

DIN 50986**DIN**

ICS 17.040.20; 87.040

Ersatz für
DIN 50986:1979-03**Beschichtungsstoffe –
Bestimmung der Trockenschichtdicke mit dem Keilschnittverfahren
(Ritz- und Bohrmethode)**

Paints and varnishes –

Determination of dry-film thickness using the wedge-cut method (scribe and drill method)

Peintures et vernis –

Détermination de l'épaisseur sec par la méthode d'entaille en coin (méthode de rayer et de forage)

Gesamtumfang 30 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	5
5 Keilschnitt-Prinzip	5
6 Gerät.....	8
7 Probenkörper	11
8 Durchführung	11
9 Präzision	12
10 Prüfbericht.....	12
Anhang A (informativ) Fehlerquellen und Messprobleme.....	14
Anhang B (informativ) Auswertung bei verkanteter Probe	19
Anhang C (informativ) Auswertung bei gekrümmter Probe.....	24
Literaturhinweise	30

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitskreis NA 002-00-07-10 AK „Schichtdicke“ des Arbeitsausschusses NA 002-00-07 AA „Allgemeine Prüfverfahren für Beschichtungsstoffe und Beschichtungen“ im DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB) ausgearbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN 50986:1979-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Text wurde vollständig überarbeitet und mit neuen Bildern versehen;
- b) der Norm-Titel wurde geändert;
- c) ein neuer Abschnitt „Begriffe“ mit 11 Begriffsdefinitionen wurde eingefügt;
- d) zusätzlich zum Ritzverfahren wurde auch die Bohrmethode aufgenommen;
- e) ein neuer Anhang A, in dem neun Fehlerquellen/Messprobleme diskutiert werden, wurde angefügt;
- f) ein neuer Anhang B wurde angefügt, in dem die Auswirkungen einer Verkantung der Probe relativ zum Keilschnitt-Werkzeug behandelt werden;
- g) ein neuer Anhang C, in dem der Effekt einer Probenkrümmung untersucht wird, wurde angefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 50986: 1979-03

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein zerstörendes Verfahren zum Bestimmen der Trockenschichtdicke fest, bei dem eine definiert erzeugte Schichtverletzung mikroskopisch ausgewertet wird. Das Verfahren ist für nahezu alle Schicht-Substrat-Kombinationen geeignet und lässt auch die Bestimmung der Einzelschichtdicken von Beschichtungssystemen zu.

Das Verfahren kann nicht oder nur bedingt angewendet werden bei

- zu weichen und/oder elastischen Beschichtungen,
- harten (nicht anritzbaren/anbohrbaren) oder zu weichen und/oder elastischen Substraten,
- zu geringem optischem Kontrast zwischen Beschichtung und Substrat,
- Schichtdicken, die größer sind als die Schärfentiefe des Messmikroskops.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

DIN EN ISO 4618:2015-01, *Beschichtungsstoffe — Begriffe (ISO 4618:2014); Dreisprachige Fassung EN ISO 4618:2014*

3 Begriffe

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

3.1

Substrat

Trägermaterial

Untergrund

Oberfläche, auf die ein Beschichtungsstoff aufgetragen wird oder aufgetragen werden soll

[QUELLE: DIN EN ISO 4618:2015-01, 2.244]

3.2

Beschichtung

durchgehende Schicht, die durch ein- oder mehrmaliges Auftragen von Beschichtungsstoff auf ein Substrat entsteht

[QUELLE: DIN EN ISO 4618:2015-01, 2.50.1]

3.3

Beschichtungssystem

Beschichtungsaufbau

Gesamtheit der Schichten aus Beschichtungsstoffen, die auf ein Substrat aufzutragen sind oder aufgetragen wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das jeweilige Beschichtungssystem kann durch die Anzahl der Schichten charakterisiert werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch Beschichtung.

[QUELLE: DIN EN ISO 4618:2015-01, 2.54]

3.4**Einzelschicht**

Teil eines Beschichtungssystems

3.5**Gesamtschichtdicke**

Abstand zwischen der Oberfläche der Beschichtung und der Oberfläche des Substrats

3.6**Einzelschichtdicke**

Abstand zwischen der Oberfläche einer Einzelschicht und der Oberfläche der (des) darunter liegenden Schicht (Substrats)

3.7**Trockenschichtdicke**

Dicke einer Beschichtung, die nach der Härtung/Trocknung auf der Oberfläche verbleibt

[QUELLE: DIN EN ISO 2808:2007-05, 3.5]

3.8**Keilschnitt**

unter vorgegebenem Winkel zur Oberfläche mechanisch erzeugte und bis in das Substrat hinein reichende Verletzung des Beschichtungssystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Keilschnitt kann als linearer Ritz oder als konische Bohrung ausgeführt sein.

3.9**Keilschnitt-Bild**

mikroskopisches Aufsichtbild eines Keilschnitts

3.10**Adhäsionsbruch**

durch äußere Kräfte bewirkte Abtrennung einer Beschichtung vom Untergrund

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Untergrund kann eine darunterliegende Beschichtung oder das Substrat sein.

[QUELLE: DIN SPEC 91063:2011-07, 3.3]

3.11**Kohäsionsbruch**

durch äußere Kräfte bewirkter Verlust des Zusammenhalts innerhalb einer Beschichtung

[QUELLE: DIN SPEC 91063:2011-07, 3.4]

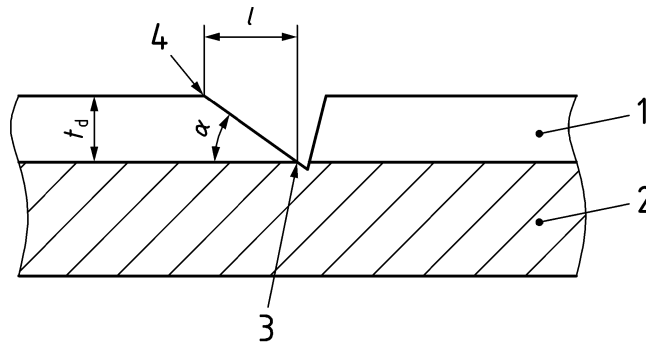
4 Kurzbeschreibung

In der Beschichtung wird mit einem Ritzwerkzeug oder einem Bohrwerkzeug ein Keilschnitt mit bekanntem Flankenwinkel erzeugt. Aus der mit einem Messmikroskop erhaltenen Breite der Flankenprojektion des Keilschnitts wird die Schichtdicke berechnet.

5 Keilschnitt-Prinzip

Der Keilschnitt zum Bestimmen der Schichtdicke nach dieser Norm kann mit einem Ritzgerät (Verfahren A) oder einem Bohrgerät (Verfahren B) erzeugt werden.

Bild 1 zeigt einen Keilschnitt nach dem Verfahren A im Querschnitt. Die Basisstrecke l ist die Projektion der Keilschnitt-Flanke innerhalb der Beschichtung und wird mit einem Mikroskop zwischen der oberen und der unteren Kontrastmarke in Mikrometer gemessen.



Legende

- 1 Beschichtung
- 2 Substrat
- 3 untere Kontrastmarke (Übergang vom Substrat zur Beschichtung)
- 4 obere Kontrastmarke
- l Keilschnitt-Basis
- t_d Trockenschichtdicke
- α Keilschnitt-Winkel

Bild 1 — Keilschnitt nach Verfahren A (Einfachschicht/Querschnitt)

Die Trockenschichtdicke wird nach Gleichung (1) bestimmt:

$$t_d = l \cdot \tan \alpha \quad (1)$$

Dabei ist

- t_d die Trockenschichtdicke, in Mikrometer;
- l die Keilschnitt-Basis (Mikroskopablesung), in Mikrometer;
- $\tan \alpha$ der Keilschnitt-Faktor des verwendeten Keilschnitt-Werkzeugs.

ANMERKUNG 1 Es gibt Geräte, bei denen die Mikroskopablesung in „Anzahl Skalenteile“ und der Keilschnitt-Faktor in „Mikrometer je Skalenteil“ angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Es gibt Geräte, bei denen die Mikroskopablesung (in Mikrometer) zum Berechnen der Schichtdicke durch einen dem Keilschnitt-Werkzeug zugeordneten Divisor dividiert wird.

Der Trockenschichtdicken-Messbereich ist

- festgelegt durch den Keilschnitt-Winkel, die Abmessungen des Keilschnitt-Werkzeugs und den Skalen-Messbereich des Mikroskops;
- begrenzt durch die Schärfentiefe des Messmikroskops (siehe A.9).

Die Auflösung der Trockenschichtdicken-Messung ist bestimmt durch den Keilschnitt-Winkel und die Skalenteilung des Messmikroskops.

BEISPIEL Für die üblichen Keilschnitt-Winkel $\alpha = 5,7^\circ$ und $\alpha = 14,0^\circ$ sind in der Tabelle 1

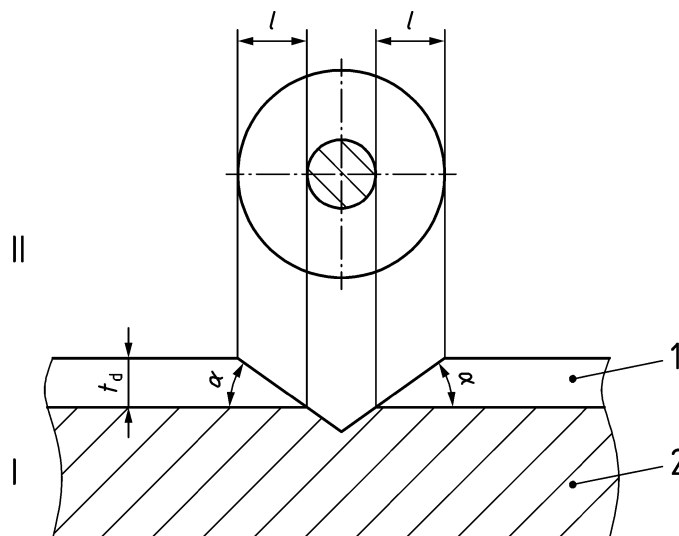
- der Keilschnitt-Faktor $\tan \alpha$,
- der Trockenschichtdicken-Messbereich (= Skalen-Messbereich $\times \tan \alpha$),
- die absolute Trockenschichtdicken-Auflösung Δ_a (= Skalenteilung $\times \tan \alpha$),
- die relative Trockenschichtdicken-Auflösung Δ_r ($= (\Delta_a / t_d) \times 100$; t_d = Trockenschichtdicke)

angegeben. Dabei ist vorausgesetzt, dass das Messmikroskop einen Skalen-Messbereich von 2 mm sowie eine Skalenteilung von 0,02 mm hat und das Keilschnitt-Werkzeug ausreichend dimensioniert ist.

Tabelle 1 — Numerische Angaben zum Keilschnitt-Verfahren

Keilschnitt-Winkel α	°	5,7	14,0
Keilschnitt-Faktor $\tan \alpha$		0,10	0,25
Trockenschichtdicken-Messbereich	μm	bis 200	bis 500
absolute Trockenschichtdicken-Auflösung Δ_a	μm	2	5
relative Trockenschichtdicken-Auflösung Δ_r	%	$200 / t_d$	$500 / t_d$

Im Bild 2 ist ein Keilschnitt nach dem Verfahren B im Querschnitt (I) und das zugehörige, durch das Mikroskop sichtbare Keilschnitt-Bild (II) dargestellt. Hier ist die mit dem Mikroskop zu messende Strecke l der Abstand zwischen den konzentrischen Kreisen.



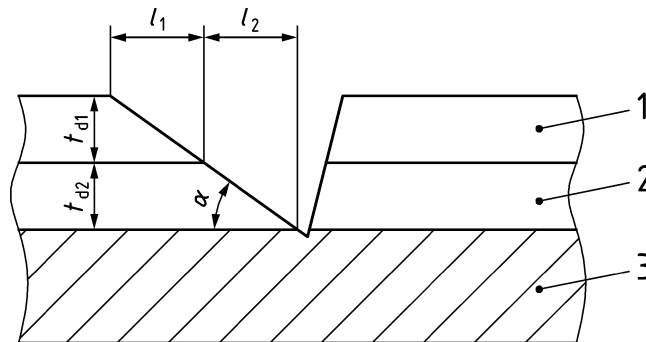
Legende

- I Querschnitt
- II Keilschnitt-Bild
- 1 Beschichtung
- 2 Substrat
- l Keilschnitt-Basis
- t_d Schichtdicke
- α Keilschnitt-Winkel

Bild 2 — Keilschnitt nach Verfahren B (Einzelschicht)

Bei Beschichtungssystemen können die Einzel-Trockenschichtdicken in analoger Weise bestimmt werden:

Bild 3 zeigt den Keilschnitt-Ritz (Verfahren A) für einen 2-Schicht-Aufbau. Die Einzel-Trockenschichtdicken t_{d1} und t_{d2} werden dann aus den Mikroskopablesungen l_1 und l_2 mit Gleichung 1 zu $t_{d1} = l_1 \cdot \tan \alpha$ und $t_{d2} = l_2 \cdot \tan \alpha$ berechnet.



Legende

- 1 Einzelschicht 1
- 2 Einzelschicht 2
- 3 Substrat
- l_i Keilschnitt-Basis zu t_{di} ($i = 1, 2$)
- t_{di} Trockenschichtdicke der Einzelschicht i ($i = 1, 2$)
- α Keilschnitt-Winkel

Bild 3 — Keilschnitt nach Verfahren A (2-Schicht-Aufbau/Querschnitt)

6 Gerät

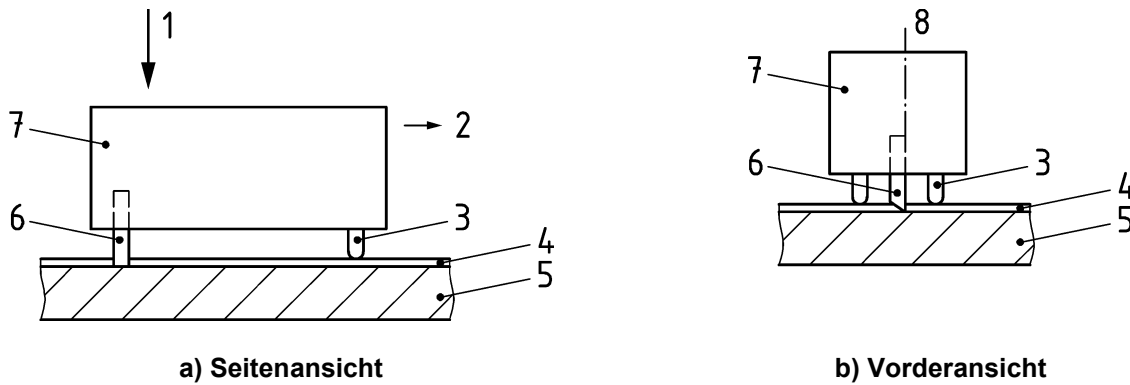
6.1 Verfahren A

6.1.1 Keilschnitt-Ritzgerät, wie im Bild 4 schematisch dargestellt, mit folgenden Merkmalen:

6.1.1.1 Der Stichel 6 (siehe Bild 4) ist austauschbar im Metallblock 7 befestigt und ragt ebenso weit heraus wie die Stützbolzen 3.

ANMERKUNG Es gibt Keilschnitt-Ritzgeräte, die anstelle der Stützbolzen mit Stützrädern ausgestattet sind.

6.1.1.2 Das Gerät muss so justiert sein, dass beim Aufsetzen auf eine ebene Fläche die Stichelachse 8 senkrecht zu dieser Fläche orientiert ist.

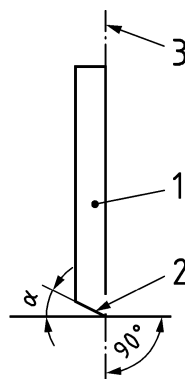


Legende

- 1 Belastungsrichtung
- 2 Ritzrichtung
- 3 Stützbolzen
- 4 Beschichtung
- 5 Substrat
- 6 Keilschnitt-Stichel
- 7 Metallblock
- 8 Stichelachse

Bild 4 — Keilschnitt-Ritzgerät

6.1.2 Keilschnitt-Stichel, aus Hartmetall mit einer Form nach Bild 5, mit Angabe des Keilschnitt-Faktors und/oder des Keilschnitt-Winkels.



Legende

- 1 Schaft
- 2 Schneide
- 3 Stichelachse
- α Keilschnitt-Winkel

Bild 5 — Keilschnitt-Stichel

6.2 Verfahren B

6.2.1 Keilschnitt-Bohrgerät, wie im Bild 6 schematisch dargestellt, mit folgenden Merkmalen:

6.2.1.1 Die Rotationsbewegung des austauschbar in der Bohrspindel 4 (siehe Bild 6) befestigten Bohrers 9 kann manuell oder durch einen elektromotorischen Antrieb erzeugt werden.