

**DIN EN ISO 16811**

ICS 19.100

Ersatz für  
DIN EN 583-2:2001-04**Zerstörungsfreie Prüfung –  
Ultraschallprüfung –  
Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung (ISO 16811:2012);  
Deutsche Fassung EN ISO 16811:2014**

Non-destructive testing –  
Ultrasonic testing –  
Sensitivity and range setting (ISO 16811:2012);  
German version EN ISO 16811:2014

Essais non destructifs –  
Contrôle par ultrasons –  
Réglage de la sensibilité et de la base de temps (ISO 16811:2012);  
Version allemande EN ISO 16811:2014

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

## Nationales Vorwort

Der Text von ISO 16811:2012 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 16811:2014 durch das Technische Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ übernommen, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

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

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

|           |       |                  |
|-----------|-------|------------------|
| ISO 2400  | siehe | DIN EN ISO 2400  |
| ISO 7963  | siehe | DIN EN ISO 7963  |
| ISO 16826 | siehe | DIN EN ISO 16826 |
| ISO 16828 | siehe | DIN EN ISO 16828 |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 583-2:2001-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Übernahme der ISO 16811:2012, deren Grundlage die EN 583-2:2001 ist;
- b) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- c) Dokument redaktionell überarbeitet.

## Frühere Ausgaben

DIN 54127-1: 1989-01  
DIN EN 583-2: 2001-04

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 2400, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 1*

DIN EN ISO 7963, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 2*

DIN EN ISO 16826, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Prüfung auf Inhomogenität senkrecht zur Oberfläche*

DIN EN ISO 16828, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beugungslaufzeittechnik, eine Technik zum Auffinden und Ausmessen von Inhomogenitäten*

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung —  
Ultraschallprüfung —  
Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung  
(ISO 16811:2012)

Non-destructive testing —  
Ultrasonic testing —  
Sensitivity and range setting  
(ISO 16811:2012)

Essais non destructifs —  
Contrôle par ultrasons —  
Réglage de la sensibilité et de la base de temps  
(ISO 16811:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Februar 2014 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, 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, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

## Inhalt

|                                                                                     | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                       | 4     |
| Einleitung.....                                                                     | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                           | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                      | 6     |
| 3 Allgemeines .....                                                                 | 6     |
| 3.1 Größen und Symbole .....                                                        | 6     |
| 3.2 Prüfgegenstände, Vergleichskörper und Bezugsreflektoren .....                   | 6     |
| 3.3 Geometrieklassen für Prüfgegenstände .....                                      | 6     |
| 3.4 Anpassung der Prüfköpfe .....                                                   | 7     |
| 3.4.1 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung .....                                | 8     |
| 3.4.2 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung .....                                 | 8     |
| 3.4.3 Prüfköpfe mit Anpassung in Längs- und Querrichtung .....                      | 8     |
| 4 Bestimmung des Schallaustrittspunktes und des Einschallwinkels .....              | 9     |
| 4.1 Allgemeines .....                                                               | 9     |
| 4.2 Prüfköpfe mit ebener Sohle .....                                                | 9     |
| 4.2.1 Methode mit Kalibrierkörper .....                                             | 9     |
| 4.2.2 Methode mit Vergleichskörper .....                                            | 9     |
| 4.3 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung .....                                  | 9     |
| 4.3.1 Mechanische Bestimmung .....                                                  | 9     |
| 4.3.2 Vergleichskörper-Methode .....                                                | 11    |
| 4.4 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung .....                                   | 11    |
| 4.4.1 Mechanische Bestimmung .....                                                  | 11    |
| 4.4.2 Vergleichskörper-Methode .....                                                | 12    |
| 4.5 Prüfköpfe, die in zwei Richtungen angepasst sind .....                          | 13    |
| 4.6 Prüfköpfe für die Verwendung an anderen Werkstoffen als unlegierten Stahl ..... | 13    |
| 5 Entfernungsjustierung .....                                                       | 14    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                               | 14    |
| 5.2 Vergleichskörper und Bezugsreflektoren .....                                    | 14    |
| 5.3 Senkrechtprüfköpfe .....                                                        | 14    |
| 5.3.1 Methode mit einem Reflektor .....                                             | 14    |
| 5.3.2 Methode mit mehreren Reflektoren .....                                        | 14    |
| 5.4 Winkelprüfköpfe .....                                                           | 15    |
| 5.4.1 Radianmethode .....                                                           | 15    |
| 5.4.2 Methode mit Senkrechtprüfkopf .....                                           | 15    |
| 5.4.3 Vergleichskörper-Methode .....                                                | 15    |
| 5.4.4 Angepasste Prüfköpfe .....                                                    | 15    |
| 5.5 Andere Entfernungsjustierungen bei Winkelprüfköpfen .....                       | 15    |
| 5.5.1 Ebene Flächen .....                                                           | 15    |
| 5.5.2 Gekrümmte Oberflächen .....                                                   | 16    |
| 6 Empfindlichkeitseinstellung und Echohöhenbewertung .....                          | 17    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                               | 17    |
| 6.2 Auftreffwinkel .....                                                            | 18    |
| 6.3 Vergleichslinien-Methode (DAC-Methode) .....                                    | 18    |
| 6.3.1 Vergleichskörper .....                                                        | 18    |
| 6.3.2 Erzeugung einer Vergleichslinie (DAC-Kurve) .....                             | 19    |
| 6.3.3 Echobewertung mittels Vergleichslinie (DAC-Kurve) .....                       | 20    |

|                                                                                                                  | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 6.4 AVG-Methode.....                                                                                             | 21    |
| 6.4.1 Allgemeines .....                                                                                          | 21    |
| 6.4.2 Vergleichskörper .....                                                                                     | 22    |
| 6.4.3 Verwendung von AVG-Diagrammen.....                                                                         | 23    |
| 6.4.4 Geometrieabhängige Einschränkungen des AVG-Verfahrens .....                                                | 25    |
| 6.5 Transferkorrektur .....                                                                                      | 25    |
| 6.5.1 Allgemeines .....                                                                                          | 25    |
| 6.5.2 Methode mit konstantem Schallweg .....                                                                     | 26    |
| 6.5.3 Vergleichsmethode .....                                                                                    | 26    |
| 6.5.4 Ausgleich für örtliche Schwankungen der Transferkorrektur .....                                            | 27    |
| Anhang A (normativ) Größen und Symbole .....                                                                     | 28    |
| Anhang B (normativ) Vergleichskörper und Bezugsreflektoren .....                                                 | 30    |
| Anhang C (normativ) Bestimmung von Schallweg und Auftreffwinkel in konzentrisch<br>gekrümmten Gegenständen ..... | 33    |
| C.1 Auftreffwinkel.....                                                                                          | 33    |
| C.2 Schallweg bei der Prüfung von der Außenfläche aus (konvex): .....                                            | 33    |
| C.2.1 Ganzer Sprung .....                                                                                        | 34    |
| C.2.2 Halber Sprung.....                                                                                         | 34    |
| C.3 Schallweg bei der Prüfung von der Innenfläche aus (konkav):.....                                             | 35    |
| C.3.1 Ganzer Sprung.....                                                                                         | 35    |
| C.3.2 Halber Sprung.....                                                                                         | 36    |
| Anhang D (informativ) Allgemeines AVG-Diagramm.....                                                              | 37    |
| D.1 Abstand .....                                                                                                | 37    |
| D.2 Verstärkung.....                                                                                             | 38    |
| D.3 Größe .....                                                                                                  | 38    |
| Anhang E (informativ) Bestimmung der Kontakt-Transferkorrektur .....                                             | 39    |
| E.1 Allgemeines .....                                                                                            | 39    |
| E.2 Messung .....                                                                                                | 39    |
| E.3 Auswertung.....                                                                                              | 40    |
| Literaturhinweise .....                                                                                          | 42    |

## **Vorwort**

Der Text von ISO 16811:2012 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 16811:2014 durch das Technische Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ übernommen, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2014 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 583-2:2001.

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

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 16811:2012 wurde vom CEN als EN ISO 16811:2014 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Diese Internationale Norm beruht auf EN 583-2:2001, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 2: Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung*.

Die folgenden Internationalen Normen sind miteinander verbunden:

ISO 16810, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — General principles*

ISO 16811, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Sensitivity and range setting*

ISO 16823, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Transmission technique*

ISO 16826, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Examination for discontinuities perpendicular to the surface*

ISO 16827, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Characterization and sizing of discontinuities*

ISO 16828, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Time-of-flight diffraction technique as a method for detection and sizing of discontinuities*

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die allgemeinen Regeln für die Entfernungs- und Empfindlichkeitsjustierung (d. h. die Verstärkungseinstellung) manuell betriebener Ultraschall-Prüfgeräte mit A-Bild-Darstellung fest, um Lage und Echoamplitude eines Reflektors reproduzierbar messen zu können.

Sie bezieht sich auf Techniken, bei denen nur ein Prüfkopf im direkten Kontakt verwendet wird, der entweder ein Einzelschwingerprüfkopf oder ein SE-Prüfkopf sein kann; die Tauchtechnik und Techniken mit mehreren Prüfköpfen werden hier ausgeschlossen.

## 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 2400, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Specification for calibration block No. 1*

ISO 7963, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Specification for calibration block No. 2*

EN 12668-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 3: Komplette Prüfausrüstung*

## 3 Allgemeines

### 3.1 Größen und Symbole

Eine vollständige Aufstellung der in dieser Internationalen Norm verwendeten Größen und Symbole ist in Anhang A angegeben.

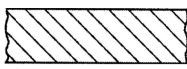
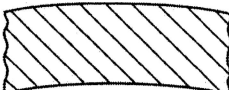
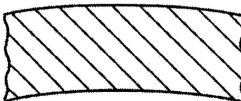
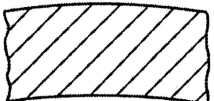
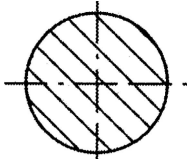
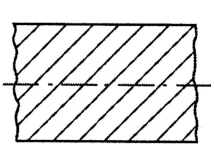
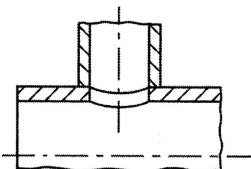
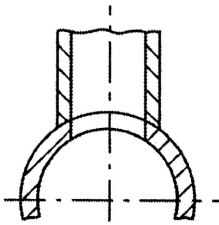
### 3.2 Prüfgegenstände, Vergleichskörper und Bezugsreflektoren

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

### 3.3 Geometrieklassen für Prüfgegenstände

Die Anforderungen an die Empfindlichkeits- und Bereichseinstellung hängen von der geometrischen Form des Prüfgegenstandes ab. In Tabelle 1 sind fünf Geometrieklassen für Prüfgegenstände definiert.

**Tabelle 1 — Geometrieklassen für Prüfgegenstände**

| Geometrieklasse | Merkmal                                                              | Schnitt in $x$ -Richtung                                                            | Schnitt in $y$ -Richtung                                                             |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1               | Planparallele Oberflächen (z. B. Tafeln/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, Buchsen)                         |  |  |

### 3.4 Anpassung der Prüfköpfe

Für die Geometrieklassen 2 bis 5 kann es erforderlich sein, die Prüfkopfsohle 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 SE-Senkrechtprüfköpfe 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 die Prüfung in  $x$ - noch in  $y$ -Richtung;
- Geometrieklassen 2 und 4: Prüfung in  $x$ -Richtung: Anpassen der Prüfkopfsohle in Längsrichtung, Prüfung in  $y$ -Richtung: Anpassen der Prüfkopfsohle in Querrichtung;
- Geometrieklassen 3 und 5: Prüfung in  $x$ - oder  $y$ -Richtung: Anpassen der Prüfkopfsohle in Längs- und Querrichtung.

Bei Verwendung angepasster Prüfköpfe ist es erforderlich, die Entfernungs- und Empfindlichkeitseinstellung an Vergleichskörpern vorzunehmen, die ähnlich geformt sind wie das Prüfobjekt oder mathematische Korrekturfaktoren anzuwenden.

Bei Anwendung der Gleichungen (1) oder (2) werden Probleme aufgrund geringer Energieübertragung oder fehlerhafter Ausrichtung des Schallbündels vermieden.

### 3.4.1 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung

#### 3.4.1.1 Konvexe Prüflfläche

Bei der Prüfung auf konvexen Oberflächen muss die Prüfkopfsohle angepasst werden, wenn der Durchmesser  $D_{\text{obj}}$  des Prüfobjektes unter dem Zehnfachen der Länge der Prüfkopfsohle  $l_{\text{ps}}$  bleibt (siehe Bild 1):

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

#### 3.4.1.2 Konkave Prüflfläche

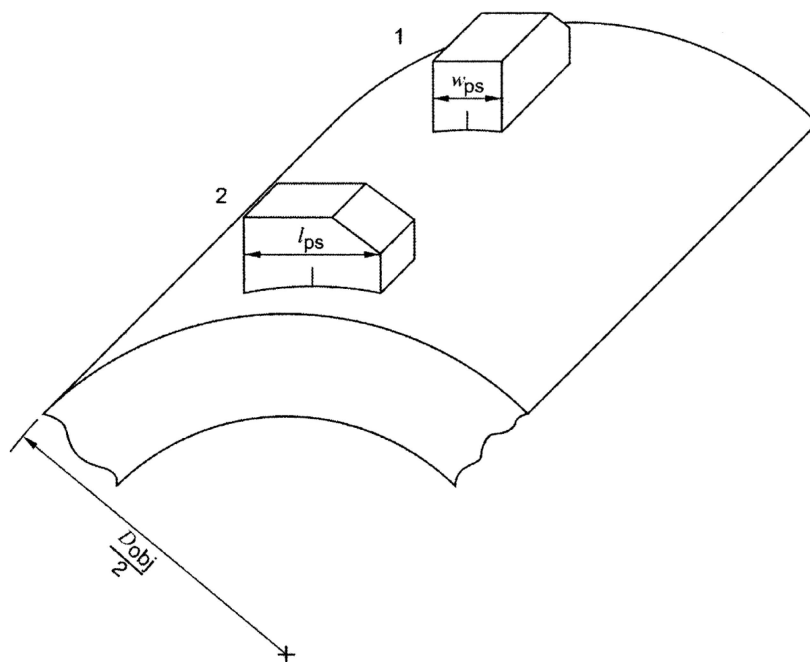
Bei der Prüfung auf konkaven Oberflächen muss die Sohle des Prüfkopfes immer angepasst werden, es sei denn, auf Grund sehr großer Krümmungsradien kann eine angemessene Ankopplung erreicht werden.

### 3.4.2 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung

#### 3.4.2.1 Konvexe Prüflfläche

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

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



#### Legende

- 1 Anpassung in Querrichtung
- 2 Anpassung in Längsrichtung

**Bild 1 — Länge  $l_{\text{ps}}$  und Breite  $w_{\text{ps}}$  der Prüfkopfsohle in Krümmungsrichtung des Prüfgegenstandes**

#### 3.4.2.2 Konkave Prüflfläche

Bei der Prüfung auf konkaven Oberflächen muss die Prüfkopfsohle immer angepasst werden, es sei denn, auf Grund sehr großer Krümmungsradien kann eine angemessene 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.

## 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 seine Schallgeschwindigkeit bestimmt und aufgezeichnet 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 ISO 2400 bzw. ISO 7963 bestimmt werden.

#### 4.2.2 Methode mit Vergleichskörper

Alternativ darf eine Methode mit einem Vergleichskörper angewendet werden, der mindestens drei Querbohrungen enthält, wie in EN 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  $\alpha_d$  ist aus dem gemessenen Einschallwinkel  $\alpha$  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 bei Acrylglas);

$c_t$  die Transversalwellengeschwindigkeit im Prüfgegenstand (3 255 m/s  $\pm$  15 m/s bei unlegiertem Stahl).

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

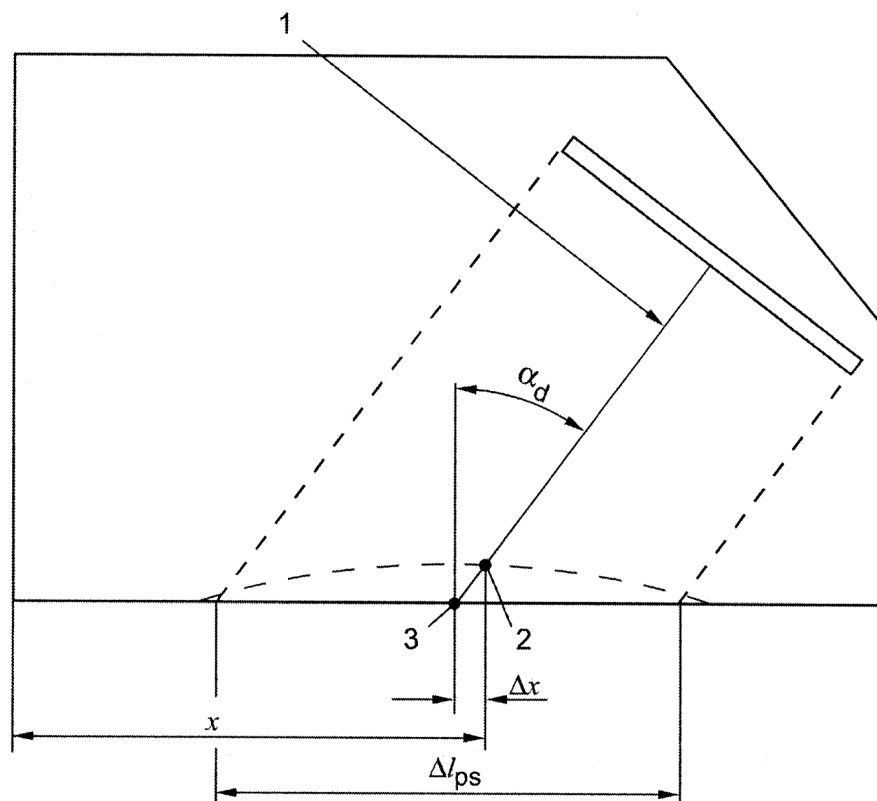
Der Einschallwinkel muss bestimmt werden, indem das Echo einer Querbohrung maximiert wird, die die in Anhang B angegebenen Bedingungen erfüllt. Der Einschallwinkel kann dann direkt am Prüfgegenstand, am Vergleichskörper oder einer maßstäblichen Skizze gemessen werden. Siehe Bild 3.

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.

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

Die in dieser Gleichung verwendeten Symbole sind in Bild 3 dargestellt.

Der Krümmungsradius der bei der Justierung verwendeten Oberfläche muss bis auf  $\pm 10\%$  mit dem Radius des Prüfgegenstandes übereinstimmen.



#### Legende

- 1 markierte Linie für die 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**

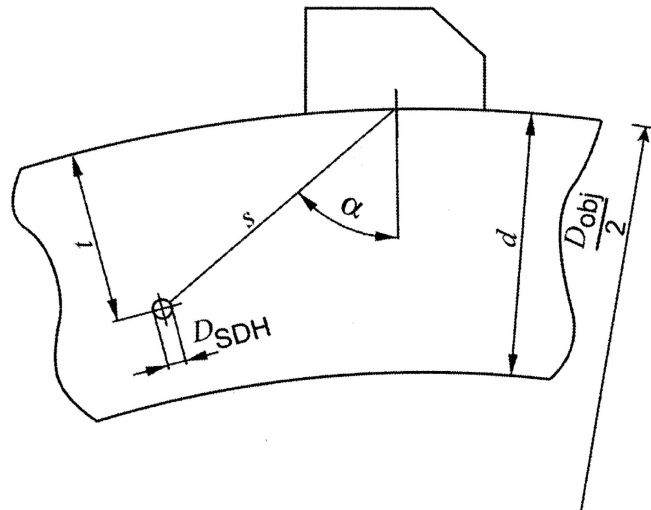


**Bild 3 — Bestimmung des Einschallwinkels  $\alpha$  bei einer Prüfkopfsohle, die in Längsrichtung angepasst ist**

#### 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 bis auf  $\pm 10\%$  mit dem Radius des Prüfgegenstandes übereinstimmt.

### 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 werden wie in Bild 4 dargestellt; oder
- ii) die Verschiebung des Schallaustrittspunktes  $\Delta x$  nach Gleichung (5) berechnet werden:

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

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

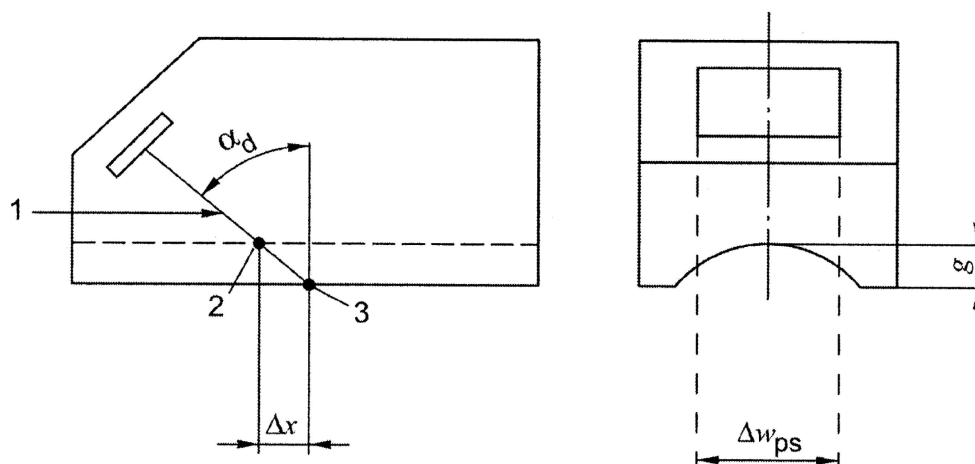
Für Keile aus Acrylglas ( $c_d = 2\,730\text{ m/s}$ ) und für Prüfobjekte aus Stahl ( $c_t = 3\,255\text{ m/s}$ ) muss die Verschiebung des Schallaustrittspunktes  $\Delta x$  für die drei am häufigsten verwendeten Einschallwinkel relativ zur Anpasstiefe der Prüfkopfsohle  $g$  aus Bild 5 abgelesen werden.

Der Einschallwinkel sollte sich durch die Anpassung nicht ändern.

Falls die jedoch nicht bekannt 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:

- iii) indem auf einer maßstäblichen Zeichnung eine gerade Linie zwischen der Bohrung und dem Schallaustrittspunkt gezeichnet wird; oder
- iv) durch Berechnung, z. B. nach Gleichung (6), für die in Bild 6 angegebene Anordnung.

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



#### Legende

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

**Bild 4 — Bestimmung der Verschiebung des Schallaustrittspunktes an Prüfköpfen mit Anpassung in Querrichtung**

#### 4.4.2 Vergleichskörper-Methode

Diese 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 ist als der des Prüfgegenstandes ist.

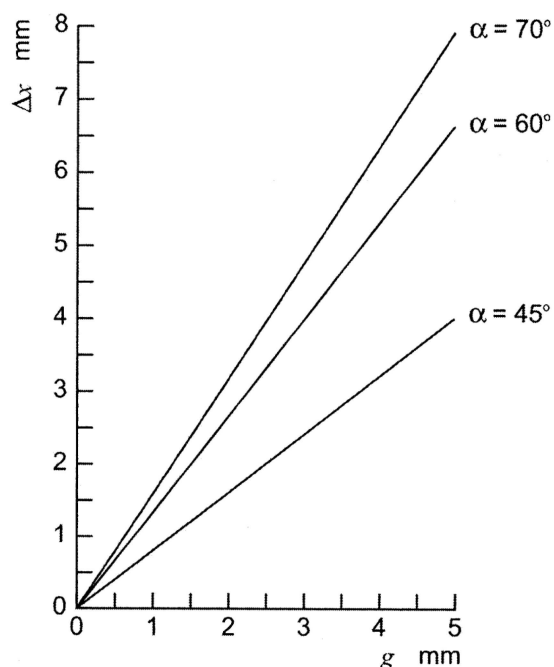


**Bild 5 — Verschiebung des Schallaustrittspunktes  $\Delta x$  für Vorlaufstrecken aus Acrylglas**