniken, bei denen eine Reflexion des Schallbündels von der gegenüberliegenden Oberfläche gefordert wird, muss sichergestellt sein, dass der Auftreffwinkel des Schallbündels an der gegenüberliegenden Oberfläche nicht kleiner als 35° und vorzugsweise nicht größer als 70° ist. In Fällen, in denen mehrere Einschallwinkel verwendet werden, muss mindestens einer der verwendeten Winkelprüfköpfe diese Bedingung erfüllen. Weiterhin muss einer der verwendeten Einschallwinkel sicherstellen, dass die Schweißnahtflanken so gut wie möglich senkrecht getroffen werden. Falls die Verwendung von zwei oder mehr Einschallwinkeln gefordert wird, muss der Unterschied zwischen den Nennwinkeln mindestens 10° betragen.

Im Falle gekrümmter Prüfgegenstände dürfen die Einschallwinkel an der Prüffläche und an der gegenüberliegenden reflektierenden Fläche mit Hilfe einer Querschnittszeichnung der Schweißnaht oder nach den in EN 583-2 beschriebenen Methoden bestimmt werden. Können die Einschallwinkel nicht nach dieser Norm bestimmt werden, muss der Prüfbericht eine zusammenfassende Darstellung der verwendeten Einschallrichtungen, den Umfang der ungeprüften Bereiche und eine Erläuterung der aufgetretenen Schwierigkeiten enthalten.

#### 6.3.3 Größe des Schwingers

Die Schwingergröße muss in Abhängigkeit vom auftretenden Schallweg und von der Prüffrequenz ausgewählt werden.

Je kleiner der Schwinger ist, um so kleiner sind die Länge und Breite des Nahfeldes, und um so größer ist die Öffnung des Schallbündels im Fernfeld bei der vorgegebenen Frequenz.

Kleine Prüfköpfe mit Schwingern, deren Durchmesser zwischen 6 mm und 12 mm beträgt (oder mit rechteckigen Schwingern mit einer entsprechenden Fläche) sind daher am günstigsten, wenn mit kurzen Schallwegen gearbeitet wird. Für Bereiche mit längeren Schallwegen, d. h. länger als 100 mm, bei Anwendung eines Einschwinger-Senkrechtprüfkopfes und länger als 200 mm bei der Anwendung von Winkelprüfköpfen ist eine Schwingergöße von 12 mm bis 24 mm besser geeignet.

### **6.3.4 Anpassung von Prüfköpfen an gekrümmte Prüfflächen**

Der Spalt  $g$  zwischen Prüffläche und Sohle des Prüfkopfschuhs darf nicht mehr als 0,5 mm betragen.

Für zylindrische oder kugelige Oberflächen ist diese Forderung üblicherweise erfüllt, wenn die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$g = \frac{a^2}{D} \quad (1)$$

Dabei ist

- $a$  Länge des Prüfkopfschuhs in Prüfrichtung, in Millimeter;
- $D$  Durchmesser des Prüfgegenstandes, in Millimeter.

Resultiert aus Gleichung 1 ein Wert für  $g$ , der größer als 0,5 mm ist, muss der Prüfkopfschuh an die Krümmung der Oberfläche angepasst und eine entsprechende Empfindlichkeits- und Bereichseinstellung durchgeführt werden.

### **6.3.5 Koppelmittel**

Die Koppelmittel müssen EN 583-1 entsprechen. Es muss für die Empfindlichkeits- und Bereichseinstellung sowie für die Prüfung dasselbe Koppelmittel verwendet werden.

## **7 Prüfvolumen**

Das Prüfvolumen (siehe Bild 1) wird als die Zone definiert, die Schweißnaht und Grundwerkstoff auf beiden Seiten der Schweißnaht über eine Breite von mindestens 10 mm umfasst, oder als die Zone, die der Breite der Wärmeeinflusszone entspricht, wobei jeweils der größere Wert anzuwenden ist.

In jedem Fall muss bei der manuellen Prüfung das gesamte Prüfvolumen erfasst werden. Wenn einzelne Bereiche des Prüfvolumens in mindestens einer Prüfrichtung nicht erfasst werden können, oder wenn die Einschallwinkel an der Gegenfläche nicht die Anforderungen von 6.3.2 erfüllen, müssen andere oder zusätzliche Ultraschalltechniken oder andere zerstörungsfreie Prüfverfahren vereinbart werden. Dies kann in einigen Fällen das Entfernen der Schweißnahtüberhöhung erfordern.

Als zusätzliche Maßnahmen kommen die Prüfung mit Sendempfangswinkelprüfköpfen, Kriechwellenprüfköpfen, mit anderen Ultraschalltechniken oder mit anderen Verfahren in Betracht, z. B. Eindringprüfung, Magnetpulverprüfung, Durchstrahlungsprüfung. Bei der Auswahl alternativer oder ergänzender Methoden sollten die Art der Schweißverbindung und die wahrscheinliche Orientierung der nachzuweisenden Unregelmäßigkeiten beachtet werden.

## **8 Vorbereitung der Prüfflächen**

Die Prüfflächen müssen groß genug sein, um das Prüfvolumen (siehe Bild 1) vollständig erfassen zu können. Alternativ kann die Breite der Abtastflächen verkleinert werden, wenn eine gleichwertige Überdeckung des Prüfvolumens durch Abrastern sowohl von der oberen als auch von der unteren Nahtseite aus erreicht werden kann.

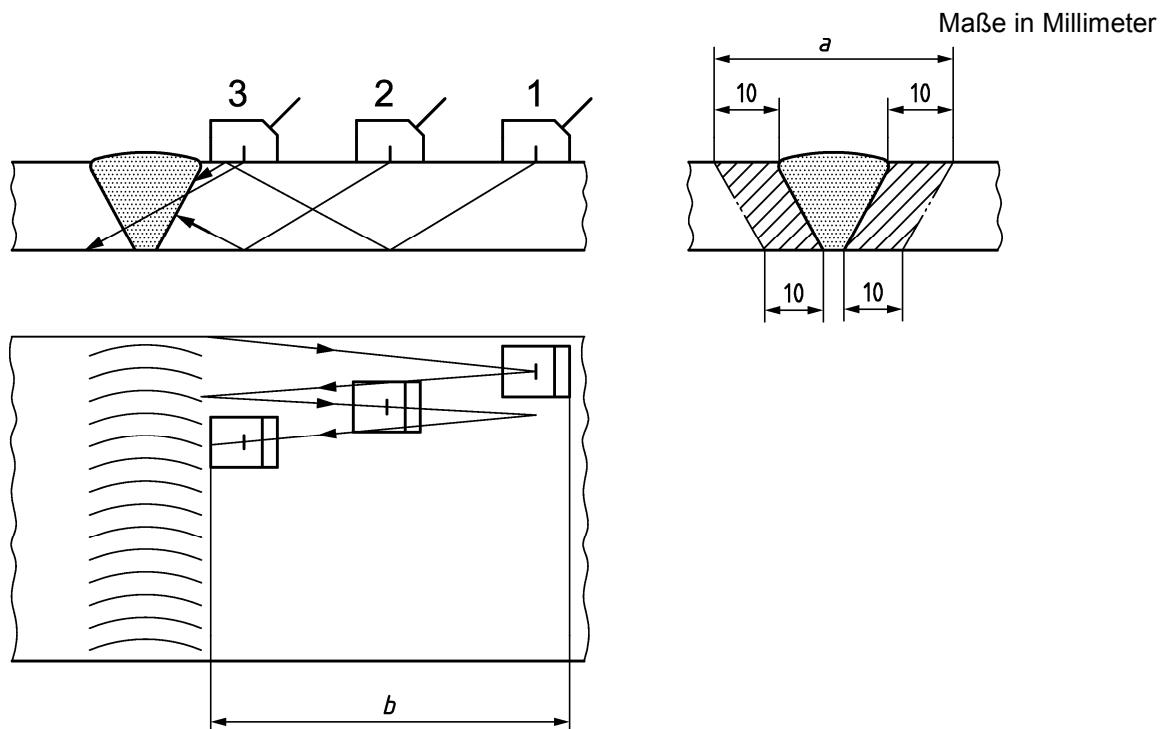
Die Prüfflächen müssen eben und frei von ankopplungsstörenden Verunreinigungen sein (z. B. von Rost, losem Zunder, Schweißspritzern, Kerben und Riefen). Die Welligkeit der Prüffläche darf nicht zu einem Spalt zwischen Prüfkopf und Prüffläche führen, der größer als 0,5 mm ist. Zur Erfüllung dieser Anforderungen sind die Prüfflächen gegebenenfalls zu bearbeiten. Lokale Unregelmäßigkeiten im Oberflächenverlauf, z. B. entlang des Schweißnahrandes, die unter dem Prüfkopf zu einem Spalt bis zu 1 mm führen können, sind nur dann zulässig, wenn von dieser Seite aus mit mindestens einem zusätzlichen Einschallwinkel geprüft wird. Diese zusätzliche Prüfung ist notwendig, um die Einschränkung des Prüfvolumens auszugleichen, die bei einem Spalt in dieser Größenordnung auftritt.

Die Prüfflächen sowie die Oberflächen, an denen das Schallbündel reflektiert wird, müssen eine ungestörte Ankopplung und Reflexion ermöglichen.

## 9 Prüfung des Grundwerkstoffs

Der Grundwerkstoff muss im Bereich der Prüfflächen vor oder nach dem Schweißen mit Senkrechtprüfköpfen geprüft werden. Auf diese Prüfung darf verzichtet werden, wenn (z. B. durch frühere Prüfungen während des Fertigungsprozesses) nachgewiesen werden kann, dass die Prüfung der Schweißverbindung mit Winkelprüfköpfen durch das Vorhandensein von Unregelmäßigkeiten oder durch hohe Schallschwächung nicht behindert wird.

Wenn Unregelmäßigkeiten gefunden werden, muss ihr Einfluss auf die vorgesehene Prüfung mit Winkelprüfköpfen abgeschätzt werden, und gegebenenfalls müssen die Prüftechniken entsprechend angepasst werden. Wenn eine zufriedenstellende Erfassung des Prüfvolumens durch eine Ultraschallprüfung ernsthaft beeinträchtigt ist, müssen andere Prüfverfahren (z. B. eine Durchstrahlungsprüfung) herangezogen werden.



### Legende

- 1 Position 1
- 2 Position 2
- 3 Position 3
- a Breite des Testvolumens
- b Breite der Prüffläche

**Bild 1 — Beispiel für das zu erfassende Prüfvolumen bei der Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung**

## 10 Bereichs- und Empfindlichkeitseinstellung

### 10.1 Allgemeines

Die Entfernungs- und Empfindlichkeitseinstellungen müssen vor jeder Prüfung nach diesem Dokument und nach EN 583-2 durchgeführt werden, und sie müssen die Temperaturabhängigkeit berücksichtigen. Die Temperaturdifferenz zwischen Empfindlichkeits- und Bereichseinstellung und der Prüfung darf höchstens  $\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$  betragen.

Diese Einstellungen müssen mindestens alle vier Stunden und nach Ende der Prüfung überprüft werden. Überprüfungen müssen auch durchgeführt werden, wenn Systemeinstellungen verändert oder wenn Veränderungen im System vermutet werden.

Falls während dieser Überprüfungen Abweichungen ermittelt werden, müssen die in Tabelle 2 angegebenen Korrekturen durchgeführt werden:

**Tabelle 2 — Empfindlichkeits- und Bereichskorrekturen**

Prüfempfindlichkeit		
1	Abweichungen $\leq 4 \text{ dB}$	Die Geräteeinstellung muss vor dem Weiterführen der Prüfung korrigiert werden.
2	Verringerung der Prüfempfindlichkeit $> 4 \text{ dB}$	Die Geräteeinstellung muss korrigiert werden und alle mit der bisherigen Einstellung durchgeführten Prüfungen müssen wiederholt werden.
3	Erhöhung der Prüfempfindlichkeit $> 4 \text{ dB}$	Die Geräteeinstellung muss korrigiert werden und alle registrierten Anzeigen müssen neu bewertet werden.
Entfernungsbereich		
1	Abweichungen $\leq 2 \%$ des Justierbereiches	Die Geräteeinstellung muss vor dem Weiterführen der Prüfung korrigiert werden.
2	Abweichungen $> 2 \%$ des Justierbereiches	Die Geräteeinstellung muss korrigiert werden und alle mit der bisherigen Einstellung durchgeführten Prüfungen müssen wiederholt werden.

### 10.2 Bezugshöhe für die Empfindlichkeitseinstellung

Eine der folgenden Methoden zum Einstellen der Bezugshöhe muss verwendet werden:

- Methode 1: als Bezugshöhe dient eine Abstands-Amplituden-Kurve (DAC-Kurve) für eine Querbohrung von 3 mm Durchmesser;
- Methode 2: die Bezugshöhen für Transversal- und Longitudinalwellen unter Verwendung der Methode Abstand-Verstärkung-Größe (AVG-Methode) mit einem Kreisscheibenreflektor (KSR) sind in den Tabellen 3 bzw. 4 angegeben;
- Methode 3: als Bezugshöhe nur für Einschallwinkel  $\geq 70^\circ$  und nur für den Dickenbereich  $8 \text{ mm} \leq t < 15 \text{ mm}$  dient eine rechteckige Nut mit 1 mm Tiefe und 1 mm Breite;
- Methode 4: als Bezugshöhe für die Tandemprüfung dient ein rechtwinklig zur Prüffläche liegender Kreisscheibenreflektor mit 6 mm Durchmesser (für alle Wanddicken). Diese Technik ist nur für Einschallwinkel  $45^\circ$  im Dickenbereich  $t \geq 15 \text{ mm}$  anwendbar.

Die Länge der Querbohrungen und Nuten muss größer sein als die bei  $-20 \text{ dB}$  gemessene Breite des Schallbündels. Die Nutbreite ist bei dieser Anwendung nicht relevant.

**Tabelle 3 — Bezugshöhen für die Zulässigkeitsgrenzen 2 und 3 für die Methode 2 bei der Schrägeinschallung mit Transversalwellen**

Nennfrequenz des Prüfkopfs MHz	Dicke des Grundwerkstoffs $t$					
	$8 \text{ mm} \leq t < 15 \text{ mm}$		$15 \text{ mm} \leq t < 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} \leq t < 100 \text{ mm}$	
	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3
1,5 bis 2,5	—	—	$D_{\text{KSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$
3,0 bis 5,0	$D_{\text{KSR}} = 1,5 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 1,5 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$

$D_{\text{KSR}}$  ist der Durchmesser des Kreisscheibenreflektors.

**Tabelle 4 — Bezugshöhen für die Zulässigkeitsgrenzen 2 und 3 für die Methode 2 bei der Senkrechteinschallung mit Longitudinalwellen**

Nennfrequenz des Prüfkopfs MHz	Dicke des Grundwerkstoffs $t$					
	$8 \text{ mm} \leq t < 15 \text{ mm}$		$15 \text{ mm} \leq t < 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} \leq t < 100 \text{ mm}$	
	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3
1,5 bis 2,5	—	—	$D_{\text{KSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$
3,0 bis 5,0	$D_{\text{KSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{KSR}} = 3,0 \text{ mm}$

$D_{\text{KSR}}$  ist der Durchmesser des Kreisscheibenreflektors.

### 10.3 Beobachtungsschwelle

Alle Anzeigen, die folgende Grenzwerte erreichen oder überschreiten, müssen bewertet werden.

Für Grenzwerte der Methode 1 bis Methode 4 siehe ISO 11666:2010, Tabelle A.1.

### 10.4 Transferkorrektur

Werden zur Festlegung der Bezugshöhe getrennte Kalibrier- oder Justierkörper verwendet, müssen am Prüfgegenstand und am verwendeten Bezugskörper an einer repräsentativen Anzahl von Orten Messungen der Unterschiede der Schallübertragung durchgeführt werden. Geeignete Techniken dazu sind in EN 583-2 beschrieben.

Wenn diese Unterschiede kleiner als 2 dB sind, ist keine Korrektur notwendig.

Eine Korrektur ist notwendig, wenn die Unterschiede größer als 2 dB, aber kleiner als 12 dB sind.

Wenn die Transferverluste 12 dB überschreiten, müssen die Gründe dafür ermittelt und die Prüfflächen gegebenenfalls erneut überarbeitet werden.

Falls es keine naheliegenden Erklärungen für hohe Korrekturwerte gibt, muss die Schallschwächung an verschiedenen Orten des Prüfgegenstandes gemessen werden, und an den Orten mit starken Abweichungen müssen Korrekturmaßnahmen erwogen werden.

## 10.5 Signal-Rausch-Verhältnis

Während der Schweißnahtprüfung muss die Beobachtungsschwelle mindestens 12 dB über den Gefügeanzeigen liegen; ausgenommen sind vereinzelte Anzeigen von der Oberfläche. Diese Anforderung darf gelockert werden, wenn es in der Spezifikation vorgesehen ist.

## 11 Prüfklassen

Die Qualitätsanforderungen an Schweißverbindungen richten sich vor allem nach den verwendeten Werkstoffen, dem Schweißprozess und den Betriebsbedingungen. Um allen Anforderungen gerecht zu werden, legt dieses Dokument vier Prüfklassen fest (A, B, C und D).

Durch erhöhten Prüfaufwand, z. B. durch die Anzahl der Einschallungen, durch die Oberflächenbearbeitung, wird von der Prüfklasse A hin zur Prüfklasse C eine erhöhte Auffindwahrscheinlichkeit erreicht. Die Prüfklasse D darf unter Anwendung einer schriftlichen Prüfanweisung für besondere Anwendungen vereinbart werden, wobei die allgemeinen Anforderungen dieses Dokuments berücksichtigt werden müssen.

Die Prüfklassen beziehen sich allgemein auf die Bewertungsgruppen (z. B. nach ISO 5817). Eine angemessene Prüfklasse kann in Schweißnaht-Prüfnormen (z. B. nach ISO 17635), Produktnormen oder anderen Dokumenten angegeben sein.

Bei der Anwendung von ISO 17635 werden die in Tabelle 5 angegebenen Prüfklassen empfohlen.

**Tabelle 5 — Empfohlene Prüfklassen**

<b>Prüfklasse</b>	<b>Bewertungsgruppe nach ISO 5817</b>
A	C, D
B	B
C	zu vereinbaren
D	besondere Anwendung

Die speziellen Anforderungen an die Prüfklassen A bis C sind für verschiedene Verbindungsarten im Anhang A aufgeführt. Die dargestellten Verbindungsarten stellen den Idealfall dar. Wenn die tatsächlichen Schweißbedingungen oder die Zugänglichkeit nicht genau mit diesen Beispielen übereinstimmen, muss die Prüftechnik geändert werden, um sowohl die allgemeinen Anforderungen dieses Dokuments als auch die der geforderten Prüfklasse zu erfüllen. In diesen Fällen muss eine schriftliche Prüfanweisung erstellt werden.

## 12 Prüftechniken

### 12.1 Allgemeines

Ultraschallprüfungen müssen nach EN 583-1 und den Spezifikationen in Abschnitt 12.2 bis Abschnitt 12.5 durchgeführt werden.

### 12.2 Prüfkopfführung von Hand

Beim Führen von Winkelprüfköpfen (wie in Bild 1 dargestellt) muss der Prüfkopf, bezogen auf die geforderte nominelle Einschallrichtung, bis zu einem Winkel von etwa 10° leicht nach links und rechts geschwenkt werden (Wedeln des Prüfkopfes).



### 12.3 Prüfung auf senkrecht zur Prüffläche orientierte Unregelmäßigkeiten

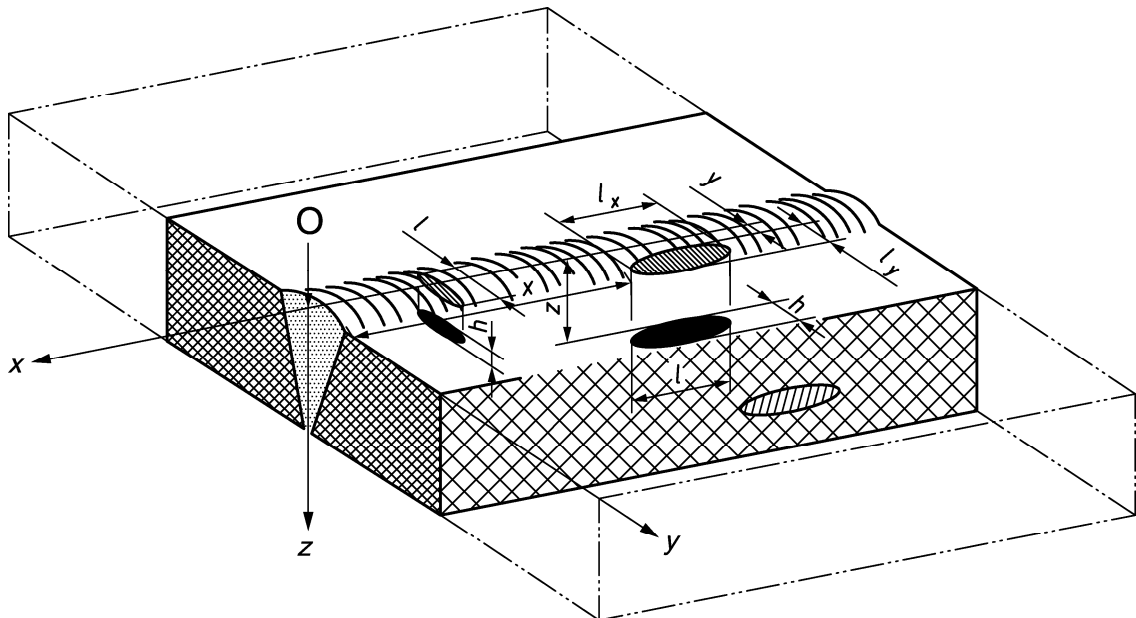
Innenliegende flächige Unregelmäßigkeiten mit einer Orientierung senkrecht zur Prüffläche sind mit der üblichen Schrägeinschallung mit Einzelschwingerprüfköpfen schwierig nachzuweisen. Für diese Unregelmäßigkeiten sollten spezielle Prüftechniken ausgewählt werden, besonders für Schweißnähte in dickwandigeren Werkstoffen. Die Anwendung dieser Prüftechniken muss durch eine Spezifikation festgelegt werden.

### 12.4 Lage von Anzeigen

Die Lage aller Anzeigen muss unter Bezug auf ein Koordinatensystem festgelegt werden, z. B. wie in Bild 2 dargestellt. Als Bezugspunkt für die Messungen muss ein Punkt auf der Prüffläche festgelegt werden.

Wird die Prüfung von mehr als einer Oberfläche aus durchgeführt, muss auf jeder dieser Oberflächen ein Bezugspunkt definiert werden. In diesem Fall muss große Sorgfalt darauf verwendet werden, eine räumliche Beziehung zwischen allen verwendeten Bezugspunkten herzustellen, so dass die absolute Position aller Anzeigen von jedem dieser Bezugspunkte aus bestimmt werden kann.

Bei Umfangsnähten kann diese Anforderung die Festlegung von inneren und äußeren Bezugspunkten vor dem Schweißen erforderlich machen.



#### Legende

O Ursprung (Bezugspunkt)

ANMERKUNG Für  $h, l, l_x, l_y, x, y, z$  siehe Tabelle 1.

**Bild 2 — Koordinatensystem zur Festlegung der Lage von Anzeigen**

## 12.5 Beurteilung von Anzeigen

### 12.5.1 Allgemeines

Alle über der Beobachtungsschwelle liegenden wichtigen Anzeigen müssen nach den Festlegungen in 12.5.2 bis 12.5.4 bewertet werden.

### 12.5.2 Maximale Echohöhe

Alle Echohöhen müssen durch Prüfkopfbewegung maximiert und in Bezug zur vereinbarten Bezugshöhe aufgezeichnet werden.

### 12.5.3 Länge von Anzeigen

Die Länge einer Anzeige in Längs- oder in Querrichtung ( $l_x$ ,  $l_y$ ), muss, falls möglich und nicht anders vereinbart, mit der in der Norm für Zulässigkeitsgrenzen festgelegten Technik bestimmt werden.

### 12.5.4 Tiefenausdehnung von Anzeigen

Die Messung der Tiefenausdehnung einer Anzeige muss durchgeführt werden, wenn dies in einer Spezifikation gefordert wird.

### 12.5.5 Charakterisierung von Unregelmäßigkeiten

Wenn in einer Spezifikation festgelegt, müssen Anzeigen nach ISO 23279 charakterisiert werden.

## 13 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben umfassen:

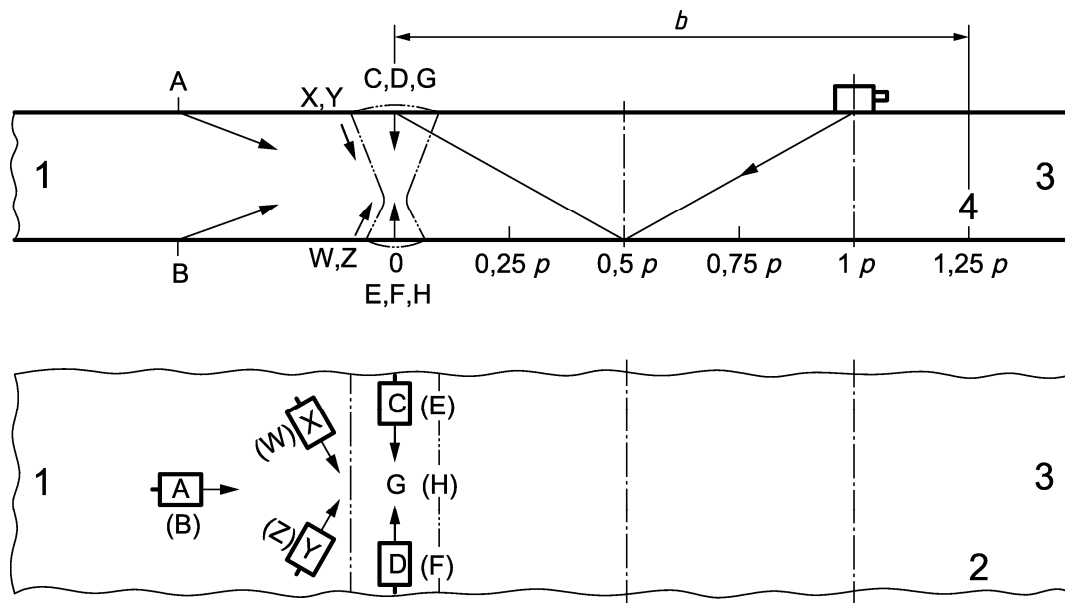
- a) Beschreibung des Prüfgegenstandes:
  - 1) Werkstoff und Erzeugnisform;
  - 2) Abmessungen;
  - 3) Lage der geprüften Schweißnaht/Schweißverbindung;
  - 4) Skizze zur geometrischen Konfiguration (falls nötig);
  - 5) Hinweis auf das Schweißverfahren, die Schweißanweisung und die Wärmebehandlung;
  - 6) Fertigungszustand;
  - 7) Oberflächenbeschaffenheit;
  - 8) Temperatur des Prüfgegenstandes;
- b) vertragliche Anforderungen, z. B. Prüfspezifikationen, Richtlinien, besondere Vereinbarungen usw.;
- c) Ort und Datum der Prüfung;
- d) Name der prüfenden Stelle und Name und Zertifikat des Prüfers;
- e) Hersteller und Typ des verwendeten Ultraschallgerätes mit Kenn-Nummer, falls gefordert;

- f) Hersteller, Typ, Nennfrequenz, Schwingergröße und wirklicher Einschallwinkel der benutzten Prüfköpfe, mit Kenn-Nummer des Prüfkopfs, falls gefordert;
- g) Angaben zu den verwendeten Vergleichskörpern mit Skizzen, falls nötig;
- h) Koppelmittel.
- i) Prüfklasse(n) und Hinweis auf eine Prüfanweisung, falls angewendet;
- j) Prüfumfang;
- k) Lage der Prüfflächen;
- l) Bezugspunkte und Angaben zu dem verwendeten Koordinatensystem, wie in 12.4 angegeben;
- m) Kennzeichnung der Prüfkopfstellungen, entweder nach Anhang A oder durch eine Skizze;
- n) Prüfbereich
- o) Art und Zahlenwerte der Empfindlichkeitsjustierung (Einstellung der Bezugshöhen und der für Transferkorrekturen verwendeten Werte);
- p) Bezugshöhen;
- q) Ergebnis der Prüfung des Grundwerkstoffs;
- r) Norm für die Zulässigkeitsgrenzen;
- s) Abweichungen von dieser Norm oder von den getroffenen vertraglichen Vereinbarungen.
- t) Koordinaten der Anzeige, wie in 12.4 beschrieben, mit detaillierten Angaben zu den verwendeten Prüfköpfen und den zugehörigen Einschallrichtungen;
- u) maximale Echohöhe, wie in 12.5.2 beschrieben, sowie Informationen über Art und Abmessung der Anzeige, falls erforderlich;
- v) Längen der Anzeigen, wie in 12.5.3 beschrieben;
- w) Ergebnis der Bewertung in Bezug auf die festgelegten Zulässigkeitsgrenzen;
- x) Verweisung auf diese Norm (ISO 17640:2010).

## Anhang A (normativ)

### Prüfklassen für verschiedene Arten von Schweißverbindungen

Siehe Bilder A.1 bis A.7 und Tabellen A.1 bis A.7



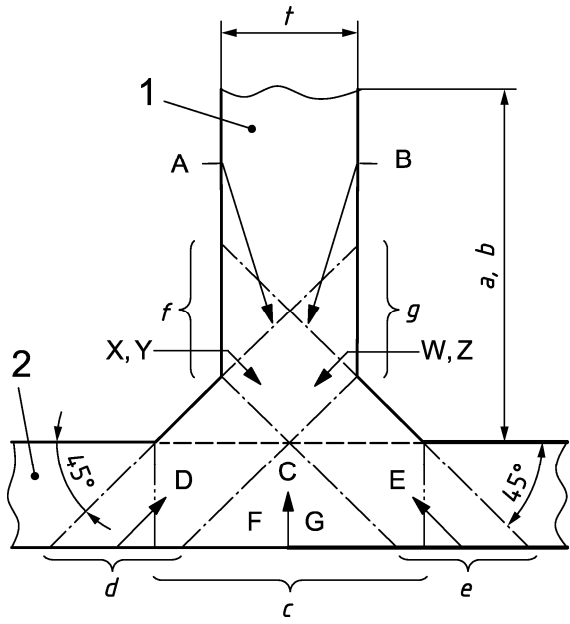
#### Legende

1	Seite 1
2	Draufsicht
3	Seite 2
4	Seitenansicht
A, B, C, D, E, F, G, H, W, X, Y, Z	Probenposition
$b$	Prüfflächenbreite (Pfb) in Bezug zum Sprungabstand $p$
$p$	Sprungabstand

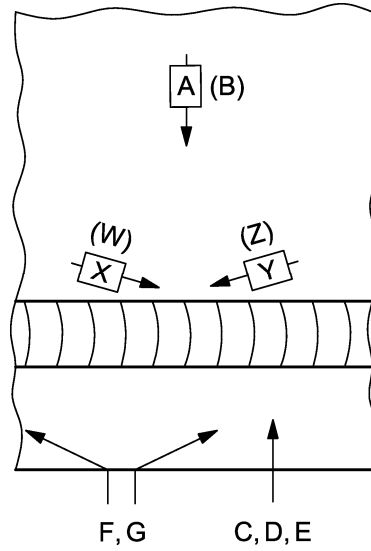
Bild A.1 — Stumpfschweißnähte in Blechen und Rohren

Tabelle A.1 — Stumpfschweißnähte in Blechen und Rohren (Symbole siehe Legende Bild A.1)

Prüf- klasse	Dicke des Grundwerk- stoffs  mm	Anzeigen in Längsrichtung						Anzeigen in Querrichtung			
		Erforderliche Anzahl				Gesamt- anzahl	Anmer- kungen	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen
		Einschall- winkel	Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)	Prüfkopf- stellungen			Ein- schall- winkel	Prüfkopfstellungen		
						L-Prüfung				N-Prüfung	T-Prüfung
A	$8 \leq t < 15$	1	A oder B	$1,25 p$	–	2	a	1	(X und Y) oder (W und Z)	4	c
	$15 \leq t < 40$	1	A oder B	$1,25 p$	–	2	a	1	(X und Y) oder (W und Z)	4	c
B	$8 \leq t < 15$	1	A oder B	$1,25 p$	–	2	e	1	(X und Y) oder (W und Z)	4	c
	$15 \leq t < 40$	2 <sup>f</sup>	A oder B	$1,25 p$	–	4	b, e	1	(X und Y) oder (W und Z)	4	c
	$40 \leq t < 60$	2	A oder B	$1,25 p$	–	4	b	2	(X und Y) oder (W und Z)	8	c
	$60 \leq t \leq 100$	2	A oder B	$1,25 p$	–	4	b	2	(C und D) oder (E und F)	4	c, d
C	$8 \leq t < 15$	1	A oder B	$1,25 p$	G oder H	3	d	1	(C und D) oder (E und F)	2	d
	$15 \leq t \leq 40$	2	A oder B	$1,25 p$	G oder H	5	b, d	2	(C und D) oder (E und F)	4	d
	$> 40$	2	A oder B	$1,25 p$	G oder H	5	b, d	2	(C und D) oder (E und F)	4	d
<p>a Darf nach Vereinbarung auf eine Einschallposition von einer Seite aus reduziert werden.</p> <p>b Zusätzliche Prüfung mit der Tandemtechnik nach besonderer Vereinbarung.</p> <p>c Nur bei besonderer Vereinbarung gefordert.</p> <p>d Die Beschaffenheit der Decklage muss mit den Anforderungen aus Abschnitt 8 übereinstimmen. Dies kann das Beschleifen der Decklage erforderlich machen. Jedoch kann im Falle von einseitigen Rohrumfangsnähten nur die äußere Decklage beschliffen werden.</p> <p>e Falls nur von einer Seite zugänglich, müssen zwei Einschallwinkel verwendet werden.</p> <p>f Im Dickebereich von <math>15 \text{ mm} &lt; t \leq 25 \text{ mm}</math> ist ein Einschallwinkel ausreichend, vorausgesetzt die Prüffrequenz ist kleiner 3 MHz.</p>											
<p><b>ANMERKUNG</b></p> <p>L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen</p> <p>N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechtprüfköpfen</p> <p>T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen</p> <p>p: vollständiger Sprungabstand</p>											



a) Schnittbild



b) Seitenansicht

**Legende**

- 1 Teil 1
- 2 Teil 2
- A, B, C, D, E, F, G, W, X, Y, Z Probenposition
- a, b, c, d, e, f, g* Prüfflächenbreiten
- t* Dicke

**Bild A.2 — T-Stoß-Verbindungen**

Tabelle A.2 — T-Stoß-Verbindungen (Symbole siehe Legende Bild A.2)

Prüf- klasse	Dicke des Grund- werkstoffs mm	Anzeigen in Längsrichtung						Anzeigen in Querrichtung				
		Einschall- winkel	Erforderliche Anzahl			Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Einschall- winkel	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen	
			Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)	Prüfkopf- stellungen			Prüfflächen- breite (Pfb)	Prüfkopf- stellungen			Prüfflächen- breite (Pfb)
L-Prüfung			N-Prüfung			T-Prüfung						
A	$8 \leq t < 15$	1	A oder B	$1,25 p$	oder C <sup>c</sup>	—	1	—	—	—	—	a
	$15 \leq t < 40$	1	A oder B	$1,25 p$	C <sup>c</sup>	c	2	—	—	—	—	a
B	$8 \leq t < 15$	1	A oder B	$1,25 p$	C <sup>c</sup>	—	2	1	F und G	c	2	b
	$15 \leq t < 40$	1	A und B	$1,25 p$	C <sup>c</sup>	c	3	1	(F und G) oder (X und Y) oder (W und Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	2	b
	$40 \leq t \leq 100$	2	A und B	$0,75 p$	C <sup>c</sup>	c	5	1	(F und G) oder (X und Y) oder (W und Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	2	b
C	$8 \leq t < 15$	1	A und B	$1,25 p$	C <sup>c</sup>	c	3	2	F und G	c	4	b
	$15 \leq t < 40$	2	(A und B) und (D und E)	$1,25 p$	C <sup>c</sup>	c	7	1	(F und G) und (X und Y) oder (W und Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	4	b
		1	(A und B) und (D und E)	$d+e$								
	$40 \leq t \leq 100$	2	(A und B) und (D und E)	$0,75 p$	C <sup>c</sup>	c	7	2	(F und G) und (X und Y) oder (W und Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	8	b
1		(A und B) und (D und E)	$d+e$									
> 100	3	(A und B) und (D und E)	$0,75 p$	C <sup>c</sup>	c	9	2	(F und G) und (X und Y) oder (W und Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	8	b	

a Nicht anwendbar.

b Muss nur nach besonderer Vereinbarung durchgeführt werden.

c Ist durch Tandemtechnik von Position A oder B zu ersetzen, wenn Position C nicht möglich ist.

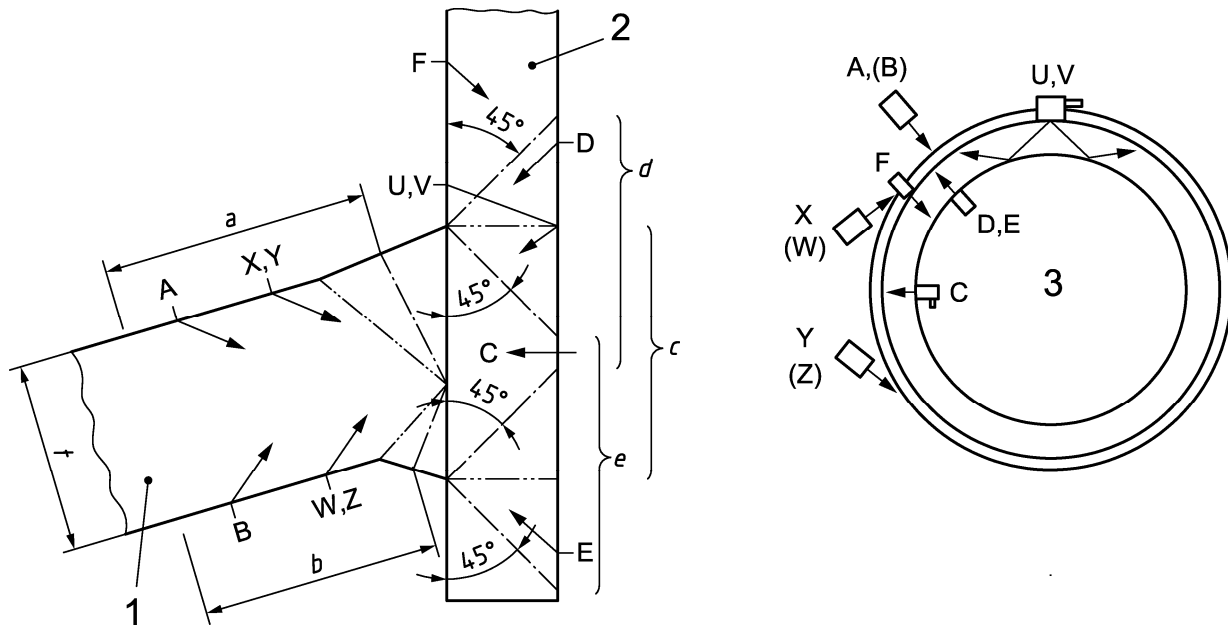
**ANMERKUNG**

L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen

N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechtpprüfköpfen

T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen

p: vollständiger Sprungabstand



a) Schnittbild

b) Aufsicht

**Legende**

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1                                  | Teil 1: Zylindrischer Behälter/ebenes Blech |
| 2                                  | Teil 2: Stutzen                             |
| 3                                  | Senkrechtprüfkopf                           |
| A, B, C, D, E, F, U, V, W, X, Y, Z | Probenposition                              |
| a, b, c, d, e,                     | Prüfflächenbreiten                          |
| t                                  | Dicke                                       |

**Bild A.3 — Schweißverbindungen bei durchgesteckten Stutzen**

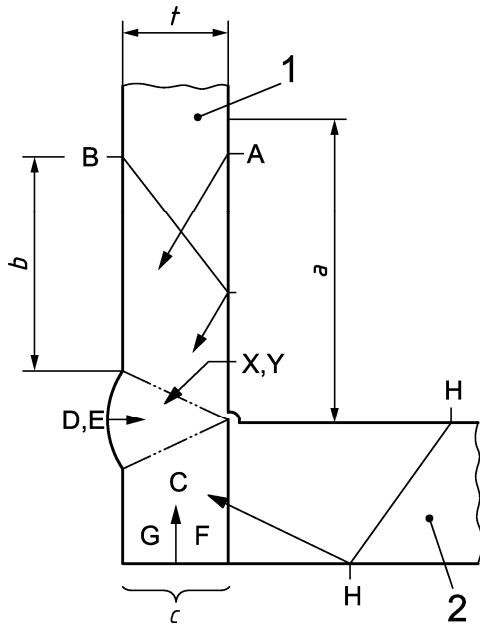


Tabelle A.3 — Schweißverbindungen bei durchgesteckten Stützen (Symbole siehe Legende Bild A.3)

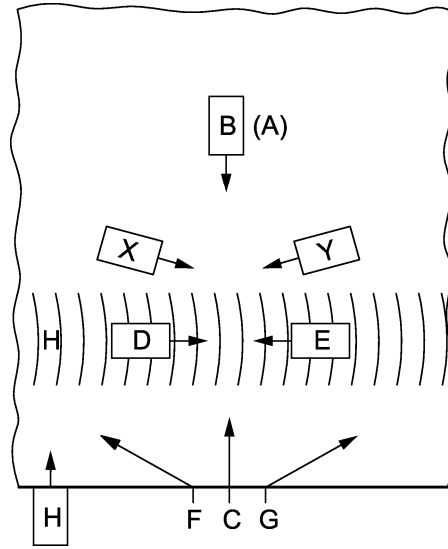
Prüf- klasse	Dicke des Grundwerk- stoffs  mm	Anzeigen in Längsrichtung						Anzeigen in Querrichtung			
		Erforderliche Anzahl					Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen
		Einschall- winkel	Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite	Prüfkopf- stellungen	Prüf- flächen- breite		Einschall- winkel	Prüfkopfstellungen		
A	$8 \leq t < 15$	1	A	$1,25 p$	oder C	$c$	1	—	—	—	a
	$15 \leq t \leq 40$	1	A oder F oder D	$1,25 p$ $d$	C	$c$	2	—	—	—	a
B	$8 \leq t < 15$	1	A oder D	$1,25 p$ $d$	C	$c$	2	1	(U und V) oder (X und Y) oder (W und Z)	2	b
	$15 \leq t < 40$	1	A oder (D und E)	$1,25 p$ $d + e$	C	$c$	2 oder 3	1	(U und V) oder (X und Y) oder (W und Z)	2	b
	$40 \leq t < 60$	1	(A oder B) und (D und E)	$1,25 p$ $d + e$	C	$c$	4	1	(X und Y) und (W und Z)	4	b
	$60 \leq t \leq 100$	2 1	(A und B) und (D und E)	$0,5 p$ $d + e$	C	$c$	7	2	(X und Y) und (W und Z)	8	b
C	$8 \leq t < 15$	1	(A oder B) und (D oder E)	$1,25 p$ $d$ oder $e$	C	$c$	3	1	(U und V) oder (X und Y und W und Z)	2 oder 4	b
	$15 \leq t \leq 40$	2	(A oder B) und (D oder E)	$0,5 p$ $d$ oder $e$	C	$c$	5	2	(X und Y) und (W und Z)	8	b
	$> 40$	2	(A und B) und (D und E)	$0,5 p$ $d + e$	C	$c$	9	2	(X und Y) und (W und Z)	8	b

a Nicht anwendbar.  
b Muss nur nach besonderer Vereinbarung durchgeführt werden.

**ANMERKUNG**  
L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen  
N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechtprüfköpfen  
T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen  
 $p$ : vollständiger Sprungabstand



a) Schnittbild



b) Seitenansicht

**Legende**

- 1 Teil 1: Stutzen
- 2 Teil 2: Behälter
- A, B, C, D, E, F, G, H, X, Y Probenposition
- a, b, c Prüfflächenbreiten
- t Dicke

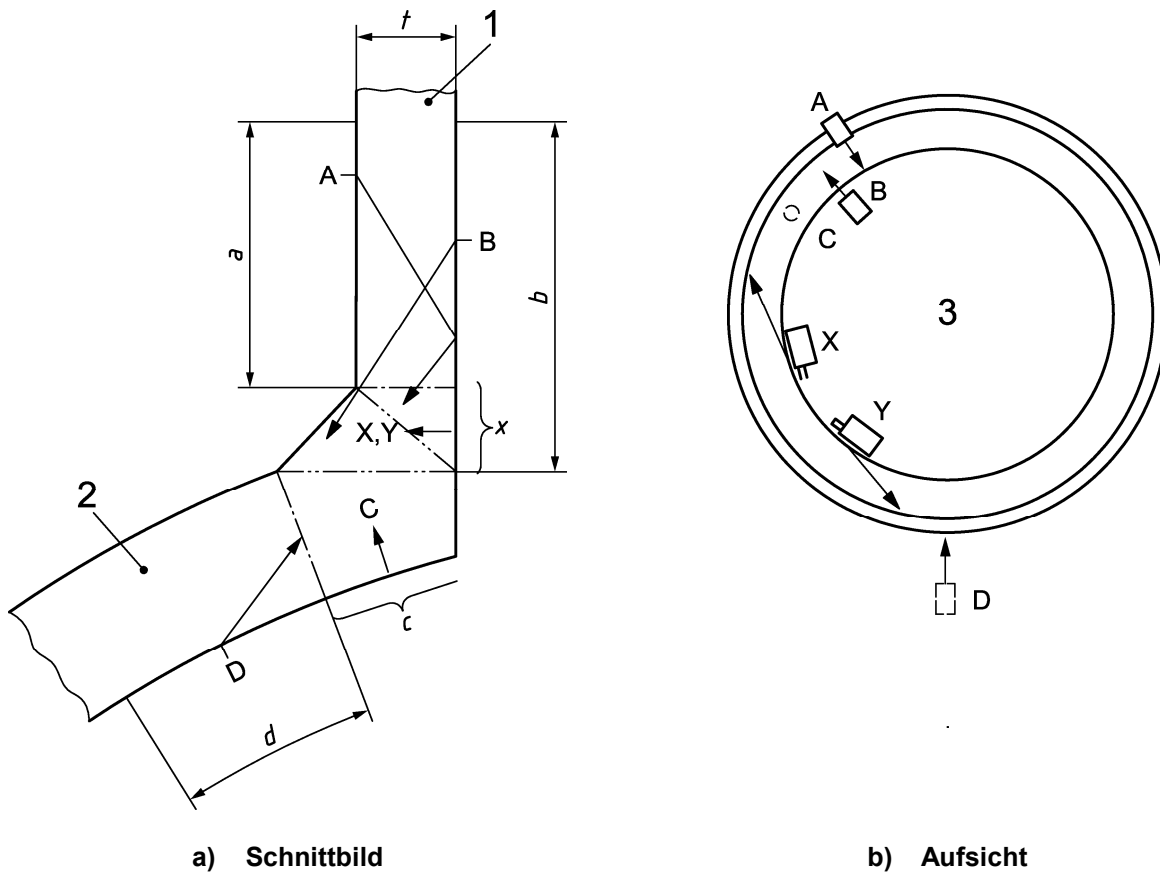
**Bild A.4 — L-Stoß-Verbindungen**

Tabelle A.4 — L-Stoß-Verbindungen (Symbole siehe Legende Bild A.4)

Prüf- klasse	Dicke des Grundwerk- stoffs mm	Anzeigen in Längsrichtung						Anzeigen in Querrichtung			
		Erforderliche Anzahl					Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen
		Einschall- winkel	Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)	Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)		Einschall- winkel	Prüfkopfstellungen		
L-Prüfung			N-Prüfung			T-Prüfung					
A	$8 \leq t < 15$	1	A oder B oder H	$1,25 p$	oder C	$c$	1	—	—	—	a
	$15 \leq t \leq 40$	1	A oder B oder H	$1,25 p$	C	$c$	2	—	—	—	a
B	$8 \leq t < 15$	1	A oder B oder H	$1,25 p$	oder C	$c$	1	1	(F und G) oder (X und Y)	2	b
	$15 \leq t < 40$	2	A oder B oder H	$1,25 p$	C	$c$	3	2	(F und G) oder (X und Y)	4	b
	$40 \leq t \leq 100$	2	(H oder A) und B	$0,75 p$	C	$c$	5	2	D und E	4	b, c
C	$8 \leq t < 15$	1	(H oder A) und B	$1,25 p$	C	$c$	3	1	D und E	2	b, c
	$15 \leq t < 40$	2	(H oder A) und B	$1,25 p$	C	$c$	5	1	D und E	2	b, c
	$40 \leq t \leq 100$	3	(H oder A) und B	$0,75 p$	C	$c$	7	2	D und E	4	b, c
	$> 100$	3	(H oder A) und B	$0,5 p$	C	$c$	7	2	D und E	4	b, c

a Nicht anwendbar  
b Muss nur nach besonderer Vereinbarung durchgeführt werden.  
c Die Beschaffenheit der Decklage muss mit den Anforderungen aus Abschnitt 8 übereinstimmen. Dies kann das Beschleifen der Decklage erforderlich machen.

**ANMERKUNG**  
L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen  
N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechtprüfköpfen  
T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen  
 $p$ : vollständiger Sprungabstand



a) Schnittbild

b) Aufsicht

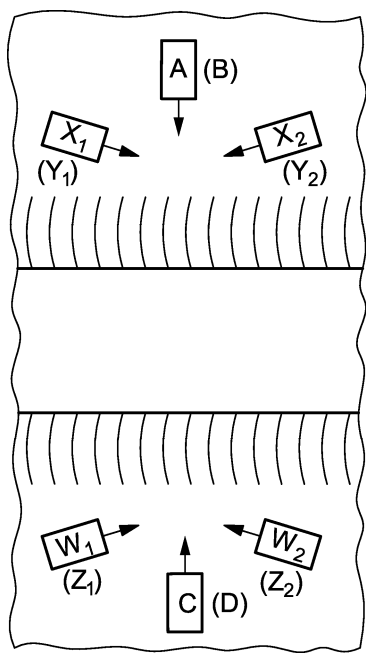
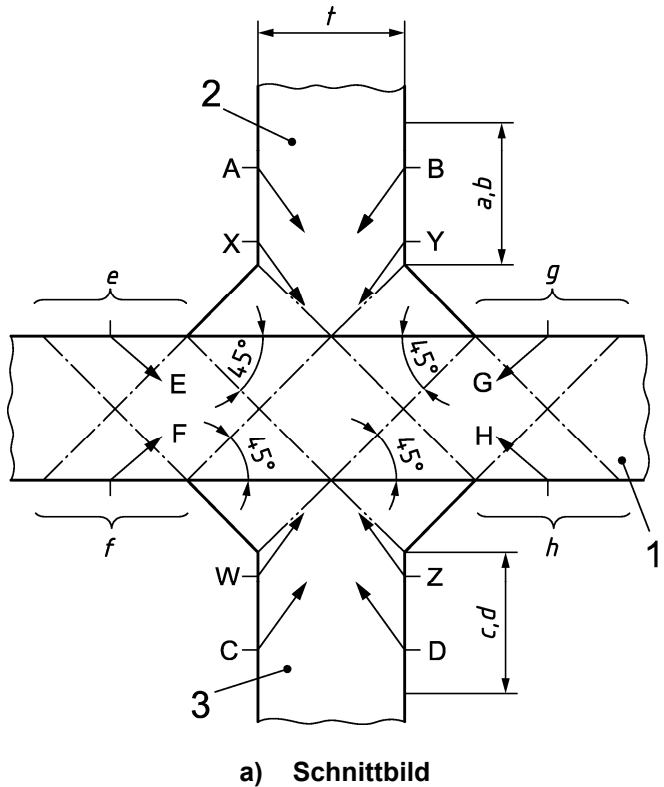
**Legende**

- 1 Teil 1: Stutzen
- 2 Teil 2: Behälter
- 3 Senkrechtprüfkopf
- A, B, C, D, X, Y Probenposition
- $a, b, c, d, x$  Prüfflächenbreiten
- $t$  Dicke

**Bild A.5 — Schweißverbindungen bei aufgesetzten Stutzen**

Tabelle A.5 — Schweißverbindungen bei aufgesetzten Stutzen (Symbole siehe Legende Bild A.5)

Prüf- klasse	Dicke des Grundwerk- stoffs mm	Anzeigen in Längsrichtung						Anzeigen in Querrichtung			
		Einschall- winkel	Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)	Prüfkopf- stellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)	Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen
								L-Prüfung			
A	$8 \leq t < 15$	1	A oder B	1,25 p 0,50 p	—	—	1	—	—	—	a
	$15 \leq t \leq 40$	1	A oder B	1,25 p 0,50 p	C	c	2	—	—	—	a
B	$8 \leq t < 15$	2	A oder B	1,25 p 0,50 p	—	—	2	1	X und Y	2	b,c
	$15 \leq t < 40$	2	A oder B	1,25 p 0,50 p	C	c	3	1	X und Y	2	b,c
	$40 \leq t < 60$	2	A und (B oder D)	1,25 p 0,50 p	C	c	5	2	X und Y	4	b,c
	$60 \leq t \leq 100$	2	A und (B oder D)	1,25 p 0,5 p	C	c	5	2	X und Y	4	b,c
C	$8 \leq t < 15$	3	A oder B	1,25 p 0,5 p	C	c	4	1	X und Y	2	b,c
	$15 \leq t < 40$	3	A oder B	1,25 p 0,5 p	C	c	4	1	X und Y	2	b,c
	$40 \leq t < 60$	3	A und B	1,25 p 0,5 p	C	c	7	2	X und Y	4	b,c
	$60 \leq t \leq 100$	3	A und B	1,25 p 0,5 p	C	c	7	2	X und Y	4	b,c
a	Nicht anwendbar.										
b	Muss nur nach besonderer Vereinbarung durchgeführt werden.										
c	Die Beschaffenheit der Decklage muss mit den Anforderungen aus Abschnitt 8 übereinstimmen. Dies kann das Beschleifen der Decklage erforderlich machen.										
<b>ANMERKUNG</b> L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechtprüfköpfen T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen p: vollständiger Sprungabstand											



a) Schnittbild

b) Seitenansicht

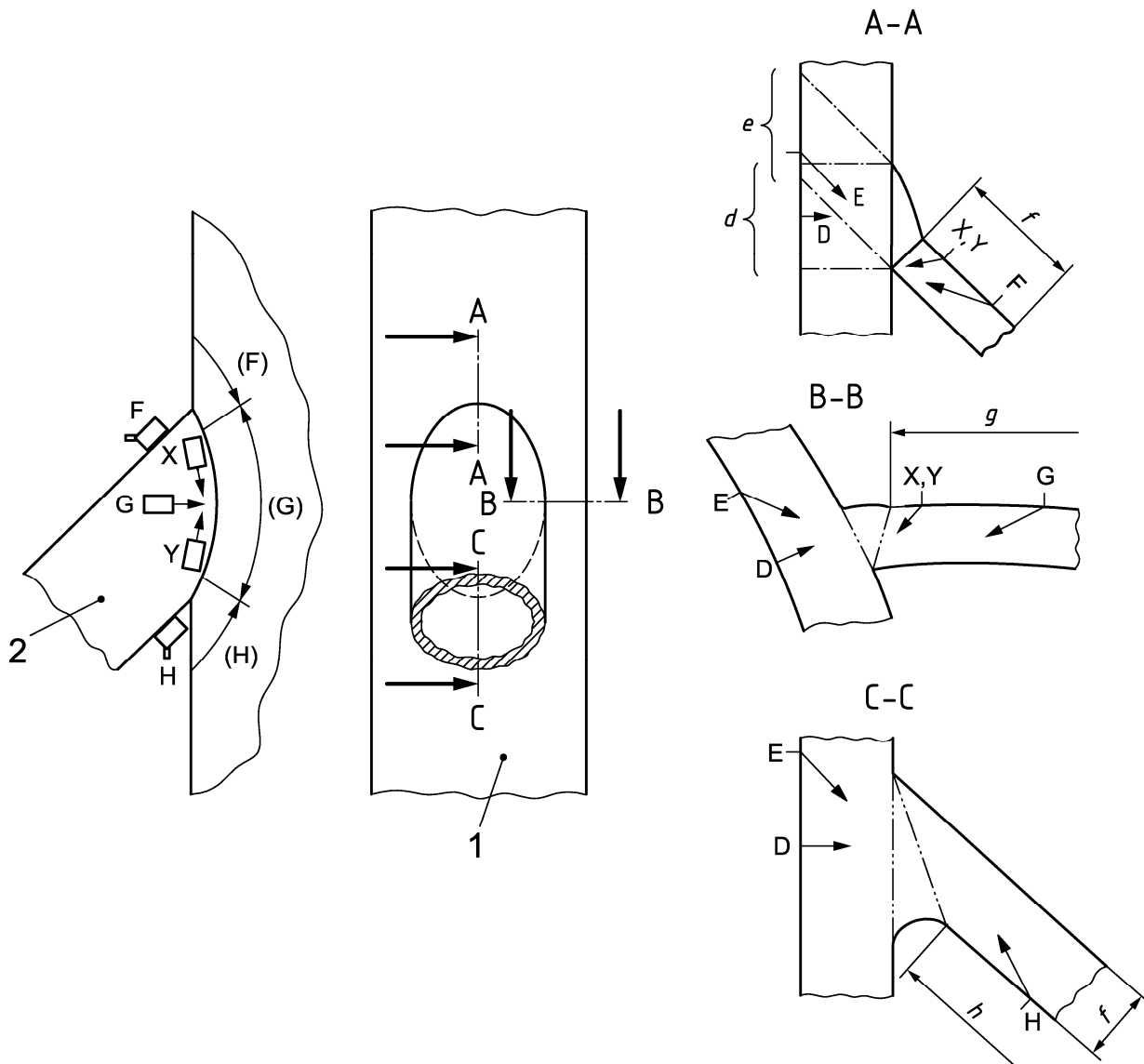
**Legende**

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1   | Teil 1             |
| 2   | Teil 2             |
| 3   | Teil 3             |
| A, B, C, D, E, F, G, H, W, W <sub>1</sub> , W <sub>2</sub> , X, X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , Y, Y <sub>1</sub> , Y <sub>2</sub> , Z, Z <sub>1</sub> , Z <sub>2</sub> | Probenposition     |
| a, b, c, d, e, f, g, h  | Prüfflächenbreiten |
| t   | Dicke              |

**Bild A.6 — Kreuzstoßverbindungen**

Tabelle A.6 — Kreuzstoßverbindungen (Symbole siehe Legende Bild A.6)

Prüf- klasse	Dicke des Grundwerk- stoffs mm	Anzeigen in Längsrichtung					Anzeigen in Querrichtung				
		Ein- schall- winkel	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen	Einschall- winkel	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen
			Prüfkopfstellungen					Prüf- flächen- breite (Pfb)	Prüfkopfstellungen		
L-Prüfung					T-Prüfung						
A	$8 \leq t < 15$	1	(A und C) oder (B und D)		$1,25 p$	2		—	—	—	a
	$15 \leq t < 40$	1	A und B und C und D		$0,75 p$	4	c	—	—	—	a
	$40 \leq t \leq 100$	2	A und B und C und D		$0,75 p$	8	c	—	—	—	—
B	$8 \leq t < 15$	1	A und B und C und D		$1,25 p$	4		1	(X1 und Y1 und W1 und Z1) und (X2 und Y2 und W2 und Z2)	8	b
	$15 \leq t < 40$	2	A und B und C und D		$0,75 p$	8	c	1	(X1 und Y1 und W1 und Z1) und (X2 und Y2 und W2 und Z2)	8	b
	$40 \leq t \leq 100$	2 1	(A und B und C und D) und (E und F und G und H)		$0,75 p$ <i>e-h</i>	12	d d	2	(X1 und Y1 und W1 und Z1) und (X2 und Y2 und W2 und Z2)	16	b
C	$40 \leq t \leq 100$	2 1	(A und B) und (C und D) und (E und F) und (G und H)	und Tandem (A oder B) und (C oder D)	$0,75 p$ <i>e-h</i>	14		2	X1 und Y1 und W1 und Z1) und (X2 und Y2 und W2 und Z2)	16	b
<p>a Nicht anwendbar</p> <p>b Muss nur nach besonderer Vereinbarung durchgeführt werden.</p> <p>c Falls eine empfindlichere Stufe gefordert ist, muss die Tandemtechnik angewendet werden.</p> <p>d Falls eine empfindlichere Stufe gefordert ist, muss die Tandemtechnik angewendet werden. In diesem Fall müssen E und F und G und H ausgelassen werden.</p>											
<p><b>ANMERKUNG</b></p> <p>L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen</p> <p>N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechprüfköpfen</p> <p>T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen</p> <p>p: vollständiger Sprungabstand</p>											



**Legende**

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1                            | Teil 1: Hauptrohr            |
| 2                            | Teil 2: angeschlossenes Rohr |
| A, B, C, D, E, F, G, H, X, Y | Probenposition               |
| $d, e, f, g, h$              | Prüfflächenbreiten           |
| $t$                          | Dicke                        |

**Bild A.7 — Knotenverbindungen in Rohrkonstruktionen**



Tabelle A.7 — Knotenverbindungen in Rohrkonstruktionen (Symbole siehe Legende Bild A.7)

Prüf- klasse	Dicke des Grundwerkstoffs mm	Anzeigen in Längsrichtung					Anzeigen in Querrichtung				
		Einschall- winkel	Prüfkopfstellungen	Prüfflächen- breite (Pfb)	Prüfkopf- stellungen	Prüf- flächen- breite (Pfb)	Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Erforderliche Anzahl		Gesamt- anzahl Einschal- lungen	Anmer- kungen
								L-Prüfung			
A	$8 \leq t < 15$	2	F und G und H	$1,25 p$	—	—	6	—	—	—	a, b
	$15 \leq t < 40$	3	F und G und H	$1,25 p$	—	—	9	—	—	—	a, b
	$40 \leq t \leq 100$	3	F und G und H	$1,25 p$	—	—	9	—	—	—	a, b
B	$8 \leq t < 15$	2	F und G und H	$1,25 p$	D	<i>d</i>	7	1	X und Y	2	a, c
	$15 \leq t < 40$	3	F und G und H	$1,25 p$	D	<i>d</i>	10	2	X und Y	4	a, c
	$40 \leq t \leq 100$	3 1	(F und G und H) und E	$1,25 p$ <i>e</i>	D	<i>d</i>	11	2	X und Y	4	a, c
C	nicht anwendbar										
a	Eine Prüfung von Knotenverbindungen muss üblicherweise in Stufe D eingeordnet sein, was besondere Vereinbarungen erforderlich macht.										
b	Nicht anwendbar.										
c	Wenn die Bohrung des Teils 1 nicht zugänglich ist (Prüfkopfstellungen D und E), kann die Prüfklasse B nicht erreicht werden.										
<b>ANMERKUNG</b> L-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Längsrichtung mit Winkelprüfköpfen N-Prüfung: Prüfung mit Senkrechtprüfköpfen T-Prüfung: Prüfung auf Anzeigen in Querrichtung mit Winkelprüfköpfen <i>p</i> : vollständiger Sprungabstand											