

DIN EN ISO 19397



ICS 87.040

Entwurf

Einsprüche bis 2024-02-01
Vorgesehen als Ersatz für
DIN CEN ISO/TS 19397
(DIN SPEC 55661):2018-05

**Beschichtungsstoffe –
Bestimmung der Schichtdicke von Beschichtungen mittels
Ultraschallmessung (ISO/DIS 19397:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 19397:2023**

Paints and varnishes –
Determination of the film thickness of coatings using an ultrasonic gauge
(ISO/DIS 19397:2023);
German and English version prEN ISO 19397:2023

Peintures et vernis –
Détermination de l'épaisseur du feuillet de revêtement par mesurage ultrasons
(ISO/DIS 19397:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 19397:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-12-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nab@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Das Dokument prEN ISO 19397:2023 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 35 „Paints and varnishes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 139 „Lacke und Anstrichstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitskreis NA 002-00-07-14 AK „Schichtdicke“ des Arbeitsausschusses NA 002-00-07 AA „Allgemeine Prüfverfahren für Beschichtungsstoffe und Beschichtungen“ im DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2808	siehe	DIN EN ISO 2808
ISO 4618	siehe	DIN EN ISO 4618
ISO 5577:2017	siehe	DIN EN ISO 5577:2017-05
ISO 5725-2	siehe	DIN ISO 5725-2

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN CEN ISO/TS 19397 (DIN SPEC 55661):2018-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Dokument wurde von einer Technischen Spezifikation in eine Norm umgewandelt;
- b) eine Einleitung wurde ergänzt;
- c) im englischen Titel wurde die Schreibweise von „gage“ in „gauge“ geändert;
- d) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 2808, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke*

DIN EN ISO 4618, *Beschichtungsstoffe — Begriffe*

DIN EN ISO 5577:2017-05, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Terminologie (ISO 5577:2017); Deutsche Fassung EN ISO 5577:2017*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 19397:2024-01

– Leerseite –

**Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Schichtdicke von Beschichtungen mittels
Ultraschallmessung (ISO/DIS 19397:2023)**

Paints and varnishes – Determination of the film thickness of coatings using an ultrasonic gauge
(ISO/DIS 19397:2023)

Peintures et vernis – Détermination de l'épaisseur du feuil de revêtement par mesurage ultrasons
(ISO/DIS 19397:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	11
5 Physikalische Grundlagen des Messverfahrens und der Anwendung	11
6 Geräte und Hilfsmittel	13
6.1 Ultraschall-Schichtdickenmessgerät	13
6.2 Koppelmittel	13
6.3 Kalibrierstandards	14
7 Kalibrierung, Justierung und Überprüfung des Messgerätes	14
7.1 Kalibrierung	14
7.2 Justierung	14
7.3 Überprüfung der Justierung	14
8 Durchführung der Messung	14
9 Einfluss der Temperatur während der Messung	15
10 Präzision	15
10.1 Allgemeines	15
10.2 Wiederholgrenze	15
10.3 Vergleichgrenze	16
11 Prüfbericht	17
Anhang A (informativ) Qualität des Personals	18
Anhang B (informativ) Bestimmung der Präzision	19
B.1 Allgemeines zum Ringversuch	19
B.2 Proben	19
B.3 Ultraschallschichtdickenmessgeräte	20
B.4 Mehrfachbestimmung	20
B.5 Auswertung	20
B.5.1 Allgemeines	20
B.5.2 Wiederholgrenze	20
B.5.3 Vergleichgrenze	23
B.5.4 Einflussfaktoren	23
B.6 Fehlerfortpflanzung	24
Literaturhinweise	25

Bilder

Bild 1 — A-Bild	8
Bild 2 — Brechung und Reflexion von Wellen	10
Bild 3 — Ultraschall-Verfahren	12
Bild 4 — Beispiel für ein A-Bild	13
Bild B.1 — Übersicht der Wiederholgrenze der Holz-Proben einer 100-µm-Schichtdicke	21
Bild B.2 — Übersicht der Wiederholgrenze der anderen Proben mit einer 22-µm-Schichtdicke	22
Bild B.3 — Übersicht der Wiederholgrenze der anderen Proben mit einer 44-µm-Schichtdicke	23

Tabellen

Tabelle 1 — Wiederholgrenze *r* nach Einzelproben 15

Tabelle 2 — Wiederholgrenze *r* nach Produktgruppen 16

Tabelle 3 — Vergleichgrenze *R* nach Einzelproben 16

Tabelle 4 — Vergleichgrenze *R* nach Produktgruppen 17

Tabelle B.1 — Im Ringversuch verwendete Substrate mit den jeweiligen Schichtdicken 19

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 19397:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 35 „Paints and varnishes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 139 „Lacke und Anstrichstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird CEN ISO/TS 19397:2018 ersetzen

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 19397:2023 wurde von CEN als prEN ISO 19397:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

ISO weist auf die Möglichkeit hin, dass die Anwendung dieses Dokuments mit der Verwendung eines oder mehrerer Patente verbunden sein kann. ISO bezieht jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Stellung bezüglich Nachweis, Gültigkeit oder Anwendbarkeit jeglicher beanspruchten Patentrechte. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments lag ISO keine Mitteilung über ein Patent bzw. mehrere Patente vor, welche/s zur Umsetzung dieses Dokuments erforderlich sein könnte/n. Anwender werden jedoch darauf hingewiesen, dass dies möglicherweise nicht der aktuelle Informationsstand ist. Dieser kann jedoch der Patentdatenbank unter www.iso.org/patents entnommen werden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 35, *Paints and varnishes*, Unterkomitee SC 9, *General test methods for paints and varnishes*, erarbeitet.

Diese erste Ausgabe ersetzt ISO/TS 19397:2015, die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- das Dokument wurde von einer Technischen Spezifikation in eine Norm umgewandelt;
- eine Einleitung wurde ergänzt;
- im englischen Titel wurde die Schreibweise von „gage“ in „gauge“ geändert;
- die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

In diesem Dokument werden die einzelnen Beschichtungen, die in einem Mehrschichtsystem aufgetragen werden, benannt, indem die erste auf das Substrat aufgetragene Beschichtung als Beschichtung 1 bezeichnet wird. Einige andere Normen, die sich auf einzelne Prüfmethoden beziehen, führen die Benummerung in umgekehrter Reihenfolge durch. Siehe auch ISO 2808.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zum Bestimmen der Schichtdicke von Beschichtungen auf metallischen und nichtmetallischen Substraten mittels Ultraschallmessung fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ISO 4618, *Paints and varnishes — Terminology*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 4618 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Ultraschallwelle

akustische Welle mit einer Frequenz, die über dem Hörbereich des menschlichen Gehörs liegt; üblicherweise also über 20 kHz

[QUELLE: ISO 5577:2017, 3.2.1]

3.2

Longitudinalwelle

Druckwelle

Welle, deren Teilchenauslenkung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle verläuft

[QUELLE: ISO 5577:2017, 3.3.1]

3.3

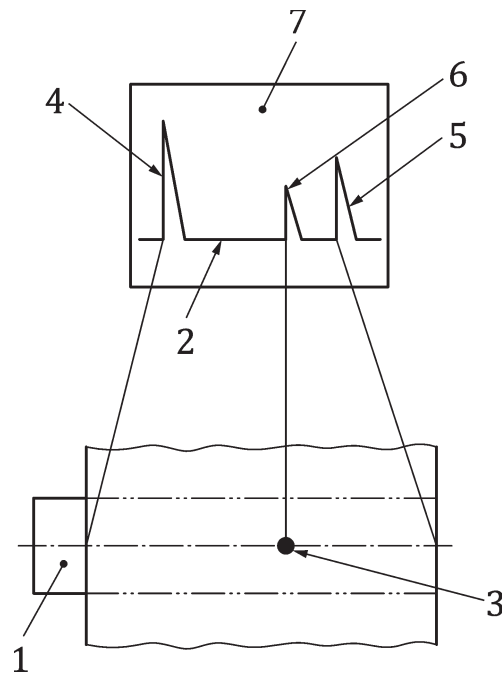
Echo

Signal auf dem Bildschirm des Prüfgerätes, das aus dem Prüfgegenstand empfangen wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Je nach Prüfaufbau können weitere Echos empfangen werden.

[QUELLE: ISO 5577:2017, 6.5.1]



Legende

- 1 Senkrechtprüfkopf
- 2 Zeitachse
- 3 Reflektor
- 4 Sendeimpuls-Anzeige
- 5 Rückwandecho
- 6 Reflektorecho
- 7 A-Bild

Bild 1 — A-Bild

3.4

Echohöhe

Höhe einer Echoanzeige auf dem Bildschirm

[QUELLE: ISO 5577:2017, 6.5.6]

3.5

Ultraschall-Impuls

Ultraschall-Signal von kurzer Dauer

3.6

Ultraschall-Sensor

Ultraschall-Prüfkopf

Vorrichtung zum Aussenden und zum Empfangen von *Ultraschallwellen* (3.1), zumeist basierend auf piezoelektrischen Materialien

3.7

akustische Impedanz

Schallwellenwiderstand

Z

Produkt aus Schallgeschwindigkeit und Dichte eines Werkstoffes

3.8

Reflexionsfaktor

Verhältnis des an einer Oberfläche reflektierten Schalldrucks zum einfallenden Schalldruck

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer ebenen Welle berechnet sich der Reflexionsfaktor R aus den *akustischen Impedanzen* (3.7) Z_1 und Z_2 der angrenzenden Medien, wobei 1 das Medium des einfallenden Schalls ist:

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

Bei einem negativen Reflexionsfaktor wird die *Phase* (3.9) des reflektierten Signals um 180° verändert.

[QUELLE: ISO 5577:2017, 4.4.8 modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff wurde geändert.]

3.9

Phase

momentaner Zustand einer Schwingung, angegeben als Winkel im Bogenmaß oder Grad

[QUELLE: ISO 5577:2017, 3.2.3]

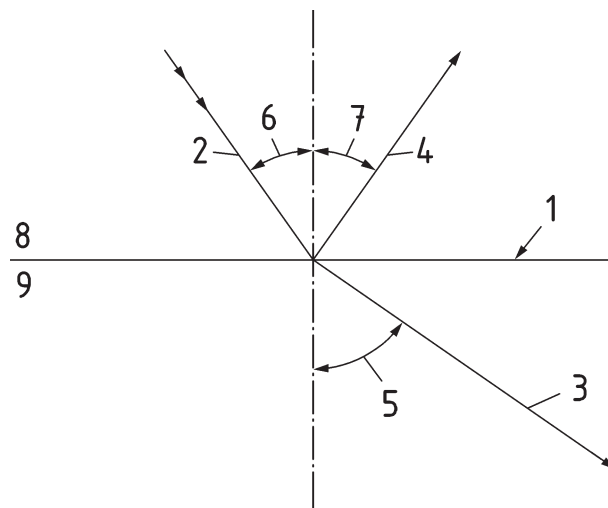
3.10

Grenzfläche

Grenze zwischen zwei Werkstoffen mit unterschiedlichen akustischen Eigenschaften, die sich in akustischem Kontakt befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

[QUELLE: ISO 5577:2017, 4.4.1]



Legende

- 1 Grenzfläche
- 2 Richtung der einfallenden Welle
- 3 Richtung der gebrochenen Welle
- 4 Richtung der reflektierten Welle
- 5 Brechungswinkel
- 6 Einfallswinkel
- 7 Reflexionswinkel
- 8 Medium 1
- 9 Medium 2

Bild 2 — Brechung und Reflexion von Wellen

3.11

Schalllaufzeit

für den Schalllaufweg benötigte Zeit

3.12

Koppelmittel

Koppelschicht

Medium, z. B. Wasser, Glycderin oder Öl, das zwischen Prüfkopf und Prüfgegenstand gebracht wird, um den Übergang von *Ultraschallwellen* zwischen beiden zu ermöglichen

[QUELLE: ISO 5577:2017, 6.3.3]

3.13

A-Bild

bildliche Darstellung der Ultraschallsignale, bei der auf der X-Achse die Zeit und auf der Y-Achse die Amplitude aufgetragen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

[QUELLE: ISO 5577:2017, 6.6.1]

3.14

Kalibrierung

Tätigkeit, die unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Beziehung zwischen den durch Normale zur Verfügung gestellten Größenwerten mit ihren Messunsicherheiten und den entsprechenden Anzei-

gen mit den beigeordneten Messunsicherheiten herstellt und in einem zweiten Schritt diese Informationen verwendet, um eine Beziehung herzustellen, mit deren Hilfe ein Messergebnis aus einer Anzeige erhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ergebnis einer Kalibrierung kann in Form einer Angabe, einer Kalibrierfunktion oder einer Kalibriertabelle ausgedrückt werden. In einigen Fällen kann sie aus einer additiven oder multiplikativen Korrektur der Anzeige mit der beigeordneten Messunsicherheit bestehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: „Kalibrierung“ sollte weder mit *Justierung eines Messsystems* (3.15), oft fälschlicherweise „Selbst-Kalibrierung“ genannt, verwechselt werden, noch mit „Verifizierung der Kalibrierung“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Oft wird nur der erste Schritt in der obigen Definition als Kalibrierung angesehen.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.39]

3.15

Justierung eines Messsystems

Justierung

Reihe von Tätigkeiten, die an einem Messsystem ausgeführt werden, sodass dieses festgelegte Anzeigen liefert, die Werten einer zu messenden Größe entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Justierungsarten eines Messsystems gehören Nullpunktjustierung eines Messsystems, Offset-Justierung und Kennwertjustierung (manchmal auch „Verstärkungsjustierung“ genannt).

Anmerkung 2 zum Begriff: Justierung eines Messsystems sollte nicht mit *Kalibrierung* (3.14) verwechselt werden, die eine Voraussetzung für Justierung ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Nach der Justierung eines Messsystems sollte das Messsystem nur kalibriert werden, wenn die für das Messgerät festgelegten Toleranzen nicht mehr erreicht werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 3.11 modifiziert — Anmerkung 3 zum Begriff wurde geändert.]

3.16

Bezugsnormal

Normal, das auf ein nationales Normal rückführbar ist

[QUELLE: EN 60731:2007, 3.4.1.2]

4 Kurzbeschreibung

Nach dem in diesem Dokument beschriebenen Verfahren zur Messung der Schichtdicke werden die Einzelschichtdicken aus den Laufzeiten eines an den Grenzflächen des Beschichtungssystems partiell reflektierten Ultraschall-Impulses bestimmt. Anhand der Messdaten für verschiedene praxisrelevante Schicht-Substrat-Kombinationen werden die Stärken und auch die Schwächen des Verfahrens aufgezeigt.

5 Physikalische Grundlagen des Messverfahrens und der Anwendung

Zur Schichtdickenmessung mit Ultraschall werden Longitudinalwellen verwendet, da sie leicht erzeugt werden können und mit fast allen Flüssigkeiten in ein Werkstück einkoppeln können. Wie im Bild 3 gezeigt, besteht ein Sensor (6) aus einer piezoelektrischen Scheibe oder einem piezoelektrischen Film zur Schallerzeugung und zum Empfang und aus einer Vorlaufstrecke. Der im Sensor erzeugte Ultraschall-Impuls durchläuft zunächst die Vorlaufstrecke und breitet sich dann durch die Schichten 1 bis 3 bis zum Substrat (1) und darüber hinaus aus.

An jeder Grenzfläche wird ein Teil der auftreffenden Ultraschall-Welle als neuer Ultraschall-Impuls reflektiert, während ein anderer Teil durchgelassen wird. Die erste Reflexion entsteht bereits im Ultraschall-Sensor beim Auftreffen des Ultraschall-Impulses auf das Koppelmedium (5).



- 1 Substrat
- 2 Schicht 3
- 3 Schicht 2
- 4 Schicht 1
- 5 Koppelmittel (Flüssigkeit)
- 6 Ultraschall-Sensor (Sender und Empfänger)
- E Echo 1, 2, 3

Ultraschall-Impulse werden beim Empfangen im Ultraschall-Sensor registriert. Die zeitlichen Abstände der Ultraschall-Impulse entsprechen den Schalllaufzeiten T_i ($i = 1, 2, 3$) in den drei einzelnen Schichten. Die Amplitude oder Echohöhe des an jeder Grenzfläche reflektierten Ultraschall-Impulses hängt von den jeweiligen Reflexionsfaktoren ab. Sofern die Schallgeschwindigkeit in jeder Einzelschicht bekannt ist, kann die jeweilige Schichtdicke mit Hilfe der Laufzeiten berechnet werden. Für jede Schicht gilt Gleichung (1):

Dabei ist

v die Schallgeschwindigkeit;

t_d die Trockenschichtdicke;

T die Schalllaufzeit in der Schicht (hin und zurück).

Um in Geräten mit A-Bild-Anzeige Echos mit kurzen Schalllaufzeit-Abständen (z. B. 20 ns in einer 20 μm dicken Beschichtung) noch mit dem bloßen Auge auflösen zu können, müssen die Ultraschall-Impulse mindestens genauso kurz sein. Dazu müssen die verwendeten Ultraschall-Frequenzen entsprechend hoch (mindestens Kehrwert der halben Laufzeit) sein. Falls der Ultraschallsensor diese Frequenzcharakteristik nicht liefert, wird das A-Bild mittels digitaler Signalverarbeitung aus Hochfrequenzkomponenten erzeugt. Ein Beispiel für ein A-Bild siehe Bild 4.

Bei zu dünnen Schichten laufen die Echos der einzelnen Schichten ineinander. Eine optische Kontrolle der Auswertung im A-Bild ist dann nicht mehr möglich.