



# 27MG

## Ultraschalldickenmesser

### Benutzerhandbuch

DMTA-10043-01DE – Überarb. D  
September 2022

Dieses Handbuch enthält wichtige Informationen über den richtigen und sicheren Einsatz dieses Evident-Geräts. Lesen Sie vor dem Einsatz dieses Geräts das Handbuch aufmerksam durch und setzen Sie das Gerät gemäß den Anweisungen ein.

Bewahren Sie das Handbuch an einem sicheren und leicht zugänglichen Ort auf.

EVIDENT SCIENTIFIC INC., 48 Woerd Avenue, Waltham, MA 02453, USA

Copyright © 2022 by Evident. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Handbuch darf nicht ohne die vorherige schriftliche Genehmigung durch Evident reproduziert, in eine andere Sprache übersetzt oder vertrieben werden.

Englische Originalausgabe: *27MG-Ultrasonic Thickness Gage: User's Manual*  
(DMTA-10043-01EN – Rev. E, September 2022)  
Copyright © 2022 by Evident.

Um die Genauigkeit der im Dokument enthaltenen Angaben zu gewährleisten, wurde beim Erstellen und Übersetzen dieses Dokuments auf die Einhaltung der üblichen Regeln besonderer Wert gelegt. Das Dokument bezieht sich auf die Produktversion, die vor dem auf dem Titelblatt erscheinenden Datum gefertigt wurde. Bei Änderungen am Produkt zu einem späteren Zeitpunkt können jedoch Unterschiede zwischen Handbuch und Produkt auftreten.

Änderungen vorbehalten.

Bestellnummer: DMTA-10043-01DE  
Überarb. D  
September 2022

Printed in the United States of America

Alle Firmen- und Warennamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen des jeweiligen Eigentümers oder eines Dritten.

---

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>Wichtige Informationen – Vor Gebrauch lesen .....</b>	<b>9</b>
Bestimmungsgemäßer Gebrauch .....	9
Benutzerhandbuch .....	9
Gerätekompatibilität .....	10
Reparatur und Änderungen .....	10
Warnzeichen .....	10
Signalwörter für die Sicherheit .....	11
Signalwörter für Hinweise .....	12
Sicherheit .....	12
Warnhinweise .....	12
Vorsichtsmaßnahmen bezüglich der Akkus .....	14
Transportvorschriften für Lithium-Ionen-Akkus .....	15
Geräteentsorgung .....	15
BC (Battery Charger, Kalifornien, USA) .....	16
CE (EU) .....	16
UKCA (Großbritannien) .....	16
RCM-Kennzeichnung (Australien) .....	17
Richtlinie für Elektro- und Elektronik-Altgeräte .....	17
China RoHS .....	17
Korea Communications Commission (KCC) .....	18
EMV-Richtlinie (EU) .....	19
FCC (USA) .....	19
ICES-001 (Kanada) .....	20
Gewährleistung .....	20
Technische Unterstützung .....	21

<b>1. Beschreibung des Geräts .....</b>	<b>23</b>
1.1 Beschreibung des Geräts .....	23
1.2 Umgebungsbedingungen .....	24
1.3 Hardwarekomponenten des Geräts .....	24
1.4 Anschlüsse .....	25
1.5 Tastenfeldfunktionen .....	26
<b>2. Stromversorgung des 27MG .....</b>	<b>31</b>
2.1 Stromanzeige .....	31
2.2 Batterien .....	32
<b>3. Die Elemente der Software-Benutzeroberfläche .....</b>	<b>37</b>
3.1 Messfenster .....	37
3.2 Parameterfenster .....	38
<b>4. Erstkonfiguration .....</b>	<b>41</b>
<b>5. Justieren und Messen mit dem Standardverfahren .....</b>	<b>45</b>
5.1 Einführung .....	45
5.2 Nullpunktausgleich des Messkopfs .....	46
5.3 Justierung der Schallgeschwindigkeit und des Nullpunkts .....	46
5.4 Justieren der Schallgeschwindigkeit im Material .....	47
5.5 Nullpunktjustierung .....	49
<b>6. Messungen .....</b>	<b>51</b>
<b>7. Zusätzliche Messfunktionen des 27MG .....</b>	<b>53</b>
7.1 Einstellen der Hintergrundbeleuchtung .....	54
7.2 Aktivieren des Einfriermodus .....	55
7.3 Einstellen der Verstärkung .....	55
7.4 Optimierung der Geräteempfindlichkeit .....	55
7.5 Wiederherstellung der Standardverstärkung .....	56
7.6 Einstellungen im Menü Measurement (Messung) .....	57
7.7 Einstellungen im Menü System .....	60
7.8 Aktivieren des Alarms auf oberer/unterer Toleranzgrenze .....	62
7.9 Aktivieren des Sollwertmodus .....	63
7.10 Reset der Geräteparameter .....	64
<b>8. Technische Daten .....</b>	<b>67</b>

---

<b>9. Funktionsweise des 27MG .....</b>	<b>69</b>
<b>10. Anmerkungen zu den Anwendungen .....</b>	<b>71</b>
10.1 Faktoren, die die Leistung und Messgenauigkeit beeinflussen .....	71
10.2 Auswahl des Messkopfs .....	73
10.3 Messen bei hohen Temperaturen .....	75
<b>11. Wartung und Störungsbehebung .....</b>	<b>77</b>
11.1 Regelmäßige Pflege und Wartung .....	77
11.2 Wartung der Messköpfe .....	77
11.3 Fehlermeldungen .....	78
11.4 Probleme mit den Batterien .....	78
11.5 Konfigurationsprobleme (Do--) .....	78
11.6 Diagnose bei Messproblemen .....	79
11.7 Selbstdiagnosefunktion .....	80
11.8 Geräteleistungstest .....	81
11.9 Reparaturdienst .....	84
11.10 Ersatzteile, Sonderzubehör und Zubehör .....	84
<b>Anhang: Schallgeschwindigkeiten .....</b>	<b>85</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>91</b>



---

## Abkürzungsverzeichnis

---

DIAG	Diagnose
DIFF	Differential Mode (Sollwertmodus)
EFUP	Environment-Friendly Use Period (unter Umweltschutzaspekten unbedenkliche Nutzungsdauer)
IP	Ingress Protection (Schutzart)
LOS	Loss of Signal (Signalverlust)
Max	Maximum
Min	Minimum
NiMH	Nickel-Metallhydrid
PDF	Portable Document Format (plattformunabhängiges Dateiformat)
USB	Universal Serial Bus (universelles serielles Bussystem)



---

## Wichtige Informationen – Vor Gebrauch lesen

---

### Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Bestimmungszweck des 27MG Gerätes ist es, Werkstoffe in Industrie und Handel zerstörungsfrei zu prüfen.



#### **WARNUNG**

Das 27MG Gerät für keinen anderen Zweck einsetzen. Es darf niemals zur Prüfung oder Untersuchung von Körperteilen von Mensch oder Tier eingesetzt werden.

---

### Benutzerhandbuch

Dieses Benutzerhandbuch enthält wichtige Informationen zur sicheren und effektiven Verwendung dieses Produkts. Lesen Sie dieses Handbuch vor der Verwendung dieses Produkts aufmerksam durch und setzen Sie das Produkt gemäß den Anweisungen ein. Bewahren Sie das Handbuch an einem sicheren und leicht zugänglichen Ort auf.

---

#### **WICHTIG**

Einige der Details, der in diesem Handbuch abgebildeten Komponenten können sich von den Komponenten Ihres Geräts unterscheiden. Dies ändert aber nichts an der Betriebsweise.

---

## Gerätekompatibilität

Verwenden Sie dieses Gerät nur mit dem von Evident bereitgestellten zugelassenen Zubehör. Von Evident bereitgestellte und für die Verwendung mit diesem Gerät zugelassene Geräte werden im Folgenden in diesem Handbuch beschrieben.

---



### **VORSICHT**

Setzen Sie nur Geräte und Zubehör ein, die den Spezifikationen von Evident entsprechen. Die Verwendung nicht kompatibler Geräte kann zu Fehlfunktionen und/oder Geräteschäden oder zu Verletzungen führen.

---

## Reparatur und Änderungen

Dieses Gerät enthält keine Teile, die von Nutzer gewartet werden können. Das Öffnen des Geräts kann die Gewährleistung außer Kraft setzen.

---



### **VORSICHT**

Um Verletzungen und Geräteschaden zu vermeiden, das Gerät nicht demontieren und keine Änderungen oder Reparaturversuche unternehmen.

---

## Warnzeichen

Folgende Warnzeichen können am Gerät und im Handbuch erscheinen:



### Allgemeine Warnung

Dieses Warnzeichen soll den Benutzer auf mögliche Gefahren hinweisen. Alle diesem Warnzeichen folgenden Anweisungen müssen befolgt werden, um mögliche Verletzungen oder Schäden zu vermeiden.

---



### Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung

Dieses Warnzeichen macht den Bediener auf eventuelle Gefahren eines elektrischen Schlags von über 1000 Volt aufmerksam. Alle diesem Warnzeichen folgenden Anweisungen müssen befolgt werden, um mögliche Verletzungen oder Schäden zu vermeiden.

## Signalwörter für die Sicherheit

Folgende Signalwörter für die Sicherheit können in diesem Handbuch erscheinen:



### **GEFAHR**

Das Signalwort **GEFAHR** weist auf eine akute Gefahrensituation hin. Es macht auf ein Verfahren aufmerksam, das, unsachgemäß ausgeführt oder nicht beachtet, Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge haben kann. Arbeiten Sie bei dem Signalwort **GEFAHR** erst weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstanden und erfüllt haben.



### **WARNUNG**

Das Signalwort **WARNUNG** weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin. Es macht auf ein Verfahren aufmerksam, das, unsachgemäß ausgeführt oder nicht beachtet, Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge haben kann. Arbeiten Sie bei dem Signalwort **WARNUNG** erst weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstanden und erfüllt haben.



### **VORSICHT**

Das Signalwort **VORSICHT** weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin. Es macht auf ein Verfahren, eine Praxis oder ähnliche Maßnahmen aufmerksam, die korrekt ausgeführt oder eingehalten werden müssen, da es sonst zu leichten oder mittelschweren Verletzungen, Sachschäden, insbesondere am Produkt, zur Zerstörung eines Teils oder des gesamten Produkts oder zum Verlust von Daten kommen kann. Arbeiten Sie bei dem Signalwort **VORSICHT** erst weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstanden und erfüllt haben.

## Signalwörter für Hinweise

Folgende Signalwörter für Hinweise können in diesem Handbuch des Geräts erscheinen:

### WICHTIG

Das Signalwort HINWEIS macht auf ein Betriebsverfahren, eine Praxis oder ähnliche Maßnahmen aufmerksam, die besondere Aufmerksamkeit erfordern.

### HINWEIS

Das Signalwort HINWEIS macht auf wichtige Bedienungsvorschriften, Verfahren oder dgl. aufmerksam. Hinweise beziehen sich auch auf sachdienliche, begleitende Informationen, deren Beachtung nützlich, aber nicht zwingend ist.

### TIPP

Das Signalwort TIPP macht auf einen Hinweis aufmerksam, der Ihnen hilft, die in diesem Handbuch beschriebenen Techniken und Verfahren an Ihre speziellen Bedürfnisse anzupassen oder das Produkt in seinem vollen Leistungsumfang zu nutzen.

## Sicherheit

Vergewissern Sie sich vor dem Einschalten des Geräts, dass die richtigen Sicherheitsvorkehrungen ergriffen wurden (siehe die folgenden Warnhinweise). Beachten Sie zusätzlich die unter „Warnzeichen“ beschriebenen Kennzeichnungen am Gerät.

## Warnhinweise



**WARNUNG**

## Allgemeine Warnhinweise

- Lesen Sie vor dem Einschalten des Geräts die Anweisungen in diesem Handbuch aufmerksam durch.
- Bewahren Sie dieses Handbuch zum weiteren Nachschlagen an einem sicheren Ort auf.
- Befolgen Sie die Installations- und Betriebsverfahren.
- Die Sicherheitswarnungen am Gerät und in diesem Handbuch müssen unbedingt beachtet werden.
- Wenn das Gerät in einer vom Hersteller nicht angegebenen Weise verwendet wird, könnte der durch das Gerät gebotene Schutz beeinträchtigt werden.
- Installieren Sie keine Ersatzteile und nehmen Sie keine unbefugten Änderungen am Gerät vor.
- Ggf. vorhandene Serviceanweisungen sind für geschultes Servicepersonal bestimmt. Um die Gefahr eines elektrischen Schlages zu vermeiden, darf das Gerät nur von qualifiziertem Personal eingesetzt werden. Bei Problemen oder Fragen zu diesem Gerät wenden Sie sich bitte an Evident oder einen zuständigen Evident Vertreter.
- Berühren Sie die Anschlüsse nicht direkt mit der Hand. Andernfalls kann es zu einer Fehlfunktion oder einem elektrischen Schlag kommen.
- Verhindern Sie, dass Metall- oder Fremdkörper durch Verbinder oder andere Öffnungen in das Gerät eindringen. Andernfalls kann es zu einer Fehlfunktion oder einem elektrischen Schlag kommen.



### WARNUNG

## Warnhinweise bezüglich der Elektrik

Das Gerät darf nur an eine den Angaben auf dem Typenschild entsprechende Stromquelle angeschlossen werden.



### VORSICHT

Wird ein von Evident nicht zugelassenes und nicht für dieses Produkt vorgesehenes Stromkabel eingesetzt, kann Evident die elektrische Sicherheit des Geräts nicht gewährleisten.

## Vorsichtsmaßnahmen bezüglich der Akkus



### VORSICHT

- Informieren Sie sich vor dem Entsorgen der Akkus über die geltenden Gesetze, Regelungen und Vorschriften und befolgen Sie diese.
- Der Transport von Lithium-Ionen-Akkus wird von den Vereinten Nationen durch die *United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods* geregelt. Es wird erwartet, dass Staaten sowie zwischenstaatliche und andere internationale Organisationen die in diesen Vorschriften festgelegten Grundsätze beachten und dadurch zu einer weltweiten Harmonisierung in diesem Bereich beitragen. Zu diesen internationalen Organisationen gehören die *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, die *International Air Transport Association (IATA)*, die *International Maritime Organization (IMO)*, das Verkehrsministerium der Vereinigten Staaten (USDOT), *Transport Canada (TC)* und andere. Informieren Sie sich vor dem Transport von Lithium-Ionen-Akkus bei Ihrem Transportunternehmen über die geltenden Vorschriften.
- Gilt nur für Kalifornien (USA):  
Das Gerät kann einen CR-Akku enthalten. Der CR-Akku enthält Perchlorsäure und muss eventuell besonders gehandhabt werden. Siehe hierzu <http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate>.
- Akkus nicht öffnen, zerdrücken oder durchbohren, da dies zu Verletzungen führen kann.
- Akkus nicht verbrennen. Akkus von Feuer und anderen Quellen starker Hitze fernhalten. Starke Hitze (über 80 °C) kann zu Explosion und Körperverletzungen führen.
- Akkus nicht fallen lassen, Schläge auf den Akku vermeiden und sie auch nicht auf andere Weise zerstören, da dadurch der Zelleninhalt freigelegt werden kann. Dieser ist korrosiv und kann explodieren.
- Die Pole der Akkus nicht kurzschließen, da ein Kurzschluss Verletzungen und Schaden bis zur völligen Untauglichkeit des Akkus verursachen kann.
- Akkus keinesfalls Feuchtigkeit oder Regen aussetzen, da dies einen elektrischen Schlag verursachen kann.
- Verwenden Sie zum Aufladen der Akkus nur ein von Evident zugelassenes externes Ladegerät.
- Setzen Sie nur von Evident gelieferte Akkus ein.

- Akkus nicht mit weniger als 40 % Ladung aufbewahren. Laden Sie die Akkus vor der Aufbewahrung auf 40 % bis 80 % auf.
- Die Akkuladung muss bei Aufbewahrung 40 % bis 80 % betragen.
- Beim Lagern des 27MG keine Akkus im Gerät lassen.

## Transportvorschriften für Lithium-Ionen-Akkus

---

<b>WICHTIG</b>
----------------

Bei Versand eines Lithium-Ionen-Akkus beachten Sie unbedingt alle geltenden Transportvorschriften.

---



<b>WARNUNG</b>
----------------

Beschädigte Akkus dürfen NICHT auf herkömmlichem Weg zurückgesendet werden. Keine beschädigten Akkus an Evident zurückschicken. Wenden Sie sich an Ihren Evident Vertreter oder an Entsorgungsfachkräfte vor Ort.

---

## Geräteentsorgung

Stellen Sie sicher, dass das 27MG Gerät gemäß geltender Gesetze, Regeln und Vorschriften entsorgt wird.

## BC (Battery Charger, Kalifornien, USA)



Die BC-Kennzeichnung zeigt an, dass dieses Produkt getestet wurde und den *Appliance Efficiency Regulations* gemäß den California Code of Regulations Title 20, Sections 1601–1608 für Battery Charger Systems entspricht. Das integrierte Ladegerät in diesem Gerät wurde gemäß den Anforderungen der California Energy Commission (CEC) getestet und zertifiziert. Dieses Gerät ist in der Online-Datenbank der CEC (T20) aufgeführt.

## CE (EU)



Dieses Gerät erfüllt die Anforderungen der Richtlinie 2014/30/EU zur elektromagnetischen Verträglichkeit, der Richtlinie 2014/35/EU zu Niederspannung und der Richtlinie 2015/863/EU (zur Änderung von 2011/65/EU) zur eingeschränkten Verwendung gefährlicher Stoffe (RoHS). Die CE-Kennzeichnung gibt an, dass dieses Gerät allen maßgeblichen Bestimmungen der Europäischen Union entspricht.

## UKCA (Großbritannien)



Dieses Gerät erfüllt die Anforderungen der Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2016, zur Sicherheit elektrischer Geräte 2016 und zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in elektrischen und elektronischen Geräten 2012. Die UKCA-Kennzeichnung bestätigt die Übereinstimmung mit den oben genannten Normen.

## RCM-Kennzeichnung (Australien)



Die RCM-Kennzeichnung (*Regulatory Compliance Mark*) zeigt an, dass dieses Produkt allen einschlägigen Normen entspricht und dass es durch die *Australian Communications and Media Authority* (ACMA) für den australischen Markt genehmigt wurde.

## Richtlinie für Elektro- und Elektronik-Altgeräte



In Übereinstimmung mit der Europäischen Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) weist dieses Symbol darauf hin, dass das Produkt nicht als unsortierter Siedlungsabfall entsorgt werden darf, sondern getrennt erfasst werden muss. Informieren Sie sich bei Ihrem Evident Vertriebspartner vor Ort über die in Ihrem Land geltenden Rücknahme- und/oder Sammelsysteme.

## China RoHS

*China RoHS* ist der von der Industrie allgemein verwendete Begriff zur Beschreibung der vom Ministerium für Informationsindustrie (MII) der Volksrepublik China umgesetzten gesetzlichen Bestimmungen zur Vermeidung einer Umweltverschmutzung durch elektronische Informationsprodukte (EIP).



Das China-RoHS-Symbol gibt die umweltverträgliche Nutzungsdauer (*Environmental-Friendly Use Period* - EFUP) des Produkts an. EFUP gibt an, wie viele Jahre lang gelistete kontrollierte Stoffe während ihres Verbleibs im Produkt nicht auslaufen oder sich chemisch verändern. Dieser Zeitraum beträgt für das 27MG Gerät 15 Jahre.

**Hinweis:** Die umweltverträgliche Nutzungsdauer (EFUP) ist nicht identisch mit dem Zeitraum zur Gewährleistung der Funktionalität und Produkteigenschaften.



电器电子产品有害物质限制使用标志

本标志是根据“电器电子产品有害物质限制使用管理办法”以及“电子电气产品有害物质限制使用标识要求”的规定，适用于在中国销售的电器电子产品上的电器电子产品有害物质使用限制标志。

（注意）电器电子产品有害物质限制使用标志内的数字为在正常的使用条件下有害物质等不泄漏的期限，不是保证产品功能性能的期间。

产品中有害物质的名称及含量

部件名称		有害物质					
		铅及其化合物 (Pb)	汞及其化合物 (Hg)	镉及其化合物 (Cd)	六价铬及其化合物 (Cr(VI))	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯醚 (PBDE)
主体	机构部件	×	○	○	○	○	○
	光学部件	×	○	○	○	○	○
	电气部件	×	○	○	○	○	○
附件		×	○	○	○	○	○

本表格依据 SJ/T 11364 的规定编制。  
 ○：表示该有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在 GB/T26572 规定的限量要求以下。  
 ×：表示该有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出 GB/T26572 规定的限量要求。

## Korea Communications Commission (KCC)



Verkäufer und Nutzer sind verpflichtet darauf hinzuweisen, dass dieses Gerät mit elektromagnetischen Betriebsmitteln für Büroarbeiten (Kategorie A) und im Freien eingesetzt werden kann. Dieses Gerät entspricht den EMC-Anforderungen von Korea.

Der MSIP-Code für das Gerät ist: MSIP-REM-OYN-27MG.

이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.

## EMV-Richtlinie (EU)

Dieses Gerät erzeugt und verwendet Hochfrequenzenergie und kann bei unsachgemäßer Installation und Verwendung (d. h. abweichend von den Anweisungen des Herstellers) Störungen verursachen. Das 27MG Gerät wurde geprüft und entspricht den Frequenzgrenzwerten für ein Industriegerät gemäß den Angaben der EMV-Richtlinien.

## FCC (USA)

---

### HINWEIS

Dieses Produkt wurde geprüft und entspricht den Grenzwerten eines Digitalgeräts der Klasse A gemäß dem Teil 15 der FCC-Richtlinien. Diese Grenzwerte sollen einen angemessenen Schutz gegen Störungen bieten, wenn das Produkt in einer kommerziellen Umgebung betrieben wird. Dieses Produkt erzeugt und verwendet Hochfrequenzenergie und kann diese abstrahlen. Wenn es nicht gemäß des Handbuchs installiert und verwendet wird, kann es Störungen des Funkverkehrs verursachen. Der Betrieb dieses Produkts in einem Wohngebiet kann zu Störungen führen. In diesem Fall müssen Sie die Störungen auf eigene Kosten beheben.

---

### WICHTIG

Bei Änderungen oder Modifikationen, die nicht ausdrücklich von der für die Einhaltung der Vorschriften verantwortlichen Partei genehmigt wurden, kann die Betriebszulassung des Benutzers für das Produkt erlöschen.

---

### FCC-Konformitätserklärung des Zulieferers

Hiermit wird bestätigt, dass das Produkt:

Produktname: 27MG

Modell: 27MG-MR/27MG-CW

den folgenden Spezifikationen entspricht:

FCC Part 15, Subpart B, Section 15.107 and Section 15.109.

### Ergänzende Informationen:

Dieses Gerät entspricht den Angaben des Teils 15 der FCC-Richtlinie. Der Betrieb unterliegt den folgenden zwei Bedingungen:

- (1) Dieses Gerät darf keine schädlichen Störungen verursachen.
- (2) Dieses Gerät muss unempfindlich gegen empfangene Störungsstrahlungen sein, einschließlich Störungsstrahlungen, die Betriebsstörungen verursachen können.

Name der verantwortlichen Zulieferers:

EVIDENT SCIENTIFIC INC.

Adresse:

48 Woerd Avenue, Waltham, MA 02453, USA

Telefonnummer:

+1 781-419-3900

## ICES-001 (Kanada)

This Class A digital apparatus complies with Canadian ICES-001.

Cet appareil numérique de la classe A est conforme à la norme NMB-001 du Canada.

## Gewährleistung

Evident leistet auf Material und Verarbeitung dieses Evident Produkts für den Zeitraum und zu den Bedingungen Gewähr, die unter Terms and Conditions unter <https://www.olympus-ims.com/de/terms/> angegeben sind.

Die Evident Garantie gilt nur für Geräte, die ordnungsgemäß wie in diesem Handbuch beschrieben verwendet und nicht zweckentfremdet eingesetzt, von Unbefugten repariert oder modifiziert wurden.

Untersuchen Sie die Materialien nach Erhalt gründlich auf Anzeichen äußerer oder innerer Schäden, die während des Transports aufgetreten sein könnten. Informieren Sie den anliefernden Spediteur unverzüglich über etwaige Schäden, da der Spediteur normalerweise für Schäden während des Transports haftet. Bewahren Sie Verpackungsmaterialien, Frachtbriefe und andere Versanddokumente auf, die für

eine Schadensmeldung erforderlich sind. Nachdem Sie Schäden dem Spediteur gemeldet haben, kontaktieren Sie Evident, um Unterstützung beim Schadensersatz und ggf. beim Austausch des Geräts zu erhalten.

Dieses Handbuch erläutert den ordnungsgemäßen Betrieb Ihres Evident Produkts. Die darin enthaltenen Informationen sind ausschließlich Hilfe gedacht und dürfen nur nach unabhängigen Tests und/oder Verifizierung durch den Bediener oder den Vorgesetzten in Anwendungen verwendet werden. Eine solche unabhängige Überprüfung der Verfahren ist um so wichtiger, je kritischer die Anwendung ist. Aus diesem Grund übernimmt Evident weder ausdrücklich noch stillschweigend eine Garantie, dass die hier beschriebenen Techniken, Beispiele oder Verfahren mit Industriestandards übereinstimmen oder den Anforderungen einer bestimmten Anwendung entsprechen.

Evident behält sich das Recht vor, jedes Produkt zu ändern, schließt jedoch eine Verpflichtung zur Nachbesserung bereits hergestellter Produkte aus.

## **Technische Unterstützung**

Evident fühlt sich verpflichtet, Kundendienst und Produktsupport auf höchstem Niveau anzubieten. Wenn Sie bei der Verwendung unseres Produkts Probleme feststellen oder das Gerät nicht wie in der Dokumentation beschrieben funktioniert, konsultieren Sie zunächst das Handbuch und kontaktieren Sie dann, falls Sie weiterhin Hilfe benötigen, unseren Kundendienst. Besuchen Sie die Evident Scientific Website, um das nächstgelegene Servicecenter zu finden.



---

# 1. Beschreibung des Geräts

---

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Funktionen und Hardwarekomponenten des Ultraschalldickenmessers 27MG beschrieben.

---

<b>WICHTIG</b>
----------------

Die PDF-Datei *Ultraschalldickenmesser 27MG – Benutzerhandbuch* befindet sich auf der Dokumentations-CD, die mit dem 27MG geliefert wird.

---

## 1.1 Beschreibung des Geräts

Der 27MG ist ein handgehaltener Ultraschalldickenmesser für viele verschiedene Dickenmessungen. Der 27MG kann die Dicke von korrodierten, von Lochfraß oder Magnetitansatz befallenen, grobkörnigen und anderen schwierig zu messenden Werkstoffen zerstörungsfrei messen, auch bei Zugang von nur einer Seite des Prüflings.

Der 27MG arbeitet mit Sender-Empfängermessköpfen und kann Werkstoffdicken zwischen 0,50 mm und 635,0 mm messen. Die Temperatur des gemessenen Werkstoffs kann von -20 °C bis zu 500 °C betragen, abhängig von den Werkstoffeigenschaften, dem Messkopf und dem Messmodus.

### Allgemeine Merkmale

- Messkennzeichnungen und Alarme
- LED-Hintergrundbeleuchtung
- Automatische Erkennung mit D79X Standardmesskopf

- Justierung mit unbekannter Schallgeschwindigkeit im Werkstoff und/oder Nullpunktjustierung
- schneller Messmodus mit 20 Messwerten pro Sekunde
- Löschen oder Anzeigen der Dicke bei Signalverlust (LOS)
- Anzeige des Minimums, des Maximums oder beider Werte
- Anzeige der Dicke im Verhältnis zu einem festen Sollwert als absoluter Wert oder in Prozent
- einstellbare Auflösung: niedrige Auflösung (LOW) 0,1 mm, Standard-Auflösung 0,01 mm

## 1.2 Umgebungsbedingungen

Der Ultraschalldickenmesser 27MG ist ein robustes und widerstandsfähiges Gerät für raue Arbeitsumgebungen. Er ist für die Schutzart IP65 ausgelegt.



### **VORSICHT**

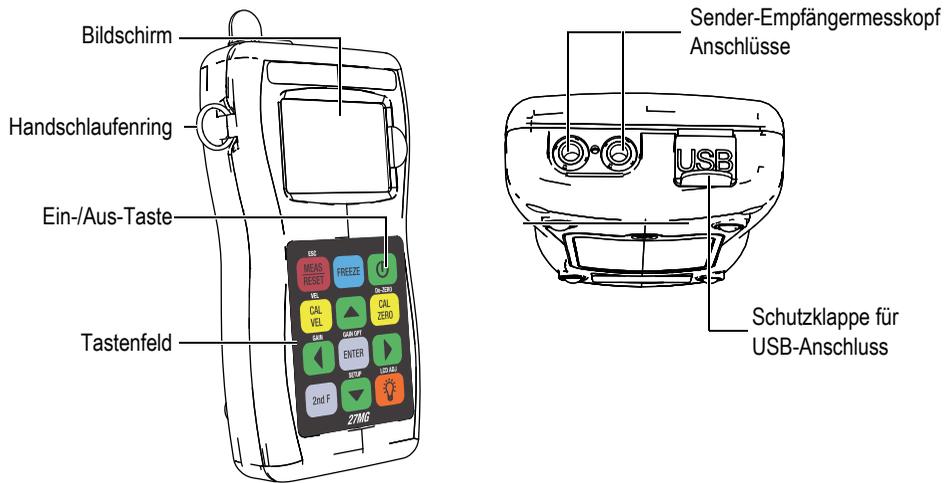
Evident übernimmt keine Gewährleistung, gleich für welche Stufe der Schutzart, wenn die Dichtungen des Geräts von einer unbefugten Person entfernt wurden. Vor Einsatz in einer schwierigen Arbeitsumgebung müssen Sie nach bestem Ermessen die richtigen Schutzmaßnahmen treffen.

Damit der ursprüngliche Schutz erhalten bleibt, sind Sie dafür verantwortlich, alle routinemäßig Staub und Feuchte ausgesetzten Membrandichtungen zu pflegen. Darüberhinaus sind Sie dafür verantwortlich zu gewährleisten, dass das Gerät zu einer jährlichen Überprüfung an ein befugtes Evident-Kundenzentrum gesendet wird.

---

## 1.3 Hardwarekomponenten des Geräts

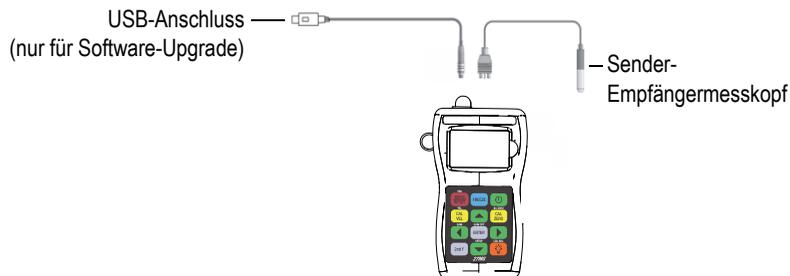
Auf dem vorderen Bedienfeld des 27MG befinden sich der Bildschirm und das Tastenfeld. Das Gerät besitzt eine Handschlaufe. Der als Sonderzubehör erhältliche Gummischutz verfügt an allen vier Ecken über Ringe für die Handschlaufe (siehe Abbildung 1-1 auf Seite 25).



**Abbildung 1-1 Die Hardware-Komponenten des 27MG – Ansicht von vorn und oben**

## 1.4 Anschlüsse

In Abbildung 1-2 auf Seite 25 werden die verschiedenen Verbindungsmöglichkeiten des 27MG an andere Geräte gezeigt.



**Abbildung 1-2 Die Anschlüsse des 27MG**

Der USB-Anschluss und die Sender-Empfängermesskopfbuchsen befinden sich auf der Oberseite des 27MG (siehe Abbildung 1-3 auf Seite 26). Der USB-Anschluss des 27MG wird nur zur Aktualisierung der eingebauten Betriebssoftware eingesetzt.

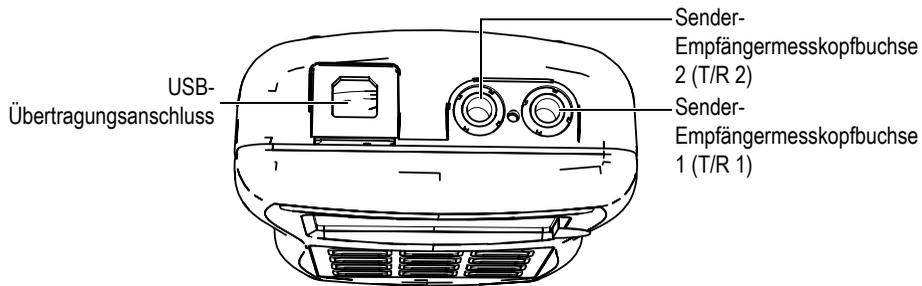


Abbildung 1-3 Anschlüsse am Kopfteil des Geräts

## 1.5 Tastenfeldfunktionen

Der 27MG steht mit einem englischen oder einem internationalen Tastenfeld zur Verfügung (siehe Abbildung 1-4 auf Seite 26). Die Funktionen aller Tastenfelder sind identisch, nur stehen auf dem internationalen Tastenfeld auf vielen Tasten anstelle des Tastennamens Symbole. In diesem Handbuch wird das englische Tastenfeld beschrieben, die Aufschrift der Taste wird in Fettdruck und in eckigen Klammern abgebildet (z. B.: [MEAS]).

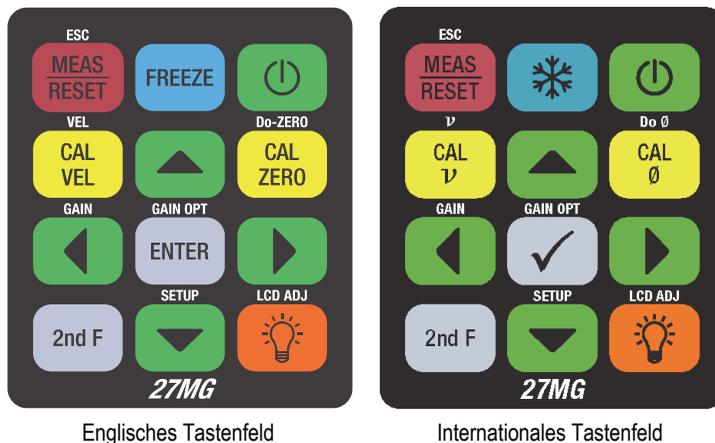


Abbildung 1-4 Die Tastenfelder des 27MG

Auf jeder Taste steht ihre Hauptfunktion. Über dieser Hauptfunktion steht auf bestimmten Tasten noch eine Zweitbelegung, die durch das Drücken der Taste [2<sup>nd</sup> F] und dann der entsprechenden Taste aktiviert wird. In diesem Handbuch wird folgendermaßen auf die Zweitbelegungen verwiesen: [2<sup>nd</sup> F], [Hauptbelegung] (Zweitbelegung). Zum Beispiel wird die Anleitung zum Einstellen der Verstärkung folgendermaßen geschrieben:

Drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [◀] (Gain).

Mit den Pfeiltasten [▲], [▼], [◀] und [▶] und mit der Taste [ENTER] werden Menüpunkte und Bildschirmparameter ausgewählt sowie die Parameterwerte geändert. Mit der Taste [MEAS] können Sie jederzeit zum Messfenster zurückkehren. Die gelben Tasten dienen der Justierung.

In Tabelle 1 auf Seite 27 werden die Funktionen aller Tasten des 27MG aufgelistet.

**Tabelle 1 Tastenfeldfunktionen**

Englisch	International	Funktionen
		Messung – schließt den aktuellen Vorgang ab und blendet das Messfenster wieder ein.
		Zweitbelegung – aktiviert beim vorherigem Drücken die Zweitbelegung einer Taste.
		Einfrierfunktion – fixiert das angezeigte Bild oder die Wellenform augenblicklich, bis die Taste erneut gedrückt wird.
		Verstärkung – bei Einsatz von Sender-Empfängermessköpfen zur Einstellung der Verstärkung.
		Bestätigen – wählt das hervorgehobene Element aus oder bestätigt einen eingegebenen Wert.
		Pfeil nach oben <ul style="list-style-type: none"> <li>Wählt auf einem Bildschirm oder in einer Liste das vorhergehende Element aus.</li> <li>Erhöht den Wert bestimmter Parameter.</li> </ul>

Tabelle 1 Tastenfeldfunktionen (Fortsetzung)

Englisch	International	Funktionen
		Pfeil nach unten <ul style="list-style-type: none"> <li>Wählt auf einem Bildschirm oder in einer Liste das folgende Element aus.</li> <li>Verringert den Wert bestimmter Parameter.</li> </ul>
		Pfeil nach links <ul style="list-style-type: none"> <li>Wählt den vorhergehenden Wert des ausgewählten Parameters aus.</li> <li>Rückt im Textbearbeitungsmodus den Einfügestrich eine Stelle nach links.</li> </ul>
		Pfeil nach rechts <ul style="list-style-type: none"> <li>Wählt den nächsten Wert des ausgewählten Parameters aus.</li> <li>Rückt im Textbearbeitungsmodus den Einfügestrich eine Stelle nach rechts.</li> </ul>
		Justierung der Geschwindigkeit – schaltet in den halbautomatischen Justiermodus im Material um.
		Geschwindigkeit – blendet ein Fenster ein, in dem die Schallgeschwindigkeit angezeigt wird und geändert werden kann.
		Nullpunktjustierung <ul style="list-style-type: none"> <li>Stellt den Nullpunkt des Messkopfs ein oder aktiviert die Justierung mit dem gestuften Justierkörper.</li> <li>Fügt im herkömmlichen Textbearbeitungsmodus ein Zeichen am Einfügestrich ein.</li> </ul>
		Nullstellung – kompensiert die Verzögerung des Messkopfes bei Sender-Empfängermessköpfen.
		Einstellmenü – bietet Zugriff auf die Geräteparameter (im Menü Messung, System, Bildschirm, Alarm, Differentialmodus und Kommunikation).

**Tabelle 1 Tastenfeldfunktionen (Fortsetzung)**

<b>Englisch</b>	<b>International</b>	<b>Funktionen</b>
		Ein/Aus – schaltet das Geräte ein oder aus.
		LCD-Einstellung – aktiviert oder deaktiviert die Hintergrundbeleuchtung des LCD-Bildschirms.



## 2. Stromversorgung des 27MG

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie der Ultraschalldickenmesser 27MG mittels verschiedener Stromquellen betrieben wird.

### 2.1 Stromanzeige

Die Stromanzeige bei Batteriebetrieb wird immer in der unteren rechten Bildschirmcke angezeigt. Der 27MG kann mit drei Mignonzellen der Größe AA, von einem Computer über dessen USB-Anschluss und mit einer im Handel erhältlichen 5-Volt-USB-Stromquelle betrieben werden.

Bei Batteriebetrieb zeigen die vertikalen Balken der Statusanzeige die verbleibende Restladung an (siehe Abbildung 2-1 auf Seite 31). Jeder Balken entspricht 25 % der Gesamtladung.

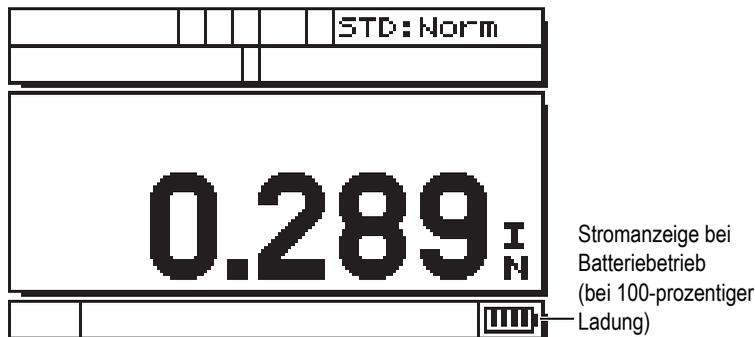


Abbildung 2-1 Die Stromanzeige bei Batteriebetrieb

## 2.2 Batterien

Der Ultraschalldickenmesser 27MG wird mit drei Alkalinebatterien (AA) geliefert.

Der 27MG kann auch mit drei aufladbaren Nickel-Metallhydrid-Akkus (NiMH) der Größe AA betrieben werden. Der 27MG lädt die NiMH-Akkus jedoch nicht auf. Sie müssen mit einem handelsüblichen externen Ladegerät (nicht inbegriffen) aufgeladen werden.

### 2.2.1 Betriebsdauer bei Batteriebetrieb

Die Betriebsdauer bei Batteriebetrieb hängt von der Art sowie dem Alter der Batterie sowie den Geräteeinstellungen ab. Um eine realistische Betriebsdauer bei Batteriebetrieb anzugeben, wurde der Ultraschalldickenmesser 27MG mit mittleren Betriebsparametern geprüft (Anzeigegeschwindigkeit 4 Hz).

Die Nennleistung neuer Alkalinebatterien liegt bei 150 Stunden unter normalen Einsatzbedingungen (normalerweise 30 Stunden am Stück mit Hintergrundbeleuchtung). Die Stromanzeige bei Batteriebetrieb in der unteren, rechten Bildschirmecke gibt die verbleibende Betriebsdauer der Batterie an.

### 2.2.2 Batteriestand und Lagerung

Wenn die Batterien komplett aufgeladen sind (zu 100 %), zeigt die Stromanzeige alle vier Balken an (siehe Abbildung 2-1 auf Seite 31).

Wird der 27MG über einen längeren Zeitraum nicht eingesetzt, entfernen Sie die Batterien und lagern Sie sie folgendermaßen:

- Lagern Sie die Batterien an einem kühlen, trockenen Ort.
- Vermeiden Sie langes Lagern in Sonnenlicht oder an anderen sehr heißen Stellen, wie im Kofferraum eines Autos.

### 2.2.3 Auswechseln der Batterien

Die Batterien sind in einem Fach untergebracht, das von der Rückseite des 27MG aus zugänglich ist (siehe Abbildung 2-2 auf Seite 33).

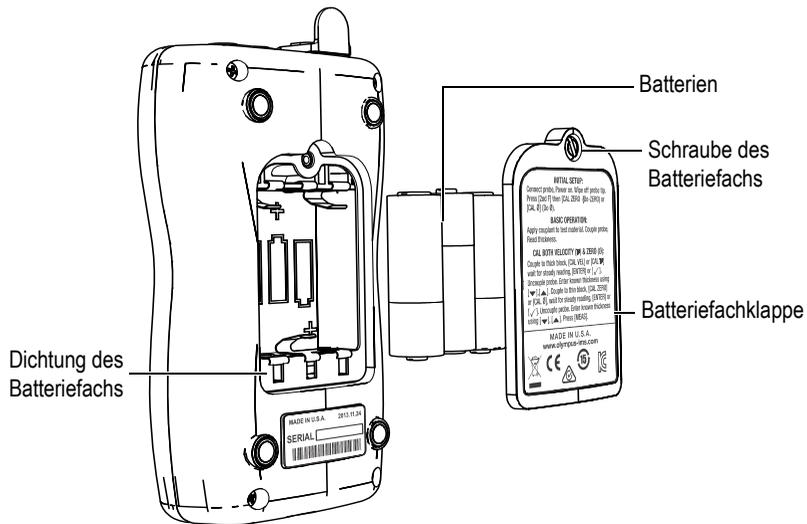


Abbildung 2-2 Öffnen des Batteriefachs

**VORSICHT**

Wechseln Sie Batterien nicht bei eingeschaltetem Gerät aus. Entsorgen Sie gebrauchte Batterien umgehend. Bewahren Sie Batterien außer Reichweite von Kindern auf. Werden die Batterien falsch eingesetzt, können sie in diesem Gerät einen Brand oder Ätzung durch Chemikalien hervorrufen. Sie dürfen Batterien nicht auseinandernehmen, nicht über 50 °C erhitzen und nicht verbrennen.

**So werden die Batterien ersetzt**

1. Vergewissern Sie sich, dass der 27MG ausgeschaltet ist.
2. Entfernen Sie alle Kabel, die am 27MG angeschlossen sind.
3. Nehmen Sie gegebenenfalls den optionalen Gummischutz ab.
4. Drehen Sie die eingefasste Schraube am Batteriefachdeckel entgegen dem Uhrzeigersinn.
5. Nehmen Sie den Batteriefachdeckel ab.

6. Entfernen Sie die Alkalinebatterien (AA).
7. Setzen Sie drei neue Alkalinebatterien (AA) oder aufladbare NiMH-Akkus ins Batteriefach ein. Achten Sie dabei auf die richtige Polung.
8. Bringen Sie den Batteriefachdeckel wieder an der Rückseite des Geräts an, drücken Sie ihn leicht an der Unterseite an und drehen Sie die Schraube im Uhrzeigersinn.

---

<b>HINWEIS</b>
----------------

Entsorgen Sie Batterien immer gemäß Ihrer örtlichen Bestimmungen.

---

9. Bringen Sie gegebenenfalls den optionalen Gummischutz wieder an.
10. Drücken Sie die Ein-/Aus-Taste [  ], um den 27MG einzuschalten.
11. Um die angezeigte Frage bezüglich des Batterietyps auf dem unteren Bildschirmrand zu beantworten, drücken Sie die Rechts- oder Linkspfeiltaste und dann die Taste [ENTER] (siehe Abbildung 2-3 auf Seite 34):
  - Wählen Sie **ALKALINE** für den Einsatz von Alkalinebatterien (AA) aus.
  - Wählen Sie **NiMH** für den Einsatz von drei Nickel-Metallhydrid-Akkus (NiMH) der Größe AA aus.

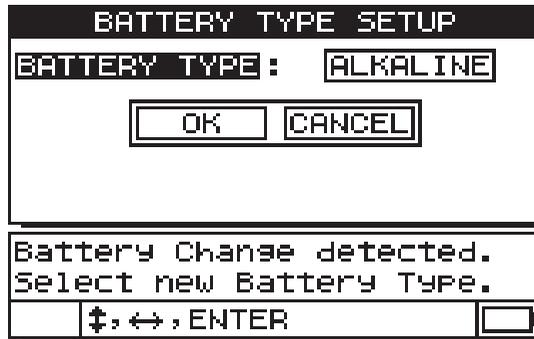


Abbildung 2-3 Auswahl des Batterietyps

---

**HINWEIS**

Achten Sie beim Auswechseln der Batterien darauf, dass sie komplett aufgeladen sind, damit die voraussichtliche Betriebsdauer möglichst genau angezeigt wird.

---



## 3. Die Elemente der Software-Benutzeroberfläche

In den folgenden Abschnitten werden die Hauptelemente der Softwarebenutzeroberfläche der Fenster und Menüs des Ultraschalldickenmessers 27MG beschrieben.

### 3.1 Messfenster

Das Hauptmessfenster des 27MG besteht aus den Elementen, die in Abbildung Abbildung 3-1 auf Seite 37 gezeigt werden:

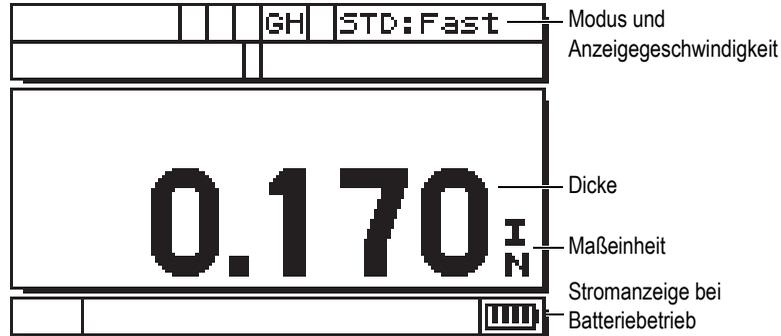


Abbildung 3-1 Messfenster

Das Messfenster ist das Hauptfenster der 27MG-Software. Sie können jederzeit und von überall in der 27MG-Software zum Messfenster zurückschalten, indem Sie die Taste **[MEAS]** drücken. Die Stromanzeige wird immer in der unteren, rechten Bildschirmecke des 27MG angezeigt (Genaueres in Abschnitt „Stromanzeige“ auf Seite 31).

Je nach Kontext und aktivierten Funktionen werden verschiedene Anzeigen und Zahlenwerte im Messfenster rund um den Hauptmesswert angezeigt (siehe Abbildung 3-2 auf Seite 38). Wird eine Kombination von Tasten gedrückt, erscheinen Hilfezeilen, in denen die Tasten zum Navigieren und zur Auswahl im Menü angezeigt werden.

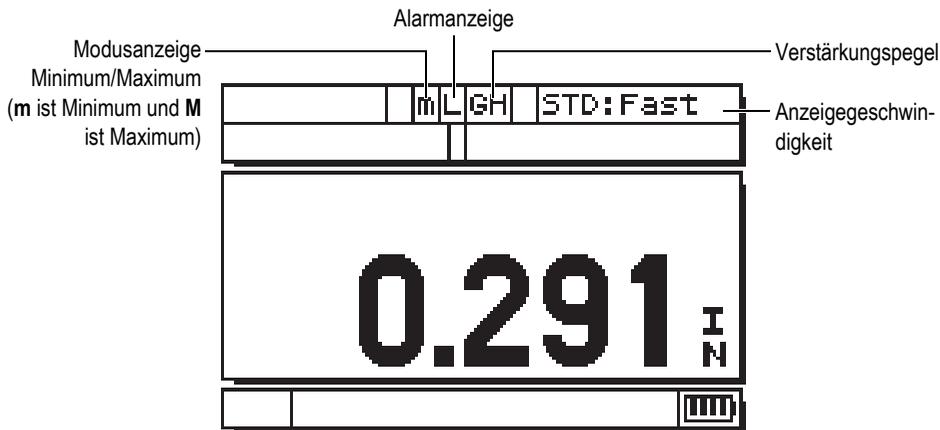


Abbildung 3-2 Elemente des Messfensters

## 3.2 Parameterfenster

Die Konfigurationsparameter des 27MG sind logisch in Registern zusammengefasst. Die Register können Sie mit der Taste **[2<sup>nd</sup> F]** und der Abwärtspfeiltaste **[▼] (SETUP)** auf der Vorderseite des Geräts aufrufen. Abbildung 3-3 auf Seite 39 zeigt das Register **MEAS** (Messung) als Beispiel.

In den Registermenüs kann mit der rechten und linken Pfeiltaste ein anderes Register und mit der Ab- und Aufwärtspfeiltaste kann ein zu ändernder Parameter im Register ausgewählt werden. Um einen Parameter zu ändern, drücken Sie die rechte oder linke Pfeiltaste. Drücken Sie die Taste **[MEAS]**, um vom Register **SETUP** zum Messfenster zurückzuschalten.

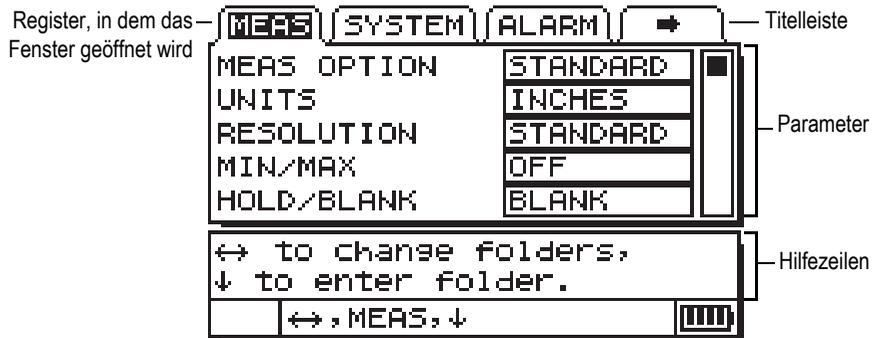


Abbildung 3-3 Parameterfenster (Beispiel)

### HINWEIS

Im Folgenden wird das obige Verfahren in der vereinfachten Anleitung zur Auswahl eines bestimmten Parameters oder einem Wert einer Liste zusammengefasst, z. B.:

Im Register **MEAS** (Messung) stellen Sie **UNITS** (Einheiten) auf **INCHES** ein.



---

## 4. Erstkonfiguration

---

Dieses Kapitel beschreibt die grundlegenden Konfigurationsverfahren des 27MG. Das Gerät wird vom Werk mit den Standardeinstellungen aus Tabelle 2 auf Seite 41 geliefert.

**Tabelle 2 Standardeinstellungen**

<b>Funktion</b>	<b>Anmerkung</b>
Standardauflösung	0,01 mm
Schallgeschwindigkeit	5,740 mm/ $\mu$ s. (Ungefähre Schallgeschwindigkeit in der mit dem Gerät gelieferten Justierstange aus Carbonstahl.) Siehe den folgenden Hinweis.
Leermodus	Bildschirm ist leer, wenn nicht gemessen wird.

Diese Standardeinstellungen wurden ausgewählt, damit das Gerät möglichst bedienerfreundlich ist. Weitere Erklärungen zu diesen Standardeinstellungen folgen in den nächsten Abschnitten dieses Handbuchs. Diese Einstellungen können geändert werden, wenn Sie mit den erweiterten Funktionen des Geräts vertraut sind.

---

**HINWEIS**

Der Standardwert der Schallgeschwindigkeit ist nur ein ungefährender Wert der Schallgeschwindigkeit im Justierkörper. Die Schallgeschwindigkeit von niedrigem bis hohem Carbonstahlgehalt beträgt normalerweise 5,740 mm/μs. Wird Ihrer Meinung nach der Standardwert als ein ungenaues Ergebnis im Material angezeigt, ziehen Sie die Justieranweisungen zu Rate.

---

Vor der ersten Inbetriebnahme des Ultraschalldickenmessers 27MG muss die Erstkonfiguration abgeschlossen sein.

### So erfolgt die Erstkonfiguration

1. Stecken Sie den Messkopf in die Buchse auf der Oberseite des 27MG.

---

**HINWEIS**

Ziehen Sie den Stecker des Messkopfs NUR am Stecker und NICHT am Kabel.

---

2. Drücken Sie die Taste [  ], um das Gerät einzuschalten.

Der Messkopf darf in diesem Schritt NICHT an den Justierkörper angekoppelt werden. Nach dem Hochfahren wird das Wort **Do--** auf dem Bildschirm angezeigt (siehe Abbildung 4-1 auf Seite 42).

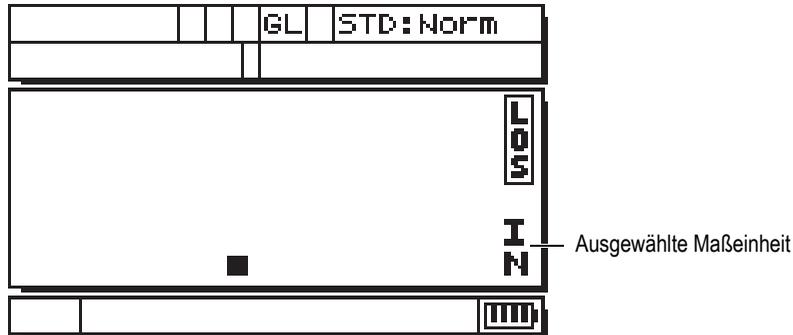


Abbildung 4-1 Nullpunktausgleich des Messkopfs

Do-- bedeutet, dass folgende Schritte für den Nullpunktausgleich des Messkopfs ausgeführt werden müssen:

3. Entfernen Sie gegebenenfalls das Koppelmittel von der Ankopplfläche des Messkopfs.
4. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**], [**CAL ZERO**] (**Do-ZERO**).

Das Gerät zeigt einen Nullwert und dann das Messfenster an (siehe Abbildung 4-2 auf Seite 43).



**Abbildung 4-2 Anzeigebereich mit Nullwert**

5. Jetzt können Sie Messungen durchführen. Die eingestellten Maßeinheiten werden in der rechten Ecke des Anzeigebereichs angezeigt. Wählen Sie Millimeter (**MM**) oder Inches (**IN**) aus, indem Sie die Taste [**2<sup>nd</sup> F**], [**▼**] (**SETUP**) und dann [**▼**] drücken, um die aktuelle Maßeinheit Inches (IN) oder Millimeter (MM) mittels der Tasten [**◀**, **▶**] auszuwählen.
6. Drücken Sie die Taste [**MEAS**].

#### HINWEIS

Die Erstkonfiguration ist kein Ersatz für eine Standardjustierung (siehe Kapitel „Justieren und Messen mit dem Standardverfahren“ auf Seite 45).



---

## 5. Justieren und Messen mit dem Standardverfahren

---

Bevor genaue Messungen an einem bestimmten Prüfteil mittels einem bestimmten Messkopf bei einer bestimmten Temperatur durchgeführt werden können, muss der Ultraschalldickenmesser 27MG richtig justiert werden.

### 5.1 Einführung

Durch die Justierung wird der 27MG so eingestellt, dass er ein bestimmtes Material mit einem bestimmten Messkopf bei einer bestimmten Temperatur genau misst. Zum Justierverfahren gehören:

- **Nullpunktausgleich des Messkopfs** – justiert die Laufzeit in den beiden Vorlaufkeilen eines Sender-Empfängermesskopfs, die von Gerät zu Gerät verschieden ist und mit der Temperatur schwankt. Dieses einfache Verfahren muss jedes Mal ausgeführt werden, wenn das Gerät eingeschaltet und der Messkopf gewechselt wird und wenn sich die Messkopftemperatur wesentlich ändert.
- **Justierung der Geschwindigkeit im Material oder CAL VEL** – wird mit einem dicken Justierkörper mit bekannter Dicke aus dem zu messenden Material ausgeführt oder mit einer von Hand eingegebenen zuvor ermittelten Schallgeschwindigkeit im Material. Diese Justierung muss für jedes neue Material ausgeführt werden.
- **Nullpunktjustierung oder CAL ZERO** – wird mit einem dünnen Justierkörper aus dem zu messenden Material mit bekannter Dicke ausgeführt. Anders als die anderen beiden Justierungen ist diese nur nötig, wenn höchste Genauigkeit erforderlich ist (über  $\pm 0,10$  mm). Sie braucht nur einmal für jedes neue Material und jede neue Messkopfkombination ausgeführt zu werden. Es ist nicht nötig, sie bei veränderter Messkopftemperatur zu wiederholen, da der Nullpunktausgleich des Messkopfs die Temperaturschwankungen im Messkopf justiert.

## 5.2 Nullpunktausgleich des Messkopfs

Dieser Schritt muss immer ausgeführt werden, wenn die Meldung **Do--** und **DO ZERO** angezeigt werden (siehe Abbildung 5-1 auf Seite 46).



Abbildung 5-1 Fenster mit der Meldung Do--

Für den Nullpunktausgleich des Messkopfs, wischen Sie restliches Koppelmittel von der Messfläche des Messkopfs und drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [CAL ZERO] (**Do-ZERO**). Das Gerät wird umgehend den Wert der Nullpunktjustierung anzeigen und dann automatisch in den Messmodus schalten. Wenn bei Temperaturen gemessen wird, die erheblich unter oder über der Raumtemperatur liegen, drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [CAL ZERO] (**Do-ZERO**), um die Temperaturschwankungen im Messkopf zu kompensieren.

## 5.3 Justierung der Schallgeschwindigkeit und des Nullpunkts

Die Justierung der Schallgeschwindigkeit im Material und die Justierung des Nullpunkts können gleichzeitig mittels eines dicken und dünnen Justierkörpers aus demselben Material durchgeführt werden.

1. Aktualisieren Sie den Nullpunktausgleich des Messkopfs, indem Sie gegebenenfalls Koppelmittel von dessen Ankoppelfläche entfernen und die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [CAL ZERO] (**Do-ZERO**) oder [2<sup>nd</sup> F], [CAL Ø] (**Do Ø**) drücken.
2. Koppeln Sie den Messkopf an den dicken Justierkörper.
3. Drücken Sie auf die Taste [CAL VEL] oder [CAL n].

4. Sobald ein steter Messwert angezeigt wird, drücken Sie auf die Taste **[ENTER]** oder **[P]**.
5. Koppeln Sie den Messkopf vom Justierkörper ab und drücken Sie die Pfeiltasten **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** und **[▶]**, um die Dicke des dicken Justierkörpers einzugeben.
6. Koppeln Sie den Messkopf an den dünnen Justierkörper und drücken Sie die Taste **[CAL ZERO]** oder **[Cal Ø]**.
7. Sobald ein steter Messwert angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[ENTER]** oder **[✓]**.
8. Koppeln Sie den Messkopf vom Justierkörper ab und drücken Sie die Pfeiltasten **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** und **[▶]**, um die Dicke des dünnen Justierkörpers einzugeben.
9. Drücken Sie die Taste **[MEAS]**, um die Justierung zu beenden und schalten Sie in den Messmodus.

---

**HINWEIS**

Die Schallgeschwindigkeit sollte immer mit dem dicken Justierkörper und der Nullpunkt sollte immer mit dem dünnen Justierkörper justiert werden.

---

---

**HINWEIS**

Vor der Justierung sollte die gemessene Dicke des dünnen Justierkörpers innerhalb von  $\pm 0,20$  mm der korrekten Dicke liegen. Ist bei richtiger annähernder Schallgeschwindigkeit die angegebene Dicke zwei- oder dreimal so hoch wie die tatsächliche Dicke des dünnen Justierkörpers, *verdoppelt* das Gerät die Dicke, d. h. es misst bis zum zweiten oder dritten Echo. Führen Sie keine Schallgeschwindigkeits- oder Nullpunktjustierung unter dieser Bedingung durch, da dadurch Fehler verursacht werden. Beheben Sie stattdessen den Grund der Verdoppelung. Entweder ist der Justierkörper dünner als die Messkapazität des Messkopfs, oder der Messkopf oder das Gerät funktionieren nicht richtig.

---

## 5.4 Justieren der Schallgeschwindigkeit im Material

Ist die Schallgeschwindigkeit im Material unbekannt, muss sie mittels eines Justierkörpers aus dem gleichen Material wie das zu messende Prüfteil justiert werden. Ist die Schallgeschwindigkeit im Material bekannt, kann sie direkt eingegeben werden.

## 5.4.1 Bei unbekannter Schallgeschwindigkeit im Material

Zum Justieren der Schallgeschwindigkeit im Material muss ein Justierkörper aus dem gleichen Material wie das zu messende Prüfteil eingesetzt werden. Der Justierkörper muss ungefähr so dick sein wie die dickste zu messende Stelle und muss eine flache, glatte, parallel zur Rückseite ausgerichtete Oberfläche besitzen. Die Dicke des Justierkörpers muss genau bekannt sein (siehe Abbildung 5-2 auf Seite 48).



Abbildung 5-2 Fenster Do-- mit unbekannter Schallgeschwindigkeit im Material

### So wird die unbekannte Schallgeschwindigkeit im Material justiert

1. Aktualisieren Sie den Nullpunktausgleich des Messkopfs, indem Sie gegebenenfalls Koppelmittel von dessen Ankoppelfläche entfernen und die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [CAL ZERO] (Do-ZERO) drücken.
2. Koppeln Sie den Messkopf an den Justierkörper.
3. Drücken Sie die Taste [CAL VEL].
4. Sobald ein steter Messwert angezeigt wird, drücken Sie die Taste [ENTER].
5. Koppeln Sie den Messkopf ab und drücken Sie die Pfeiltasten [▲], [▼], [◀] und [▶], um die Dicke des Justierkörpers einzugeben.
6. Drücken Sie die Taste [MEAS], um die Justierung zu beenden und schalten Sie in den Messmodus zurück.

Gibt das Gerät bevor es in den Messmodus zurückkehrt zwei akustische Signale ab, ist beim Justieren ein Fehler unterlaufen und die Schallgeschwindigkeit wurde nicht geändert. Der wahrscheinlichste Fehler ist die falsche Eingabe der Dicke.

Zum Ablesen und Notieren der Schallgeschwindigkeit dieses Materials drücken Sie nach der Justierung der Schallgeschwindigkeit (oder jederzeit im Messmodus) die Tasten [2<sup>nd</sup> F] und [CAL VEL] (VEL). Beim erneuten Messen dieses Materials, kann die Schallgeschwindigkeit mit den Pfeiltasten ohne Einsatz des Justierkörpers eingegeben werden.

---

<b>HINWEIS</b>
----------------

In allen Materialien ändert sich die Schallgeschwindigkeit mit der Temperatur. Für höchste Genauigkeit sollte der Justierkörper etwa dieselbe Temperatur wie die zu messenden Prüfteile haben.

---

## 5.4.2 Bei bekannter Schallgeschwindigkeit

Soll ein Material mit bekannter Schallgeschwindigkeit gemessen werden, kann diese bekannte Schallgeschwindigkeit direkt in das Gerät eingegeben werden, ohne das oben erklärte Verfahren CAL VEL ausführen zu müssen.

### So wird eine bekannte Schallgeschwindigkeit im Material justiert

1. Drücken Sie im Messmodus die Tasten [2<sup>nd</sup> F] und [CAL VEL] (VEL). Es wird die aktuelle Schallgeschwindigkeit angezeigt.
2. Diese Zahl kann mit den Pfeiltasten [▲], [▼], [◀] und [▶] auf den gewünschten Wert eingestellt werden.
3. Drücken Sie die Taste [MEAS], um die Justierung zu beenden und schalten Sie in den Messmodus zurück. Wenn das Gerät vor dem Drücken der Taste [MEAS] ausgeschaltet wird, wird die Schallgeschwindigkeit nicht mit dem eingegebenen neuen Wert aktualisiert, sondern der vorherige Wert wird beibehalten.

## 5.5 Nullpunktjustierung

Zum Justieren des Nullpunkts wird ein Justierkörper aus dem zu messenden Material benötigt. Dieser Justierkörper sollte etwa so dünn sein, wie die dünnste Stelle des zu messenden Materials. Ist die zu messende Oberfläche rau, sollte die Oberfläche des Justierkörpers ebenfalls aufgeraut werden, um die zu messende Oberfläche zu simulieren. Allgemein reduziert eine raue Oberfläche die Messgenauigkeit, die

Simulation der tatsächlichen Oberfläche des Justierkörpers kann jedoch zur Verbesserung des Messergebnisses beitragen. Die genaue Dicke des Justierkörpers muss bekannt sein.

### So wird eine Nullpunktjustierung durchgeführt

1. Aktualisieren Sie den Nullpunktausgleich des Messkopfs, indem Sie gegebenenfalls Koppelmittel von dessen Ankoppelfläche entfernen und die Tasten **[2<sup>nd</sup> F]** und **[CAL ZERO] (Do-ZERO)** im Messmodus drücken.
2. Koppeln Sie den Messkopf an den Justierkörper.
3. Drücken Sie die Taste **[CAL ZERO]**.
4. Sobald ein steter Messwert angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[ENTER]**. Die Taste **[ENTER]** wird nicht angenommen, wenn mit **LOS** ein Signalverlust angezeigt wird.
5. Koppeln Sie den Messkopf ab und drücken Sie die Pfeiltasten **[▲]**, **[▼]**, **[◀]** und **[▶]**, um die Dicke des Justierkörpers einzugeben.
6. Drücken Sie die Taste **[MEAS]**, um die Justierung zu beenden und schalten Sie in den Messmodus zurück. Wird das Gerät vor dem Drücken der Taste **[MEAS]** ausgeschaltet, wird der Nullwert nicht aktualisiert, sondern der vorherige Wert beibehalten.

Gibt das Gerät, bevor es in den Messmodus zurückschaltet, ein langes akustisches Signal ab, ist beim Justieren ein Fehler unterlaufen und der Nullwert wurde nicht geändert. Der wahrscheinlichste Fehler ist die falsche Eingabe der Dicke.

---

## 6. Messungen

---

Nach der Erstkonfiguration des Ultraschalldickenmessers 27MG (siehe Abschnitt „Erstkonfiguration“ auf Seite 41) und einer Standardjustierung (siehe Kapitel „Justieren und Messen mit dem Standardverfahren“ auf Seite 45) können Messungen durchgeführt werden.

### So werden Messungen durchgeführt

1. Geben Sie an der zu messenden Stelle Koppelmittel auf den Justierkörper oder das Prüfteil.

---

#### WICHTIG

Allgemein gilt, je glatter die Oberfläche, desto dünnflüssiger kann das Koppelmittel sein. Auf raue Oberflächen muss ein zähflüssiges Koppelmittel gegeben werden, wie Gel oder Fett. Bei hohen Messtemperaturen müssen spezielle Koppelmittel eingesetzt werden.

2. Drücken Sie die Ankopffläche des Messkopfs mit mittlerem bis festem Druck auf die Oberfläche des zu messenden Materials. Setzen Sie den Messkopf so flach wie möglich auf die Oberfläche des Prüfteils auf.
3. Lesen Sie die Dicke des Materials auf dem Bildschirm des Geräts ab.

---

#### HINWEIS

Für höchste Genauigkeit muss die Schallgeschwindigkeit und der Nullpunkt justiert werden.

---



## 7. Zusätzliche Messfunktionen des 27MG

---

Der Ultraschalldickenmesser 27MG besitzt verschiedene zusätzliche Funktionen. Diese Funktionen sind für den Grundbetrieb nicht nötig, machen das Gerät aber vielseitiger.

Folgende Funktionen sind direkt über das Tastenfeld zugänglich:

- Hintergrundbeleuchtung (Backlight)
- Einfrierfunktion (Freeze)
- Verstärkungseinstellung (Gain Adjust)
- Optimierung der Geräteempfindlichkeit (Material Gain Sensitivity Optimization)
- Wiederherstellung der Standardverstärkung (Default Gain Restoration)

Andere Funktionen stehen im Konfigurationsmodus zur Verfügung. Zum Aufrufen oder Ändern aller dieser Funktionen drücken Sie die Tasten **[2<sup>nd</sup> F]** und **[▼] (SETUP)**.

Diese Funktionen sind im Konfigurationsmodus verfügbar:

- Umschalten zwischen Inch und Millimeter (Inches/Millimeters Conversion)
- Auflösung (Resolution)
- Min/Max-Modus
- Halten/Leer (Hold/Blank)
- Anzeigegeschwindigkeit (Measure Rate)
- Justiersperre (CAL Lock)
- Signalton (Beeper)
- Automatisches Ausschalten (Inactive Time)
- Dezimalzeichen (Radix)
- Hintergrundbeleuchtung (Backlight mode)
- Alarm

- Sollwertmodus (Differential mode)
- Resets

## 7.1 Einstellen der Hintergrundbeleuchtung

Bei normalen bis guten Lichtverhältnissen ist die Bildschirmanzeige deutlich zu lesen. Mit der Hintergrundbeleuchtung ist die Bildschirmanzeige auch bei schlechten Lichtverhältnissen oder in totaler Dunkelheit gut lesbar, da die Flüssigkristallanzeige gleichmäßig hell beleuchtet wird.

### So wird die Hintergrundbeleuchtung ein- und ausgeschaltet

- ◆ Drücken Sie die Taste LCD-Einstellung [  ].

Zudem kann bei eingeschalteter Hintergrundbeleuchtung die automatische Sparbeleuchtung ausgewählt werden, mit der sich die Hintergrundbeleuchtung nur beim Messen einstellt. Nach 5 Sekunden Signalverlust stellt sie sich automatisch aus.

### So wird die automatische Sparbeleuchtung eingestellt

1. Drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F] und [▼] (SETUP).
2. Mit der Pfeiltaste [▶] wählen Sie das Register **SYSTEM** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [▼] wählen Sie den Modus **BACKLIGHT** (Hintergrundbeleuchtung) aus.
4. Mit den Pfeiltasten [◀] und [▶] schalten Sie zwischen **NORMAL** und **AUTO** um.
5. Drücken Sie die Taste [MEAS], um mit den neuen Einstellungen zum Messmodus zurückzuschalten.

### So wird der Kontrast eingestellt

Mit der Kontrasteinstellungsfunktion wird bei dem Ultraschalldickenmesser 27MG der Bildschirmkontrast (hell oder dunkel) eingestellt.

### So wird der Bildschirmkontrast eingestellt

1. Im Messmodus drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F] und LCD-Einstellung [  ] (**LCD ADJ**).
2. Mit den Pfeiltasten [▲] oder [▼] stellen Sie den Kontrast ein.

3. Drücken Sie die Taste **[ENTER]**, um den Kontrasteinstellungsmodus zu verlassen.

## 7.2 Aktivieren des Einfriermodus

Mit der Einfrierfunktion kann die Dickenanzeige eingefriert werden, wenn die Taste **[FREEZE]** gedrückt wird. Die Dickenanzeige wird durch erneutes Drücken der Taste **[FREEZE]** oder mit der Taste **[MEAS]** wieder in den aktiven Modus umgeschaltet. Diese Funktion ist nützlich, wenn der Prüfer den angezeigten Dickenwert festhalten möchte. Dies hilft die Messkopfkontaktzeit für Dickenmessungen bei hohen Temperaturen einzugrenzen. Der Einfriermodus kann auch im Min/Max-Modus eingesetzt werden.

## 7.3 Einstellen der Verstärkung

Mit der Funktion der Verstärkungseinstellung wird die normale Messempfindlichkeit durch einen festen Wert (ungefähr 10 dB für hohe Verstärkung und -6 dB für niedrige Verstärkung) verringert oder erhöht. Diese Funktion ist in Anwendungen verfügbar, in denen die Empfindlichkeit über oder unter dem Standardwert benötigt wird und statt einer dem gemessenen Rauschen proportionalen Empfindlichkeit, eine feste Erhöhung der Empfindlichkeit vorgezogen wird. Der Einsatz der Funktion der Verstärkungseinstellung (Gain Adjust) wird allgemein für das Messen bei hohen Temperaturen empfohlen.

### So wird die Standardverstärkung geändert

- ◆ Im Messmodus drücken Sie die Tasten **[2<sup>nd</sup> F]**, **[◀]** (**GAIN**), um von **GAIN HIGH** (Hohe Verstärkung) zu **GAIN LOW** (Niedrige Verstärkung) und **DEFAULT GAIN** (Normale Verstärkung) zu schalten.

## 7.4 Optimierung der Geräteempfindlichkeit

Mit der Funktion der Optimierung der Geräteempfindlichkeit wird die normale Messempfindlichkeit um einen Wert erhöht oder verringert, relativ zum gemessenen Maximum des Rauschpegels in einer bestimmten Kombination aus Messkopf und Material. Normalerweise regelt der Ultraschalldickenmesser 27MG die Empfängerverstärkung und die Erkennungsschwelle entsprechend der Messkopffart und den Eigenschaften der empfangenen Echos. Jede Messkopffart benötigt eine eigene Maximalverstärkung und Erkennungsschwelle, um zu verhindern, dass

messkopf- oder materialbedingtes Rauschen als Echo ausgewertet wird. Für die meisten Anwendungen, in denen korrodierte Materialien gemessen werden, funktioniert dies gut. In gewissen Fällen ist es jedoch vorteilhaft, diese festen Empfindlichkeitsgrenzen zu ändern.

Mit dieser Funktion wird der aktuelle Rauschpegel im Material für die Messung eher optimiert als feste Verstärkungserhöhung oder -dämpfer. Während der Messkopf an ein dickes Prüfteil aus dem zu messenden Material angekoppelt ist, misst das Gerät das Rauschmaximum bis zu einer bestimmten Rückwand. Dann werden Verstärkung und Erkennungsschwelle eingestellt, um die niedrigste Rückwandempfindlichkeit zu erhalten, ohne dass das Gerät wegen des Rauschens abbricht.

Die Optimierung der Empfindlichkeit ist bei verschiedenen Materialien unterschiedlich. Bei grobkörnigen Materialien (wie Gusseisen) oder bei hohem Oberflächenrauschen (wie Aluminium) muss die Verstärkung verringert werden. Bei heißen Materialien mit rauer Oberfläche oder bei anderen stark dämpfenden und rauscharmen Materialien kann dieses Verfahren zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit führen.

### **So wird die automatische Optimierung der Geräteempfindlichkeit eingestellt**

1. Im Messmodus drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [ENTER] (GAIN OPT). Das Gerät zeigt 0.000 an.
2. Mit den Pfeiltasten [▲], [▼], [◀] und [▶] wählen Sie die ungefähre Wanddicke aus. Bei Ungewissheit ist es besser diesen Wert niedrig zu halten.
3. Koppeln Sie den Messkopf an einen Justierkörper aus dem zu messenden Material und drücken Sie die Taste [MEAS]. Die Optimierung wird ausgeführt und das Gerät schaltet in den Messmodus zurück. Das Verstärkungssymbol zeigt die Änderung des Standardwerts an. Es wird GO (Gain Optimized) angezeigt.

## **7.5 Wiederherstellung der Standardverstärkung**

Sie können die Standardverstärkung direkt wiederherstellen.

### **So wird die Standardverstärkung wiederhergestellt**

- ◆ Drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F], [◀] (GAIN).

## 7.6 Einstellungen im Menü Measurement (Messung)

Im Konfigurationsmenü Measurement können viele der zusätzlichen Messfunktionen des Ultraschalldickenmessers 27MG aktiviert und deaktiviert werden.

Im Menü Measurement (Messung) befinden sich folgende Funktionen:

- Einheiten (Units)
- Auflösung (Resolution)
- Min/Max
- Halten/Leer (Hold/Blank)
- Anzeigegeschwindigkeit (Measure Rate)
- Justiersperre (CAL Lock)

### 7.6.1 Ändern der Maßeinheit

Mit dieser Funktion kann der Prüfer als Maßeinheit Inch oder Millimeter auswählen.

#### So wird die Maßeinheit geändert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **MEAS** (Messung) aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **UNITS** (Einheiten) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie die Maßeinheit Inch (**IN**) oder Millimeter (**MM**) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

### 7.6.2 Ändern der Auflösung

Mit dieser Funktion kann die Anzahl Stellen nach dem Komma für den angezeigten Messwert geändert werden.

Der Benutzer kann zwischen **STANDARD** (0,01 mm) und **LOW** (Niedrig) (0,1 mm) wählen.

#### So wird die Auflösung geändert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **MEAS** (Messung) aus.

3. Mit der Pfeiltaste [▼] wählen Sie **RESOLUTION** (Auflösung) aus und mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie **STANDARD** oder **LOW** (Niedrig) aus.
4. Drücken Sie die Taste [MEAS], um in den Messmodus zurückzuschalten.

### 7.6.3 Einstellen des Min/Max-Modus

Im Min/Max-Modus kann das Gerät in den Messmodus Minimum (**MIN**) oder Maximum (**MAX**) eingestellt werden. Mit dieser Funktion kann im Min-Modus die Mindestdicke und im Max-Modus die höchste Dicke schnell ermittelt werden.

Im Min-Modus wird der aktuelle Messwert angezeigt und bei Signalverlust (LOS) wird die kleinste Dicke angezeigt. Die aktuelle Dicke wird in fetten Ziffern und die kleinste Dicke wird in umrandeten Ziffern angezeigt. Dieser Mindestwert wird solange gespeichert, bis er von einem neuen Mindestwert ersetzt oder bis die Taste [MEAS] gedrückt wird, um den Mindestwert zurückzusetzen. Im Modus **MIN** schaltet der 27MG automatisch auf die höchste Anzeigegeschwindigkeit (20 Hz).

Im Max-Modus wird die aktuelle Dicke angezeigt, bei Signalverlust (LOS) wird die gespeicherte höchste Dicke aufgerufen. Die aktuelle Dicke wird in fetten Ziffern und die höchste gemessene Dicke in umrandeten Ziffern angezeigt. Der Höchstwert wird solange gespeichert, bis er von einem höheren Wert ersetzt oder bis die Taste [MEAS] gedrückt wird, um den Höchstwert zurückzusetzen. Im Modus **MAX** schaltet der 27MG automatisch auf die höchste Anzeigegeschwindigkeit (20 Hz).

#### So wird der Min/Max-Modus eingestellt

1. Drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F] [▼] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie das Register **MEAS** (Messung) aus.
3. Mit der Pfeiltaste [▼] wählen Sie **MIN/MAX** aus und mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie **OFF** (Aus), **MIN** oder **MAX** aus.
4. Drücken Sie die Taste [MEAS], um in den Messmodus zurückzuschalten.

### 7.6.4 Beibehalten des letzten Messwerts oder keinen Messwert anzeigen

Hold/Blank-Funktionen:

- **HOLD** (Halten): Das Gerät behält bei Signalverlust (LOS) den letzten Messwert bei.
- **BLANK** (Leer): Das Gerät zeigt bei Signalverlust (LOS) keinen Messwert an, die Anzeige bleibt leer.

Standardeinstellung des 27MG ist Blank (Leer), es wird eine leere Anzeige angezeigt, wenn nicht gemessen wird. Mit **HOLD** (Halten) wird der aktuelle Messwert in fetten Ziffern und der gehaltene Wert in umrandeten Ziffern angezeigt.

### So wird der letzte Messwert beibehalten oder kein Messwert angezeigt

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] und [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **MEAS** (Messung) aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **HOLD/BLANK** (Halten/Leer) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **BLANK** (Leer) oder **HOLD** (Halten) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

### 7.6.5 Ändern der Anzeigegeschwindigkeit

Mit der Funktion **MEASURE RATE** (Anzeigegeschwindigkeit) wird die Anzeigegeschwindigkeit angezeigt. Der Prüfer kann **NORMAL** (4 Hz) oder **FAST** (Schnell) (20 Hz) auswählen.

---

<b>HINWEIS</b>
----------------

Mit der schnellen Anzeigegeschwindigkeit verkürzt sich die Betriebsdauer der Batterien des Ultraschalldickenmessers 27MG wesentlich.

---

### So wird die Anzeigegeschwindigkeit geändert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **MEAS** (Messung) aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **MEASURE RATE** (Anzeigegeschwindigkeit) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **NORMAL** (4 Hz) oder **FAST** (Schnell) (20 Hz) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.6.6 Aktivieren der Justiersperre

Mit der Funktion **CAL LOCK** (Justiersperre) wird die Justierung gesperrt. Wenn die Funktion **CAL LOCK** (Justiersperre) aktiviert ist, kann die Justierung nicht geändert werden. Solange **CAL LOCK** (Justiersperre) aktiviert ist, kann die Justierung nicht geändert werden. Bei dem Versuch eine gesperrte Justierung zu ändern, wird eine Warnmeldung eingeblendet.

### So wird die Justiersperre (Cal Lock) aktiviert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **MEAS** (Messung) aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **CAL LOCK** (Justiersperre) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **OFF** (Aus) oder **ON** (Ein) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.7 Einstellungen im Menü System

Mit den Funktionen der Systemkonfiguration können viele Konfigurationen des Ultraschalldickenmessers 27MG ein- oder ausgeschaltet werden. Sie stehen im Register **SYSTEM** zur Verfügung.

Im Register **SYSTEM** stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

- Signalton (Beeper)
- Automatisches Ausschalten (Inactive Time)
- Dezimalzeichen (Radix)
- Hintergrundbeleuchtung (Backlight mode)

### 7.7.1 Einstellen des Signaltons (Beeper)

Mit der Funktion des Signaltons des Ultraschalldickenmessers 27MG kann das akustische Signal aktiviert und deaktiviert werden.

Der Signalton ist standardmäßig eingestellt und wird bei jedem Alarmzustand oder Tastendruck aktiviert.

## So wird der Signalton eingestellt

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**], [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **SYSTEM** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **BEEPER** (Signalton) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **OFF** (Aus) oder **ON** (Ein) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

### 7.7.2 Ändern des Automatischen Ausschaltens

Mit dieser Funktion kann **AUTO POWER OFF** (Automatisches Abschalten) auf **ON** (Aus) oder **OFF** (Aus) eingestellt werden.

Ist **INACTIVE TIME** (Automatisches Ausschalten) auf **ON** (Ein) eingestellt, schaltet sich der Ultraschalldickenmesser 27MG nach sechs Minuten Untätigkeit automatisch aus.

Ist **INACTIVE TIME** (Automatisches Ausschalten) auf **OFF** (Aus) eingestellt, bleibt der Ultraschalldickenmesser 27MG eingeschaltet, bis der Prüfer ihn ausschaltet oder bis die Batterieladung leer ist.

## So wird das automatische Ausschalten geändert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**], [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **SYSTEM** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **INACTIVE TIME** (Automatisches Ausschalten) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **OFF** (Aus) oder **ON** (Ein) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

### 7.7.3 Ändern des Dezimalzeichens

Mit dieser Funktion kann das Dezimalzeichen (Punkt oder Komma) zwischen der ganzen Zahl und den Dezimalstellen des Messwerts eingestellt werden.

In vielen Ländern wird das Komma (,) verwendet (z. B.: 1,25 mm). In den Vereinigten Staaten wird der Punkt (.) als Dezimalzeichen verwendet (Beispiel: 0.123 in.).

## So wird das Dezimalzeichen geändert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.

2. Mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie das Register **SYSTEM** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [▼] wählen Sie **RADIX** (Dezimalzeichen) aus und mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie **PERIOD** (Punkt) (.) oder **COMMA** (Komma) (,) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.7.4 Ändern der Hintergrundbeleuchtung

Mit dieser Funktion wird der Betriebsmodus der Hintergrundbeleuchtung bestimmt.

Ist der Modus **BACKLIGHT** (Hintergrundbeleuchtung) auf **NORMAL** eingestellt, bleibt die Beleuchtung eingeschaltet, bis sie ausgeschaltet wird.

Ist der Modus **BACKLIGHT** (Hintergrundbeleuchtung) auf **AUTO** eingestellt ist, bleibt die Beleuchtung eingeschaltet, bis ein Messwert angezeigt wird, und sie wird automatisch nach fünf Sekunden Signalverlust ausgestellt.

### So wird die Hintergrundbeleuchtung geändert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [▼] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie das Register **SYSTEM** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [▼] wählen Sie den Modus **BACKLIGHT** (Hintergrundbeleuchtung) aus und mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie **NORMAL** oder **AUTO** aus.
4. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.8 Aktivieren des Alarms auf oberer/unterer Toleranzgrenze

Mit dieser Funktion wird die Toleranzgrenze für den Alarm eingestellt.

Wird ein Messwert angezeigt, der die untere Toleranzgrenze unterschreitet oder die obere Toleranzgrenze überschreitet, wird ein Signalton ausgelöst und das Alarmsymbol angezeigt:

- **A**  
Die Alarmfunktion ist aktiviert und kein Messwert unter- oder überschreitet die Toleranzgrenzen, dann zeigt das Gerät **A** (für Alarm) an.
- **L**  
Ein Alarm auf unterer Alarmschwelle ist aufgetreten und das Gerät zeigt **L** (für Low) an.

- **H**  
Ein Alarm auf oberer Toleranzgrenze ist aufgetreten und das Gerät zeigt **H** (für High) an.

---

<b>HINWEIS</b>
----------------

Alarm- und Sollwertmodus sind nicht kompatibel, sie können nicht gleichzeitig aktiviert werden. Wenn eine dieser beiden Funktionen aktiviert ist, wird sie bei Aktivieren der anderen automatisch deaktiviert.

---

### So wird der Alarm auf oberer/unterer Toleranzgrenze aktiviert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **ALARM** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **ENABLE** (Aktivieren) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **ON** (Ein) oder **OFF** (Aus) aus.
4. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **LO-ALARM** aus und drücken Sie dann die Pfeiltaste [**▶**]. Mit den Pfeiltasten [**▲**], [**▼**], [**◀**] und [**▶**] wählen Sie den unteren Alarmeckwert aus.
5. Drücken Sie die Taste [**ENTER**] und wählen Sie **HI-ALARM** aus. Drücken Sie dann die Pfeiltasten [**▶**] und [**▲**], [**▼**], [**◀**] und [**▶**], um die oberen Alarmeckwerte auszuwählen.
6. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.9 Aktivieren des Sollwertmodus

Im Sollwertmodus (**DIFF**) wird ein Sollwert eingestellt.

Das Gerät zeigt dann die Differenz zwischen dem Sollwert und dem aktuellen Messwert an. Ist der Sollwertmodus aktiviert, zeigt das Gerät **D** an.

### HINWEIS

Alarm- und Sollwertmodus sind nicht kompatibel, sie können nicht gleichzeitig aktiviert werden. Wenn eine dieser beiden Funktionen aktiviert ist, wird sie bei Aktivieren der anderen automatisch deaktiviert.

---

## So wird der Sollwertmodus aktiviert

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **DIFF** (Sollwertmodus) aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **ENABLE** (Aktivieren) aus und mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **ON** (Ein) oder **OFF** (Aus) aus.
4. Drücken Sie die Taste [**ENTER**] und mit der Pfeiltaste [**▶**] wählen Sie **DIFF VALUE** (Sollwert) aus. Mit den Pfeiltasten [**▲**], [**▼**], [**◀**] und [**▶**] wählen Sie den Sollwert **DIFF** (Sollwertmodus) aus.
5. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.10 Reset der Geräteparameter

Mit Reset wird der Ultraschalldickenmesser 27MG auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Es gibt drei verschiedene Resets: Messparameter (Measurement), Master und Datenbank (Database).

### 7.10.1 Reset der Messparameter

Mit dieser Funktion werden die Messparameter auf die Werkseinstellung zurückgesetzt.

Folgende Parameter und ihre Werte werden zurückgesetzt:

- Schallgeschwindigkeit im Material (0,5740 in/ $\mu$ s)
- Messkopfnullpunkt
- Messart (Standard)
- Maßeinheit (Inches)
- Auflösung (Standard)

- Min/Max-Modus (Aus)
- Halten/Leer (Leer)
- Anzeigegeschwindigkeit (Normal)
- Justiersperre (Aus)
- Signalton (Ein)
- Sparbetrieb (Ein)
- Dezimalzeichen (Punkt)
- Hintergrundbeleuchtung (Normal)
- Alarm (Aus) Standardwerte: Low 0,000; High 25,000
- Sollwertmodus (Aus): Standardwert 0,000

### So werden Messparameter zurückgesetzt

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**], [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **RESET** aus.
3. Mit der Pfeiltaste [**▼**] wählen Sie **MEASUREMENT RESET** (Reset Messparameter) aus und drücken Sie dann die Taste [**ENTER**].
4. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie **RESET** oder **CANCEL** (Abbruch) aus und drücken Sie dann die Taste [**ENTER**].
5. Drücken Sie die Taste [**MEAS**], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 7.10.2 Reset aller Geräteparameter

Mit dieser Funktion werden alle Geräteparameter auf die Werkseinstellung zurückgesetzt.

---

<b>HINWEIS</b>
----------------

Der Master-Reset sollte mit Vorsicht ausgeführt werden, denn dadurch werden alle Parameter zurückgesetzt.

---

### So werden Geräteparameter voreingestellt

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**], [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **RESET** aus.

3. Mit der Pfeiltaste [▼] wählen Sie **MASTER RESET** aus und drücken Sie dann die Taste [ENTER].
4. Mit den Pfeiltasten [◀, ▶] wählen Sie **RESET** oder **CANCEL** (Abbruch) aus und drücken Sie dann die Taste [ENTER].
5. Drücken Sie die Taste [MEAS], um in den Messmodus zurückzuschalten.

## 8. Technische Daten

Tabelle 3 auf Seite 67 enthält die allgemeinen technischen Daten des Ultraschalldickenmessers 27MG.

**Tabelle 3 Technische Daten**

Parameter	Wert
<b>Messwertanzeige</b>	
Sender-Empfänger-Technik	Laufzeit von einer genauen Vorlaufstrecke nach dem Sendepuls bis zum ersten Echo.
Dickenbereich	0,50 mm bis 635 mm, abhängig von Werkstoff, Messkopf, Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur.
Schallgeschwindigkeit im Material	0,508 mm/μs bis 18,699 mm/μs
Auflösung (wahlweise)	Low: 0,1 mm Standard: 0,01 mm
Bereich der Messkopffrequenz	2,25 MHz bis 10 MHz bei -3 dB
<b>Allgemeines</b>	
Betriebstemperaturbereich	-10 °C bis 50 °C
Tastenfeld	Abgedichtetes, farbkodiertes Tastenfeld mit taktiler und akustischer Rückmeldung.
Gehäuse	Schlag- und wasserbeständiges abgedichtetes Gehäuse mit abgedichteten Anschlüssen; Entspricht IP65.
Abmessungen (B × H × T)	84,0 mm × 152,4 mm × 39,6 mm
Gewicht	340 g
Stromversorgung	3 Mignonzellen (AA)

**Tabelle 3 Technische Daten (Fortsetzung)**

<b>Parameter</b>	<b>Wert</b>
Betriebsdauer bei Batteriebetrieb	Durchschnittliche Betriebsdauer der Batterien 150 h Bei durchgehender Verwendung mit Hintergrundbeleuchtung 30 h
Gefährliches Umfeld	Sicherer Betrieb, wie in Klasse I, Unterteilung 2, Gruppe D des National Fire Protection Association Code [NFPA 70] Artikel 500 definiert und mit MIL-STD-810F, Methode 511.4, Verfahren I getestet.
Normen	Für EN15317
Alarmmodus	Programmierbare Alarmeckpunkte für obere oder untere Alarmschwelle mit akustischer und visueller Warnung.
<b>Bildschirm</b>	
Modus zum Halten oder Löschen des Messwerts	Messwert wird nach dem Messen wahlweise beibehalten oder gelöscht.
Hintergrundbeleuchtung	Elektrolumineszenzanzeige, wahlweise EIN oder AUTO EIN.
Brandbreite Empfänger	1 MHz bis 18 MHz bei -3 dB
Maßeinheiten	metrisch oder englisch
Bedienführung	Englisch, Französisch, Deutsch, Spanisch, Italienisch, Portugiesisch, Russisch, Polnisch und Schwedisch

## 9. Funktionsweise des 27MG

---

Der Ultraschalldickenmesser 27MG wird mit *Sender-Empfängermessköpfen* eingesetzt, mit denen durch das Auftreffen der hochfrequenten Schallwellen das so entstehende Rückwandecho des Prüfteils gemessen wird. Diese, von der Unterwasserortung abgeleitete Technik, ist in der zerstörungsfreien Prüfung weit verbreitet.

Die Schallwellen in dem vom Gerät benutzten Frequenzbereich können nicht gut durch die Luft geleitet werden und deswegen wird Koppelmittel, wie z. B. Glyzerin oder Gel zwischen die Messfläche des Schallkopfs und des Prüfteils aufgetragen.

Die von der Senderkomponente des Messkopfs ausgesendeten Schallwellen werden in das Prüfteil gesendet, durchlaufen es und werden von der gegenüberliegenden Seite zurückgeworfen.

Die reflektierten Schallwellen oder Echos werden in die Empfängerkomponente des Messkopfs geleitet, wo sie wieder in elektrische Signale umgesetzt werden.

Das Gerät misst präzise das Intervall zwischen dem Sendeimpuls und dem ersten Rückwandecho unter Subtraktion einer Nullpunktverschiebung, die den Messkopfvorlauf darstellt. Das Ergebnis wird mit der Schallgeschwindigkeit  $V$  im zu messenden Material multipliziert und durch 2 geteilt, weil die zweifach durchlaufenden Schallwellen durch das Prüfteil berücksichtigt werden müssen. Das Endergebnis  $X$  ist die Dicke des Prüfteils.

$$X = \frac{(t)V}{2}$$

Die obige Rechnung zur Ermittlung der Dicke wird vom Mikroprozessor ausgeführt. Dieser Wert wird zusammen mit verschiedenen Gerätestatusanzeigen auf dem LCD-Bildschirm angezeigt.

Der Mikroprozessors richtet sich nach dem Empfänger, um durch die ID-Nummer des Messkopfs den Messkopftyp zu erkennen. Justierwerte und Geräteeinstellungen werden in einem nicht löschbaren RAM-Speicher (Random Access Memory) gespeichert. Mittels der Tastatur werden dem Mikroprozessor vom Benutzer eingegebene Änderungen der Modi, der Werte und so weiter übermittelt.

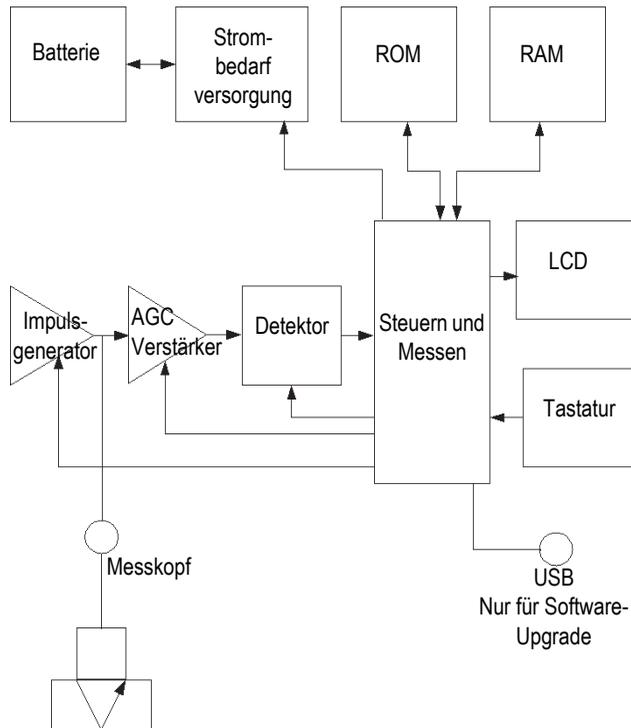


Abbildung 9-1 27MG Blockdiagramm

---

## 10. Anmerkungen zu den Anwendungen

---

In diesem Kapitel werden Faktoren beschrieben, die die Leistung und Messgenauigkeit des Ultraschalldickenmessers 27MG beeinflussen können. Außerdem werden die Auswahl der Messköpfe unter Berücksichtigung der Mindestdicke des Materials für gültige Messungen und spezielle Berücksichtigungen beim Messen von Korrosionen bei erhöhten Temperaturen erläutert.

### 10.1 Faktoren, die die Leistung und Messgenauigkeit beeinflussen

Die folgenden Faktoren können die Leistung und Messgenauigkeit des Ultraschalldickenmessers 27MG beeinflussen:

- **Oberflächenbeschaffenheit**  
Starker Lochfraß an der Außenseite eines Rohrs oder Lagertanks kann das Messen erschweren. Auf manchen rauen Flächen hilft es bereits, die Schallenergie mit Gel oder Fett, anstatt mit flüssigem Koppelmittel, in das Prüfteil zu senden. In extremen Fällen muss die Oberfläche ausreichend abgefeilt oder abgeschliffen werden, so dass ein Kontakt mit der Messkopffläche entsteht. Bei sehr tiefem Lochfrass auf der Außenseite eines Rohrs oder Lagertanks wird normalerweise die restliche Dicke des Trägermetalls vom Grund der Löcher bis zur Innenseite der Rohrwand gemessen. Die übliche Methode besteht darin, die Dicke des Trägermetalls ausschließlich des Lochfrasses mit Ultraschall zu messen, die Lochtiefe mechanisch zu messen und schließlich die Lochtiefe von der gemessenen Wanddicke zu subtrahieren. Ersatzweise kann die Oberfläche bis auf den Grund der Löcher abgefeilt oder abgeschliffen und dann wie üblich gemessen werden. Wie bei allen schwierigen Anwendungen ist das Experimentieren an reellen Produktmustern die beste Methode die Grenzen einer bestimmten Gerät-/Messkopfkombination auf einer gegebenen Oberfläche zu bestimmen.
- **Positionieren/Ausrichten der Messköpfe**

Für ein deutliches Schallgeräusch muss der Messkopf fest gegen die Oberfläche des Prüfteils gedrückt werden. Für kleine zylindrische Durchmesser, wie Rohre, halten Sie den Messkopf so, dass das auf dem Messkopf sichtbare Geräuschbegrenzungsmaterial lotrecht zur mittleren Achse des Rohrs ausgerichtet ist (siehe Abbildung 10-1 auf Seite 72).



**Abbildung 10-1 Lotrechte Ausrichtung zur mittleren Achse auf dem Rohr**

An besonders korrodierten oder von Lochfrass befallenen Materialien kann es Stellen geben, an denen kein Messwert ermittelt werden kann. Dies ist der Fall, wenn die Innenseite des Prüfteils so unregelmäßig ist, dass die Schallenergie gestreut, statt zum Messkopf zurückgesendet wird. Wird kein Messwert aufgezeichnet, kann das auch daher kommen, dass die Dicke des Prüfteils außerhalb des Messbereichs von Messkopf oder Gerät liegt. Wenn allgemein an einer bestimmten Stelle des Prüfteils kein Messwert ermittelt werden kann, ist dies ein Anzeichen für eine stark zerstörte Wand. In solchen Fällen sollte die Prüfung mit anderen Methoden fortgesetzt werden.

- **Justierung**  
Die Genauigkeit der Messwerte richtet sich nach der Genauigkeit und Sorgfältigkeit, mit der das Gerät justiert wurde. Es ist sehr wichtig, dass bei jedem Wechsel des zu messenden Materials oder Messkopfs die Schallgeschwindigkeit und der Nullpunkt nachjustiert werden. Auch sollte die richtige Funktionsweise des Geräts anhand von Justierkörpern mit bekannter Dicke regelmäßig überprüft werden.
- **Verjüngung und Außermittigkeit**  
Wenn die Kontaktfläche und die Gegenfläche des Prüfteils außermittig oder nicht parallel sind, wird das zurückgesendete Echo verzerrt und die Messung ist ungenau.
- **Akustische Eigenschaften des Materials**  
Manche technischen Materialien besitzen Eigenschaften, die die Genauigkeit und den Messbereich der Ultraschallprüfung erheblich beeinträchtigen.
- **Schallstreuung**

Einzelne Materialien (insbesondere bestimmte Arten von Guss, Gusseisen und Verbundwerkstoffen) weisen eine starke Schallstreuung auf, da die Schallenergie von den einzelnen Komponenten im Material reflektiert wird. Dieser Effekt verringert die Fähigkeit ein gültiges Rückwandecho des Materials zu unterscheiden und die Fähigkeit das Material mit Ultraschall zu messen.

- Schwankungen der Schallgeschwindigkeit

Einige Materialien besitzen keine einheitliche Schallgeschwindigkeit. Diese kann sich von Messpunkt zu Messpunkt ändern. Manche Arten von Guss und Messing weisen diesen Effekt auf, der von der relativ großen Korngröße und der Anisotropie des Materials herrührt. Andere Materialien zeigen einen schnellen Wechsel der Schallgeschwindigkeit mit Temperaturschwankungen. Dies ist typisch für Kunststoffe, bei denen für maximale Messgenauigkeit die Temperatur kontrolliert werden muss.

- Schallschwächung

Schallschwächung oder Absorption tritt in vielen organischen Materialien, wie Kunststoffen und Kautschuk mit geringer Dichte, auf, wenn die Schallenergie unter den eingesetzten Frequenzen für die normale Ultraschallmessung sehr schnell abgeschwächt wird. Dadurch ist die maximale Dicke, die in solchen Materialien gemessen werden kann, oft begrenzt.

## 10.2 Auswahl des Messkopfs

Jedes Ultraschallmesssystem (Messkopf plus Dickenmesser) erfordert eine Mindestmaterialdicke. Gültige Messungen darunter durchzuführen, ist nicht möglich.

Diese Mindestdicke wird normalerweise in den Herstellerdokumenten angegeben. Je höher die Messkopffrequenz, desto geringer ist die Mindestdicke, die gemessen werden kann. Bei der Korrosionsmessung, bei der die verbleibende Mindestwanddicke gemessen wird, ist es besonders wichtig, den Messbereich des eingesetzten Messkopfs zu kennen. Wird mit einem Sender-Empfängermesskopf ein Prüfteil gemessen, dessen Dicke unter der vom Hersteller angegebenen Mindestdicke liegt, ermittelt das Gerät ungültige Echos und zeigt falsche, zu hohe Messwerte an.

In Tabelle 4 auf Seite 74 werden messbare Mindestdicken in Stahl für Standardmessköpfe mit dem Ultraschalldickenmesser 27MG aufgelistet. Bitte beachten Sie, dass die angegebenen Werte nur Richtwerte sind. Die exakte messbare Mindestdicke hängt in einer Anwendung von der Schallgeschwindigkeit im Material, der Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur und Geometrie ab und sie sollte durch den Prüfer bei jeder Messung bestimmt werden.

Tabelle 4 Auswahl des Messkopfs

Sonde	MHz	Anschlussart	Durchmesser der Ankoppelfläche	Messbereich (in Stahl)	Temperaturbereich
D7910	5,0	Rechtwinkelig	12,7 mm	1 mm – 254 mm	0 °C bis 50 °C
D790 D790-SM D790-RL D790-SL	5,0	Gerade Gerade Rechtwinkelig Gerade	11,0 mm	1 mm – 500 mm	-20 °C bis 500 °C
D791	5,0	Rechtwinkelig	11,0 mm	1 mm – 500 mm	-20 °C bis 500 °C
D791-RM	5,0	Rechtwinkelig	11,0 mm	1 mm	-20 °C bis 400 °C
D7912	10,0	Gerade	7,5 mm (0,295 Zoll)	0,5 mm – 25 mm	0 °C bis 50 °C
D7913	10,0	90 Grad	7,5 mm (0,295 Zoll)	0,5 mm – 25 mm	0 °C bis 50 °C
D797 D797-SM	2,0	Rechtwinkelig Gerade	22,9 mm	3,8 mm – 635 mm	-20 °C bis 400 °C
D7226 D798-LF	7,5	Rechtwinkelig	8,9 mm	0,71 mm – 50 mm	-20 °C bis 150 °C
D798 D798-SM	7,5	Rechtwinkelig Gerade	7,2 mm	0,71 mm – 50 mm	-20 °C bis 150 °C
D799	5,0	Rechtwinkelig	11,0 mm	1 mm	-20 °C bis 150 °C

Bei der Auswahl eines Messkopfs zur Korrosionsmessung muss auch die Temperatur des zu messenden Materials berücksichtigt werden. Nicht alle Sender-Empfängermessköpfe eignen sich zum Messen bei hohen Temperaturen. In der obigen Tabelle sind empfohlene Temperaturbereiche für Sender-Empfängermessköpfe mit dem Ultraschalldickenmesser 27MG aufgelistet. Wenden

Sie sich für andere Messköpfe an den Hersteller. Der Einsatz eines Messkopfs bei Temperaturen über den angegebenen Richtwerten kann den Messkopf beschädigen oder zerstören.

### 10.3 Messen bei hohen Temperaturen

Korrosionsmessungen bei hohen Temperaturen müssen besonders bedacht werden. Beachten Sie Folgendes:

- Stellen Sie sicher, dass die Oberflächentemperatur des Prüfteils nicht die für diesen Messkopf und für dieses Koppelmittel angegebene maximale Temperatur überschreitet. Einige der Sender-Empfängermessköpfe sind nur für Zimmertemperatur ausgelegt.
- Setzen Sie ein Koppelmittel ein, das für ihre Arbeitstemperatur bestimmt ist. Alle Koppelmittel für hohe Temperaturen verkochen bei einer bestimmten Temperatur und hinterlassen einen harten Rückstand, der keine Schallenergie übertragen kann. Das Evident-Koppelmittel (H-2) kann bei Temperaturen bis zu 398 °C eingesetzt werden, auch wenn es beim Erreichen der Höchsttemperatur verkocht.

Empfohlene Höchsttemperaturen für Evident-Koppelmittel werden in Tabelle 5 auf Seite 75 aufgelistet.

**Tabelle 5 Auswahl des Koppelmittels**

Koppelmittel	Art	Empfohlene Höchsttemperatur
B	Glyzerin	90 °C
D	Gel	90 °C
H-2	Für hohe Temperaturen	bis zu 398 °C

## HINWEIS

Aufgrund lokaler Bestimmungen sind nicht alle Koppelmittel in jedem Land erhältlich. Eine Liste der verfügbaren Koppelmittel erhalten Sie von Ihrem Evident-Vertreter.

---

- Messen Sie schnell und lassen Sie den Messkopf zwischen den Messungen abkühlen. Sender-Empfängermessköpfe für hohe Temperaturen besitzen Vorlaufkeile aus temperaturbeständigem Material. Werden sie jedoch fortwährend sehr hohen Temperaturen ausgesetzt, erhitzt sich das Innere des Messkopfs so, dass er auf Dauer beschädigt wird.
- Denken Sie daran, dass die Schallgeschwindigkeit im Material und die Nullpunktverschiebung des Messkopfs sich mit der Temperatur ändern.  
Für maximale Genauigkeit bei hohen Temperaturen sollte die Schallgeschwindigkeit mit einem auf die Messtemperatur erhitzten Justierkörper mit bekannter Dicke justiert werden. Der Ultraschalldickenmesser 27MG besitzt eine halbautomatische Nullfunktion, mit der Einstellungen bei hohen Temperaturen auf Null eingestellt werden können.
- Um Messungen möglichst zu verkürzen, können sie den Schnellmodus (Fast) zusammen mit dem Einfriermodus (Freeze) einsetzen.
- Bitte beachten Sie, dass ein Korrosionsmessgerät nicht zur Fehler- oder Rissprüfung geeignet ist und mit ihm keine Diskontinuitäten erkannt werden. Eine korrekte Ermittlung von Materialdiskontinuitäten erfordert ein Ultraschallprüfgerät, wie das durch einen geschulten Bediener eingesetzte EPOCH-Gerät. Allgemein sollten vom Korrosionsmessgerät erstellte, unerklärbare Messwerte mit einem Fehlerprüfgerät näher untersucht werden.
- Für weitere Informationen über den Einsatz von S/E-Messköpfen zur Korrosionsmessung oder allgemein zur Ultraschallmessung wenden Sie sich an Evident.
- Oft wird mit der Einstellung der Verstärkung (Gain Adjust) oder der Optimierung der Geräteempfindlichkeit (Material Sensitivity Optimization) die Leistung an heißem, korrodiertem Material wesentlich verbessert. Koppelmittel für hohe Temperaturen sind generell weniger effizient als Koppelmittel für niedrigere Temperaturen, demzufolge misst der 27MG genauer, wenn die Empfindlichkeit so eingestellt oder optimiert ist, um dem Messen bei hohen Temperaturen zu entsprechen.

---

## 11. Wartung und Störungsbehebung

---

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie der Ultraschalldickenmesser 27MG durch regelmäßige Pflege und Wartung instandgehalten wird.

### 11.1 Regelmäßige Pflege und Wartung

Das Gehäuse des 27MG ist abgedichtet, um das Eindringen von Flüssigkeiten und Staub zu verhindern. Jedoch ist das Gerät nicht komplett wasserdicht. Deswegen sollte es nie in Flüssigkeiten eingetaucht werden.

Gehäuse, Tastenfeld und Bildschirm können gegebenenfalls mit einem feuchten Tuch und mildem Haushaltsreiniger gereinigt werden. Keine scharfen Lösungs- oder Scheuermittel verwenden.

### 11.2 Wartung der Messköpfe

Die mit dem Ultraschalldickenmesser 27MG eingesetzten Ultraschallköpfe oder Messköpfe sind robust und benötigen wenig Wartung. Sie sind jedoch nicht unzerstörbar und unter Beachtung folgender Hinweise wird ihre Nutzungsdauer verlängert:

- Kabel können durch Einschnitt, Einklemmen oder Ziehen beschädigt werden. Kabel müssen vor mechanischer Überbeanspruchung geschützt werden. Einen Messkopf nie an Stellen liegen lassen, an denen ein schwerer Gegenstand auf das Kabel gestellt werden kann. Einen Messkopf nie durch Ziehen am Kabel vom Gerät trennen, ziehen Sie nur am vergossenen Steckergehäuse. Ein Kabel nie verknoten.

- Das Kabel an der Verbindungsstelle mit dem Messkopf nicht drehen oder ziehen. Diese Vorsichtsmaßnahmen sind besonders wichtig für Messköpfe, deren Kabel nicht ausgewechselt werden können.
- Die Leistung der Messköpfe wird verringert, wenn die Ankoppelfläche stark abgenutzt ist. Um den Verschleiß zu reduzieren, die Kontaktfläche des Messkopfs nicht über raue Oberflächen ziehen. Wenn die Ankoppelfläche des Messkopfs zu rau, gewölbt oder allgemein nicht mehr flach ist, wird es schwierig oder sogar unmöglich, den Messkopf zu einzusetzen. Wenn auch eine gewisse Abnutzung insbesondere bei Korrosionsmessung normal ist, verkürzt starke Abnutzung die Nutzungsdauer des Messkopfs. Um die Leistung eines abgenutzten Messkopfs zu verbessern, kann die Ankoppelfläche abgeschliffen werden. Wenden Sie sich an Evident für weitere Informationen.

### 11.3 Fehlermeldungen

Bei normalem Betrieb des Ultraschalldickenmessers 27MG können spezielle Fehlermeldungen angezeigt werden. Meistens zeigen sie Fehler des Messverfahrens an, sie können aber auch auf ein technisches Problem des Geräts hinweisen. Wenden Sie sich an Evident für weitere Informationen.

### 11.4 Probleme mit den Batterien

Die Balken der Stromanzeige bei Batteriebetrieb zeigen an, wieviel Betriebszeit noch zur Verfügung steht. Schaltet sich der Ultraschalldickenmesser 27MG nach dem Einschalten sofort wieder aus oder lässt er sich erst gar nicht einschalten, ist die Batterie wahrscheinlich komplett leer. Die Batterien sollten ausgewechselt werden. Wenn das Gerät nach dem Wechseln der Batterien immer noch nicht eingeschaltet werden kann, liegt es wahrscheinlich an einer Gerätekomponente und das Gerät sollte zu Wartung eingeschendet werden.

### 11.5 Konfigurationsprobleme (Do--)

Wird die Meldung **Do--** auf dem Bildschirm beim Drücken der Taste **[ZERO]** nicht ausgeblendet, vergewissern Sie sich, dass ein Evident-Messkopf mit dem Gerät verbunden ist. Wenn ja, kann der Messkopf defekt sein. Versuchen Sie es, falls

möglich, mit einem anderen Messkopf oder einem anderen Kabel. Wird die Meldung **Do--** mit dem Einsatz eines anderen Messkopfs nicht ausgeblendet, besteht wahrscheinlich ein Problem mit der Sender-Empfänger-Einheit des Geräts.

## 11.6 Diagnose bei Messproblemen

Können keine Messungen durchgeführt werden und die Kennzeichnungen **MEAS** (Messung) und **LOS** (Signalverlust) werden angezeigt, dann besteht ein Problem mit dem Messkopf oder mit der Sender-Empfänger-Einheit oder das zurückgesendete Rückwandecho ist nicht ausreichend genug.

### So wird das Problem weiter diagnostiziert

1. Entfernen Sie gegebenenfalls Koppelmittel vom Messkopf und drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] und [**CAL ZERO**]. Wird eine Ziffer zwischen 3000 und 7500 neben der Kennzeichnung **DO ZERO** angezeigt, funktionieren Messkopf und Sender-Empfänger-Einheit. fahren Sie mit Schritt 2 fort. Falls dies nicht der Fall ist, fahren Sie mit Schritt 6 fort.
2. Vergewissern Sie sich ausreichend Koppelmittel aufgetragen zu haben, besonders auf rauhen oder gekrümmten Oberflächen.
3. Setzen Sie den gleichen Messkopf für ein Prüfteil mit glatter und ebener Oberfläche ein.
4. Waren die obigen Versuche erfolgreich, doch Messungen können immer noch nicht durchgeführt werden, dann ändern Sie die Einstellung der Verstärkung oder der Geräteempfindlichkeit. Wenn immer noch kein Messwert angezeigt wird, setzen Sie einen anderen Messkopftyp für Ihren Dickenbereich mit höherer Empfindlichkeit ein.
5. Steht ein anderer Messkopf des gleichen Typs zur Verfügung, setzen Sie ihn zum Messen ein und fahren Sie mit Schritt 1 fort. Wenn dieser funktioniert, ist der ursprüngliche Messkopf defekt. Wenn dieser nicht funktioniert, ist die Impulsgenerator/Empfänger-Einheit defekt.
6. Ergeben die obigen Versuche, dass ein Problem mit dem Gerät oder Messkopf besteht, dann sollten die betreffenden Geräte zur Reparatur oder zum Austausch an Evident zurückgeschickt werden. Wenn die obigen Versuche ergeben haben, dass das Gerät und der Messkopf in Ordnung sind, liegt es wahrscheinlich an dem zu messendem Material, wegen:
  - extremer Rauigkeit an der gemessenen oder der gegenüberliegenden Seite

- extrem hoher Schallschwächung oder Schallstreuung durch Materialeigenschaften, wie Körnung, Inklusion Hohlräume.
- nicht paralleler Wandungen
- extrem scharfer Krümmung

## 11.7 Selbstdiagnosefunktion

Der Ultraschalldickenmesser 27MG besitzt zwei Fenster zur Selbstdiagnose (DIAG), mit denen der Bediener Hardware- oder Softwareprobleme identifizieren kann.

### So werden das Fenster DIAG1 und interne Ergebnisse von Selbsttests angezeigt

1. Drücken Sie die Tasten [2<sup>nd</sup> F] [▼] (SETUP), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Wählen Sie mit den Pfeiltasten [◀, ▶] das Register **DIAG1** aus.  
Ergebnisse aus Tabelle 6 auf Seite 80 werden angezeigt.

**Tabelle 6 Ergebnisse im Fenster DIAG1**

<b>GAIN</b>	interne Justierung
<b>BLK, DET, SMP</b>	interne Totzeit-, Detektor- und Prüfteiltest
<b>THRESH CAL (RCVR1)</b>	Schwellenjustiertest (Empfänger 1)
<b>THRESH CAL (RCVR2)</b>	Schwellenjustiertest (Empfänger 2)

---

<b>HINWEIS</b>
----------------

Hervorgehobene Parameter geben an, dass der entsprechende Selbsttest fehlgeschlagen ist, da die erwarteten Werte nicht erreicht wurden.

---

## So wird das Fenster DIAG2 angezeigt, in dem Angaben zu Ihrem Ultraschaldickenmesser 27MG stehen

1. Drücken Sie die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] (**SETUP**), um die Setup-Register anzuzeigen.
2. Mit den Pfeiltasten [**◀**, **▶**] wählen Sie das Register **DIAG2** aus.  
Ergebnisse aus Tabelle 7 auf Seite 81 werden angezeigt.

**Tabelle 7 Ergebnisse im Fenster DIAG2**

<b>SW REV</b>	Softwareversion (1.00/1.00G)
<b>BATTERIE</b>	aktuelle Spannung der Batterien
<b>SONDE</b>	mit dem Gerät verbundener Messkopf
<b>PR TX</b>	Laufzeit im Sender
<b>PR RX</b>	Laufzeit im Empfänger

### HINWEIS

Zeigt PR TX die Abkürzung N/A an, dann besteht Kabelbruch oder ein Problem mit dem Messkopf.

## 11.8 Geräteleistungstest

Im Register TESTS des Ultraschaldickenmessers 27MG stehen zwei Testfunktionen der Geräteleistung zur Verfügung (siehe Abbildung 11-1 auf Seite 82):

- **KEYPAD** - zum Überprüfen der Tasten des Tastenfelds
- **VIDEO** - zum Überprüfen, ob die Pixel funktionieren

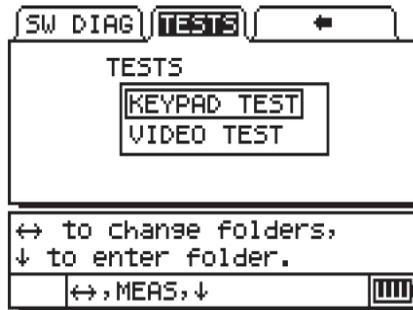


Abbildung 11-1 Register TESTS

### 11.8.1 KEYPAD TEST (Tastefeldtest)

Mit dieser Funktion werden die Tasten des Tastenfelds auf Funktionsfähigkeit überprüft. Mit der Auswahl von **KEYPAD TEST** (Tastefeldtest) wird auf dem Bildschirm ein Tastenfeld angezeigt (siehe Abbildung 11-2 auf Seite 82). Um jede Taste zu prüfen, drücken Sie die entsprechende Taste auf dem Tastenfeld. Diese Taste wird auf dem Bildschirm hervorgehoben. Wird die entsprechende Taste nicht hervorgehoben, funktioniert sie nicht.

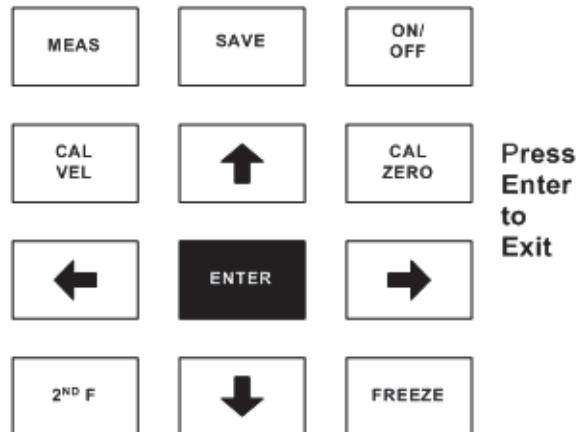


Abbildung 11-2 Tastefeldtest

## So wird das Tastenfeld überprüft

1. Drücken Sie im Messfenster (**MEAS**) die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] und drücken Sie die Pfeiltaste [**▶**] bis zum Register **TESTS** am oberen Bildschirmrand.
2. Drücken Sie die Pfeiltaste [**▼**], um **KEYPAD TEST** (Tastensfeldtest) auszuwählen, und drücken Sie danach [**ENTER**], um den Test zu beginnen, oder drücken Sie [**2<sup>nd</sup> F**] [**▲**], um den Test abzubrechen. Bestätigen Sie, dass die Tasten des Tastensfelds funktionieren.
3. Drücken Sie die Taste [**ENTER**], um zum Fenster **TESTS** zurückzuschalten.

### 11.8.2 Funktion VIDEO TEST

Mit dieser Funktion werden Pixel des Bildschirms überprüft (siehe Abbildung 11-3 auf Seite 83). Pixel, die nicht funktionieren, werden weiß angezeigt, wenn **VIDEO TEST** aktiviert ist.



Abbildung 11-3 Video Test

## So werden die Pixel überprüft

1. Drücken Sie im Messfenster (**MEAS**) die Tasten [**2<sup>nd</sup> F**] [**▼**] und drücken Sie die Pfeiltaste [**▶**] bis zum Register **TESTS** am oberen Bildschirmrand.
2. Drücken Sie die Pfeiltaste [**▼**], um **VIDEO TEST** auszuwählen, und drücken Sie danach [**ENTER**], um den Test zu beginnen, oder drücken Sie [**2<sup>nd</sup> F**] [**▲**], um den

Test abbrechen. Überprüfen Sie ob alle Pixel richtig angezeigt werden. Weiße Stellen zeigen Pixel an, die nicht funktionieren.

3. Drücken Sie die Taste **[ENTER]**, um zum Fenster **TESTS** zurückzuschalten.

## **11.9 Reparaturdienst**

Evident repariert alle Ultraschaldickenmesser 27MG im US-Werk in Waltham, Massachusetts. Zusätzlich führen einige örtliche Evident-Händler Reparaturen durch.

## **11.10 Ersatzteile, Sonderzubehör und Zubehör**

Ersatzteile sowie zusätzliches Zubehör für den 27MG sind bei Evident erhältlich.

## Anhang: Schallgeschwindigkeiten

In Tabelle 8 auf Seite 85 wird die Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Materialien aufgelistet. Dies dient nur als Richtlinie. Die aktuelle Schallgeschwindigkeit in diesen Materialien kann aus verschiedenen Gründen abweichen, wie Zusammensetzung, bevorzugte Kristallorientierung, Porosität und Temperatur. Um höchste Messgenauigkeit zu garantieren, sollte die genaue Schallgeschwindigkeit erst an einem Justierkörper aus dem zu prüfenden Material ermittelt werden.

**Tabelle 8 Schallgeschwindigkeiten**

Material	V (in./ $\mu$ s)	V (m/s)
Akrylglas	0,107	2730
Aluminium	0,249	6320
Beryllium	0,508	12900
Bronze (Schiffsbronze)	0,174	4430
Kupfer	0,183	4660
Diamant	0,709	18000
Glyzerin	0,076	1920
Inconel	0,229	5820
Gusseisen (globular)	0,138	3500
Gusseisen (laminar)	0,220	5600
Eisenoxyd (Magnetit)	0,232	5890
Blei	0,085	2160

**Tabelle 8 Schallgeschwindigkeiten (Fortsetzung)**

<b>Material</b>	<b>V (in./<math>\mu</math>s)</b>	<b>V (m/s)</b>
Lucite	0,106	2680
Molybdän	0,246	6250
Motoröl (SAE 20/30)	0,069	1740
Nickel, rein	0,222	5630
Polyamid (gegossen)	0,087	2200
Nylon (extrudiert)	0,102	2600
Polyäthylen, hohe Dichte (HDPE)	0,097	2460
Polyäthylen, geringe Dichte (LDPE)	0,082	2080
Polystyrol	0,092	2340
Polyvinylchlorid (PVC), hart	0,094	2395
Kautschuk (Polybutadien)	0,063	1610
Silicium	0,379	9620
Silikon	0,058	1485
Stahl, 1020	0,232	5890
Stahl, 4340	0,230	5850
Stahl 302, austenitisch, rostfrei	0,223	5660
Stahl 347, austenitisch, rostfrei	0,226	5740
Zinn	0,131	3320
Titan, Ti 150A	0,240	6100

**Tabelle 8 Schallgeschwindigkeiten (Fortsetzung)**

Material	V (in./ $\mu$ s)	V (m/s)
Wolfram	0,204	5180
Wasser (20 °C)	0,0580	1480
Zink	0,164	4170
Zirkonium	0,183	4650

**Literaturnachweis**

1. W.P. Mason, *Physical Acoustics and the Properties of Solids*, D. Van Nostrand Co., New York, 1958.
2. E.P. Papadakis, Panametrics - unveröffentlichte Notizen, 1972.
3. J.R. Fredericks, *Ultrasonic Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1965
4. D. L. Folds, "Experimental Determination of Ultrasonic Wave Velocities in Plastics, Elastomers, and Syntactic Foam as a Function of Temperature", Naval Research and Development Laboratory, Panama City, Florida, 1971.
5. *Handbook of Chemistry and Physics*, Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, 1963



---

# Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1-1	Die Hardware-Komponenten des 27MG – Ansicht von vorn und oben .....	25
Abbildung 1-2	Die Anschlüsse des 27MG .....	25
Abbildung 1-3	Anschlüsse am Kopfteil des Geräts .....	26
Abbildung 1-4	Die Tastenfelder des 27MG .....	26
Abbildung 2-1	Die Stromanzeige bei Batteriebetrieb .....	31
Abbildung 2-2	Öffnen des Batteriefachs .....	33
Abbildung 2-3	Auswahl des Batterietyps .....	34
Abbildung 3-1	Messfenster .....	37
Abbildung 3-2	Elemente des Messfensters .....	38
Abbildung 3-3	Parameterfenster (Beispiel) .....	39
Abbildung 4-1	Nullpunktausgleich des Messkopfs .....	42
Abbildung 4-2	Anzeigebereich mit Nullwert .....	43
Abbildung 5-1	Fenster mit der Meldung Do- .....	46
Abbildung 5-2	Fenster Do- mit unbekannter Schallgeschwindigkeit im Material ....	48
Abbildung 9-1	27MG Blockdiagramm .....	70
Abbildung 10-1	Lotrechte Ausrichtung zur mittleren Achse auf dem Rohr .....	72
Abbildung 11-1	Register TESTS .....	82
Abbildung 11-2	Tastenfeldtest .....	82
Abbildung 11-3	Video Test .....	83



---

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1	Tastenfeldfunktionen .....	27
Tabelle 2	Standardeinstellungen .....	41
Tabelle 3	Technische Daten .....	67
Tabelle 4	Auswahl des Messkopfs .....	74
Tabelle 5	Auswahl des Koppelmittels .....	75
Tabelle 6	Ergebnisse im Fenster DIAG1 .....	80
Tabelle 7	Ergebnisse im Fenster DIAG2 .....	81
Tabelle 8	Schallgeschwindigkeiten .....	85

