

Zyklische Korrosionsprüfungen an Beschichtungen aus der Sicht der Normung

Korrosionsprüfungen, Beschichtungen, normative Anforderungen, praktische Realität

Zusammenfassung

Die aktuellen Normen über zyklische Korrosionsprüfungen an Beschichtungen werden vorgestellt. Dabei wird zunächst auf den grundlegenden Unterschied zwischen den Begriffen Beschichtung und Überzug eingegangen. Im Mittelpunkt stehen die zyklischen Prüfungen der Normenreihe DIN EN ISO 11997. Kurz erwähnt wird die Norm zum Anbringen von Ritzen auf Probenplatten. Es erfolgt dann ein Ausblick auf die visuelle und bildanalytische Auswertung der Korrosionsergebnisse sowie auf einzelne Normen zur Prüfung bei Konstantklima, von denen einige aktuell überarbeitet werden. Hier werden die aktuellen Änderungen vorgestellt.

1 Begriffe

Beschichtung = coating

Beschichtungsstoff = coating material = „Lacke und Anstrichstoffe“

Farbe = colour = charakterisiert durch Buntton, Sättigung, Helligkeit

Überzug = cladding

Korrosionsschutz-Schicht aus Metall(en), ein Umwandlungsüberzug oder ein Diffusionsüberzug

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Umwandlungsüberzug wird durch eine chemische und/oder elektrochemische Reaktion des zu schützenden Metalls mit einem vorgegebenen Medium hergestellt. Ein Diffusionsüberzug ist eine Korrosionsschutz-Schicht, die durch Anreicherung eindiffundierter Metalle oder Nichtmetalle an der Oberfläche des zu schützenden Metalls hergestellt wird. In Grenzfällen gibt es gleitende Übergänge zwischen Umwandlungs- und Diffusionsüberzügen.

[Quelle: DIN 50928:2019-03, 3.2]

Korrosion der Metalle — Prüfung und Beurteilung des Korrosionsschutzes beschichteter metallener Werkstoffe bei Korrosionsbelastung durch wässrige Korrosionsmedien

2 Normen über zyklische Korrosionsprüfungen

DIN EN ISO 11997, Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit bei zyklischen Korrosionsbedingungen

— Teil 1: Nass (Salzsprühnebel)/trocken/feucht

— Teil 2: Nass (Salzsprühnebel)/trocken/Feuchte/UV-Strahlung

— Teil 3: Prüfung von Beschichtungssystemen auf Werkstoffen und Bauteilen im Automobilbau

DIN EN ISO 11997-1:

Aus Beschichtungsstoffen (Lacken, Anstrichstoffen und ähnlichen Produkten) hergestellte Beschichtungen werden in einer Kammer einem Zyklus von vier in dieser Norm festgelegten Zyklen mit nassen und trockenen Bedingungen unter Verwendung von definierten Salzlösungen ausgesetzt, um

im Labor Vorgänge zu simulieren, die bei aggressiven Bedingungen im Freien, z. B. in Meeresatmosphäre, ablaufen. Allgemein kann eine Korrelation zwischen solchen Freibewitterungen und Laborprüfungen nicht erwartet werden, weil eine große Anzahl von Parametern den Abbauprozess beeinflusst. Eine Korrelation kann nur erwartet werden, wenn die Auswirkung wichtiger Parameter auf die Beschichtung (z. B. Art der Verunreinigung, spektrale Verteilung der auftreffenden Bestrahlungsstärke im relevanten photochemischen Bereich, Temperatur der Probe, Art und Zyklus der Befeuchtung und relative Luftfeuchte) bekannt ist. Im Gegensatz zur Freibewitterung findet die Laborprüfung in einer Kammer mit einer verringerten Anzahl von Variablen statt, die geregelt werden können und deshalb zu besser reproduzierbaren Ergebnissen führen. Das beschriebene Verfahren kann auch ein Mittel sein, um zu prüfen, ob die Qualität eines Beschichtungsstoffes oder eines Beschichtungssystems gleich bleibt.

Das Verfahren ist nützlich, um die Beständigkeit unterschiedlicher Beschichtungen gegen zyklischen Salzsprühnebel zu vergleichen. Es ist besonders nützlich, um eine Serie beschichteter Probenplatten mit deutlich unterschiedlicher Beständigkeit gegen zyklischen Salzsprühnebel entsprechend einzustufen.

Die Prüfzyklen nach diesem Dokument wurden in der Industrie zum Beurteilen des Leistungsverhaltens von Beschichtungen erfolgreich angewendet, wie durch Dokumentationen nachgewiesen ist. Die Zyklen können zusammengefasst wie folgt beschrieben werden:

- **Zyklus A:** Dieser Zyklus ist in den japanischen Automobilnormen JASO M 609-91 und JASO M 610-92 festgelegt.
- **Zyklus B:** Dieser Zyklus basiert auf dem Zyklus VDA 621-415 und ist in Europa weit verbreitet. Bei diesem Zyklus besteht auch eine gute Korrelation zur Freibewitterung für wärmehärtende Beschichtungen bei der Fahrzeugkorrosion.
- **Zyklus C:** Dieser Zyklus wurde im Vereinigten Königreich zur Anwendung bei wasserlöslichen Beschichtungs- und Dispersionsfarbensystemen entwickelt und hat gute Korrelation zur Freibewitterung gezeigt.
- **Zyklus D:** Dieser Zyklus ist in der japanischen Norm JIS K 5621-2003 festgelegt.

DIN EN ISO 11997-1 legt ein Verfahren zum Bestimmen der Beständigkeit von Beschichtungen gegen einen von vier festgelegten Zyklen bei Bedingungen, die Nässe (Salzsprühnebel)/Trockenheit/Feuchte umfassen, fest. Dabei werden festgelegte Lösungen verwendet.

Eine beschichtete Probenplatte wird einer zyklischen Prüfung unterworfen, die Nässe (Salzsprühnebel), Trockenheit und Luftfeuchte umfasst. Die Ergebnisse der Prüfungen werden nach subjektiven Kriterien beurteilt, die vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurden.

DIN EN ISO 11997-2 beschreibt ein Verfahren zum Bestimmen der Beständigkeit von Beschichtungsstoffen gegen zyklische Korrosion, bei dem Belastung durch UV-Strahlung als Teil des Zyklus eingeschlossen ist. Bei diesem Verfahren wurde eine gute Korrelation zur Freibewitterung bei industriellen Instandsetzungsbeschichtungen festgestellt.

Eine beschichtete Probenplatte wird einer zyklischen Prüfung unterzogen, die Nässe (Salzsprühnebel), Trockenheit, Luftfeuchte und UV-Strahlung umfasst. Die Ergebnisse der Prüfungen werden nach Kriterien bewertet, die vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurden. Diese Kriterien sind meist subjektiver Natur.

DIN EN ISO 11997-3 (früher: VDA 233-102, SEP 1850, noch DIN 55635)

DIN EN ISO 11997-3 legt ein Verfahren zum Prüfen des Korrosionsschutzes von Automobilen durch Beschichtungssysteme auf Aluminium, Stahl oder verzinktem Stahl mittels eines Korrosionswechseltests fest.

Bei dem Prüfverfahren werden unter korrosiven Bedingungen (Temperatur- und Feuchterampen, Salznebel) realistische Korrosionsbilder erzeugt. Diese Korrosionsbilder sind automobiltypisch und bei hinreichend ähnlichen Korrosionsschutzsystemen vergleichbar. Die Kurzprüfung bildet insbesondere die von einer definiert angebrachten Beschichtungsverletzung ausgehende Enthftung/Unterwanderung ab. Die Untersuchung der Flächen- und Kantenkorrosion sowie von Klebproben oder Bauteilen wird ebenfalls beschrieben. Dieser Korrosionswechseltest ist auch für die Prüfung der Korrosion in Flansch- und Spaltbereichen geeignet.

Dieses Dokument wurde für die Beurteilung von beschichteten Substraten (Probenkörper, Karosserien und Anbauteilen) der Automobilindustrie entwickelt. Andere Anwendungen, wie z. B. Bauteile mit unlackierten Metallbeschichtungen, waren bei der Normungsarbeit nicht Teil des Anwendungsbereiches. Dieses Dokument wurde ursprünglich für Beschichtungssysteme auf Aluminium, Stahl oder verzinktem Stahl entwickelt, kann aber auch für die Bewertung der Korrosionsbeständigkeit von Beschichtungssystemen auf anderen Metallen und deren Legierungen verwendet werden.

Die Proben werden in einem Wechseltest aus Salzsprühnebel, Feuchte- und Temperaturrampen geprüft. Für die beschichteten Substrate Stahl, verzinkter Stahl und Aluminium werden dadurch praxisnahe Korrosionsbilder erzeugt. Die Ergebnisse der Prüfungen werden nach subjektiven Kriterien beurteilt, die vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurden.

3 Auswertung

DIN EN ISO 4628, Beschichtungsstoffe — Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen

— **Teil 1: Allgemeine**

— **Teil 2: Bewertung des Blasengrades**

— **Teil 3: Bewertung des Rostgrades**

— **Teil 4: Bewertung des Rissgrades**

— **Teil 5: Bewertung des Abblätterungsgrades**

— **Teil 6: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Klebebandverfahren**

— **Teil 7: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Samtverfahren**

— **Teil 8: Bewertung der von einem Ritz oder einer anderen künstlichen Verletzung ausgehenden Enthftung und Korrosion**

— **Teil 10: Bewertung der Filiformkorrosion**

DIN EN ISO 4628-5 (Abblätterungsgrad) ist bereits überarbeitet – Ausgabe 2022

DIN EN ISO 4628-3 (Rostgrad), Teil 6 (Kreidung) und Teil 10 (Filiformkorrosion) sind aktuell in der Überarbeitung.

DIN EN ISO 4628-3: Die Internationale Norm zur Bewertung des Rostgrades von beschichteten Oberflächen wird aktuell überarbeitet. Dabei werden einige grundlegende Änderungen vorgenommen:

- a) der Titel wurde zu "*Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen - Teil 3: Bewertung des Rostgrades*" gekürzt;
- b) der Anwendungsbereich wurde für die Bewertung von unbeschichtetem Metall geöffnet;
- c) eine Definition für Weißrost wurde hinzugefügt;
- d) Abschnitt 4 wurde um einen Hinweis zur Originalgröße der Bilder ergänzt;
- e) eine Tabelle zur Bestimmung der Rostgröße wurde hinzugefügt;
- f) der Prozentsatz der verrosteten Fläche im Bild A.5 wurde korrigiert;
- g) die Bewertung von Weißrost zusammen mit neuen Vergleichsbildern wurde hinzugefügt;
- h) die Bewertung durch Schätzung der verrosteten Fläche in Prozent wurde hinzugefügt;
- i) Anhang B mit einem Beispiel für ein Prüfblech nach ISO 9227 NSS-Salzsprühtest mit einem Rostgrad Ri 4 wurde hinzugefügt;
- j) die Korrelation mit der ASTM-Rostskala im Anhang C wurde an die Ausgabe 2008 von ASTM D610 angepasst;
- k) der Text wurde redaktionell überarbeitet und die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.

Der Rostgrad kann grundsätzlich nach zwei Verfahren bewertet werden. Zum einen durch Vergleichen mit den in der Norm gezeigten Vergleichsbildern und zum anderen durch Abschätzen der verrosteten Fläche in Prozent.

Die grundlegende Änderung ist, dass es zum ersten Mal eine internationale Vergleichsskala für die Bewertung von Weißrost genormt wird. Weißrost wird in der Norm wie folgt definiert:

Weißrost

Rostbildung auf unbeschichteten verzinkten Stahl-, Zinklegierungs-, Aluminiumlegierungs- und Magnesiumlegierungs substraten bzw. durchgebrochenen Rost und sichtbare Unterrostung auf beschichteten Substraten

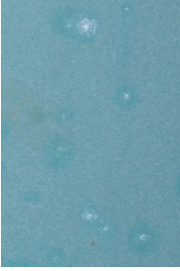

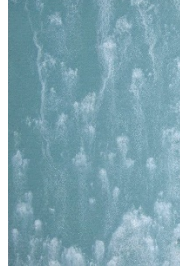
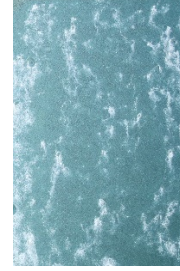

Anmerkung 1 zum Begriff: Es bildet sich eine typische weiß-graue Schicht aus Korrosionsprodukten bestimmter Metalle. Diese Metalle oder Legierungen können als Überzug auf einem anderen Substrat wie Stahl vorliegen. Die Weißrostschicht ist im Allgemeinen porös, spröde und/oder pudrig.

Weißrost tritt bei allen verzinkten Substraten auf und wurde dabei beim Auftreten von Anfang auch so bezeichnet, um sich vom „Rost“, also dem „Rotrost“ abzugrenzen. Weißrost kann aber auch z. B. bei Aluminium auftreten. „Weißrost“ sind umgangssprachlich die Korrosionsprodukte dieser Substrate, so wie „Rost“ oder „Rotrost“ diese für Stahl sind. Weißrost erscheint eben weiß und nicht rot-bräunlich, wie die Korrosionsprodukte vom Stahl. Weißrost kann auch weiß-grau bis hin zu schwarz erscheinen, je nach Legierungsbestandteilen und Umgebungseinflüssen. In der Atmosphäre tritt Weißrost in einer anderen Zusammensetzung auf als z. B. in beschleunigten Labortests. (Atmosphäre: mehr Carbonate und Oxide, wenig voluminös, Labortests: mehr Hydroxide und Oxide, eher voluminös). Eine weißliche Verfärbung einer unlackierten Oberfläche, aber auch weißliche Austritte aus evtl. schwachen organischen Lackierungen, durch Verletzungen oder Poren, deuten auf Weißrostbildung hin. Denken Sie an einen frisch verzinkten Gartenzaun oder frisch verzinkte Leitplanken auf Straßen oder einfach die verzinkte Regenrinne. Zuerst sind sie noch glänzend und bekommen dann mit der Zeit eine weißliche, manchmal auch gräulich wirkende Schicht. Auf den Gartenzäunen sollte man diese auch erst entstehen lassen, will man sie lackieren, um die Haftfestigkeit von Lacken zu erhöhen. Diese

atmosphärischen Weißrostschichten helfen, die Haftfestigkeit zu verbessern, auch wenn es nicht so schön vor der Lackierung aussieht.

Neben den bekannten Bildern für Rotrost, die auf der Europäischen Rostgradskala von 1961 basieren, werden jetzt auch Vergleichsbilder für die Bewertung von Weißrost eingeführt.

Weißrost zeigt sich anders als Rotrost. Die Bilder, die Reaktionen, die entstehen, sehen anders aus und man kann eine Einteilung nur sehr schwer nach den Rotrostbildern machen. Das wurde gemacht, hat aber immer zu Schwierigkeiten geführt, da dafür die Rotrostbilder aus den 50er Jahren ja auch nicht vorgesehen waren. Früher gab es nur Stahl, aus dieser Zeit stammen auch die Rotrostbilder, aber vermehrt werden nun in allen Industrien eben auch andere Substrate und/oder veredelte Stahlsubstrate eingesetzt, die andere Reaktionen zeigen. Hier wurde nun zum ersten Mal versucht, etwas näher an möglichen Fehlerbildern heranzutreten, um eine Klassifizierung nach Weißrostnoten von 0, also eher 1, bis 5 vornehmen zu können. Das wird sicherlich nicht das Ende sein und in den kommenden Jahren werden wir verstärkt an verbesserten Vergleichsbildern arbeiten müssen.

				
Weißrost Grad WRi 1	Weißrost Grad WRi 2	Weißrost Grad WRi 3	Weißrost Grad WRi 4	Weißrost Grad WRi 5

Für den visuellen Vergleich mit den Vergleichsbildern wurde eine neue Tabelle zur Bewertung der Rostgröße hinzugefügt:

Tabelle - Rostgröße und verrostete Fläche

Kennwert	Size of rusting
S 0	nicht sichtbar bei 10facher Vergrößerung
S 1	nur sichtbar bei bis zu 10facher Vergrößerung
S 2	gerade sichtbar mit bloßem Auge (auf Normalsichtigkeit korrigiertes Sehvermögen) (bis zu 0,2 mm) ^b
S 3	deutlich sichtbar mit bloßem Auge (auf Normalsichtigkeit korrigiertes Sehvermögen) (größer als 0,2 mm bis zu 0,5 mm)
S 4	größer als 0,5 mm bis zu 5 mm
S 5	größer als 5 mm

^a In der Regel sind Schäden, die größer als 0,2 mm sind, mit üblichem, korrigiertem Sehvermögen erkennbar.

Neu ist auch die Bewertung durch Schätzung der Größe in Prozent der verrosteten Fläche. Dazu wurde folgende Tabelle neu aufgenommen:

Tabelle - Prozentualer Grad der Verrostung und verrostete Fläche für Rotrost (R) bzw. Weißrost (WR)

Prozentualer Grad der Verrostung	Verrostete Fläche %
R (WR)% 0	0
R (WR)% 1	bis 5 %
R (WR)% 2	über 5 % bis 15 %
R (WR)% 3	über 15 % bis 30 %
R (WR)% 4	über 30 % bis 50 %
R (WR)% 5	über 50 %

Dies ist eine reale Schätzung der betroffenen Fläche in Prozent.

DIN EN ISO 13076, *Beschichtungsstoffe — Beleuchtung und Durchführung für visuelle Abmusterungen von Beschichtungen*

DIN EN ISO 13076 legt die Beleuchtung und Durchführung für die visuelle Abmusterung geschädigter Flächen, Stellen oder anderer Schäden auf oder in Beschichtungen fest.

Für die Routineabmusterung kann entweder natürliches oder künstliches Tageslicht verwendet werden. Da die Eigenschaften von natürlichem Tageslicht jedoch nicht konstant sind und die Bewertungen unter natürlichem Tageslicht durch die Umgebung beeinflusst werden können, ist für Schiedszwecke genau geregelte künstliche Beleuchtung zu verwenden.

Abmusterung unter natürlichem Tageslicht

Es sollte vorzugsweise diffuses Tageslicht verwendet werden, wie es bei einem teilweise bewölkten Himmel auf eine nach Norden gerichtete Probenplatte fällt (auf der Südhalbkugel nach Süden gerichtet). Die abzumusternden Flächen und das Umfeld müssen gleichmäßig beleuchtet sein, und die Beleuchtungsstärke muss mindestens 2 000 lx betragen. Direktes Sonnenlicht ist zu vermeiden.

Abmusterung unter künstlicher Beleuchtung

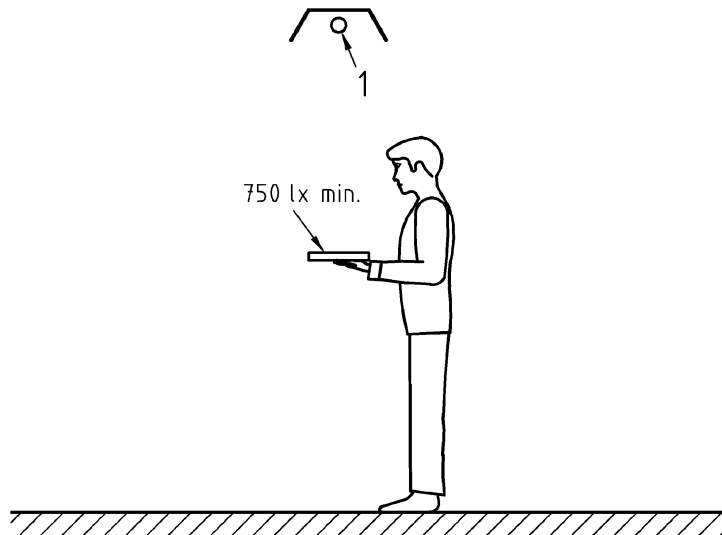
Die Beschichtung unter einer Leuchtstofflampe oder LED¹ beurteilen. Die Probenplatte in einem solchen Abstand von der Lichtquelle halten, dass die Beleuchtungsstärke an der Oberfläche der Beschichtung mindestens 750 lx beträgt (siehe Bild 1).

Nach der Installation der Leuchtstofflampe oder LED muss die Beleuchtungsstärke gemessen werden.

Die abzumusternde Probenplatte darf in alle Richtungen geneigt werden. Die geschädigte Fläche oder Stelle ist am besten erkennbar, wenn sie zusammen mit der von der Lampe auf der Beschichtung gespiegelten Hell-Dunkel-Grenze betrachtet wird.

In Schiedsfällen sind Abmusterungen immer unter künstlichem Licht vorzunehmen.

¹ Leuchtstofflampe oder matte LED (en: light-emitting diode), bestehend aus einem Breitstrahler mit aluminiumbeschichtetem Reflektor, unten offen (siehe Bild 1), Farbtemperatur 6 500 K, Grad der Farbwiedergabe 9 (dies entspricht der Farbwiedergabestufe 1 A, d. h. einem Farbwiedergabe-Index, Ra, 90 bis 100). Diese Farbtemperatur entspricht CIE-Normlichtart D65, wie in CIE 15:2004 beschrieben. Aus Farbtemperatur und Farbwiedergabe ergibt sich die Angabe der Lichtfarbe 965.



Legende

1 Lampe

Bild 1 — Anordnung von Lampe, Probenplatte und Beobachter

DIN EN ISO 21227, Beschichtungstoffe — Beurteilung von Beschichtungsschäden mittels digitaler Bildverarbeitung

— **Teil 1: Allgemeine Anleitung**

— **Teil 2: Auswertung der Multisteinschlag-Prüfung**

— **Teil 3: Auswertung der von einem Ritz ausgehenden Enthftung und Korrosion**

— **Teil 4: Beurteilung von Filiformkorrosion**

Die Internationale Normenreihe zur digitalen Bildverarbeitung von Beschichtungsschäden wird aktuell überarbeitet. Dies wurde dringend erforderlich, da sich die digitale Aufnahmetechnik in den letzten 20 Jahren rasant weiterentwickelt hat.

Die Normenreihe DIN EN ISO 21227 ist eine Anleitung zur Erstellung von auswertbaren Bildern zur Anwendung von digitaler Bildverarbeitung und von Bildverarbeitungssystemen zur quantitativen Erfassung von Schäden auf beschichteten Oberflächen, die durch Anwendung unterschiedlicher Expositionsverfahren, wie z. B. Steinschlag, Bewitterung oder Gitterschnitt, erzeugt wurden. Ein Ziel von DIN EN ISO 21227 ist es, mit der digitalen Bildverarbeitung die Ergebnisse bereits bestehender Methoden zur visuellen Beurteilung nachzustellen. Darüber hinaus liefert die digitale Bildverarbeitung weitere Informationen, die für eine detailliertere Auswertung von Beschichtungsschäden verwendet werden können. Die in den einzelnen Teilen dieser Internationalen Norm beschriebene Technologie führt im Vergleich zur visuellen Beurteilungstechnik durch den Menschen zu objektiveren, genaueren, quantitativeren und reproduzierbareren Ergebnissen.

Im DIN EN ISO 21227-1 werden jetzt neu die verschiedenen Verfahren beschrieben, die auf der Basis von unterschiedlich erzeugten Bildern eine Bewertung von Schadensbildern ermöglichen. Dabei dienen unterschiedliche physikalische Prinzipien dazu, dass die unterschiedlichen Zonen erkannt werden und auf der Basis der Bilddaten die Abstände der Schadensgrenzen oder die Flächenanteile der geschädigten Bereiche ermittelt werden. Im Einzelnen sind dies:

- Methoden im Bereich des visuellen Lichtes
- Methoden im Bereich des langwelligen Lichtes (Infrarotbereich)
- Methoden mittels Ultraschall
- Methoden mittels Deflektometrie

Die Durchführung von einzelnen Prüfverfahren sowie Anforderungen an die Präzision werden in weiteren Teilen von DIN EN ISO 21227 beschrieben:

- Teil 2: Auswertung der Multisteinschlag-Prüfung
- Teil 3: Auswertung der von einem Ritz ausgehenden Enthaftung und Korrosion
- Teil 4: Beurteilung von Filiformkorrosion

Im Rahmen der Überarbeitung der Normenreihe könnten auch noch weitere Teile erarbeitet werden, zum Beispiel zur Beurteilung von Gitterschnitten oder Einzelsteinschlag-Prüfungen.

4 Ritzen von Probenplatten

DIN EN ISO 17872, *Beschichtungsstoffe — Leitfaden zum Anbringen von Ritzen durch eine Beschichtung auf Metallplatten für Korrosionsprüfungen*

Viele Internationale Normen behandeln Korrosionsprüfungen, bei denen in einer Beschichtung Ritze angebracht werden, die bis zum metallischen Substrat durchgehen. Das Verfahren zum Anbringen der Ritze (Ritzschema, Werkzeuge, usw.) ist bei diesen Normen jedoch nicht normativ festgelegt.

Der Hauptzweck einer absichtlich in einer Beschichtung angebrachten Verletzung vor Korrosionsprüfungen ist:

1. zu simulieren und zu untersuchen, wie die Haftfestigkeit einer Beschichtung ausgehend von einer künstlich angebrachten Verletzung nach einer Beanspruchung sichergestellt ist;
2. während einer Korrosionsprüfung schneller eine Aussage zu erhalten, z. B. bei der Qualitätskontrolle während der Herstellung;
3. die allgemeine Beständigkeit einer Beschichtung zu untersuchen, indem beobachtet wird, wie schnell sich nach der Beanspruchung Korrosion an einer Verletzung ausbreitet.

Vorausgegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Reihe unterschiedlicher Ritzwerkzeuge, sowohl hinsichtlich ihrer Form als auch ihrer Abmessungen, angewendet werden. Diese Unterschiede treten zwischen Ländern und auch innerhalb der jeweiligen Länder auf. Die Anwendung unterschiedlicher Werkzeuge wirkt sich dahingehend aus, dass Ritze erzeugt werden, die bezüglich Querschnitt, Tiefe und freigelegter Metallfläche unterschiedlich sind. Diese Unterschiede beeinflussen die Ergebnisse von Korrosionsprüfungen erheblich, da durch das Anbringen von Ritzen in einem Beschichtungssystem beabsichtigt wird, dass Sauerstoff und der bei der Beanspruchungsprüfung vorhandene Elektrolyt Zugang zu einer gut definierten und aktiven Metalloberfläche erhalten kann.

Das zum Anbringen eines Ritzes tatsächlich angewendete Verfahren hängt von der Art der Beschichtung und deren Dicke ab. Es ist jedoch in allen Fällen vorzuziehen, dass der Querschnitt so glatt wie möglich und das metallische Substrat gleichmäßig freigelegt ist und keine Beschichtung auf dem freigelegten Substrat verbleibt.

Die Norm legt Verfahren zum Ritzen von beschichtetem Stahl oder von Probenstücken für Korrosionsprüfungen fest, wenn das Beschichtungssystem in Trockenschichtdicken unter 500 µm aufgebracht ist. Es ist als Leitfaden zu sehen, der auf Ergebnissen gemeinsamer Untersuchungen

beruht, ohne dass nachfolgend Korrosionsprüfungen durchgeführt wurden, um die Tauglichkeit der angebrachten Ritze für solche Prüfungen zu untersuchen.

Dieses Dokument behandelt das Ritzen von (chemisch vorbehandelten oder nicht vorbehandelten) metallischen Probenplatten oder Probenkörpern aus:

- Stahl;
- galvanisiertem Stahl;
- Aluminiumlegierungen;
- Magnesiumlegierungen.

Es behandelt nicht das Ritzen von verzinktem Metall oder plattierten Aluminiumplatten.

5 Übersichtsnorm

DIN 50937, Korrosion von Metallen und Legierungen – Gegenüberstellung von beschleunigten Korrosionsprüfverfahren und deren Eignung für unterschiedliche Anwendungsgebiete und Korrosionsschutzsysteme

DIN 50937 ist für die Auswahl von geeigneten beschleunigten Klimaprüfungen zur Beurteilung der Wirkung des Korrosionsschutzes für metallene Werkstoffe anwendbar. Aus der Spezifik der Prüfklimate verschiedener genormter, beschleunigter Korrosionsprüfungen können gleichzeitig Hinweise zur Erarbeitung von Prüfspezifikationen abgeleitet werden.

In diesem Dokument werden die folgenden Punkte berücksichtigt:

- a) die unterschiedlichen Kategorien von beschleunigten Klimaprüfungen zum Korrosionsverhalten;
- b) empfohlene Anwendungsgebiete für die unterschiedlichen Arten von Prüfungen und ihre Eignung;
- c) Korrosionsbelastung durch die jeweilige Prüfung und relative Korrosionsgeschwindigkeiten häufig eingesetzter metallener Konstruktionswerkstoffe;
- d) Anforderungen an die Prüfgeräte, Kriterien für Reproduzierbarkeit;
- e) mögliche Korrelation mit dem Einsatz unter Betriebsbedingungen;
- f) empfohlene Verfahrensweise für die Produktqualifizierung.

Der Hauptzweck dieser Norm ist es, unterschiedliche international genormte Verfahren für beschleunigte Korrosionsprüfungen miteinander zu vergleichen. Die Auswahl eines Prüfverfahrens hängt von den Anforderungen an den Korrosionsschutz ab, die sich aus der bestimmungsgemäßen Anwendung des Produktes ergeben.

Im Rahmen der letzten Überarbeitung (2022) wurde ISO 11997-3 aufgenommen.

5 Weitere Normen mit Korrosionsprüfungen mit konstanten Prüfklimaten

DIN EN ISO 4623, Beschichtungsstoffe — Filiformkorrosion

—1: Stahl als Substrat

—2: Aluminium als Substrat

Ein Ritz durch eine Beschichtung auf Metall kann unterschiedliche Arten von Korrosion wie Blasenbildung auf der Beschichtung, Korrosion des Metalls unter der Beschichtung (Unterrostung) sowie Filiformkorrosion verursachen. Filiformkorrosion tritt unter spezifischen Verhältnissen von Temperatur und relativer Luftfeuchte dann auf, wenn Spuren von Säuren, Laugen oder Salzen vorhanden sind, entweder unter der Beschichtung oder an Stellen, an denen die Beschichtung unterbrochen ist. Diese Bedingungen liegen oftmals in maritimer und/oder industrieller Umgebung vor. Eine gewisse Unterrostung der Beschichtung, beginnend am Ritz, tritt immer auf. Filiformkorrosion liegt jedoch nur dann vor, wenn das typische Muster in Form von Fäden eindeutig auftritt.

DIN EN ISO 4623 legt ein Verfahren zum Bewerten der Schutzwirkung von Beschichtungen auf Stahl (Teil 1) bzw. Aluminium (Teil 2) gegen Filiformkorrosion, die von einer Beschädigung durch einen Ritz durch die Beschichtung ausgeht, fest. Er ist nur zum Beurteilen des Leistungsverhaltens einer Kombination von Substrat und Beschichtung anwendbar. Er dient nicht zur Vorhersage des Leistungsverhaltens einer Beschichtung auf unterschiedlichen Substraten.

Eine beschichtete Probenplatte wird in definierter Weise mit einem Ritz versehen. In den Ritz wird eine kleine Menge Natriumchlorid eingebracht, entweder durch Tauchen der Platte in eine wässrige Natriumchlorid-Lösung oder durch Einwirken lassen von Salzsprühnebel. Die Platte wird dann in einer Prüfkammer bei 40 °C und einer relativen Luftfeuchte von 80 % beansprucht. Die Auswirkungen der Beanspruchung werden dann nach vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbarte Kriterien bewertet. Diese Kriterien sind entweder subjektiv beeinflusst oder folgen den Angaben in ISO 4628-10.

DIN EN ISO 6270, Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit

— Teil 1: Kondensation (einseitige Beanspruchung)

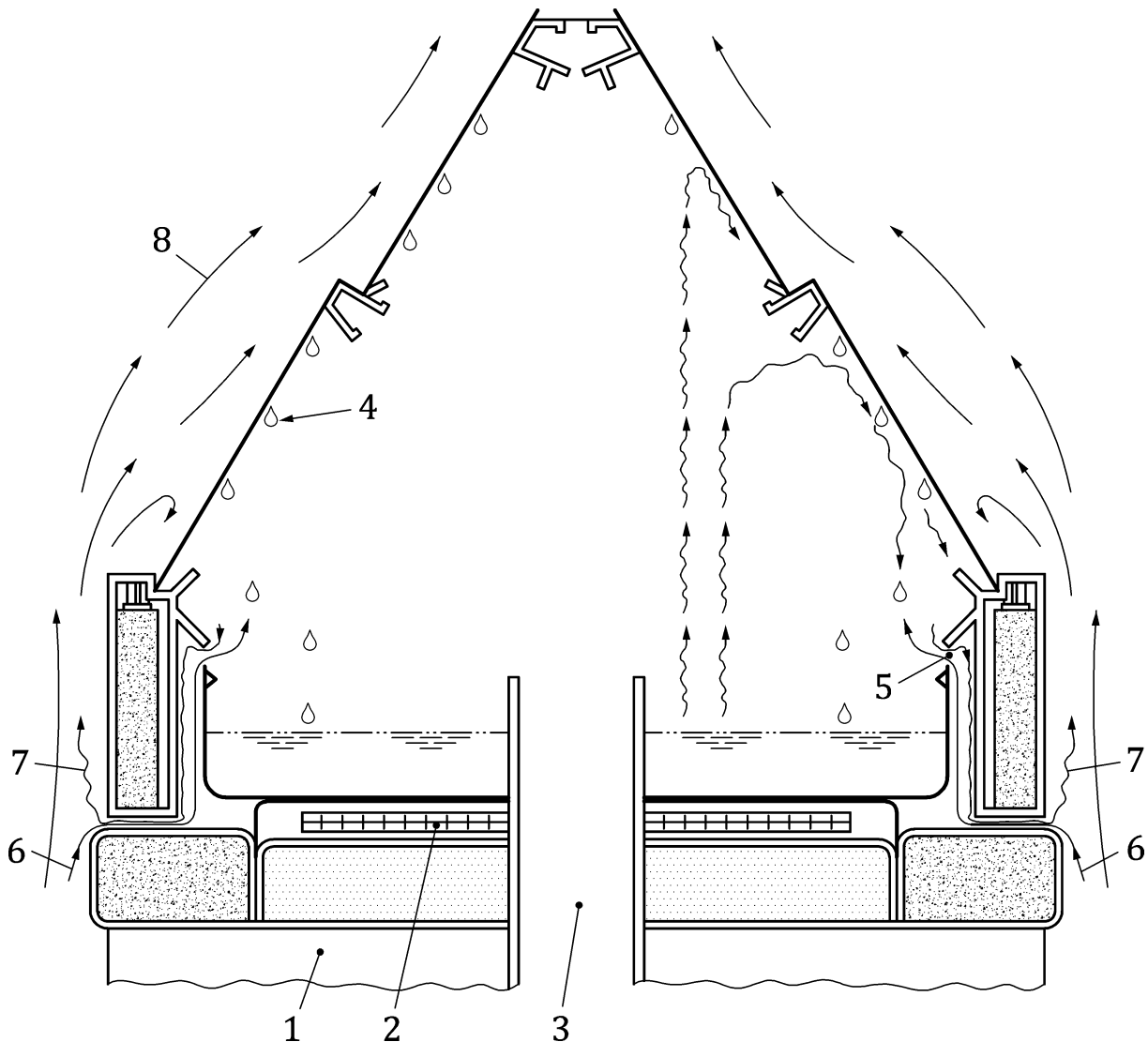
— Teil 2: Kondensation (Beanspruchung in einer Klimakammer mit geheiztem Wasserbehälter)

DIN EN ISO 6270-1 dient dazu, einheitliche Bedingungen und Verfahren zum Konditionieren vorbereiteter Probenkörper, die auf Schäden untersucht werden sollen, welche in feuchter Umgebung wie Kondenswasser-Konstantklima oder Kondenswasser-Wechselklima entstehen können, vorzugeben. Die Prüfungen dienen zur Klärung des Verhaltens der Probenkörper in feuchten Umgebungsklimaten und das genaue Erkennen von Fehlern des Korrosionsschutzes. Die Beanspruchung bei diesen Prüfklimaten gestattet jedoch nicht unbedingt Aussagen über die Lebensdauer der geprüften Beschichtungen. Nach dem Konditionieren werden die Probenkörper entweder nach vereinbarten Dokumenten, wie dem (den)entsprechenden Teil(en) von ISO 4628, oder nach Verfahren, die zwischen den Vertragspartnern vereinbart worden sind, beurteilt.

Die Norm legt ein Verfahren zum Bestimmen der Beständigkeit von Beschichtungen, Beschichtungssystemen und ähnlichen Produkten unter Kondensationsbedingungen fest, entsprechend den Anforderungen in Beschichtungs- oder Produktspezifikationen. Das Verfahren ist anwendbar bei Beschichtungen sowohl auf porösen Substraten wie Holz, Gips und Gipskarton, als auch auf nichtporösen Substraten wie Metallen. Es gibt Hinweise, wie sich die Beschichtung unter strengen Beanspruchungsbedingungen verhalten wird, bei denen kontinuierliche Kondensation auf der

Oberfläche auftritt. Das Verfahren kann Beschichtungsfehler (wie Blasenbildung, Verfärbung, Erweichen, Runzelbildung und Versprödung) und eine Schädigung des Substrates aufdecken. Probenform, Probenvorbereitung, Prüfdauer und Beurteilung der Prüfergebnisse sind nicht Gegenstand dieses Dokumentes.

Ein beschichteter Probenkörper wird kontinuierlicher Kondensation ausgesetzt und die Auswirkungen der Beanspruchung werden nach Kriterien bewertet, die vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurden. Im Allgemeinen sind diese Kriterien subjektiv.



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------|---|----------------------------------|
| 1 | Unterschrank | 5 | Einlasskanal für den Wasserdampf |
| 2 | Heizung | 6 | Lufteinlass |
| 3 | Zufuhr für trockene Luft | 7 | Dampfauslass |
| 4 | Kondensat auf dem Körper | 8 | Konvektionsströme |

Bild 2 — Beispiel für eine Klimakammer

DIN EN ISO 6270-2 (Früher DIN 50017) – wird aktuell überarbeitet: **ISO 15103 wird eingegliedert**

Die Norm dient dazu, einheitliche Bedingungen und Verfahren zum Konditionieren vorbereiteter Probenkörper, die auf Schäden untersucht werden sollen, welche in feuchter Umgebung wie Kondenswasser-Konstantklima oder Kondenswasser-Wechselklima entstehen können, vorzugeben.

Die Prüfungen dienen zur Klärung des Verhaltens der Probenkörper in feuchten Umgebungsklimaten und das genaue Erkennen von Fehlern des Korrosionsschutzes. Die Beanspruchung bei diesen Prüfklimaten gestattet jedoch nicht unbedingt Aussagen über die Lebensdauer der geprüften Beschichtungen.

Nach dem Konditionieren werden die Probenkörper entweder nach vereinbarten Dokumenten, wie dem (den) entsprechenden Teil(en) von ISO 4628, oder nach Verfahren, die zwischen den Vertragspartnern vereinbart worden sind, beurteilt.

Dieses Dokument legt die allgemeinen Bedingungen und Verfahren fest, die bei der Beanspruchung von beschichteten Probenkörpern in Kondenswasser-Konstantklimaten oder Kondenswasser-Wechselklimaten eingehalten werden müssen, damit bei Prüfungen in verschiedenen Laboratorien die Ergebnisse vergleichbar sind.

ANMERKUNG Probenform, Probenvorbereitung, Prüfdauer und Beurteilung der Ergebnisse sind nicht Gegenstand dieses Dokumentes.

Die Kondenswasser-Prüfklimata werden wie folgt bezeichnet:

Prüfklima	CH	Kondenswasser-Konstantklima (Englisch: condensation atmosphere with constant h umidity)
	AHT	Kondenswasser-Wechselklima mit Wechsel von Luftfeuchte und -temperatur (Englisch: condensation atmosphere with a lternating h umidity and air t emperature)
	AT	Kondenswasser-Wechselklima mit Wechsel von Lufttemperatur (Englisch: condensation atmosphere with a lternating air t emperature)
	IC	Diskontinuierliche Kondensation (Englisch: i ntermittent c ondensation)

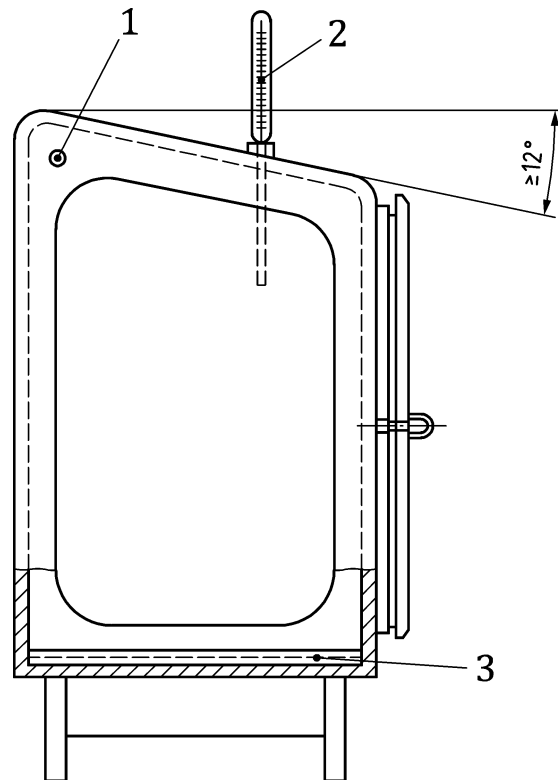
Das Prüfklima IC wird aus **ISO 11503** *Paints and varnishes – Determination of resistance to humidity (intermittent condensation)*, übernommen, die in der aktuellen Überarbeitung von ISO 6270-2 aufgehen wird.

Ein beschichteter Probenkörper wird in einem Klimaschrank Kondensation ausgesetzt, und die Auswirkungen der Beanspruchung werden nach Kriterien bewertet, die vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurden. Im Allgemeinen sind diese Kriterien subjektiv.

Tabelle 1 — Kondenswasser-Prüfklimате

Prüfklima		Dauer eines Zyklus		Bedingungen für den Nutzraum nach Erreichen des Gleichgewichtszustandes		
Benennung	Kurzzeichen	Prüfabschnitt(e)	Gesamt	Lufttemperatur	Relative Luftfeuchte	
Kondenswasser-Konstantklima		CH	vom Anwärmen bis Ende Beanspruchung	—	(40 ± 3) °C	etwa 100 % mit Betauung der Probenkörper
Kondenswasser-Wechselklima	mit Wechsel von Luftfeuchte und -temperatur	AHT	8 h einschließlich Anwärmen	24 h	(40 ± 3) °C	etwa 100 % mit Betauung der Probenkörper
			16 h einschließlich Abkühlen (Klimakammer geöffnet oder belüftet)		(23 ± 5) °C	annähernd Umgebungsfeuchte
	mit Wechsel der Lufttemperatur	AT	8 h einschließlich Anwärmen	24 h	(40 ± 3) °C	etwa 100 % mit Betauung der Probenkörper
			16 h einschließlich Abkühlen (Klimakammer geschlossen)		(23 ± 5) °C	etwa 100 % (annähernd gesättigt)
	mit Wechsel von Luftfeuchte und -temperatur	IC	16 h einschließlich Anwärmen	24 h	(40 ± 3) °C	etwa 100 % mit Betauung der Probenkörper
			8 h einschließlich Abkühlen (Klimakammer geöffnet oder belüftet)		(23 ± 5) °C	(50 ± 20) %

ANMERKUNG Sollwerte und betriebsbedingte Schwankungen können entweder unabhängig voneinander aufgeführt werden oder in der Form: Sollwert ± betriebsbedingte Schwankungen. Der Sollwert ist die vorgegebene Einstellung des Sensors am betriebsbedingten Stellwert, wie er vom Anwender eingestellt wurde. Betriebsbedingte Schwankungen sind Abweichungen vom Sollwert am Stellwert, die an der Ablesung des kalibrierten Sensors während der Gleichgewichtseinstellung angezeigt werden, und schließen die Messunsicherheit nicht ein. Am betriebsbedingten Stellwert darf die betriebsbedingte Schwankung den angegebenen Wert im Gleichgewicht nicht überschreiten. Wenn eine Norm einen bestimmten Sollwert verlangt, stellt der Anwender den genauen Wert ein. Die mit dem Sollwert angegebenen betriebsbedingten Schwankungen besagen nicht, dass es dem Anwender erlaubt ist, den Stellwert höher oder niedriger als den festgelegten genauen Stellwert einzustellen.



Legende

- 1 Überdruckventil
- 2 Temperaturmesseinrichtung
- 3 Bodenwanne mit Wasser

Bild 3 — Beispiel einer Klimakammer

DIN EN ISO 9227, Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen

(Früher DIN 50021, DIN 53167, DIN EN ISO 7253)

Nur selten besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Beständigkeit gegen die Einwirkung von Salzsprühnebel und der Beständigkeit gegen Korrosion in anderen Medien, weil die verschiedenen Faktoren, welche das Fortschreiten der Korrosion beeinflussen, z. B. auch die Bildung von Schutzschichten, sich je nach den herrschenden Bedingungen sehr unterschiedlich auswirken. Die Prüfergebnisse sollten deshalb nicht als direkter Hinweis auf die Korrosionsbeständigkeit der geprüften metallischen Materialien in allen Umgebungsbedingungen betrachtet werden, in denen diese Materialien verwendet werden können. Des Weiteren sollte das Verhalten der unterschiedlichen Materialien während der Prüfung nicht als direkter Richtwert hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit dieser Materialien während des Betriebes verstanden werden.

Dennoch kann mit dem beschriebenen Verfahren vergleichend geprüft werden, ob die Qualität eines metallischen Materials, mit oder ohne Korrosionsschutz, beibehalten wird.

Unterschiedliche Metallsubstrate (Metalle) können nicht direkt anhand ihrer Korrosionsbeständigkeit durch Salzsprühnebelprüfung verglichen werden. Vergleichsprüfungen sind nur anwendbar bei der gleichen Art der Substrate.

Salzsprühnebelprüfungen sind generell geeignet als Korrosionsschutzprüfungen zum schnellen Feststellen von Schwachstellen, Poren und Schäden in organischen Beschichtungen und anorganischen

Überzügen. Des Weiteren können, zur Qualitätskontrolle, Proben verglichen werden, die mit der gleichen Beschichtung oder dem gleichen Überzug versehen sind. Als Vergleichsprüfungen sind Salzsprühnebelprüfungen aber nur dann geeignet, wenn sich die Beschichtungen oder Überzüge vom Typ her hinreichend ähnlich sind.

Bei der Interpretation von Prüfergebnissen (z. B. Mindestzeit bis zum Auftreten von Schäden oder Korrosion) für die Qualitätskontrolle von Produkten oder für Abnahmespezifikationen ist es wichtig, zu beachten, dass die Salzsprühnebelprüfung eine geringe Reproduzierbarkeit aufweisen kann, insbesondere bei Fertigungsteilen, die in verschiedenen Laboratorien geprüft werden.

Es ist oft nicht möglich, Ergebnisse der Salzsprühnebelprüfung zum Vergleich des Langzeitverhaltens unterschiedlicher Beschichtungs- oder Überzugssysteme heranzuziehen, weil sich die Korrosionsbeanspruchung bei solchen Prüfungen deutlich von der in der Praxis unterscheidet.

DIN EN ISO 9227 legt die Prüfeinrichtung, die Reagenzien und das anzuwendende Verfahren bei der Durchführung der Prüfungen mit

- neutralen Salzsprühnebel (**NSS**, en: neutral salt spray),
- Essigsäure-Salzsprühnebel (**AASS**, en: acetic acid salt spray) und
- kupferbeschleunigtem Essigsäure-Salzsprühnebel (**CASS**, en: copper-accelerated acetic acid salt spray)

zum Beurteilen der Korrosionsbeständigkeit von metallischen Materialien mit oder ohne dauerhaftem oder temporärem Korrosionsschutz fest.

Diese Norm beschreibt auch das Verfahren, welches angewendet wird, um die Korrosivität in der Prüfkammer zu bewerten.

Sie legt nicht die Maße oder Arten der Prüfproben, die für ein bestimmtes Produkt anzuwendende Dauer der Beanspruchung oder die Auswertung der Ergebnisse fest. Solche Einzelheiten werden in den entsprechenden Produktspezifikationen angegeben.

Die Salzsprühnebelprüfungen sind besonders nützlich zum Nachweis von Schwachstellen, wie Poren und anderen Schäden, in bestimmten metallischen Überzügen und organischen Beschichtungen sowie anodischen Oxidschichten und Umwandlungsschichten.

Die NSS-Prüfung ist insbesondere anwendbar für:

- Metalle und deren Legierungen;
- (anodisch oder kathodisch wirksame) Beschichtungen;
- Umwandlungsschichten;
- anodische Oxidschichten;
- organische Beschichtungen auf metallischen Materialien.

Die AASS-Prüfung ist besonders nützlich zum Prüfen dekorativer Überzüge aus Kupfer + Nickel + Chrom oder Nickel + Chrom. Sie wurde auch zum Prüfen anodischer und organischer Schichten auf Aluminium als geeignet befunden.

Die CASS-Prüfung ist besonders nützlich zum Prüfen dekorativer Überzüge aus Kupfer + Nickel + Chrom oder Nickel + Chrom. Sie eignet sich auch zum Prüfen anodischer und organischer Schichten auf Aluminium.

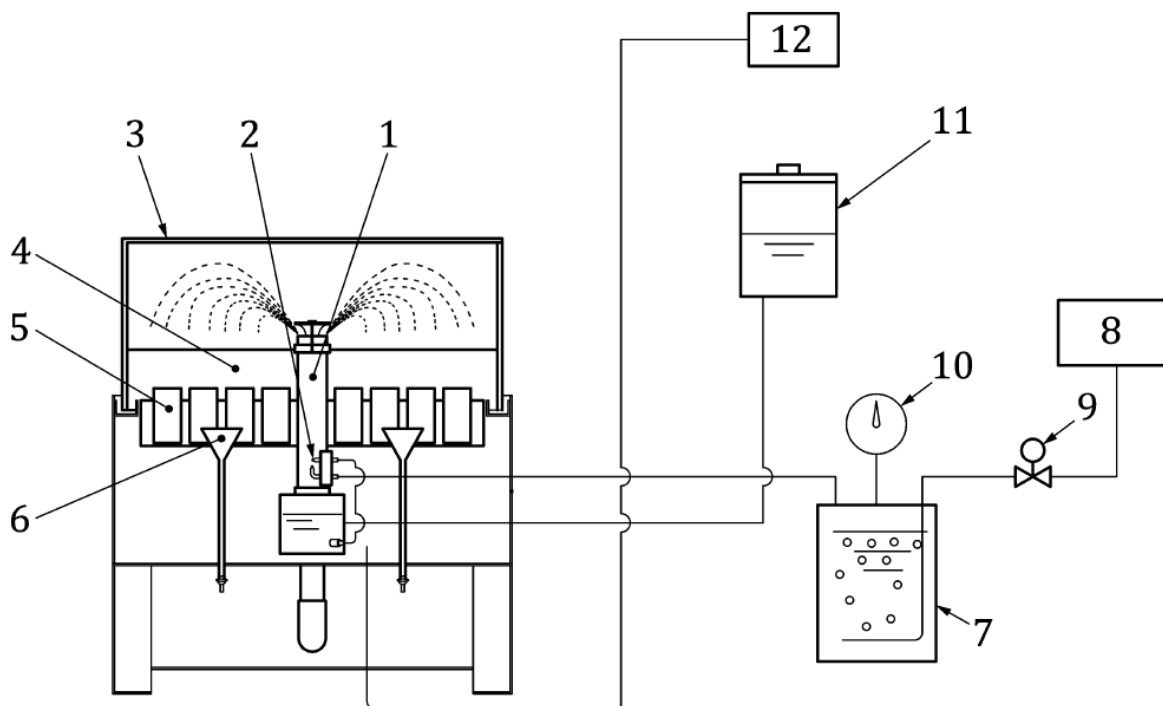
Die Salzsprühnebelverfahren sind alle geeignet zum Prüfen, ob die Qualität eines metallischen Materials, mit oder ohne Korrosionsschutz, erhalten bleibt. Sie sind nicht als Vergleichsprüfung

gedacht, um unterschiedliche Materialien nach ihrer Korrosionsbeständigkeit einzustufen oder um die Langzeitkorrosionsbeständigkeit des geprüften Materials vorherzusagen.

Tabelle 1 — Betriebsbedingungen

Prüfverfahrensgegenstand	NSS	AASS	CASS
Temperatur	$(35 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	$(35 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	$(50 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$
Mittlere Auffangmenge bei einer horizontalen Auffangfläche von 80 cm^2	$(1,5 \pm 0,5) \text{ ml/h}$		
Natriumchloridkonzentration (aufgefangene Lösung)	$(50 \pm 5) \text{ g/l}$		
pH-Wert (aufgefangene Lösung)	6,5 bis 7,2	3,1 bis 3,3	3,1 bis 3,3

Die angegebenen \pm -Grenzabweichungen sind die zulässigen Betriebsschwankungen, die als die positiven und negativen Abweichungen von der Einstellung des Sensors auf den operativen Regelsollwert während der Gleichgewichtsbedingungen bestimmt ist. Dies bedeutet nicht, dass der Sollwert plus/minus des angegebenen Wertes um den angegebenen Betrag variieren darf.



Legende

1	Leitrohr	7	Luftbefeuchter
2	Zerstäuber	8	Druckluft
3	Abdeckung	9	Magnetventil
4	Prüfkammer	10	Druckmessgerät
5	Prüfprobe	11	Behälter für die Lösung
6	Auffanggefäß	12	Temperaturregler

Bild A.1 — Schematische Darstellung einer möglichen Ausführung einer Sprühkammer (Vorderansicht)

DIN EN ISO 15110, Beschichtungsstoffe — Künstliches Bewittern mit saurer Beanspruchung

(früher: VDI 3958-12, DIN 55663)

DIN EN ISO 15110 legt ein Verfahren zum Simulieren der schädigenden Wirkung der Freibewitterung in Verbindung mit sauren atmosphärischen Niederschlägen auf beschichtete Produkte fest. Gegenüber der Wirkung von Schadgasen, die im Wesentlichen die Vorprodukte der sauren Niederschläge darstellen, treten andere Wirkungsmechanismen auf.

Auf Grund der variierenden industriellen Luftverschmutzung sowie zusätzlicher Streuung durch zufallsabhängige Wind- und Wolkenkonstellationen treten saure Niederschläge nur sehr sporadisch auf. Damit schwanken die Freibewitterungsergebnisse gerade bezüglich der sauren Beanspruchung enorm zwischen verschiedenen Jahren. Somit ist es praktisch unmöglich, in einer einzigen Saison zuverlässige repräsentative Freibewitterungsergebnisse zu erhalten. Mit einer künstlichen Beanspruchung, bei der alle Witterungsparameter wie auch die Säurebeanspruchung reproduzierbar gesteuert werden können, können diese Fluktuationen vermieden werden.

Das Prüfverfahren basiert auf der VDI-Richtlinie VDI 3958-12.

Dieses Dokument legt einen sogenannten Acid-Dew-and-Fog-Test (ADF-Test) als zeitraffendes Laborprüfverfahren zum Simulieren der schädigenden Wirkung saurer atmosphärischer Niederschläge im Zusammenwirken mit UV-Strahlung, neutralen Niederschlägen und wechselnder Temperatur und relativer Luftfeuchte unter Verwendung eines künstlichen sauren Niederschlags fest. Dieses Prüfverfahren ist dazu vorgesehen, auf der Grundlage einer relativen Rangfolge eine Auswahl von Beschichtungen für den Einsatz in einer durch saure Niederschläge belasteten Umwelt zu erarbeiten. Der ADF-Test beabsichtigt nicht, gleiche Schädigungsgröße und -muster wie bei der Bewitterung im Freien zu erzeugen, sondern eine Rangfolge der Schädigung zu erstellen, die jener bei Bewitterung im Freien ähnelt. Das Verfahren ergibt eine gleichförmigere Schädigung, erlaubt kleinere Probengrößen (und damit eine schnellere Durchführung) und ermöglicht im Gegensatz zur bisher üblichen subjektiven visuellen Beurteilung das Anwenden objektiver Beurteilungsverfahren.

Die kombinierte Einwirkung der solaren UV-Strahlung, Wärme, Feuchte, Benässung sowie saurer Beanspruchung wird in Bewitterungsgeräten ähnlich den in DIN EN ISO 4892-2 und DIN EN ISO 16474-2 für Xenonbogenlampen und den in DIN EN ISO 4892-3 und DIN EN ISO 16474-3 für UV-Leuchtstofflampen beschriebenen Geräten simuliert.

Die künstliche Bewitterung schließt eine Säurebeanspruchung ein, die durch tägliches Säuresprühen realisiert wird. Ziel dieser Prüfung ist es nicht, die Schadensbilder der Freibewitterung nachzustellen, die eine sehr ungleichmäßige Verteilung aufweisen und schwer zu bewerten sind, sondern die Rangfolgen der Freibewitterung nachzustellen, indem Schädigungen durch dieselben Mechanismen hervorgerufen werden, jedoch mit einer homogenen Verteilung und im kleineren Maßstab, die objektiv ausgewertet werden können.

Die Zeitraffung wird durch die Aneinanderreihung der ungünstigsten Kombinationen der Umweltbedingungen (im Weiteren mit „Worst-Case-Szenarium“ bezeichnet) erreicht. Dazu werden diese Umweltbedingungen in häufigerer Folge als im Freien unter Einbeziehung eines künstlichen sauren Niederschlags und unter Nutzung eines handelsüblichen Bewitterungsgerätes nachgebildet. Die Extremwerte der Beanspruchungsparameter werden dabei im Vergleich zur Praxis nicht wesentlich überschritten.

Für diese Prüfung müssen Bewitterungsgeräte nach DIN EN ISO 16474-2 oder nach DIN EN ISO 16474-3 verwendet werden. Die Prüfkammer wie auch die Probenbehälter müssen aus säure- und UV-beständigem Material gefertigt sein.

DIN EN ISO 15710, Beschichtungsstoffe — Korrosionsprüfung durch abwechselndes Eintauchen in eine und Entnehmen aus einer gepufferte(n) Natriumchloridlösung

Aus Beschichtungsstoffen (Lacken, Anstrichstoffen und ähnlichen Produkten) hergestellte Beschichtungen werden in Kammern wechselnden nassen und trockenen (feuchten) Bedingungen unter Verwendung einer festgelegten Salzlösung ausgesetzt, um im Laboratorium Vorgänge zu simulieren, die bei aggressiven Bedingungen im Freien ablaufen. Allgemein können Korrelationen zwischen solchen Freibewitterungen und Laborprüfungen nicht erwartet werden, weil eine große Anzahl von Parametern die Schädigung beeinflusst. Eine Korrelation kann nur erwartet werden, wenn die Auswirkung wichtiger Parameter auf die Beschichtung (z. B. Art des Salzes, spektrale Verteilung der auftretenden Bestrahlungsstärke im relevanten photochemischen Bereich, Temperatur der Probe, Art und Zyklus der Befeuchtung und relative Luftfeuchte) bekannt ist. Im Gegensatz zur Freibewitterung findet die Laborprüfung mit einer verringerten Anzahl von Variablen statt, die geregelt werden können und deshalb zu besser reproduzierbaren Auswirkungen führen. Mit dem Verfahren lässt sich auch prüfen, ob die Qualität eines Beschichtungsstoffes oder Beschichtungssystems gleichbleibt.

Mit dem Verfahren kann die Beständigkeit unterschiedlicher Beschichtungen gegen abwechselndes Eintauchen in eine und Entnehmen aus einer Salzlösung verglichen werden. Es ist besonders geeignet, um eine Serie beschichteter Probenplatten mit deutlich unterschiedlicher Beständigkeit gegen abwechselndes Eintauchen in eine und Entnehmen aus einer Salzlösung entsprechend einzustufen.

Das Verfahren ist in erster Linie zum Prüfen von Beschichtungsstoffen für die Luft- und Raumfahrt gedacht. Die festgelegten Bedingungen können auftreten, da ein Flugzeug durch eine Vielzahl von Umgebungsbedingungen fliegt, die plötzliche Temperatur- und Druckveränderungen einschließen. Die Ergebnisse der in dieser Internationalen Norm festgelegten Prüfung geben einen Hinweis, inwieweit ein Beschichtungssystem diesen korrosiven Atmosphären widersteht.

Diese Internationale Norm legt ein Prüfverfahren zum Beurteilen der Schutzwirkung von Beschichtungsstoffen auf Aluminium und Aluminiumlegierungen gegen Korrosion fest, die von einem durch die Beschichtung gehenden Ritz ausgeht, wenn eine beschichtete Probenplatte Prüfzyklen von abwechselndem Eintauchen in eine und Entnehmen aus einer verdünnte(n) Salzlösung unterworfen wird.

Eine beschichtete Probenplatte wird in definierter Weise angeritzt. Die Probenplatte wird dann in einer Prüfkammer bei 35 °C belastet, wobei sie abwechselnd in eine Salzlösung eingetaucht, dann aus dieser entnommen und einer relativen Luftfeuchte über 80 % ausgesetzt wird. Die Auswirkungen dieser Prüfung werden dann nach Kriterien bewertet, die vorher zwischen den Vertragspartnern vereinbart worden sind. Diese Kriterien sind im Allgemeinen subjektiv.

DIN EN ISO 22479, Korrosion von Metallen und Legierungen — Prüfung mit Schwefeldioxid in feuchter Atmosphäre (Verfahren mit festem Gasvolumen)

(früher DIN 50018, DIN EN ISO 3231, DIN EN ISO 6988)

Eine feuchte Atmosphäre, die Schwefeldioxid enthält, verursacht die Korrosion vieler Metalle.

Die nach DIN EN ISO 22479 ermittelten Ergebnisse sollten nicht als unmittelbarer Leitfaden für die Korrosionsbeständigkeit der untersuchten Werkstoffe in allen Umgebungen betrachtet werden, in denen diese Werkstoffe angewendet werden können. Ebenso sollte das Verhalten der

unterschiedlichen Werkstoffe in dieser Norm nicht als unmittelbarer Leitfaden für die relative Korrosionsbeständigkeit dieser Werkstoffe im Einsatz dienen.

Da eine Wechselwirkung zwischen Proben nicht verhindert werden kann, ist es angebracht, ausschließlich dieselben Korrosionsschutzsysteme gleichzeitig in einer Prüfung zu prüfen. Wenn unterschiedliche Korrosionsschutzsysteme mit unterschiedlichen Werkstoffen geprüft werden, sollte berücksichtigt werden, dass der Einfluss des Schwefeldioxids häufig unterschiedlich sein kann.

Der Begriff „Fixed-Gas-Method“ bedeutet, dass bei Prüfbeginn ein festes Gasvolumen in eine Kammer mit einem festen Volumen eingeleitet wird.

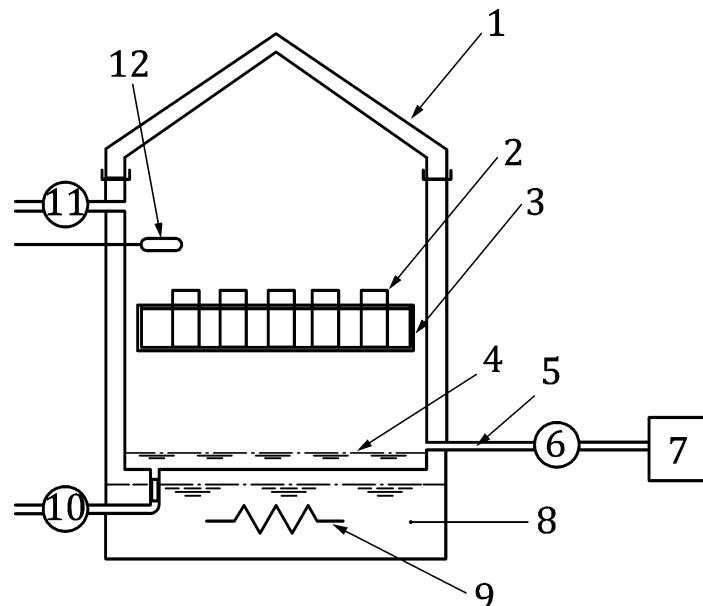
Diese Norm legt ein Verfahren zur Beurteilung der Beständigkeit von Materialien oder Produkten gegenüber einer feuchten Atmosphäre, die Schwefeldioxid enthält, fest.

Dieses Verfahren ist anwendbar für die Prüfung von Metallen und Legierungen, metallenen und nicht-organischen Beschichtungen sowie organischen Beschichtungen.

Die Prüfproben werden einer feuchten Atmosphäre, die Schwefeldioxid enthält, ausgesetzt. Das durch die Feuchte gelöste Schwefeldioxid kondensiert auf der Oberfläche der Prüfprobe und verursacht Korrosion.

Bei Verfahren A werden die Prüfproben für 24 h Schwefeldioxid ausgesetzt. Falls die Prüfproben schwerwiegend durch die Temperatur und Luftfeuchte beeinträchtigt werden, sollte Verfahren B gewählt werden.

Bei Verfahren B werden die Prüfproben für 8 h Schwefeldioxid ausgesetzt, anschließend werden sie für 16 h einem Normalklima ausgesetzt.



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------|----|------------------------|
| 1 | Deckel | 7 | Schwefeldioxidquelle |
| 2 | Prüfproben | 8 | Wasserbehälter |
| 3 | Probenhalterungen | 9 | Heizeinrichtung |
| 4 | Wasser in der Prüfkammer | 10 | Ableitungsöffnung |
| 5 | Gaseinlassöffnung | 11 | Druckentlastungsventil |
| 6 | Durchflussmessgerät | 12 | Temperaturmessung |

Bild 1 — Übliche Prüfkammer

Literaturhinweise

CIE 15:2004, *Colorimetry*

DIN 50017, *Klimate und ihre technische Anwendung — Kondenswasser-Prüfklimate* (2005 zurückgezogen)

DIN 50018, *Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre* (zurückgezogen 2023-07)

DIN 50021, *Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natriumchlorid-Lösungen* (2006 zurückgezogen)

DIN 50928:2019-03, *Korrosion der Metalle — Prüfung und Beurteilung des Korrosionsschutzes beschichteter metallener Werkstoffe bei Korrosionsbelastung durch wässrige Korrosionsmedien*

DIN 53167, *Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsstoffe — Salzsprühnebelprüfung an Beschichtungen* (2002 zurückgezogen)

DIN 55635, *Beschichtungsstoffe — Zyklische Korrosionsprüfung von Beschichtungssystemen auf Werkstoffen und Bauteilen im Automobilbau*

DIN 55663, *Beschichtungsstoffe — Künstliches Bewittern mit saurer Beanspruchung* (2013 zurückgezogen)

DIN EN ISO 3231, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen feuchte, Schwefeldioxid enthaltende Atmosphären* (zurückgezogen 2022-08)

DIN EN ISO 4892-2, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen*

DIN EN ISO 4892-3, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 3: UV-Leuchtstofflampen*

DIN EN ISO 6988, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitskondensation* (zurückgezogen 2022-08)

DIN EN ISO 7253, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen neutralen Salzsprühnebel* (2006 zurückgezogen)

DIN EN ISO 16474-2, *Beschichtungsstoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen*

DIN EN ISO 16474-3, *Beschichtungsstoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 3: UV-Leuchtstofflampen*

ISO 11503, *Paints and varnishes — Determination of resistance to humidity (intermittent condensation)*

JASO M 609-91, *Corrosion test method for automotive materials*

JASO M 610-92, *Cosmetic corrosion test method for automotive parts*

JIS K 5621-2003, *Anticorrosive paint for general use*

SEP 1850:2013, *Zyklische Korrosionsprüfung von Werkstoffen und Bauteilen im Automobilbau*

VDA 233-102:2013, *Zyklische Korrosionsprüfung von Werkstoffen und Bauteilen im Automobilbau*

VDA 621-415, *Prüfung des Korrosionsschutzes von Kfz-Lackierungen bei zyklisch wechselnder Beanspruchung*

VDI 3958-12:2004, *Umweltsimulation — Wirkung saurer Niederschläge auf polymere Werkstoffe — Prüfverfahren*