

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREEmissionsminderung  
Reparaturlackierung und Lackierung von Fahrzeugen  
Emission control  
Refinishing and finishing of vehicles

VDI 3456

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 .....	3
Einleitung.....	3
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweise .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Rechtliche und allgemeine Hinweise .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Technik .....</b>	<b>9</b>
5.1 Beschreibung der typischen Arbeitsabläufe.....	9
5.2 Lacktechnik.....	17
5.3 Typische Auftragsverfahren für Beschichtungsstoffe .....	26
5.4 Anlagentechnik .....	33
5.5 Gerätereinigung.....	40
5.6 Spotlackierung .....	44
5.7 Bauliche und sicherheitstechnische Anforderungen an die Lacknebenräume .....	44
<b>6 Möglichkeiten zur Verminderung der Emissionen.....</b>	<b>46</b>
6.1 Optimierung der Arbeitsabläufe (organisatorische Maßnahmen).....	47
6.2 Verminderung der Emissionen durch produktbezogene Maßnahmen (lösemittelarme Lacksysteme) .....	47
6.3 Auftragsverfahren mit hohem Festkörpurnutzungsgrad .....	55
6.4 Emissionsmindernde Effekte bei der Anlagentechnik .....	58
6.5 Emissionsarme Verfahren bei der Geräte- und Oberflächenreinigung.....	58
6.6 Emissionsmindernde Effekte durch Spotlackierung .....	59
6.7 Emissionsmindernde Effekte durch Trainingsmaßnahmen.....	60
6.8 Verminderung von Geruchsemissionen und Vermeidung von Geruchsbelästigung.....	60
6.9 Abgasreinigungsverfahren .....	62

Contents	Page
Preliminary note.....	3
Introduction.....	3
<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative references .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Terms and definitions .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Legal and other information .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Technology .....</b>	<b>9</b>
5.1 Description of typical work processes.....	9
5.2 Coating technology.....	17
5.3 Typical coating application techniques .....	26
5.4 Paint shop systems and equipment .....	33
5.5 Equipment cleaning .....	40
5.6 Spot repair.....	44
5.7 Construction and safety requirements for ancillary paint shop rooms .....	44
<b>6 Emission control options .....</b>	<b>46</b>
6.1 Optimisation of workflows (organisational measures) .....	47
6.2 Emission control through product- related measures (low-solvent paint systems) .....	47
6.3 Application techniques with high material transfer efficiency .....	55
6.4 Emission-reducing effects through good housekeeping .....	58
6.5 Low-emission techniques for cleaning equipment and surfaces.....	58
6.6 Emission-reducing effects through spot repair .....	59
6.7 Emission-reducing effects through training measures .....	60
6.8 Controlling odour emissions and preventing odour nuisance .....	60
6.9 Air pollution control techniques .....	62

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3: Emissionsminderung II  
VDI-Handbuch Fahrzeugtechnik

6.10 Ableitung der Abgase ..... 65

**7 Beschränkung der Emissionen ..... 66**

7.1 Emissionswerte bei Einsatz lösemittelarmer Lacksysteme und Reinigungsmittel..... 66

7.2 Emissionsminderung beim Einsatz lösemittelreicher Beschichtungsstoffe ..... 69

7.3 Auftragsverfahren ..... 70

7.4 Entfettung und Reinigung ..... 70

7.5 Partikel- und Staubemissionen ..... 71

7.6 Geruchsemissionen ..... 72

7.7 Emissionen von CMR-Stoffen sowie H341/H351-Stoffen und Stoffen der Nr. 5.2.5 Klasse I gemäß TA Luft ..... 72

**8 Anleitung zur Bestimmung der Emissionen und der VOC-Werte ..... 74**

8.1 Aufgabenstellung ..... 74

8.2 Auswahl der Ermittlungsverfahren ..... 74

8.3 Bestimmung des Gehalts an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC-Wert).... 75

8.4 Anleitung für Emissionsmessungen ..... 76

**9 Sonstige Umwelteinwirkungen (Abwasser, Abfall, Lärm, Bodenbelastung)..... 77**

9.1 Abwasser..... 77

9.2 Abfall ..... 78

9.3 Lärm..... 83

9.4 Belastung von Grundwasser und Boden ..... 84

**10 Energiesparmaßnahmen ..... 84**

10.1 Allgemeines ..... 84

10.2 Einsparmöglichkeiten ..... 85

**11 Arbeitssicherheit und Unfallverhütung ..... 89**

11.1 Gesetzliche Regeln..... 89

11.2 Hinweise zur praktischen Umsetzung der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) für Lackierer..... 93

**12 Zukünftige Maßnahmen zur Emissionsminderung und Energieeinsparung ..... 95**

12.1 Produkte und Optimierung der Arbeitsabläufe..... 96

12.2 Verfahren ..... 97

**Anhang Beispiel für einen Reduzierungsplan und seine Überprüfung mittels einer Lösemittelbilanz..... 98**

Schrifttum ..... 100

6.10 Exhaust air discharge ..... 65

**7 Emission limits ..... 66**

7.1 Emission values for low-solvent coating systems and cleaning agents ..... 66

7.2 Reducing emissions from solvent-rich coating materials ..... 69

7.3 Application techniques ..... 70

7.4 Degreasing and cleaning ..... 70

7.5 Particle and dust emissions ..... 71

7.6 Odour emissions ..... 72

7.7 Emissions of CMR substances, H341/H351 substances, and substances regulated under No. 5.2.5 Class I of TA Luft..... 72

**8 Instructions for the determination of emissions and VOC values ..... 74**

8.1 Objective..... 74

8.2 Choice of the determination methods ..... 74

8.3 Determination of the volatile organic compound content (VOC value) ..... 75

8.4 Emission measurement instructions..... 76

**9 Other environmental impacts (waste water, solid waste, noise, soil contamination)..... 77**

9.1 Waste water ..... 77

9.2 Solid waste..... 78

9.3 Noise..... 83

9.4 Groundwater and soil contamination ..... 84

**10 Energy saving measures ..... 84**

10.1 General..... 84

10.2 Energy saving opportunities ..... 85

**11 Occupational health and safety and accident prevention ..... 89**

11.1 Statutory regulations ..... 89

11.2 Information on personal protective equipment (PPE) for spray operators ..... 93

**12 Future emission control and energy efficiency measures ..... 95**

12.1 Product and process optimisation ..... 96

12.2 Technology ..... 97

**Annex Example of a reduction scheme and proof of compliance by means of a solvent management plan..... 99**

Bibliography ..... 100

## 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 Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

## Einleitung

Die Fahrzeugreparaturlackierbranche ist im Wesentlichen durch handwerkliche Tätigkeiten mit einem sehr breiten Anwendungsspektrum geprägt. Die wichtigsten Bereiche sind die reine Reparaturlackierung mit dem Ziel, den ursprünglichen Zustand des Fahrzeugs wiederherzustellen sowie Neufertigungen im Nutzfahrzeugsektor (Aufbauten, Anhänger, Umlackierungen von Fahrerhäusern). Letztere sind nicht mit Serienlackierungen vergleichbar, da es sich bei den zu lackierenden Objekten meist um Unikate handelt, welche mit handwerklichen Methoden beschichtet werden und/oder bei denen Fahrzeugreparaturlackmaterialien eingesetzt werden. Weiterhin nennenswert sind Umbauten zu Sonderfahrzeugen (Leichenwagen, Ambulanzfahrzeuge u.Ä.), Sonderlackierungen jeglicher Art und Beschriftungen.

Bei den Werkstätten handelt es sich um Kleinbetriebe oder mittelständische Unternehmen. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser Richtlinie gibt es in Deutschland ca. 5000 Betriebe, die vorwiegend Pkw lackieren. In diesem Bereich gibt es viele Werkstätten, in denen nicht nur lackiert wird, sondern in denen auch Montagearbeiten inklusive der mechatronischen Einstellungen durchgeführt werden. Die Anzahl der Nutzfahrzeugbetriebe liegt bei ca. 1000. Die Herstellung und der Vertrieb der Fahrzeugreparaturlacke gestalten sich sehr übersichtlich. Es gibt nur wenige große Reparaturlackhersteller in Deutschland, die jeweils ein Vollsortiment mit mehreren Eigenmarken (Brands) im Markt anbieten und einige weitere Hersteller, die in der Regel nur Teilsortimente anbieten.

## 1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich dieser Richtlinie umfasst Lackanwendungen bei Fahrzeugen, die durch die

## 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 ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

## Introduction

The vehicle refinishing industry is essentially characterised by manual processes with a very broad application spectrum. The main sectors are vehicle refinishing with the aim of restoring the vehicle to its original condition and new manufacture in the commercial vehicle sector (superstructures, trailers, repainting of driver cabins). The latter sector cannot be compared with production paint lines as the objects to be coated are normally unique items which are coated by manual methods using vehicle refinish materials. Mention should also be made of vehicle conversion to special purpose vehicles (hearses, ambulances, and similar), special finishes of any type, and vehicle signage.

The workshops are usually small- or medium-sized businesses. At the time of this standard's printing, there are approx. 5000 workshops in Germany which primarily undertake passenger vehicle refinishing activities. In this sector, there are many workshops that not only undertake refinishing work, but also offer fitting work and mechatronics testing and repair. In the commercial vehicle sector, there are approx. 1000 operations. The supply market for vehicle refinish (VR) products is characterised by a high level of concentration. There are only a few major VR paint manufacturers in Germany that offer the full product range with several branded products and some further suppliers normally offering a restricted range of products.

## 1 Scope

This standard covers coating applications for vehicles regulated by Directive 2007/46/EC (superseded

Richtlinie 2007/46/EG (ersetzt die Richtlinie 70/156/EWG) in der jeweils geltenden Fassung geregelt sind. Um die Praxisnähe dieser Richtlinie zu gewährleisten, werden auch Lackanwendungen bei den in der Richtlinie 2007/46/EG erwähnten Ausnahmen sowie die Reparatur von Klein- und Kleinstschäden (Spotlackierungen) in den Anwendungsbereich miteinbezogen.

Für die unter den Anwendungsbereich dieser Richtlinie fallenden Lackanwendungen (einschließlich der Vorreinigung und Vorbehandlung der zu lackierenden Oberflächen sowie der Reinigung der Arbeitsgeräte) gilt, dass

- die Anlage, in der die Lackanwendung durchgeführt wird, in der Regel immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftig ist (siehe 4. BImSchV) und,
- sofern dort ausschließlich eine Fahrzeugreparaturlackierung im engeren Sinn durchgeführt wird, die Anlage nicht unter den Anwendungsbereich der 31. BImSchV fällt.

**Anmerkung:** Die Erstlackierung außerhalb der Fertigungsstraße sowie die Lackierung von Anhängern fallen in den Anwendungsbereich der 31. BImSchV.

Weiter gilt, dass

- Lacke eingesetzt werden, die luft- bzw. forciert trocknend ( $\leq 80\text{ °C}$  Objekttemperatur) sind,
- eine überwiegend handwerkliche Verarbeitung und
- im Allgemeinen keine Zwangsförderung der zu lackierenden Objekte durch die Lackieranlage oder Teilbereiche der Lackieranlage erfolgt.

Beispiele für Lackanwendungen gemäß den Fahrzeugklassen der Richtlinie 2007/46/EG sind:

- Reparatur von Fahrzeugen der Klassen M, N und O
- Herstellung von Um- und Aufbauten von Fahrzeugen der Klasse M (Krankenwagen, Leichenwagen u.a.)
- Herstellung von Um- und Aufbauten von Fahrzeugen der Klasse N und O (Koffer, Kipper, Anhänger, Tanks, Anbauteile u.a.)

Beispiele für über die Richtlinie 2007/46/EG hinausgehende Lackanwendungen sind:

- Herstellung und Reparatur von land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen (gemäß Verordnung (EU) Nr. 167/2013), Pistenraupen, Schienenfahrzeuge u.Ä.
- Herstellung und Reparatur von Quads, zwei- und dreirädrigen Kraftfahrzeugen (gemäß Verordnung (EU) Nr. 168/2013)

ing Directive 70/156/EEC) as amended from time to time. To ensure the relevance to current practice, coating applications for vehicles exempted from Directive 2007/46/EC and the refinishing of minor blemishes (spot repair) are also included in the scope of this standard.

Coating applications falling within the scope of this standard (including cleaning and pretreatment of the objects to be coated and cleaning of the tools and equipment) are defined as follows:

- The workshop at which the coating work is carried out does not generally require a permit under the German air pollution control legislation (see 4. BImSchV).
- To the extent such workshops exclusively undertake vehicle refinishing, they do not fall within the scope of the 31. BImSchV.

**Note:** OEM finishing outside the production line and the finishing of trailers fall within the scope of 31. BImSchV.

Further, it applies that

- air-drying or force-drying paints are used (object temperature  $\leq 80\text{ °C}$ ),
- coating application is essentially carried out manually, and
- there is no guided movement of the objects to be coated through the painting facility or parts thereof.

Coating application examples according to the vehicle categories defined in Directive 2007/46/EC are:

- refinishing of Category M, N, and O vehicles
- vehicle conversion and manufacture of superstructures for Category M vehicles (ambulances, hearses, etc.)
- vehicle conversion and manufacture of superstructures for Category N and O vehicles (luggage compartments, dumpers, trailers, tanks, add-on parts, etc.)

Examples of coating applications going beyond Directive 2007/46/EC include:

- manufacture and refinishing of agricultural and forestry machinery (as defined in EU Regulation No. 167/2013), piste grooming machines, rail-bound vehicles, and similar vehicles
- manufacture and refinishing of quad bikes, two and three-wheel motor vehicles (as defined in EU Regulation No. 168/2013)

- Herstellung und Reparatur von Fahrzeugen der Kommunalbetriebe

Vielfach existieren Kombinationen von Lackanwendungen dieser Bereiche in einem Betrieb.

Werden in einem Betrieb auch andere, nicht zum Anwendungsbereich gehörende Lackanwendungen ausgeführt (z.B. Industrielackierung in einem Autoreparaturlackierbetrieb) oder in einem artfremden Betrieb Lackanwendungen des Anwendungsbereichs ausgeführt (z.B. Autoreparaturlackierung in einem Industrielackierbetrieb), ist diese Richtlinie in den Teilbereichen der zum Anwendungsbereich gehörenden Lackanwendungen gültig.

Gleiches gilt, wenn die Lackanwendungen des Anwendungsbereichs nur ein Teil des gesamten Beschichtungsprozesses sind (z.B. Kombinationen von Lackanwendungen gemäß Anwendungsbereich mit ETL- oder Pulverbeschichtungen).

An dieser Stelle und im Vorgriff auf die später beschriebenen Möglichkeiten zur VOC-Emissionsminderung ist festzustellen, dass Beschichtungen mit Pulverlacken im Anwendungsbereich dieser Richtlinie technisch nicht möglich sind (Temperaturbereich  $\leq 80$  °C, Chemie der Pulverlacke).

Die Anforderungen dieser Richtlinie können bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen (siehe 4. BImSchV) ergänzend herangezogen werden, wobei weitergehende gesetzliche Regelungen berücksichtigt werden müssen.

Methoden zur Emissionsminderung bei der Serienlackierung von Fahrzeugen mit einem Lösemittelverbrauch  $> 15$  t/a werden in Richtlinie VDI 3455 behandelt.

Richtlinie VDI 4075 Blatt 2 gibt zusätzlich einen Überblick über die ökologischen und ökonomischen Optimierungsmöglichkeiten beim Lackieren.

## 2 Normative Verweise

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

DIN EN ISO 4618:2015-01 Beschichtungsstoffe;  
Begriffe

- manufacture and refinishing of public service vehicles

A single paint shop will often cover combinations of the above coating applications.

If coating applications other than those covered by this VDI Standard are performed at the paint shop (e.g. an industrial coating applied in a vehicle refinishing shop) or the coating applications covered by this standard are performed in some other sector (e.g. automotive refinishing in an industrial coating plant) this standard applies to coating applications in those sub-areas that fall within its scope.

The same applies if the coating applications covered by this standard represent only part of the overall coating process (e.g. combinations of coating applications covered by the scope of this standard using electro-dip coating or powder coating technology).

At this point and in anticipation of the VOC emission control options described later, it should be noted that powder coatings are not technically feasible in the applications covered by this standard (temperature range  $\leq 80$  °C, chemistry of powder coatings).

The requirements of this standard can be used as an additional reference for installations subject to a permit under the German air pollution control legislation (see 4. BImSchV) provided that further statutory regulations are considered.

Emission control measures for production paint shops with a solvent consumption of  $> 15$  t/a are described in VDI 3455.

VDI 4075 Part 2 provides an overview of ecological and economic optimisation options for coating activities.

## 2 Normative references

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

DIN EN ISO 4618:2015-01 Paints and varnishes;  
Terms and definitions