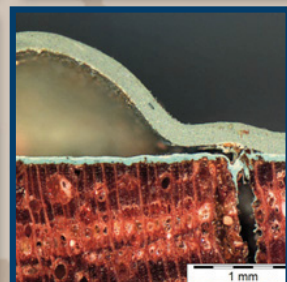


Dirk Lukowsky

# Schadensanalyse Holz und Holzwerkstoffe

Schadensursachen und Untersuchungsmethoden



Fraunhofer IRB  Verlag

Dirk Lukowsky

## Schadensanalyse Holz und Holzwerkstoffe



Dirk Lukowsky

# Schadensanalyse Holz und Holzwerkstoffe

Schadensursachen und Untersuchungsmethoden

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 [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8630-6

ISBN (E-Book): 978-3-8167-8748-8

Lektorat: Fachbuchlektorat SilvaText, Juliane Goerke

Herstellung: Tim Oliver Pohl

Satz: Manuela Gantner – Punkt, STRICH.

Umschlaggestaltung: Martin Kjer, Fraunhofer IRB Verlag

Druck: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten

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

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, 2013

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 (7 11) 9 70-25 00

Telefax +49 (7 11) 9 70-25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

<http://www.baufachinformation.de>

---

# Vorwort

Ausgangspunkt dieses Buches waren mehrere Aktenordnerordner mit Schadensanalysen von Lore Plath und Erich Plath. Die Ordner aus dem Bestand des ehemaligen Forschungsinstituts für Holzwerkstoffe und Holzleime in Karlsruhe standen lange Zeit unbeachtet im Archiv des Fraunhofer Institut für Holzforschung (WKI). Einmal entdeckt wurden die Gutachten von mir und meiner Kollegin Anja Lütte mit großer Neugier studiert. Die Gutachten des Ehepaares Plath enthielten eine Reihe von bislang unveröffentlichten Techniken und klaren Formulierungen, die so wunderbar in die heutige Zeit passen, dass man kaum glauben kann, dass sie schon Mitte der sechziger Jahre geschrieben wurden. Zunächst war nur eine interne Dokumentation der Erkenntnisse aus diesen Gutachten geplant. Im Laufe der Zeit hat sich diese ›kleine‹ Dokumentation verselbstständigt. Sie wurde durch viele weitere Methoden aus der Praxis der Schadensanalysen am WKI ergänzt und zu dem nun vorliegenden Buch erweitert.

Lore Plath wird von damaligen Kollegen als ausgesprochen freundlich, humorvoll und hilfsbereit geschildert. Besonders hervorgehoben wird auch ihre tiefe Musikalität. Als Diplom-Chemikerin arbeitete sie an der Schnittstelle von Chemie und Holzwerkstoffen. Neben zahlreichen Forschungsarbeiten zur Verklebung und der Beschichtung von Holzwerkstoffen beschäftigte Lore Plath sich als eine der ersten systematisch mit der Formaldehydabspaltung aus Spanplatten. Eine besondere Fähigkeit und Leidenschaft entwickelte sie bei der Schadensanalyse an Holzwerkstoffen. Viele der von ihr entwickelten mikroskopischen Techniken und Färbemethoden sind für die tägliche Praxis nach wie vor aktuell. Lore Plath hatte schon zu Lebzeiten viele ihrer Untersuchungsmethoden in Fachartikeln veröffentlicht ([79] bis [90]) und damit die Schadensanalyse von Holzwerkstoffen als eigenständige Disziplin in der Fachwelt etabliert. Dieses Buch ist ihr gewidmet.

*»Die Untersuchung und Aufklärung von Oberflächenfehlern bereitet immer größere Schwierigkeiten, da die Entwicklung neuer Lacke und Beschichtungsmaterialien, wie auch die Verfahrenstechniken zur Oberflächenbehandlung in den letzten Jahren außerordentliche rasche Fortschritte gemacht haben. Es gibt daher keine Standardmethoden, nach denen solche Schäden geprüft werden können. Jeder einzelne Fall stellt ein Sonderproblem dar, das individuell angepackt werden muss. Meist kann daher nicht vorausgesagt werden, ob eine der inzwischen bereits erprobten Untersuchungsmethoden überhaupt Aufschlüsse ergeben wür-*

*de und welche am ehesten zum Ziele führt. Vielfach ist es ohnehin nicht möglich, die genauen Ursachen festzustellen, da sie in den undurchschaubaren Rezepturen der Oberflächenmaterialien liegen. Jede nachträgliche Untersuchung ist ferner dadurch erschwert, dass dem Untersuchenden meist keine Angaben über die Arbeitsweise beim Lackieren und Beschichten gemacht werden. Auch die Klimaeinwirkungen, denen die Werkstücke während und nach der Oberflächenbehandlung ausgesetzt waren, sind fast immer nachträglich nicht mehr zu rekonstruieren.»*  
(Aus einem Gutachten von L. und E. Plath, 1969)

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts und viele Anregungen bedanke ich mich herzlich bei Martin Ohlmeyer und Gerald Koch vom Johann Heinrich von Thünen-Institut, Hamburg (ehemalige BFH), meiner Kollegin Anja Lütte und meinen Kollegen Peter Meinlschmidt, Norbert Rüther und Andreas Zillessen.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	11
<b>2</b>	<b>Untersuchungsstrategie</b> .....	15
2.1	Fehler vermeiden .....	17
2.2	Untersuchungsmaterial .....	20
2.3	Parallelbefunde .....	21
2.3.1	Verteilung von Merkmalen .....	21
2.3.2	Zeitpunkt .....	22
2.3.3	Organisatorische Parallelbefunde .....	23
2.3.4	Vergleich mit handelsüblichen Materialien .....	23
<b>3</b>	<b>Schadensausprägung</b> .....	25
3.1	Risse .....	25
3.1.1	Risse in MDF Schmalflächen .....	31
3.1.2	Risse in Massivholz .....	34
3.2	Enthaltungen .....	36
3.2.1	Verklebung .....	37
3.2.2	Beschichtung .....	39
3.3	Oberflächendefekte .....	43
3.3.1	Farbänderung .....	44
3.3.2	Mazeration .....	48
3.4	Verformung .....	50
<b>4</b>	<b>Schadensursachen</b> .....	54
4.1	Massivholz .....	54
4.1.1	Faserabweichung .....	54
4.1.2	Stauchlinien .....	58
4.1.3	Holzinhaltstoffe .....	59
4.2	Holzwerkstoffe .....	64
4.2.1	Ablösung von Beschichtungen .....	64
4.2.2	Grobspäne/Partikel/Löcher in der Deckschicht .....	65
4.2.3	Schälrisse/Messerrisse .....	68
4.3	Kleben .....	69
4.3.1	Klebstoffdicke/Pressdruck .....	72
4.3.2	Nicht verpresste Klebstoffraupen .....	74
4.3.3	Klebstoffdurchschlag .....	76
4.4	Beschichten .....	77
4.4.1	Schichtdicke .....	78
4.4.2	Mikroschaum .....	78

4.4.3	Untergrundvorbereitung	80
4.4.4	Elastizität/Duktilität	80
4.5	<b>Chemische Einflüsse</b>	82
4.5.1	Chemische Einflüsse auf Verklebungen und Beschichtungen	82
4.5.2	Reaktionen mit Eisen	85
4.6	<b>Geometrie/Konstruktion</b>	89
4.6.1	Spannungsspitzen/Kerbwirkung	89
4.6.2	Fehlende Absperrowirkung	93
4.6.3	Kantenflucht	94
4.7	<b>Gebrauchsbedingungen</b>	95
4.7.1	Feuchte	95
4.7.2	UV-Strahlung	100
4.7.3	Temperatur	102
4.7.4	Mechanische Einwirkung	102
<b>5</b>	<b>Untersuchungsmethoden</b>	104
5.1	Probenahme	104
5.2	Dokumentation	109
5.2.1	Fotografie	109
5.2.2	Scannen	112
5.2.3	Abdrücke	114
5.2.4	Frottage	115
5.2.5	Fluoreszenz	116
5.2.6	Genauigkeit von Messergebnissen	118
5.2.7	Abschätzen von Verteilungen und Mengen	119
5.3	<b>Schleifen von Oben</b>	122
5.4	<b>Verteilung von Merkmalen</b>	127
5.4.1	Verteilung großflächig	127
5.4.2	Verteilung am Gebäude	135
5.5	<b>Zeitliche Einordnung von Befunden</b>	136
5.5.1	Verfärbungen und Schichtenfolgen	137
5.5.2	Pilze/Insekten	138
5.5.3	Honigbroteffekt	139
5.5.4	Materialdicke	145
5.6	<b>Nachstellen von Produktions- oderGebrauchsbedingungen</b>	148
5.7	<b>Holzfeuchte</b>	150
5.7.1	Elektronische Messverfahren	150
5.7.2	Darrproben	151
5.7.3	Geometrische Feuchteabschätzung	152
5.7.4	Sonstige Hinweise auf Feuchtebelastungen	158
5.8	<b>Physikalische Verfahren</b>	159

---

5.8.1	Prüfung von Verklebungen	160
5.8.2	Mechanische Beschichtungsprüfungen	161
5.8.3	Wasseraufnahme/Benetzbarkeit/Kapillarität	164
5.8.4	Dichte	167
5.8.5	Wärmefluss-Thermographie	171
5.8.6	Abschätzen von Spannungen	173
5.9	Mikroskopie	175
5.9.1	USB-Mikroskope	176
5.9.2	Probenpräparation	179
5.9.3	Beleuchtungsmethoden	190
5.9.4	Mikroskopische Ausprägung Querschnitt	198
5.9.5	Schichtdicken, Beschichtungsaufbau	203
5.9.6	Analyse von Stärkekörnern	207
5.10	Chemische Untersuchungsmethoden	210
5.10.1	Färbemethoden	210
5.10.2	Apparative Methoden	224
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>228</b>
<b>7</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>236</b>

