

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Umweltsimulation
Tropentauglichkeit von Lackierungen
für den Außeneinsatz
Prüfverfahren
Environmental simulation
Tropicalisation of paint coatings for outdoor use
Test methods

VDI 3958
Blatt 13 / Part 13

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweise.....	5
3 Begriffe.....	5
4 Verfahrensgrundlagen.....	8
5 Freibewitterung.....	9
5.1 Allgemeine Betrachtungen.....	9
5.2 Bewitterungsstation.....	9
5.3 Messungen des Prüfklimas bei der Bewitterung.....	10
5.4 Bewitterungsgestelle.....	11
5.5 Beginn und Dauer der Freibewitterung.....	11
5.6 Anforderungen an die Proben.....	12
5.7 Anzahl der Proben.....	13
5.8 Handhabung der Proben vor, während und nach der Exposition.....	13
5.9 Einsatz von Referenzmustern.....	15
5.10 Abmusterung der im Freien bewitterten Proben.....	17
5.11 Unsicherheitskomponenten.....	18
5.12 Bewitterungsergebnis und Dokumentation.....	19
6 Tropentauglichkeitstest in Geräten (künstliche Bewitterung).....	20
6.1 Allgemeine Betrachtungen.....	20
6.2 Bewitterungsgerät.....	22
6.3 Lampen.....	22
6.4 Prüfstaub.....	23
6.5 Anforderungen an die Proben.....	24
6.6 Anzahl der Proben.....	24
6.7 Ablauf der Prüfung.....	24
6.8 Handhabung der Proben vor, während und nach der Exposition.....	26
6.9 Einsatz von Referenzmustern.....	26
6.10 Abmusterung der künstlich bewitterten Proben.....	27
6.11 Unsicherheitskomponenten.....	28
6.12 Dokumentation des Prüfergebnisses.....	28
6.13 Angaben zur Validierung des Tropentauglichkeitstests.....	29
Anhang Ermittlung von Rangfolgen nach der Prüfung der Tropentauglichkeit.....	31
Schrifttum.....	36

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
1 Scope.....	4
2 Normative references.....	5
3 Terms and definitions.....	5
4 Basics of the method.....	8
5 Natural weathering.....	9
5.1 General considerations.....	9
5.2 Weathering station.....	9
5.3 Measurements of the test climate during weathering.....	10
5.4 Weathering racks.....	11
5.5 Start and duration of natural weathering.....	11
5.6 Requirements to be met by the samples.....	12
5.7 Number of samples.....	13
5.8 Sample handling before, during and after exposure.....	13
5.9 Use of reference specimens.....	15
5.10 Inspection of naturally weathered samples.....	17
5.11 Uncertainty components.....	18
5.12 Weather findings and documentation.....	19
6 Tropicalisation test in weathering devices (artificial weathering).....	20
6.1 General considerations.....	20
6.2 Weathering device.....	22
6.3 Lamps.....	22
6.4 Test dust.....	23
6.5 Requirements to be met by the samples.....	24
6.6 Number of samples.....	24
6.7 Test procedure.....	24
6.8 Sample handling before, during and after exposure.....	26
6.9 Use of reference specimens.....	26
6.10 Inspection of the artificially weathered samples.....	27
6.11 Uncertainty components.....	28
6.12 Documentation of the results of weathering.....	28
6.13 Details for validation of the tropicalisation test.....	29
Annex Deciding on an order of tropicalisation after the test.....	31
Bibliography.....	36

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL
Fachbereich Umweltqualität

VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3958.

Einleitung

Hersteller lackierter oder anderweitig oberflächenbeschichteter Produkte exportieren in tropische und subtropische Länder. Sind ihre Produkte für den Einsatz im Freien vorgesehen, machen sie eine in solchen Klimazonen schadlos überstandene Freibewitterung zur Vorbedingung für die Einführung in die Serienproduktion. Beispielsweise verlangen Automobilhersteller in ihren Prüfspezifikationen für die eingesetzten Lackierungssysteme eine mindestens zweijährige Freibewitterung in Südflorida.

Die Prüfpraxis hat jedoch gezeigt, dass besonders bei Hochglanzlackierungen die lokale Spezifikation „Südflorida“ nicht genügt, um mit ausreichender Sicherheit die Tropentauglichkeit nachweisen zu können [1; 2]. Untersuchungen in vier Freibewitterungsstationen, die auf etwa gleicher geografischer Breite, aber unterschiedlicher geografischer Länge in Südflorida angesiedelt sind oder waren, führten im Vergleich zu stark unterschiedlichen Bewitterungsergebnissen. So zeigten z.B. in der Nähe der Westküste bewitterte Proben selbst nach mehreren Jahren keine nennenswerten Schäden, während gleichartige, in der Nähe der Ostküste bewitterte Proben bereits nach wenigen Monaten in nicht mehr akzeptablem Maße geschädigt wurden.

Aus der allgemeinen Prüfpraxis ist bekannt, dass Schäden an freibewitterten Produkten auch ausbleiben können, wenn sie nicht der Wirkung des zutreffenden, sogenannten „Worst Case“ ausgesetzt waren. Im Fall der zur Untersuchung der Tropentauglichkeit durchgeführten Freibewitterung ist das Worst-Case-Szenario das Zusammentreffen der für die feucht-subtropische oder tropische Umwelt zutreffenden typischen extremen klimatischen Wir-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3958.

Introduction

Manufacturers of products that are painted or surface-coated in other ways export their goods to tropical and subtropical countries. If these products are intended for outdoor use, their mass production depends on their ability to withstand weathering unscathed in such climate zones. In their test specifications for the paint systems they use, car manufacturers, for example, demand at least two years of weathering in southern Florida.

However, test practice has shown that for high-gloss coatings in particular the local specification “southern Florida” is not sufficient for demonstrating a paint’s tropicalisation with sufficient certainty [1; 2]. Studies at four natural weathering stations located at roughly the same latitude but at different longitudes in southern Florida yielded, in comparison, large differences in weathering. Samples weathered near to the west coast, for example, showed no appreciable damage even after several years, while identical samples weathered near the east coast were unacceptably damaged after only a few months.

From general test practice, it is known that damage to naturally weathered products can also fail to occur if they are not exposed to the applicable worst-case conditions. In the case of natural weathering used for investigating product tropicalisation, the worst-case scenario is the coincidence of the extreme climatic factors characteristic of the tropical or humid subtropical environment with special chemical or biological factors. This worst-

kungsfaktoren mit besonderen chemischen oder biologischen Wirkungsfaktoren. Dieses Worst-Case-Szenario tritt in Südflorida an den Freibewitterungsstationen unterschiedlich häufig auf.

Bei Hochglanzlackierungen, auf die ein solches Worst-Case-Szenario eingewirkt hat, wurde ein besonderes Schadensbild ähnlich einem Grübchen (im weiteren Verlauf der Richtlinie „Pits“ genannt) beobachtet. Pits können besonders auf dunkelfarbenen Oberflächen das optische Erscheinungsbild der heute üblichen Hochglanzlackierungen störend beeinflussen, wenn sie sich in ausreichendem Maße gebildet haben (Bild 1). Sie führen zu einem nicht zu unterschätzenden Wertverlust der betroffenen Produkte, zumal sie nicht durch Waschen und Polieren zu entfernen sind.

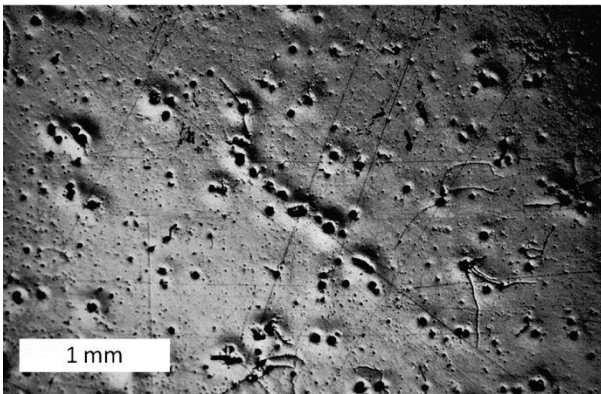


Bild 1. Fotografie eines etwa 4 mm breiten Ausschnitts der gereinigten Oberfläche einer nicht tropentauglichen Automobillackierung nach Freibewitterung in Miami/Florida

Die Suche nach dem Ursprung der Pits offenbarte bei den im Freien bewitterten Proben einen Zusammenhang zum Schimmelpilz- und Algenbefall [1; 2]. Die Anwesenheit bestimmter, von Mikroorganismen produzierter Stoffwechselprodukte auf der exponierten Lackoberfläche führt bei nicht tropentauglichen Lackierungen im Zusammenwirken mit den Extremen der im Freien vorherrschenden klimatischen Wirkungsfaktoren zu Schädigungen.

Dass Hochglanzlackierungen bei ihrem Gebrauch in tropischen oder feucht-subtropischen Regionen nachhaltig geschädigt werden, soll sicher auszuschließen sein. Daher wird in dieser Richtlinie die Tropentauglichkeit umfassender als bisher bewertet [3]; das heißt insbesondere unter dem Aspekt der eventuellen Bildung von Pits.

Die Grundlage dieser Richtlinie bilden Ergebnisse aus den Jahren 2002 bis 2006, die aus gemeinsamen Untersuchungen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) unterstützt durch die Deutsche Forschungsgesellschaft für

case scenario occurs with varying frequency at the respective weathering stations in southern Florida.

On high-gloss coatings exposed to such a worst-case scenario, a special pattern of damage has been observed, known as “pitting”. On dark-coloured surfaces in particular, pitting can mar the visual appearance of the high-gloss coatings applied today once it has formed on a sufficient scale (Figure 1). It causes the affected products to lose value on a scale that should not be underestimated since pitting cannot be remedied by washing and polishing.

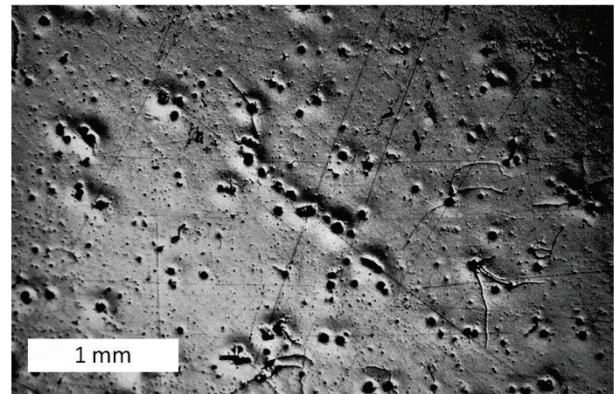


Figure 1. Photograph of a roughly 4 mm wide area of the cleaned surface of an automotive paint coating found to be untropicalised after natural weathering in Miami/Florida

The search for the cause of pitting on the naturally weathered samples revealed a link with mould and algae infestation [1; 2]. The presence of certain products of metabolism produced by microorganisms on the exposed paint surface in interaction with the extremes of the prevailing outdoor climatic factors causes damage to untropicalised paint coatings.

Lasting damage to high-gloss coatings must be reliably excluded when used in tropical or humid subtropical regions. In this standard, tropicalisation is therefore to be more comprehensively assessed than until now [3], i.e. particularly as far as pitting is concerned.

This standard is based on findings from 2002 to 2006 obtained in joint studies by the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) supported by Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (German Research

Oberflächenbehandlung e.V. (DFO) und mehrere Mitgliedsfirmen des Verbands der Automobilindustrie (VDA) stammen [1; 2].

1 Anwendungsbereich

Ein Prüfverfahren für anthropogene chemische Wirkungsfaktoren in Form saurer atmosphärischer Niederschläge im Zusammenwirken mit den klimatischen Bedingungen wurde bereits in der Richtlinie VDI 3958 Blatt 12 beschrieben. In der vorliegenden Richtlinie sind **spezielle Substanzen biologischen Ursprungs** Bestandteil des zutreffenden Worst-Case-Szenarios. Diese Substanzen werden nur in geografisch eingeschränkten Lagen innerhalb feucht-subtropischer oder tropischer Gebiete auf den exponierten Oberflächen der Wirkungsobjekte in höherem Maße abgesetzt oder gebildet.

Anwendungsgebiet der Richtlinie ist die Prüfung der Tropentauglichkeit von Lackierungen, deren Funktion oder Lebensdauer vorrangig durch den Erhalt der geforderten Eigenschaften ihrer Oberfläche bzw. oberflächennahen Bereiche definiert ist. Die Richtlinie beschränkt sich auf die Untersuchung der Wirkung auf diesen Teil des Werkstoffs.

Es handelt sich dabei z.B. um Hochglanzlackierungen, insbesondere für die Automobilindustrie, bei denen eine Beeinträchtigung oder gar ein Verlust der gewünschten optischen dekorativen Eigenschaften zum Ausfall des betroffenen Produkts führen kann (hoher Wertverlust).

Diese Richtlinie grenzt sich von genormten Prüfverfahren zur Bestimmung der Wetterbeständigkeit von Beschichtungen (z.B. DIN EN ISO 2810 und DIN EN ISO 11507) wie folgt ab:

- Sie bezieht sich nur auf Hochglanzoberflächen von Produkten, die auch in einer Umgebung mit feucht-subtropischem oder tropischem Klima Einsatz finden.
- Für die Prüfung der Tropentauglichkeit nach vorliegender Richtlinie unter natürlichen Umweltbedingungen (Freibewitterung) sind nur speziell ausgewählte Bewitterungsstandorte innerhalb feucht-subtropischer oder tropischer Gebiete geeignet.
- Der Tropentauglichkeitstest gemäß dieser Richtlinie beinhaltet die Simulation einer speziellen Umweltsituation, die nur in einer Umgebung mit feucht-subtropischem oder tropischem Klima anzutreffen ist und zur Bildung eines besonderen Schadens, den Pits, führen kann.
- Gemäß dieser Richtlinie werden die Proben während des Tropentauglichkeitstests in Bewitterungsgeräten gleichzeitig durch einen Prüfstaub

Society for Surface Treatment – DFO) and several member companies of the German Association of the Automotive Industry (VDA) [1; 2].

1 Scope

A test method for anthropogenic chemical factors in the form of acid atmospheric precipitation in interaction with climatic conditions has already been described in standard VDI 3958 Part 12. In the present standard, **special substances of biological origin** are an element of the applicable worst case. These substances are only deposited or form to a high degree on the exposed surfaces of the affected objects in geographically restricted locations within tropical and humid subtropical regions.

The standard covers the testing of the tropicalisation of paint coatings whose function and service life depends primarily on the retention of the demanded properties of their surfaces and areas close to the surface. This standard is confined to the investigation of effects on this part of the paint material.

The standard is concerned, for example, with high-gloss paint coatings as used particularly in the automotive industry. Here, the reduction in or even the loss of the desired decorative visual properties can result in the failure of the product concerned (high loss of value).

This standard is demarcated from standard test methods that determine the weather resistance of coatings (e.g. DIN EN ISO 2810 and DIN EN ISO 11507) as follows:

- It deals solely with the high-gloss surfaces of products that are used among other things in environments with a tropical or humid subtropical climate.
- For the testing of tropicalisation under the present standard under natural environmental conditions (natural weathering), only specially selected weathering sites within tropical or humid subtropical regions are suitable.
- The test of tropicalisation under the present standard involves the simulation of a special environmental situation that is only encountered in environments with tropical or humid subtropical climates and can cause a special form of damage, i.e. pitting.
- For the test of tropicalisation in weathering devices under the present standard, the samples are simultaneously exposed to a test dust that

beansprucht, der die Wirkung spezieller biologischer Umwelteinflüsse simuliert.

Diese Richtlinie wendet sich an die Hersteller und Nutzer von Lackierungen für den Außeneinsatz sowie Betreiber von Bewitterungsstationen und Prüflabors.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 3958 Blatt 1:1995-12 Umweltsimulation;
Grundlagen und Methoden

simulates the effect of special biological environmental influences.

This standard is targeted at the manufacturers and users of paint coatings for outdoor use and the operators of weathering stations and test laboratories.

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI 3958 Blatt 1:1995-12 Environmental simulation; Fundamentals and methods