

DIN EN 14127

ICS 19.100

Ersatz für
DIN EN 14127:2004-11**Zerstörungsfreie Prüfung –
Dickenmessung mit Ultraschall;
Deutsche Fassung EN 14127:2011**

Non-destructive testing –
Ultrasonic thickness measurement;
German version EN 14127:2011

Essais non destructifs –
Mesurage de l'épaisseur par ultrasons;
Version allemande EN 14127:2011

Gesamtumfang 41 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14127:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14127:2004-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument redaktionell überarbeitet;
- b) Normative Verweisungen aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 14127: 2004-11

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung — Dickenmessung mit Ultraschall

Non-destructive testing —
Ultrasonic thickness measurement

Essais non destructifs —
Mesurage de l'épaisseur par ultrasons

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. Dezember 2010 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Messtechniken	5
5 Allgemeine Anforderungen	7
5.1 Prüfgeräte	7
5.2 Prüfköpfe	7
5.3 Koppelmittel	7
5.4 Vergleichskörper	7
5.5 Prüfgegenstände	8
5.6 Qualifikation des Personals	8
6 Anwendung der Ultraschalltechnik	8
6.1 Oberflächenbedingungen und Oberflächenvorbereitung	8
6.2 Messtechnik	9
6.2.1 Allgemeines	9
6.2.2 Messungen während der Herstellung	9
6.2.3 Wiederkehrende Messungen der Restwanddicke	10
6.3 Auswahl des Prüfkopfes	10
6.4 Auswahl des Prüfgerätes	11
6.5 Vom Bezugswerkstoff abweichende Werkstoffe	11
6.6 Besondere Messbedingungen	11
6.6.1 Allgemeines	11
6.6.2 Messungen bei Temperaturen unter 0 °C	11
6.6.3 Messungen bei höheren Temperaturen	11
6.6.4 Gefährliche Umgebungen	12
7 Geräteeinstellung	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Verfahren	12
7.2.1 Allgemeines	12
7.2.2 Digital anzeigende Messgeräte	12
7.2.3 Geräte mit A-Bild-Darstellung	13
7.3 Überprüfung der Einstellungen	14
8 Einflüsse auf die Genauigkeit	14
8.1 Betriebsbedingungen	14
8.1.1 Oberflächenbedingungen	14
8.1.2 Oberflächentemperatur	15
8.1.3 Metallische Beschichtungen	15
8.1.4 Nichtmetallische Beschichtungen	16
8.1.5 Geometrie	17
8.2 Prüfausrüstung	17
8.2.1 Auflösungsvermögen	17
8.2.2 Messbereich	17
8.3 Beurteilung der Genauigkeit	18
8.3.1 Allgemeines	18
8.3.2 Einflussparameter	18
8.3.3 Berechnungsverfahren	18
9 Einfluss der Werkstoffe	18
9.1 Allgemeines	18
9.2 Inhomogenität	19

9.3	Anisotropie.....	19
9.4	Schallschwächung	19
9.5	Oberflächenbedingungen	19
9.5.1	Allgemeines	19
9.5.2	Kontaktfläche	19
9.5.3	Reflektierende Oberfläche	20
9.5.4	Korrosion und Erosion	20
10	Prüfbericht	21
10.1	Allgemeines	21
10.2	Allgemeine Angaben	21
10.3	Prüfdaten	21
Anhang A (informativ) Korrosion in Behältern und Rohrleitungen		22
A.1	Allgemeines	22
A.2	Messung der allgemeinen Korrosion	22
A.2.1	Prüfgerät.....	22
A.2.2	Prüfköpfe	22
A.2.3	Einstellung des Prüfgerätes	23
A.2.4	Messung	23
A.3	Messung von Lochkorrosion	23
A.3.1	Prüfgerät.....	23
A.3.2	Prüfköpfe	23
A.3.3	Einstellung des Prüfgerätes	23
A.3.4	Messung	23
Anhang B (informativ) Geräteeinstellung		27
Anhang C (informativ) Einflüsse auf die Genauigkeit		29
C.1	Einflüsse auf die Genauigkeit	29
C.2	Berechnungsverfahren	32
Anhang D (informativ) Auswahl der Messtechnik		35
Literaturhinweise		39

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14127:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 14127:2004, die redaktionell überarbeitet wurde und die neue Ausgabe von EN 1330-4:2010 in Betracht zieht.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Grundlagen fest zur Ermittlung der Dicke metallischer und nicht metallischer Werkstoffe mit Ultraschall durch unmittelbaren Kontakt mit dem Prüfgegenstand allein, basierend auf der Messung der Laufzeit von Ultraschallimpulsen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 583-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 2: Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung*

EN 1330-4:2010, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 4: Begriffe der Ultraschallprüfung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1330-4:2010.

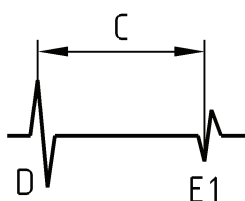
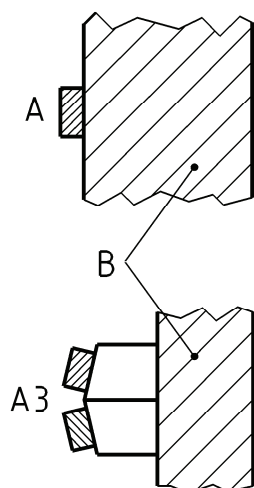
4 Messtechniken

Die Dicke eines Prüfgegenstandes wird durch genaue Messung der Zeit bestimmt, die ein von einem Wandler erzeugter kurzer Ultraschallimpuls benötigt, um die Werkstoffdicke einmal, zweimal oder mehrere Male zu durchlaufen.

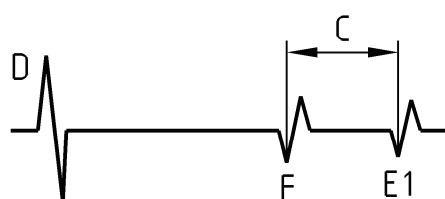
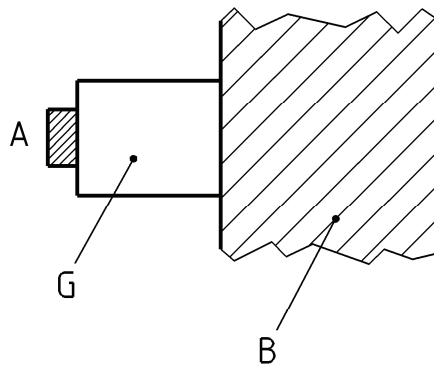
Die Werkstoffdicke wird errechnet, indem die für den Werkstoff bekannte Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen mit der Laufzeit multipliziert und durch die Anzahl der Impulsdurchgänge durch die Wand des Werkstoffs dividiert wird.

Durch Anwendung einer der folgenden Verfahrensarten kann dieses Prinzip umgesetzt werden, siehe Bild 1:

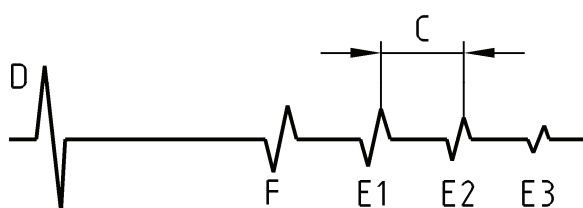
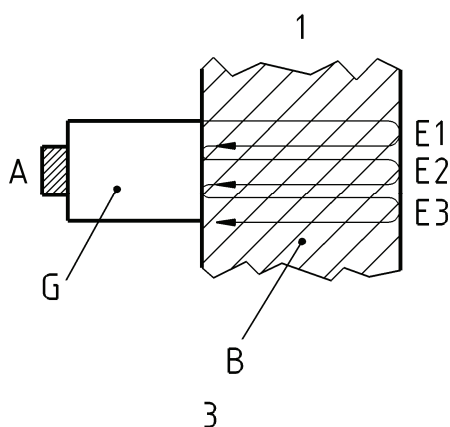
- a) Messtechnik 1: Messen der Laufzeit vom Sendeimpuls bis zu einem ersten zurückkehrenden Echo abzüglich einer Nullpunktkorrektur zur Berücksichtigung der Schutzschicht des Prüfkopfes und der Koppelschicht (Einzelecho-Technik).
- b) Messtechnik 2: Messen der Laufzeit vom Ende einer Vorlaufstrecke bis zum ersten Rückwandecho (Einzelecho-Technik mit Vorlauf).
- c) Messtechnik 3: Messen der Laufzeit zwischen aufeinander folgenden Rückwandechos (Mehrfachecho-Technik).
- d) Messtechnik 4: Messen der Laufzeit eines Impulses vom Sender bis zum Empfänger, der auf der Rückwand sitzt (Durchschallungsverfahren).



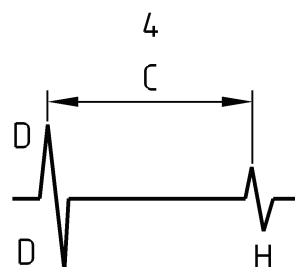
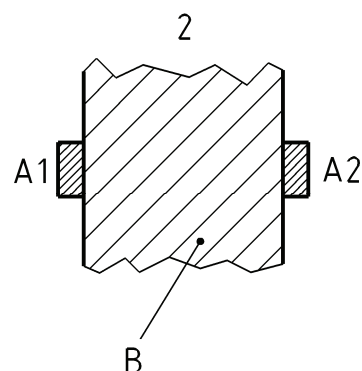
Messtechnik 1



Messtechnik 2



Messtechnik 3



Messtechnik 4

Legende

A Einschwingerprüfkopf
A1 sendender Prüfkopf
A2 empfangender Prüfkopf
A3 SE-Prüfkopf
B Prüfgegenstand
C Schalllaufzeit

D Sendeimpuls
E1 bis E3 Rückwandecho
F Grenzflächenecho
G Vorlaufstrecke
H Empfangsimpuls

Bild 1 — Messtechniken

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Prüfgeräte

Zur Dickenmessung können folgende Gerätearten verwendet werden:

- a) für die Dickenmessung mit Ultraschall bestimmte Geräte mit einer numerischen Anzeige des gemessenen Wertes;
- b) für die Dickenmessung mit Ultraschall bestimmte Geräte mit einer numerischen Anzeige des gemessenen Wertes einer Anzeige des A-Bildes (der Impulsform);
- c) Geräte, die vorwiegend für den Fehlernachweis vorgesehen sind und eine A-Bild-Darstellung haben. Diese Geräte können auch eine numerische Anzeige des Dickenwertes aufweisen.

Siehe 6.4.

5.2 Prüfköpfe

Es werden folgende Prüfkopfarten verwendet, im Allgemeinen für Longitudinalwellen:

- SE-Prüfköpfe mit zwei voneinander getrennten Wandlern;
- Einschwingerprüfköpfe.

Siehe 6.3.

5.3 Koppelmittel

Zwischen dem Prüfkopf (den Prüfköpfen) und dem Prüfgegenstand muss ein akustischer Kontakt hergestellt werden, üblicherweise durch Auftragen eines Koppelmittels.

Das Koppelmittel darf für Prüfgegenstand und Prüfausrüstung keine Beeinträchtigungen verursachen oder für den Prüfer keine Gesundheitsgefährdung darstellen.

Zu Koppelmitteln für besondere Messbedingungen siehe 6.6.

Das Koppelmittel sollte entsprechend den Bedingungen und den Unregelmäßigkeiten der jeweiligen Oberfläche so ausgewählt werden, dass eine ausreichende Ankopplung sichergestellt ist.

5.4 Vergleichskörper

Die Prüfausrüstung muss mit Hilfe einer oder mehrerer Probe(n) oder mit Vergleichskörpern justiert werden, die für den zu messenden Prüfgegenstand repräsentativ sind, d. h. Maße, Werkstoff und Gefüge müssen vergleichbar sein. Für die Vergleichskörper sollte eine bestimmte Dicke oder eine mehrfach gestufte Dicke so ausgewählt werden, dass der zu messende Dickenbereich überdeckt wird. Entweder die Dicke oder die Schallgeschwindigkeit der Vergleichskörper muss bekannt sein.

5.5 Prüfgegenstände

In dem jeweils zu messenden Prüfgegenstand muss die Ausbreitung von Ultraschallwellen möglich sein.

Jeder zu messende Bereich muss frei zugänglich sein.

Die Oberfläche des zu untersuchenden Bereichs muss frei von Schmutz, Fett, Fusseln, Zunder, Flussmitteln und Schweißspritzern, Öl oder anderen Fremdstoffen sein, die einen nachteiligen Einfluss auf die Prüfung ausüben können.

Falls die Oberfläche beschichtet ist, muss die Schicht gut auf dem Werkstoff haften. Anderenfalls muss sie entfernt werden.

Falls durch die Schicht gemessen wird, muss ihre Dicke und Schallgeschwindigkeit bekannt sein, anderenfalls wird Messtechnik 3 verwendet.

Zu weiteren Einzelheiten, siehe Abschnitt 8.

5.6 Qualifikation des Personals

Ein Prüfer, der Ultraschall-Dickenmessungen nach diesem Dokument durchführt, muss physikalische Kenntnisse der Grundlagen des Ultraschalls, ein detailliertes Verständnis der Abläufe und eine auf die Waddickenmessung ausgerichtete Ausbildung haben. Außerdem müssen dem Prüfer Informationen über das Produkt und den zu untersuchenden Werkstoff vorliegen.

Es wird vorausgesetzt, dass das Personal für die Dickenmessung mit Ultraschall qualifiziert und befähigt ist. Um diese Qualifizierung nachzuweisen, wird empfohlen, das Personal in Übereinstimmung mit EN 473 oder nach einer gleichwertigen Norm zu zertifizieren.

Zu beachten ist, dass bei Druckgeräten der Kategorien III und IV nach EU-Richtlinie 97/23/EG, Anhang I, 3.1.3 dieses Personal von einer unabhängigen Prüfstelle, die von einem Mitgliedstaat anerkannt wurde, zugelassen worden sein muss.

6 Anwendung der Ultraschalltechnik

6.1 Oberflächenbedingungen und Oberflächenvorbereitung

Die Anwendung des Impulsecho-Verfahrens bedeutet, dass der Ultraschallimpuls die Kontaktfläche zwischen Prüfgegenstand und Prüfkopf mindestens zweimal passieren muss: Beim Eintritt in den Prüfgegenstand und beim Verlassen des Prüfgegenstandes.

Daher sollte vorzugsweise eine saubere und ebene Kontaktfläche vorhanden sein, deren Größe mindestens dem zweifachen Prüfkopfdurchmesser entspricht. Ein unzureichender Kontakt führt zu Energieverlust, zur Verzerrung des Signals und des Schallweges.

Um eine Schallausbreitung zu ermöglichen, müssen alle losen Teile und alle nicht festhaftenden Beschichtungen durch Bürsten oder Schleifen entfernt werden.

Auf dem Prüfgegenstand festhaftende Beschichtungen, z. B. Farbanstriche, Überzüge aus Metall oder Email, müssen nicht entfernt werden; es ist jedoch zu beachten, dass es nur wenige Dickenmessgeräte gibt, die diese Schichten von der Dickenmessung ausschließen.

Sehr oft sind Dickenmessungen an korrodierten Oberflächen durchzuführen, z. B. an Speicherbehältern und Rohrleitungen. Um die Messunsicherheit zu verringern, sollte die Kontaktfläche innerhalb eines Bereichs geschliffen werden, der mindestens dem zweifachen Prüfkopfdurchmesser entspricht. Dieser Bereich sollte frei von Korrosionsprodukten sein.

6.2 Messtechnik

6.2.1 Allgemeines

Die Dickenmessung mit Ultraschall kann in zwei Anwendungsbereiche eingeteilt werden:

- Messungen während der Herstellung;
- wiederkehrende Messungen zur Ermittlung der Restwanddicke.

Für jeden Bereich gelten eigene Bedingungen, die die Anwendung besonderer Messtechniken erfordern.

Mit der Kenntnis des Werkstoffs, der geometrischen Bedingungen und der geforderten Genauigkeit der zu messenden Dicke, kann die geeignetste Prüfausrüstung und Messtechnik ausgewählt werden; weitere Anleitungen werden im Anhang D gegeben:

- a) in Abhängigkeit von der Dicke und dem Werkstoff müssen Frequenzen im Bereich von 100 kHz bei der Durchschallung von stark schwächenden Werkstoffen bis zu Frequenzen von 50 MHz für dünne Metallbleche angewendet werden;
- b) bei der Anwendung von SE-Prüfköpfen ist eine Kompensation für den Fehler erforderlich, der durch den V-Weg auftritt;
- c) an gekrümmten Prüfgegenständen muss der Durchmesser der Kontaktfläche des Prüfkopfes deutlich kleiner sein als der Durchmesser des Prüfgegenstandes;
- d) die Genauigkeit der Dickenmessung wird durch die Genauigkeit bei der Messung der Laufzeit bestimmt, die vom Verfahren zur Laufzeitmessung (Schnittpunkt mit der Nulllinie, zwischen benachbarten Impulsflanken oder -spitzen), von der ausgewählten Messtechnik (bei Messtechnik 3 mit Mehrfachechos ist die Messunsicherheit geringer als bei den Messtechniken 1 und 2) und von den anwendbaren Frequenzen (höhere Frequenzen ermöglichen wegen der genaueren Laufzeitmessung eine höhere Genauigkeit als niedrigere Frequenzen) abhängig ist;
- e) die Dickenmessung mit Ultraschall wird häufig über einen ganzen Bereich des zu prüfenden Bauteils erforderlich. Falls dies der Fall ist, sollte der Abstand zwischen jeder Messung beachtet werden. Ein solcher Abstand sollte regelmäßig sein. Die Verwendung eines Gitternetzes wird empfohlen. Die Netzgröße sollte so gewählt werden, dass ein Gleichgewicht zwischen der Zuverlässigkeit der Prüfaussage und dem Arbeitsaufwand besteht.

Bei einer Messung der Dicke mit Ultraschall wird stets die Laufzeit gemessen und aus ihr die Dicke unter der Annahme errechnet, dass die Schallgeschwindigkeit konstant ist (siehe Abschnitt 7). Wenn die Geschwindigkeit innerhalb des vom Schallimpuls durchlaufenen Weges nicht konstant ist, kann die Genauigkeit der Messung stark beeinträchtigt werden.

6.2.2 Messungen während der Herstellung

6.2.2.1 Messtechniken 1, 2 und 3

Wenn die Echo-Technik angewendet wird, geben die Flussdiagramme in den Bildern D.1 und D.2 eine Anleitung zur Auswahl der geeignetsten Verfahren und Prüfausrüstungen.

Die Dickenmessung an sauberen, parallelen Flächen kann mit Dickenmessgeräten mit einfacher numerischer Anzeige erfolgen.

An Verbundwerkstoffen, die Echos zusätzlich zum Rückwandecho erzeugen, werden Dickenmessgeräte mit A-Bild-Anzeige (Typ 5.1 b) oder Typ 5.1 c)) zur Identifizierung des zur Dickenmessung zugehörigen Echos empfohlen.

6.2.2.2 Messtechnik 4

Wenn stark schwächende Werkstoffe und große Dicken zu messen sind, können keine Echo-Techniken mehr angewendet werden, sondern nur die Durchschallungstechnik (Messtechnik 4).

Auf gegenüberliegenden Seiten des Prüfgegenstandes müssen zwei Prüfköpfe angeordnet werden. Das Ultraschallgerät muss daher den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger (SE-Betrieb) ermöglichen. In den meisten Fällen muss deren Frequenz kleiner als 1 MHz sein. Spezielle Niederfrequenzgeräte mit Prüfköpfen aus der Gruppe c) in 5.1 mit besonders niedriger Frequenz müssen verwendet werden.

6.2.3 Wiederkehrende Messungen der Restwanddicke

Bei wiederkehrenden Prüfungen sind Dickenmessungen an Werkstoffen durchzuführen, die Korrosion oder Erosion unterliegen. Die Oberflächen können rau sein und Lochkorrosion oder andere Unregelmäßigkeiten enthalten (siehe Anhang A), d. h. sie haben Flächen mit geringem Reflexionsvermögen.

Hier wird die Anwendung von SE-Prüfköpfen empfohlen. Die Empfindlichkeit muss von Hand eingestellt werden, um die schlecht reflektierenden Bereiche aufzufinden.

Wenn eine große Zahl von Messungen erforderlich ist, müssen die Anzeigen zusammen mit Angaben über die Lage der Messstellen gespeichert werden. Dafür sind spezielle Prüfprogramme erhältlich (Datenlogger).

Bei wiederkehrenden Prüfungen spielen die Umgebungsbedingungen eine bedeutende Rolle. Es kann eine Prüfausrüstung benötigt werden, die für den Einsatz bei hohen Temperaturen und in rauen Umgebungen geeignet ist oder die eine besondere elektrische Abschirmung bietet.

Die Flussdiagramme in den Bildern D.3 und D.4 geben eine Anleitung, wie wiederkehrende Wanddickenmessungen durchzuführen sind.

6.3 Auswahl des Prüfkopfes

Nachdem nach 6.2 die geeignete Messtechnik ausgewählt wurde, d. h. eine allgemeine Entscheidung für eine Prüfkopfart (Einfach- oder SE-Prüfkopf) getroffen wurde, sind mehrere Parameter zu beachten, um den Prüfkopf an die jeweiligen Messbedingungen anzupassen.

Breitbandige Prüfköpfe erzeugen einen kürzeren Impuls als schmalbandige Prüfköpfe; dadurch wird eine für Beginn und Ende der Laufzeitmessung geeignete Impulsflanke oder -spitze und damit eine bessere Auflösung bei Messung dünner Bleche oder Schichten erreicht.

Außerdem liefert ein breites Frequenzband immer ein stabiles Echo, auch bei Messung von schwächenden Werkstoffen.

Größe und Frequenz des Prüfkopfes müssen so ausgewählt werden, dass durch ein schmales Schallbündel der gesamte Messbereich erfasst wird, damit ein Echo von einer eindeutig definierten Fläche erhalten wird.

Bei SE-Prüfköpfen sollte der Fokusbereich den erwarteten Dickenbereich abdecken.

Beim Messen geringer Dicken sollte eine Vorlaufstrecke verwendet werden. Die Messung sollte zwischen dem Echo von der Grenzfläche (Vorlaufstrecke/Prüfgegenstand) und dem ersten Rückwandecho aus dem Prüfgegenstand erfolgen (Messtechnik 2) oder die Messung sollte mit der Messtechnik 3 erfolgen. Die Vorlaufstrecke muss aus einem Werkstoff hergestellt werden, der ein geeignetes Grenzflächenecho erzeugt. Besteht die Vorlaufstrecke aus dem gleichen Werkstoff wie der Prüfgegenstand, wird kein Grenzflächenecho erzeugt. Wenn der Werkstoff der Vorlaufstrecke eine geringere akustische Impedanz als der zu untersuchende Werkstoff hat, z. B. wenn die Vorlaufstrecke aus Kunststoff, der Prüfgegenstand aber aus Metall besteht, tritt eine Phasenverschiebung des Grenzflächenechos auf. Um genaue Ergebnisse zu erreichen, muss dies korrigiert werden. Einige Dickenmessgeräte führen diese Korrektur automatisch durch.

Bei kleinen Dicken ist es auch möglich, SE-Prüfköpfe mit kleinem Fokusabstand zu verwenden.

Bei Messungen an heißen Oberflächen muss die Vorlaufstrecke als Wärmebarriere wirken.

Der für die Vorlaufstrecke ausgewählte Werkstoff muss den Temperaturen des Prüfgegenstandes widerstehen können. Der Einfluss der Temperatur auf die akustischen Eigenschaften der Vorlaufstrecke muss bekannt sein (Drift der Schallschwächung und der Geschwindigkeit). Datenblätter der Prüfkopfhersteller geben den Temperaturbereich an, für die ein Prüfkopf geeignet ist sowie die Dauer, über die er bei diesen Temperaturen benutzt werden kann.

6.4 Auswahl des Prüfgerätes

Die Wahl der Prüfgeräte Typ 5.1 a), b) oder c) wird wie folgt vorgenommen:

- Prüfgeräte vom Typ 5.1 c) können für die Messtechniken 1 bis 4, siehe Abschnitt 4, verwendet werden und erfüllen die Bedingungen nach 6.2.2 und 6.2.3;
- Prüfgeräte vom Typ 5.1 b) können nur für die Messtechniken 1, 2 und 3, siehe Abschnitt 4, verwendet werden und erfüllen die Bedingungen nach 6.2.2.1 und 6.2.3;
- Prüfgeräte vom Typ 5.1 a) dürfen vom Hersteller so gebaut sein, dass sie nur in einer der Messtechniken 1, 2 oder 3, siehe Abschnitt 4, arbeiten.

Die Prüfgeräte müssen so ausgewählt werden, dass sie den individuellen Anforderungen nach 6.2.2.1 oder 6.2.3 genügen.

Siehe auch Anhang D.

6.5 Vom Bezugswerkstoff abweichende Werkstoffe

Siehe Tabelle B.1.

6.6 Besondere Messbedingungen

6.6.1 Allgemeines

Alle gesetzlichen Vorschriften im Zusammenhang mit der sicheren Anwendung von Chemikalien und elektrischen Einrichtungen müssen eingehalten werden.

Wenn eine geringe Messungenauigkeit gefordert wird, sollte die Temperatur der verwendeten Kalibrier- und Vergleichskörper der Temperatur des Prüfgegenstandes entsprechen.

6.6.2 Messungen bei Temperaturen unter 0 °C

Für Messungen bei Temperaturen unter 0 °C muss ein Koppelmittel ausgewählt werden, dessen akustische Eigenschaften bei Temperaturen unter 0 °C unverändert bleiben und dessen Gefrierpunkt unterhalb der Prüftemperatur liegt.

Die meisten Prüfköpfe sind für eine Anwendung zwischen –20 °C und +60 °C ausgelegt. Bei Temperaturen unter –20 °C können besondere Prüfköpfe erforderlich werden, und die Dauer des Kontaktes sollte entsprechend den Empfehlungen des Herstellers begrenzt werden.

6.6.3 Messungen bei höheren Temperaturen

Für Messungen bei Temperaturen über 60 °C wird ein Hochtemperatur-Prüfkopf benötigt, und das Koppelmittel muss für die Anwendung bei der jeweiligen Prüftemperatur geeignet sein, oder es ist zu prüfen, ob koppelmittelfrei gearbeitet werden kann.

Bei Anwendung einer Prüfausrüstung mit A-Bild-Darstellung sollte das Bild „eingefroren“ werden können, damit der Prüfer die Signale beurteilen kann. Die Dauer des Prüfkopfkontaktes muss auf die vom Hersteller empfohlene und zur Durchführung der Messung erforderliche Mindestdauer begrenzt werden.