



# 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 Ultraschall Materialdickenmessgerät

### SAUTER TN-US

Version 2.0  
02/2020  
DE



PROFESSIONAL MEASURING

TN\_US-BA-d-2020



---

---

# SAUTER TN-US

V. 2.0 02/2020

## Bedienungsanleitung Materialdickenmessgerät

Ultraschall

---

---

Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb eines Ultraschall 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>Allgemeine Übersicht .....</b>	<b>4</b>
1.1	Technische Daten .....	4
1.2	Allgemeine Funktionen .....	5
1.3	Messprinzip .....	5
1.4	Ausstattung .....	6
<b>2.</b>	<b>Konstruktionsmerkmale .....</b>	<b>7</b>
2.1	Digitales Display .....	7
2.2	Beschreibung des Bedienfeldes .....	8
<b>3.</b>	<b>Vorbereitung zur Inbetriebnahme .....</b>	<b>8</b>
3.1	Auswahl des Schallgebers .....	8
3.2	Bedingungen und Vorbereitungen für Oberflächen .....	10
<b>4.</b>	<b>Arbeitsweise .....</b>	<b>11</b>
4.1	Ein- u. Ausschalten .....	11
4.2	Schallgeber Einstellung (Nulleinstellung) .....	11
4.3	Schallgeschwindigkeit .....	12
4.4	Messungen werden getätigt .....	14
4.5	Der Ultraschallbild- Modus ( Scan- Modus) .....	15
4.6	Die Auflösung ändern .....	15
4.7	Die Einheiten wechseln .....	15
4.8	Speichermanagement .....	16
4.9	„Beep“- Modus .....	17
4.10	EL Hintergrundbeleuchtung .....	17
4.11	Batterieinformation .....	17
4.12	Automatische Abschaltung .....	17
4.13	Grundeinstellung des Systems (Reset) .....	17
4.14	Verbindung zum PC .....	17
<b>5.</b>	<b>Wartung .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>Schallgeschwindigkeiten .....</b>	<b>18</b>
<b>7.</b>	<b>Das Messen von Rohren und Schlauchmaterial .....</b>	<b>18</b>
<b>8.</b>	<b>Das Messen heißer Oberflächen .....</b>	<b>19</b>
<b>9.</b>	<b>Das Messen beschichteter Materialien .....</b>	<b>19</b>

<b>10. Materialeignung .....</b>	<b>20</b>
<b>11. Koppelungsmittel.....</b>	<b>20</b>

# 1. Allgemeine Übersicht

Das TN-US ist ein digitales Ultraschall-Materialdickenmessgerät. Er basiert auf dem gleichen Funktionsprinzip wie der SONAR. Das TN-US kann die Dicke eines breiten Spektrums von Materialien mit einer Messgenauigkeit von bis zu 0,1 mm bzw. 0,01 mm messen. Er kann für eine Vielzahl von harten und homogenen Materialien verwendet werden.

## 1.1 Technische Daten

	TN 80- 0.01US	TN 80- 0.1US	TN 230- 0.01US	TN 230- 0.1US	TN 300- 0.01US	TN 300- 0.1US
<b>Display</b>	4,5 Zoll LCD-Display mit Hintergrundbeleuchtung					
<b>Messbereich</b>	0,75~80mm		1,2~230mm		3~300mm	
<b>Schallgeschwindigkeit</b>	1000~9999m/s					
<b>Auflösung</b>	0,01mm	0,1mm	0,01mm	0,1mm	0,01mm	0,1mm
<b>Messunsicherheit</b>	±0,5% +0,04mm					
<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	NA	USB	NA	USB	NA
<b>Umgebungstemperatur</b>	-20°C - 60°C					
<b>max. Luftfeuchtigkeit</b>	≤ 90%					
<b>Maße</b>	150x74x32mm					
<b>Gewicht</b>	245g					

## 1.2 Allgemeine Funktionen

Es können mit einer weiten Palette von Materialien Messungen getätigt werden, einschließlich Metallen, Plastik, Keramik, Verbundwerkstoffe, Epoxid, Glas und andere Ultraschallwellen leitende Materialien.

Für spezielle Anwendungen sind bestimmte Schallgebermodelle erhältlich, vor allem für grobkörnige Materialien und Hochtemperaturanwendungen.

- Nulleinstellung sowie Schallgeschwindigkeits-Kalibrierungsfunktion.
- Zweipunkt- Kalibrierungsfunktion
- zwei Arbeitsmethoden: Einzelpunktmodus und Ultraschallbild- Modus (Scan-Modus)
- Koppelungsstatusanzeige zeigt den Koppelungsstatus an.
- Die Batterieinformation zeigt die Restkapazität der Batterie an.
- „Auto Sleep“ und „Auto Power off“ Funktion zur Batterieschonung.
- Software für TN xx0.01 US auf Wunsch erhältlich, USB Anschluss um Speicherdaten auf den PC zu übertragen.

## 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

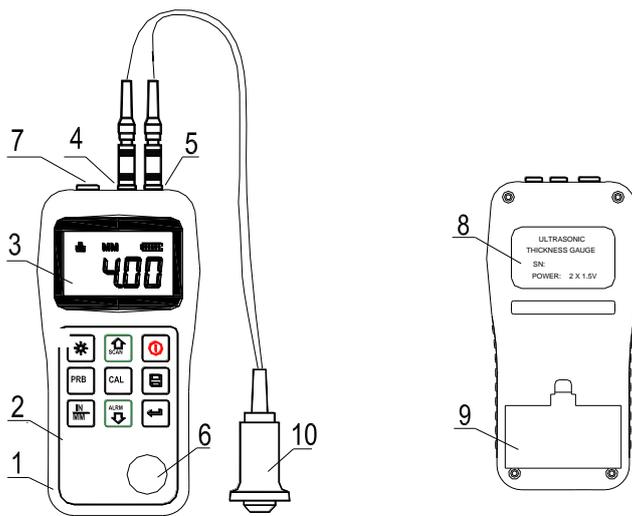
v = Schallgeschwindigkeit des entsprechenden Materials

t = die gemessene Transit- Zeit für des Schalls

## 1.4 Ausstattung

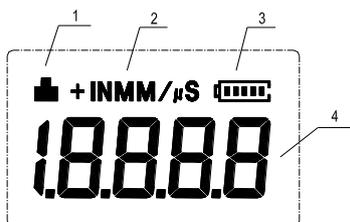
	Nr.	Bezeichnung	Menge	Notiz
<b>Standard Ausstatt ung</b>	1	Hauptkörper	1	
	2	Ultraschallsonde	1	modellabhängig
	3	Kopplungsmittel	1	
	4	Transportkoffer	1	
	5	Bedienungsanleitung	1	
	6	Alkaline Batterie	2	Gr. AA
<b>Optional es Zubehör / Nachbe- stellung</b>	7	Ultraschallsonde ATU-US 01	1	
	8	Ultraschallsonde ATU-US 02	1	
	9	Ultraschallsonde ATB-US 02	1	
	10	Ultraschallsonde ATU-US 10 90° Winkel	1	
	11	Ultraschallsonde ATU-US09	1	
	12	Ultraschallsonde ATB-US01	1	
	13	Data Pro Software ATU-04	1	für PC nur bei Modellen TN xx 0.01 US
	14	Plug-In Software AFI-1.0	1	
	15	USB Komm.kabel FL-A01	1	
	16	Ultraschallkontaktgel ATB-US03	1	

## 2. Konstruktionsmerkmale



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

### 2.1 Digitales Display



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/μ 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.

## 2.2 Beschreibung des Bedienfeldes

	Ein/- Ausschalten		Kalibrierung Schallgeschwindigkeit
	Hintergrund- Beleuchtung Ein/ Aus		Entertaste
	Taste f. Nullstellung		Plus; US- Modus Ein/ Aus
	Taste zum Wechseln der Einheiten		Minus; Beep-Modus Ein/ Aus
	Daten speichern oder löschen		

## 3. Vorbereitung zur Inbetriebnahme

### 3.1 Auswahl des Schallgebers

Mit diesem Gerät kann 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 Arbeitsobjekt ausgewählt wird. Verallgemeinert bedeutet das, der beste Schallgeber für ein Arbeitsobjekt 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 niederer Frequenzen.

So könnte es scheinen, es wäre in jedem Fall besser, eine Messsonde mit niederer 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	Freq MHZ	Ø mm	Messbereich	Untere Grenze	Beschreibung
ATU- US 01	2,5	14	3.0mm~300.0mm (Stahl) 40mm (graues Gusseisen HT200)	20mm	Für dicke, hoch dämpfende o. hoch streuende Materialien
ATU- US 09	5	10	1.2mm~230.0mm (Stahl)	Φ20mm×3.0mm	Normale Messung
ATU- US 10	5	10	1.2mm~230.0mm (Stahl)	Φ20mm×3.0mm	Normale Messung, 90°Winkel
ATU- US 02	7	6	0.75mm~80.0mm (Stahl)	Φ15mm×2.0mm	Für dünnes o. wenig gebogenes Rohrmaterial
ATB-US01	5	6	0.75mm~80.0mm (in steel)	Φ15mm×2.0mm	Dünnes Material
ATB- US 02	5	12	3~200mm (Stahl)	30mm	Für Hochtemperatur.- messungen (bis zu 300°C)

### 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 Oberfläche 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 Oberfläche 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- u. Ausschalten

Das Gerät wird durch die Ein- u. Ausschalttaste ein- bzw. ausgeschaltet.

Im Gerät befindet sich ein spezieller Speicher, in dem alle Messungen hinterlegt werden, selbst nach dem Ausschalten.

### 4.2 Schallgeber Einstellung (Nulleinstellung)

Mit der Taste  wird die Nulleinstellung des Gerätes vorgenommen. Dies geschieht beinahe wie bei einem mechanischen Feinmessgerät (Mikrometer).

Wird dies nicht korrekt getätigt, können alle durchgeführten Messungen falsch ausfallen.

Wenn das Gerät die Nulleinstellung erfährt, wird der festgelegte Fehlerwert gemessen und für alle darauf folgenden Messungen automatisch korrigiert.

Die Vorgehensweise ist wie folgt:

1. Der Schallgeber (die Ultraschallsonde) wird eingesteckt und die Anschlüsse der Stecker werden überprüft. Die Kontaktfläche des Schallgebers muss sauber sein.
2. Mit der Taste  wird der Modus für die Nulleinstellung aktiviert.
3. Die Taste  und die Taste  werden gedrückt, um das gerade benutzte Schallgebermodell aufzuzeigen. Hierbei sollte selbstverständlich kein Fehler gemacht werden, da dies für die Messgenauigkeit entscheidend ist.
4. Es wird nun ein Tropfen Koppelungsmittel auf die metallene Nullplatte gegeben.
5. Die Ultraschallsonde wird vorsichtig auf die Nullplatte gedrückt und sollte flach auf dieser Oberfläche liegen. Nun erscheint der Wert 4mm, da die Nullplatte 4mm dick ist und auf diesen Wert wird das Gerät nun kalibriert.
6. Nun wird die Ultraschallsonde von der Nullplatte abgehoben.

Das Gerät hat jetzt den anfänglichen Fehlerfaktor erkannt und wird mit diesem alle darauf folgenden Messungen abgleichen. Bei der Nulleinstellung wird das Gerät stets die Schallgeschwindigkeit der eingebauten Nullplatte benutzen, auch wenn vorher andere Werte eingegeben wurden, um aktuelle Messungen zu tätigen.

Obwohl die letzte Nulleinstellung gespeichert wird, ist es doch empfehlenswert, diese nach jedem Einschalten erneut durchzuführen, ebenso wenn ein anderer Schallgeber verwendet wird. Dies lässt sichergehen, dass das Gerät immer korrekt eingestellt wurde. Mit dem Drücken der  Taste wird die laufende Nulleinstellung abgebrochen. Das Gerät kehrt in den Messmodus zurück.

### 4.3 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 gebräuchlichste Vorgehensweise, die Linearität über eine große Reichweite zu optimieren. 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 zumessenden Materials besitzen.

#### 4.3.1 Kalibrierung mit 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. Die Ultraschallsonde wird auf das Materialstück gedrückt. Auf dem Display wird nun ein Materialstärkenwert abgelesen und das Verkoppelungssymbol erscheint.
4. Sobald ein stabiler Ablesewert erreicht ist, wird die Ultraschallsonde wieder abgehoben. Wenn sich daraufhin die eben festgestellte Materialstärke von dem Wert, der während der Verkoppelung bestand, verändert, 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.

### 4.3.2 Kalibrierung bei bekannter Schallgeschwindigkeit

Anmerkung: Bei dieser Vorgehensweise muss die Schallgeschwindigkeit des zu messenden Materials bekannt sein. Eine Tabelle der geläufigsten Materialien ist in Anhang A dieser Bedienungsanleitung einzusehen.

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 ausgerichtet, 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.

### 4.3.3 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 sollten nun ein 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 10F2. 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 Kalibrier- Modus verlassen. Es kann nun mit dem Messen im vorprogrammierten Messbereich begonnen werden.

#### 4.4 Messungen werden getätigt

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 erscheint 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 bleiben letztlich dem Benutzer vorenthalten.

#### 4.4.1 Wechseln der einzelnen Schallgeschwindigkeiten

In Anhang A sind die einzelnen Schallgeschwindigkeiten aufgeführt, die für die Messung verschiedener Materialien Anwendung finden.

Soll die Schallgeschwindigkeit gewechselt werden, ist wie folgt vorzugehen:

1. Die CAL- Taste wird zweimal gedrückt, bis das M/S- Symbol aufzublinken beginnt.
2. Dann wird die SCAN- oder ALARM- Taste betätigt, um die Schallgeschwindigkeit zu wechseln.
3. Nun wird die Cal- Taste gedrückt, um die Änderungen abzuspeichern.

#### 4.5 Der Ultraschallbild- Modus ( Scan- 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.

#### 4.6 Die Auflösung ändern

Das Gerät TN xx0.01 US hat zwei wählbare Bildschirmauflösungen und zwar 0,1mm und 0,01mm.

Diese Option ist nicht für das Gerät TN xx0.1 US verfügbar. Sie ist hier auf 0,1mm beschränkt.

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

#### 4.7 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.

## 4.8 Speichermanagement

### 4.8.1 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 ist abzulesen.
2. Mit der Taste  und  wird die gewünschte Datei als die aktuelle festgelegt.
3. Mit der Taste  kann dieses Programm jederzeit verlassen werden.

### 4.8.2 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 Datensammelfunktion 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 her geblättert 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 dieses Programm jederzeit verlassen und in den Messmodus zurückgekehrt werden.

### 4.8.3 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 Datensammelfunktion aktiviert und der laufende Dateiname sowie die Gesamtzahl aller Datensätze der Datei sind 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.

#### 4.9 „Beep“- Modus

Ist der „Beep“- Modus unter ((On)) aktiviert, ist bei jeder Tastenbetätigung, bei jeder Messung sowie wenn der gemessene Wert die Toleranzgrenze überschreitet, ein kurzes „Hupen“ zu hören.

Diese Option kann mit der Taste  ein- und ausgeschaltet werden und das Symbol ist auf dem Display sichtbar.

#### 4.10 EL Hintergrundbeleuchtung

Hiermit lässt es sich auch in dunklem Umfeld arbeiten. Mit der Taste  wird das Hintergrundlicht 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 Sekunden 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 (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 PC

Das Gerät TN xx0.01 US ist mit dem serienmäßigen Adapteranschluss USB ausgerüstet. Mit dem optional erhältlichen Kabel ist die Verbindung zum PC oder externen Speichergeräten möglich. Die Messdaten, die im Gerätespeicher hinterlegt sind, können über dieses Kabel durch den USB Zugang übertragen werden.

Für eine detaillierte Information der Kommunikations- Software ist die Software-Anleitung zu lesen.

## 5. Wartung

Falls an Ihrem US- Materialdickenmessgerät irgendwelche außergewöhnlichen Probleme auftauchen, sollte daran bitte nichts auf eigene Verantwortung repariert, ausgetauscht oder abmontiert werden. Transport und Aufbewahrung

1. 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.

## 6. Schallgeschwindigkeiten

Material	Schallgeschwindigkeit	
	In/us	m/s
Aluminium	0.250	6340-6400
Herkömmlicher Stahl	0.233	5920
Rostfreier Edelstahl	0.226	5740
Messing	0.173	4399
Kupfer	0.186	4720
Eisen	0.233	5930
Gusseisen	0.173-0.229	4400 – 5820
Blei	0.094	2400
Nylon	0.105	2680
Silber	0.142	3607
Gold	0.128	3251
Zink	0.164	4170
Titan	0.236	5990
Blech	0.117	2960
Epoxid	0.109	2760
Harz	0.100	2540
Eis	0.157	3988
Nickel	0.222	5639
Plexiglas	0.106	2692
Styropor	0.092	2337
Porzellan	0.230	5842
PVC	0.094	2388
Quarzglas	0.222	5639
Gummi	0.091	2311
Teflon	0.056	1422
Wasser	0.058	1473

## 7. 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 so sein, dass der Einschnitt auf der Kontaktfläche senk- recht (perpendikular) 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

## 8. Das Messen heißer Oberflächen

Die Geschwindigkeit des Schalls durch ein bestimmtes Material ist abhängig von dessen Temperatur. Bei steigender Temperatur verringert sich die Schallgeschwindigkeit. Bei den meisten Anwendungen mit einer Oberflächentemperatur von weniger als 100°C müssen keine weiteren Vorkehrungen getroffen werden. Bei Temperaturen darüber beginnt die Veränderung der Schallgeschwindigkeit des zu messenden Materials merkliche Auswirkungen auf die Ultraschallmessung zu haben.

Bei solch hohen Temperaturen wird empfohlen zuerst eine Kalibrierung mit einem Materialmuster bekannter Materialstärke durchzuführen, welches genau oder annähernd der Temperatur des zu messenden Materials entspricht. Damit kann das Messgerät die exakte Schallgeschwindigkeit durch das heiße Material berechnen.

Bei Messungen auf heißen Oberflächen kann es auch notwendig sein, einen „Hochtemperatur- Schallgeber“ zu benutzen. Diese sind speziell für den Einsatz bei hohen Temperaturen gebaut, zumal da der Kontakt mit der Materialoberfläche für eine stabile Messung für kurze Zeit gehalten werden sollte.

Während der Schallgeber in direktem Kontakt mit der heißen Oberfläche ist, erwärmt sich dieser. Durch thermale Ausdehnung und andere Effekte kann sich dies nachteilig auf die Messgenauigkeit auswirken.

## 9. 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 Luflücke 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.

## 10. 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.

## 11. 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-Glykol zu verwenden. Bei schwierigen Anwendungen wird Glycerin empfohlen, da hier eine maximale Schallübertragungsstärke 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/>