

	Zerstörungsfreie Prüfung Ultraschallprüfung Teil 2: Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung Deutsche Fassung EN 583-2:2001	DIN EN 583-2
--	--	---------------------------------------

ICS 19.100

Ersatz für
DIN 54127-1:1989-01

Non-destructive testing – Ultrasonic examination –
Part 2: Sensitivity and range setting;
German version EN 583-2:2001

Essais non destructifs – Contrôle ultrasonore –
Partie 2: Réglage de la sensibilité et de la base de temps;
Version allemande EN 583-2:2001

Die Europäische Norm EN 583-2:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm ist im Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ unter intensiver deutscher Mitarbeit ausgearbeitet worden. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NMP 823 „Ultraschallprüfung“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN 54127-1:1989-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Wegen der Übernahme der Europäischen Norm wurde die Norm-Nummer geändert;
- b) Der Inhalt wurde redaktionell vollständig überarbeitet, die fachlichen Festlegungen aber im Wesentlichen beibehalten.

Frühere Ausgaben

DIN 54127-1: 1989-01

Fortsetzung 33 Seiten EN

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung

Ultraschallprüfung

Teil 2: Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung

Non-destructive testing – Ultrasonic examination –
Part 2: Sensitivity and range setting

Essais non destructifs – Contrôle ultrasonore –
Partie 3: Réglage de la sensibilité et de la base de temps

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 5. Januar 2001 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Allgemeines	4
3.1 Formelzeichen und Einheiten	4
3.2 Prüfgegenstände, Vergleichskörper und Bezugsreflektoren	4
3.3 Geometrieklassen für Prüfobjekte	4
3.4 Anpassung der Prüfköpfe	4
4 Bestimmung des Schallaustrittspunktes und des Einschallwinkels	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Prüfköpfe mit ebener Sohle	6
4.3 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung	7
4.4 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung	8
4.5 Prüfköpfe, die in zwei Richtungen angepasst sind	9
4.6 Prüfköpfe für die Verwendung an anderen Werkstoffen als Stahl	9
5 Entfernungsjustierung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Vergleichskörper und Bezugsreflektoren	10
5.3 Senkrechtprüfköpfe	10
5.4 Winkelprüfköpfe	11
5.5 Andere Entfernungsjustierungen bei Winkelprüfköpfen	11
6 Empfindlichkeitseinstellung und Echohöhenbewertung	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Auftreffwinkel	13
6.3 Vergleichslinien-Methode	13
6.4 AVG-Methode	15
6.5 Transferkorrektur	19
Anhang A (normativ) Formelzeichen und Einheiten	21
Anhang B (normativ) Vergleichskörper und Bezugsreflektoren	23
Anhang C (normativ) Bestimmung von Schallweg und Auftreffwinkel in konzentrisch gekrümmten Gegenständen	26
Anhang D (informativ) Allgemeines AVG-Diagramm	31
Anhang E (informativ) Bestimmung der Kontakt-Transferkorrektur	32
Literaturhinweise	33

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR geführt wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2001 zurückgezogen werden.

Diese Norm besteht aus den folgenden Teilen:

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

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

EN 583-3, *Zerstörungsfreie Prüfung – Ultraschallprüfung – Teil 3: Durchschallungstechnik.*

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

EN 583-5, *Zerstörungsfreie Prüfung – Ultraschallprüfung – Teil 5: Beschreibung und Größenbestimmung von Inhomogenitäten.*

ENV 583-6, *Zerstörungsfreie Prüfung – Ultraschallprüfung – Teil 6: Beugungslaufzeittechnik, eine Technik zum Auffinden und Ausmessen von Inhomogenitäten.*

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Diese Europäische Norm wird als eine unterstützende Norm zu anderen Anwendungs- und Produktnormen betrachtet, die selbst eine grundlegende Sicherheitsanforderung einer Richtlinie der neuen Konzeption unterstützen und die auf die vorliegende Europäische Norm normativ verweisen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Norm bestimmt die allgemeinen Regeln für die Entfernung- und Empfindlichkeitsjustierung (d. h. Verstärkungseinstellung) manuell betriebener Ultraschall-Prüfgeräte mit A-Bild-Darstellung, um Lage und Echoamplitude von Reflektoren reproduzierbar messen zu können.

Er bezieht sich auf Techniken, bei denen nur ein Prüfkopf verwendet wird, der entweder ein Einzelschwingerprüfkopf oder ein SE-Prüfkopf sein kann; Tauchttechniken und Verfahren mit mehreren Prüfköpfen werden von diesem Teil der Norm nicht erfasst.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 12223, *Zerstörungsfreie Prüfung – Ultraschallprüfung – Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 1.*

EN 27963, *Schweißverbindungen in Stahl – Kalibrierkörper Nr. 2 zur Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen (ISO 7963 : 1985).*

prEN 12668-3, *Zerstörungsfreie Prüfung – Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschallprüfung – Teil 3: Komplette Prüfausrüstung.*

3 Allgemeines

3.1 Formelzeichen und Einheiten

Eine vollständige Aufstellung der im vorliegenden Teil der Norm verwendeten Formelzeichen und Einheiten ist in Anhang A angegeben.

3.2 Prüfgegenstände, Vergleichskörper und Bezugsreflektoren

Allgemeine Anforderungen an die geometrischen Eigenschaften der Prüfgegenstände, Vergleichskörper und Bezugsreflektoren sind in Anhang B enthalten.

3.3 Geometrieklassen für Prüfobjekte

Die Anforderungen für Empfindlichkeits- und Bereichseinstellung hängen von der geometrischen Form des Prüfobjektes ab. In Tabelle 1 sind fünf Geometrieklassen für Prüfobjekte definiert.

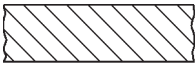
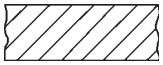
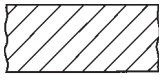
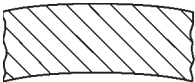
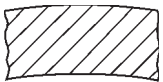
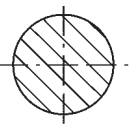
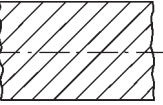
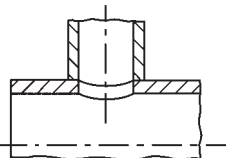
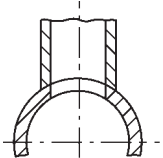
3.4 Anpassung der Prüfköpfe

Für die Geometrieklassen 2 bis 5 kann es erforderlich sein, die Prüfkopfsohle entsprechend anzupassen, um ein Kippen des Prüfkopfes zu vermeiden und einen guten, gleichmäßigen akustischen Kontakt und einen konstanten Einschallwinkel im Prüfobjekt sicherzustellen. Die Formanpassung ist nur bei Prüfköpfen mit einer Sohle aus hartem Kunststoff möglich, (üblicherweise Senkrechtprüfköpfe mit SE-Schwinger oder Winkelprüfköpfe mit Keilen).

Für die unterschiedlichen Geometrieklassen gibt es folgende Bedingungen (siehe Tabelle 1 und Bild 1):

- | | |
|---------------------------|---|
| Geometrieklasse 1: | Keine Anpassung des Prüfkopfes erforderlich, weder für Prüfung in x - noch in y -Richtung |
| Geometrieklassen 2 und 4: | Prüfung in x -Richtung: Anpassung der Prüfkopfsohle in Längsrichtung
Prüfung in y -Richtung: Anpassung der Prüfkopfsohle in Querrichtung |
| Geometrieklassen 3 und 5: | Prüfung in x - oder y -Richtung: Anpassung der Prüfkopfsohle in Längs- und Querrichtung |

Tabelle 1 – Geometrieklassen für Prüfobjekte

Geometrie- klasse	Merkmal	Schnitt in <i>x</i> -Richtung	Schnitt in <i>y</i> -Richtung
1	planparallele Oberflächen (z. B. Platten/Bleche)		
2	parallele, einachsig gekrümmte Oberflächen (z. B. Rohre)		
3	parallele Oberflächen, mehrachsig gekrümmt (z. B. Kumpelböden)		
4	Vollmaterial mit kreisförmigem Querschnitt (z. B. Stangen und Stäbe)		
5	kompliziert geformt (z. B. Stutzen, Muffen)		

Bei Verwendung angepasster Prüfköpfe ist es erforderlich, die Entfernungseinstellung mit dem Prüfgegenstand ähnlich geformten Vergleichskörpern zu justieren oder mathematische Korrekturfaktoren anzuwenden.

Bei Anwendung der Gleichungen (1) oder (2) werden Probleme auf Grund geringer Energieübertragung oder Fehlorientierung des Schallstrahls vermieden.

3.4.1 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung

3.4.1.1 Konvexe Prüffläche

Bei Einschallung in konvexe Oberflächen muss die Prüfkopfsohle angepasst werden, wenn der Durchmesser D_{obj} des Prüfobjektes unter dem Zehnfachen der Länge der Prüfkopfsohle l_{ps} bleibt (siehe Bild 1):

$$D_{\text{obj}} < 10 l_{\text{ps}} \quad (1)$$

3.4.1.2 Konkave Prüffläche

Bei Einschallung auf konkaven Oberflächen muss die Sohle des Prüfkopfes immer angepasst werden, es sei denn, auf Grund sehr großer Krümmungsradien kann eine ausreichende Ankopplung erreicht werden.

3.4.2 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung

3.4.2.1 Konvexe Prüffläche

Bei Einschallung auf konvexen Oberflächen muss die Prüfkopfsohle angepasst werden, wenn der Durchmesser D_{obj} des Prüfobjektes unter dem Zehnfachen der Breite w_{ps} der Prüfkopfsohle bleibt (siehe Bild 1):

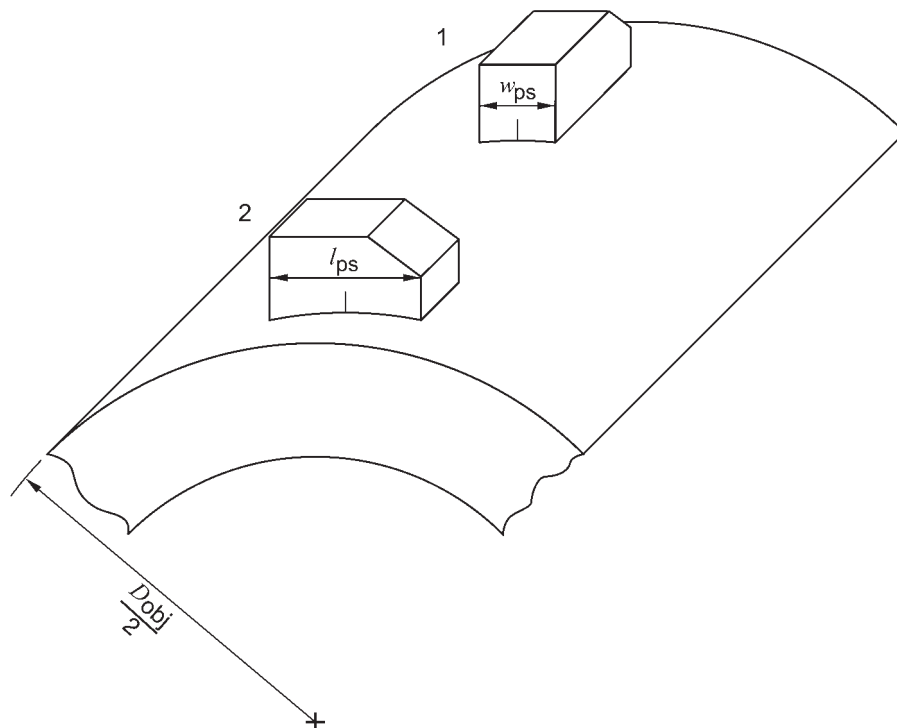
$$D_{\text{obj}} < 10 w_{\text{ps}} \quad (2)$$

3.4.2.2 Konkave Prüffläche

Bei Einschallung auf konkaven Oberflächen muss die Prüfkopfsohle immer angepasst werden, es sei denn, auf Grund sehr großer Krümmungsradien kann eine ausreichende Ankopplung erreicht werden.

3.4.3 Prüfköpfe mit Anpassung in Längs- und Querrichtung

Die Prüfkopfsohle muss die Anforderungen nach 3.4.1 und 3.4.2 erfüllen.



Legende

- 1 Anpassung in Querrichtung
- 2 Anpassung in Längsrichtung

Bild 1 – Länge l_{ps} und Breite w_{ps} der Prüfkopfsohle in Krümmungsrichtung des Prüfobjekts

4 Bestimmung des Schallaustrittspunktes und des Einschallwinkels

4.1 Allgemeines

Für Senkrechtprüfköpfe ist die Messung von Schallaustrittspunkt und Einschallwinkel nicht erforderlich, weil vorausgesetzt wird, dass der Schallaustrittspunkt in die Mitte der Koppelfläche fällt und der Brechungswinkel null Grad beträgt.

Bei Verwendung von Winkelprüfköpfen müssen diese Parameter gemessen werden, damit die Lage eines Reflektors im Prüfobjekt relativ zur Position des Prüfkopfes bestimmt werden kann. Die angewandten Techniken und die verwendeten Vergleichskörper hängen von der Anpassung der Prüfkopfsohle ab.

Die gemessenen Einschallwinkel hängen von der Schallgeschwindigkeit im verwendeten Vergleichskörper ab. Falls der Vergleichskörper nicht aus unlegiertem Stahl besteht, muss die Schallgeschwindigkeit des Werkstoffes bestimmt und registriert werden.

4.2 Prüfköpfe mit ebener Sohle

4.2.1 Methode mit Kalibrierkörper

Der Schallaustrittspunkt und der Einschallwinkel müssen abhängig von der Größe des Prüfkopfes unter Verwendung des Kalibrierkörpers Nr. 1 oder des Kalibrierkörpers Nr. 2 entsprechend den Vorgaben in EN 12223 bzw. EN 27963 bestimmt werden.

4.2.2 Methode mit Vergleichskörper

Alternativ darf eine Methode mit einem Vergleichskörper angewendet werden, der mindestens drei Querbohrungen enthält, wie in prEN 12668-3 angegeben.

4.3 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung

4.3.1 Mechanische Bestimmung

Bevor die Prüfkopfsohle angepasst wird, müssen der Schallaustrittspunkt und der Einschallwinkel wie in 4.2.1 beschrieben gemessen werden.

Der Einfallwinkel an der Prüfkopfsohle (α_d) ist aus dem gemessenen Einschallwinkel (α) zu berechnen, und es ist eine Linie an der Seite des Prüfkopfes zu zeichnen, die ausgehend vom Schallaustrittspunkt parallel zum einfallenden Schallstrahl verläuft, wie in Bild 2 dargestellt.

Der Einfallwinkel wird nach Gleichung (3) berechnet:

$$\alpha_d = \arcsin \left(\frac{c_d}{c_t} \sin \alpha \right) \quad (3)$$

Dabei ist:

c_d die Longitudinalwellengeschwindigkeit im Vorlaufkeil des Prüfkopfes (üblicherweise 2 730 m/s für Acrylglas);

c_t die Transversalwellengeschwindigkeit im Prüfobjekt (3 255 m/s $\pm$ 15 m/s für unlegierten Stahl).

Nach der Anpassung hat sich der Schallaustrittspunkt entlang der gekennzeichneten Linie verschoben, und seine neue Position kann mechanisch direkt am Gehäuse des Prüfkopfes gemessen werden, wie in Bild 2 darstellt.

Der Einschallwinkel muss bestimmt werden, indem das Echo einer Querbohrung maximiert wird, die die in Anhang B angegebenen Bedingungen erfüllt. Der Einschallwinkel kann dann direkt am Prüfgegenstand, am Vergleichskörper oder einer maßstäblichen Skizze gemessen werden, siehe Bild 3.

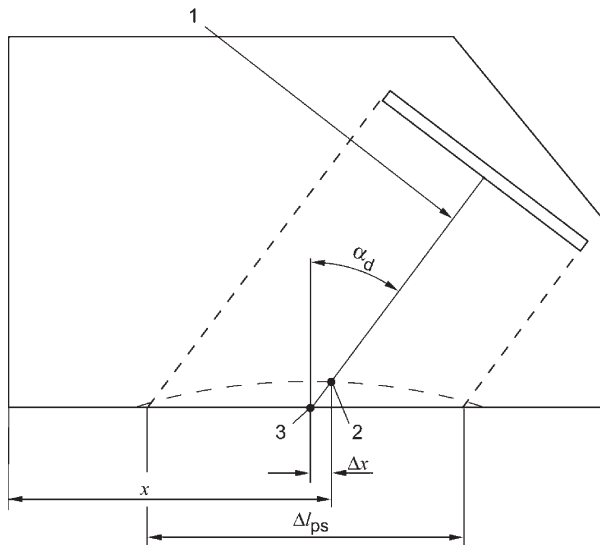
Alternativ dazu kann der Einschallwinkel rechnerisch anhand des am Vergleichskörper mechanisch gemessenen Schallwegs nach Gleichung (4) bestimmt werden. Das kann zusammen mit der in 5.4.4 beschriebenen Einstellung der Bereichsjustierung erfolgen.

$$\alpha = \arccos \left(\frac{(D_{SDH}^2/4) + s^2 - t^2 + D_{SDH} s + D_{Obj} t}{D_{Obj}(s + (D_{SDH}/2))} \right) \quad (4)$$

Die in dieser Gleichung verwendeten Symbole sind in Bild 3 dargestellt. Der Krümmungsradius der bei der Justierung verwendeten Oberfläche muss auf $\pm 10\%$ mit dem Radius des Prüfgegenstandes übereinstimmen.

4.3.2 Vergleichskörper-Methode

Die Methode ähnelt der in 4.2.2 angeführten, mit der Ausnahme, dass der Vergleichskörper einen Krümmungsradius aufweisen muss, der auf $\pm 10\%$ mit dem Radius des Prüfgegenstandes übereinstimmt.



Legende

- 1 Markierte Linie für Verschiebung des Schallaustrittspunktes
- 2 Schallaustrittspunkt nach der Anpassung
- 3 Schallaustrittspunkt vor der Anpassung

Bild 2 – Bestimmung der Verschiebung des Schallaustrittspunktes an Prüfköpfen mit Anpassung in Längsrichtung

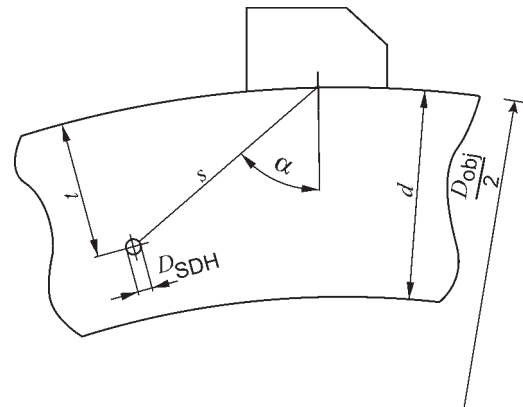


Bild 3 – Bestimmung des Einschallwinkels α bei angepasster Prüfkopfsohle

4.4 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung

4.4.1 Mechanische Bestimmung

Bevor die Prüfkopfsohle angepasst wird, müssen der Schallaustrittspunkt und der Einschallwinkel gemessen werden, wie in 4.2 beschrieben.

Nach der Anpassung muss entweder:

- i) eine vom Schallaustrittspunkt ausgehende Linie, die den einfallenden Strahl repräsentiert, an der Seite des Prüfkopfes angebracht werden. Die neue Position des Schallaustrittspunktes muss an der Seite des Prüfkopfes gemessen wie in Bild 4 dargestellt werden oder
- ii) die Verschiebung des Schallaustrittspunktes (Δx) nach Gleichung (5) berechnet werden:

$$\Delta x = g \tan \alpha_d \quad (5)$$

Die in dieser Gleichung verwendeten Symbole sind in Bild 4 dargestellt.

- iii) Für Keile aus Acrylglas ($c_d = 2\,730\text{ m/s}$) und für Prüfgegenstände aus Stahl ($c_t = 3\,255\text{ m/s}$) muss die Verschiebung des Schallaustrittspunktes (Δx), für die drei am häufigsten verwendeten Einschallwinkel relativ zur Anpasstiefe der Prüfkopfsohle (g) aus Bild 5 abgelesen werden.

Der Einschallwinkel sollte sich durch die Anpassung nicht ändern.

Falls das jedoch nicht sicher ist, oder falls die Anpasstiefe entlang der Prüfkopfsohle schwankt, muss der Winkel an einem geeignet gekrümmten Vergleichskörper unter Verwendung einer Querbohrung gemessen werden, die die in Anhang B angegebenen Bedingungen erfüllt. Der Einschallwinkel muss bestimmt werden,

- i) indem auf einer maßstäblichen Zeichnung eine gerade Linie zwischen der Bohrung und dem Schallaustrittspunkt gezeichnet wird oder

ii) durch Berechnung, z. B. nach Gleichung (6), für die in Bild 6 angegebene Anordnung.

$$\alpha = \arctan \left(\frac{A' + x - q}{t} \right) \quad (6)$$

4.4.2 Vergleichskörper-Methode

Die Methode ähnelt der in 4.2.2 angeführten Methode, mit der Ausnahme, dass der Vergleichskörper quer zum Prüfkopf gekrümmt ist und einen Krümmungsradius aufweisen muss, der höchstens 10 % größer oder 30 % geringer als der des Prüfgegenstandes ist.

Legende

- 1 markierte Linie für Verschiebung des Schallaustrittspunktes
- 2 Schallaustrittspunkt nach der Anpassung
- 3 Schallaustrittspunkt vor der Anpassung

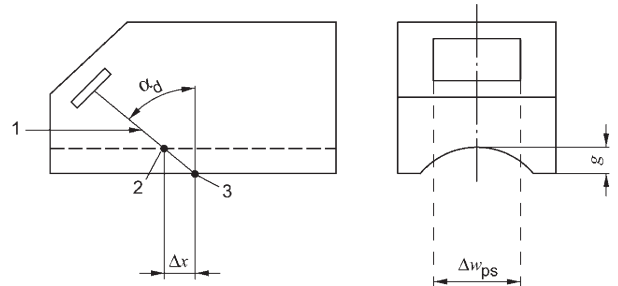


Bild 4 – Bestimmung der Verschiebung des Schallaustrittspunktes von Prüfköpfen mit Anpassung in Querrichtung

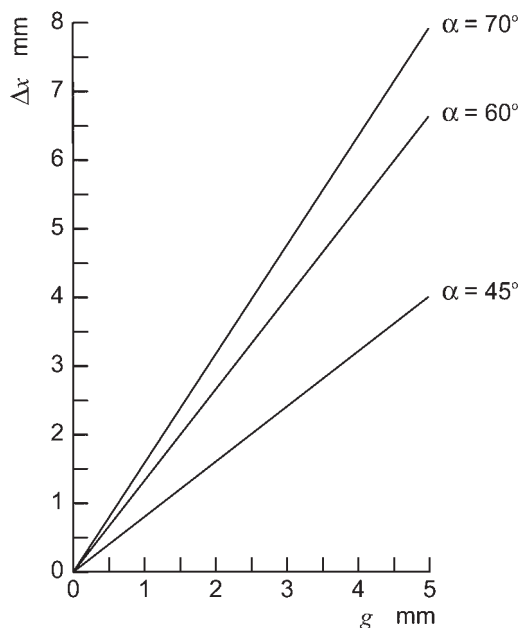


Bild 5 – Verschiebung des Schallaustrittspunktes Δx für Vorlaufstrecken aus Acrylglas

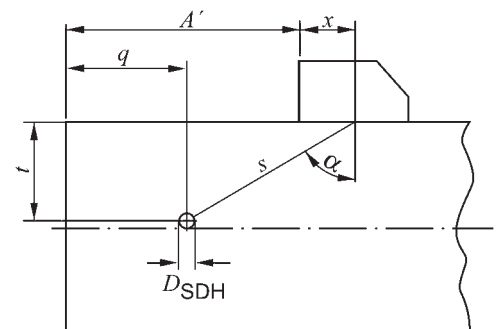


Bild 6 – Bestimmung des Einschallwinkels mit Hilfe einer Querbohrung

4.5 Prüfköpfe, die in zwei Richtungen angepasst sind

Falls eine mehrachsig angepasste Prüfkopfsohle nicht vermieden werden kann, z. B. durch Verwendung kleinerer Prüfköpfe, müssen je nach Eignung die in 4.2, 4.3 und 4.4 vorgeschriebenen Verfahren angewendet werden.

4.6 Prüfköpfe für die Verwendung an anderen Werkstoffen als Stahl

Falls sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls in dem geprüften Werkstoff merklich von der in Stahl unterscheidet, wird die Position des Schallaustrittspunktes und des Einschallwinkels wesentlich verändert. Die Verwendung der Radien von Kalibrierkörper Nr. 1 oder Kalibrierkörper Nr. 2 kann zu widersprüchlichen Resultaten führen.