



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Farbtechnik und Raumgestaltung

Fachwissen Fahrzeuglackierer

2. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 20154

Autoren des Buches „Fachwissen Fahrzeuglackierer“

Sirtl, Helmut	Studiendirektor	Reutlingen
Steidle, Bernhard	Studiendirektor	Neckarsulm

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Sirtl, Helmut	Studiendirektor	Reutlingen
---------------	-----------------	------------

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel, Zeichenbüro, 73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Bildentwürfe: Die Autoren

Fotos: Leihgaben der Firmen (Verzeichnis Seite 403)

Die Verwendung nur eines grammatikalischen Geschlechts bei Berufs- und Gruppenbezeichnungen wurde im Hinblick auf den Lesefluss gewählt. Sie stellt keine Meinungsäußerung zur Geschlechterrolle dar.

2. Auflage 2015
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert bleiben.

ISBN 978-3-8085-2016-1

Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, Stefanie Braun, 42477 Radevormwald

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2015 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Meis satz&more, 59469 Ense; ab der 2. Auflage: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Druck: M.P. Media-Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn

Das vorliegende Lehrwerk „**Fachwissen Fahrzeuglackierer**“ in seiner 2. Auflage richtet sich an Fahrzeuglackierer in der Ausbildung sowie in der beruflichen Praxis. Es wurde nach der Ausbildungsordnung und dem Rahmenlehrplan zum Ausbildungsberuf Fahrzeuglackierer konzipiert und eignet sich bestens zum **Einsatz im lernfeldorientierten Unterricht**.

Auch Inhalte der Ausbildung zum **Karosseriebauer** werden im Buch berücksichtigt. Der Auszubildende wird dazu angeregt, sich über seinen Kernberuf hinausgehend zu interessieren und zu informieren. Das Buch eignet sich zudem für den Einsatz an **Techniker-** und **Meisterschulen**. Zur **Prüfungsvorbereitung** und zum **Selbststudium** ist es aufgrund seiner klaren Struktur als **Nachschlagewerk** zu empfehlen.

Kennzeichen dieses Buches ist die **übersichtliche und kompakte Darstellung der Inhalte**. Jedes Kapitel und jedes Unterkapitel bildet eine in sich abgeschlossene Einheit. Darum eignet sich dieses Buch im Lernfeldunterricht zur selbstständigen Recherche. Darüber hinaus ermöglicht es aufgrund des fachsystematischen Aufbaus strukturiertes Lernen. Die Texte in **schülergerechter Sprache** stehen in engem Zusammenhang mit vielen **Tabellen, Grafiken und Fotos**, wodurch der Lernende die fachlichen Zusammenhänge leicht begreift. Eine Besonderheit dieses Buches bilden die **Technischen Merkblätter** in Kapitel 6, mit denen die Bearbeitung von Kundenaufträgen eingeübt werden kann. Sie wurden in Anlehnung an Merkblätter des Marktes entwickelt und bieten Informationen zu wichtigen Beschichtungstoffen der Reparaturlackierung.

Aufgrund des umfangreichen **Sachwortverzeichnisses** können Fachbegriffe zügig nachgeschlagen werden. Dies unterstützt das zielgerichtete Lernen im Unterricht und vor Prüfungen und ermöglicht das Auffrischen der Fachkenntnisse im Berufsleben.

Das Lehrwerk ist nach folgenden Schwerpunkten gegliedert:

- Im **Kapitel 1** erfolgt die Einführung in den Beruf des Fahrzeuglackierers mit seinen Besonderheiten. Das Kapitel informiert über Wichtiges zum Betrieb, die betriebliche Organisation und Umweltschutzmaßnahmen.
- Das **Kapitel 2** gibt Überblick über Konstruktionsprinzipien und Werkstoffe im Fahrzeugbau.
- Die **Kapitel 3 bis 5** behandeln umfassend die für Fahrzeuglackierer gängigen Untergründe Metall, Holz, Kunststoff. Jedes Kapitel vermittelt allgemeine Kenntnisse zum Untergrund, auf denen die weiteren fachbezogenen Kapitel aufbauen.
- Das **Kapitel 6** behandelt die Beschichtungsstoffe und deren Bestandteile. Dazu gehören Unterkapitel zu besonderen Lacken, zu Trocknungsabläufen, zur Bedeutung der Schichten im Beschichtungssystem und eine Beschreibung wichtiger Prüfmethoden.
- Im **Kapitel 7** werden Arbeits- und Beschichtungsverfahren beschrieben, vorwiegend in technischer Hinsicht.
- Dem auftragsübergreifenden Aspekt des Arbeitsschutzes ist das **Kapitel 8** gewidmet.
- Die **Kapitel 9 und 10** behandeln das Kerngeschäft des Fahrzeuglackierers. Es werden alle Möglichkeiten der Schadensbehebung, der Untergrundvorbereitung und der Beschichtung detailliert behandelt. Werkstatthinweise verknüpfen Theorie und Praxis.
- Besondere Arbeitsgebiete werden in den **Kapiteln 11 bis 14** behandelt. In den Kapiteln 11 und 12 geht es um die Arbeiten an Oldtimern und Nutzfahrzeugen. Die weiteren Kapitel befassen sich mit möglichen Beschichtungsfehlern und mit der fachgerechten Aufbereitung von Lackoberflächen durch den Fahrzeuglackierer.
- Im **Kapitel 15** liegt der Schwerpunkt neben mathematischen Grundlagen in der fachgerechten Kostenermittlung zur Schadensbehebung am Fahrzeug. Ergänzt wird dieses Kapitel durch die Grundlagen der Kalkulation sowie der Lohnberechnung.
- Die **Kapitel 16, 17 und 18** beantworten alle Gestaltungsfragen des Fahrzeuglackierers zu Form, Farbe und Schrift. Darüber hinaus geben sie Anleitung zur technischen Umsetzung von Ideen und gestaltenden Techniken. Ein Unterkapitel vermittelt Kenntnisse zum Technischen Zeichnen und zur Entwurfspräsentation beim Kunden.
- Das Buch schließt mit den **Kapiteln 19 und 20** mit physikalischen und chemischen Grundlagen, die für das Verständnis der handwerklich orientierten Kapitel zur Untergrundbearbeitung von Bedeutung sind.

Die Konzeption des Buches basiert auf der langjährigen Erfahrung der Autoren in der schulischen und praktischen Ausbildung der Fahrzeuglackierer und Karosseriebauer.

In einigen Kapiteln wurden Inhalte aktualisiert und Unklarheiten beseitigt. Da sich daraus keine Seitenänderungen ergaben, können die 1. und die 2. Auflage parallel verwendet werden.

Unseren Lesern wünschen wir viel Freude und Erfolg bei der Erarbeitung und Vertiefung der Fachkenntnisse. Hinweise und Ergänzungen, die zur Weiterentwicklung des Buches beitragen, nehmen wir unter der Verlagsadresse oder per E-Mail (lektorat@europa-lehrmittel.de) dankbar entgegen.

Frühjahr 2015

Autoren und Verlag

Die Verwendung nur eines grammatikalischen Geschlechts bei Berufs- und Gruppenbezeichnungen wurde im Hinblick auf den Lesefluss gewählt. Sie stellt keine Meinungsäußerung zur Geschlechterrolle dar.

Vorwort	3	3	Untergründe aus Metall	47
Inhaltsverzeichnis	4	3.1	Metalle	48
1 Berufs- und Betriebsorganisation	9	3.1.1	Aufbau der Metalle	48
1.1 Das Arbeitsfeld des Fahrzeuglackierers ...	10	3.1.2	Einteilung der Metalle	49
1.2 Aus- und Weiterbildung	11	3.2	Herstellung von Eisen und Stahl.....	49
1.3 Rechtliche Grundlagen.....	12	3.3	Eigenschaften/Korrosion von Metallen ...	50
1.4 Betriebsorganisation	13	3.3.1	Eigenschaften von Eisen und Stahl	50
1.4.1 Ziele und Möglichkeiten der		3.3.2	Chemische und elektrochemische	
Betriebsorganisation	13	3.3.3	Vorgänge bei der Korrosion.....	50
1.4.2 Organisation eines Fahrzeuglackier-		3.3.4	Erscheinungsformen der Korrosion	51
betriebs	13	3.4	Walzhaut und Zunder	51
1.4.3 Der Kunde	14	3.4.1	Vorbereitung von Stahl zur Beschichtung.	52
1.4.4 Der Mitarbeiter	14	3.4.2	Einflüsse auf die Qualität einer	
1.4.5 Ablauf des Kundenauftrages im Betrieb ...	15	3.4.3	Rostschutzbeschichtung	52
1.5 Werkstatt und Arbeitsplatz des		3.4.4	Untergrundprüfung und -vorbereitung	
Fahrzeuglackierers	16	3.4.5	von Stahl.....	52
1.5.1 Die Räume der Werkstatt	16	3.5	Rostgrade, Oberflächenvorbereitungs-	
1.5.2 Vorbereitungsraum.....	17	3.5.1	grade	54
1.5.3 Lackieranlage	17	3.5.2	Entrostungsverfahren.....	55
1.5.4 Aggregaterraum, Aggregatetechnik	19	3.6	Nichteisenmetalle	57
1.5.5 Lacklager und Mischraum	21	3.5.1	Aluminium	57
1.5.6 Finish- und Montagerraum	21	3.5.2	Zink.....	57
1.6 Datenverarbeitung und Datenschutz		3.6	Schutzüberzüge auf Metallen	58
im Betrieb	22	4	Untergründe aus Kunststoff	59
1.7 Qualitätsmanagement (QM)	23	4.1	Kunststoffe als Untergrund	60
1.7.1 Kundenorientiertes		4.2	Herstellung von Kunststoffen.....	60
Qualitätsmanagement.....	23	4.3	Einteilung der Kunststoffe	61
1.7.2 Voraussetzungen für eine		4.4	Verarbeitung von Duromeren zu	
funktionierende Qualitätssicherung	25	4.5	Formteilen	62
1.7.3 Planung und Durchführung	25	4.6	Verarbeitung von Plastomeren zu	
1.8 Umweltschutzmaßnahmen im		4.7	Formteilen	63
Lackierbetrieb.....	26	4.8	Kunststoffarten am Fahrzeug	64
1.8.1 Gewässerreinigung	27	4.7	Beurteilen von Kunststoffuntergründen	
1.8.2 Abfallentsorgung	27	4.7.1	zur Beschichtung.....	65
		4.7.2	Erkennen von Kunststoffen	65
2 Das Kraftfahrzeug	29	4.7.3	Untergrundprüfung	65
2.1 Geschichte des Karosserie- und		4.8	Vorbereiten von Kunststoff-	
Fahrzeugbaus	30	5	untergründen zur Beschichtung.....	66
2.2 Einteilung der Kraftfahrzeuge.....	30	5.1	Untergründe aus Holz	67
2.3 Aufbau eines Kraftfahrzeuges	31	5.2	Bedeutung und Aufbau des Holzes	68
2.4 Funktionseinheiten eines Kraftfahrzeuges	32	5.3	Eigenschaften und Anwendung von	
2.5 Karosseriebauweisen	33	5.4	Massivholz.....	69
2.6 Konstruktionsprinzipien	35	5.4.1	Eigenschaften und Anwendung von	
2.6.1 Getrennte Bauweise (Rahmenbauweise)..	35	5.4.2	Holzwerkstoffen	70
2.6.2 Die selbsttragende Bauweise	35	5.5	Behandlung von Holz am Fahrzeug.....	70
2.7 Konstruktion der Karosserie	36	5.5.1	Deckende Beschichtung	70
2.7.1 Die vordere Karosserie.....	36	5.5.2	Farblose Beschichtung	71
2.7.2 Die hintere Karosserie	36	6	Werkstoffe und Hilfsstoffe	73
2.7.3 Die Fahrgastzelle.....	37	6.1	Zusammensetzung von	
2.7.4 Karosserieanbauteile.....	38	6.2	Beschichtungsstoffen	74
2.7.5 Fahrzeugscheiben.....	38	6.3	Die Herstellung eines Lackes.....	75
2.8 Werkstoffe im Karosseriebau	39	6.4	Einteilung der Beschichtungsstoffe	77
2.8.1 Leichtbauwerkstoffe	39	6.5	Das Bindemittel im Beschichtungsstoff ...	78
2.8.2 Stahlbleche.....	39	6.5.1	Bindemittel und Lacke des	
2.8.3 Oberflächenbehandlung von Stahlblechen	40	6.5.2	Fahrzeuglackierers.....	79
2.8.4 Aluminium im Karosserie- und Fahrzeugbau	40	6.5.3	Öle und Ölfarben.....	79
2.8.5 Kunststoffe im Karosserie- und		6.5.4	Naturharz und Naturharzfarben	79
Fahrzeugbau.....	41	6.5.5	Schellack.....	79
2.9 Werkstoffe am Beispiel einer		6.5.6	Zellulosenitrat und Nitrolacke	80
PKW-Limousine.....	42	6.5.7	Asphalt/Bitumen und deren Produkte	80
2.10 Korrosionsschutz am Neufahrzeug.....	43	6.5.8	Polymerisate und	
2.10.1 Konstruktive Maßnahmen	43	6.5.9	Polymerisatharzlacke/Vinylacke	80
2.10.2 Schutzüberzüge.....	43			
2.11 Fahrzeuglackierung in der Serie.....	44			

6.5.7	Chlorkautschuk und Chlorkautschuklack...	81	7	Arbeits- und Beschichtungsverfahren.....	125
6.5.8	Silikonharz und Silikonharzlack.....	81	7.1	Arbeits- und Beschichtungsverfahren als System	126
6.5.9	Alkydharz und Alkydharzlack.....	81	7.2	Untergrundprüfung	127
6.5.10	Acrylharz und Acrylharzlack	82	7.3	Abdecken und Schützen von Untergründen	128
6.5.11	Epoxidharz und Epoxidharzlack	83	7.3.1	Klebebänder	128
6.5.12	Polyurethanharz und Polyurethanharzlack	83	7.3.2	Abdeckfolien und Abdeckpapiere	129
6.5.13	Ungesättigter Polyester und Polyesterlack	84	7.4	Reinigungs- und Entschichtungsverfahren	130
6.5.14	Säurehärtende Lacke.....	84	7.4.1	Reinigungsmittel und Reinigungsverfahren	130
6.6	Zweikomponentenlacke und ihre Verwendung	85	7.4.2	Entschichtungsverfahren	131
6.7	Nanolacke und ihre Verwendung.....	86	7.4.3	Hochdruckreinigung	131
6.8	Pulverlacke und ihre Verwendung.....	87	7.4.4	Strahlverfahren	132
6.9	Lösemittel	90	7.4.5	Thermische Entschichtung	133
6.9.1	Aufgaben und Eigenschaften von Lösemittel	90	7.4.6	Abbeizen und Ablaugen.....	133
6.9.2	Wasser als Lösemittel.....	90	7.5	Schleifen	134
6.9.3	Einteilung und Verwendung der wichtigsten organischen Lösemittel.....	91	7.5.1	Vom Grob- zum Feinstschliff zum Polieren	134
6.9.4	Herstellung von organischen Lösemitteln	91	7.5.2	Schleifsysteme	135
6.9.5	Merkmale und Kenndaten der Lösemittel.	92	7.5.3	Hand- und Maschinenschliff.....	135
6.9.6	Lösemittel, Nichtlöser und Verdünnungen.....	93	7.5.4	Nass- und Trockenschliff.....	136
6.9.7	Gefahren und Schutz im Umgang mit Lösemitteln	94	7.5.5	Schleifmaschinen.....	137
6.10	Farbmittel.....	95	7.5.6	Schleifmittel.....	138
6.10.1	Pigmente, Farbstoffe und Füllstoffe.....	95	7.5.7	Schleifkornt Träger	140
6.10.2	Farbstoffe.....	96	7.5.8	Schleifteller.....	141
6.10.3	Füllstoffe	96	7.6	Polieren	142
6.10.4	Einteilung der Pigmente.....	97	7.6.1	Poliermaschinen	143
6.10.5	Aufgaben und Eigenschaften der Pigmentierung	97	7.6.2	Poliermittel für den professionellen Einsatz.....	142
6.10.6	Die Herstellung von Pigmenten.....	99	7.6.3	Polieraufsätze	143
6.10.7	Besondere Pigmente für Effektlacke	100	7.7	Pinself.....	144
6.11	Additive	104	7.8	Spritzverfahren.....	145
6.11.1	Additive in wasserverdünnbaren Lacken/Dispersionsfarben	104	7.8.1	Overspray	145
6.11.2	Additive in Lacken.....	105	7.8.2	Arten der Spritzverfahren	145
6.12	Trocknungsabläufe in Beschichtungsstoffen	106	7.8.3	Spritzverfahren mit Druckluft	146
6.12.1	Physikalische und chemische Trocknung	106	7.8.4	Aufbau und Funktion von Spritzpistolen für Druckluftverfahren	147
6.12.2	Kalter Fluss	106	7.8.5	Materialzuführung bei den Druckluftverfahren	148
6.12.3	Trocknung mineralischer Bindemittel.....	107	7.8.6	Airless-Verfahren	148
6.12.4	Chemische Härtung	107	7.8.7	Airmix-Verfahren.....	149
6.12.5	Trocknungsablauf und Trocknungsbeschleunigung.....	107	7.8.8	Elektrostatisches Sprühen	149
6.13	IR-trocknende Werkstoffe.....	108	7.8.9	Spraydosen	150
6.14	UV-härtende Werkstoffe.....	109	7.9	Industrielle Beschichtungsverfahren	151
6.15	Die Schichten im Beschichtungssystem ...	110	7.10	Kleben von Folien	152
6.16	Qualitätssicherung und Prüfmethode am Werkstoff	113	7.10.1	Aufbau und Eigenschaften von Klebefolien	152
6.16.1	Prüfung der Viskosität	113	7.10.2	Grundausrüstung zum Arbeiten mit Folien	153
6.16.2	Prüfung der Haftung	114	7.10.3	Verfahren der Folienverklebung.....	154
6.16.3	Prüfung der Schichtdicke.....	115	7.10.4	Nass- und Trockenverklebung.....	155
6.16.4	Prüfung der Belastbarkeit durch Witterungseinflüsse.....	116	7.10.5	Werkstatthinweise zum Verkleben von Folien.....	156
6.16.5	Prüfung der mechanischen Beanspruchbarkeit.....	118	8	Arbeitsschutz	157
6.16.6	Prüfung der Chemikalienbeständigkeit	118	8.1	Arbeitsschutz und Umweltschutz bei der Fahrzeuglackierung.....	158
6.16.7	Prüfung der Deckfähigkeit.....	118	8.2	Unfallverhütung	159
6.17	Piktogramme in Technischen Merkblättern	119	8.2.1	Gefährdungsbeurteilung.....	159
6.18	Technische Merkblätter	120	8.3	Umgang mit gefährlichen Stoffen	160
			8.3.1	Gefahren durch Beschichtungsstoffe	160
			8.3.2	Gefährliche Substanzen in Beschichtungsstoffen	160
			8.4	Regelungen, Gesetze und Vorschriften	161
			8.4.1	Grenzwerte von schädlichen Stoffen.....	162
			8.4.2	VOC-Grenzwerte	162
			8.4.3	Kennzeichnung auf Gebinden	163
			8.4.4	R-Sätze (Risikosätze)/H-Sätze (hazard statements)	164

8.4.5	S-Sätze (Sicherheitsratschläge)/ P-Sätze (precautionary statements)	164	9.7.2	Einteilung der Strukturschäden.....	207
8.4.6	E-Sätze	165	9.8	Abschnittreparatur.....	208
8.4.7	Sicherheitsdatenblatt	165	9.8.1	Durchführung einer Abschnittreparatur....	208
8.4.8	Sicherheit im Betrieb, Betriebsanweisung	165	9.8.2	Trennwerkzeuge bei Karosseriearbeiten ...	209
8.5	Sicherheitszeichen	168	9.8.3	Fügeverfahren im Karosserie- und Fahrzeugaufbau	210
8.5.1	Verbots- und Gebotszeichen.....	168	9.9	Kunststoffreparatur.....	212
8.5.2	Warnzeichen	168	9.9.1	Identifizierung von Kunststoffen	212
8.5.3	Brandschutzzeichen.....	169	9.9.2	Schäden an Kunststoffteilen am Fahrzeug	212
8.5.4	Rettungszeichen	169	9.9.3	Reparaturverfahren an Kunststoffteilen	213
8.5.5	Farbkennzeichnung von Rohrleitungen	169	9.9.4	Wirtschaftlichkeit einer Kunststoffreparatur	215
8.6	Arbeiten mit und auf Leitern, Gerüsten und Arbeitsbühnen	170	9.9.5	Handlaminieren.....	216
8.6.1	Leitern	170	9.9.6	Reparatur von GFK-beschichteten Sandwichplatten	217
8.6.2	Gerüste.....	171	9.9.7	Reparatur kleiner Schäden (Kratzer, Gelcoat-Risse, Einschläge).....	217
8.6.3	Hebebühnen	171	9.10	Fahrzeugverglasung	218
8.7	Arbeitsschutzmaßnahmen im Betrieb.....	172	9.10.1	Demontage von Fahrzeugscheiben	218
8.7.1	Arbeitsschutz beim Lackieren.....	172	9.10.2	Montage von Fahrzeugscheiben	219
8.7.2	Arbeitsschutz beim Schleifen	173	9.10.3	Scheibenreparatur	220
8.7.3	Schutz vor Abgasen.....	173			
8.8	Umgang mit elektrischen Geräten	174	10	Fahrzeuglackierung	221
8.9	Persönliche Schutzausrüstung	175	10.1	Planungsschritte einer Reparaturlackierung	222
8.9.1	Hautschutz	176	10.1.1	Die Auftragsabwicklung	222
8.9.2	Schutzkleidung.....	178	10.1.2	Übersicht über die Arbeitsschritte der Reparaturlackierung	223
8.9.3	Augenschutz.....	178	10.1.3	Untergrundbeurteilung	224
8.9.4	Fußschutz.....	178	10.1.4	Umfang und Qualität der Lackierarbeiten.	224
8.9.5	Atemschutz.....	179	10.1.5	Auswahl des Lackiersystems.....	225
8.9.6	Gehörschutz	181	10.1.6	Planung des Lackaufbaus	225
8.10	Brand- und Explosionsschutz im Betrieb ..	182	10.2	Untergrundvorbereitung.....	226
8.10.1	Voraussetzungen zur Entstehung eines Brandes	182	10.2.1	Reinigung vor und während der Beschichtung.....	226
8.10.2	Vorbeugender Brand- und Explosionsschutz	183	10.2.2	Lackschichten und Rost entfernen.....	227
8.11	Maßnahmen bei Unfällen	184	10.3	Schleifen	229
9	Karosserieinstandsetzung	185	10.3.1	Aufgabe des Schleifens.....	229
9.1	Auftragsannahme	186	10.3.2	Auswahl der richtigen Körnung	229
9.1.1	Erfassung der Fahrzeugdaten.....	186	10.3.3	Auswahl der Schleifmaschine	230
9.1.2	Erfassung des Schadens am Fahrzeug.....	186	10.3.4	Arbeitsschutz beim Schleifen	231
9.1.3	Festlegung des Reparaturweges.....	187	10.3.5	Werkstatthinweise zum Schleifen	231
9.1.4	Kostenkalkulation.....	187	10.4	Spachteln	232
9.2	Ablauf der Karosserieinstandsetzung.....	188	10.4.1	Spachtelmassen.....	232
9.3	Analyse von Karosserieschäden	189	10.4.2	Werkstatthinweise zum Spachteln.....	232
9.3.1	Einstufung von Karosserieschäden	189	10.4.3	Verarbeitung von Polyester-Spachtel	233
9.3.2	Bestimmung des Schadensumfangs.....	189	10.5	Grundieren und Füllern.....	234
9.3.3	Karosserievermessung.....	191	10.5.1	Grundierung	234
9.4	Demontage u. Montage von Fahrzeugteilen	194	10.5.2	Füller	234
9.4.1	Demontage und Montage von Karosserieteilen	194	10.5.3	Werkstatthinweise zum Füllern	235
9.4.2	Demontage und Montage von Verkleidungen	195	10.6	Decklackieren	236
9.5	Ausbeulen.....	196	10.7	Vorbereitung des Lackmaterials.....	237
9.5.1	Wahl des richtigen Ausbeulverfahrens	196	10.7.1	Lackfarbton ermitteln	237
9.5.2	Dellenarten	197	10.7.2	Benötigte Lackmenge ermitteln	238
9.5.3	Ausbeulen ohne Nachlackieren.....	198	10.7.3	Mischen und Abtönen des Decklackes	239
9.5.4	Ausbeulen mit Nachlackieren.....	200	10.7.4	Farbtonvergleich durchführen.....	240
9.5.5	Ausbeulen von Aluminiumblechen	203	10.7.5	Farbabweichungen korrigieren	240
9.5.6	Ausbeulen von Hagelschäden.....	203	10.8	Nuancieren	241
9.5.7	Ausbeulwerkzeuge	204	10.9	Einstellen des Decklackes	243
9.6	Oberflächenfinish nach dem Ausbeulen ...	205	10.10	Abdeckarbeiten	245
9.6.1	Schleifen der Reparaturstelle	205	10.10.1	Abdeckmaterialien	245
9.6.2	Verspachteln von Dellen	205	10.10.2	Abkleben von Fahrzeugen	245
9.6.3	Verschwemmen von Dellen.....	206	10.11	Lackieren mit der Spritzpistole.....	246
9.7	Strukturschäden.....	207	10.11.1	Auswahl der Spritzpistole	246
9.7.1	Verhalten der selbsttragenden Karosserie bei Stoß	207	10.11.2	Verarbeitungsbedingungen	246
			10.11.3	Mängel am Spritzergebnis.....	248

10.11.4	Lackieren von Karosserien.....	249	14	Aufbereitung von Oberflächen.....	287
10.12	Verarbeitung von Metallic- und Effekt-Lacken	250	14.1	Übersicht über die Maßnahmen	288
10.13	Die Beilackierung	251	14.2	Übersicht über die Fahrzeugpflege.....	289
10.13.1	Gründe für das Beilackieren	251	14.3	Außenreinigung	290
10.13.2	Methoden der Beilackierung	251	14.3.1	Die Fahrzeugwäsche	290
10.13.3	Beilackieren ins angrenzende Teil	252	14.3.2	Hartnäckige Verunreinigungen beseitigen	292
10.13.4	Beilackieren in der Fläche (im Teil)	252	14.3.3	Kunststoffe reinigen und pflegen.....	292
10.13.5	Beilackieren mit Begrenzung der beilackierten Fläche	253	14.3.4	Leichtmetallfelgen reinigen	293
10.13.6	Spot-Repair.....	253	14.3.5	Chromreinigung.....	293
10.14	Reparatur von kratzfesten Lacken und Pulverlacken	254	14.3.6	Lackpflege und Lackaufbereitung	294
10.15	Lackierung von Kunststoffteilen.....	255	14.3.7	Pflege von Mattlacken	296
10.16	Reparatur von gefärbten Klarlack- schichten.....	255	14.3.8	Werkstatthinweise zur Lackpflege.....	296
10.17	Lackierung von Felgen	256	14.4	Oberflächen aufbereiten durch Polieren ..	297
10.18	Werkstatthinweise zum Lackieren.....	256	14.4.1	Auswahl und Handhabung von Poliermaschinen	297
10.19	Trocknung des Lackes	257	14.4.2	Vorgehensweise beim Polieren.....	298
10.19.1	Lackier- und Trockenkabinen	257	14.4.3	Werkstatthinweise zum Polieren.....	299
10.19.2	IR-Trocknung	258	14.5	Konservierung des Lacks	299
10.19.3	Trockenblaseinrichtungen für Wasserlacke	258	14.6	Innenreinigung.....	300
10.19.4	UV-Trocknung.....	258	14.6.1	Reinigung des Fahrgast- und Kofferraums	300
10.20	Reinigung und Pflege der Spritzpistole.....	259	14.6.2	Leder im Fahrzeug reinigen und pflegen ..	300
10.20.1	Reinigung der Spritzpistole mit Automaten	259	14.6.3	Textil- und Lederreparatur	301
10.20.2	Manuelle Reinigung der Spritzpistole	259	14.6.4	Kunststoffteile im Innenbereich reinigen..	301
10.21	Das Finish	260	14.7	Die professionelle Fahrzeugaufbereitung .	302
10.21.1	Funktion des Fahrzeuges wieder herstellen	260	15	Mathematik	303
10.21.2	Lackierfehler beseitigen (Oberflächenfinish)	260	15.1	Grundlagen.....	304
11	Lackieren von Nutzfahrzeugen und Industrieobjekten.....	261	15.1.1	Umwandlung von Einheiten.....	304
11.1	Einteilung der Nutzfahrzeuge	262	15.1.2	Bruchrechnen	305
11.2	Besonderheiten der Nutzfahrzeuge	263	15.1.3	Rechenregeln	306
11.3	Untergrundvorbereitung und Beschichtung.....	263	15.1.4	Verhältnisrechnen mit dem Dreisatz.....	306
11.4	Lackierung von Industrieprodukten.....	265	15.1.5	Mischungsrechnen	307
11.5	Korrosionsschutz besonders beanspruchter Objekte	266	15.1.6	Prozentrechnen	307
11.5.1	Untergrundprüfung und Untergrundvorbereitung.....	266	15.1.7	Rabatt, Skonto, Mehrwertsteuer	308
11.5.2	Beschichtungssysteme im schweren Korrosionsschutz	267	15.1.8	Rechnen mit Formeln	308
12	Bearbeiten von Oldtimern	269	15.1.9	Zinsberechnung	308
12.1	Stationen des Fahrzeugbaus	270	15.2	Flächenberechnung	309
12.2	Geschichte der Fahrzeuglacke und der Fahrzeuglackierung	272	15.3	Körperberechnung.....	310
12.3	Die Fahrzeugzulassung als Oldtimer	274	15.4	Materialberechnung	311
12.4	Zustandsnoten	275	15.5	Lohnberechnung.....	312
12.5	Restaurierarbeiten am Oldtimer.....	275	15.5.1	Tarifverträge und Lohnvereinbarungen ...	312
12.6	Lackierung von Oldtimern	276	15.5.2	Einflüsse auf die individuelle Höhe des Lohnes	313
13	Fehler am Lackierergebnis	277	15.5.3	Vergütungsformen.....	313
13.1	Schadensursachen	278	15.5.4	Zeitlohn	314
13.1.1	Reklamationsgründe bei der Fahrzeug- übergabe nach erfolgter Lackierung.....	278	15.5.5	Leistungslohn, Akkordlohn	315
13.1.2	Reklamation wegen eines Lackfehlers durch Umwelteinflüsse	278	15.5.6	Lohn- und Gehaltsabrechnung.....	316
13.2	Lackierfehler, Fehler im Beschichtungsaufbau	278	15.6	Kalkulation und Preisberechnung	317
13.3	Lackfilmstörungen durch Umwelteinflüsse	284	15.7	Stundenverrechnungssatz, Lohnminute ...	318
			15.8	Rechnen mit Arbeitswerten	319
			15.9	Kalkulation mit Schadensprogrammen ...	319
			15.10	Kalkulation von Ausbeularbeiten	320
			15.11	Berechnung von Hagelschäden	321
			15.12	Maschinenkosten	321
			16	Gestaltung	323
			16.1	Grundlagen der Formenlehre.....	324
			16.1.1	Formen und Formelemente.....	324
			16.1.2	Formbeziehungen	328
			16.2	Grundlagen der Farbenlehre	329
			16.2.1	Wirkungen von Farben.....	329
			16.2.2	Farbwahrnehmung	330
			16.2.3	Farbmischung	330
			16.2.4	Theorie und Praxis des Farbenmischens ..	331

16.2.5	Die drei Merkmale einer Farbe	332	19	Physik	379
16.2.6	Farbordnungssysteme	334	19.1	Grundbegriffe	380
16.2.7	Farbkarten, Farbregister, Trendfarben	335	19.1.1	Zustandsformen der Stoffe (Aggregatzustand)	380
16.3	Gestaltung am Fahrzeug	336	19.1.2	Masse, Volumen und Dichte	381
16.3.1	Gestaltungsmöglichkeiten in der Übersicht	336	19.1.3	Kohäsionskräfte und Adhäsionskräfte	381
16.3.2	Unifarben am Fahrzeug	336	19.1.4	Stoffgemische	382
16.4	Farbkontraste	337	19.1.5	Lösungen	382
16.4.1	Farbe-an-sich-Kontrast	338	19.2	Physikalische Eigenschaften von Stoffen ..	383
16.4.2	Komplementär-Kontrast	338	19.2.1	Härte	383
16.4.3	Hell-Dunkel-Kontrast	339	19.2.2	Zähigkeit	383
16.4.4	Qualitätskontrast	339	19.2.3	Sprödigkeit	383
16.4.5	Quantitätskontrast	340	19.2.4	Dehnbarkeit	383
16.4.6	Minimax-Effekt	340	19.2.5	Haftung und Benetzbarkeit	383
16.4.7	Kalt-warm-Kontrast	341	19.2.6	Viskosität und Thixotropie	384
16.4.8	Flimmerkontrast	341	19.2.7	Trocknung und Luftfeuchte	384
16.4.9	Simultankontrast	341	19.3	Optik	385
16.4.10	Sukzessivkontrast	341	19.3.1	Licht und Sehen	385
16.5	Harmonisierende Farben	342	19.3.2	Optische Gesetze und ihre Bedeutung für den Fahrzeuglackierer	385
16.5.1	Farbklang	342	19.3.3	Farbiges Sehen	386
16.5.2	Farbharmonie	342	19.3.4	Additive und subtraktive Farbmischung ...	387
16.6	Zeichen und Design am Fahrzeug	343	19.3.5	Spektralkurven und Metamerie	387
16.6.1	Objektübersicht	343	19.4	Wärmelehre (Kalorik)	388
16.6.2	Geschäftsfahrzeuge	344	19.4.1	Wärme	388
16.6.3	Firmenwerbung am Geschäftsfahrzeug ...	345	19.4.2	Wärmetransport	388
16.6.4	Custompainting	345	19.4.3	Farbton und Wärme	388
16.7	Erstellung von Gestaltungsvorschlägen ...	347	19.5	Akustik	389
16.8	Technisches Zeichnen	348	19.5.1	Schall	389
16.8.1	Der Maßstab	348	19.5.2	Schall und Schallschutz rund ums Fahrzeug	389
16.8.2	Vergrößern von Entwurfszeichnungen	348	19.6	Elektrizitätslehre	390
16.8.3	Bemaßung von Zeichnungen	349	19.6.1	Wesen des elektrischen Stroms	390
16.8.4	Darstellung von Körpern in rechtwinkliger Parallelkonstruktion	349	19.6.2	Stromkreis	390
16.8.5	Darstellung von Körpern in schräger Parallelkonstruktion	350	19.6.3	Elektrische Nennleistung	390
17	Design- und Effektlackierungen	351	19.6.3	Gefahren	390
17.1	Einführung und Übersicht	352	20	Chemie	391
17.2	Designtechniken	353	20.1	Grundbegriffe	392
17.2.1	Abklatschtechniken	353	20.1.1	Vom Stoff zum kleinsten Baustein	392
17.2.2	Kombinationstechniken	354	20.1.2	Aufbau der Atome	392
17.2.3	Sondertechniken	355	20.1.3	Moleküle und ihre Zusammensetzung	393
17.2.4	Schleifetechniken	358	20.1.4	Chemische Reaktionen	393
17.2.5	Imitationstechniken	359	20.2	Chemische Reaktionen wichtiger Stoffe	394
17.2.6	Einlegetechniken	360	20.2.1	Luft und Sauerstoff	394
17.2.7	Entwicklung einer neuen Gestaltungstechnik	361	20.2.2	Oxidation und Reduktion	394
17.3	Effektlackierungen	362	20.2.3	Säuren	395
17.4	Oberflächenveredlung durch Galvanisieren	364	20.2.4	Laugen	395
17.5	Geschäftskonzept für Design- und Effektlackierungen	364	20.2.5	Neutralisation und Salzbildung	396
18	Schrift	365	20.2.6	Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen	396
18.1	Schrift als Mittel der Kommunikation	366	20.2.7	Chemische Reaktionen am Kohlenstoffmolekül	397
18.2	Schriftentwicklung bis heute	367	20.2.8	Bildung von Makromolekülen	397
18.3	Beschreibung einer Schrift	369		Sachwortverzeichnis	398
18.3.1	Merkmale einer Schrift	369		Firmen- und Bildverzeichnis	403
18.3.2	Schriftgruppen nach DIN	370			
18.4	Schrift und Lesbarkeit	371			
18.5	Gestaltung mit Schrift	373			
18.6	Schriftausführung	374			
18.7	Schriftenanwendung am Fahrzeug	375			
18.7.1	Beschriftung am Privatfahrzeug	375			
18.7.2	Beschriftung am Geschäftsfahrzeug	375			

1

Berufs- und Betriebsorganisation



- 1.1 Das Arbeitsfeld des Fahrzeuglackierers
- 1.2 Aus- und Weiterbildung
- 1.3 Rechtliche Grundlagen
- 1.4 Betriebsorganisation
- 1.5 Werkstatt und Arbeitsplatz des Fahrzeuglackierers
- 1.6 Datenverarbeitung und Datenschutz im Betrieb
- 1.7 Qualitätsmanagement (QM)
- 1.8 Umweltschutzmaßnahmen im Lackierbetrieb

1.1 Das Arbeitsfeld des Fahrzeuglackierers

Das Auftragsgebiet des Fahrzeuglackierers ist sehr vielfältig. Ob ein Unfallfahrzeug nach der Karosserieeinstandsetzung neu lackiert wird oder ein Oldtimer eine neue Lackierung im historischen Farbton erhält, ein Nutzfahrzeug neu lackiert oder ein Omnibus gestaltet werden soll, immer sind vom Fahrzeuglackierer Fachkenntnis und Fertigkeit gefordert (Bild 1 bis 6).



Bild 1 bis 3: Beispiele aus dem Aufgabenbereich des Fahrzeuglackierers

Neue Geschäftsfelder eröffnen sich dem Fahrzeuglackierer im Bereich Fahrzeugaufbereitung und des Smart Repair. Dabei werden unansehnlich gewordene Fahrzeuge innen wie außen so hergerichtet, dass ihr Aussehen wieder attraktiv und neuwertig erscheint. Dazu gehören auch kleine Reparaturen von Kunststoffteilen, Textilien und Scheiben.

Auch in der Industrielackierung kann der Fahrzeuglackierer tätig sein. Dabei bietet er seine fachliche Kompetenz bei Beschichtungen der Industrie an und lackiert in seiner Werkstatt z. B. Maschinenteile, Vorrichtungen und Gehäuse.

Die Gestaltung von Fahrzeugen, z. B. an Bussen oder LKW-Aufbauten als Werbeträger, fordert vor allem die Handlungskompetenz im Bereich Farbtechnik und Gestaltung. Die Lackiertechnik wird dabei immer mehr durch die Gestaltung mit Folien abgelöst. Dazu setzt der Fahrzeuglackierer spezielle Soft- und Hardware zur Gestaltung und zum Schneiden der Folien ein. Ein Spezialgebiet des Fahrzeuglackierers ist die Airbrush-Technik, die künstlerische Gestaltung von Fahrzeugteilen oder auch von ganzen Fahrzeugen.



Bild 4 bis 6: Beispiele aus dem Aufgabenbereich des Fahrzeuglackierers

Der Fahrzeuglackierer muss alle Untergründe fachgerecht prüfen und beurteilen können. Er muss alle Werkzeuge, Geräte und Materialien fachlich richtig einsetzen. Er fertigt benötigte Skizzen, Farbentwürfe und Zeichnungen an. Die ausgeführten Arbeiten kann er fachgerecht berechnen. Er steht in Kontakt zu Kunden, Fahrzeugbauern und der Industrie. Er arbeitet allein oder im Team und trägt zum Ansehen und somit zum Bestand der Firma bei.

Für den Kunden ist er der Fachmann für hochwertige Beschichtungen.

Meist gibt es mehrere Gründe für die Beschichtung eines Objektes. An erster Stelle steht der Schutz vor schädlichen Einflüssen und damit die Erhaltung des Wertes. Beschichtungen dienen der Hygiene und dem Wohlbefinden. Farben verschönern die Umwelt des Menschen, sie helfen bei der Orientierung und kennzeichnen Gefahrenstellen (Tabelle 1).

Die Aufgaben des Objektes werden verbessert		Das Objekt wird geschützt
Gestaltung Farbe verschönert unansehnliche Untergründe.	Hygiene Fast alle unbehandelten Untergründe verschmutzen leicht, sind aber nur mit Aufwand zu reinigen. Ein ebener und glatter Beschichtungsfilm verbessert die Reinigungsfähigkeit und somit die Hygiene.	Wetter Z. B. Temperaturwechsel, Feuchtigkeit, UV-Strahlung
Kennzeichnung Farbe hebt hervor und lässt zurücktreten. Sie hilft unserer Orientierung, weist auf etwas hin und warnt vor Gefahren.		Mechanische Beanspruchung Z. B. Abrieb, Dehnung, Schlag
Der Mensch wird beeinflusst		Chemikalien Z. B. Kraftstoffe, Säuren, Laugen, Salze
		Schädlinge Nur bei Holz

Tabelle 1: Gründe für die Beschichtung eines Objektes

1.4 Betriebsorganisation

Damit ein Betrieb seine Aufgaben bzw. Aufträge fach- und termingerecht erfüllen kann, bedarf es einer betrieblichen Organisation. Dies wird durch Aufgabenteilung und genaue Abgrenzung der Arbeits- bzw. Geschäftsbereiche erreicht.

1.4.1 Ziele und Möglichkeiten der Betriebsorganisation

Der Unternehmer organisiert seinen Betrieb so, dass mit allen Faktoren (Mitarbeiter, Maschinen, Materialien, Zeit, Kapital) das optimale Ergebnis erzielt wird. Dabei stehen die folgenden Ziele im Vordergrund:

- Kapitalgewinn
- Auslastung, Ausweitung des Betriebes
- Ansehen auf dem Markt
- Versorgung der Mitarbeiter

Gesetzliche Vorschriften müssen dabei eingehalten werden, z. B. Umweltschutzvorschriften, Wettbewerbsregeln u. a. Das Erreichen der Ziele wird durch Maßnahmen der Qualitätssicherung unterstützt.



Bild 1: Der Betrieb als wirtschaftliche Organisation

1.4.2 Organisation eines Fahrzeuglackierbetriebes

Ein Betrieb besteht aus der Geschäftsführung und eigenständigen Geschäftsbereichen:

Geschäftsführung

Der Unternehmer, meist der selbstständige Meister, trägt nach außen die Verantwortung für den Betrieb und bestimmt das Profil des Unternehmens.

Er kümmert sich um das Marktgeschehen, neue Aufträge, das Abwickeln der Aufträge, das Erstellen von Rechnungen, alle Zahlungs- und Rechnungseingänge und vieles mehr. Um Stellen mit Bewerbern zu besetzen, die in das Bild der Firmenphilosophie passen, ist Menschenkenntnis erforderlich.

Verwaltung

Fachkräfte erledigen die kaufmännischen Aufgaben, z. B. Buchhaltung, Lohn und Gehaltsabrechnung.

Rechtsberatung

Um objektiv und korrekt arbeiten zu können, sollte diese nicht an Weisungen der Geschäftsleitung gebunden sein.

Werkstatt

Hier werden die Arbeiten am Fahrzeug ausgeführt.

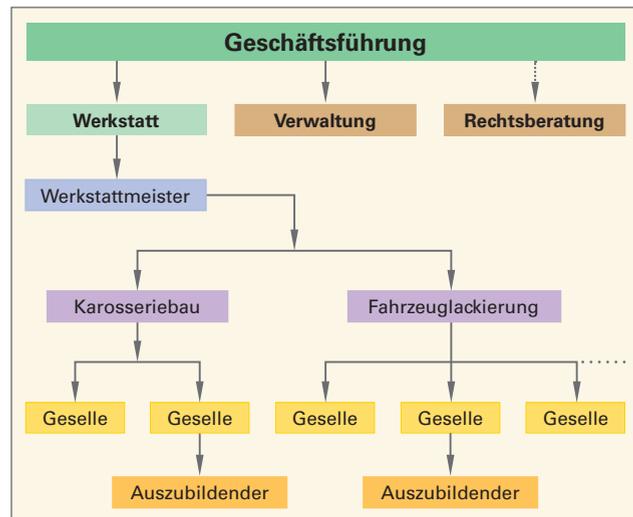


Bild 2: Organigramm eines Fahrzeuglackierbetriebes

Zielorientierung	Alle Mitarbeiter verfolgen die Ziele und Werte der Leitlinien der Geschäftsführung.
Klarheit und Übersichtlichkeit	Regelungen müssen in Sprache und Darstellung klar und übersichtlich sein, z. B. durch Organisationspläne, die Unterweisung der Betroffenen u. a.
Eindeutige Aufgabenzuordnung	Zu jeder Arbeitsstelle gehört eine genaue Arbeitsstellenbeschreibung. Hier sind alle Aufgaben und Zuständigkeiten erfasst, auch Besonderheiten wie z. B. die Aufgabe als Verantwortlicher für Arbeitssicherheit.
Koordination	Arbeitsschritte müssen koordiniert, d. h. aufeinander abgestimmt werden. In zertifizierten Betrieben sind alle Abläufe festgelegt und beschrieben worden, ein wichtiger Punkt des Qualitätsmanagements.
Flexibilität	Organisatorische Regelungen müssen den jeweiligen Bedürfnissen angepasst werden können, z. B. Regelungen für Notdienste.
Kontrolle	Zur Minimierung von Fehlern, meist durch den Werkstattleiter

Tabelle 1: Grundsätze der Betriebsorganisation

Weisungen von „oben“ nach „unten“ oder Meldungen von „unten“ nach „oben“ folgen immer den Verbindungslinien im Organigramm des Betriebes (**Bild 2**). So gehen keine wichtigen Informationen verloren.

Aufgrund der Betriebsorganisation über ein Organigramm weiß jeder Mitarbeiter, wem er Anweisungen geben darf und wessen Anweisungen er zu befolgen hat. So lassen sich viele Konflikte zwischen Mitarbeitern vermeiden.

1.4.3 Der Kunde

Der abgestimmte Einsatz von Verhalten, Kommunikation und Erscheinungsbild des Fahrzeuglackierbetriebes nach innen und außen (Corporate Identity) verschafft dem Betrieb Bedeutung auf dem Markt und wirbt Kunden. Jeder zur Zufriedenheit des Kunden ausgeführte Auftrag ist die beste Werbung für einen Fahrzeuglackierbetrieb. Darüber hinaus kann der Betrieb durch Werbemaßnahmen, wie Anzeigen in der Tagespresse, Internetauftritt oder auch durch eine professionelle Kampagne, in der Öffentlichkeit auf sich aufmerksam machen. Die Ausrichtung des Denkens und des Handelns aller Betriebsangehörigen auf den Kunden und seine Bedürfnisse bezeichnet man als Kundenorientierung.

Kundenzufriedenheit entsteht durch:

- **Ausführung der Arbeit nach Kundenvorstellung**

Bei der Auftragsannahme sind besonders Preis- und Terminvorstellungen zu klären. Eine hochwertige Arbeitsausführung muss selbstverständlich sein.

- **Kundenorientierte Kommunikation**

Ungeschickte Gesprächsführung verärgert den Kunden (Bild 1). Jedes Gespräch erfordert die Einstellung auf die Persönlichkeit des Kunden. Das Führungspersonal muss geschult werden. Besonders schwierig wird es, wenn der Kunde nicht Recht hat, dies aber nicht einsehen will. Mitarbeiter verweisen bei Zweifeln an den Vorgesetzten.

Je nach Kundenart sind die Forderungen an den Betrieb und die Mitarbeiter verschieden, siehe Tabelle 1. Für das Unternehmen ist ein gesunder Kunden-Mix am besten.

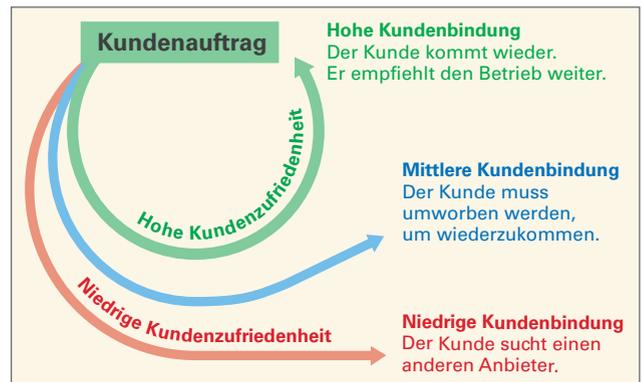


Bild 1: Auswirkung der Kundenzufriedenheit

Versicherungen	Leasinggesellschaften Autohäuser	Private Autofahrer
<ul style="list-style-type: none"> • Viele Aufträge • Abhängigkeit vom Versicherer • Schnelle Bezahlung • Serviceleistungen werden erwartet 	<ul style="list-style-type: none"> • Gleiche oder ähnliche Arbeiten • Spezialisierung möglich • Routinierte Auftragsabwicklung • Geringe Gewinnspanne 	<ul style="list-style-type: none"> • Diese achten auf Qualität und Service. • Unsichere Auftragsplanung • Hoher Aufwand an Kundenpflege • Höhere Gewinnspanne

Tabelle 1: Kundengruppen

1.4.4 Der Mitarbeiter

Gut ausgebildete und motivierte Mitarbeiter sind das größte Kapital eines Betriebes (Bild 2).

Der Unternehmer stellt seine Mannschaft unter Beachtung vielfältiger Gesichtspunkte zusammen:

- **Qualifikation für die ausgeschriebene Stelle**

In kleinen und mittleren Betrieben muss ein Fahrzeuglackierer jede Arbeit am Fahrzeug ausführen können.

- **Positive Einstellung zur Arbeit**

Falsche Erwartungen und eine negative Einstellung zur Arbeit fördern Konflikte im Betrieb.

- **Soziale Anpassung an das bestehende Team**

Der Arbeitsfriede kann empfindlich gestört werden, wenn der neue Mitarbeiter mit neuen Ideen plötzlich viel Besseres ändern will.

- **Wertevorstellung**

Lebensbestimmende Werte der Mitarbeiter (Anstand, Moral u. a.) sollten den Zielen der Firmenphilosophie entsprechen. So wird die Sorge um die Umwelt nur dann glaubwürdig, wenn der Mitarbeiter auch privat entsprechend handelt.

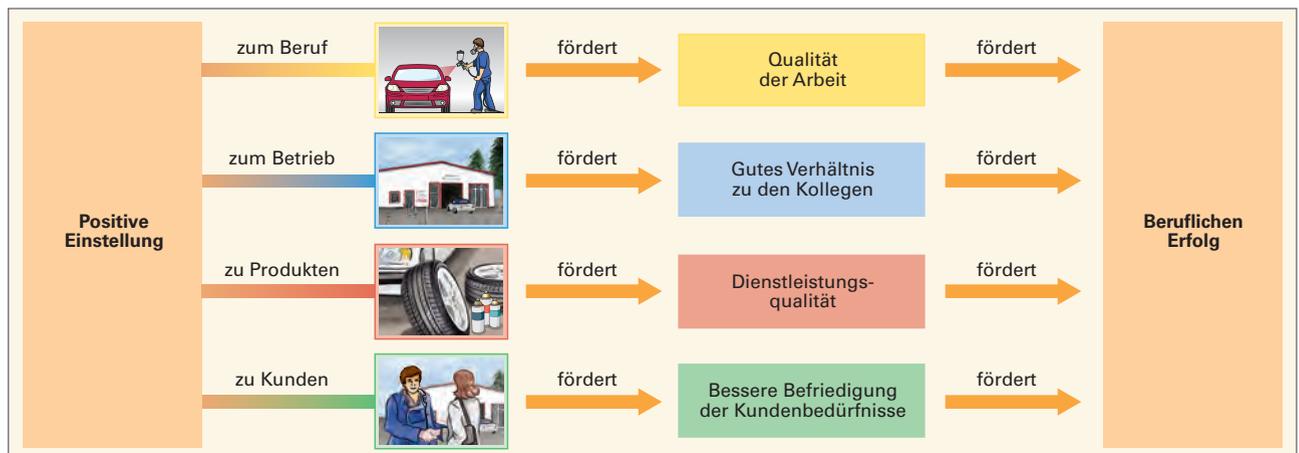


Bild 2: Mit motivierten Mitarbeitern zum beruflichen Erfolg

Teamarbeit

Teamarbeit, d. h. die Zusammenarbeit mehrerer Mitarbeiter zur Lösung eines Problems, hat sich in Betrieben durchgesetzt. Je nach Betrieb kann Teamarbeit unterschiedlich organisiert sein. Die Mitarbeiter kleinerer Fahrzeuglackierbetriebe können sich genauso als Team verstehen, wie die Mitglieder von Arbeitsgruppen eines großen Autohauses. Die Fähigkeit in einem Team zu arbeiten, erfordert neben Fachkompetenz zusätzliche Fähigkeiten von den Beteiligten (Tabelle 1).

Für die Teamarbeit förderlich	Für die Teamarbeit hinderlich
<ul style="list-style-type: none"> • Ein gutes Betriebsklima • Die klare Festlegung der Ziele des Teams • Probleme offen im Team diskutieren • Fähigkeit zur Selbstkritik • Entscheidungen übereinstimmend treffen • Gutes Vertrauensverhältnis unter den Teammitgliedern 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Engagement der Kollegen ausnutzen und diese für sich arbeiten lassen • Konkurrenzdenken • Überheblichkeit (Arroganz) einzelner Teammitglieder • Angst die eigene Meinung zu äußern • Mangelnde Kommunikation untereinander

Nicht immer ist Teamarbeit die beste Lösung. Es wurde der Arbeitseinsatz beim Tauziehen untersucht. Dabei zeigte sich folgendes: Zog nur 1 Mann, so brachte er 100 % Leistung. Je mehr Leute zogen, umso geringer die Leistung des Einzelnen. Bei 8 Personen eines Tauzieh-Teams lag sie beim Einzelnen nur noch bei 50 %.

Fazit:
Für bestimmte Arbeiten ist abzuwägen, ob diese ein Spezialist nicht besser alleine ausführt.

Tabelle 1: Kriterien für eine gute Teamarbeit

Für Unzufriedenheit im Team kann auch die Zusammensetzung des Teams die Ursache sein. Nicht immer handelt es sich um persönliche Mängel eines Einzelnen. So kann es zwischen zwei dominanten Personen im Team zu Führungskämpfen auf Kosten der Teamarbeit kommen. Es lassen sich einige interne Probleme vermeiden, wenn der Unternehmer die Arbeitsteams aus Leuten bildet, die sich auch privat gut verstehen und schätzen.

1.4.5 Ablauf des Kundenauftrages im Betrieb

Die meisten Aufträge laufen nach einem ähnlichen Schema ab. Bild 1 ordnet die einzelnen Tätigkeiten in den betrieblichen Gesamtzusammenhang ein.

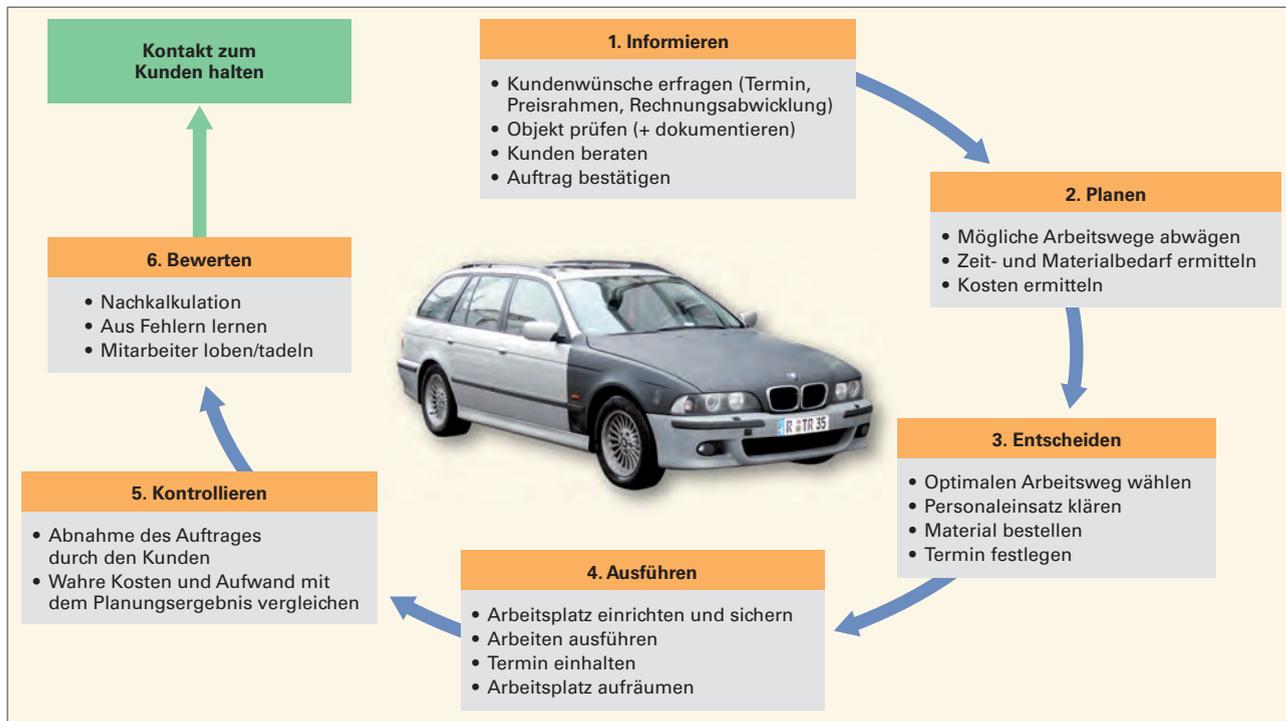


Bild 1: Ablauf eines Kundenauftrages

- Die einzelnen Phasen sind von unterschiedlicher Länge. Bei kleineren Aufträgen können die ersten Phasen durch eine langjährige Berufspraxis miteinander verschmelzen und werden nicht mehr getrennt wahrgenommen.
- Im Ablauf des Kundenauftrages steht die Rechnungserstellung nicht immer am Ende des Auftrages. Versicherungen akzeptieren nicht jeden Preis, sondern wickeln Leistungen zu Schadensfällen zu festen Tarifen ab (siehe Mathematik: Arbeitswerte). Man kann auch zu Beginn mit dem selbstzahlenden Kunden einen Festpreis vereinbaren.

1.5 Werkstatt und Arbeitsplatz des Fahrzeuglackierers

1.5.1 Die Räume der Werkstatt

Fahrzeuglackierer arbeiten fast ausschließlich in den Räumen eines Lackierbetriebs, nur in Ausnahmefällen im Freien und noch seltener auf Baustellen.

Ein typischer Betrieb mit 4 bis 5 Fahrzeuglackierern und 1 bis 2 Karosseriebauern umfasst nach **Bild 1** folgende Bereiche:

- Räume für Arbeiten, die sich aus dem Arbeitsablauf der Reparaturlackierung ergeben (Karosserieabteilung, Vorbereitung und Bereitstellung, Lackier- und Trockenkabine, Finishbereich...).
- Arbeitsunterstützende Räume (Lager, Mischraum, Aggregaterraum...)
- Sozialräume (Aufenthaltsraum, Toiletten, Dusche...)
- Verwaltungsräume (Büro, Ausstellungsraum, Kundenbetreuung...)
- Reststoffe und Abfälle müssen außerhalb des Gebäude gelagert werden.

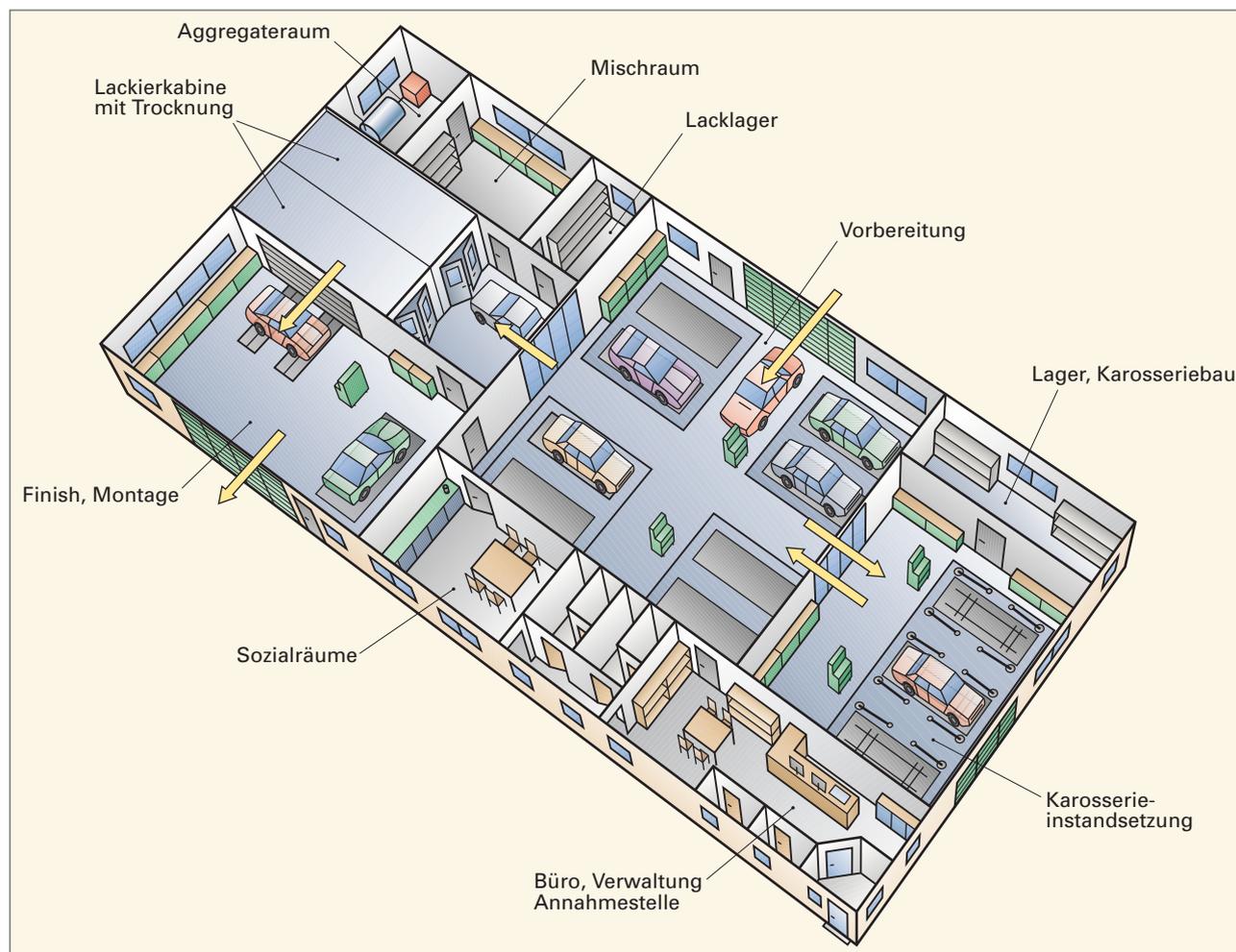


Bild 1: Betriebsbereiche eines Fahrzeuglackierbetriebes

Es gilt das **Prinzip der kurzen Wege**. Umfangreiche Verschiebearbeiten kosten Zeit und Geld. Darum sind die Räumlichkeiten so anzuordnen, dass Fahrzeuge auf möglichst kurzem Wege den Betrieb durchlaufen. Ein kurzer Weg zwischen Demontage und Finishbereich ist sinnvoll. Bei der Montage befinden sich so die Anbauteile gleich nebenan.

Über eine **Betriebsanweisung** ist jeder Mitarbeiter in Arbeitsschutz-, Umweltschutz- und Gesundheitsschutzgefahren einzuweisen, sowie über Maßnahmen im Falle eines Unfalls. Die Betriebsanweisung muss im Raum aushängen und ist verbindlich.

Bauordnungsrechtliche Vorschriften sind bei der Planung zu berücksichtigen (Raumgröße, Raumnutzung, Umweltschutz Lärm/Luft/Wasser u. a.). Bei Neugründung oder Erweiterung eines bestehenden Betriebes geben technische Berater der Landesinnungsverbände und Handwerkskammern kostenlos erste Auskunft. Bei der Planung explosionsgefährdeter Bereiche kann/muss die örtliche Feuerwehr helfen. Örtliche Energieversorgungsunternehmen beraten kostenfrei in Energiefragen (Stromtarif, Wärmedämmung, Wärmerückgewinnung, Heizanlagen, Licht- und Wasserverbrauch).

1.5.2 Vorbereitungsraum

Dieser Bereich ist der arbeitsintensivste der Fahrzeuglackierung. Hier werden etwa zwei Drittel der Arbeiten ausgeführt, wie

- Demontieren
- Schleifen
- Abdecken, Abkleben
- Spachteln
- Grundieren
- Füllern

Die hier anfallenden Schmutzarbeiten erfordern eine klare räumliche Trennung vom Lackier- und Finishbereich, um unnötige Entstaubungsarbeiten zu vermeiden. Durchgänge zum Transport der Fahrzeuge sind freizuhalten. Hier können die Fahrzeuge vor den ersten Arbeiten Raumtemperatur annehmen und Feuchte austrocknen. Unter entsprechenden Bedingungen ist es darum sinnvoll, ein Fahrzeug schon einige Zeit vor der Bearbeitung vom Parkplatz in den Vorbereitungsraum zu stellen. Der Vorbereitungsraum muss ausreichend groß geplant werden, je Arbeitsplatz etwa 3,5 m x 6,00 m (Bild 1).



Bild 1: Arbeitsplätze im Vorbereitungsraum

Abhängig von der Betriebsgröße gilt die Faustregel: 2 Fahrzeug-Standplätze für jeden Mitarbeiter, der im Vorbereitungsraum tätig ist. So fallen keine Wartezeiten an. Jeder Arbeitsplatz ist ausgestattet mit:

- Energieampel
- Staubabsaugung
- Werkzeugschrank
- Hebebühne
- Gitterrostboden

Einige Werks- und Hilfsmittel können sich auch an einem zentralen Platz befinden, z. B. Spritzeinrichtung für Grundierung und Füller, Infrarottrockner, Ständer, Abdeckmaterial, Lampen, Reinigungsanlage, Handpflege. Dies bedeutet längere Wege.

Füllerarbeitsplatz

Das Spritzen des Füllers in der Spritzkabine stört oft den Ablauf in der Spritzkabine. Bei modernen Universalarbeitsplätzen stehen entsprechende Absaug- und Filteranlagen zur Verfügung. Dieser Bereich ist als feuergefährdeter Bereich zu kennzeichnen.

Staubabsaugung

Die Absaugeinrichtung am Schleifgerät reicht in der Regel nicht aus, um die Staubverteilung im gesamten Raum zu unterbinden. Bei starker Staubentwicklung muss eine mobile Staubabsaugung platziert werden können.

Nassschleifarbeiten

Diese können an jedem Arbeitsplatz anfallen. Darum ist unter dem Gitterrost das Abwasser zu sammeln und nach Umweltschutzvorschriften nachzubehandeln.

1.5.3 Lackieranlage

Eine Lackieranlage besteht aus einer Spritzkabine und einer separaten Trockenkabine oder aus einer kombinierten Spritz- und Trockenkabine (Tabelle 1). Gründe für die Anschaffung können sein:

- Betriebsgröße/Fahrzeugdurchlauf
- Räumliche Gegebenheit

Spritzkabine mit getrennter Trockenkabine	Kombinierte Kabine
Die durchschnittliche Tagesleistung einer getrennten Spritz- und Trockeneinheit beträgt etwa 8 Wageneinheiten pro Tag (8 Stunden Arbeitszeit, durchschnittliche Trockenzeit 60 min) Während der Trocknung kann der nächste Spritzvorgang laufen. Je kürzer die Trockenzeit der Werkstoffe, umso höher der Durchsatz.	Bei achtstündiger Arbeit ist eine Tagesleistung von 6 Wageneinheiten erreichbar. Sie stellt die kleinste Größenordnung eine Lackieranlage dar.

Faustregel: Leistung der Lackieranlage pro Tag (z. B. 8 Fahrzeuge in 8 Stunden) = Zahl der Wagenplätze im Vorbereitungsraum. Vorbereitende Tätigkeiten erfordern mehr Zeitaufwand als die reine Lackierarbeit. Ein Betrieb mit 1 kombinierter Kabine sollte aus Gründen der Auslastung/Rentabilität nicht unter 3 Mitarbeiter beschäftigen. Ein Betrieb mit getrennter Spritz- und Trockenkabine sollte aus Gründen der Auslastung/Rentabilität nicht weniger als 6 Mitarbeiter beschäftigen.

Tabelle 1: Mögliche Lackieranlagen

2.6 Konstruktionsprinzipien

Bezüglich des Fahrzeugaufbaus wird unterschieden in

- Getrennte Bauweise (Rahmenbauweise)
- Selbsttragende Bauweise

2.6.1 Getrennte Bauweise (Rahmenbauweise)

Dabei wird der Fahrzeugaufbau auf einen Rahmen (Bild 1) montiert. Die weiteren Fahrwerksgruppen wie Achsen, Lenkung usw. werden ebenfalls am Rahmen befestigt. Diese Bauweise findet aufgrund ihrer Flexibilität heute fast ausschließlich im Nutzkraftfahrzeugbau, bei Geländewagen und im Anhängerbau Anwendung.

Als Rahmenbauform wird überwiegend der Leiterraumen verwendet. Zwei Längsträger sind dabei mit mehreren Querträgern (Traversen) vernietet, verschraubt oder verschweißt. Die verwendeten Stahlträger mit offenem Profil (U-Profil, L-Profil) oder geschlossenem Profil (Rund-, Rechteckprofil) ergeben einen Rahmen mit großer Biegesteifigkeit und hoher Tragkraft.

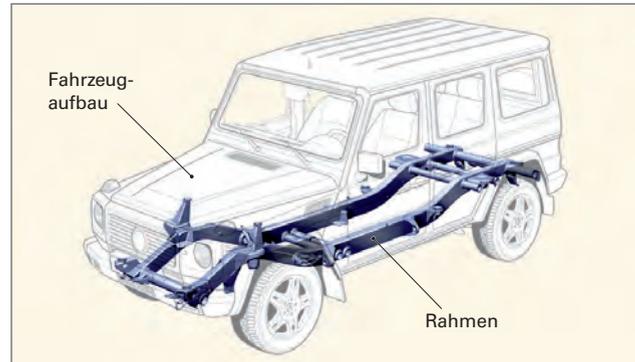


Bild 1: Getrennte Bauweise

2.6.2 Die selbsttragende Bauweise

Die selbsttragende Bauweise wird bei Personenkraftwagen und bei Omnibussen verwendet. Bei Personenkraftwagen wird der Rahmen durch eine Bodengruppe ersetzt, die neben den tragenden Teilen wie Motorträger, Längsträger, Querträger auch Kofferraumboden und Radkästen enthält. Durch weitere, mit der Bodengruppe verschweißte Blechteile wie A-, B-, C-, D-Säulen, Dachrahmen, Dach, Kotflügel und eingeklebte Front- und Heckscheiben, ergibt sich eine selbsttragende Karosserie in Schalenbauweise. Die Karosserie wird durch Sicken, Absetzungen, geschlossene Profile und Außenflächen stabilisiert.

- **Selbsttragende Schalenbauweise (Bild 2).** Gepresste Blechteile werden zu Hohlprofilen gefügt, die es ermöglichen die Tragstruktur direkt in die Karosserie zu integrieren. Die dazwischenliegenden Blechfelder werden durch Sicken, Absetzungen aber auch durch Wölbungen versteift und erhöhen zusätzlich die Steifigkeit der Konstruktion. So lässt sich eine hohe Steifigkeit bei minimalem Gewicht realisieren. Neben der Schalenbauweise findet auch die Gerippebauweise Anwendung.

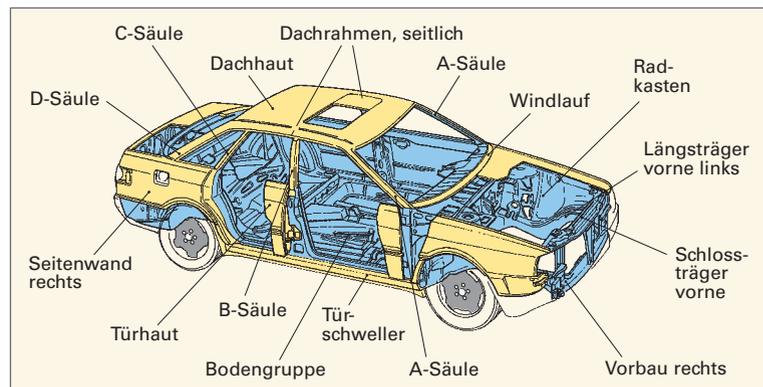


Bild 2: Selbsttragende Schalenbauweise

- **Gerippebauweise.** Sie wird häufig auch als Gitterrahmenbauweise bezeichnet. Ein fachwerkartiges Stabsystem aus Halbzeugprofilen bildet dabei die primär tragende Funktion der Karosserie. Die Außenflächen können mittragende Funktion haben. Diese Bauweise wird z. B. bei Pkw-Konstruktionen (Bild 3) mit Aluminiumkarosserie verwendet. Verschieden geformte Strangpress- und Aluminiumblechprofile bilden dabei die Rahmenstruktur, die an hoch beanspruchten Stellen durch Gussknoten verbunden werden. Bei Reparaturen an selbsttragenden Karosserien sind die Herstellervorschriften besonders genau einzuhalten.

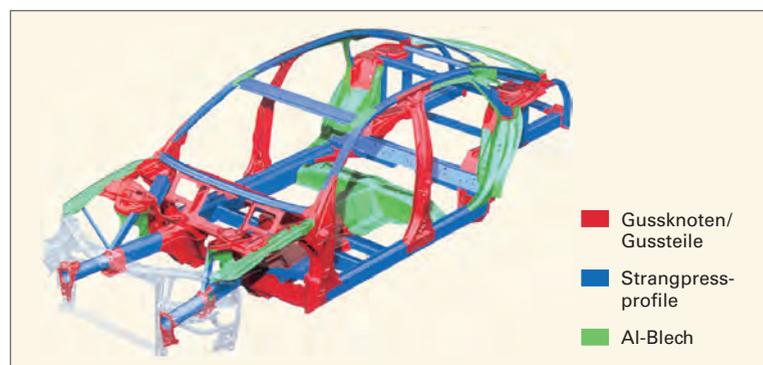


Bild 3: Gitterrahmen (Space-Frame) einer Aluminiumkarosserie

2.7 Konstruktion der Karosserie

Eine Karosserie muss so gestaltet und konstruiert sein, dass sie sich gezielt verformen lässt, damit sie bei einem Unfall Stoßenergie aufnehmen kann. Sie muss aber auch so fest sein, dass sie die Insassen bei einem Unfall vor einem eindringenden Fahrzeug schützt. Sie soll sich nicht verwinden und trotzdem dabei möglichst leicht sein, gut aussehen, sich leicht reparieren lassen und einen geringen Luftwiderstand besitzen. Neu hinzu kommen seit einiger Zeit die Anforderungen an den Fußgängerschutz.

2.7.1 Die vordere Karosserie

Der vordere Längsträger, die vorderen Quertraversen (Querträger, Frontblech) sowie die Radhäuser mit den Federbeindomen bilden den vorderen Teil der Karosserie. Sie sollen die bei einem Crash auftretende Stoßenergie aufnehmen, indem sie sich verformen (Bild 1).

Diese Teile bilden zusammen einen Rahmen, an dem Motor, Radaufhängung und Lenkung befestigt sind. Nach einem Unfall, bei dem der Vorderwagen beschädigt wurde, müssen in diesem Bereich die Karosseriepunkte vermesen werden, da sie unmittelbaren Einfluss auf die Vorderachsgeometrie und das Fahrverhalten haben.

Vordere Längsträger (Bild 2). Sie spielen die wichtigste Rolle bei der gezielten Verformung des Vorderwagens bei einem Crash. Sie leiten die Stoßenergie bei einem Unfall zum Kardantunnel, zur A-Säule und zum Schweller. Oft wird dieser untere Lastpfad durch einen oberen Lastpfad ergänzt, der zusätzlich Energie in die A-Säule und weiter über die Türverstärkungen in den Heckbereich weiterleitet. Er kann z. B. in Form eines zusätzlichen Längsträgers in die Oberkanten der Radhäuser des Vorderwagens integriert sein und den Federbeindom abstützen.

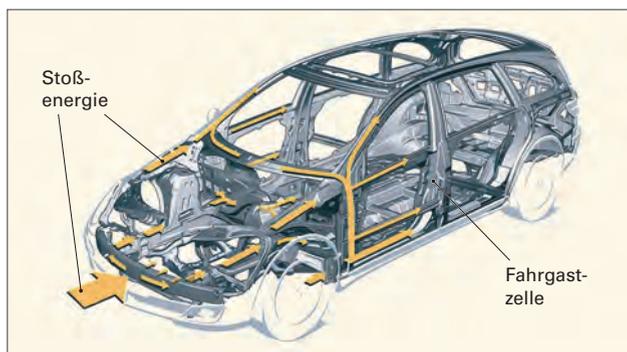


Bild 1: Einleitung der Stoßenergie in die Fahrgastzelle

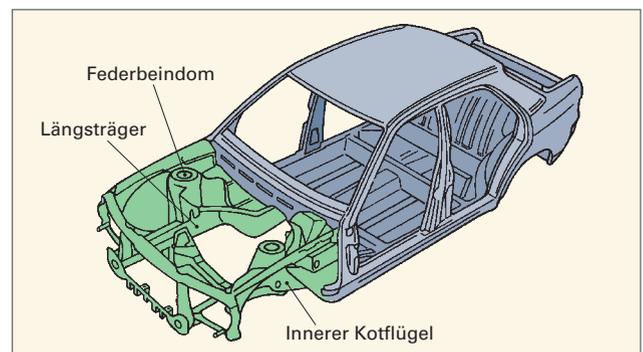


Bild 2: Die vordere Karosserie

2.7.2 Die hintere Karosserie

Bei der Heckgestaltung unterscheidet man verschiedene Bauformen:

Stufenheck (Bild 3). Diese Bauform verwendet man bei Fahrzeugen, die als Limousinen gebaut sind. Die hintere Karosserie besteht dabei aus den beiden Seitenteilen hinter der C-Säule, dem Heckabschlussblech und dem Kofferraumboden. Ein Kofferraumdeckel schließt das Heck nach oben ab. Fahrgastzelle und Kofferraum sind durch eine Rückwand getrennt. Sie ermöglicht eine hohe Steifigkeit der Karosserie.

Steilheck (Bild 4). Diese Bauform wird bei Kombifahrzeugen angewandt. Solche Fahrzeuge haben ein großes Ladevolumen, das durch Umklappen der Rücksitze noch erweitert werden kann.

Da diese Fahrzeuge keine hintere Abtrennung haben, muss die nötige Steifigkeit durch zusätzliche und größere Dachholme erzielt werden. Im Kofferraumboden werden zwei Längsträger integriert, die den vorderen Längsträgern vergleichbar sind. Durch sie können bei einem Unfall die Kräfte die vom hinteren Stoßfänger kommen, aufgenommen werden.

Schrägheck. Diese, den Kombifahrzeugen vergleichbare Bauform, hat durch die flachere Heckklappe ein etwas sportlicheres Aussehen. Von der Konstruktion her sind sie der Steilheckkarosserie vergleichbar.

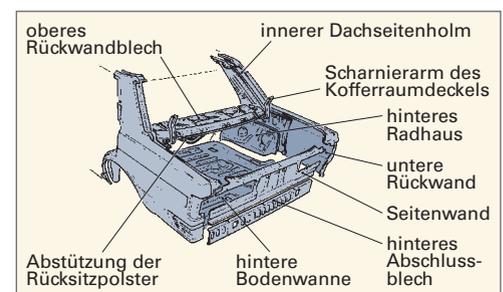


Bild 3: Stufenheck

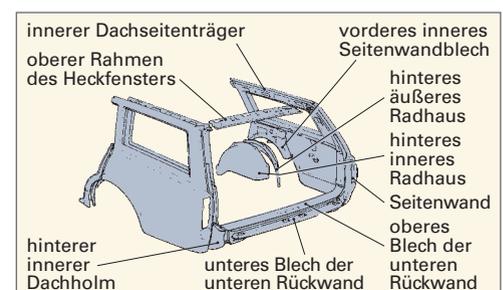


Bild 4: Steilheck

2.7.3 Die Fahrgastzelle

Die miteinander verschweißten seitlichen Karosserieteile mit A-, B- und C-Säule bilden zusammen mit Teilen der vorderen und der hinteren Karosserie sowie dem Dach und der Bodengruppe zusammen mit dem Schweller die stabile Fahrgastzelle (Bild 1).

Auf die jeweilige Belastungsart optimierte Träger bilden den Überlebensraum für die Insassen, der sich auch bei einem schweren Unfall möglichst nicht verformen darf. Somit kann die Verletzungsgefahr für die Insassen minimiert werden. Dadurch lassen sich die Fahrzeigtüren nach einem Unfall meist ohne großen Kraftaufwand öffnen. Die A-, B- und C-Säulen dienen als Türaufnahmen und verstärken die Karosserie bei einem seitlichen Aufprall. Dies geschieht durch großvolumige, computeroptimierte Trägerprofile und neue hochfeste Werkstoffe.

Seitenrahmen. Er muss im Verbund mit den anderen Strukturelementen sehr steif ausgeführt werden, damit er die Torsions- und Biegebelastung zwischen der Vorder- und der Hinterachse aufnehmen kann. Bei einem Seitencrash muss er so steif sein, dass das Eindringen des gegnerischen Fahrzeugs in die Fahrgastzelle vermieden wird, um die Insassen nicht zu gefährden. Durch die Aufteilung in einen inneren und einen äußeren Seitenrahmen erhält man doppelwandige Profile, die teilweise noch durch Rohre oder zusätzliche Versteifungsbleche verstärkt werden (Bild 2).

B-Säule. Als Teil des Seitenrahmens kommt der B-Säule bei einem Seitenunfall eine besondere Bedeutung zu. Sie darf sich nicht verformen, um die Insassen nicht zu gefährden. Aus diesem Grund ist sie besonders steif aufgebaut. Dies erreicht man durch mehrere übereinanderliegende Karosserieteile aus besonders hochfesten Stahlblechen (Bild 3). Die B-Säule stützt sich dabei am Schweller und am Dachholm ab. Diese wiederum werden über Querträger in der Bodengruppe und im Dach mit der gegenüberliegenden Fahrzeugseite versteift.

Schweller. Sie sind die Verlängerung der vorderen Längsträger. Große Querschnitte und eingesetzte Schottbleche ergeben eine sehr biege- und torsionssteife Konstruktion, die bei einem Seitencrash Widerstand leisten soll. Sie sind meist aus hochfesten Blechen gefertigt oder haben erhöhte Blechdicken. Durch eingebaute Profile wird die Steifigkeit der Schweller gegen seitliche Stöße zusätzlich erhöht.

Bodengruppe (Bild 4). Sie bildet das Rückgrat der Gesamtkarosserie. Die Grundstruktur besteht in Längsrichtung aus den beiden Schwellern und evtl. dem Kardantunnel. In Querrichtung bilden die Vorder- und Hintersitzprofile evtl. zusammen mit einem Querträger zwischen den B-Säulen eine Abstützung gegen seitliche Kräfte.

Dach. Die Dachholmen und die Dachhaut bilden das Dach. Die Dachhaut besteht aus einem gewölbten Pressteil. Je größer die Wölbung des Dachs, umso geringer ist die Flatter- und Dröhnneigung. Die Dachhaut ist mit den Dachholmen heute meist mittels Laser verschweißt.

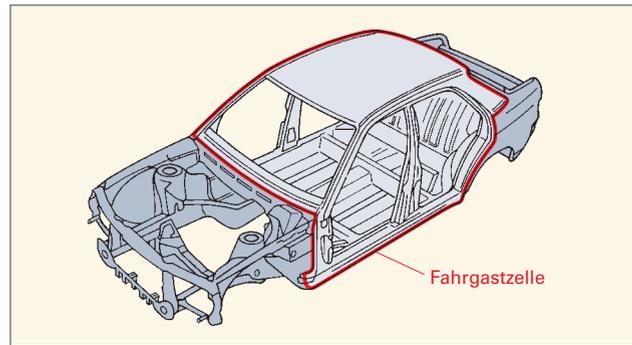


Bild 1: Fahrgastzelle

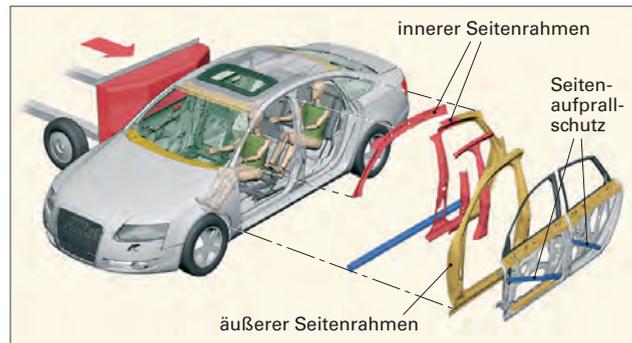


Bild 2: Aufbau des Seitenrahmens

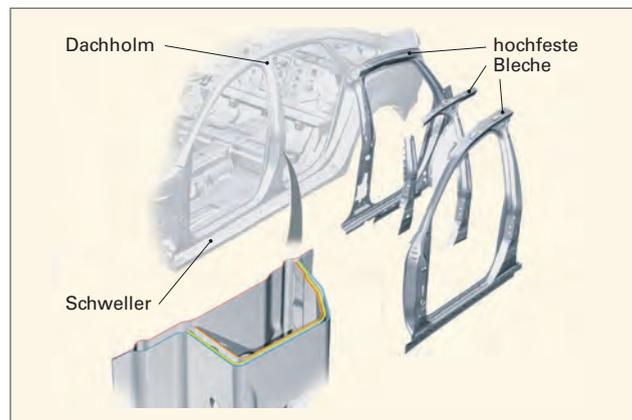


Bild 3: Aufbau der B-Säule

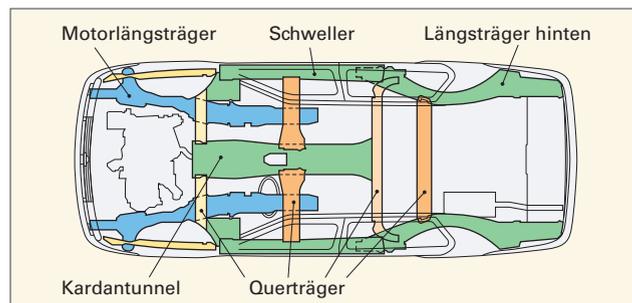


Bild 4: Trägerstruktur der Bodengruppe

2.7.4 Karosserieanbauteile

Karosserieanbauteilen sind die Kotflügel, Fronthaube, Heckklappe, Stoßfänger, Türen sowie Scheiben aus Sicherheitsglas.

Kotflügel. Sie bestehen vorwiegend aus Stahl- oder aus Gewichtsgründen aus Aluminiumblech. Diese sind in der Regel durch Punktschweißen mit dem oberen Radhausprofil, der A-Säule und dem Frontblech verbunden. Zur leichteren Demontage können Kotflügel auch verschraubt sein.

Fronthaube und Kofferraumdeckel. Sie sind meist die größten Blechteile im Außenhautbereich. Die glatten und nur leicht bauchigen Bauteile erhalten ihre Steifigkeit durch unterlegte Haubenrahmen. Die Fronthaube muss so nachgiebig sein, dass bei Unfällen mit Fußgängern und Zweirädern das Verletzungsrisiko möglichst gering ist. Zur Geräuschkämmung ist innen meist eine Isolierung angebracht.

Stoßfänger (Bild 1). Sie bestehen heute meist aus einer Kunststoffverkleidung (Front- oder Heckverkleidung) und einem darunterliegenden Querträger aus Aluminium oder hochfestem Stahl. Oft sind Schaumelemente integriert, die bei kleinen Parkplatzremplern die Aufprallenergie aufnehmen und sich nach dem Crash selbsttätig wieder zurückformen. Pralldämpfer verbinden die Stoßfänger mit den vorderen Enden der Längsträger.

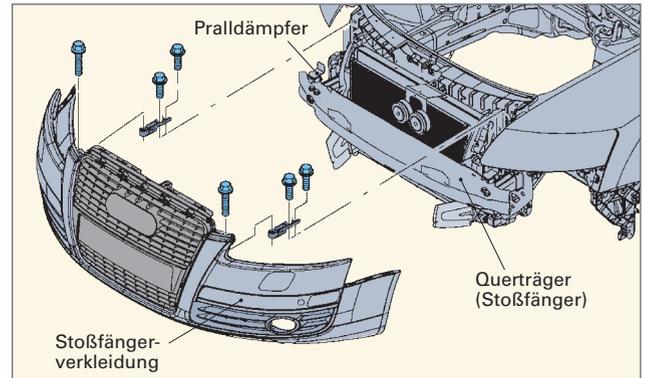


Bild 1: Stoßfänger

Anbauteile aus Kunststoff. Kunststoffteile, wie z. B. die Stoßfängerverkleidungen, Schwellerverkleidungen, sowie die Auskleidung der Radhäuser schützen Blechteile vor Beschädigung, Steinschlag und Korrosion. Als Zierleisten verdecken sie z. B. Schraubverbindungen oder dienen nur dekorativen Zwecken.

Türen. Üblich sind zwei bzw. vier seitliche Türen und bei Kombifahrzeugen eine fünfte Türe im Heck. Diese sind mit Scharnieren an der Karosserie befestigt. Bei Großraumlimousinen und Minivans werden zunehmend auch Schiebetüren für die hinteren Sitzplätze verwendet.

Scheinwerfer, Blinkleuchten und Rückleuchten werden aus Glas, immer öfters jedoch aus Kunststoff hergestellt, z. B. Acrylglas. Bei einer Beschädigung müssen sie komplett ausgewechselt werden, da sie nicht instandzusetzen sind.

Spoiler (Bild 2). Darunter versteht man Anbauteile aus Kunststoff, mit denen man die Umströmung des Fahrzeuges beeinflussen und Aerodynamik und Abtrieb des Fahrzeuges verbessern kann. Nach ihrer Lage bezeichnet man sie als Front-, Dach- oder Heckspoiler.

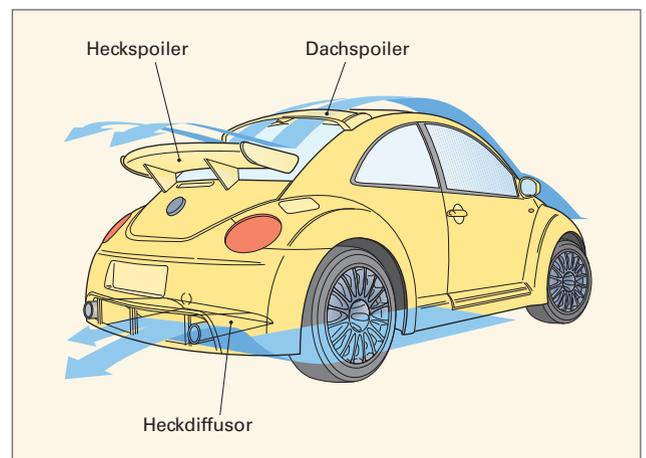


Bild 2: Fahrzeug mit Spoiler und Heckdiffusor

2.7.5 Fahrzeugscheiben

Sie müssen aus Sicherheitsglas sein, damit bei einem Unfall keine scharfkantigen Scherben entstehen und die Insassen gefährden. Man unterscheidet:

- **Einscheibensicherheitsglas.** Es sind einschichtige Glasscheiben, die durch eine gezielte Abkühlung hohe Innenspannungen erhalten. Dadurch zerbrechen sie bei einem Stoß in viele kleine, stumpfe Glaskrümel. Einscheibensicherheitsglas verwendet man vorwiegend für die Seitenscheiben und die Heckklappe, da die Festigkeit dieser Scheiben sehr viel größer ist als bei Scheiben aus Verbundglas. Bei der Frontscheibe würde dieses Glas beim Bruch die Durchsicht beeinträchtigen. Deshalb verwendet man bei Frontscheiben Verbundglas.
- **Verbundglas.** Es besteht aus zwei Glasscheiben mit dazwischenliegender zäher Kunststoffolie. Bei einem Bruch entstehen keine scharfkantigen Scherben. Gleichzeitig wird die Durchsicht nicht wesentlich behindert.
- **Dämmverglasung.** Darunter versteht man beschichtete Verbundglasscheiben, die die Wärmeeinstrahlung als auch die zerstörerische UV-Strahlung ins Fahrzeuginnere deutlich reduzieren.

6.1 Zusammensetzung von Beschichtungsstoffen

Die Vielfalt der Lackrezepturen schätzen Fachleute auf etwa 500 000. Dies ergibt sich aus den unterschiedlichen Aufgaben der Beschichtungen. Alle Beschichtungsstoffe sind sich jedoch in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich. Ihre Grundbestandteile sind immer Bindemittel, Lösemittel, Pigmente und Hilfsstoffe, auch Additive genannt (Bild 1).

Jeder Bestandteil hat seine besondere Aufgabe (Tabelle 1).

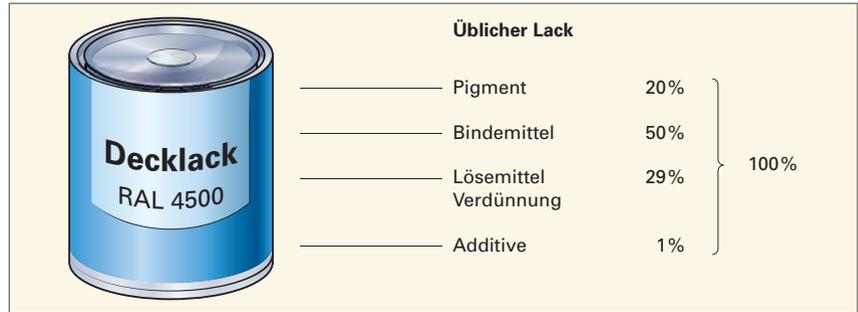


Bild 1: Zusammensetzung eines Anstrichstoffes

Bestandteil	Aussehen	Erklärung	Beispiele
Binde- mittel		Das Bindemittel ist der wichtigste Bestandteil des Anstrichstoffes. Es bildet den festen Anstrichfilm und bestimmt wesentlich die Eigenschaften wie Abriebbeständigkeit, Chemikalienbeständigkeit usw. Es haftet auf dem Untergrund und verklebt die Pigmente.	Alkydharz Acrylharz Epoxidharz Chlorkautschuk Nitrozellulose
Pigmente		Pigmente sind kleine, feste Teilchen mit einem Durchmesser von etwa 1/1000 mm. Sie sind im Bindemittel und im Lösemittel unlöslich. Sie geben dem Lack den Farbton und die Fülle.	Titandioxid Ruß Ocker Eisenoxidrot Phthalocyaningrün
Lösemittel, Verdünnung		Lösemittel lösen das feste Bindemittel und verdünnen es, damit es verarbeitet werden kann. Nach der Verarbeitung muss es verdunsten. Es entscheidet daher mit über die Trocknungsgeschwindigkeit des Anstriches.	Terpentinersatz Testbenzin Xylol Butylacetat Aceton
Additive		Additive wirken im Lack wie Medizin im Menschen. Die Zugabe geringer Mengen verbessert bestimmte Eigenschaften wie Verlauf, Härte und Durchtrocknung.	Hautverhinderungsmittel Sikkativ Verdickungsmittel Fungizide Insektizide

Festkörper

Der Lack aus Bild 1 besitzt einen filmbildenden Anteil von 71 %. Diesen Anteil nennt man Festkörper. Er besteht weitgehend aus Pigmenten und Bindemittel. Additive fallen kaum ins Gewicht, da es sich um äußerst kleine Mengen handelt, die nicht immer zum Festkörper beitragen. Sie tragen nicht zum Festkörper bei, wenn sie nach Erfüllung ihrer Aufgabe nicht mehr im Beschichtungsfilm vorliegen.

High-Solid-Lack

In diesen Lacken beträgt der Festkörper 80 – 90 %. Da der Lösemittelanteil dadurch reduziert ist, ist dieser HS-Lack umweltfreundlicher als übliche Lacke.

Flüchtiger Anteil, VOC

Das Lösemittel ist der flüchtige Anteil des Lackes, der nach der Verarbeitung verdunstet. Im Lack aus Bild 1 beträgt er 29 %. In Lacken werden heute noch meist organische Lösemittel, englisch: volatile organic compounds (VOC), eingesetzt. Da diese der Gesundheit und der Umwelt schaden, muss der VOC-Anteil gesenkt werden.

Name des Beschichtungsstoffes

Die Bezeichnung des Lackes nach dem Bindemittel vermittelt dem Fachmann die wesentlichen Eigenschaften des Lackes. Sie ist anderen Bezeichnungen vorzuziehen, da diese meist nur eine Information liefern (Tabelle 2).

Einteilung	Beispiel
nach dem Bindemittel	Epoxidharzlack, Acryllack, 2-K-Lack
<ul style="list-style-type: none"> • Nach dem Einsatzgebiet: • Nach der Funktion im Aufbau: • Nach dem Lösemittel/der Verdünnung: • Nach der Trocknung: • Nach der Oberfläche: • Nach der Beanspruchbarkeit: • Nach dem Farbton: 	<ul style="list-style-type: none"> • Fassadenfarbe, Fensterlack, Bautenlack • Grundierung, Füller, Decklack • Wasserlack, lösemittelhaltiger Lack • lufttrocknender Lack, ofentrocknender Lack • Mattlack, Hochglanzlack, Hammerschlaglack • chemikalienbeständiger Lack, kratzfester Lack • grüner Lack, roter Lack, Klarlack

Tabelle 2: Bezeichnung von Beschichtungsstoffen

6.2 Die Herstellung eines Lackes

Eigentlich ist es ganz einfach, einen Lack herzustellen. Es ist wie Kuchen backen. Man besorgt sich ein Rezept, dazu alle Zutaten, rührt diese zusammen und fertig ist der Lack. So einfach ist es aber nur auf den ersten Blick.



Bild 1: Von den Bestandteilen zum Lack

Die Bestandteile des Beschichtungstoffes werden zusammengerührt (Bild 1). Dabei verbinden sie sich nicht chemisch miteinander, sondern bilden ein Gemenge.

In den Anfängen des Fahrzeugbaus konnten Lacke vom Verarbeiter noch selbst hergestellt werden. Mit Einzug der industriellen Serienfertigung und wachsenden Ansprüchen an die Fahrzeuglackierung übernahmen Lackfabriken die Herstellung spezieller Fahrzeuglacke und Lacksysteme, sodass heute hochwertige Produkte für jede Anwendung zur Verfügung stehen. Inzwischen verfügen einige wenige Hersteller über so umfangreiche Erfahrung, dass sie den Markt der Fahrzeuglacke beherrschen. Eine neue Lackfabrik zu gründen macht nur dann Sinn, wenn sich der Gründer auf einen Nischenmarkt beschränkt.

Die Entwicklung der Rezeptur eines neuen Lackes

Die Ziele bei der Entwicklung einer Grundierung sind andere, als bei einem Füller, Basislack oder Decklack. Zuerst wird geklärt, für welchen Zweck mit welchen Eigenschaften das neue Material zu entwickeln ist. Liegen in der Lackfabrik bereits ähnliche Rezepturen vor, so ist es einfacher, davon auszugehen, als komplett neu mit der Entwicklung zu beginnen. So kann mancher Entwicklungsschritt eingespart werden.

Für eine Neuentwicklung müssen aus dem umfangreichen Angebot an Bindemitteln, Pigmenten usw. die Stoffe und deren Mengenteile gefunden werden, die zum gewünschten Ergebnis führen. Auch die Reihenfolge, in der die Bestandteile gemischt werden, beeinflusst das Ergebnis.

Mit der Durchführung von Reihenversuchen und deren Abprüfung auf die wichtigsten geforderten Eigenschaften arbeitet sich der Lacklaborant an das optimale Rezept heran (Bild 2). Eine Rezeptur kann durchaus bis zu 20 Bestandteile enthalten.

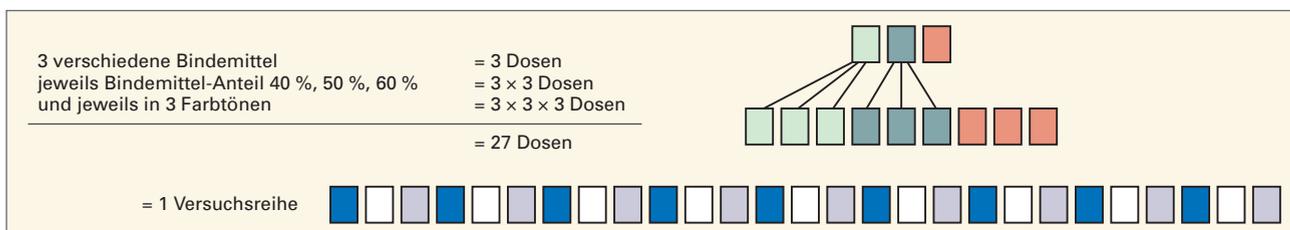


Bild 2: Beispiel einer einzigen Versuchsreihe



Bild 3: Abprüfen der Lackeigenschaften im Labor

Fahrzeuglacke werden fast immer an den Farben weiß, metallic und dunkelblau abgeprüft, nicht Schwarz. Das empfindliche Pigment Miloriblaue lässt bei Beanspruchung weit mehr erkennen als das Verbrennungsprodukt Ruß als Schwarzpigment.

Mit ausgewählten Testmethoden z. B. Gitterschnitt Bild 3, (weitere Prüfmethode Kap. 6.16) wird ermittelt, welche Rezepturen dem Ziel nahe kommen. Dann folgt die Planung und Durchführung der nächsten Versuchsreihe.

Wird eine Versuchsreihe z. B. im Wettertest 250 Stunden = etwa 10 Tage getestet, so wird deutlich, warum die Entwicklung eines neuen Lackes sehr zeitaufwendig und teuer ist.

Besonders die Feinabstimmung der Eigenschaften ist zeitaufwendig. Dann allerdings werden nur noch die Lackansätze optimiert, die sich aus den Versuchsreihen als erfolgsversprechend herauskristallisiert haben.

Die Schritte der Produktion

Die Bestandteile eines Klarlackes lassen sich leicht zusammenrühren. Probleme bereitet das Pigment. Die feinen Pigmentteilchen bilden Klumpen (Agglomerate), die sich kaum zu den gewünschten Aggregaten auseinanderrühren lassen (Bild 1). In einem Gramm Pigment können Haftkräfte von bis zu 1 t wirken. Diese Kraft kann von Hand nicht aufgebracht werden.

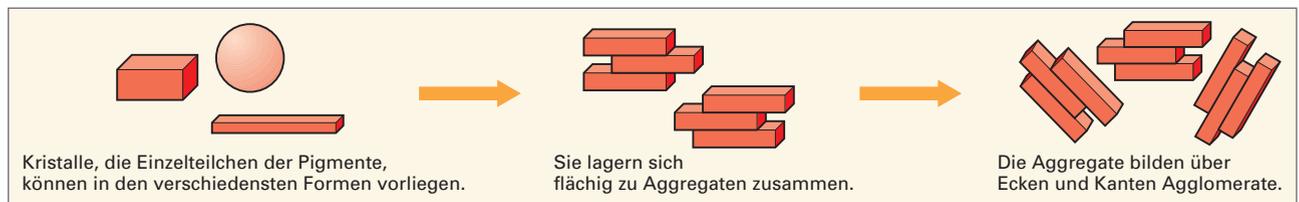


Bild 1: Teilchenarten der Pigmente



Bild 2: Dissolver

Zusätzlich lässt sich das Pigment nur schwer durch das Bindemittel benetzen. So ist zum Beispiel die Benetzung von Ruß mit Wasser durch Einrühren von Hand nicht zu erreichen.

Mit einem schnellen Rührwerk, dem Dissolver, werden zuerst die Pigmente in einem Teil des Bindemittels mit bis zu 9000 Umdrehungen pro Minute eingerührt (Bild 2).

Im Anschluss wird der Mischansatz abgerieben. Die Reibung zerlegt die Agglomerate in gewünschte Aggregate und benetzt das Pigment mit dem Bindemittel. Den Vorgang des Abreibens nennt man auch dispergieren. Früher wurden dafür offene Dreiwalzen verwendet, in Lackfabriken verdunsteten dabei sehr viele Lösemittel und schädeten Gesundheit und Umwelt. Heute sind vorwiegend geschlossene und fortlaufend arbeitende Sand- und Perlmühlen im Einsatz. Der Lackansatz wird durch bewegten Sand gedrückt (Bild 3). Das Ende des notwendigen Dispergiervorgangs lässt sich über die Messung der geforderten Kornfeinheit erkennen.

Nach dem Abreiben werden alle anderen Stoffe nach Rezept dazugemischt. Im Anschluss muss die Viskosität eingestellt werden. Vor der Freigabe, der Genehmigung zur Produktion des Lackes, müssen alle geforderten Eigenschaften in Ordnung sein. Dann wird der Lack abgefüllt und ausgeliefert.

Jede neue Produktionsmenge wird vor der Auslieferung geprüft und davon ein Rückmuster fünf Jahre aufbewahrt. Im Falle einer Reklamation kann schnell herausgefunden werden, ob die Fehlerursache das Material oder der Verarbeiter war.

Der gesamte Ablauf ist nochmals in der Bild 4 dargestellt.

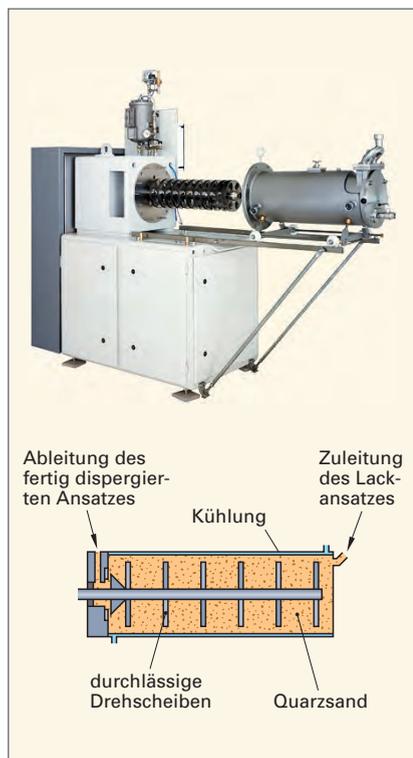


Bild 3: Perlmühle, Aussehen und Funktionsprinzip

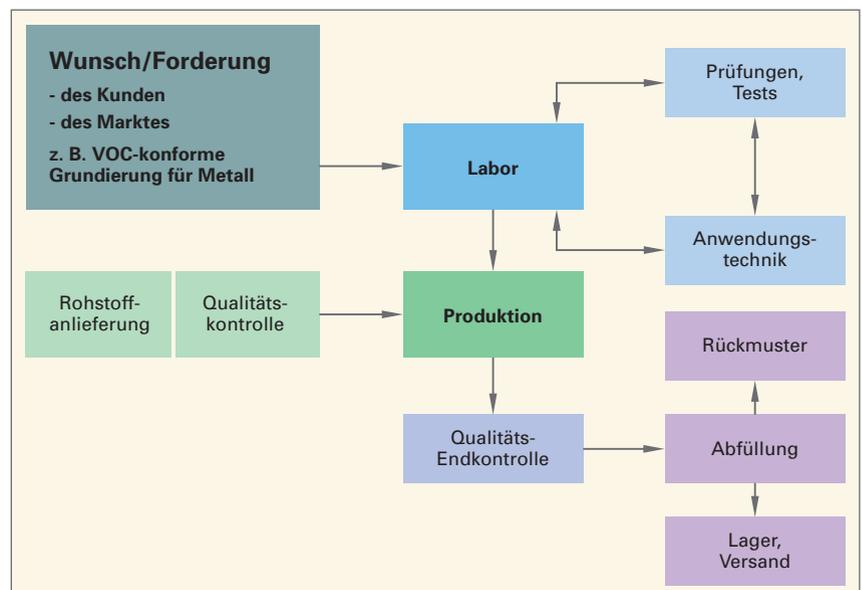


Bild 4: Ablaufschema der Lackherstellung

6.3 Einteilung der Beschichtungsstoffe

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die vielen Beschichtungsstoffe zu sortieren und in Gruppen einzuteilen, z. B. nach Farbton, Einsatzgebiet oder Trocknung.

Die Einteilung der Beschichtungsstoffe nach dem Bindemittel ist sinnvoll, da die Eigenschaften der Beschichtungsstoffe weitgehend vom Bindemittel abhängen (Tabelle 1).

Gruppe	Bindemittel		Einsatz in Beschichtungsstoffen	Chemische Zugehörigkeit
Mineralische Bindemittel	<ul style="list-style-type: none"> • Kalk • Weißzement • Wasserglas • Siliconharz 		<ul style="list-style-type: none"> • Kalkfarbe • Zementfarbe • Silikatfarbe • Dispersionssilikatfarbe • Siliconharzfarbe 	<p>Anorganisch</p> <p>(Siliconharz ist teils anorganisch, teils organisch).</p>
Dispersionen	<ul style="list-style-type: none"> • Polyvinylacetat • Polyvinylpropionat • Styrol-Butadien • Acrylate 		<ul style="list-style-type: none"> • Dispersionsfarben und „Wasserlacke“ 	Organisch
Leime	<ul style="list-style-type: none"> • Tierische Leime • Pflanzliche Leime • Kasein 		<ul style="list-style-type: none"> • Leimfarbe, Kleister • Malfarben 	
Öle	<ul style="list-style-type: none"> • Leinöl • Holzöl 		<ul style="list-style-type: none"> • Ölfarben 	
Harzartige Bindemittel	Naturharze	<ul style="list-style-type: none"> • Bernstein • Kopal • Dammar • Balsamharz • Kolophonium • Schellack 	<ul style="list-style-type: none"> • Naturharzfarben 	
	Veredelte Naturprodukte	<ul style="list-style-type: none"> • Zellulosenitrat • Asphalt/Bitumen • Chlorkautschuk 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrolack • Asphalt- u. Bitumenlack • Chlorkautschuklack 	
	Kunsthharze	<ul style="list-style-type: none"> • Polymerisatharze • Siliconharz • Alkydharz • Acrylharz • Epoxidharz • Polyurethanharz • Ungesättigter Polyester • Harnstoff-Melamin-Phenolharz 	<ul style="list-style-type: none"> • Polymerisatharzlack • Vinylharzlack • Siliconharzlack • Alkydharzlack • Acryllack • Epoxidharzlack • Polyurethanharzlack • Polyesterlack • Säurehärtender Lack 	

Tabelle 1: Die Gruppen der Bindemittel

In Kapitel 6.5 werden die Bindemittel nach ihrem Einsatz in Beschichtungsstoffen behandelt.

Kunsthharzlack

Die Bezeichnung „Kunsthharzlack“ sollte von Fachleuten nicht mehr verwendet werden. Anfangs gab es nur Alkydharz als Kunsthharz. In dieser Zeit wurde der Begriff für Alkydharzlacke geprägt. Da heute verschiedene Kunsthharze eingesetzt werden, ist die Bezeichnung Kunsthharzlack zu allgemein.

Lack, Lasur, Imprägnierung

Beschichtungsstoffe lassen sich durch Bindemittelart und Rezeptur so herstellen, dass sie einen Film auf dem Untergrund bilden (Lack), nur teilweise einen Film bilden und teilweise in den Untergrund eindringen (Lasur) oder gar keinen Film bilden, indem sie ganz in den Untergrund eindringen (Imprägnierung).

Als Lasur bezeichnet man auch Material, welches den Untergrund nicht vollständig abdeckt, sodass der Untergrund durchscheint.

6.4 Das Bindemittel im Beschichtungsstoff

Verarbeitbarkeit
Abriebfestigkeit
Dehnbarkeit
Korrosionsschutz
Härte
Wetterbeständigkeit
Glanzgrad
Trocknung / Härtung
Chemikalienbeständigkeit
Gesundheits- und Umweltgefährdung
Wasserdampfdurchlässigkeit
Wisch- Wasch- Scheuerbeständigkeit
u. a.

Tabelle 1: Eigenschaften, die einen Einfluss auf die Auswahl des geeigneten Bindemittels haben können.

Das Bindemittel bildet den festen Anstrichfilm. In ihm ist das Pigment eingebettet.

Alle Eigenschaften, außer dem Farbton, sind vom Bindemittel abhängig (Tabelle 1). Der Farbton der Beschichtung kann durch die Eigenfarbe eines Bindemittels beeinflusst werden. Je farbloser das Bindemittel, umso besser.

Von besonderer Bedeutung ist seine Haftung auf dem Untergrund. Ohne Haftung der Beschichtung sind die weiteren Eigenschaften wertlos.

Häufig werden in Beschichtungsstoffen mehrere Bindemittel kombiniert, um die Eigenschaften der Beschichtung zu optimieren.

Die Einteilung der Beschichtungsstoffe in Kap. 6.3 erfolgte nach dem Bindemittel. Die Bindemittel-Gruppen können nochmals zu drei Gruppen zusammengefasst werden. Diese drei Gruppen unterscheiden sich wesentlich und begründen wichtige Eigenschaften von Beschichtungsstoffen (Tabelle 2).

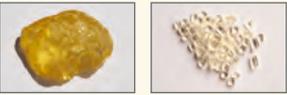
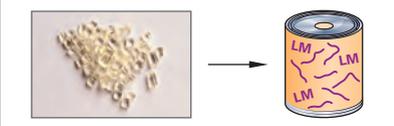
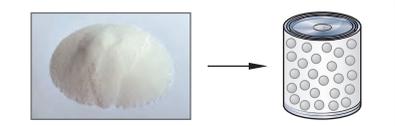
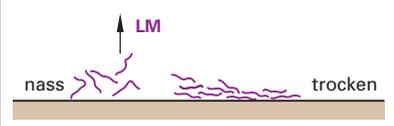
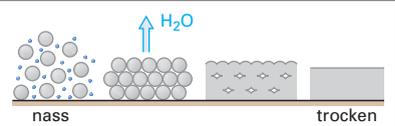
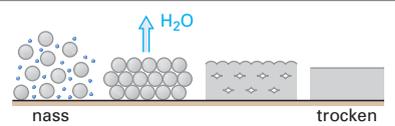
Gelöste Harze und Kunststoffe	Kunststoffe in Dispersionen	Mineralische Bindemittel
Natur-, Kunstharzlacke, Zweikomponentenlacke, Ölfarben	Dispensionsfarben, Kleber, wasserverdünnbare Lacke („Wasserlacke“)	Kalkfarbe, Zementfarbe, Silikatfarbe
 <p>+ Lösemittel</p> <p>Harz/Kunststoff</p> <p>Das Bindemittel, ein Harz oder Kunststoff, wird in Lösemittel gelöst. Die Bindemittelmoleküle schwimmen frei beweglich im Lösemittel.</p> 	 <p>+ Wasser</p> <p>Kunststoff</p> <p>Harze oder Kunststoffe können in Wasser nicht gelöst werden.</p> <p>Das Bindemittel wird als feines Pulver hergestellt. Wird dieses Pulver in Wasser gegeben, so schwimmen die Kunststoffkügelchen ungelöst im Wasser. Ein Gemisch von festen Teilchen ungelöst in einer Flüssigkeit nennt man Suspension. Der Überbegriff lautet:</p> <p>Dispersion.</p> 	 <p>Gesteine (Mineralien) werden umgewandelt, sodass sie als Beschichtungsstoff verarbeitet werden können.</p> <p>Beispiel Zement: Kalk, Ton und Quarzsand werden bei 1400 °C geschmolzen.</p>
<p>Nach der Verarbeitung trocknet die Beschichtung durch das Verdunsten des Lösemittels =</p> <p>physikalische Trocknung</p> 	<p>Nach der Verarbeitung verdunstet das Wasser und die etwas weichen Kunststoffkügelchen verschmelzen zum dichten Film. Diesen Trocknungsverlauf nennt man</p> <p>kalter Fluss.</p> 	<p>Nach der Verarbeitung entsteht wieder der harte, wasserunlösliche Stein.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kalkfarbe wird zu Kalkstein. • Silikatfarbe wird zu Kieselstein. • Zementrohstoffe werden zu Zement, einem neuen „Gestein“. <p>Besonderheiten: Siliconharzfarbe, Dispersionssilikatfarbe</p>
<p>Besonderheiten: Zweikomponentenlack, Öle</p> <p>Die Moleküle verbinden sich zusätzlich zu einem Großmolekül. Dies erfolgt durch einen weiteren Stoff (Sauerstoff, Härter)</p> <p>= chemische Trocknung/Härtung</p>	<p>Nach der Verarbeitung verdunstet das Wasser und die etwas weichen Kunststoffkügelchen verschmelzen zum dichten Film. Diesen Trocknungsverlauf nennt man</p> <p>kalter Fluss.</p> 	<p>Organische Anteile und Dispersionen beeinflussen die mineralischen Eigenschaften dieser Farben.</p>
Lacke und Dispersionen sind von großer Bedeutung für Fahrzeuglackierer.		Anstrichstoffe mit mineralischen Bindemitteln sind nur für Maler und Lackierer von Bedeutung.

Tabelle 2: Einteilung der Bindemittel

10.6 Decklackieren

Der Decklack bildet die oberste Schicht des Lackiersystems (top coat). Er wird auf den geschliffenen oder den abgelüfteten Füller (Nass-in-nass-Verfahren) aufgebracht.

Man unterscheidet bei der Reparaturlackierung die folgenden Decklackierungen:

Einschicht-Decklackierung

Darunter versteht man einen Decklack, der nur aus einer Schicht besteht (Bild 1). Diese Schicht dient sowohl der Farbgebung als auch dem Schutz.

Dieser Lackaufbau wird heute nur noch bei Uni-Lacken eingesetzt. Die Schicht enthält die farbgebenden Komponenten und schützt gleichzeitig die darunterliegenden Schichten durch seine hohe mechanische und chemische Beständigkeit.

Metalliclacke als Einschicht-Decklacke haben sich als nicht widerstandsfähig genug erwiesen und werden deshalb nicht mehr eingesetzt. Sie sind aufgrund des hohen Anteils an Aluminium-Blättchen sehr schnell verwittert. Mit weniger Aluminium-Blättchen ist der Metalleffekt geringer.

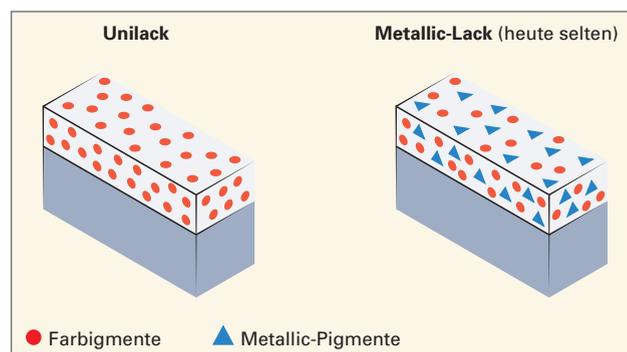


Bild 1: Einschicht-Decklackierung

Zweischicht-Decklackierung

Darunter versteht man einen Decklack, der aus zwei Schichten besteht, dem Basislack und dem Klarlack (Bild 2). Er hat folgenden Aufbau:

- **Einkomponenten-Basislack.** Dies ist ein physikalisch trocknender Einkomponentenlack, d. h. er trocknet durch die Verdunstung des Lösemittels. Er enthält die farbgebende Komponente (Uni Zweischicht-Decklack). Bei Metallic- und Perleffekt-Lackierungen sind zusätzlich noch die Effektpigmente in Form kleiner Metall- oder Glimmerplättchen eingelagert. Der Basislack wird stark verdünnt verarbeitet. Während des Ablüftens verdunstet ein Teil des Lösemittels. Die noch weiche Oberfläche erscheint anschließend matt. Da der Basislack nicht witterungsbeständig ist, muss er durch eine zweite Lackschicht, den Klarlack, geschützt werden.
- **Klarlack.** Es ist ein unpigmentierter Zweikomponenten Acryl-PUR-Lack, der den darunterliegenden Basislack durch seine hohe mechanische und chemische Beständigkeit schützt. Dies gilt besonders für die kratzfesten Lacke. Gleichzeitig verleiht er der Lackierung hohen Glanz. Er wird nach einer Ablüftzeit von ca. 20 min nass-in-nass auf den Basislack aufgespritzt.

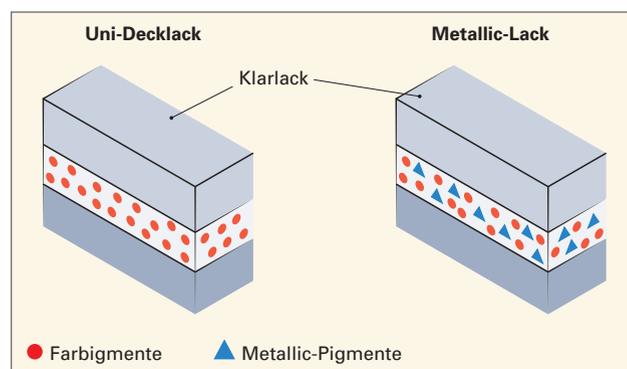


Bild 2: Zweischicht-Decklackierung

Metalliclackierungen werden heute immer als Zweischicht-Decklackierung ausgeführt. Wegen des höheren Glanzes und der besseren Beständigkeit gegen chemische und mechanische Einflüsse werden aber auch zunehmend Unilacke mit der Zweischicht-Decklackierung lackiert.

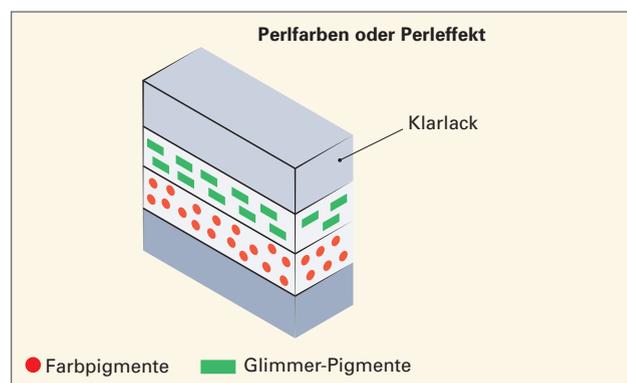


Bild 3: Mehrschicht-Decklackierung

Mehrschicht-Decklackierung

Manche Lackierungen, wie z. B. Perleffekt-Lackierungen, benötigen noch zusätzliche Lackschichten (Bild 3). So wird unter dem Klarlack eine Schicht mit den effektgebenden Pigmenten und eine weitere Schicht mit farbgebenden Pigmenten aufgetragen, damit der Perleffekt besser zur Erscheinung kommt.

Mit eingefärbtem Klarlack, der anschließend noch mit normalem Klarlack überlackiert wird, lassen sich Lackierungen mit besonderer Farbbrilliance herstellen.

10.7 Vorbereitung des Lackmaterials

Für eine perfekte Lackierung ist eine sorgfältige Vorbereitung des Lackmaterials wichtig. Dabei wird nach folgenden Arbeitsschritten vorgegangen:

1. **Lackfarbton** ermitteln
2. Benötigte **Lackmenge** feststellen
3. **Mischen und Abtönen** des Decklacks
4. **Farbtonvergleich** durchführen
5. **Farbabweichung** evtl. **korrigieren**
6. **Einstellen** des **Decklacks**

Je nach Lackierung (Uni, Metallic oder Mehrschichteffektlackierung) können die Arbeitsgänge variieren.

10.7.1 Lackfarbton ermitteln

Bei der Fahrzeiglackierung sind bis heute mehrere zehntausend verschiedene Farbtöne bekannt. Bevor eine farbtoneidentische Reparaturlackierung erfolgen kann, muss deshalb der Farbton der Altlackierung ermittelt werden. Der Farbtonvergleich für die Farbtonidentifizierung ist in unmittelbarer Nähe der Reparaturstelle durchzuführen. Dazu muss dieser Bereich sorgfältig gereinigt und evtl. poliert werden. Besonders bei Effektfarbtönen muss der Vergleich unter verschiedenen Betrachtungswinkeln erfolgen.

Farbtonidentifizierung

Für die Farbtonbestimmung der Fahrzeiglackierung gibt es folgende Möglichkeiten:

- **Farbcode** aus dem Typenschild des Fahrzeuges.
- Vergleich der Lackierung mit **Farbkarten**, **Farbfächer** oder **Farbtafeln**,
- Messen des Farbtons mit **Farbtonanalysegeräten** (Farbspektrometer).

Farbcode (Lacknummer). Die Fahrzeughersteller geben den Farbcode der Fahrzeiglackierung auf dem Typenschild der Karosserie an (Bild 1). Mit diesem Code lässt sich der Farbton des Reparaturlackes aus der Datenbank des Lackherstellers bestimmen. Trotzdem kann es bei gleichem Farbcode zu Farbtonabweichungen kommen. Dafür gibt es folgende Ursachen: Verschiedene Lacklieferanten für die Serienlackierung, verschiedene Produktionsstraßen bei der Serienlackierung, natürliche Alterung des Lackes, Witterungseinflüsse und unterschiedliche Pflegezustände des Lackes.

Die Vielzahl der möglichen Farbabweichungen erfordert eine exakte Beurteilung des Lackfarbtones und eine genaue Anpassung des Farbtones des Reparaturlackes, um Farbtondifferenzen zur Originallackierung zu vermeiden. Farbvarianten lassen sich z. B. mit Farbkarten identifizieren.

Farbkarten, -fächer oder -tafeln (Bild 2). Diese mit Originallacken verglichenen Muster werden mit der Fahrzeiglackierung verglichen. Es gibt Farbkarten für die meisten Farbtöne einschließlich der am häufigsten auftretenden Farbvarianten. Auf ihnen lässt sich der passende Farbcode ablesen und die Mischformeln für den Lack aus der Datenbank des Lackherstellers ermitteln. Nach diesen Daten wird der Reparaturlack gemischt.

Farbtonanalysegerät (Farbspektrometer) (Bild 3). Mit ihm wird die Lackoberfläche mit Hilfe eines oder mehrerer Lichtstrahlen unter verschiedenen Winkeln abgetastet. Dabei wird die spektrale Zusammensetzung des reflektierten Lichtes ermittelt und mithilfe einer Datenbank der Farbcode identifiziert. Diese Geräte sind sehr teuer. Trotzdem kann es besonders bei Effektlackierungen zu Ungenauigkeiten kommen, so dass sie das farbbempfindliche, geschulte Auge des Lackierers nicht ersetzen können.

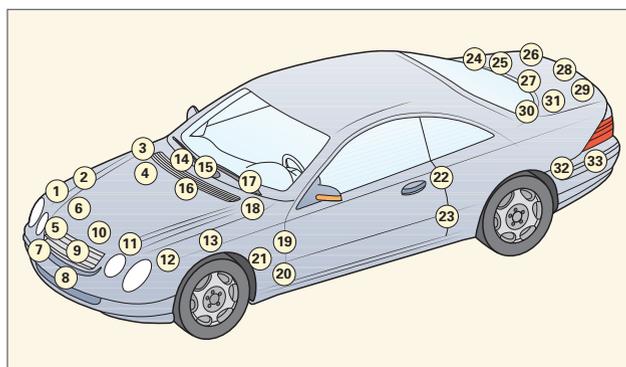


Bild 1: Mögliche Farbcodeangaben am Fahrzeug



Bild 2: Farbtondokumentation mit Farbkarten



Bild 3: Farbtonanalysegerät

Fehler bei der Farbtonermittlung

Unterschiedliche Lichtverhältnisse oder das individuelle Farbsehvermögen des Auges können bei der Farbtonermittlung zu falschen Ergebnissen führen.

- **Einflüsse der Umgebung.** Wird z. B. beim Farbtonvergleich mit der Farbkarte eine weiße Lackierung vor einer roten Backsteinwand verglichen, so wird die Originallackierung in einem anderen Farbton erscheinen, wie vor einer grünen Hecke, da das einfallende Licht verschieden ist. Auch unterschiedliche Lichtverhältnisse, wie z. B. Kunstlicht, grelles Sonnenlicht oder Abendlicht können den Farbeindruck verändern.
- **Farbsehvermögen.** Die Empfindlichkeit des Auges für einzelne Farben ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Bei einer Farbfehlsichtigkeit werden einzelne Farben schlecht oder gar nicht erkannt. Farbfehlsichtigkeit ist erblich und tritt bei Männern weitaus häufiger auf als bei Frauen. Lackierer sollten unbedingt von einem Arzt ihre Farbsehvermögen untersuchen lassen.
- **Beleuchtung** bei der Farbtonmessung. Die Farbtonidentifizierung muss bei tageslichtähnlicher Beleuchtung (OSRAM LF 72 oder PHILIPS TL 96) und bei ausreichender Helligkeit (750 bis 1000 Lux) oder bei bedecktem Himmel im Freien erfolgen, damit keine falschen Farbeindrücke entstehen. Farbliche Einflüsse aus der Umgebung sind auszuschließen. Auch spezielle Handlampen mit tageslichtähnlichem Licht können für den Farbtonvergleich verwendet werden (Bild 1).



Bild 1: Handlampen mit tageslichtähnlichem Licht

10.7.2 Benötigte Lackmenge ermitteln

Bei der Reparaturlackierung werden die Lacke vorwiegend gespritzt. Die dabei benötigte Lackmenge hängt von folgenden Größen ab:

- Größe der zu lackierenden Fläche
- Schichtdicke des Trockenfilms
- Spritzverluste (Overspray)
- Auftragwirkungsgrad der Spritzverfahrens
- Theoretische Ergiebigkeit des Lackes

Fläche. Die Größe der zu lackierenden Fläche hängt vom Umfang der Reparaturlackierung ab. Sie wird überschlägig ermittelt.

Schichtdicke. Damit eine Lackschicht ihre Funktion erfüllen kann, ist die Einhaltung einer bestimmten Schichtdicke notwendig. Sie hängt vom zu verarbeitenden Lack ab. Die Lackhersteller geben in ihren technischen Merkblättern an, welche Schichtdicke bei den vorgegebenen Verarbeitungswerten (Anzahl der Spritzgänge, Düsendurchmesser und Spritzviskosität) für den Trockenfilm anzustreben ist. Durch die handwerkliche Verarbeitung der Lacke können sich dabei große Abweichungen ergeben (Bild 2).

Um ein Gefühl für die aufgebrauchte Schichtdicke zu erhalten, wird empfohlen, nach der Lackierung gelegentlich die Schichtdicke des Trockenfilms mit einem Schichtdickenmessgerät zu messen. So kann der Lackierer seine Arbeitsweise kontrollieren und gegebenenfalls zukünftig korrigieren.

Spritzverluste (Overspray). Darunter versteht man den Anteil der gespritzten Lackmenge in Prozent, die am Objekt vorbei gespritzt wird (Bild 3). Er entsteht u.a. durch die vom Objekt zurückprallende Luft, die die Lackteilchen ablenkt. Sie hängen unmittelbar mit dem Auftragwirkungsgrad zusammen.

Auftragwirkungsgrad. Ein Teil der Lacktröpfchen wird vom Luftstrom erfasst und in die Filter gesaugt. Dadurch erreichen sie das Objekt nicht und der Auftragwirkungsgrad verringert sich. Er hängt sowohl vom Spritzverfahren als auch von der Form und Größe des zu lackierenden Objekts ab. Je mehr Ecken und Kanten es im Verhältnis zur Fläche gibt, umso kleiner ist der Auftragwirkungsgrad.



Bild 2: Schichtdickenmessung



Bild 3: Overspray

Beim Hochdruckspritzen (z. B. 5 bar Spritzdruck) werden durch die zurückprallende Luft bis zu 70 % des Lackes am Objekt vorbei gesprüht. Das heißt nur 30 % treffen auf die Oberfläche. Bei Niederdruckpistolen (HVLP) oder nebelreduzierten Pistolen (RP) liegt dieser Wert bei über 65 %.

Theoretische Ergiebigkeit. Sie kann aus den technischen Merkblättern der Lackhersteller abgelesen werden. Sie gibt an wie viel Fläche sich bei einer vorgesehenen Trockenschichtdicke mit einem Liter Lack beschichten lässt. Damit wird berücksichtigt, dass Anteile des Lackes bei der Verarbeitung und beim Trocknen verdunsten.

Berechnung der Lackmenge

Nachdem die Größe der zu lackierenden Fläche überschlägig ermittelt wurde, kann mit Hilfe der theoretischen Ergiebigkeit und dem Auftragwirkungsgrad die benötigte Lackmenge näherungsweise ermittelt werden.

Beispiel: Zu lackierende Fläche: 1 m². Theoretische Ergiebigkeit (z. B. EP-Grundierfüller): 5,6 m²/Liter bei einer vorgegebenen Schichtdicke von 75 µm. Da das Nachmischen von Lacken sehr zeitaufwendig ist, wird man die ermittelte Lackmenge großzügig aufrunden. Auftragwirkungsgrad (HVLP): 70 %

$$\text{Lackmenge} = \frac{\text{zu lackierende Fläche}}{\text{Theoretische Ergiebigkeit} \times \text{Auftragswirkungsgrad}}$$

$$\text{Lackmenge} = \frac{1 \text{ m}^2}{5,6 \frac{\text{m}^2}{\text{l}} \times 0,7} = 0,255 \text{ l}$$

10.7.3 Mischen und Abtönen des Decklacks

Nachdem der Farbton identifiziert wurde und feststeht, um welche Farbtonvariante es sich handelt, muss der Lack beschafft werden. Aktuelle Farbtöne werden meist fertig gemischt angeboten (Ready-Mix). Die kleinste Gebindegröße beträgt 1 Liter, sodass vor allem bei kleinen Reparaturen viel Lack übrig bleibt. Für viele Farbtöne werden keine fertig ausgemischten Lacke angeboten. Deshalb werden die Reparaturlacke meist vor Ort mit einer Farbmischanlage selbst gemischt und abgetönt. Dazu werden die Grundfarben mit Abtönfarben gemischt.

- **Grundfarben.** Bei der Unilackierung wird als Grundfarbe (Ausgangsfarbe) Weiß, bei der Metalllackierung Metallic-Silber verwendet. Durch unterschiedliche Größen der Metallpigmente im Silber lässt sich ein sehr feiner bis grober Metallic-Effekt erzeugen.
- **Abtönfarben** (Mischlacke). Die Grundfarben werden mit verschiedenen hochpigmentierten Abtönfarben gemischt. Je nach Lackhersteller ist zur Darstellung eines Farbtons eine unterschiedliche Anzahl an Abtönfarben nötig. Die subtraktive Farbmischung erfordert unterschiedliche Pigmentierungen für einen Farbton, um möglichst viele Farbnuancen darstellen zu können. Farbmischanlagen erleichtern das Mischen und Abtönen der Lacke. Damit bei Metalllackierungen der Effekt (Flop) nicht verdeckt wird, dürfen nur lasierende Abtönfarben verwendet werden.

Farbmischanlagen

Damit lassen sich alle Farben nach bestimmten Farbformeln aus den Grundfarben und Abtönfarben zusammensetzen. Farbmischanlagen (Bild 1) bestehen aus folgenden Komponenten:

- **Rührvorrichtung.** Vor dem Anmischen der Lacke müssen die hochpigmentierten Abtönfarben in den einzelnen Farbdosen gut verrührt werden, da sich die Pigmente absetzen und die Lackbestandteile sich entmischen können. Darum werden die Dosendeckel durch Rühraufsätze ersetzt und in speziellen Regalen gelagert. Über einen gemeinsamen Antrieb werden alle Farbdosen gleichzeitig mehrmals täglich, besonders aber vor dem Mischvorgang mehrere Minuten durchgerührt. Mikropigmentierte Lacke kommen ohne Rührvorrichtung aus, da sich die Pigmente auch nach längerer Lagerung nicht absetzen.
- **Datenbank mit den Mischformeln.** Um den genauen Farbton zu erhalten, müssen dem weißen bzw. silbernen Grundlack die verschiedenen Abtönfarben grammgenau zugemischt werden. Die genauen Mengen der einzelnen Komponenten werden den Datenbanken der Lackhersteller entnommen. Damit es nicht zu Farbtonabweichungen kommt, darf die Mindestmenge, die ausgemischt werden soll, nicht unterschritten werden.
- **Computerwaage.** Zum Mischen werden die einzelnen Dosen mit den Abtönfarben aus dem Regal entnommen und auf der Computerwaage in einen Behälter gemessen. Wird aus Versehen von einer Farbe eine zu große Menge dazugegeben, so kann über ein Korrekturprogramm die Mischformel neu berechnet werden.



Bild 1: Farbmischanlage

17.2.2 Kombinationstechniken

Es werden meist Lacke, aber auch andere Werkstoffe in – oder übereinander kombiniert. Das Aussehen der Oberfläche lässt sich nur begrenzt steuern, der Effekt entsteht im Moment der Ausführung und ist kaum korrigierbar.

Verlauftechnik

Geichmäßiger Verlauf. Ein gleichmäßiger Übergang zwischen zwei Farbtönen lässt sich nur über das Spritzverfahren erreichen. Die handwerkliche Ausführung der Übergangszone, in der sich zwei Farben einander annähern, verlangt viel Fingerspitzengefühl im Umgang mit der Spritzpistole.

Ungleichmäßiger Verlauf. Farbverläufe ergeben sich auch ungewollt, wenn Lacke ineinander laufen und sich vermischen. Auf die gefüllte Fläche werden verschiedene Lacke aufgegossen. Durch die gesteuerte Bewegung der Platte entstehen eher zufällig Muster und optisch reizvolle Übergangszonen zwischen den unterschiedlichen Farben (**Bild 1**).

Diese Technik ist sehr materialaufwendig, da der Lack die ganze Fläche bedecken muss, und dabei zwangsläufig auch über Kanten abläuft.

Vor der Ausführung auf großen Flächen sind Versuche zur geeigneten Viskosität der Lacke nötig.

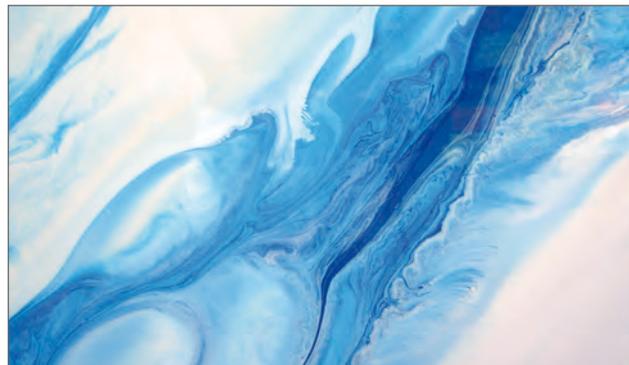


Bild 1: Verlauftechnik

Lack-in-Lack-Techniken

Bei Verträglichkeit der Lacke. Gleiche Lacke in verschiedenen Farbtönen lassen sich durch Spritzen (Verlauftechnik), aber auch Tropfen, Sprengeln, Verwischen so miteinander kombinieren, dass je nach Viskosität der Lacke Verläufe oder auch grobe Abgrenzungen zwischen den Farben entstehen (**Bild 3**).

Reizvolle Adern entstehen, wenn mit Druckluft die Lacke ineinander geblasen werden.

Bei Unverträglichkeit der Lacke. Wasser und Lack vertragen sich nicht besonders gut, wenn beide Materialien beim Lackieren zusammentreffen. Nach dem Auftrag, z. B. mit dem Pinsel, entmischen sich beide Materialien zu interessanten Effekten. Dies fordert zu kreativen Experimenten geradezu heraus (**Bild 2**).

Durch Streichen ergeben sich andere Übergangszonen als durch Spritzen.

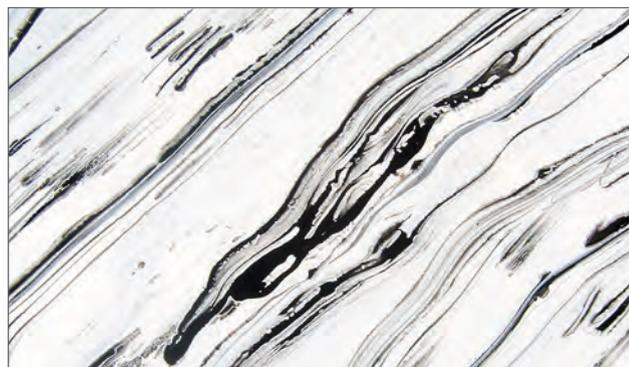


Bild 2: Lack-in-Lack-Technik (Wasserbasis + Lösemittelbasis)

Verblasetechnik

Auf vorbereiteten Untergrund in ausreichender Menge aufgetragene Lacke oder Lasuren lassen sich mit Druckluft zu interessanten Formen und Farbübergängen gezielt verblasen (**Bild 3 und 4**).

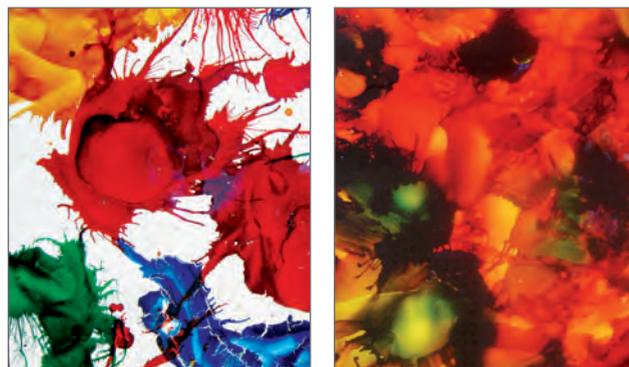


Bild 3 und 4: Lack-in-Lack-Verblasetechnik

Spinnwebtechnik

Jeder Fahrzeuglackierer kennt das Spritzbild bei zu hochviskosem Lack. Der Lack „rotzt“, es entsteht ein dünner ungleichmäßiger Faden. Dies macht man sich bei dieser Technik zu Nutze.

Zuerst ist die Fläche mit einem 2K-Lack im Grundton zu lackieren. Über die geeignete Materialeinstellung und Düsen- und Druckwahl entscheiden Spritzversuche, bis das Spritzergebnis den Vorstellungen entspricht.

Dann wird der Spritzfaden gestaltend über die lackierte Fläche gezogen (**Bild 5**).

Um eine glatte Fläche zu erhalten muss unter Umständen mehrmals mit Klarlack beschichtet werden.



Bild 5: Spinnwebtechnik