



# Sauter GmbH

Ziegelei 1  
D-72336 Balingen  
E-Mail: [info@kern-sohn.com](mailto:info@kern-sohn.com)

Tel.: +49-[0]7433- 9933-0  
Fax: +49-[0]7433-9933-149  
Internet: [www.sauter.eu](http://www.sauter.eu)

## Bedienungsanleitung Multi-Modus Ultraschall Materialdickenmessgerät

### SAUTER TN-EE

Version 2.0  
04/2020  
DE



PROFESSIONAL MEASURING

TN\_EE-BA-d-2020



# SAUTER TN-EE

V. 2.0 04/2020

## Bedienungsanleitung Multi-Modus Ultraschall Materialdickenmessgerät

---

---

Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb eines Multi-Modus Materialdickenmessgerätes von SAUTER. Wir wünschen Ihnen viel Freude an Ihrem Qualitätsmessgerät mit hohem Funktionsumfang. Für Fragen, Wünsche oder Anregungen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

### Inhaltsverzeichnis:

<b>1.</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
1.1	Technische Daten.....	3
1.2	Hauptfunktionen.....	3
1.3	Messprinzip.....	4
1.4	Konfiguration.....	4
<b>2.</b>	<b>Bedienfeld- und Displayaufbau</b> .....	<b>5</b>
2.1	Erklärung der Tastensymbole.....	6
<b>3.</b>	<b>Vorbereitung zur Inbetriebnahme</b> .....	<b>6</b>
3.1	Auswahl des Schallgebers.....	6
3.2	Bedingungen und Vorbereitungen für Oberflächen.....	8
<b>4.</b>	<b>Arbeitsweise</b> .....	<b>8</b>
4.1	Ein- und Ausschalten.....	8
4.2	Wahl des Messmodus.....	9
4.3	Nullkalibrierung.....	9
4.4	Kalibrierung der Schallgeschwindigkeit.....	10
4.5	Messungen durchführen.....	12
4.6	Scan-Modus (Ultraschallbild- Modus).....	13
4.7	Die Auflösung ändern.....	13
4.8	Die Einheiten wechseln.....	13
4.9	Speichermanagement.....	14
4.10	EL Hintergrundbeleuchtung.....	15
4.11	Batterieinformation.....	15
4.12	Automatische Abschaltung.....	15
4.13	Grundeinstellung des Systems herstellen (Reset).....	15
4.14	Verbindung zum Computer.....	15
<b>5.</b>	<b>Wartung</b> .....	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>Transport und Aufbewahrung</b> .....	<b>16</b>

## 1. Allgemeines

Das Model TN-EE ist ein universelles Ultraschall-Materialdickenmessgerät. Das Gerät funktioniert nach demselben Messprinzip wie SONAR-Messgeräte und dient zur Dickenmessung unterschiedlicher Stoffe mit einer Messgenauigkeit von bis zu 0,1/0,01mm.

Durch einfaches Umschalten vom Betriebsmodus 'Pulse-Echo' auf 'Echo-Echo' (Nichtbeachtung von Lackschichten bzw. von anderen Schichten) ist das Ultraschallmessgerät TN 60-0.01EE universell einsetzbar.

### 1.1 Technische Daten

	TN 30-0.01EE	TN 60-0.01EE
<b>Display</b>	4,5 Zoll LCD-Display mit Hintergrundbeleuchtung	
<b>Messbereich (Pulse-Echo)</b>	0,65~600mm (Stahl)	
<b>Messbereich (Echo-Echo)</b>	3~30mm	3~60mm
<b>Schallgeschwindigkeit</b>	1000~9999m/s	
<b>Auflösung</b>	0,1mm/0,01mm Genauigkeit: $\pm 0,5$ % Dicke +0,01mm,	
<b>Speicher</b>	von bis zu 20 Dateien (bis 99 Messwerte je Datei) mit gespeicherten Messwerten	
<b>Spannungsversorgung</b>	2x 1,5V AA Batterien	
<b>Kommunikation</b>	USB 1.1	
<b>Umgebungstemperatur</b>	-20°C - 60°C	
<b>max. Luftfeuchtigkeit</b>	$\leq 90\%$	
<b>Abmessungen</b>	150x74x32mm	
<b>Gewicht</b>	245g	

### 1.2 Hauptfunktionen

1. Universelle Einsatzbarkeit: Betrieb im Modus 'Pulse-Echo' und 'Echo-Echo'
2. Möglichkeit der Dickenmessung verschiedener Stoffe, wie Metall, Kunststoff, Keramik, Verbundwerkstoffe, Epoxidharze, Glas und andere Stoffe mit guter Ultraschalleitfähigkeit
3. Sonderanwendungen mit verschiedenen Wandlern möglich, darunter Dickenmessung von grobkörnigen Materialien und bei hoher Temperatur
4. Funktionen Sensor Zero, Kalibrierung der Schallgeschwindigkeit
5. Funktion Zweipunkt-Kalibrierung
6. Einpunkt-Modus und Scan-Modus. Die Messergebnisse werden siebenfach pro Sekunde im Einpunkt-Modus und sechzehnfach pro Sekunde im Scan-Modus abgefragt.
7. Das Dickenmessgerät verfügt über Statusanzeige für Kopplungsverbindung
8. Messeinheit: metrisch/Zoll.
9. Batterieanzeige zur Angabe der verbleibenden Batterielebensdauer
10. Automatische Standby- und Abschaltfunktion zur Batterieschonung
11. Software zur Verarbeitung gespeicherter Messdaten mit dem Rechner

### 1.3 Messprinzip

Das digitale Ultraschall Materialdickenmessgerät misst die Dicke eines Teils oder einer Struktur, indem es die Zeit exakt misst, die für einen kurzen Ultraschallimpuls gebraucht wird, von einem Schallgeber gesteuert, um durch die Dicke eines Materials zu dringen, anschließend von der Rückseite oder der Innenfläche reflektiert zu werden und zum Schallgeber zurückgeschickt zu werden.

Diese gemessene Zwei- Wege Übertragungszeit wird durch 2 dividiert, (die den Hin- und Rückweg darstellt), und dann mit der Schallgeschwindigkeit des entsprechenden Materials multipliziert. Das Ergebnis wird mit der folgenden Formel ausgedrückt:

$$H = \frac{v \times t}{2}$$

H = Materialdicke des Testobjekts

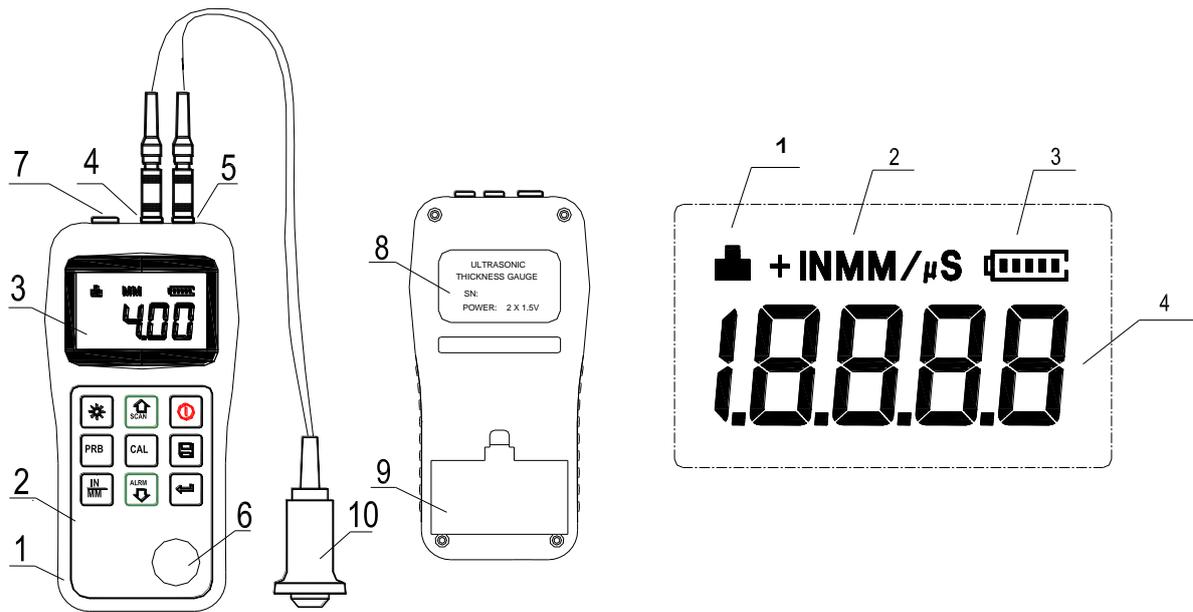
V = Schallgeschwindigkeit des entsprechenden Materials

t = die gemessene Transit- Zeit für des Schalls

### 1.4 Konfiguration

	Nr	Element	Anzahl	Bemerkung
<b>Standardkonfiguration</b>	1	Geräte- Hauptkörper	1	
	2	Sensor P5EE, 5 MHz, Ø 10 mm	1	
	3	Kopplungsmittel	1	
	4	Messgerättasche	1	
	5	Bedienungsanleitung	1	
	6	Alkalibatterien	2	AA
<b>Optionale Konfiguration</b>	7	Software zur Datenspeicherung (ATU-04)	1	
	8	Sensor 2,5 MHz, Ø 14 mm: ATU-US01	1	Nur im Puls-Echo Modus
	9	Sensor 7 MHz, Ø 6 mm: ATU-US02	1	Nur im Puls-Echo Modus
	10	Sensor 5 MHz, Ø 10 mm: ATU-US09	1	Nur im Puls-Echo Modus
	11	Sensor 5 MHz, Ø 10 mm: ATU-US10, mit 90° Winkel	1	Nur im Puls-Echo Modus

## 2. Bedienfeld- und Displayaufbau



- 1 Gerätehauptteil
- 2 Tastenfeld
- 3 LCD-Display
- 4 Impulsgeberbuchse
- 5 Strahlungsempfängerbuchse
- 6 Nullplatte
- 7 PC- Anschlussbuchse
- 8 Label (auf der Rückseite)
- 9 Batterieabdeckung
- 10 US- Messsonde

### Erklärung:

1. **Verkoppelungsstatus:** zeigt den Verkoppelungsstatus an; Während Messungen getätigt werden, muss dieses Symbol erscheinen. Wenn dies nicht der Fall ist, hat das Gerät Probleme, stabile Messungen zu erlangen und es ist sehr wahrscheinlich, dass Abweichungen auftreten.
2. **Einheit:** mm oder Inch für die Materialstärke m/s oder in/ $\mu$  s für die Schallgeschwindigkeit
3. **Batterieanzeige:** zeigt die Restkapazität der Batterien an
4. **Information zum Display:** Es ist der ermittelte Materialstärkewert und die Schallgeschwindigkeit abzulesen und weist auf den laufenden Arbeitsgang hin.

## 2.1 Erklärung der Tastensymbole

	Ein/- Ausschalten		Kalibrierung Schallgeschwindigkeit
	Hintergrund- Beleuchtg. Ein/ Aus		Entertaste
	Taste für Nulleinstellung		Plus; Scan Modus Ein/ Aus
	Taste zum Wechseln der Einheiten		Minus; Wechsel zw. Pulse-Echo u. Echo-Echo Modus
	Daten speichern o. löschen		

## 3. Vorbereitung zur Inbetriebnahme

### 3.1 Auswahl des Schallgebers

Mit diesem Gerät können eine Vielzahl von Materialien gemessen werden, angefangen von verschiedenen Metallen über Glas und Plastik. Für diese unterschiedlichen Materialarten benötigt man daher verschiedene Schallgeber, d.h. US- Messköpfe. Der korrekte Schallgeber ist ausschlaggebend für den verlässlichen Messerfolg. Die folgenden Abschnitte erläutern die wichtigen Eigenschaften der Schallgeber und was beachtet werden sollte, wenn ein Schallgeber für ein bestimmtes Prüfobjekt ausgewählt wird.

Verallgemeinert bedeutet das, der beste Schallgeber für ein Prüfobjekt sollte ausreichende Ultraschallenergie in das zu messende Material senden, sodass ein starkes, stabiles Echo im Instrument ankommt. Bestimmte Faktoren beeinflussen die Stärke des Ultraschalls, während er übertragen wird.

Diese sind im Folgenden nachzulesen:

Die anfängliche Signalstärke: Je stärker ein Signal von Anfang an ist, desto stärker wird auch das zurückkehrende Echo sein. Die anfängliche Signalstärke ist hauptsächlich ein Faktor der Größe des Ultraschallmitters im Schallgeber. Eine stark aussendende Fläche wird mehr Energie in das Material abgeben als eine schwache. Folglich sendet ein sogenannter „1/2 Inch“ US-Messsonde ein stärkeres Signal aus als ein „1/4 Inch“ US- Messsonde.

Aufnahmevermögen und Streuung: Wenn der Ultraschall durch irgendein Material fließt, wird er teilweise absorbiert. Bei Materialien mit körniger Struktur streuen sich die Schallwellen. Beide dieser Einflüsse verringern die Stärke der Schallwellen und somit die Fähigkeit des Geräts, das zurückkehrende Echo zu erkennen bzw. auf-zunehmen. Schallwellen mit höherer Frequenz werden mehr „verschluckt“ als solche niedriger Frequenzen.

So könnte es scheinen, es wäre in jedem Fall besser, einen Messsonde mit niedriger Frequenz zu benutzen, aber diese sind weniger ausrichtbar (gebündelt) als solche mit hohen Frequenzen. Folglich wäre ein Schallgeber mit hoher Frequenz die bessere Wahl, um kleine Vertiefungen oder Unreinheiten im Material festzustellen.

Geometrie des Schallgebers: Die physikalischen Grenzen des Messumfelds entscheiden manchmal über die Tauglichkeit des Schallgebers für ein bestimmtes Testobjekt. Manche Schallgeber sind einfach zu groß, um in einem fest vorgegebenen Umfeld benutzt zu werden. Wenn die verfügbare Oberfläche für den Kontakt mit dem Schallgeber eingeschränkt ist, benötigt man einen Schallgeber mit einer kleinen Kontaktfläche.

Misst man eine gewölbte Oberfläche, beispielsweise eine Antriebszylinderwandung, muss auch die Kontaktfläche des Schallgebers dieser angeglichen sein.

Temperatur des Materials: Wird auf außergewöhnlich heißen Oberflächen gemessen, werden Hochtemperaturschallgeber benutzt. Diese sind so gebaut, dass sie, ohne Schaden zu erleiden, für spezielle Materialien und Techniken, unter hohen Temperaturen eingesetzt werden können. Zusätzlich muss bei einer „Null-Kalibrierung“ oder „Kalibrierung bei bekannter Materialstärke“ mit einem Hochtemperaturschallgeber achtgegeben werden.

Die Auswahl des geeigneten Schallgebers ist oft ein Kompromiss zwischen verschiedenen Einflüssen und Eigenschaften. Manchmal ist es notwendig, mehrere Schallgeber auszuprobieren, bis man schließlich den geeignetsten für das entsprechende Testobjekt findet.

Der Schallgeber ist das „Endstück“ des Messgeräts.

Er sendet und empfängt Ultraschallwellen, welche das Gerät benutzt, um die Materialstärke des zu untersuchenden Materials zu messen. Der Schallgeber ist mit dem Messgerät durch ein Adapterkabel und zwei gleichachsigen Anschlüssen verbunden. Wenn Schallgeber benutzt werden, ist das Einstecken der Anschlüsse einfach: entweder passt der Stecker in die Buchse oder in das Gerät selbst.

Der Schallgeber muss korrekt eingesetzt werden, um akkurate, verlässliche Messergebnisse zu erlangen.

Im Folgenden wird ein solcher kurz beschrieben, gefolgt von einer Gebrauchsanleitung.



Die obere Abbildung stellt die Unteransicht eines typischen Schallgebers dar. Die zwei Halbkreise sind sichtbar, in der Mitte sichtbar geteilt. Einer der Halbkreise leitet den Ultraschall in das zu messende Material und der andere leitet das Echo zurück zum Schallgeber. Wird der Schallgeber auf dem zu messenden Material platziert, befindet er sich direkt unter dem Zentrum der Stelle, deren Stärke gemessen werden soll.

Das untere Bild zeigt die Draufsicht eines Schallgebers.

Es wird mit dem Daumen oder dem Zeigefinger von oben auf den Schallgeber gedrückt, um ihn genau platziert zu halten. Es ist nur ein mäßiges Andrücken erforderlich, da seine Oberfläche nur eben auf dem zu messenden Material positioniert werden muss.

Modell	Frequenz MHz	Φ mm	Messbereich	Untergrenze	Bemerkung
P5EE	5	10	P-E: 0,65~600 mm E-E: 3~30/60 mm	Φ20 mm×3,0 mm	Standard- messung

### 3.2 Bedingungen und Vorbereitungen für Oberflächen

Bei jeglicher Art von Ultraschallmessung ist die Beschaffenheit und Rauigkeit der zu messenden Oberfläche von höchster Bedeutung. Raue, unebene Oberflächen können das Durchdringen der Ultraschallwellen durch das Material einschränken und es resultieren instabile, unkorrekte Messergebnisse. Die zu messende Oberfläche sollte sauber und frei von irgendwelchen Substanzen, Rost oder Grünspan sein. Wenn dies der Fall ist, kann der Schallgeber nicht sauber auf der Oberfläche platziert werden. Oft ist eine Drahtbürste oder ein Schaber hilfreich, die Oberfläche zu säubern. In extremen Fällen können Bandschleifmaschinen oder dergleichen benutzt werden. Dabei muss aber ein Ausfugen der Oberfläche vermieden werden, welche eine saubere Platzierung des Schallgebers verhindert. Extrem raue Oberflächen wie das kieselartige Gusseisen lassen sich nur sehr schwer messen. Diese Arten von Oberflächen verhalten sich wie, wenn Licht auf Milchglas strahlt, der Strahl wird gestreut und in alle Richtungen geschickt. Zusätzlich tragen raue Oberflächen zu einer erheblichen Abnutzung der Schallgeber bei, besonders in Situationen, in denen er über die Oberfläche „geschrubbt“ wird.

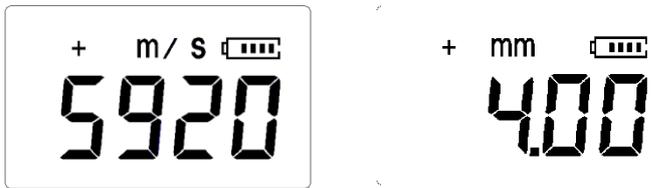
Sie sollten daher in einem bestimmten Abstand überprüft werden, v. a. bei ersten Anzeichen von Unebenheiten an der Kontaktfläche. Wenn dieser auf der einen Seite mehr als auf der anderen abgenutzt ist, können die Schallwellen nicht länger senkrecht durch die Materialoberfläche des Testobjekts dringen. In diesem Fall können kleine Unregelmäßigkeiten im Material nur schwierig gemessen werden, da der Schallstrahl nicht mehr genau unter dem Schallgeber liegt.

## 4. Arbeitsweise

### 4.1 Ein- und Ausschalten

Das Gerät wird durch das Drücken der Taste  eingeschaltet. Nach dem Einschalten wird zuerst ein Kurztest des Displays durchgeführt, indem alle Anzeigesegmente

eingeschaltet werden. Nach 1s werden die aktuelle Einstellung der Schallgeschwindigkeit sowie gegebenenfalls Messbereitschaft angezeigt.



Um das Gerät auszuschalten, ist erneut die Taste  zu drücken. Dank dem eingebauten Gerätspeicher bleiben sämtliche Einstellungen dauerhaft erhalten, selbst bei der Abschaltung der Stromversorgung. Das Gerät ist auch mit einer automatischen Abschaltfunktion ausgestattet, um die Batterien zu schonen. Wird das Gerät 5 Minuten lang nicht mehr betätigt, so erfolgt die automatische Abschaltung.

#### 4.2 Wahl des Messmodus

Es kommt oft vor, dass beim Einsatz draußen die Dicke von Rohren bzw. Behältern gemessen werden soll. Vor der Messung muss gewöhnlich die Lackschicht bzw. etwaige andere Schicht entfernt werden. Anderenfalls ist der gewisse Fehler, bedingt durch die Dicke der jeweiligen Schicht sowie durch die Schallgeschwindigkeit, mit zu berücksichtigen.

Beim Ultraschall-Dickenmessgerät TN-EE kommt dieser Messfehler nicht vor, denn es verfügt über einen dazu entwickelten Messmodus 'Echo-Echo'. Die Wahl des entsprechenden Modus ist sehr einfach und erfolgt durch einen Tastendruck. Danach ist die Entfernung von Lackschicht bzw. von etwaiger anderer Schicht nicht mehr erforderlich.

Um das Gerät vom Messmodus 'Pulse-Echo' auf 'Echo-Echo' umzuschalten, ist lediglich die Taste  zu drücken.

#### 4.3 Nullkalibrierung

**Wichtig! Die Funktion der Nullkalibrierung ist ausschließlich im Messmodus 'Pulse-Echo' zugänglich.**

Um die Nullstellung durchzuführen, ist die Taste  zu betätigen. Dies geschieht fast auf dieselbe Weise, wie ein mechanisches Mikrometer nullkalibriert wird. Wenn das Gerät nicht korrekt nullkalibriert wird, werden alle ausgeführten Messungen durch diesen falschen Basiswert unkorrekt ausfallen. Wenn das Messgerät nullkalibriert wird, wird ein festgelegter Fehlerwert gemessen und automatisch bei allen darauffolgenden Messungen korrigiert. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

1. Der Schallgeber wird am Messgerät eingesteckt. Es muss geprüft werden, ob alle Steckverbindungen auch einwandfrei sind. Die Auflagefläche des Schallgebers sollte sauber und frei von jeglichen Fremdkörpern sein.
2. Die  Taste ist zu betätigen, um in den Null-Modus zu gelangen.

3. Mit den Tasten  und  wird der Schallgeber angewählt, welcher aktuell in Einsatz ist. Bitte vergewissern Sie sich, dass der richtige Schallgeber angewählt wurde, denn sonst kann es zu Messabweichungen kommen.
4. Es wird nun ein einziger Tropfen des Ultraschall- Kontaktgels auf die Oberseite der runden Metallplatte auf dem Instrument gegeben.
5. Der Ultraschall-Messkopf ist auf die Metallplatte aufzudrücken und zwar so, dass er eben auf der Oberfläche aufliegt.
6. Dann wird der Schallgeber von der Metallplatte abgehoben.

Zu diesem Zeitpunkt hat das Gerät den internen Fehlerfaktor erfolgreich berechnet und wird diesen bei allen darauffolgenden Messungen kompensieren. Wird eine Nullkalibrierung am Messgerät durchgeführt, wird dieses stets die Schallgeschwindigkeit der eingebauten Nullplatte im Gerät benutzen, sogar wenn ein anderer Schallgeschwindigkeitswert eingegeben wurde, um aktuelle Messungen zu tätigen. Obwohl das Gerät die zuletzt durchgeführte Nullkalibrierung beibehält, ist es generell anzuraten, diese nochmals durchzuführen, wenn man das Messgerät wieder einschaltet. Dies gilt insbesondere, sobald ein anderer Schallgeber benutzt wird. Damit geht man sicher, dass das Gerät stets korrekt nullkalibriert wurde.

Mit Drücken der Taste  wird die aktuelle Nullkalibrierung unterbrochen und man kehrt wieder in den Messmodus zurück.

#### 4.4 Kalibrierung der Schallgeschwindigkeit

Um exakte Messungen tätigen zu können, muss dieses auf die Schallgeschwindigkeit des entsprechenden Materials eingestellt werden. Verschiedene Materialien haben verschiedene eigene Schallgeschwindigkeiten. Wird dies nicht getan, werden alle Messungen mit einem bestimmten Prozentsatz fehlerhaft ausfallen.

Die **Einpunkt- Kalibrierung** ist die einfachste und gebräuchlichste Vorgehensweise für Kalibrierungen, welche die Linearität über große Reichweiten (Messbereiche) optimiert. Die **Zweipunkt- Kalibrierung** erlaubt eine höhere Genauigkeit bei kleinerer Reichweite, indem die Nulleinstellung und die Schallgeschwindigkeit ausgerechnet werden.

**Anmerkung:** Bei **Einpunkt- und Zweipunkt- Kalibrierungen** müssen vorab Farbe oder Beschichtung entfernt werden. Bleibt dies aus, wird das Kalibrierergebnis aus einer Art „Multimaterial- Schallgeschwindigkeiten“ bestehen und mit Sicherheit nicht die des tatsächlich zu messenden Materials besitzen.

##### 4.4.1 Kalibrierung bei bekannter Materialstärke

Anmerkung: Diese Vorgehensweise erfordert eine Materialprobe des Materials, welches gemessen werden soll, dessen exakte Materialstärke, die z. B. auf irgendeine Art vorher gemessen wurde.

1. Die Nulleinstellung wird gemacht.
2. Das Mustermaterial wird mit Kopplungsgel versehen.
3. Der US- Messsonde wird auf das Materialstück gedrückt, wobei sicher zu gehen ist, dass er eben auf der Oberfläche aufliegt. Auf dem Display ist nun

ein Materialstärkenwert abzulesen und das Verkoppelungssymbol sollte erscheinen.

4. Sobald ein stabiler Ablesewert erreicht ist, wird der US-Messsonde wieder abgehoben. Wenn daraufhin die eben festgestellte Materialstärke von dem Wert, welcher während der Verkoppelung bestand, abweicht, muss Schritt 3) wiederholt werden.
5. Die Taste  wird gedrückt und somit der Kalibrier- Modus aktiviert. Das MM (oder IN) Symbol sollte zu blinken beginnen.
6. Mit den Tasten  und  kann nun die erforderliche Materialstärke (die des Materialmusters) angepasst werden.
7. Die Taste  wird erneut gedrückt und das M/S (bzw. IN/  $\mu$ S) sollte zu blinken beginnen. Auf dem Display ist nun der zuvor, anhand der Materialstärke berechnete Schallgeschwindigkeitswert abzulesen.
8. Zum Verlassen des Kalibriermodus wird die  Taste gedrückt und so in den Messmodus zurückgekehrt. Ab jetzt können Messungen getätigt werden.

#### 4.4.2 Kalibrierung bei bekannter Schallgeschwindigkeit

Anmerkung: Bei dieser Vorgehensweise muss die Schallgeschwindigkeit des zu messenden Materials bekannt sein.

1. Mit der Taste  wird der Kalibrierungs- Modus aktiviert. Das MM (oder IN) Symbol sollte zu blinken beginnen.
2. Diese Taste wird wiederholt gedrückt, sodass das Symbol M/S (bzw. IN/  $\mu$ S) ebenso aufblinkt.
3. Mit den Tasten  und  wird der Schallgeschwindigkeitswert nach oben oder unten verändert, bis er dem der Schallgeschwindigkeit des zu messenden Materials entspricht. Es kann ebenso mit der Taste  zwischen den vorgegebenen, allgemein gebräuchlichen Schallgeschwindigkeiten geschaltet werden.
4. Zum Verlassen des Kalibriermodus wird die  Taste gedrückt. Ab jetzt können Messungen getätigt werden.

Um ein möglichst genaues Messergebnis zu erzielen, wird allgemein empfohlen, das Messgerät mit einer Materialprobe bekannter Materialstärke zu kalibrieren.

Die Materialzusammensetzung an sich (und so die Schallgeschwindigkeit) variiert oft vom einen zum anderen Hersteller. Die Kalibrierung mit einer Materialprobe bekannter Materialstärke versichert, dass das Messgerät so exakt wie möglich auf das zu messende Material eingestellt wurde.

#### 4.4.3 Zweipunkt- Kalibrierung

Diese Vorgehensweise setzt voraus, dass der Anwender zwei bekannte Materialstärkenpunkte des Testmaterials hat und diese repräsentativ für den Messbereich sind.

1. Die Nulleinstellung wird vorgenommen
2. Es wird Verkoppelungsmittel auf das Materialmuster gegeben.

3. Der US- Messsonde wird darauf platziert, (auf dem ersten bzw. zweiten Kalibrierpunkt) und es wird die korrekte Position des US- Messkopfes auf dem Materialmuster überprüft. Auf dem Display sollte nun ein (wahrscheinlich unkorrekter) Messwert angezeigt werden und das Verkoppelungssymbol sollte erscheinen.
4. Sobald ein stabiler Messwert erreicht ist, wird der Schallgeber abgehoben. Wenn das Ableseergebnis sich von dem unterscheidet, als der Schallgeber noch verkoppelt war, muss Schritt 3 wiederholt werden.
5. Die Taste  wird gedrückt und das M/S (bzw. IN/  $\mu$ S) sollte zu blinken beginnen.
6. Mit den Tasten  und  kann nun die erforderliche Materialstärke am Display korrigiert werden, bis sie der des Materialmusters entspricht.
7. Die Taste  wird betätigt und auf dem Display erscheint 1OF2. Die Schritte 3) bis 6) werden nun für den zweiten Kalibrierungspunkt wiederholt.
8. Die  Taste wird gedrückt sodass das M/S (bzw. IN/  $\mu$ S) zu blinken beginnt. Das Gerät zeigt jetzt den Schallgeschwindigkeitswert an, den es aufgrund des Materialstärkewerts, der bei Schritt 6) eingegeben wurde, berechnet hat.
9. Mit nochmaligem Betätigen der  Taste wird der Kalibrierungs- Modus verlassen. Es kann nun mit dem Messen im vorprogrammierten Messbereich begonnen werden.

#### 4.5 Messungen durchführen

Das Messgerät speichert immer den zuletzt gemessenen Wert, bis ein neuer Wert hinzukommt.

Damit der Schallgeber einwandfrei funktioniert, dürfen keine Luftbrücken zwischen seiner Kontaktfläche und der Oberfläche des zu messenden Materials bestehen. Dies wird mit dem Ultraschallgel, dem „Verkoppelungsmittel“ erreicht. Diese Flüssigkeit „verkoppelt“ oder überträgt die Ultraschallwellen vom Schallgeber ins Material und wieder zurück. Vor der Messung sollte also ein wenig Koppelungsmittel auf die zu messende Materialoberfläche gegeben werden. Schon ein einziger Tropfen ist ausreichend.

Danach wird der US- Messsonde vorsichtig fest auf die Materialoberfläche gepresst. Das Verkoppelungssymbol und eine Zahl erscheinen im Display. Wenn das Gerät „sauber eingestellt“ und die korrekte Schallgeschwindigkeit ermittelt wurde, zeigt die Zahl im Display die aktuelle Materialstärke, direkt unter dem Schallgeber gemessen, an.

Falls die Verkoppelungsanzeige nicht erscheint oder die Zahl auf dem Display fraglich ist, muss zuerst überprüft werden, ob sich ausreichend Verkoppelungsmittel an der Stelle unter dem US- Messsonde befindet und ob dieser flach auf das Material gesetzt wurde. Manchmal ist es erforderlich, einen anderen Schallgeber für das entsprechende Material auszuprobieren (Durchmesser oder Frequenz).

Während der US- Messsonde in Kontakt zu dem zu messenden Material steht, werden pro Sekunde vier Messungen getätigt. Wird er von der Oberfläche abgehoben, bleibt auf dem Display die letzte Messung bestehen.

**Anmerkung:** Manchmal wird ein dünner Film des Verkoppelungsmittels zwischen dem US- Messsonde und der Materialoberfläche mitgezogen, wenn der Messsonde abgehoben wird. In diesem Fall ist es möglich, dass eine Messung durch diesen Film gemacht wird, die dann größer oder kleiner ausfällt als sie sollte. Dies ist offensichtlich, denn wenn die eine Messung getätigt wird, während der US- Messsonde noch platziert ist und die andere, wenn er gerade abgehoben wurde. Dazu kommt, dass bei Materialien mit dicker Farbe oder Beschichtung stattdessen eher diese als das beabsichtigte Material gemessen werden. Die Verantwortlichkeit für eine saubere Benutzung des Messgerätes im Zusammenhang mit dem Erkennen dieser Phänomene bleibt letztlich dem Benutzer vorenthalten.

#### **4.6 Scan-Modus (Ultraschallbild- Modus)**

Während das Gerät sich in Einzelpunktmessungen hervorragend auszeichnet, ist es manchmal erstrebenswert, eine größere Fläche zu untersuchen, um nach der dünnsten Stelle zu suchen. Dieses Gerät besitzt eine Scan- Modus Ausstattung, mit der genau das möglich ist.

Bei normaler Arbeitsweise werden pro Sekunde vier Messungen getätigt, was bei Einzelmessungen sehr angebracht ist. Im Scan- Modus sind dies zehn Messungen pro Sekunde und die Ableseergebnisse werden auf dem Display angezeigt. Während der Schallgeber mit dem zu messenden Material in Kontakt ist, sucht das Gerät automatisch nach dem kleinsten Messwert. Der Schallgeber kann über die Oberfläche „geschrubbt“ werden, denn kurze Unterbrechungen des Signals werden ignoriert. Bei Unterbrechungen, die länger als zwei Sekunden dauern, wird der kleinste gefundene Messwert angezeigt. Wird der Schallgeber abgehoben, wird ebenso der kleinste gefundene Messwert angezeigt.

Wenn der Scan- Modus ausgeschaltet wird, wird der Einzelpunkt- Messmodus automatisch eingeschaltet.

Der Scan- Modus ist wie folgt auszuschalten:

Die Taste  wird betätigt, um diesen ein- bzw. auszuschalten. Auf dem Bildschirm erscheint der aktuelle Zustand des Scan- Modus.

#### **4.7 Die Auflösung ändern**

Die Geräte der Serie TN\_EE haben zwei wählbare Bildschirmauflösungen, und zwar 0,1mm und 0,01mm.

Wird nach dem Einschalten die Taste  gedrückt, kann die für Auflösung zwischen „hoch“ (high) und „niedrig“ (low) entschieden werden.

#### **4.8 Die Einheiten wechseln**

Ausgehend vom Messmodus kann die Einheit gewechselt werden, indem die Taste  gedrückt wird und zwischen mm (metrisch) und Inch (engl.) gewählt werden kann.

## 4.9 Speichermanagement

### 4.9.1 Einen Ablesewert speichern

Die Messwerte können mit 20 Dateien (F00-F19) im Gerät gespeichert werden. Für jede Datei gibt es mindestens 100 Register (Materialstärkewerte), die gespeichert werden können. Wenn die Taste  gedrückt wird, nachdem ein neuer Ablesewert erscheint, wird die gemessene Materialstärke in der aktuellen, laufenden Datei gespeichert. Soll die Datei gewechselt werden, in der die Messwerte gespeichert werden, ist wie folgt vorzugehen:

1. Mit der Taste  wird die Datensammelfunktion aktiviert und der laufende Dateiname sowie die Gesamtzahl aller Datensätze der Datei sind abzulesen.
2. Mit der Taste  und  wird die gewünschte Datei als die aktuelle festgelegt.
3. Mit der Taste  kann dieses Programm jederzeit verlassen werden.

### 4.9.2 Den Inhalt einer speziellen Datei löschen

Es kann ebenso der Inhalt einer Datei vollständig gelöscht werden, welches dem Anwender ermöglicht, eine neue Liste von Messungen unter der Speicherstelle L00 anzulegen. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

1. Mit der Taste  wird die Messdatenerfassungsfunktion aktiviert und der laufende Dateiname sowie die Gesamtzahl aller Datensätze der Datei ist abzulesen.
2. Mit der Taste  und  kann in der Datei hin- und hergeblättert werden, bis die entsprechende Datei gefunden worden ist.
3. Bei der gewünschten Datei wird die Taste  betätigt und der Inhalt wird automatisch gelöscht. Auf dem Display erscheint das Symbol „-DEL“.
4. Mit der Taste  kann das Messdatenerfassungs-Programm jederzeit verlassen und in den Messmodus zurückgekehrt werden.

### 4.9.3 Eintragen/ Löschen gespeicherter Datensätze

Diese Funktion erlaubt dem Anwender, einen Datensatz in einer gewünschten, vorher gespeicherten, Datei, einzutragen bzw. zu löschen. Folgende Schritte sind zu tun:

1. Mit der Taste  wird die Messdatenerfassungsfunktion aktiviert und der laufende Dateiname sowie die Gesamtzahl aller Datensätze der Datei ist abzulesen.
2. Mit der Taste  und  wird die gewünschte Datei hervorgesucht.
3. Mit der Taste  wird die gewünschte Datei geöffnet und auf dem Display erscheint der laufende Datensatz (z.B. L012) und der Inhalt dessen.
4. Mit der Taste  und  wird der gewünschte Datensatz hervorgesucht.
5. An der gewünschten Stelle wird die  Taste gedrückt. Dieser wird nun automatisch gelöscht und auf dem Display erscheint „-DEL“.
6. Mit der Taste  kann dieses Programm jederzeit verlassen und in den Messmodus zurückgekehrt werden.

#### **4.10 EL Hintergrundbeleuchtung**

Hiermit lässt es sich auch in dunklem Umfeld arbeiten. Mit der Taste  wird die Hintergrundbeleuchtung aktiviert und deaktiviert, sobald das Messgerät eingeschaltet wurde. Da das EL- Licht viel Strom verbraucht, sollte es nur bei Bedarf eingeschaltet werden.

#### **4.11 Batterieinformation**

Es werden zwei AA Alkaline Batterien als Energiequelle benötigt. Nach mehreren Stunden Gebrauch der Batterien erscheint auf dem Display das Symbol . Je größer der schwarze Anteil im Symbol, desto voller ist der Akku noch. Wenn die Batteriekapazität erschöpft ist, erscheint folgendes Symbol  und beginnt zu blinken. Jetzt sollten die Batterien gewechselt werden.

Beim Wechsel muss unbedingt auf die Polarität achtgegeben werden.

Wird das Gerät für einen längeren Zeitraum nicht benutzt, sollten die Batterien entnommen werden.

#### **4.12 Automatische Abschaltung**

Das Gerät besitzt eine automatische Abschaltfunktion zur Schonung der Batterien. Wird länger als 5 Minuten keine Taste betätigt, schaltet es automatisch ab.

Es schaltet ebenso ab, wenn zu wenig Batteriespannung besteht und der Akku nahezu erschöpft ist.

#### **4.13 Grundeinstellung des Systems herstellen (Reset)**

Die Taste  wird während des Einschaltens gedrückt, um die Fabrikeinstellungen herzustellen. Alle Speicherdaten werden hiermit auch gelöscht. Diese Vorgehensweise kann hilfreich sein, wenn die Kenngröße im Messgerät unbrauchbar geworden ist.

#### **4.14 Verbindung zum Computer**

Das Gerät ist mit einem USB-Anschluss ausgestattet. Mit einem zusätzlichen Kabel kann das Gerät mit dem Rechner bzw. mit einem externen Speichermedium verbunden werden. Die im Messgerät abgespeicherten Messdaten können an den Rechner über den USB-Anschluss übertragen werden. Detaillierte Informationen über die Kommunikationssoftware und deren Anwendung sind der betreffenden Software-Bedienungsanleitung zu entnehmen.

### **5. Wartung**

Falls an Ihrem US- Materialdickenmessgerät irgendwelche außergewöhnlichen Probleme auftauchen, sollte daran bitte nichts auf eigene Verantwortung repariert, ausgetauscht oder abmontiert werden. Bitte kontaktieren Sie uns in solch einem Fall per E-Mail oder telefonisch, um die weitere Vorgehensweise mit dem Service zu besprechen. Die Wartung wird dann von uns schnellstmöglich durchgeführt.

## 6. Transport und Aufbewahrung

Das Messgerät darf keinen Vibrationen, starken magnetischen Feldern, zersetzendem Medium oder Staub ausgesetzt sein und keinen groben Umgang erfahren. Es sollte bei normaler Temperatur aufbewahrt werden.

### Anhang A Bemerkungen zur Anwendung

#### Das Messen von Rohren und Schlauchmaterial

Wird ein Stück Rohr gemessen, um die Stärke der Rohrwand festzustellen, ist die Positionierung des Schallgebers wichtig. Ist der Durchmesser des Rohres größer als 4 Inch, sollte die Position des Schallgebers auf dem Rohr derart sein, dass der Einschnitt auf der Kontaktfläche senkrecht (perpendikulär) zu der langen Achse des Rohres verläuft.

Bei kleineren Rohrdurchmessern sollten zwei Messungen auf derselben Stelle durchgeführt werden, und zwar eine mit dem Einschnitt auf der Kontaktfläche senkrecht zur langen Achse und die andere parallel zu dieser. Der kleinere Messwert dieser beiden Messungen wird dann als der exakte Messwert dieser Stelle genommen.



Perpendicular

Parallel

#### Das Messen beschichteter Materialien

Beschichtete Materialien sind etwas Besonderes, da ihre Dichte (und deshalb auch Schallgeschwindigkeit) von einem zum anderen Stück beträchtlich variieren kann.

Selbst durch eine einzige Oberfläche können merkliche Unterschiede in der Schallgeschwindigkeit festgestellt werden. Die einzige Möglichkeit, zu einem genauen Messergebnis zu kommen, ist, zuvor eine Kalibrierung auf einem Materialmuster bekannter Materialstärke durchzuführen. Dieses sollte idealer Weise aus demselben Stück wie das zu messende Material sein, zumindest von derselben Fertigungsreihe. Mit Hilfe der „Vorab- Kalibrierung“ werden die Abweichungen auf ein Minimum reduziert.

Ein zusätzlich wichtiger Faktor beim Messen von beschichteten Materialien ist, dass jegliche eingeschlossene Luftlücke eine vorzeitige Reflexion des Ultraschallstrahls bewirkt. Dies wird in einer plötzlichen Abnahme der Materialstärke bemerkbar. Während dies einerseits die exakte Messung der gesamten Materialstärke verhindert, wird der Anwender positiverweise auf Luftlücken in der Beschichtung hingewiesen.

#### Messung über Lackschichten bzw. über etwaige andere Schichten

Die Möglichkeit der Messung über Lackschicht bzw. über etwaige andere Schichten ist eine außergewöhnliche Funktion des Gerätes. Sie ist auch sehr wichtig, denn die Geschwindigkeit der Schallausbreitung in der Lackschicht/in anderer Schicht von der Geschwindigkeit der Schallausbreitung im jeweiligen Stoff, für welchen die Messung der Dicke zu erfolgen hat, abweicht. Ein gutes Beispiel dafür ist ein Rohr aus Weichstahl mit einer Schicht von ca. 0,6 mm Dicke. Die Geschwindigkeit der Schallausbreitung für das Rohr beträgt 5920 m/s, und für die Lackschicht 2300 m/s.

Wird das Messgerät auf die Messung der Dicke eines Rohres aus Weichstahl eingestellt und dann die Messung über beide Stoffe durchgeführt, so wird die Schichtendicke aufgrund der Unterschiede in der Geschwindigkeit der Schallausbreitung 2,5-mal größer als tatsächlich sein. Solch ein Fehler kann vermieden werden, indem man den Messmodus 'Echo-Echo' wählt, der zur Messung unter solchen Umständen bestimmt ist. In diesem Messmodus wird die Dicke der Lackschicht/etwaiger anderen Schicht völlig außer Acht gelassen und die Messung konzentriert sich ausschließlich auf Stahl.

### **Materialeignung**

Ultraschall- Materialstärkenmessungen basieren darauf, dass ein Schall durch das zu messende Material geschickt wird. Nicht alle Materialien sind dafür geeignet. Die Ultraschallmessung kann praktisch für eine Vielzahl von Materialien angewandt werden einschließlich Metalle, Plastik und Glas. Schwierige Materialien sind manche Gussmaterialien, Beton, Holz, Fiberglas und manche Gummiarten.

### **Koppelungsmittel**

Alle Ultraschallanwendungen erfordern ein Medium, um den Schall vom Schallgeber zum Testmaterial zu übertragen. Typischerweise ist dies ein sehr zähflüssiges Mittel. Der Ultraschall kann nicht effizient durch Luft übertragen werden.

Es wird eine Vielzahl von Koppelungsmitteln benutzt. Für die meisten Anwendungen ist Propylen Glycol zu verwenden. Bei schwierigen Anwendungen wird Glycerin empfohlen, da hier eine maximale Schallübertragungs- stärke gefordert ist. Jedoch kann Glycerin bei einigen Metallen Korrosion durch Wasseraufnahme entstehen.

Andere Koppelungsmittel für Messungen bei normalen Temperaturen können Wasser, verschiedene Öle oder Fette, Gels und Silikonflüssigkeiten enthalten. Messungen bei hohen Temperaturen erfordern spezielle Hochtemperatur- Koppelungsmittel.

Bezeichnend bei der Ultraschallmessung ist, dass das Gerät eher das zweite als das erste Echo von der hinteren Oberfläche des zu messenden Materials benutzt, wenn es sich im Standard Pulse- Echomodus befindet. Dies resultiert in einem Ableseergebnis, das **zweimal** so groß ist, wie es sein sollte.

Die Verantwortlichkeit für eine angemessene Benutzung des Messgerätes und das Erkennen dieser Phänomene liegen ausschließlich beim Anwender selbst.

Anmerkung:

Um in die CE Erklärung einsehen zu können, klicken Sie bitte auf folgenden Link:

<https://www.kern-sohn.com/shop/de/DOWNLOADS/>