

Technisches Handbuch und Bedienungsanleitung

für die Ultraschall-Dickenmessgeräte

MiniTest 430 / 440



Achtung! Wichtiger Hinweis!

Typisch für die Messung mit Ultraschall im Impuls-Echo Modus ist die Möglichkeit, dass das Messgerät erst das zweite und nicht das erste Echosignal, das vom zu messenden Material zurückkommt, für die Messung zugrunde legt. Daraus kann resultieren, dass der angezeigte Messwert **doppelt** so hoch ist wie die eigentliche Dicke.

Zusätzlich kann es im Echo-Echo-Modus vorkommen, dass bei der Messung durch sehr dicke Schichten hindurch die Dicke der Beschichtung gemessen wird anstelle der Materialwanddicke, die eigentlich gemessen werden sollte.

Die sachgerechte Anwendung des Geräts sowie die Berücksichtigung der oben beschriebenen Sachverhalte liegt ausschließlich in der Verantwortung des Anwenders.

ElektroPhysik
Dr. Steingroever GmbH & Co. KG
Pasteurstr. 15
50735 Köln, Deutschland
Tel.: +49 221 75204-0
Fax: +49 221 75204-67
www.elektrophysik.com
info@elektrophysik.com

© ElektroPhysik
Version 1.1 11.09.2014
Softwareversion 3.08
Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	5
1.1 Wichtige Hinweise zur Wanddickenmessung	5
1.1.1 Die Ausbildung des Prüfers.....	5
1.1.2 Grenzen der Ultraschallprüfung	6
1.1.2.1 Ultraschall-Wanddickenmessung.....	6
1.1.2.2 Einfluss des Prüfmaterials	6
1.1.2.3 Einfluss von Temperaturänderungen	6
1.1.2.4 Restwanddickenmessung.....	6
1.1.2.5 Verwendung von Koppelmitteln	7
1.1.2.6 Messwert-Dopplung.....	7
2. Technische Spezifikation	8
3. Messprinzip	8
4. Gerätebeschreibung und Lieferumfang	9
4.1.1 Gerätebeschreibung (Front und Rückseite).....	9
4.1.2 Lieferumfang	9
4.2 Anzeige (MiniTest 430 / 440).....	10
4.3 Tastatur (MiniTest 430 / 440)	10
5. Vorbereitung der Messung	11
5.1 Vorbereitung des Messgeräts.....	11
5.2 Auswahl des Prüfkopfs.....	11
5.3 Vorbereitung der Oberflächen des Messobjekts	12
6. Betrieb des Geräts	13
6.1 Einschalten des Messgeräts (MiniTest 430 / MiniTest 440).....	13
6.2 Messwertaufnahme	13
6.3 Kalibrierung.....	13
6.3.1 Möglichkeiten der Kalibrierung (MiniTest 430 / 440).....	13
6.3.1.1 Automatische Kalibrierung (MiniTest 430 / 440).....	14
6.3.2 Bestimmung der Schallgeschwindigkeit	14
6.3.2.1 Bestimmung der Schallgeschwindigkeit (MiniTest 430 / 440).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.3 Prüfkopf Kalibrierung (MiniTest 430 / 440).....	15
6.4 Menüanzeige und Bedienung	15
6.4.1 Messmodus	16
6.4.1.1 Messmodus (MiniTest 430).....	16
6.4.1.2 Messmodus (MiniTest 430).....	17
6.4.1.2.1 Impuls-Echo Modus	17
6.4.1.3.2 Echo-Echo-Modus	17
6.4.2 Schallgeschwindigkeit des Geräts.....	18
6.4.2.1 Materialauswahl.....	18
6.4.2.2 Einstellen der Schallgeschwindigkeit	18
6.4.3 Maßeinheit	19
6.4.4. Datenspeicher (MiniTest 430 / 440)	19
6.4.4.1 Einrichtung von Messreihen (MiniTest 430 / 440)	20
6.4.4.2 Löschen von Messreihen (MiniTest 430 / 440).....	20
6.4.5 Empfindlichkeit.....	20
6.4.6 Automatische Abschaltfunktion	21
6.4.7 Kontrast	21
6.4.8 Sprache	21
6.4.9 Gerätedaten	21
6.4.10 Standardeinstellung	21
6.5 Datenverarbeitung (MiniTest 430 / 440)	22
6.6 Messwerte speichern (MiniTest 430 / 440)	22

7. Messtechnologie	22
7.1 Messmethoden.....	22
7.2 Messmethode zur Messung von Rohren	23
8. Wartung und Vorsichtsmaßnahmen	24
8.1 Prüfung der Stromversorgung	24
8.2 Vorsichtsmaßnahmen	24
8.2.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen.....	24
9. Anhang	25
10. Sicherheitshinweise	26
11. Konformitätserklärung	27
12. Service-Adressen	28
13. Änderungs-Historie	29

1. Einführung

MiniTest 430 / 440 ist ein zerstörungsfrei arbeitendes Ultraschall-dickenmessgerät für den portablen oder stationären Einsatz. Es arbeitet nach dem Ultraschall-Messverfahren und ermöglicht eine einfache und schnelle Messung der Wanddicke oder der Schallgeschwindigkeit von Metallen und verschiedenen anderen Materialien.

Lesen Sie diese Anleitung bitte genau durch, um alle Funktionen des MiniTest 430 / 440 schnell und sicher bedienen zu können.

Auch wenn Sie mit Ultraschall-Prüfungen vertraut sein sollten, beachten Sie unbedingt die Informationen in Kapitel 1.1. Hier finden Sie wichtige Einschränkungen und Voraussetzungen der Wanddickenmessung (Ausbildung, Kenntnis der speziellen prüftechnischen Erfordernisse, der Wahl der passenden Prüfeinrichtung).

Die Bedienung des Gerätes ist einfach und schnell zu erlernen. Um das Gerät schnell einsetzen zu können, sollten Sie sich mit der Vorbereitung sowie den Grundfunktionen vertraut machen. Lesen Sie hierzu die folgenden Kapitel aufmerksam durch:

1.1 Wichtige Hinweise zur Wanddickenmessung



Lesen Sie bitte die folgenden Informationen, bevor Sie Ihr Wanddickenmessgerät einsetzen. Es ist sehr wichtig, dass Sie diese Informationen verstehen und beachten, damit bei der Bedienung des Wanddickenmessgerätes keine Fehler gemacht werden, die zu falschen Messergebnissen führen. Entscheidungen, die auf falschen Messergebnissen beruhen, können zu Sach- und Personenschäden führen.

Voraussetzungen für den Einsatz von Ultraschall-Wanddickenmessgeräten

In dieser Bedienungsanleitung finden Sie wesentliche Hinweise zur Bedienung des vorliegenden Wanddickenmessgerätes. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Faktoren, die sich auf die Messergebnisse auswirken. Eine Beschreibung dieser Faktoren würde über den Rahmen einer Bedienungsanleitung hinausgehen. Daher sollen hier nur die drei wichtigsten Voraussetzungen für eine sichere Ultraschall-Wanddickenmessung aufgeführt werden:

- die Ausbildung des Gerätebedieners (Prüfers)
- die Kenntnis der speziellen messtechnischen Erfordernisse und Grenzen
- die Wahl der geeigneten Messeinrichtung

1.1.1 Die Ausbildung des Prüfers

Zum Betrieb einer Ultraschall-Messeinrichtung ist eine angemessene Ausbildung auf dem Gebiet der Ultraschall-Wanddickenmessung erforderlich. Eine angemessene Ausbildung umfasst z.B. ausreichende Kenntnisse auf folgenden Gebieten:

- Theorie der Schallwellen-Ausbreitung in Werkstoffen
- Auswirkungen der Schallgeschwindigkeit des Prüfmaterials
- Verhalten von Schallwellen an Grenzflächen zwischen unterschiedlichen Werkstoffen
- Ausbreitung des Schallbündels im Werkstoff
- Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit des Prüfmaterials.

Mangelnde Kenntnisse auf den oben genannten Gebieten können zu falschen Messergebnissen führen und damit unabsehbare Folgen haben. Informationen über die bestehenden Möglichkeiten zur Ausbildung von Ultraschall-Prüfern sowie über die erreichbaren Qualifikationen und Zertifikate

erhalten Sie bei den nationalen ZfP-Gesellschaften, z.B. in Deutschland bei der **Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.**, Motardstraße 54, D-13629 Berlin.

1.1.2 Grenzen der Ultraschallprüfung

Die Aussagen der Ultraschallprüfung betreffen nur diejenigen Bereiche des Messobjektes, die vom Schallbündel des verwendeten Prüfkopfes erfasst werden. Es ist daher größte Vorsicht angebracht, falls Rückschlüsse von den Ergebnissen der geprüften Bereiche auf die nicht geprüften Bereiche des Messobjektes gezogen werden sollen. Solche Rückschlüsse sind in der Regel nur dann erlaubt, wenn umfangreiche Erfahrungen mit den zu prüfenden Bauteilen vorliegen und bewährte Methoden der statistischen Datenerfassung zur Verfügung stehen.

Grenzflächen innerhalb des Prüfobjektes können das Schallbündel vollständig reflektieren, so dass tiefer liegende Reflexionsstellen, z.B. die Bauteil-Rückwand, nicht mehr vom Schallbündel erreicht werden. Es muss daher sichergestellt sein, dass alle zu prüfenden Bereiche des Prüfobjektes vom Schallbündel erfasst werden.

1.1.2.1 Ultraschall-Wanddickenmessung

Jede Wanddickenmessung mit Ultraschall beruht auf einer Laufzeitmessung der Schallimpulse im Messobjekt. Voraussetzung für genaue Messergebnisse ist daher eine gleichbleibende Schallgeschwindigkeit im Messobjekt. Bei Werkstücken aus Stahl, auch mit unterschiedlichen Legierungsbestandteilen, ist diese Voraussetzung in der Regel erfüllt. Die Schallgeschwindigkeit ändert sich so geringfügig, dass sie nur bei Präzisionsmessungen ins Gewicht fällt.

In anderen Materialien, wie z.B. Buntmetallen oder Kunststoffen, unterliegt die Schallgeschwindigkeit jedoch größeren Änderungen. Dadurch kann die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden.

1.1.2.2 Einfluss des Prüfmaterials

Ist der Werkstoff nicht homogen, so können in verschiedenen Bereichen des Messobjektes unterschiedliche Schallgeschwindigkeiten vorliegen. Hier ist daher bei der Justierung des Gerätes eine mittlere Schallgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Die besten Ergebnisse werden jedoch dann erzielt, wenn das Gerät mit Hilfe eines Vergleichskörpers justiert wird, der aus dem gleichen Werkstoff wie das Prüfobjekt besteht. Dieser Justierkörper sollte planparallele Oberflächen aufweisen und eine der Maximaldicke des Messobjektes entsprechende Dicke besitzen. Der Prüfer sollte darüber hinaus darauf achten, dass durch Wärmebehandlungen wesentliche Veränderungen der Schallgeschwindigkeit hervorgerufen werden. Dies muss bei der Bewertung der Genauigkeit, der vom Gerät gemessenen Wanddicke, berücksichtigt werden.

Ist mit wesentlichen Änderungen der Schallgeschwindigkeit zu rechnen, sollte die Justierung des Gerätes in kürzeren Zeitabständen den vorliegenden Schallgeschwindigkeitswerten angepasst werden. Geschieht dies nicht, können falsche Wanddickenmesswerte die Folge sein.

1.1.2.3 Einfluss von Temperaturänderungen

Die Schallgeschwindigkeit im Messobjekt ändert sich auch mit der Temperatur des Materials. Es ergeben sich daher unter Umständen größere Messfehler, falls die Justierung des Gerätes am kalten Vergleichskörper erfolgt, die Wanddickenmessung dagegen am warmen Messobjekt.

Solche Messfehler lassen sich vermeiden, wenn man die Justierung mit Hilfe eines temperierten Vergleichskörpers durchführt oder anhand einer Korrekturtabelle den Temperatureinfluss auf die Schallgeschwindigkeit berücksichtigt.

1.1.2.4 Restwanddickenmessung

Die Messung der Restwanddicke an innenseitig erodierten oder korrodierten Anlagenteilen wie Rohren, Behältern oder Reaktionsgefäßen aller Art erfordern eine wirklich geeignete Messeinrichtung sowie eine besonders sorgfältige Handhabung des Prüfkopfes. Auf jeden Fall sollte der Prüfer über die jeweiligen Nennwanddicken sowie die vermutlichen Wanddickenverluste informiert sein.

1.1.2.5 Verwendung von Koppelmitteln

Der Prüfer muss mit der Verwendung des Ultraschall-Koppelmittels soweit vertraut sein, dass das Koppelmittel bei jeder Messung in gleicher Weise aufgetragen wird und damit Schwankungen in der Schichtdicke des Koppelmittels und daraus resultierende Fehler in den Messergebnissen vermieden werden. Die Justierung des Gerätes und die eigentliche Wanddickenmessung sollten unter gleichen Ankopplungsbedingungen vorgenommen werden. Dabei sind möglichst geringe Mengen von Koppelmittel zu verwenden und ein gleichbleibender Anpressdruck auf den Prüfkopf auszuüben.

Bei gekrümmten Ankopplungsflächen, wie z.B. bei Rohren, sollte der zur Messung verwendete S/E-Prüfkopf so angekoppelt werden, dass seine akustische Trennschicht einen rechten Winkel mit der Krümmungsachse (Rohrlängsachse) bildet. Bei kleineren Rohrdurchmessern sollten zwei Messungen erfolgen: Eine Messung mit der Trennschicht in senkrecht zur Längsachse des Rohrs, die zweite parallel zur Längsachse.

Der jeweils kleinere Messwert gilt dann als die korrekte Wanddicke an dieser Stelle.



senkrecht parallel

1.1.2.6 Messwert-Dopplung

Ein gefährlicher Messfehler bei der Ultraschall-Wanddickenmessung kann auftreten, falls eine Wanddickenmessung unterhalb des für den verwendeten Prüfkopf angegebenen Einsatzbereiches (Arbeitsbereich) vorgenommen wird. Hier ist das erste Rückwandecho für eine Auswertung zu klein, das zweite Rückwandecho hat dagegen eine ausreichend hohe Amplitude und wird daher vom Gerät ausgewertet. Daraus ergibt sich ein angezeigter Wanddickenmesswert, der doppelt so groß wie die tatsächliche Wanddicke ist. Um solche Messfehler zu vermeiden, muss der Prüfer bei Messungen an der Grenze des Einsatzbereiches zusätzlich eine Kontrollmessung mit einem anderen Prüfkopf durchführen.

In kritischen Fällen ist eine Kontrollmessung mit einem Bildschirmgerät zu empfehlen, weil dabei die Beobachtung der Echoform wichtige Zusatzinformationen liefert.

2. Technische Spezifikation

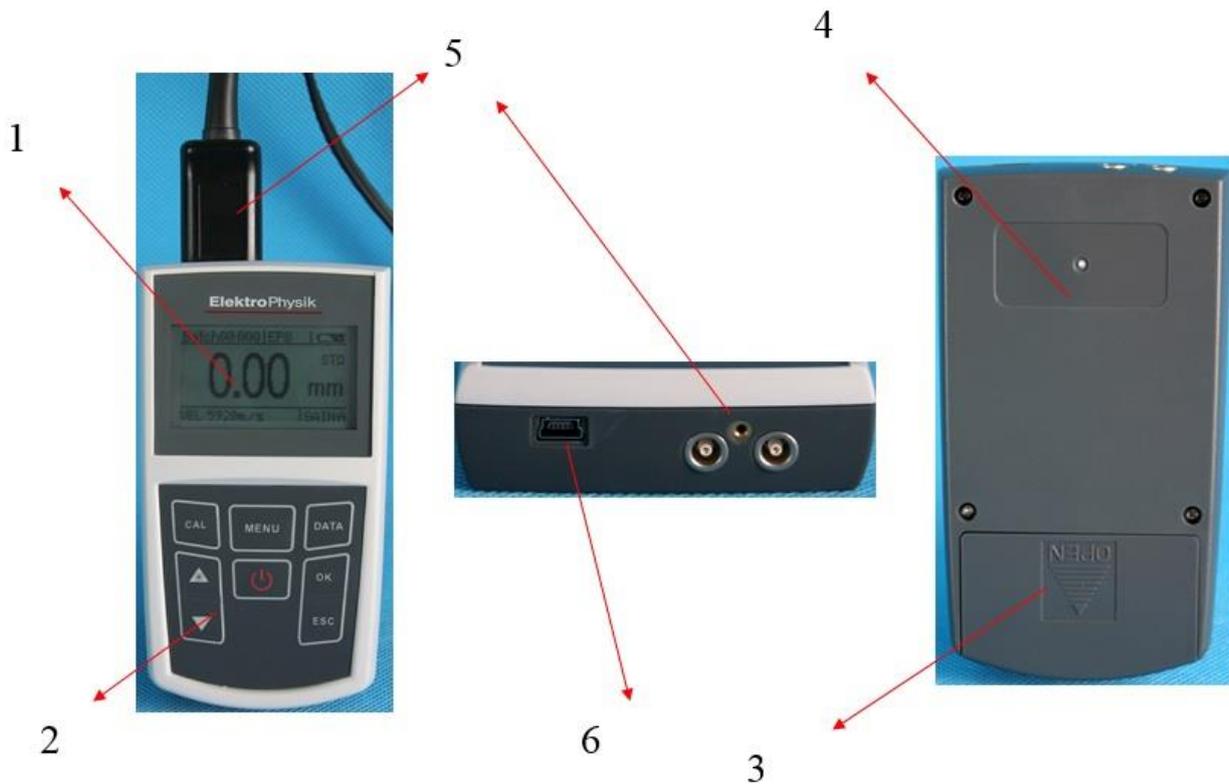
Display:	128 x 64 Pixel mit Hintergrundbeleuchtung
Digitalanzeige:	4-stellige LCD-Anzeige
Messbereich:	0,65 mm .. 500.0 mm (Stahl) abhängig vom Prüfkopf
Auflösung:	0,1 mm (bei Messwerten > 100 mm) 0,01 mm (bei Messwerten < 100 mm)
Genauigkeit:	0,65 mm .. 9,99 mm $\pm 0,04$ mm 10 mm .. 99.99 mm $\pm 0,04$ mm + 0,1% vom Messwert 100 mm .. 500 mm $\pm 0,3$ % vom Messwert
Schallgeschwindigkeit:	1000 .. 9999 m/s
Datenspeicher:	10 Messreihen für jeweils max. 500 Messwerte
Messrate:	2 Messungen pro Sekunde im Standard-Modus 10 Messungen pro Sekunde im SCAN-Modus
Nullpunktkalibrierung:	automatisch
Automatische Abschaltfunktion:	wahlweise nach 2 Minuten, 5 Minuten oder deaktiviert
Stromversorgung:	2 x AA Batterie, Batteriedauer 80 h im Dauerbetrieb
Betriebstemperaturbereich:	-20°C .. 50°C
Lagertemperaturbereich:	-25°C .. 60°C
Abmessungen:	130 x 73 x 24 mm
Gewicht:	190 g (ohne Batterie)
Optionales Zubehör:	Prüfköpfe: U2.0, U5.0, U7.5, U10.0, U5.0HT

3. Messprinzip

Das Ultraschallsignal wird durch den Prüfkopf emittiert und mit Hilfe des Koppelmittels auf das zu messende Werkstück übertragen. Ein Teil des Signals wird dann an der Oberfläche des Werkstücks reflektiert. Ebenso wird ein Teil des Ultraschallsignals beim Wiederaustritt an der gegenüberliegenden Seite des Werkstücks reflektiert. Der Prüfkopf empfängt nun beide Echos. Durch eine exakte Bestimmung der Schalllaufzeit wird die Dicke des Materials ermittelt und angezeigt.

4. Gerätebeschreibung und Lieferumfang

4.1.1 Gerätebeschreibung (Front und Rückseite)



1. Bildschirm
2. Tastatur
3. Batteriefach (Rückseite)
4. Typenschild (Rückseite)
5. Prüfkopfanschlussbuchse (Erkennungsstift)
6. USB-Schnittstelle (MiniTest 430 / 440)

4.1.2 Lieferumfang

1. 1 x Kunststoffkoffer
2. 1 x MiniTest Gerät (430 / 440)
3. 1 x Ultraschallprüfkopf (U5.0 bei MT430) (U5.0E bei MT440)
4. 1 x Koppelmittel 200 Gel
5. 1 x Bedienungsanleitung (deutsch / englisch)
6. 1 x CD
7. 1 x USB Anschlusskabel
8. 2 x Batterien 1,5V (AA)

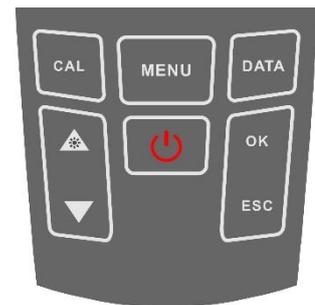
4.2 Anzeige (MiniTest 430 / 440)



1. Aktive Messreihe und Anzahl der gespeicherte Messwerte in der jeweiligen Messreihe
2. Prüfkopf
3. Anzeige Batteriestatus:
 - 3.1  Batterie voll '
 - 3.2  Batterie leer
4. Messart
5.  Mess-Symbol und Maßeinheit
6. ausgewählte Steuerung des Verstärkers (A= Auto, L=Niedrig, M=Mittel, H= Hoch)
7. ausgewählte Schallgeschwindigkeit
8. aktueller Messwert

4.3 Tastatur (MiniTest 430 / 440)

	Ein-/Ausschalttaste
	Menü-Taste Durch Drücken der MENU-Taste gelangen Sie in das Bedienungsmenü
	Pfeiltasten Durch Drücken der Pfeiltasten wählen Sie zwischen den verschiedenen Menü-Optionen. Durch Drücken der Pfeil-Rauf Taste schalten Sie die Hintergrundbeleuchtung an bzw. aus.
	OK/ESC-Taste Im Menü bestätigen Sie die Auswahl durch OK, mit ESC beenden Sie das Menü.
	CAL-Taste Schnelltaste für Kalibrierung, automatische Kalibrierung und Kalibrierung der Schallgeschwindigkeit, bei bekannter Wanddicke
	Schnelltaste Datenspeicher



5. Vorbereitung der Messung

5.1 Vorbereitung des Messgeräts

Wir bitten Sie, bei neu erworbenen Geräten die Geräteeinheit und das Zubehör zu überprüfen (Lieferumfang siehe Kapitel 4.1.2). Falls hier eine Abweichung auftreten sollte bitten wir Sie umgehend den Hersteller zu kontaktieren. Im Falle einer Beschädigung des Geräts kontaktieren Sie bitte umgehend den Hersteller und benutzen Sie das Gerät nicht!

5.2 Auswahl des Prüfkopfs

Typ	Frequenz	Messbereich	Temperatur
U2.0	2,0 MHz	2,0 mm..400 mm	< 60°C
U5.0	5,0 MHz	0,8 mm..300 mm	< 60°C
U5.0E	5,0 MHz	1,44 mm..200 mm I-E Modus 3,0 mm.. 25 mm E-E Modus	< 60°C
U5.0HT	5,0 MHz	3,0 mm..200 mm	< 350°C
U7.5	7,5 MHz	0,65 mm.. 50 mm	< 60°C
U10.0	10,0 MHz	0,65 mm.. 20 mm	< 60°C
U2.0	2,0 MHz	2,0 mm..400 mm	< 60°C

Der passende Prüfkopf sollte entsprechend der Dicke des Messobjekts ausgewählt werden.

Der bei der Messung eingesetzte Prüfkopf muss sich in gutem Zustand befinden, d.h. er darf keinen nennenswerten Verschleiß der Ankoppelfläche bzw. der Vorlaufstrecke aufweisen. Der in den Datenblättern des jeweiligen Prüfkopfes angegebene Messbereich (Anwendungsbereich) muss den gesamten zu prüfenden Wanddickenbereich umfassen. Die Temperatur des Messobjektes muss innerhalb des für den ausgewählten Prüfkopf zulässigen Temperaturbereiches liegen.

Prüfkopf:	Anwendung:
U5.0: (5,0 MHz)	Standardsonde MiniTest 430 Dieser Prüfkopf wird vielfältig eingesetzt, zum Beispiel bei: - flachen Messoberflächen - großen Krümmungsradien - Dicke des Messobjekts > 50 mm
U5.0E (5,0 MHz)	Standardsonde MiniTest 440 Dieser Prüfkopf kann in Verbindung mit MiniTest 440 im E-E Modus eine Messung der Wanddicke von Stahl durch eine bereits aufgetragene Beschichtung hindurch durchführen.
U2.0 (2,0 MHz)	rauen Oberflächen, z.B. Gussteilen
U5.0HT (5 MHz)	Temperaturen < 350°C
U7.5 (7,5 MHz)	dünnen Wanddicken und kleinen Krümmungsradien, Aluminium
U10.0 (10 MHz)	dünnen Wanddicken und kleinen Krümmungsradien (kleinen Geometrien), z.B. Stahlrohr min. Ø 10X1,5 mm und Ø 15X1 mm
U2.0 (2,0 MHz)	rauen Oberflächen, z.B. Gussteilen

5.3 Vorbereitung der Oberflächen des Messobjekts

Im Falle einer sehr rauen und/oder verrosteten Oberfläche führen Sie bitte vor der Messung folgende Oberflächenbehandlung durch:

1. Reinigung der Oberfläche durch Abschleifen, Polieren oder Feilen, usw., oder Einsatz eines Koppelmittels mit hoher Viskosität.
2. Benutzen Sie Koppelmittel auf der Oberfläche des Messobjektes.
3. Führen Sie mehrfache Messungen in der Nähe des Messpunktes durch.

6. Betrieb des Geräts

6.1 Einschalten des Messgeräts (MiniTest 430 / MiniTest 440)

Schließen Sie den Prüfkopf an die Gerätebuchse an und drücken Sie  um das Gerät einzuschalten. Die folgende Anzeige erscheint:



Falls der Prüfkopf nicht bereits vor Einschalten des Geräts angeschlossen wurde, erscheint auf dem Display eine Meldung: „Sonde einstecken“. Schließen Sie bitte nun den Prüfkopf an die Gerätebuchse an und warten Sie auf die Anzeige des Messstatus.



Bitte benutzen Sie in diesem Fall die Standard-Messsonde, anderenfalls arbeitet das Gerät nicht korrekt und es erscheint die Fehlermeldung „Error“.

6.2 Messwertaufnahme

Es gibt zwei Möglichkeiten, um in den Messbetrieb zu kommen:

1. Anschluss des Standard-Prüfkopfs und anschließendes Einschalten des Geräts.
2. Innerhalb des Menüs gelangen Sie durch Drücken der Taste „ESC“ zurück zum Messbetrieb.



MiniTest 430 / 440

Nach Aufsetzen des Prüfkopfes wird im Display durch das Mess-Symbol die Kopplung signalisiert. Wenn sich der Messwert stabilisiert hat, kann der Prüfkopf vom Messobjekt abgehoben werden. Durch Drücken der Taste „OK“ aus dem Messbildschirm heraus wird nun der aktuelle Messwert gespeichert.

6.3 Kalibrierung

Messfehler während der ersten Betriebsschritte können folgende drei Ursachen haben:

1. Der Prüfkopf selbst oder Temperaturabweichungen
2. Systemfehler verursacht durch fehlende Kompatibilität zwischen Gerät und Prüfkopf
3. Rechenfehler verursacht durch eine abweichende Einstellung der Schallgeschwindigkeit zu der des zu messenden Materials.

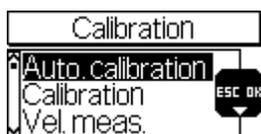
6.3.1 Möglichkeiten der Kalibrierung (MiniTest 430 / 440)

Um mögliche Fehler zu eliminieren, verfügt das Gerät über 3 Lösungsmöglichkeiten.

Drücken Sie die -Taste, anschließend drücken Sie  oder  um die entsprechende Option auszuwählen.

6.3.1.1 Automatische Kalibrierung (MiniTest 430 / 440)

Ein Benutzen unterschiedlicher sowie evtl. abgenutzter Prüfköpfe und die Umgebungstemperatur verursachen Messfehler. Um diese Fehlermöglichkeiten auszuschließen verfügt das Gerät über die Funktion „Automatische Kalibrierung“.



Hinweis!

Bitte achten Sie darauf, dass die Oberfläche des Prüfkopfs während der Kalibrierung stets sauber ist, am Prüfkopf haftende Reste des Koppelmittels oder sonstige Schmutzpartikel beeinflussen die Genauigkeit der Kalibrierung. Falls die Messtemperatur stark schwankt, wird empfohlen, diese Funktion häufiger zu nutzen um genaue Messungen zu gewährleisten.

6.3.2 Bestimmung der Schallgeschwindigkeit

Die Schallgeschwindigkeit der Messobjekte ist abhängig von dem Material. Zusätzlich kann ein Material unterschiedliche Gefügeeigenschaften aufweisen, oder mit unterschiedlichen Verarbeitungstechniken hergestellt sein und dadurch kann ein Material auch unterschiedliche Schallgeschwindigkeiten besitzen. Durch eine abweichende Schallgeschwindigkeit können Messfehler entstehen. Falls solche Fehler minimal sind, und die Messgenauigkeit nicht wesentlich beeinflussen, können diese vernachlässigt werden. Anderenfalls ist es notwendig, die exakte Schallgeschwindigkeit des Messobjekts zu ermitteln. Für diese Zwecke steht die Funktion „Schallgeschwindigkeit“ zur Verfügung.

6.3.2.1 Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit MiniTest 430 / 440

1. Wählen Sie eine Schallgeschwindigkeit aus oder stellen Sie eine Schallgeschwindigkeit ein, die der Schallgeschwindigkeit des Materials am nächsten kommt.
2. Wählen Sie ein Prüfstück, dessen Dicke ähnlich der des Messobjekts ist und messen die tatsächliche Dicke mit Hilfe anderer Messmethoden z.B. Messschieber oder Messschraube.
3. Messen Sie nun die Prüfstücke mit dem Gerät MiniTest 430 / 440 aus, um einen Messwert zu erhalten.
4. Drücken Sie die zunächst -Taste und anschließend die Tasten  oder  um die Schallgeschwindigkeit zu ändern.
5. Passen Sie die Schallgeschwindigkeit so an, dass die angezeigte Materialdicke der ausgemessenen Dicken des Musters entspricht.
6. Wiederholen Sie die Messung an dem Muster und überprüfen die Abweichung zwischen dem gemessenen und dem tatsächlichen Wert. Wenn sich diese beiden Werte entsprechen, ist diese Schallgeschwindigkeit exakt die des Materials.

6.3.3 Prüfkopf Kalibrierung (MiniTest 430 / 440)

Für Messfehler, die durch die Auswechslung des Prüfkopfs und andere Faktoren entstanden sind und die nicht durch die Funktion „Automatische Kalibrierung“ behoben werden können.

(Bitte stellen Sie sicher, dass der Fehler nicht durch die Einstellung einer falschen Schallgeschwindigkeit verursacht wurde.)

In diesen Fällen wird der Fehler/Systemfehler durch die Prüfkopf Kalibrierung („Probe calibration“) eliminiert. Dazu führen Sie bitte folgende Schritte durch:

1. Stellen Sie die Schallgeschwindigkeit auf 5920 m/s ein.
2. Messen Sie die Dicke des Testblocks aus dem Lieferumfang. Dabei sollte ein Messwert von $4,00 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$ gemessen werden. Falls der Messwert größer oder kleiner als dieser Wert ist, drücken Sie zunächst die -Taste und anschließend die Tasten  oder  und wählen Sie „Prüfkopf Kalibrierung“ und drücken „OK“
3. Drücken Sie  oder  um den gemessenen Wert zu justieren und stellen diesen auf 4,00 mm ein. Durch Drücken der Taste „OK“ bestätigen Sie die Eingabe, durch Drücken der Taste „ESC“ gelangen Sie zum Messbetrieb.

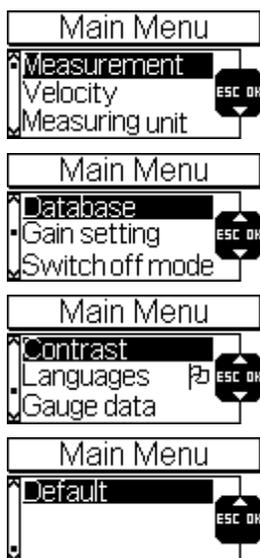
6.4 Menüanzeige und Bedienung

Drücken Sie  um in das Menü zu gelangen und drücken  oder  um eine Auswahlmöglichkeit zu wählen.

Durch Drücken der Taste „OK“ gelangen Sie zu der Auswahl.

Durch Drücken der Taster „ESC“ verlassen Sie das Menü und gelangen zum Messbetrieb.

MiniTest 430 / 440



6.4.1 Messmodus

6.4.1.1 Messmodus (MiniTest 430)

Es stehen fünf Messmodi zur Verfügung, der Anwender kann die verschiedenen Messmodi entsprechend seiner Anforderungen und dem Messumfeld wählen.

Standard-Modus: zeigt den aktuellen Wert, erfüllt Standard-Messanforderungen

Minimum-Modus: während der Messung wird der dünnste Punkt der jeweiligen Messstelle angezeigt. Dieser Modus ist geeignet, um gekrümmte Flächen zu messen oder den dünnsten Punkt zu bestimmen, z.B. bei der Dickenmessung von Pipelines.

Hinweis!: Diese Funktion wird nicht empfohlen zur Messung von Gusseisen oder Aluminiumlegierungen.

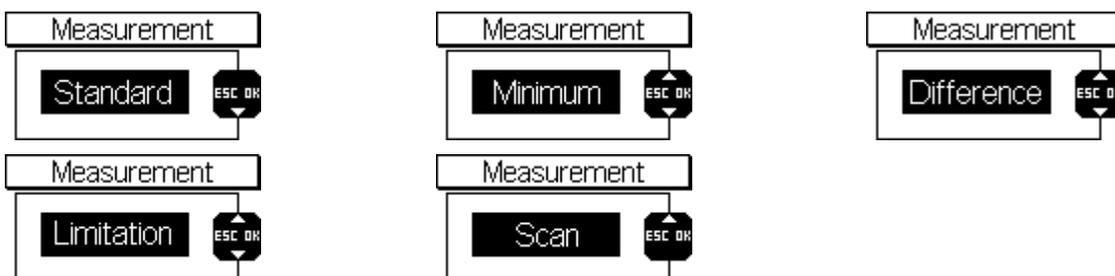
Differenz-Modus: zeigt den exakten Differenzwert zwischen dem Messwert und dem durch den Anwender voreingestellten Referenzwert. Dieser Modus ist geeignet zur Qualitätsprüfung, um die Produkte zu identifizieren, deren Dicke innerhalb des zulässigen Toleranzbereiches liegt.

Alarm-Modus (Limitation): Sobald ein Messwert einen vorher eingestellten, oberen oder unteren, Grenzwert über- bzw. unterschreitet erfolgt ein optischer Hinweis. Dieser Modus wird in der Praxis häufiger genutzt als der Differenz-Modus.

Dies ermöglicht eine schnellere und wirksamere Überprüfung und macht ein konstantes Überwachen der angezeigten Messwerte überflüssig.

Scan-Modus (Hochleistungsmodus): Dieser Modus wird u.a. empfohlen für Hochtemperaturmessungen.

Im Menü werden die Messmodi wie folgt angezeigt:



6.4.1.2 Messmodus (MiniTest 440)

Es stehen 2 unterschiedliche Betriebsmodi zur Verfügung, der Impuls-Echo Modus (I-E) und der Echo-Echo Modus (E-E). Im I-E Modus stehen alle Prüfköpfe zur Verfügung. Im E-E Modus steht ausschließlich der Prüfkopf U5.0E zur Verfügung, um Wanddickenmessungen durch eine bereits aufgetragene Schicht hindurch durchzuführen.

6.4.1.2.1 Impuls-Echo Modus

Im Impuls-Echo Modus (I-E) stehen fünf Messmodi zur Verfügung, der Anwender kann die verschiedenen Messmodi entsprechend seiner Anforderungen und dem Messumfeld wählen.

Standard-Modus: zeigt den aktuellen Wert, erfüllt Standard-Messanforderungen

Minimum-Modus: während der Messung wird der dünnste Punkt des jeweiligen Messpunktes angezeigt. Dieser Modus ist geeignet, um gekrümmte Flächen zu messen oder den dünnsten Punkt zu bestimmen, z.B. bei der Dickenmessung von Pipelines.

Hinweis! Diese Funktion wird nicht empfohlen zur Messung von Gusseisen oder Legierungen.

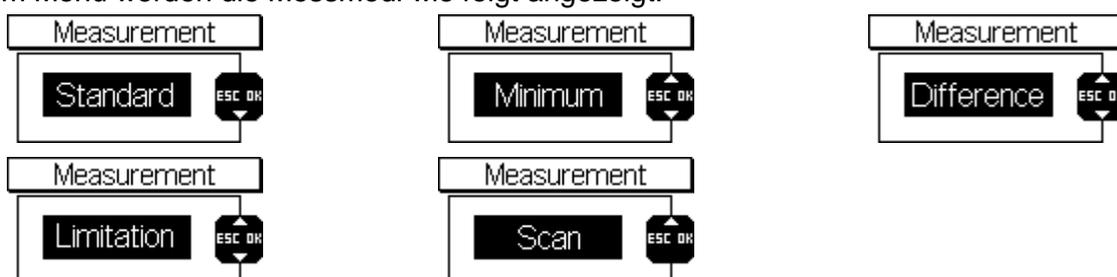
Differenz-Modus: zeigt den exakten Differenzwert zwischen dem Messwert und dem durch den Anwender voreingestellten Referenzwert. Dieser Modus ist geeignet zur Qualitätsprüfung, um die Produkte zu identifizieren, deren Dicke innerhalb des zulässigen Toleranzbereiches liegt.

Alarm-Modus (Limitation): Sobald ein Messwert einen vorher eingestellten, oberen oder unteren, Grenzwert über- bzw. unterschreitet, erfolgt ein optischer Hinweis. Dieser Modus wird in der Praxis häufiger genutzt als der Differenz-Modus.

Dies ermöglicht eine schnellere und wirksamere Überprüfung und macht ein konstantes Überwachen der angezeigten Messwerte überflüssig.

Scan-Modus: Dieser Modus wird empfohlen für Hochtemperaturmessungen.

Im Menü werden die Messmodi wie folgt angezeigt:



6.4.1.3.2 Echo-Echo-Modus

Die Echo-Echo Option (E-E) ermöglicht die Messung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rückwandechos. Dies ermöglicht die Messung der tatsächlichen Wanddicken durch eine Beschichtung hindurch. Die Dicke der Beschichtung kann bis zu 1 mm betragen.

Hinweis! Für diese Funktion steht ausschließlich der Prüfkopf U5.0E zur Verfügung!

6.4.2 Schallgeschwindigkeit des Geräts

Die Schallgeschwindigkeit spielt bei den Messungen eine wichtige Rolle. Unterschiedliche Materialien haben unterschiedliche Schallgeschwindigkeiten. Falsch ausgewählte Schallgeschwindigkeiten verursachen fehlerhafte Messergebnisse.

Zur Auswahl der Schallgeschwindigkeit des Materials gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, die Materialauswahl und die Einstellung der Schallgeschwindigkeit.



6.4.2.1 Materialauswahl

Falls das Material und dessen Schallgeschwindigkeit bekannt sind, kann der Anwender eine Schallgeschwindigkeit auswählen, die der des Materials des zu prüfenden Objekts näherungsweise entspricht. Diese Option ermöglicht die Auswahl zwischen 9 voreingestellten Schallgeschwindigkeiten.

Hinweis!

Diese 9 Werte stellen die theoretischen Werte für das ausgewählte Material dar. Falls genauere Messungen durchgeführt werden sollen, verweisen wir an dieser Stelle auf die Funktion „Schallgeschwindigkeit“ unter Punkt 6.4.2.2, mit der die exakte Schallgeschwindigkeit des Materials eingestellt wird.



Die 9 Materialien sind: Aluminium, Titan, Stahl, Edelstahl, Glas, Kupfer, Messing, Polystyren und Nylon.

6.4.2.2 Einstellen der Schallgeschwindigkeit

Falls die voreinstellbaren 9 Materialien für den Anwendungsfall nicht ausreichen, wählen Sie bitte eine korrekte Schallgeschwindigkeit aus der Tabelle im Anhang.

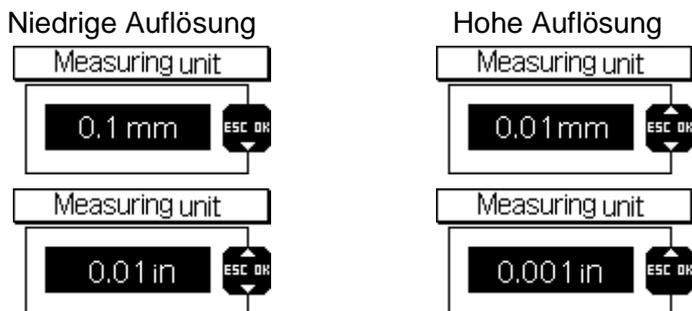
Hinweis!

Um zu noch exakteren Ergebnissen zu kommen, verweisen wir an dieser Stelle auf die Funktion unter Punkt 6.3.2.1 „Bestimmung der Schallgeschwindigkeit“.



6.4.3 Maßeinheit

Der Anwender kann die angezeigte Genauigkeit sowie die Maßeinheit auswählen. Bei Auswahl der hohen Auflösung der Genauigkeit, sollte die Oberfläche des Messobjekts möglichst eben sein, um präzise Messergebnisse zu erhalten.



Hinweis!

Bei Auswahl der Prüfköpfe U5.0HT und UT2.0, empfehlen wir die Einstellung 0,1 mm bzw. 0,01 in.

6.4.4. Datenspeicher (MiniTest 430 / 440)

MiniTest 430 und MiniTest 440 verfügen über einen Datenspeicher für bis zu 10 Messreihen mit jeweils maximal 500 Messwerten, so dass insgesamt bis zu 5000 Messwerte gespeichert werden können. Jede Messreihe beinhaltet folgende Daten: Messwerte, Prüfkopf, Schallgeschwindigkeit und der ausgewählte Messmodus.

Jede Messreihe kann ausgewählt oder gelöscht werden.



6.4.4.1 Einrichtung von Messreihen (MiniTest 430 / 440)

Mit dieser Funktion kann der Anwender eine Messreihe entsprechend der aktuellen Bedürfnisse auswählen. Sobald eine Messreihe ausgewählt wird, wird diese zur aktiven Messreihe, in der die Messwerte gespeichert werden.

Die folgende Abbildung zeigt eine ausgewählte Messreihe, in der jedoch noch keine Messwerte gespeichert sind:



Die folgende Abbildung zeigt eine ausgewählte Messreihe, in der bereits Messwerte gespeichert sind:

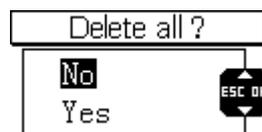


Hinweis!

Falls eine Messreihe mit bereits gespeicherten Messwerten ausgewählt ist und der Anwender wechselt anschließend den Prüfkopf oder den Messmodus um dann weitere Messergebnisse zu speichern, gibt das Gerät die Meldung: „Batch wechseln“. Dies bedeutet der Anwender muss eine andere Messreihe auswählen, die vorher ausgewählte Messreihe steht in diesem Fall nicht zur Verfügung.

6.4.4.2 Löschen von Messreihen (MiniTest 430 / 440)

Diese Funktion kann dazu genutzt werden, Messreihen zu löschen. Zunächst erfolgt eine Auswahl der Messreihe die gelöscht werden soll, anschließend erfolgt die Bestätigung der Löschung.



Hinweis!

Bei der Löschung einer Messreihe werden sämtliche Daten innerhalb dieser Messreihe gelöscht. Daher sollten die ungültigen Daten vor der Löschung überprüft werden, oder eine Datensicherung auf dem PC erfolgen.

6.4.5 Empfindlichkeit

In der Messumgebung können sowohl unterschiedliche Materialien als auch unterschiedliche Materialzusammensetzungen Einflüsse auf die Genauigkeit und Stabilität der Messergebnisse haben. Daher sollten die Einstellungen des Geräts auf die unterschiedlichen Messobjekte und unterschiedlichen Messumgebungen angepasst werden, um den unterschiedlichen Messaufgaben gerecht zu werden.

Für viele Materialien und Messbedingungen kann der automatische Empfindlichkeitsabgleich genutzt werden, aber für Spezialmessungen ist eine Anpassung der Geräteeinstellung erforderlich. Das Gerät bietet eine Auswahl zwischen vier unterschiedliche Empfindlichkeiten: automatisch, niedrig, mittel und hoch.

Automatisch (auto): für den Einsatz unterschiedlicher Sonden, erfüllt nahezu alle Messanforderungen

Niedrig (low): geeignet bei hoher Streuung und Materialien mit geringer Dämpfung wie z.B. Aluminium

Mittel (medium): geeignet für viele Messungen

Hoch (high): geeignet für Materialien mit hoher Dämpfung



6.4.6 Automatische Abschaltfunktion

MiniTest 430 / 440 verfügt über drei Auswahlmöglichkeiten für die automatische Abschaltung:

1. automatische Abschaltung nach 2 Minuten ohne Einsatz des Geräts.
2. automatische Abschaltung nach 5 Minuten ohne Einsatz des Geräts
3. Dauerbetrieb: automatische Abschaltung ist deaktiviert

Hinweis!

Bitte achten Sie bei der Auswahl Dauerbetrieb darauf, das Gerät manuell auszuschalten um Strom zu sparen.

6.4.7 Kontrast

Insgesamt stehen 6 Kontrast-Stufen zur Verfügung.

6.4.8 Sprache

Momentan stehen zwei Sprachen zur Auswahl: Deutsch und Englisch.
Es ist geplant, weitere Sprachen implementieren.

6.4.9 Gerätedaten

Mit Hilfe dieser Funktion kann der Anwender die folgenden Gerätedaten abrufen:

1. Version der Geräteeinheit
2. Seriennummer der Geräteeinheit
3. Typ Prüfkopf
4. Seriennummer des Prüfkopfs
5. Softwareversion des Geräts

6.4.10 Standardeinstellung

Im Falle von ungeklärten Störungen oder bei irrtümlich vorgenommenen Einstellungen, wird das Gerät mit dieser Funktion wieder auf die ursprüngliche Werkseinstellung zurückgesetzt.

6.5 Datenverarbeitung (MiniTest 430 /440)

Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten der Datenverarbeitung, der zuvor gespeicherten

Messwerte/Daten. Drücken Sie hierzu die  -Taste. Nun stehen zwei Optionen zur Wahl:

1. Daten lesen: Nach Auswahl der entsprechenden Datei erscheinen die gespeicherten Daten sofort auf der Geräteanzeige.
2. Datenausgabe: Übertragung der gespeicherten Daten an einen PC durch die USB-Schnittstelle.

Hinweis!

Zur detaillierten Beschreibung der Datenübertragung auf einen PC durch die USB-Schnittstelle verweisen wir auf die Beschreibung auf der beiliegenden CD.

6.6 Messwerte speichern (MiniTest 430 / 440)

Sobald die Messreihe ausgewählt ist, können die Messwerte wie folgt im Gerät gespeichert werden:

1. Stellen Sie sicher dass die Messung korrekt durchgeführt wurde.
2. Nach Abheben des Prüfkopfes wird durch das Drücken der Taste „OK“ der aktuelle Messwert gespeichert.

7. Messtechnologie

7.1 Messmethoden

Das Gerät ermöglicht verschiedene Messmethoden.

1. Einpunkt-Messmethode:

Messen Sie einen beliebigen Punkt des Messobjekts mit Hilfe des Prüfkopfs. Die Materialdicke dieses Punktes wird als Messwert angezeigt.

2. Zweipunkt-Messmethode:

Führen Sie zwei Messungen an einem Punkt der Oberfläche durch, bei der zweiten Messung sollte die Trennschicht des Prüfkopfs um 90° gedreht werden. Das Minimum ist der korrekte Dickenwert.

3. Mehrpunkt-Messmethode:

Führen Sie mehrere Messungen in einem Umkreis von ca. 30 mm Durchmesser durch. Der kleinste gemessene Wert ist der Dickenwert.

4. Kontinuierlicher Messmodus:

Wenden Sie die Einpunkt-Messmethode an und nehmen Sie die Messwerte kontinuierlich auf der vorgesehenen Strecke im Abstand von weniger als 5 mm auf. Der kleinste gemessene Wert stellt die Dicke des Messobjekts dar.

7.2 Messmethode zur Messung von Rohren

Während der Messung halten Sie die akustische Trennschicht der Sonde im rechten Winkel oder parallel zu der Achsenlinie des Rohres. Für Rohre mit großem Durchmesser, sollte die Zwischenschicht des Prüfkopfs im rechten Winkel zur der Achsenlinie geführt werden. Für Rohre mit kleinem Durchmesser sollte beides, sowohl eine rechtwinklige, als auch eine parallele Führung der Trennschicht durchgeführt werden. Der Minimum-Wert gilt hierbei als korrekter Dickenwert an dieser Messstelle.



senkrecht parallel

8. Wartung und Vorsichtsmaßnahmen

8.1 Prüfung der Stromversorgung

Eine niedrige Batteriespannung wird durch das Batteriesymbol angezeigt. Wechseln Sie in diesem Fall die Batterien sofort aus, da sonst die Messgenauigkeit beeinflusst werden kann. Die Hintergrundbeleuchtung schaltet sich bei zu schwacher Batterieladung automatisch ab, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Nehmen Sie Ersatzbatterien mit, wenn Sie vor Ort Messungen durchführen.

Hinweis!

Falls das Gerät eine längere Zeit nicht benutzt wird, entnehmen Sie bitte die Batterien um ein Auslaufen und damit eine eventuelle Beschädigung des Geräts zu vermeiden.

8.2 Vorsichtsmaßnahmen

8.2.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Bitte vermeiden Sie starke Vibrationen des Geräts. Ebenso ist eine Lagerung in Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit nicht ratsam. Beim Wechsel der Prüfköpfe achten Sie bitte darauf, den Stecker an der Hülse zu halten, um eine Beschädigung der Kabelseele zu vermeiden.

8.2.2 Vorsichtsmaßnahmen während der Messung

1. Nach Aufsetzen des Prüfkopfes wird im Display durch das Mess-Symbol (Pos.5) die Kopplung signalisiert. Wenn sich der Messwert stabilisiert hat, kann der Prüfkopf vom Messobjekt abgehoben werden.
2. Bitte führen sie den Prüfkopf sofort nach vollendeter Messung von der Oberfläche weg, da es beim Absetzen der Sonde zu Fehlern kommen kann, falls sich größere Mengen Koppelmittel auf der Oberfläche des Messobjekts befinden.
3. Ein abgenutzter Prüfkopf führt zu instabilen, fehlerhaften Messwerten. Bitte ersetzen Sie in diesem Fall den Prüfkopf.

9. Anhang

Typische Schallgeschwindigkeiten verschiedener Werkstoffe (Longitudinalwelle)

Material	Schallgeschwindigkeit		Material	Schallgeschwindigkeit	
	in/ μ s	m/s		in/ μ s	m/s
Aluminiumoxid	0,390	9900	Nickel	0,220	5600
Aluminium	0,250	6300	Nylon, 6.6	0,100	2600
Beryllium	0,510	12900	Öl (SAE 30)	0,067	1700
Blei	0,085	2200	Platin	0,130	3300
Borcarbid	0,430	11000	Plexiglas	0,110	1700
Cadmium	0,110	2800	Polystyrol	0,0930	2400
Eis	0,160	4000	Polyethylen	0,070	1900
Eisen	0,230	5900	Polyurethan	0,0700	1900
Glycerin	0,075	1900	Quarz	0,230	5800
Gold	0,130	3200	Quecksilber	0,057	1400
Gummi, Butyl	0,070	1800	Silber	0,140	3600
Gusseisen	0,180	4600	Stahl, handelsüblich	0,233	5920
Inconel	0,220	5700	Stahl, rostfrei	0,228	5800
Kronglas	0,210	5300	Teflon	0,060	1400
Kupfer	0,180	4700	Titan	0,240	6100
Luft	0,013	330	Uran	0,130	3400
Magnesium	0,230	5800	Wasser	0,584	1480
Messing	0,170	4300	Wolfram	0,200	5200
Molybdän	0,250	6300	Zinn	0,130	3300
Monel	0,210	5400	Zink	0,170	4200
Neopren	0,063	1600			

Tatsächliche Schallgeschwindigkeiten hängen von der genauen Zusammensetzung, Temperatur und Verarbeitung des Werkstoffes ab und können besonders bei Metall-Legierungen und Kunststoffen innerhalb weiter Bereiche schwanken, alle Angaben sind daher Näherungswerte.

10. Sicherheitshinweise

Der sichere Betrieb des Gerätes ist grundsätzlich gewährleistet, wenn die Hinweise in dieser Betriebsanleitung und am Gerät beachtet werden.

- Zu Installationsarbeiten: Netz- und Spannungsversorgungen in Systemen stets ausschalten!

	<p>Zubehör und Akku Verwenden Sie nur zugelassenes Zubehör und zugelassene Akkus. Schließen Sie ausschließlich kompatible Produkte an.</p>
	<p>Anschluss an andere Geräte Wenn Sie dieses Gerät an ein anderes Gerät anschließen, lesen Sie dessen Bedienungsanleitung, um detaillierte Sicherheitshinweise zu erhalten. Schließen Sie ausschließlich Originalzubehör an.</p>
	<p>Wasserdichtigkeit Das Messgerät ist nicht wasserdicht. Bewahren Sie dieses trocken auf.</p>
	<p>Nicht in explosionsgefährdeter Umgebung verwenden</p>
	<p>In medizinischen Einrichtungen vor der Benutzung Gefährdung klären</p>
	<p>Qualifizierter Kundendienst Nur qualifiziertes Kundendienstpersonal darf das Messgerät reparieren.</p>

- Verwenden Sie nur Originalersatz- und Zubehörteile!

11. Konformitätserklärung

Wir erklären, dass die Geräte MiniTest 430 / 440 die Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie 89/336/EWG, in Deutschland umgesetzt durch das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) vom 9.11.1992, einhält.

12. Service-Adressen

Die Geräte MiniTest 430 / 440 werden unter Verwendung von hochwertigen Komponenten nach modernsten Methoden gefertigt. Sorgfältige Zwischenkontrollen und ein nach DIN EN ISO 9001 zertifiziertes Qualitätsmanagement sorgen für eine optimale Ausführungsqualität des Gerätes.

Sollten Sie dennoch eine Störung an Ihrem Gerät feststellen, benachrichtigen Sie Ihren zuständigen ElektroPhysik-Service unter Angabe der Fehler und ihrer Beschreibung.

Bewahren Sie für eventuelle Reparaturen, die nicht an Ort und Stelle durchgeführt werden können, die Versandverpackung auf.

Haben Sie spezielle Fragen zum Einsatz, Gebrauch, Betrieb und zu Spezifikationen der Geräte, wenden Sie sich bitte an Ihre örtliche Vertretung von ElektroPhysik oder direkt an:

Deutschland

ElektroPhysik
Dr. Steingroever GmbH & Co. KG
Pasteurstr. 15

50735 Köln

Tel.: +49 221 75204-0
Fax: +49 221 75204-69
E-Mail: info@elektrophysik.com

13. Änderungs-Historie

In diesem Kapitel sind aktuelle Änderungen oder Ergänzungen beschrieben, falls diese vorliegen.

Ansonsten bleibt dieses Kapitel leer