



# Bedienungsanleitung

PCE-FD 20 Dickenmesser



User manuals in various languages (English, français, italiano, español, português, nederlands, türk, polski, русский, 中文) can be downloaded here:  
[www.pce-instruments.com](http://www.pce-instruments.com)

Letzte Änderung: 8. Juni 2017  
 v1.0



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Sicherheitsinformationen</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Technische Spezifikationen</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Systembeschreibung</b> .....	<b>3</b>
4.1	Prüfgerät.....	4
4.2	Prüfköpfe .....	5
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme und Einstellungen</b> .....	<b>6</b>
5.1	Funktionstasten .....	6
5.2	Verbindung von Prüfköpfen .....	7
5.3	Prüfgerät einschalten .....	8
5.4	Hauptmenü.....	9
<b>6</b>	<b>Bedienung</b> .....	<b>15</b>
6.1	A-Scan Modus.....	15
6.2	Anzeigeeinheit.....	15
6.3	Konfiguration des Prüfkopfes .....	15
6.4	Darstellung des Messsignals auf dem Bildschirm .....	16
6.5	Durchführung einer Messung .....	17
6.6	Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs .....	20
6.7	B-Scan Modus.....	20
6.8	Mittelung von Echos.....	20
6.9	Gerätespeicher.....	21
<b>7</b>	<b>Gerätekalibrierung</b> .....	<b>21</b>
7.1	Verzögerung von Ultraschallwellen in Senkrecht-Prüfköpfen .....	21
7.2	Verzögerung von Ultraschallwellen in Winkelprüfköpfen .....	22
7.3	Einschallwinkel von Winkelprüfköpfen .....	23
7.4	Schallaustrittspunkt von Winkelprüfköpfen .....	23
7.5	Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs .....	24
<b>8</b>	<b>Hinweise und Wartung</b> .....	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>Kontakt</b> .....	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>Entsorgung</b> .....	<b>25</b>

## 1 Sicherheitsinformationen

Bitte lesen Sie dieses Benutzer-Handbuch sorgfältig und vollständig, bevor Sie das Gerät zum ersten Mal in Betrieb nehmen. Die Benutzung des Gerätes darf nur durch sorgfältig geschultes Personal erfolgen. Schäden, die durch Nichtbeachtung der Hinweise in der Bedienungsanleitung entstehen, entbehren jeder Haftung.

- Dieses Messgerät darf nur in der in dieser Bedienungsanleitung beschriebenen Art und Weise verwendet werden. Wird das Messgerät anderweitig eingesetzt, kann es zu gefährlichen Situationen kommen.
- Verwenden Sie das Messgerät nur, wenn die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, ...) innerhalb der in den Spezifikationen angegebenen Grenzwerte liegen. Setzen Sie das Gerät keinen extremen Temperaturen, direkter Sonneneinstrahlung, extremer Luftfeuchtigkeit oder Nässe aus.
- Setzen Sie das Gerät nicht in staubbelasteten oder korrosiven Umgebungen ein.
- Setzen Sie das Gerät keinen Stößen oder starken Vibrationen aus.
- Das Öffnen des Gerätegehäuses darf nur von Fachpersonal der PCE Deutschland GmbH vorgenommen werden.
- Benutzen Sie das Messgerät nie mit nassen Händen.
- Es dürfen keine technischen Veränderungen am Gerät vorgenommen werden.
- Das Gerät sollte nur mit einem Tuch gereinigt werden. Verwenden Sie keine Scheuermittel oder lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel.
- Das Gerät darf nur mit dem von der PCE Deutschland GmbH angebotenen Zubehör oder gleichwertigem Ersatz verwendet werden.
- Überprüfen Sie das Gehäuse des Messgerätes vor jedem Einsatz auf sichtbare Beschädigungen. Sollte eine sichtbare Beschädigung auftreten, darf das Gerät nicht eingesetzt werden.
- Bei dem Wechsel von kalter zu warmer Umgebung sollte das Prüfgerät erst nach etwa 4 Std. eingeschaltet werden, um einem Defekt durch Kondensatbildung vorzubeugen.
- Verwenden Sie das Gerät nicht in der Nähe von starken elektromagnetischen Feldern, da dies die Messgenauigkeit beeinflussen kann.
- Das Messgerät darf nicht in einer explosionsfähigen Atmosphäre eingesetzt werden.
- Der in den Spezifikationen angegebene Messbereich darf unter keinen Umständen überschritten werden.
- Wenn die Sicherheitshinweise nicht beachtet werden, kann es zur Beschädigung des Gerätes und zu Verletzungen des Bedieners kommen.

Für Druckfehler und inhaltliche Irrtümer in dieser Anleitung übernehmen wir keine Haftung.

Wir weisen ausdrücklich auf unsere allgemeinen Gewährleistungsbedingungen hin, die Sie in unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen finden.

Bei Fragen kontaktieren Sie bitte die PCE Deutschland GmbH. Die Kontaktdaten finden Sie am Ende dieser Anleitung.



## 2 Einleitung

### Verwendungszweck

Das Ultraschallprüfgerät PCE-FD 20 wird in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung eingesetzt. Mithilfe des Ultraschallprüfgeräts können Volumenfehler, Risse, Lunker, Materialeinschlüsse und weitere Fehlstellen in Bauteilen detektiert, sowie deren Position und Größe bestimmt werden. Der interne Gerätespeicher ermöglicht die Aufzeichnung der ermittelten Daten, welche zur Protokollierung verwendet werden können. Mithilfe des Flüssigkristallbildschirms (LCD) kann das Echobild als A-Scan und B-Scan dargestellt werden. Das Ultraschallprüfgerät wird für die Fehlersuche z.B. im Bereich Maschinenbau, Luftfahrt, Metallurgie, Qualitätskontrolle und Werkstoffanalyse eingesetzt.

### Prüfmethodik

Für eine zielgerichtete Prüfung benötigt der Prüfer grundlegende Kenntnisse über das Prüfverfahren und die physikalischen Randparameter. Darüber hinaus müssen vor einem Einsatz die Prüfaufgabe und Lösungsschritte definiert werden. Für die Beurteilung der Prüfaufgabe sollten die Geometrie des Prüfkörpers, die erwartete Fehlergröße und -lage, der Werkstoff sowie die Auswahl eines passenden Sensors berücksichtigt werden.

### Schallgeschwindigkeit

Um eine exakte Messung von Materialstärken und Position bzw. Größe von Fehlern zu ermöglichen, ist die Einstellung der korrekten Schallgeschwindigkeit des überprüften Werkstoffs notwendig. Die Schallgeschwindigkeit ist eine materialspezifische Größe und hängt von den physikalischen Eigenschaften des Werkstoffs ab. Zudem ändert sich die Schallgeschwindigkeit in einem Werkstoff in Abhängigkeit von der Temperatur.

### 3 Technische Spezifikationen

Frequenzbereich	1 ... 10 MHz
Scan-Intervall	6 ... 1000 $\mu$ s
Auflösung Scan-Intervall	$\pm$ 0,025 $\mu$ s
Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs	1000 ... 9999 m/s
Amplitudenauflösung Eingangssignal im Bereich 0 ... 110 dB	$\pm$ 0,5 dB
Verstärkung	0 ... 125 dB
Anzahl von Prüfungen für Mittelwertbildung	1 ... 16
Verstärkung TVG	40 dB
Anzahl der Kontrollpunkte TVG	15
Zeit von Anregungsimpuls bis Last	0,0 ... 0,5 $\mu$ s
Amplitude des Anregungsimpulses bis zum 50 $\Omega$ Widerstand	100, 200 ,300
Arbeitsfrequenzbereich des Empfängers bei -3 dB	1 ... 10 MHz
Amplitudenauflösung des Eingangssignals im Bereich von 10 ... 100% der Bildschirmgröße	1 dB
Scan	1 ... 1000 $\mu$ s
Scanverzögerung	0 ... 2000 $\mu$ s
Messbereich der Zeitintervalle	0 ... 1000 $\mu$ s
Sondenverzögerung	0 ... 15 $\mu$ s
Automatische Warnung bei Defekten	Doppelblende
Messbereich für automatische Warnung von Defekten	0 ... 2000 $\mu$ s
Messgrenze für automatische Warnung von Defekten	0 ... 100 %
Gleichrichtung	Positive Halbwelle, Funkmodus
Betriebsbedingungen	-15 ... +50 °C <95 % r.F. bei max. +35 °C
Abmessungen Gerät (B x H x T)	80 x 162 x 38 mm
Abmessungen Display (B x H)	48 x 74 mm
Spannungsversorgung	Batteriebetrieb: 1,5 V AA-Batterie (3 Stück), Netzbetrieb: 100 ... 250 V~
Gewicht	250 g (ohne Batterien)

### 4 Systembeschreibung

Bei dem Ultraschallprüfverfahren handelt es sich um ein zerstörungsfreies Verfahren. Das physikalische Funktionsprinzip beruht auf der Tatsache, dass sich Ultraschallwellen in unterschiedlichen Werkstoffen mit verschiedenen Geschwindigkeiten ausbreiten und an Grenzflächen zwischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Schallimpedanzen reflektiert werden. Somit wird die Ermittlung von Wandstärken und Materialfehlern von Bauteilen ermöglicht.

Die von einem Prüfkopf erzeugten Ultraschallimpulse werden mithilfe eines Koppelgels in das Werkstück eingeleitet. Der Ultraschallimpuls wird an Grenzflächen zwischen zwei unterschiedlichen Materialien verschieden stark reflektiert, sodass die Echos dieses Impulses von der Sonde detektiert werden. Materialfehler im Werkstück können zu solchen Grenzflächen führen. Die detektierten Echos werden nach Verstärkung und interner Signalverarbeitung auf der Anzeige im A-Scan oder B-Scan Modus dargestellt.



Bei dem A-Scan handelt es sich um eine eindimensionale Messung, in der die Amplitudenechos in Abhängigkeit von der Signallaufzeit angezeigt werden. Die Signallaufzeiten können unter Einbeziehung der Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs in Längen überführt werden, sodass die Ermittlung der Position von Materialfehlern oder der Materialdicke ermöglicht wird. Der B-Scan Modus weist den Amplituden je nach Amplitudenhöhe einen Farbwert zu, sodass bei Überfahren des Prüflings mit der Sonde ein Schnittbild erzeugt wird.

#### 4.1 Prüfgerät

Das Prüfgerät erzeugt das elektrische Signal für den Prüfkopf und empfängt die entsprechenden Echos, um diese nach Verstärkung und Signalverarbeitung auf dem LCD anzuzeigen. Die Messungen können mithilfe des integrierten Speichers abgelegt und auf einen PC übertragen werden. Die Prüfköpfe werden mithilfe von Koaxialkabeln und LEMO-Steckern mit dem Prüfgerät verbunden. Die Anschlüsse für die Koaxialkabel befinden sich auf der Oberseite des Gehäuses. Das Prüfgerät wird mit drei AA-Batterien betrieben und kann mit dem im Lieferumfang enthaltenen mini-USB Netzteil geladen werden.



Abb. 1 Prüfgerät PCE-FD 20

## 4.2 Prüfköpfe

Das elektrische Signal des Prüfgeräts wird mithilfe des in den Prüfköpfen enthaltenen piezoelektrischen Sensors in eine Ultraschallwelle umgewandelt. Es können Prüfköpfe zwischen 1 ... 10 MHz mit dem Prüfgerät verwendet werden, sodass die meisten auf dem Markt erhältlichen Prüfköpfe kompatibel sind. Aufgrund unterschiedlicher Konstruktionen von Prüfköpfen befinden sich zwei Anschlüsse für Prüfköpfe auf der Oberseite des Gehäuses.

Sogenannte *Normalprüfköpfe* verwenden zum Senden und Empfangen denselben Wandler. Diese Prüfköpfe werden mithilfe eines Koaxialkabels mit dem linken Anschluss des Prüfgeräts verbunden. Prüfköpfe mit getrenntem Sender und Empfänger in einem Gehäuse werden als *Sende-Empfangs (SE)-Prüfköpfe* bezeichnet, sodass der Empfänger mit dem rechten und entsprechend der Sender mit dem linken Anschluss verbunden wird.



Abb. 2 Senkrecht-Normalprüfkopf



Abb. 3 Winkel-Normalprüfkopf

## 5 Inbetriebnahme und Einstellungen

Das LCD dient der grafischen Anzeige des aufbereiteten Messsignals und weiteren Informationen. Das Prüfgerät wird mithilfe der nachfolgend erläuterten Funktionstasten bedient.

### 5.1 Funktionstasten

	An / Aus-Taste. Taste min. 3 Sekunden halten, um das Gerät an bzw. auszuschalten.
	Anzeige einfrieren
	Anzeige 90° drehen
	Einstellungsmenü
	Aktion abrechnen
	nach links bewegen, ausgewählten Parameter verringern
	nach rechts bewegen, ausgewählten Parameter vergrößern
	nach oben bewegen
	nach unten bewegen
	Eingabe bestätigen

Mithilfe der Funktionstasten  und  kann ein Parameter ausgewählt und mit den Tasten  verringert und  vergrößert werden.

Mithilfe der Funktionstaste  wird die Stufenbreite für die Veränderung eines Parameters verändert. Die aktuelle Stufenbreite wird mit den Icons     angezeigt. Dies dient der Grob- und Feineinstellung eines Parameters.

## 5.2 Verbindung von Prüfköpfen

Die Anschlüsse für Prüfköpfe befinden sich auf der Gehäuseoberseite des Prüfgeräts. Die Prüfköpfe werden mithilfe der mitgelieferten Koaxialkabel mit LEMO Steckern verbunden.



Abb. 4 LEMO Steckverbindung

**Achtung:** Beim Entfernen des Kabels muss darauf geachtet werden, dass die Arretierung des Steckers gelöst wird (s. Abb. 5). Dazu muss das Kabel am Stecker gezogen werden, um die Arretierung zu lösen. Bei Nichtbeachtung und Ziehen des Kabels kann dies zu Schäden des Steckers und der Buchse führen!

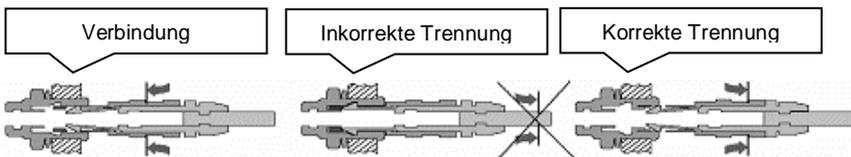


Abb. 5 Richtiger Umgang mit Koaxialkabel

Die linke Buchse des Geräts dient der Verbindung von Normalprüfköpfen (s. Kap 4.2). Bei Sende-Empfangs-Prüfköpfen werden der Sende-Kanal mit der linken Buchse und der Empfangs-Kanal mit der rechten Buchse verbunden. Die Bezeichnung linke bzw. rechte Buchse bezieht sich hierbei auf die Ansicht von vorne.

### 5.3 Prüfgerät einschalten

**Hinweis:** Bevor das Prüfgerät eingeschaltet wird, sollte der Prüfkopf mithilfe des Koaxialkabels verbunden werden.

Für den Betrieb müssen die drei AA-Batterien auf der Rückseite des Geräts eingesetzt werden. Alternativ ist der Netzbetrieb möglich.

Daraufhin kann das Gerät mithilfe der Funktionstaste  eingeschaltet werden, indem die Taste für mindestens 3 Sekunden gedrückt wird.

Die Mini-USB-Buchse an der Unterseite des Geräts dient dem Laden der Batterie und dem Netzbetrieb mithilfe des Netzteils. Das Prüfgerät kann während des Netzbetriebs weiterhin Messungen durchführen und betrieben werden. Wenn das Netzteil während des Betriebs getrennt wird, schaltet das Prüfgerät automatisch in den Batteriemodus um.

Nach Einschalten des Geräts erscheint das Hauptmenü (s. Abb. 6).



Abb. 6 Hauptmenü des Prüfgeräts PCE-FD 20

## 5.4 Hauptmenü

Das Hauptmenü besteht aus vier Untermenüs:

- *Measurements*: Anzeige für Messungen
- *Archive*: Anzeige von gespeicherten Messungen und Einstellungen
- *Settings*: Einstellungs Menü für folgende Funktionen: Zeit, Datum, Sprache, Displayhelligkeit, Palette, Sound, Zeitabschaltung, Formatierung SD-Karte
- *Information*: Anzeige von Version und Seriennummer

Mithilfe der Pfeiltasten , , ,  und der Bestätigungstaste  kann das gewünschte Menü ausgewählt werden.

### 5.4.1 Menü Measurements

Das Menü *Measurements* dient der Anzeige der Messung und ist der Hauptmodus für den Prüfbetrieb.

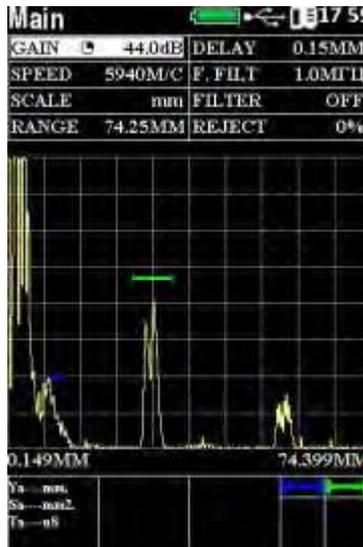


Abb. 7 Measurements Modus



In diesem Modus lassen sich Parameter für die Messung verändern. Das Einstellungs­menü wird mit der  Taste geöffnet und ist in folgende Gruppen unterteilt:

Gruppe	Parameter							
Main	GAIN	VELOCITY	SCALE	RANGE	DELAY	F. FILTER	FILTER	REJECT
Puls/recv	GAIN	RANGE	DELAY	RECTIF Y	POWER	F. FILTER	FILTER	REJECT
Gates	GAIN	GATE	START	WIDTH	LEVEL	PARAM. 1	PARAM. 1	PARAM. 1
Functions	GAIN	DSG	TVG	REJECT	PEAK	B-SCAN	AVG	
Probe	DUAL	DELAY	ANGLE	X. VAL	FREQ	PULSE		
TVG	GAIN	RANGE	DELAY	TVG	CLEAR	POINT	POS.	+d
DGS	GAIN	DGS	POINT	POS.	d	A LEVEL	mm <sup>2</sup>	
AFS	START	WIDTH	Gate	MEAS.	MODE	CONTR.	SEARCH	ALARM
Block 1	PARAM. 1	PARAM. 2	PARAM. 3					
Block 2	PARAM. 1	PARAM. 2	PARAM. 3					
Block 3	PARAM. 1	PARAM. 2	PARAM. 3					

#### Beschreibung der Parameter:

Gruppe	Parameter	Beschreibung
Main	GAIN	Einstellung der Verstärkung von 0 ... 126 dB in 0,5 oder 5 dB Schritten
	VELOCITY	Einstellung der Schallgeschwindigkeit im Bereich 1000 ... 9999 m/s im Werkstoff. Die Messgenauigkeit von Fehlern (Tiefe, Koordinaten, Dicke) hängt maßgeblich von diesem Parameter ab.
	SCALE	Auswahl der Einheit auf dem Display: $\mu$ s oder mm
	RANGE	Dauer eines Scans von 1 ... 1000 $\mu$ s. Das Prüfgerät verarbeitet nur Signale, die sich in diesem Zeitfenster befinden.
	DELAY	Verschiebung zwischen Scanfenster und Aussendung des Ultraschallimpulses
	F. FILT	Frequenzeinstellung für empfangene Ultraschallwellen von 1 ... 10 MHz
	FILTER	Frequenzfilter ein/aus
	REJECT	Einstellung für Untergrenze des angezeigten Signals
Puls/recv	GAIN	Einstellung der Verstärkung von 0 ... 126 dB in 0,5 oder 5 dB Schritten
	RANGE	Dauer eines Scans von 1 ... 1000 $\mu$ s. Das Prüfgerät verarbeitet nur Signale, die sich in diesem Zeitfenster befinden.
	DELAY	Verschiebung zwischen Scanfenster und Aussendung des Ultraschallimpulses

	RECTIFY	Gleichrichtung des Signals: RADIO, HW1, HW2, HW3
	POWER	Auswahl der Frequenzgeneratorspannung: 100 V, 150 V, 200 V
	F. FILT	Frequenzeinstellung für empfangene Ultraschallwellen von 1 ... 10 MHz
	FILTER	Frequenzfilter ein/aus
	REJECT	Einstellung für Untergrenze des angezeigten Signals
Gates	GAIN	Einstellung der Verstärkung von 0 ... 126 dB in 0,5 oder 5 dB Schritten
	GATE	Auswahl Blende A oder Blende B
	START	Anfangsposition der ausgewählten Blende von 0 bis zur max. Einstellung von RANGE
	WIDTH	Blendenbreite von 0 bis zur max. Einstellung von RANGE. Anfangsposition zusammen mit Breite der ausgewählten Blende muss kleiner als RANGE sein.
	LEVEL	Höhe der ausgewählten Blende von 0 bis 100% der Bildschirmhöhe
	BIND	Off: Blendenhöhe absolute Bildschirmhöhe, On: Blendenhöhe steigt mit Verstärkung
	CAP	On: Verstärkung steigt in 0,5 dB Schritten
	PARAM. 1	Auswahl der Messwerte in Block 1**
	PARAM. 1	Auswahl der Messwerte in Block 1**
	PARAM. 1	Auswahl der Messwerte in Block 1**
Functions	GAIN	Einstellung der Verstärkung von 0 ... 126 dB in 0,5 oder 5 dB Schritten
	DGS	DGS ein/aus
	TVG	TVG ein/aus
	REJECT	Einstellung für untere Grenze des angezeigten Signals
	PEAK	Anzeige der höchsten Signalamplituden an/aus
	B-Scan	B-Scan (Schnittbild-Darstellung) an/aus
	AVG.	Anzahl von Echos für Mittelwertbildung
Probe	DUAL	Einstellung für verbundenen Prüfkopf: Normalprüfkopf / SE-Prüfkopf
	DELAY	Zeitverzögerung für Durchlaufzeit der Schallwelle in der Schutzschicht des Prüfkopfes
	ANGLE	Einschallwinkel für Winkelprüfköpfe

	X. VAL	Austrittspunkt für Winkelprüfköpfe
	FREQ	Messfrequenz des Prüfkopfes von 1 ... 10 MHz
	PULSE	Dauer von Ultraschallimpulsen
	D	Wirksame Fläche des Prüfkopfes
TVG	GAIN	Einstellung der Verstärkung von 0 ... 126 dB in 0,5 oder 5 dB Schritten
	RANGE	Dauer eines Scans von 1 ... 1000 $\mu$ s. Das Prüfgerät verarbeitet nur Signale, die sich in diesem Zeitfenster befinden.
	DELAY	Zeitverzögerung für Durchlaufzeit der Schallwelle in der Schutzschicht des Prüfkopfes
	TVG	TVG ein/aus
	CLEAR	TVG Einstellungen zurücksetzen
	POINT	Auswahl der Stützstelle (max. 15) für TVG
	POS.	Position der ausgewählten Stützstelle mit Mindestabstand von 3 $\mu$ s
	+d	Verstärkung der ausgewählten Stützstelle mit 0,1 dB Auflösung. Die Gesamtverstärkung aller Stützstellen kann 40 dB nicht überschreiten.
DAC	GAIN	Einstellung der Verstärkung von 0 ... 126 dB in 0,5 oder 5 dB Schritten
	ARC	DAC an/aus
	POINT	Auswahl der Stützstelle (max. 15) für DAC
	POS.	Position der ausgewählten Stützstelle mit Mindestabstand von 3 $\mu$ s
	dB	
	A LEVEL	
	mm2	
	DGS	GAIN
DGS		DGS ein/aus
POINT		Auswahl der Stützstelle (max. 15) für DGS
POS		Position der ausgewählten Stützstelle mit Mindestabstand von 3 $\mu$ s
d		Verstärkung der ausgewählten Stützstelle mit 0,1 dB Auflösung. Die Gesamtverstärkung aller Stützstellen kann 40 dB nicht überschreiten.

	LEVEL	Amplitude / Höhe des Referenzsignals
	mm <sup>2</sup>	Äquivalenzfläche des Reflektors
AFS	START	Anfangsposition der ausgewählten Blende von 0 bis zur max. Einstellung von RANGE
	WIDTH	Blendenbreite von 0 bis zur max. Einstellung von RANGE. Anfangsposition zusammen mit Breite der ausgewählten Blende muss kleiner als RANGE sein.
	GATE	Auswahl Blende A oder Blende B
	MEAS.	Zeit- bzw. Positionsbestimmung des Signals in ausgewählter Blende:  PEAK: Zeit- bzw. Position der maximalen Signalamplitude in gesamter Blendenbreite  FLANK: Zeit- bzw. Position des Signals bei erster Über- bzw. Unterschreitung in Blende
	MODE	Detektionsmodus der ausgewählten Blende:  MORE: Detektion wenn Signalamplitude die Höhe der ausgewählten Blende überschreitet  LESS: Detektion wenn Signalamplitude die Höhe der ausgewählten Blende unterschreitet  OFF: Deaktivierung der ausgewählten Blende
	CONTR.	Einstellung Kontrollhöhe von 0 ... 20 dB unter der Höhe der ausgewählten Blende. Die Kontrollhöhe muss zwischen Höhe und Suchhöhe liegen.
	SEARCH	Einstellung Suchhöhe von 0 ... 20 dB unter der Höhe der ausgewählten Blende
	ALARM	Akustischer Alarm an/aus
Block 1	PARAM. 1	Auswahl des 1. Messparameters in Anzeigeblock 1**
	PARAM. 2	Auswahl des 2. Messparameters in Anzeigeblock 1**
	PARAM. 3	Auswahl des 3. Messparameters in Anzeigeblock 1**
Block 2	PARAM. 1	Auswahl des 1. Messparameters in Anzeigeblock 2**
	PARAM. 2	Auswahl des 2. Messparameters in Anzeigeblock 2**
	PARAM. 3	Auswahl des 3. Messparameters in Anzeigeblock 2**
Block 3	PARAM. 1	Auswahl des 1. Messparameters in Anzeigeblock 3**
	PARAM. 2	Auswahl des 2. Messparameters in Anzeigeblock 3**
	PARAM. 3	Auswahl des 3. Messparameters in Anzeigeblock 3**

\*\* - Messwerte für empfangene Ultraschallsignale:

Abkürzung	Beschreibung
Ta	Laufzeit des in Blende A Signals in $\mu\text{s}$
Tb	Laufzeit des in Blende B Signals in $\mu\text{s}$
Ta-b	Zeitdifferenz der Signale in Blende A und Blende B
Aa	Amplitude des Signals in Blende A
Ab	Amplitude des Signals in Blende B
Aa-b	Amplitudendifferenz der Signale in Blende A und Blende B
Xba	Abstand von Anfang der Blende bis zum Signal in Blende A
Xbb	Abstand von Anfang der Blende bis zum Signal in Blende B
Xipa	Abstand von Eingangssignal in Blende A
Xipb	Abstand von Eingangssignal in Blende B
Ya	Tiefe des Signals in Blende A
Yb	Tiefe des Signals in Blende B
Ya-b	Tiefendifferenz der Signale in Blende A und Blende B
Sa	Äquivalenzfläche in Blende A
Sb	Äquivalenzfläche in Blende B
La	Abstand bis zum Reflektor in Blende A entlang der Schallausbreitungsrichtung
Lb	Abstand bis zum Reflektor in Blende B entlang der Schallausbreitungsrichtung
dAa	Amplitudendifferenz des Signals in Blende A zur maximalen Signalamplitude
dAb	Amplitudendifferenz des Signals in Blende B zur maximalen Signalamplitude
La-Lb	Abstandsdifferenz der Reflektoren in Blende A und Blende B

Für Messparameter, die zwischen zwei Blenden gemessen werden (Ta-b, Aa-b, Ya-b, La-Lb), ist es notwendig beide Blenden A und B zu kombinieren. Nach entsprechender Einstellung der Blenden auf die gewünschten Echos werden die Messparameter berechnet und angezeigt.

### 5.4.2 Menü Archive

In diesem Menü können gespeicherte Messungen und Parameter angezeigt und geladen werden. Die Einträge sind nach Erstelldatum sortiert und können mit den Tasten  und  ausgewählt werden. Die Taste  öffnet das Menü für den jeweiligen Eintrag:

Funktion	Beschreibung
List	Zurück zu Liste
Delete	Ausgewählten Eintrag löschen
PreView	Vorschau anzeigen
View	Messung mit Parametern anzeigen
Load meas.	Gesamte Konfiguration dieses Eintrags laden
Load probe	Nur Konfiguration für Prüfkopf laden
Exit	Archive Menü verlassen

Die Funktion des ausgewählten Eintrags wird mit den Tasten  und  ausgewählt. Nach Auswahl mit der Taste  muss die Eingabe mit der Taste  bestätigt werden. Die Taste  bricht die Aktion ab.

## 6 Bedienung

### 6.1 A-Scan Modus

Als Standardeinstellung wird das Messsignal im A-Scan Modus dargestellt. Es lassen sich vier Einstellungen für die Gleichrichtung des Signals zur Darstellung auswählen *Puls/rect* → *Rectify*: Radio, HW1, HW2, HW3

### 6.2 Anzeigeeinheit

Bei der angezeigten Einheit kann zwischen der Zeit  $\mu\text{s}$  oder Weg/Länge mm gewechselt werden. Dazu wird der Parameter *Main* → *Units* verändert.

### 6.3 Konfiguration des Prüfkopfes

Die Genauigkeit der Messung hängt von der korrekten Konfiguration des Prüfgeräts auf den angeschlossenen Prüfkopf ab.



### 6.3.1 Typ

Für Normalprüfköpfe (s. Kap. 4.2) muss die Einstellung *Probe* → *DUAL* auf OFF stehen. Für SE-Prüfköpfe muss diese Einstellung entsprechend auf ON stehen.

### 6.3.2 Frequenz

Die Frequenz des Prüfkopfes wird mit *Probe* → *FREQ* eingestellt.

### 6.3.3 Einschallwinkel

Bei Verwendung eines Winkelprüfkopfes wird der Einschallwinkel mithilfe der Option *Probe* → *ANGLE* eingestellt.

### 6.3.4 Verzögerung Prüfkopf-Schutzschicht

Die Zeitdauer, die eine Ultraschallwelle benötigt, um die Schutzschicht des Prüfkörpers zu durchdringen, wird mit *Probe* → *DELAY* eingestellt (s. Kap. 7.1 und Kap. 7.2).

### 6.3.5 Schallaustrittspunkt

Der Schallaustrittspunkt von Winkelprüfköpfen wird mit *Probe* → *X. VAL* eingestellt (s. Kap. 7.4).

## 6.4 Darstellung des Messsignals auf dem Bildschirm

Die folgenden Einstellungen dienen der Anzeige des empfangenen Messsignals auf dem Bildschirm.

### 6.4.1 Verstärkung

Die Verstärkung des Signals wird mithilfe von *Main* → *GAIN* in dB eingestellt.

### 6.4.2 Scan-Länge

Die Scan-Länge wird mithilfe von *Main* → *RANGE* eingestellt.

### 6.4.3 Scan-Verschiebung

Die Verschiebung zwischen Scanfenster und Aussendung des Ultraschallimpulses wird mithilfe von *Main* → *DELAY* verändert.

### 6.4.4 Untergrenze Messsignal

Je nach Anwendung kann die Einstellung einer Untergrenze für das Messsignal sinnvoll sein. Dies dient der Unterdrückung von Hintergrundrauschen oder kleiner Signalamplituden, die für die Messaufgabe irrelevant sind. Somit können relevante Signalamplituden besser identifiziert und ausgewertet werden. Die Untergrenze wird mit *Main* → *REJECT* als Prozentsatz der Bildschirmhöhe eingestellt.

### 6.4.5 Halten von höchsten Signalamplituden

Je nach Anwendung kann es sinnvoll sein, die höchsten Signalamplituden festzuhalten. Wenn die Funktion *Functions* → *PEAK* auf *ON* eingestellt wird, erscheint eine zusätzliche Kurve im Diagramm. Diese rote Kurve entspricht den jeweils höchsten, empfangenen Signalamplituden.

Diese Signalamplituden werden stetig aktualisiert, sodass nach Einschalten der *PEAK* Funktion die höchsten Amplituden gehalten und angezeigt werden. Dementsprechend kann die *PEAK* Kurve zurückgesetzt werden, indem die Funktion *PEAK* aus- und wieder eingeschaltet wird. Diese Funktion ist hilfreich, wenn die maximale Amplitude einer Ungänge bei Prüfungen mit Winkelprüfköpfen ermittelt werden soll.

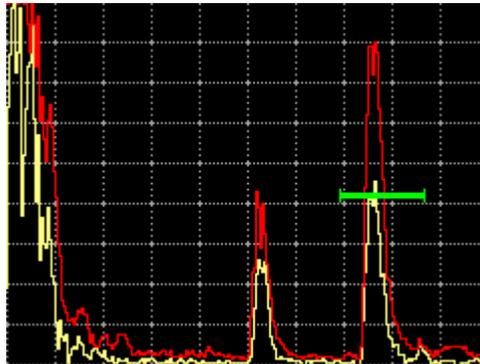


Abb. 8 Peak Funktion

### 6.5 Durchführung einer Messung

Zwei unabhängige Blenden (Gates) stehen zur Verfügung, um Signalanteile zu vermessen. Die Blende wird mit *Gates* → *GATE A* oder *B* ausgewählt. In drei konfigurierbaren Boxen an der unteren Seite der *Measurements* Anzeige können verschiedene Messwerte (s. Kap. 5.4.1) angezeigt werden.

#### 6.5.1 Grundeinstellung Blende (Gates)

Mithilfe der zwei Blenden können die empfangenen Ultraschallsignale vermessen werden. Die Blenden können separat konfiguriert werden. Damit die Blenden angezeigt werden, muss die Blende A oder Blende B im Menü *AFS* → *MODE* auf *LESS* oder *MORE* eingestellt werden.

##### 6.5.1.1 Höhe

Die Höhe der ausgewählten Blende wird mit *Gates* → *LEVEL* von 0 ... 100% der Bildschirmhöhe verändert.

##### 6.5.1.2 Anfangsposition

Die Anfangsposition der ausgewählten Blende wird mit *Gates* → *START* eingestellt.



### 6.5.1.3 Breite

Die Breite der ausgewählten Blende wird mit *Gates* → *WIDTH* eingestellt.

### 6.5.1.4 Alarm

Das Prüfgerät besitzt eine akustische Alarm-Funktion, die über das Über- bzw. Unterschreiten von eingestellten Blenden-Parametern benachrichtigt. Diese wird für die jeweiligen Blende über die Funktion *AFS* → *ALARM* ein- bzw. ausgeschaltet.

### 6.5.2 AFS (Automatic Fault Signaling)

Das Prüfgerät kann mithilfe der *AFS* Funktion automatisch auf Reflektoren, also eventuelle Materialfehler, bestimmter Größe und Position visuell bzw. akustisch aufmerksam machen. Dazu werden die Blenden auf die zu erwartenden Echos mithilfe der Einstellungen *Gates* → *GATE*, *START*, *WIDTH*, *LEVEL* parametrieren.

Für die automatische Detektion müssen im Menü *AFS* zudem die Parameter *MEAS.* und *MODE* der Prüfaufgabe entsprechend angepasst werden:

MEAS.	Zeit- bzw. Positionsbestimmung des Signals in ausgewählter Blende: PEAK: Zeit- bzw. Position der maximalen Signalamplitude in gesamter Blendenbreite FLANK: Zeit- bzw. Position des Signals bei erster Über- bzw. Unterschreitung in Blende
MODE	Detektionsmodus der ausgewählten Blende: MORE: Detektion wenn Signalamplitude die Höhe der ausgewählten Blende überschreitet LESS: Detektion wenn Signalamplitude die Höhe der ausgewählten Blende unterschreitet OFF: Deaktivierung der ausgewählten Blende

Nach der Konfiguration der Blende kann die Prüfung eines Werkstücks beginnen, sodass bei Detektion eines entsprechenden Reflektors die *AFS* Anzeige in der unteren, rechten Ecke des LCD rot aufleuchtet.

Zusätzlich lassen sich für beide Blenden bis zu zwei weitere Suchhöhen unter der ursprünglichen Blendenhöhe einstellen:

CONTR.	Einstellung Kontrollhöhe von 0 ... 20 dB unter der Höhe der ausgewählten Blende. Die Kontrollhöhe muss zwischen Höhe und Suchhöhe liegen.
SEARCH	Einstellung Suchhöhe von 0 ... 20 dB unter der Höhe der ausgewählten Blende

Falls das Signal nur der Suchhöhe entspricht, leuchtet die AFS Anzeige **gelb** auf. Die AFS Anzeige leuchtet **grün** auf, wenn sich das Signal zwischen der Kontrollhöhe und der ursprünglichen Blendenhöhe befindet.

Für eine akustische Signalisierung muss zunächst die Blende mit AFS → GATE ausgewählt und im Anschluss AFS → ALARM eingeschaltet werden.

### 6.5.3 TVG (Time Varied Gain)

Mithilfe der zeitabhängigen Verstärkungsregelung (TVG: „Time Varied Gain“) wird die Abschwächung des Signals mit der Zeit bzw. Schallweg kompensiert, damit gleich große Reflektoren unabhängig von der Tiefe auf dem Bildschirm die gleiche Höhe erreichen. Zur Einstellung der zeitabhängigen Verstärkungsregelung wird ein Prüfkörper mit bekannten Referenzreflektoren benötigt. Im Prüfgerät lassen sich bis zu 15 Stützstellen einstellen.

Für die Einstellung von TVG wird der Prüfkopf über ein Koppelmedium auf den Prüfkörper aufgesetzt und entsprechend eingestellt, um die Echos der Referenzreflektoren anzuzeigen. Im Anschluss muss die zeit- bzw. tiefenabhängige Verstärkung den Referenzreflektoren angepasst werden, in dem die erste Stützstelle mit *TVG* → *POINT* ausgewählt wird. Im Anschluss wird die Position dieser Stützstelle mit *TVG* → *POINT* dem Referenzecho angepasst und die Verstärkung mit *TVG* → *+dB* eingestellt, um das Echo auf die gewünschte Höhe anzuheben. Dieser Vorgang muss für die nachfolgenden Echos wiederholt werden, sodass alle Echos der Referenzreflektoren die gleiche Höhe erreichen.

### 6.5.4 DAC (Distance Amplitude Correction)

Der Zweck der Tiefenausgleichskurve DAC ähnelt dem der Funktion TVG. So dient DAC dazu, um die zeit- bzw. tiefenabhängige Abschwächung des Signals abschätzen zu können, sodass die Größe von Reflektoren in verschiedener Tiefe beurteilt werden kann. Der Unterschied zu TVG besteht darin, dass die Signalamplituden nicht verstärkt und dadurch Reflektoren gleicher Größe in unterschiedlichen Tiefen auf die gleiche Höhe gebracht werden.

Stattdessen zeichnet die Funktion DAC eine fallende Kurve, die die Echoamplitude des gleich großen Reflektors in Abhängigkeit von der Tiefe darstellt. Mithilfe der Tiefenausgleichskurve lassen sich im Vergleich zum Referenzreflektor kleinere bzw. größere Reflektoren unabhängig von ihrer Tiefe bestimmen, wenn diese unter bzw. über der Tiefenausgleichskurve liegen.



### 6.5.5 DGS (Distance Gain Size)

Mithilfe der DGS Funktion können gemessene Signalamplituden mit ebenen kreisscheibenförmigen Reflektoren, die senkrecht zur Schallausbreitungsrichtung stehen, verglichen werden. Dazu wird die Beziehung zwischen Abstand (Distance), Verstärkung (Gain) und Größe (Size) von Scheibenreflektoren eines Referenzkörpers eingesetzt.

### 6.5.6 Anzeige Messwerte

Die Messwerte können unterhalb der grafischen Darstellung des Messsignals angezeigt werden. Dafür stehen drei Blöcke mit jeweils drei auswählbaren Parametern zur Verfügung. Die drei Blöcke werden mithilfe *Block 1*, *Block 2*, *Block 3* ausgewählt, um im Anschluss die einzelnen Parameter *PARAM. 1*, *PARAM. 2*, *PARAM. 3* festzulegen (s. Kap. 5.4.1).

### 6.6 Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs

Um die Position von Defekten und die Materialstärke genau erfassen zu können, ist die korrekte Eingabe der Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs notwendig. Die Schallgeschwindigkeit wird mithilfe von *Main* → *VELOCITY* eingestellt.

### 6.7 B-Scan Modus

Neben dem A-Scan Modus kann das Prüfgerät im B-Scan Modus betrieben werden. In diesem Modus wird ein Schnittbild erzeugt, welches senkrecht zur Oberfläche des zu untersuchenden Bauteils und parallel zur Ausbreitungsrichtung der Ultraschallwelle steht. Die Echoamplitude wird durch die Farbe dargestellt und eine Legende befindet sich auf der rechten Seite der Anzeige. Es lassen sich für diesen Scan Modus dieselben Einstellungen wie für den A-Scan Modus vornehmen und die Einstellungen werden übernommen, wenn zwischen den Modi umgeschaltet wird.

### 6.8 Mittelung von Echos

In bestimmten Prüfaufgaben wie z.B. bei der Prüfung von Materialien mit hoher Dämpfung oder großen Bauteilen mit geringer Scan-Länge kann die Mittelung von Echos sinnvoll sein, um das Nutzsignal von Rauschen und nicht relevanten Signalanteilen zu unterscheiden. Für diesen Zweck ist eine Funktion für die Mittelwertbildung im Prüfgerät vorhanden, die 2/4/8/16 Messsignale mittelt. Die Anzahl der für die Mittelwertbildung berücksichtigten Signale wird mit *Functions* → *AVG* eingestellt.

## 6.9 Gerätespeicher

### 6.9.1 Messergebnis und Gerätekonfiguration speichern

Die Messergebnisse und Gerätekonfiguration können in den internen Gerätespeicher abgelegt werden, um diese zu einem späteren Zeitpunkt abzurufen oder Gerätekonfigurationen für unterschiedliche Prüfaufgaben zu laden. Um einen Eintrag für den Speicher zu erstellen, muss

zunächst die Taste  gedrückt werden. Dies führt dazu, dass der Bildschirm und somit das momentan dargestellte Messsignal mit ausgewählten Parametern eingefroren wird. Im Anschluss muss die Taste  gedrückt und *SAVE* ausgewählt werden. Die Dateibezeichnung kann mithilfe der eingeblendeten Tastatur und  den Tasten , , , ,  eingegeben werden. Nach Eingabe der Dateibezeichnung wird mit der Taste  das Messergebnis gespeichert.

### 6.9.2 Gerätekonfiguration laden

Die Gerätekonfiguration kann aus einem gespeicherten Eintrag geladen werden, um das Prüfgerät schnell für andere Prüfaufgaben zu konfigurieren. Dazu muss das *Archive* Menü im

Hauptmenü ausgewählt werden. Der entsprechende Eintrag wird mit den Tasten ,  ausgewählt und nach Drücken der Taste  kann entweder die gesamte Gerätekonfiguration mit *Load meas.* oder die Konfiguration für den Prüfkopf mit *Load probe* geladen werden. Das Laden der Konfiguration muss mit der Taste  bestätigt werden. Die Taste  führt zum Abbruch der Aktion.

## 7 Gerätekalibrierung

### 7.1 Verzögerung von Ultraschallwellen in Senkrecht-Prüfköpfen

Der Piezoelektrische Sensor ist innerhalb des Prüfkopfes auf einer Schutzschicht montiert, um diesen vor Beschädigungen zu schützen. Entsprechend muss ein Ultraschallimpuls diese Schutzschicht durchdringen, bevor er in den Prüfling über ein Koppelmedium eingeleitet werden kann. Die Zeit, die der Ultraschallimpuls benötigt, um die Schutzschicht zu durchlaufen wirkt sich auf die Genauigkeit der Längen- und Positionsbestimmung von Materialfehlern aus, sodass die genaue Bestimmung der Verzögerung wichtig ist. Aufgrund von Abnutzung der Schutzschicht im Prüfbetrieb ist eine periodische Überprüfung der Verzögerung sinnvoll.

Die Verzögerung kann mithilfe von einem Standard Kalibrierkörper, wie z.B. SO-2 (s. Abb. 9), bestimmt werden. Dazu wird die Dicke von 59 mm des Kalibrierkörpers mit dem Prüfgerät vermessen, sodass das Rückwandecho angezeigt wird. Die Blende A oder B im Prüfgerät wird entsprechend des Echos ausgerichtet und der Parameter *Ta* angezeigt, der die Zeit zwischen Anregung und Echo berechnet. Die Verzögerungszeit *t* wird wie folgt berechnet:

$$t = \frac{Ta - 20\mu s}{2}$$

Der Wert 20  $\mu\text{s}$  ergibt sich aus der Zeit, die eine Schallwelle für das Zurücklegen der Länge von 59 mm in dem Kalibrierkörper (SO-2) benötigt. Aus der Differenz der gesamten Impuls-Echo-Zeit  $T_a$  und bekannter Durchlaufzeit von 20  $\mu\text{s}$  der Schallwelle durch den Prüfkörper, kann die Verzögerungszeit durch die Schutzschicht berechnet werden.

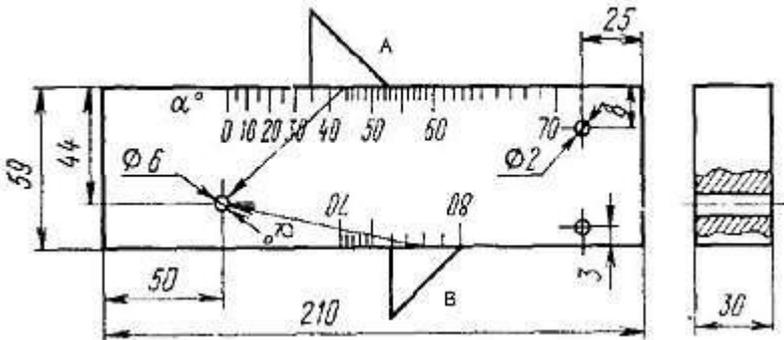


Abb. 9 Standard Kalibrierkörper SO-2

## 7.2 Verzögerung von Ultraschallwellen in Winkelprüfköpfen

Der Piezoelektrische Sensor ist innerhalb des Prüfkopfes auf einer Schutzschicht montiert, um diesen vor Beschädigungen zu schützen. Entsprechend muss ein Ultraschallimpuls diese Schutzschicht durchdringen, bevor er in den Prüfling über ein Koppelmedium eingeleitet werden kann. Die Zeit, die der Ultraschallimpuls benötigt, um die Schutzschicht zu durchlaufen wirkt sich auf die Genauigkeit der Längen- und Positionsbestimmung von Materialfehlern aus, sodass die genaue Bestimmung der Verzögerung wichtig ist.

Bei Winkelprüfköpfen ist der Piezoelektrische Sensor auf einem Keil befestigt. Aufgrund von Abnutzung der Schutzschicht im Prüfbetrieb ist eine periodische Überprüfung der Verzögerung sinnvoll. Die Verzögerung kann mithilfe von einem Standard Kalibrierkörper, wie z.B. SO-3 (s. Abb. 10), bestimmt werden. Anders als bei der Kalibrierung von Normalprüfköpfen wird ein Kreisbogen für Winkelprüfköpfe verwendet, damit unabhängig vom Einschallwinkel der Ultraschallimpuls zurück zum Empfänger reflektiert wird.

Um die Verzögerung für Winkelprüfköpfe zu bestimmen, wird nach Aufsetzen des Prüfkopfes das Rückwandecho auf dem Prüfgerät angezeigt. Nach Ausrichtung der Blende A oder B und Anzeige des Messwertes  $T_a$ , kann die Verzögerungszeit  $t$  wie folgt berechnet:

$$t = \frac{T_a - 33,7\mu\text{s}}{2}$$

Der Wert 33,7  $\mu\text{s}$  ergibt sich aus der Zeit, die eine Schallwelle für das Zurücklegen des Radius von 55 mm in dem Kalibrierkörper SO-3 benötigt. Aus der Differenz der gesamten Impuls-Echo-Zeit und bekannter Durchlaufzeit von 33,7  $\mu\text{s}$  der Schallwelle durch den Prüfkörper kann die Verzögerungszeit durch die Schutzschicht berechnet werden.

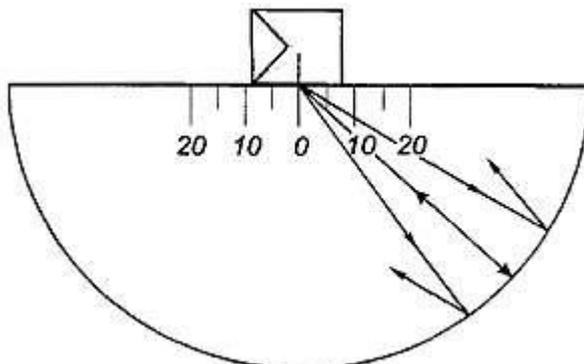


Abb. 10 Standard Kalibrierkörper SO-3

### 7.3 Einschallwinkel von Winkelprüfköpfen

Um den Einschallwinkel von Winkelprüfköpfen zu bestimmen kann der Standard Kalibrierkörper SO-2 verwendet werden. Dazu wird der Prüfkopf in Position A oder B (s. Abb. 9) auf den Kalibrierkörper aufgesetzt, um die zylindrische Bohrung von 6 mm in einer Tiefe von 44 bzw. 15 mm als Referenz erfassen zu können. Der Prüfkörper muss nun solange entlang der Winkelskala bewegt werden, bis das maximale Amplitudenecho dieses Reflektors erfasst wird. Daraufhin kann der Einschallwinkel an der Winkelskala des Kalibrierkörpers abgelesen werden. Der Einschallwinkel kann sich durch ungleichmäßigen Verschleiß der Schutzschicht verändern, sodass eine periodische Überprüfung empfohlen wird.

### 7.4 Schallaustrittspunkt von Winkelprüfköpfen

Neben dem Einschallwinkel ist für die Positionsbestimmung von Materialfehlern auch der Schallaustrittspunkt von Bedeutung. Der Schallaustrittspunkt wird definiert als Schnittpunkt zwischen der akustischen Achse und der abstrahlenden Fläche des Prüfkopfes. Der Abstand von der Prüfkopfvorderkante beschreibt den Schallaustrittspunkt (X-Maß, X-Value). Der Schallaustrittspunkt kann mithilfe des Kalibrierkörpers SO-2 überprüft werden.

Dazu wird der Prüfkopf auf der 0 Markierung des Kalibrierkörpers (s. Abb. 10) aufgesetzt und die Amplitude des Rückwandechos im Prüfgerät beobachtet. Die Position auf dem Kalibrierkörper, an der das Rückwandecho die maximale Amplitude erreicht, bestimmt den Schallaustrittspunkt in Millimetern. Veränderung des Schallaustrittspunkts ist auf Verschleiß der Schutzschicht zurückzuschließen, sodass eine periodische Überprüfung empfohlen wird.

## 7.5 Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs

Die Schallgeschwindigkeit des Werkstoffs kann mithilfe der Messung von Materialdicke bestimmt werden. Ein Prüfling des gewünschten Werkstoffs mit geeigneter Messposition stellt die Voraussetzung dar. Eine geeignete Messposition wird dadurch ausgezeichnet, dass ihre Dicke hinreichend genau bestimmt werden kann und das entsprechende Rückwandecho gut aufgelöst wird. Da das Verfahren zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit dem in Kap. 7.1 Ablauf ähnelt, bieten sich ähnliche Dimensionen als Vergleich für die Messposition an. Der Prüfkopf wird an der geeigneten Position auf dem Prüfling aufgesetzt und das Rückwandecho mit der Blende und dem Parameter  $Ta$  vermessen. Die Schallgeschwindigkeit  $v_m$  des Werkstoffs wird mit folgender Formel berechnet:

$$v_m = \frac{x_m}{Ta}$$

mit

$v_m$  = Schallgeschwindigkeit im Werkstoff

$x_m$  = Zurückgelegter Weg der Ultraschallwelle im Werkstoff  
(Materialdicke an Messposition)

$Ta$  = Zeit bis Detektion des entsprechenden Echos

## 8 Hinweise und Wartung

Es wird empfohlen das Prüfgerät in regelmäßigen Abständen auf Beschädigungen zu überprüfen und nach jedem Gebrauch zu reinigen. So sollten die Prüfköpfe, Kabel, Stecker, Anschlussbuchsen und das Gerätegehäuse auf Beschädigungen und Verschleiß begutachtet werden. Bei groben Beschädigungen oder übermäßigem Verschleiß der Komponenten, sollte das Prüfgerät nicht mehr verwendet werden. Um den ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten sollten die entsprechenden Komponenten ersetzt werden.

## 9 Kontakt

Bei Fragen, Anregungen oder auch technischen Problemen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Die entsprechenden Kontaktinformationen finden Sie am Ende dieser Bedienungsanleitung.

## 10 Entsorgung

### HINWEIS nach der Batterieverordnung (BattV)

Batterien dürfen nicht in den Hausmüll gegeben werden: Der Endverbraucher ist zur Rückgabe gesetzlich verpflichtet. Gebrauchte Batterien können unter anderem bei eingerichteten Rücknahmestellen oder bei der PCE Deutschland GmbH zurückgegeben werden.

### Annahmestelle nach BattV:

PCE Deutschland GmbH  
Im Langel 4  
59872 Meschede

Zur Umsetzung der ElektroG (Rücknahme und Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten) nehmen wir unsere Geräte zurück. Sie werden entweder bei uns wiederverwertet oder über ein Recyclingunternehmen nach gesetzlicher Vorgabe entsorgt. Alternativ können Sie Ihre Altgeräte auch an dafür vorgesehenen Sammelstellen abgeben.



Alle PCE-Produkte sind CE  
und RoHS zugelassen.





## PCE Instruments Kontaktinformationen

### Germany

PCE Deutschland GmbH  
Im Langel 4  
D-59872 Meschede  
Deutschland  
Tel.: +49 (0) 2903 976 99 0  
Fax: +49 (0) 2903 976 99 29  
info@pce-instruments.com  
www.pce-instruments.com/deutsch

### France

PCE Instruments France EURL  
23, rue de Strasbourg  
67250 SOULTZ-SOUS-FORETS  
France  
Téléphone: +33 (0) 972 3537 17  
Numéro de fax: +33 (0) 972 3537 18  
info@pce-france.fr  
www.pce-instruments.com/french

### Spain

PCE Ibérica S.L.  
Calle Mayor, 53  
02500 Tobarra (Albacete)  
España  
Tel. : +34 967 543 548  
Fax: +34 967 543 542  
info@pce-iberica.es  
www.pce-instruments.com/espanol

### United States of America

PCE Americas Inc.  
711 Commerce Way suite 8  
Jupiter / Palm Beach  
33458 FL  
USA  
Tel: +1 (561) 320-9162  
Fax: +1 (561) 320-9176  
info@pce-americas.com  
www.pce-instruments.com/us

### United Kingdom

PCE Instruments UK Ltd  
Units 12/13 Southpoint Business Park  
Ensign Way, Southampton  
Hampshire  
United Kingdom, SO31 4RF  
Tel: +44 (0) 2380 98703 0  
Fax: +44 (0) 2380 98703 9  
info@industrial-needs.com  
www.pce-instruments.com/english

### Italy

PCE Italia s.r.l.  
Via Pesciatina 878 / B-Interno 6  
55010 LOC. GRAGNANO  
CAPANNORI (LUCCA)  
Italia  
Telefono: +39 0583 975 114  
Fax: +39 0583 974 824  
info@pce-italia.it  
www.pce-instruments.com/italiano

### The Netherlands

PCE Brookhuis B.V.  
Institutenweg 15  
7521 PH Enschede  
Nederland  
Telefoon: +31 (0) 900 1200 003  
Fax: +31 53 430 36 46  
info@pcebenelux.nl  
www.pce-instruments.com/dutch

### Chile

PCE Instruments Chile S.A.  
RUT: 76.154.057-2  
Santos Dumont 738, local 4  
Comuna de Recoleta, Santiago, Chile  
Tel. : +56 2 24053238  
Fax: +56 2 2873 3777  
info@pce-instruments.cl  
www.pce-instruments.com/chile

### Hong Kong

PCE Instruments HK Ltd.  
Unit J, 21/F., COS Centre  
56 Tsun Yip Street  
Kwun Tong  
Kowloon, Hong Kong  
Tel: +852-301-84912  
jyi@pce-instruments.com  
www.pce-instruments.cn

### China

Pingce (Shenzhen) Technology Ltd.  
West 5H1,5th Floor,1st Building  
Shenhua Industrial Park,  
Meihua Road,Futian District  
Shenzhen City  
China  
Tel: +86 0755-32978297  
lko@pce-instruments.cn  
www.pce-instruments.cn

### Turkey

PCE Teknik Cihazları Ltd.Şti.  
Halkalı Merkez Mah.  
Pehlivan Sok. No.6/C  
34303 Küçükçekmece - İstanbul  
Türkiye  
Tel: 0212 471 11 47  
Faks: 0212 705 53 93  
info@pce-cihazlari.com.tr  
www.pce-instruments.com/turkish