

Herausgegeben von Ralf Ruhnau
Begründet von Günter Zimmermann

Robert Engelfried, Helena Eisenkrein

Schäden an polymeren Beschichtungen

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Fraunhofer IRB  Verlag

Robert Engelfried, Helena Eisenkrein

Schäden an polymeren Beschichtungen

Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Dr.-Ing. Ralf Ruhnau

Begründet von Professor Günter Zimmermann

Band 26

Schäden an polymeren Beschichtungen

Von

Dr.-Ing. Robert Engelfried

Dipl.-Ing. Helena Eisenkrein

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8672-6

ISBN (E-Book): 978-3-8167-8727-3

Redaktion: Manuela Wallißen

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Layout: Martin Kjer

Herstellung: Tim Oliver Pohl

Satz: Manuela Gantner – Punkt, STRICH.

Druck: Ungeheuer + Ulmer, Ludwigsburg

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2012

Fraunhofer-Informationszentrum

Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de

<http://www.baufachinformation.de>

Fachbuchreihe Schadenfreies Bauen

Bücher über Bauschäden erfordern anders als klassische Baufachbücher eine spezielle Darstellung der Konstruktionen unter dem Gesichtspunkt der Bauschäden und ihrer Vermeidung. Solche Darstellungen sind für den Planer wichtige Hinweise, etwa vergleichbar mit Verkehrsschildern, die den Autofahrer vor Gefahrstellen im Straßenverkehr warnen.

Die Fachbuchreihe **SCHADENFREIES BAUEN** stellt in vielen Einzelbänden zu bestimmten Bauteilen oder Problemstellungen das gesamte Gebiet der Bauschäden dar. Erfahrene Bausachverständige beschreiben den Stand der Technik zum jeweiligen Thema, zeigen anhand von Schadensfällen typische Fehler auf, die bei der Planung und Ausführung auftreten können, und geben abschließend Hinweise zu deren Sanierung und Vermeidung.

Für die tägliche Arbeit bietet darüber hinaus die Volltextdatenbank **SCHADIS** die Möglichkeit, die gesamte Fachbuchreihe als elektronische Bibliothek auf DVD oder online zu nutzen. Die Suchfunktionen der Datenbank ermöglichen den raschen Zugriff auf relevante Buchkapitel und Abbildungen zu jeder Fragestellung (www.irb.fraunhofer.de/schadis).

Der Herausgeber der Reihe:

Dr.-Ing. Ralf Ruhnau ist ö. b. u. v. Sachverständiger für Betontechnologie, insbesondere für Feuchteschäden und Korrosionsschutz. Als Partner der Ingenieurgemeinschaft CRP GmbH Berlin und in Fachvorträgen befasst er sich neben der Bauphysik und der Fassadenplanung vor allem mit Bausubstanzbeurteilungen. Er war mehrere Jahre als Mitherausgeber der Reihe aktiv und betreut sie seit 2008 alleinverantwortlich.

Der Begründer der Reihe:

Professor Günter Zimmermann war von 1968 bis 1997 ö. b. u. v. Sachverständiger für Baumängel und Bauschäden im Hochbau. Er zeichnete 33 Jahre für die **BAUSCHÄDEN-SAMMLUNG** im Deutschen Architektenblatt verantwortlich. 1992 rief er mit dem Fraunhofer IRB Verlag die Reihe **SCHADENFREIES BAUEN** ins Leben, die er anschließend mehr als 15 Jahre als Herausgeber betreute. Er ist der Fachwelt durch seine Gutachten, Vortrags- und Seminaraktivitäten und durch viele Veröffentlichungen bekannt.

Vorwort des Herausgebers zur zweiten Auflage

Beschichtungen von Bauteiloberflächen sind zur gezielten Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, zum Schutz oder auch nur zur optischen Gestaltung der Oberflächen das Mittel der Wahl. Ebenso vielfältig wie die Einsatzmöglichkeiten von Beschichtungen sind jedoch auch die Mängel und Schäden und die daraus resultierenden Schadensbilder. Von der Systemauswahl über die Materialwahl bis zur Verarbeitung ist die Anfälligkeit für Mängel groß. In den elf Jahren seit Erscheinen der Erstauflage dieses Buches sind die gestellten Anforderungen an Beschichtungen ständig gewachsen und damit haben leider auch die Schadensfälle im Zusammenhang mit polymeren Beschichtungen zugenommen.

Da Beschichtungen in aller Regel auch bei fachgerechter Materialwahl und Applikation eine geringere Lebensdauer als die darunter befindlichen Bauwerke haben, sind Schäden aber nicht zwangsläufig vom Planer oder Ausführenden zu verantworten. Die richtige Schlussfolgerung aus den vielfältigen Schadensbildern auf die jeweilige Ursache zu ziehen, erfordert einen großen Erfahrungsschatz und Kenntnis der Materialien und deren Wechselwirkung.

An diesem großen Erfahrungsschatz lassen uns die Autoren in dieser zweiten Auflage des Bandes 26 SCHÄDEN AN POLYMEREN BESCHICHTUNGEN aus der Fachbuchreihe SCHADENFREIES BAUEN teilhaben. Mit der differenzierten Schilderung von Schadensmechanismen und deren Erscheinungsbildern anhand hervorragenden Bildmaterials vermitteln die Autoren, Frau Dipl.-Ing. Helena Eisenkrein und Herr Dr.-Ing. Robert Engelfried, dem Leser in komprimierter Form das Basiswissen, um Mängel an Beschichtungen zu erkennen und richtig zu deuten und bei der Planung Fehler zu vermeiden.

Den Autoren sei für dieses Buch, das sowohl dem Planer als auch dem Sachverständigen eine wertvolle Hilfe für den Berufsalltag bietet, herzlich gedankt; an Beschichtungen kommt kein Bauwerk vorbei!

Berlin, im Juni 2012
Ralf Ruhnau

Vorwort der Autoren zur zweiten Auflage

Die erste Ausgabe des Bandes 26 mit dem Titel SCHÄDEN AN POLYMEREN BESCHICHTUNGEN basierte einerseits auf einer zehnjährigen Tätigkeit des Autors im Malerhandwerk und den dort gewonnenen praxisbezogenen Erfahrungen. Letztlich aber ganz wesentlich auf der ca. 35-jährigen beruflichen Begleitung von Prof. Dr.-Ing. Heinz Klopfer, zunächst an der FMPA Stuttgart und danach am Lehrstuhl Bauphysik der Universität Dortmund.

In den letzten zehn Jahren befasste sich der Autor im Zusammenhang mit Forschungs- und Entwicklungsprojekten an der Universität Dortmund eigenverantwortlich mit selektiven Themenstellungen zu dem Bereich Bautenschutz/Beschichtungen und übte darüber hinaus auf diesem Gebiet die Tätigkeit des ö. b. u. v. Sachverständigen aus. Auf einer Teilstrecke dieses Weges ist er von der Mitautorin begleitet worden.

Aus dem Wunsch des Fraunhofer IRB Verlags nach einer Überarbeitung der ersten Ausgabe entwickelte sich daraus das gemeinsame Vorhaben der aktualisierten und erweiterten Darstellung von SCHÄDEN AN POLYMEREN BESCHICHTUNGEN.

Der Anlass dazu wurde von uns einerseits in der Tatsache gesehen, dass in den letzten zehn Jahren die Anforderungen an den Schutz von Bauwerken gegen Betriebs- und Umgebungseinwirkungen allgemein und von Industriebauwerken im Besonderen deutlich gestiegen sind. Dabei spielen neben der anzustrebenden langfristigen Gebrauchstauglichkeit von Schutzmaßnahmen gleichbedeutend auch beanspruchungsabhängige Kurzzeitbeständigkeiten eine Rolle.

Des Weiteren ist es uns ein besonderes Bedürfnis, dem Trend der nicht nachlassenden Schädigung von polymeren Beschichtungen entgegenzuwirken.

Die Neuauflage hatte nicht das Ziel oder den Anspruch, auf der Basis von einschlägigen Normen, Bauvorschriften und Regelwerken die Ursachen von Fehlern, Mängeln und Schäden aufzuklären oder deren Vermeidung daraus herzuleiten. Gleichwohl soll vermerkt werden, dass ohne diese Standards eine Gesamtdarstellung der »allgemein anerkannten Regeln des Standes der Technik der Beschichtungen im Bauwesen« nicht möglich ist.

Dieses Buch verschreibt sich vor allem den Strukturen und Verhaltensweisen von Beschichtungsstoffen und Beschichtungen und deren anwendungstechnischen Voraussetzungen. Dabei spielen die Wissenschaftsbereiche Bauchemie,

speziell die sogenannte Lacktechnologie sowie die Bauphysik, und hier insbesondere die feuchtephysikalischen Zusammenhänge, eine gewichtige Rolle.

Herdecke / Gladbeck, im Juni 2012

Robert Engelfried

Helena Eisenkrein

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
2	Vom Beschichtungsstoff zur Beschichtung	17
2.1	Bestandteile der Beschichtungsstoffe	17
2.2	Klassifizierung der Beschichtungsstoffe	19
2.3	Bindemittelarten	22
2.4	Maßnahmen im Vorfeld des Beschichtens	31
2.5	Vorbereitung und Vorbehandlung der Baustoffoberfläche	32
2.6	Verarbeitung der Beschichtungsstoffe	38
2.7	Verfestigung zur Beschichtung	43
2.8	Alterung, Ertüchtigung, Neubeschichtung	46
3	Offen zutage tretende Schäden	49
3.1	Klassifizierung der Schäden	49
3.2	Farb-, Helligkeits- und Glanzänderungen (A)	53
3.2.1	Allgemeine Aspekte	53
3.2.2	Farb- und Helligkeitsänderungen	53
3.2.3	Glanzänderungen	61
3.3	Belegung der Beschichtungsoberfläche (B)	64
3.3.1	Ablagerungen	64
3.3.2	Organischer Bewuchs	68
3.4	Imperfektionen der Beschichtungsoberfläche (I)	73
3.5	Risse (R)	84
3.5.1	Risse in der Aufsicht betrachtet	84
3.5.2	Risse im Querschnitt betrachtet	93
3.5.3	Rissüberbrückende Beschichtungen	97
3.6	Hohlraumbildung (H)	104
3.6.1	Erscheinungsformen	104
3.6.2	Blasen mit nachrangiger Bedeutung	109

3.6.3	Pin holes – pin blisters	113
3.6.4	Schaumblasen	122
3.6.5	Osmotische Blasen	124
3.6.6	Kapillardruckinduzierte Blasen	138
3.6.7	Beulenbildung aus mechanischer Einwirkung	139
3.7	Verbundversagen (V)	145
3.7.1	Erscheinungsformen	145
3.7.2	Ursachen eines schlechten Haftverbunds	147
3.8	Zersetzungserscheinungen (Z)	154
3.8.1	Übermäßige Erweichung oder Versprödung	154
3.8.2	Chemische Zersetzung	156
3.8.3	Abwitterung	158
3.8.4	Mechanischer Abtrag	160
4	Visuell nicht erkennbare Mängel	163
4.1	Vertragswidrige Beschichtungsstoffe	163
4.2	Vertragswidrige Schichtdicken und Schichtaufbauten	164
4.3	Vereinbarungswidrige Funktion der Beschichtung	169
4.4	Unzureichende Verbundfestigkeit	177
	Literaturverzeichnis	187
	Stichwortverzeichnis	195