

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Probenbeschaffenheit und -vorbereitung	6
4.1 Anforderungen an Proben	6
4.2 Konditionierung	6
5 Einfluss des Kunststoffsubstrates auf die Prüfung der Haftfestigkeit	6
5.1 Allgemeines	6
5.2 Temperaturempfindlichkeit	6
5.3 Härte des Kunststoffsubstrats	7
6 Prüfverfahren	7
6.1 Abzugversuch nach DIN EN ISO 4624	7
6.2 Rollenschälversuch nach DIN EN 1464	8
6.3 Gitterschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409	9
6.4 Kreuzschnittprüfung 1 nach DIN EN ISO 16276-2	12
6.5 Kreuzschnittprüfung 2	12
6.6 T-Biegeprüfung nach DIN EN ISO 17132	13
6.7 Kratzprüfung nach DIN CEN ISO/TR 19402	13
6.8 Druckwasserstrahlprüfung nach DIN EN ISO 16925	14
6.9 Härteprüfung nach DIN EN ISO 22557	16
6.10 Schlagbolzen-Schlagversuch nach DIN ISO 4532	17
6.11 Kugelschlagprüfung nach DIN EN ISO 6272-1	18
6.12 Kugelschlagprüfung nach DIN EN ISO 6272-2	21
7 Bewertung	23
Literaturhinweise	24

Bilder

Bild 1 — Prinzip der Abreißprüfung	8
Bild 2 — Halterung zur Auflagerung der Proben für die Schälprüfung	9
Bild 3 — Beispiele für Schneidwerkzeuge von Einschneidengeräten	11
Bild 4 — Beispiel für Schneidwerkzeuge von Mehrschneidengeräten	12
Bild 5 — Vergleichsbild für Kennwert 3	12
Bild 6 — Biegen um ein Biegestück	13
Bild 7 — Weitere Ausführungsvarianten	13
Bild 8 — Prinzip der Kratzprüfung	14
Bild 9 — Schematischer Aufbau eines Druckwasserstrahlgerätes	15
Bild 10 — Anbringung der Schnitte oder Ritze (Andreaskreuz)	16
Bild 11 — Härteprüfstab	17
Bild 12 — Aufbau des Einzelschlagprüfgerätes 3	18
Bild 13 — Kugelschlagprüfgerät 1	19
Bild 14 — Bemaßung von Führungsrohr und Schlagkörper	20
Bild 15 — Kugelschlagprüfgerät 2	22

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitskreis NA 002-00-07-19 AK „Beschichtungen auf nichtmetallischen Werkstoffen“ des Arbeitsausschusses NA 002-00-07 AA „Allgemeine Prüfverfahren für Beschichtungsstoffe und Beschichtungen“ im DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB) erarbeitet.

Technische Reporte sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Zur vorliegenden Technischen Spezifikation wurde kein Entwurf veröffentlicht.

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

Erfahrungen mit diesem Technischen Report sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nab@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an DIN Deutsches Institut für Normung e. V., DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB), Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Einleitung

Viele der bestehenden Prüfmethoden zur Bestimmung der Haftfestigkeit von Beschichtungen wurden für metallische Substrate entwickelt und in der Vergangenheit oft auch auf Kunststoffsubstrate angewendet.

Dieses Dokument erläutert Eigenschaften und Unterschiede von Kunststoffen zu metallischen Substraten und zeigt deren mögliche Auswirkung auf das Verhalten der Beschichtung bei verschiedenen Prüfverfahren auf.

Es kann vorkommen, dass das Substrat bei der Prüfung einen Einfluss auf das Verhalten der Beschichtung in der Prüfung hat. Daher ist es mitunter sinnvoll, Prüfbedingungen zu wählen die zum Beispiel auf Normen aus dem Kunststoffbereich basieren und nicht auf Normen aus dem Beschichtungsbereich, um Einflussfaktoren wie die thermische Leitfähigkeit des Substrats zu berücksichtigen.

Teil 1 der Reihe DIN/TR 55692 gibt eine allgemeine Einführung zu den Besonderheiten und den Begriffen von Beschichtungen auf Kunststoffen und Kompositen. Auf die Prüfmethoden, bei welchen es auf Kunststoffsubstraten zu einem abweichenden Verhalten der Beschichtung kommen kann und welche Maßnahmen eventuell ergriffen werden können, wird in den weiteren Teilen der Reihe DIN/TR 55692 eingegangen. Nach dem derzeitigen Stand besteht DIN/TR 55692 unter dem allgemeinen Titel *Beschichtungen auf Kunststoffen und Kompositen* aus den folgenden Teilen:

- Teil 2: Bewitterung
- Teil 3: Konstantklima und Klimawechselprüfungen
- Teil 4: Abrieb
- Teil 5: Chemikalienbeständigkeit
- Teil 6: Steinschlagfestigkeit
- Teil 7: Haftfestigkeit

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gibt Leitlinien für die Prüfung der Haftfestigkeit von Beschichtungen auf Kunststoffen, Kunststoffverbünden und ähnlichen Substraten.

Es wird ein Überblick über die gängigen Prüfmethoden gegeben.

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).

DIN CEN ISO/TR 19402, *Beschichtungsstoffe — Haftfestigkeit von Beschichtungen*

DIN EN 1464, *Klebstoffe — Bestimmung des Schälwiderstandes von Klebungen — Rollenschälversuch*

DIN EN 23270, *Lacke, Anstrichstoffe und deren Rohstoffe — Temperaturen und Luftfeuchten für Konditionierung und Prüfung*

DIN EN ISO 1514, *Beschichtungsstoffe — Norm-Probenplatten*

DIN EN ISO 2409, *Beschichtungsstoffe — Gitterschnittprüfung*

DIN EN ISO 4624, *Beschichtungsstoffe — Abreißversuch zur Bestimmung der Haftfestigkeit*

DIN EN ISO 4618, *Beschichtungsstoffe — Begriffe*

DIN EN ISO 6272-1, *Beschichtungsstoffe — Prüfung der Widerstandsfähigkeit bei schlagartiger Verformung (Schlagprüfung) — Teil 1: Prüfung durch fallendes Gewichtsstück, große Prüffläche*

DIN EN ISO 6272-2, *Beschichtungsstoffe — Prüfung der Widerstandsfähigkeit bei schlagartiger Verformung (Schlagfestigkeit) — Teil 2: Prüfung durch fallendes Gewichtsstück, kleine Prüffläche*

DIN EN ISO 16276-2, *Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Beurteilung der Adhäsion/Kohäsion (Haftfestigkeit) einer Beschichtung und Kriterien für deren Annahme — Teil 2: Gitterschnitt- und Kreuzschnittprüfung*

DIN EN ISO 16925, *Beschichtungsstoffe — Prüfung der Beständigkeit von Beschichtungen gegen Druckwasserstrahl*

DIN EN ISO 17132, *Beschichtungsstoffe — T-Biegeprüfung*

DIN EN ISO 22557, *Beschichtungsstoffe — Kratzprüfung mit einem Härteprüfstab*

DIN ISO 4532, *Emails und Emailierungen — Bestimmung des Widerstandes emailierter Gegenstände gegen Schlag — Schlagbolzen-Schlagversuch*

3 Begriffe

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

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

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Konditionierung

alle Maßnahmen, welche die Probenkörper in einem definierten Zeitraum auf einen einheitlichen Zustand und somit in einen Gleichgewichtszustand (Temperatur und Feuchte) bringen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Konditionierung eines Kunststoffes und dessen Beschichtung kann einen Einfluss auf das Ergebnis nach einer Prüfung haben. Daher ist es wichtig anzuzeigen, wie das zu prüfende Objekt vor Beanspruchung konditioniert wurde. Dabei kann es eine Lagerung des Probenkörpers unter Normbedingungen (siehe DIN EN 23270 für Beschichtungen und DIN EN ISO 291 für unbeschichtete Kunststoffe) oder forciert sein. Ziel einer Konditionierung ist für alle Prüflinge gleiche Bedingungen zu schaffen. Besonders feuchteempfindliche Materialien, z. B. Polyamide (PA), werden meist forciert getrocknet.

[QUELLE: DIN/TR 55692-3:2022-02, 3.1 — modifiziert: in Anmerkung 1 zum Begriff wurde „klimatische Prüfung“ in „Prüfung“ geändert]

4 Probenbeschaffenheit und -vorbereitung

4.1 Anforderungen an Proben

Es werden sowohl Beschichtungen auf Probenplatten nach DIN EN ISO 1514 als auch Beschichtungen auf Bauteilen geprüft. Je nach gewählter Prüfmethode gibt es unterschiedliche Anforderungen an die Probengeometrie.

Es ist wichtig, dass die Substrate frei von Fehlern und Schäden aller Art, welche Aussehen und Eigenschaften beeinträchtigen, sind.

Der Beschichtungsaufbau und das Substrat werden zusammen mit den Vorbehandlungs- und Beschichtungsverfahren so gewählt, dass eine homogene Beschichtung erreicht wird. Die Schichtdicke wird entsprechend der optischen bzw. lacktechnischen Anforderung dokumentiert.

4.2 Konditionierung

Die Konditionierung dient dazu, die Wiederholpräzision und Vergleichspräzision von Prüfergebnissen zu erhöhen.

Da die Eigenschaften von Kunststoffsubstraten stark von der Luftfeuchte abhängen und die Konditionierung meist länger dauert als bei Metallen, ist für Kunststoffsubstrate in der Regel eine längere Konditionierungszeit nötig.

Die zu wählenden Werte und Zeiten hängen von der zu prüfenden Probe ab.

Wenn nichts anderes vorgegeben ist, werden die Proben 16 h im Normklima nach DIN EN 23270 konditioniert.

5 Einfluss des Kunststoffsubstrates auf die Prüfung der Haftfestigkeit

5.1 Allgemeines

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Kunststoffen und Kompositen als Substrat unterscheiden sich deutlich von denen metallischer Substrate.

5.2 Temperaturempfindlichkeit

Kunststoffe haben in der Regel deutlich niedrigere Schmelz- und Glasübergangstemperaturen als Metalle. Die entsprechenden Prüfungen sollten bei Temperaturen, bei denen das Substrat in derselben Modifikation wie im Gebrauch (über- oder unterhalb der Glasübergangstemperatur) durchgeführt werden.

Die Oberflächentemperatur hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Substrates ab. Die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen ist im Allgemeinen deutlich niedriger als bei entsprechenden Metallsubstraten. Auf Grund dieser Eigenschaft kann die Proben temperatur (insbesondere die Oberflächentemperatur unter Bestrahlung) bei beschichteten Kunststoffen höher sein als bei gleichfarbig beschichteten Metallen. Weitere Einzelheiten siehe DIN/TR 55692-1.

Wegen der Temperaturempfindlichkeit von Kunststoffen ist es wichtig darauf zu achten, die Prüftemperatur so auszuwählen, dass das Substrat nicht geschädigt wird.

5.3 Härte des Kunststoffsubstrats

Ergebnisse zwischen flexiblen und harten Kunststoffsubstraten sind nicht vergleichbar.

6 Prüfverfahren

6.1 Abzugversuch nach DIN EN ISO 4624

In DIN EN ISO 4624 sind drei Verfahren zum Bestimmen der Haftfestigkeit beschrieben:

- Verfahren A: mit zwei Prüfstempeln zum Prüfen sowohl auf starren als auch auf verformbaren Platten;
- Verfahren B: zum Prüfen von nur einer Seite, mit einem Prüfstempel, das nur für starre Platten geeignet ist;
- Verfahren C: mit Verwendung von Prüfstempeln, von denen einer mit dem zu prüfenden Beschichtungsmittel beschichtet ist.

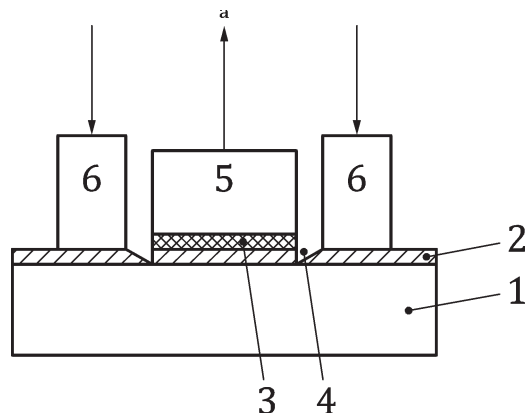
Die Prüfung kann auf zahlreichen Substraten durchgeführt werden. Es wird unterschiedlich verfahren, je nachdem, ob es sich um ein verformbares Substrat, zum Beispiel dünnes Metall, Kunststoff und Holz, oder um ein starres Substrat, zum Beispiel dicke Beton- und Metallplatten, handelt. Um während der Haftfestigkeitsprüfung ein Verbiegen des Substrates zu verhindern, wird üblicherweise der Sandwich-Aufbau angewendet. Bei flexiblen Kunststoffen muss insbesondere darauf geachtet werden, dass sich die Probe beim Prüfen nicht durchbiegt. Dazu wird die Probenplatte entweder auf eine feste Oberfläche geklebt oder es wird die Prüfung mit zwei aufgeklebten Prüfstempeln im Sandwich-Verfahren durchgeführt. Für spezielle Zwecke darf der Beschichtungsmittel zum Beispiel auf einen Prüfstempel aufgetragen werden.

Auf die getrocknete/gehärtete Beschichtung werden Prüfstempel geklebt.

Nach dem Härten des Klebstoffs werden die Prüfstempel mit einem Zugprüfgerät abgezogen und die Kraft gemessen, die zum Abreißen des Prüfstempels erforderlich ist.

Das Prüfergebnis ist die Mindest-Zugspannung, die aufgewendet werden muss, um die schwächste Grenzfläche (Adhäsionsbruch) oder die schwächste Stelle (Kohäsionsbruch) der Prüfanordnung zu brechen. Es können auch Adhäsions- und Kohäsionsbrüche nebeneinander (gemischte Brüche) auftreten.

Im Bild 1 ist das Prinzip der Abreißprüfung schematisch dargestellt.



Legende

- 1 Substrat
- 2 Beschichtung
- 3 Klebstoffschicht
- 4 Freischnitt
- 5 Prüfstempel
- 6 äußerer Ring zum Abstützen der Probenplatte
- ^a Die Abzugrichtung.

Bild 1 — Prinzip der Abreißprüfung

6.2 Rollenschälversuch nach DIN EN 1464

Die Probe wird nach Bild 2 in die Haltevorrichtung eingesetzt, wobei der nicht geklebte Schenkel des flexiblen Fügeteils in die Einspannklemme der Prüfmaschine eingespannt wird. Sofern nicht anders festgelegt, werden die Proben mit einer konstanten Traversenvorschubgeschwindigkeit von (100 ± 5) mm/min getrennt. Wenn sich das starre Fügeteil während der Prüfung verbiegt oder verzieht, wird die Probe mit einem starren Fügeteil ausgeführt, das ausreichend biegesteif ist, um ein gleichmäßiges Abschälen sicherzustellen. Während des Schälversuches wird eine Aufzeichnung der Kraft gegen die Traversenbewegung (Kraft gegen Schälstrecke) über eine Länge von mindestens 115 mm der Klebfuge vorgenommen, wobei die ersten 25 mm der Schälstrecke unberücksichtigt bleiben. Die Ergebnisse, bei denen ein Bruch außerhalb der im Bild 2 festgelegten Schälzone liegt, werden nicht berücksichtigt.