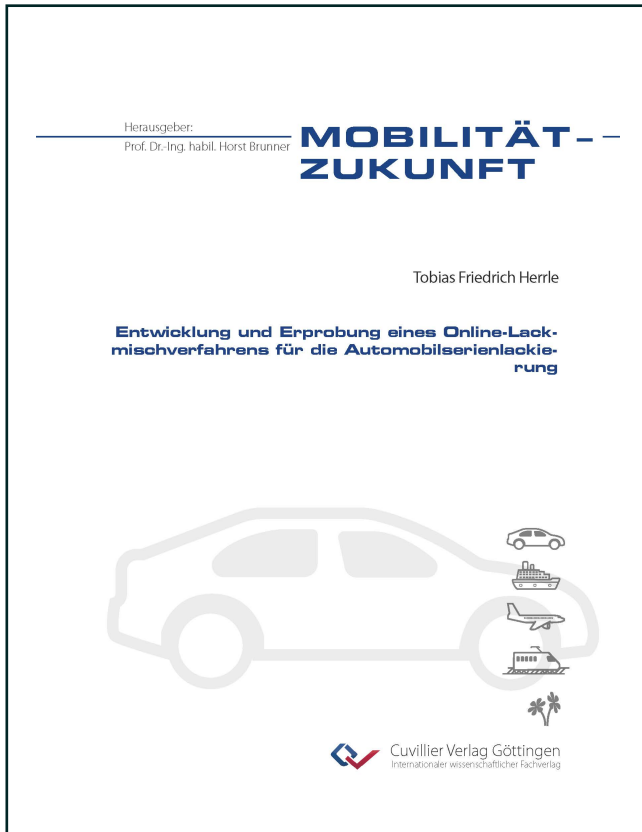




Tobias Friedrich Herrle (Autor)  
**Entwicklung und Erprobung eines Online-  
Lackmischverfahrens für die  
Automobilserienlackierung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8863>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# 1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

In der Fahrzeugserienlackierung ist es Stand der Technik, dass alle benötigten Lacke verarbeitungsfähig vom Lackhersteller in Großgebinden angeliefert, in einem oder mehreren zentralen Farbmischräumen in Kesseln bevorratet werden und über Ringleitungen an die Abnahmestellen gelangen. Damit verbunden ist für jeden Farbton ein eigener Logistikaufwand, eine hohe Anzahl von Farbversorgungssystemen und eine begrenzte Flexibilität. Die Kundenanforderungen zielen jedoch hinsichtlich der Farbgebung auf höhere Individualisierung und damit hinsichtlich der Farbversorgung auf höhere Flexibilität und größeren Variantenreichtum ab.

Hinzu kommt, dass Lacke, welche in Ringleitungen zirkulieren, nur eine begrenzte Zeit verarbeitbar bleiben. Für eine starke Ausdifferenzierung der Farbpalette in zahlreiche individuelle, aber dafür nur in geringen Stückzahlen laufende Nuancen ist das gegenwärtige Farbversorgungssystem somit kontraproduktiv.

Ausgehend von der beschriebenen Situation ist es daher naheliegend, das Farbversorgungssystem radikal umzustellen und nicht mehr jeden einzelnen Farbton vorgemischt zu beziehen, sondern die Elemente der gesamte Farbpalette aus einigen standardisierten Komponenten nach dem Prinzip der subtraktiven Farbmischung erst unmittelbar vor der Applikation zusammensetzen.



Abbildung 1-1 Additive (links) und subtraktive Farbmischung (rechts) [1]

Die Reproduktion von Farbeindrücken ist relativ einfach möglich. Bereits mit drei unabhängigen Basisfarben lassen sich alle möglichen Farbtöne nachbilden. Für die überwiegende Anzahl von Anwendungen ist dies ausreichend [2] [3]. Subtraktiven Farbmischung tritt u. a. auf, wenn der Farbeindruck durch Absorption bestimmt wird. Pigmente oder Farbstoffe verändern dabei die spektrale Zusammensetzung eines eintreffenden Lichtes, indem sie unabhängig voneinander Teile des Lichtes absorbieren. Dies wird durch ein Absorptionsspektrum beschrieben. Die sich ergebende Farbe wird im Fall von Körperfarben als spektraler Reflexionsgrad bezeichnet [4]. Beispiele sind das Vermischen von Pigmenten für die Automobilreparaturlackierung, die Malerei oder der Farbdruck [3].

Die vorhandenen Farbversorgungssysteme könnten für die Komponenten weiterverwendet werden. Der applikationsfertige Lack würde aber erst im Bereich der Lackierkabine aus diesen Komponenten erzeugt und auf kurzem Weg mit geringen Verlustvolumina direkt zu den Applikationseinrichtungen weitergeleitet.

Im Bereich der Reparaturlackierung kennt man derartige Systeme bereits; diese sind jedoch für einen diskontinuierlichen Betrieb ausgelegt, d.h. es werden aus Einzelkomponenten Kleingebinde des fertigen Lackes erzeugt, ggf. zwischengelagert und dann der Applikation zugeführt. Im Bereich der Serienlackierung ist demgegenüber ein kontinuierlicher Betrieb vorzusehen. Damit muss die Dosierung der Einzelkomponenten nicht nur volumengenau sondern auch zeitgenau stattfinden, das heißt, die Zuführungsgeschwindigkeit der Einzelkomponenten muss exakt und reproduzierbar über ein sehr weit gespreiztes Mischungsverhältnis gesteuert werden, die Mischung der Komponenten muss auf kleinem Raum kontinuierlich erfolgen und zu einer vollständigen Homogenisierung bis zum Austritt aus der Mischkammer führen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein neuartiges Farbversorgungskonzept mittels einer Online-Lackmischtechnologie zu erarbeiten, die ersten konstruktiven Lösungen zu überprüfen, weiterzuentwickeln und die Anlage für den praktischen Einsatz in der Automobilserienlackierung vorzubereiten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der experimentellen Untersuchung und computergestützten Bestimmung der Mischkammergeometrie des Vielfarbenmischkopfes sowie der experimentellen Ermittlung der Mischungsgüte anhand Farbmessung. Abschließend wird beschrieben, wie die neuartige Vielfarbenmischtechnologie in die Automobilserienlackierung integriert und die Serientauglichkeit erbracht wurde. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2 Einleitung und Stand der Technik

### 2.1 Aufbau und Aufgaben einer Automobillackierung nach 5a Prozess

Zwei aus ökonomischer Sicht bedeutende Eigenschaften erhält das Automobil erst mit seiner Lackierung. Zum einen ist der Schutz der Karosserie vor Korrosion und anderen Einflüssen, wie z.B. Steinschlag, ausschlaggebend für die Gebrauchsdauer des Fahrzeugs. Zum anderen prägen Farbe und Glanz das Erscheinungsbild der Lackierung und damit auch entscheidend die Akzeptanz beim Konsumenten. Die Anforderungen an die Qualität von Automobillackierungen sind heutzutage hoch und vielschichtig und dadurch auch mit modernsten Technologien nicht von einer einzigen Lackschicht erfüllbar. Daher setzt sich die Lackierung eines Fahrzeugs aus mehreren Schichten zusammen (siehe Abbildung 2-1) [5] [6] [7]. Neben der bei der Vorbehandlung entstehenden Schicht, die häufig nicht als eigenständige Schicht bewertet wird, besteht eine Automobillackierung aus Grundierung, Füller, Basislack- und Klarlackschicht.

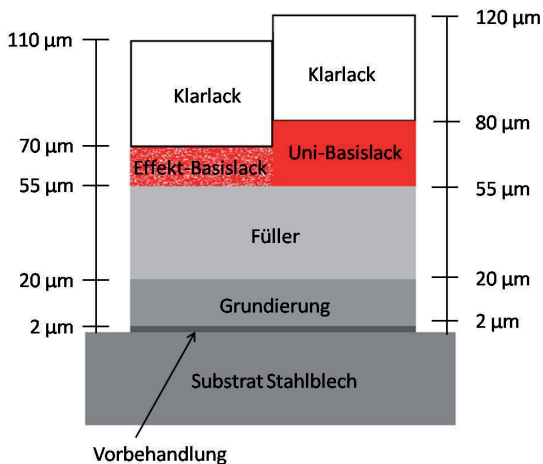


Abbildung 2-1 Aufbau einer Automobillackierung

Wie in der Abbildung dargestellt, erfährt die Karosserie zunächst eine Vorbehandlung. Diese unterstützt durch sorgfältige Anpassung an das Substrat und die nachfolgende Grundierung optimal den Korrosionsschutz und die mechanisch-technologischen Eigenschaften und gewährleistet die Haftung der Grundierung [5] [7]. Die Aufgabe der anschließenden Grundierung besteht vor allem im Korrosionsschutz. Daneben sind gute Haftung und Flexibilität sowie für die Applikation des flüssigen Lacks gutes Benetzungsverhalten, gute Verlaufseigenschaften und Kantenabdeckung erwünscht [5]. Die Gesamtschichtdicke von Vorbehandlung und Grundierung beträgt etwa 20 µm.

Die folgende Füllerschicht mit einer Schichtdicke von circa 35 µm dient dazu, eine gleichmäßige Oberflächenstruktur zu erzeugen und somit dem Lack ein „fülliges“ Erscheinungsbild zu verleihen. Auf der anderen Seite wird eine hohe Steinschlagbeständigkeit und gute Schleifbarkeit für die weitere Bearbeitung gefordert. Um die Schichtdicken für die über dem Füller liegenden Lackschichten zu minimieren und somit die Materialkosten zu senken, finden zunehmend farbige Füller Verwendung und das Deckvermögen rückt in den Fokus der Aufmerksamkeit [5] [7] [8] [9]. An die Füllerschicht schließt sich der Decklack mit einer Dicke von etwa 55 µm bis 65 µm an. Dieser besteht gegenwärtig vorwiegend aus zwei getrennt aufgetragenen Schichten, dem Basislack und dem Klarlack. Der aus zwei Schichten bestehende Decklack lässt, im Gegensatz zur ursprünglich nur einfach vorhandenen Schicht, Metalleffekte brillanter erscheinen und das neu erreichte Qualitätsniveau führte schließlich dazu, dass heutzutage auch Uni-Farbtöne zweischichtig lackiert werden. Der Basislack ist dabei die auf Farbgebung optimierte Schicht, während der Klarlack die Funktion übernimmt, Beständigkeit gegen UV-Einstrahlung, Wiedereinflüsse, Kratzbeständigkeit und Chemikalien zu garantieren, um damit für eine lange Lebensdauer und brillante nicht verblassende Farbe zu sorgen [8].

### 2.2 Prozessschritte in der Automobilserienlackierung nach 5a Prozess

Der Auftrag der mehrschichtigen Lackierung mit ihren zahlreichen geforderten Funktionen erfolgt in einem komplexen, kostenintensiven Prozess aus zahlreichen Einzelschritten. Insgesamt verbraucht die Lackiererei fast drei Viertel der Energie, die bei der Herstellung einer Automobilkarosserie nötig ist, wie Abbildung 2-2 zeigt. Davon entfallen knapp ein Viertel auf die Trocknung und knapp 60 % auf die Lackierkabinentechnik [10].

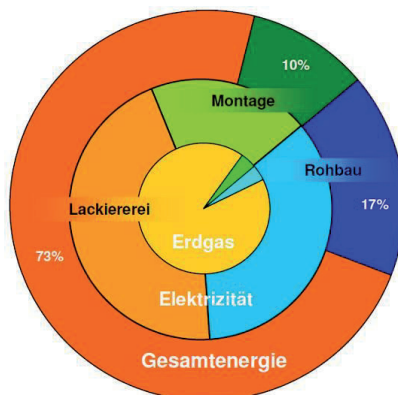


Abbildung 2-2 Verteilung des Energieeinsatzes zur Karosserienproduktion in der Automobilindustrie nach [10]

Dies macht deutlich, dass der Lackierprozess gerade im Hinblick auf Energiesenkung und Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen ein großes Optimierungspotential

besitzt, das auch zum Umweltschutz beitragen kann. Zudem bewirkt ein niedriger Energieverbrauch auch eine Kostensenkung. Außerdem gilt es den gesamten aus vielen Schritten bestehenden Prozess der Lackierung auch hinsichtlich der Qualität der Eigenschaften und Produktivität zu optimieren. Die Applikation des Lacks gestaltet sich in fünf Hauptschritten. Dabei erfolgen nach der Vorbehandlung der Auftrag der Grundierung und deren Einbrand. Anschließend werden in einem dritten Schritt der Unterbodenschutz und die Nahtabdichtung aufgebracht und zusammen mit dem Füller nach dessen Applikation eingebrannt. Eine dritte, energieintensive Trocknung findet schließlich nach dem Auftrag der Decklackschicht statt, die, wie ausgeführt, aus farbigem Basis- und farblosem Klarlack besteht. Abbildung 2-3 zeigt den detaillierten 5a Prozessablauf einer typischen Karossenbeschichtung.

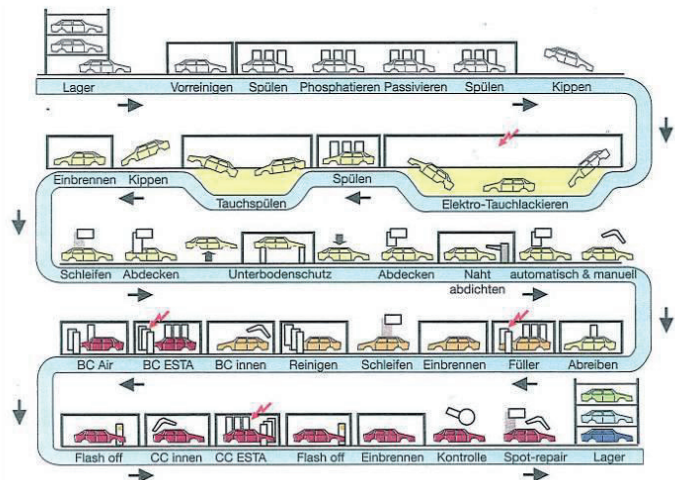


Abbildung 2-3 Typische Prozessschritte einer Lackieranlage in der Automobilindustrie [8]

Die Karossen, die den Rohbau verlassen, durchlaufen wie abgebildet zunächst eine Reinigung, bevor die eigentliche Metallvorbehandlung, die Bildung einer Konversionsschicht, stattfindet [11]. In der Automobilproduktion ist dazu seit langem die Zinkphosphatierung Stand der Technik, die vorzugsweise in kombiniertem Spritz- und Tauchverfahren aufgebracht wird [8] [12]. Das Phosphatierbad setzt sich dabei aus einer wässrigen Lösung von Phosphorsäure, sauren Zinkphosphaten und speziellen Zusatzmitteln zusammen. Die Protonen der Säure beizen das Metall zunächst blank, rauhen es an und aktivieren es so. Damit ermöglichen sie den Niederschlag einer Schutzschicht aus tertiärem Zinkphosphat. Vor dem erneuten Spülen der Karosse kann zusätzlich eine Passivierung, z.B. mit Titanaten, oder eine Trocknung erfolgen [8] [13].

Die gute Haftung der organischen Folgeschichten auf der Phosphatierung beruht dabei auf deren porösen Oberflächenstruktur, sowie deren Aufbau aus Ionengittern, die nebervalente Bindungen mit dem Lack eingehen können [14]. Zusätzlich

bietet die edlere Phosphatschicht Korrosionsschutz, da sie als Barriere für das Metall fungiert.

Neben der klassischen Vorbehandlung gibt es auch neue, umweltschonendere Alternativen wie das Nanokeramikmaterial TechTalis (Firma Henkel KGaA, Düsseldorf) oder auch die Oxsilan-Produkte (Chemetal GmbH, Frankfurt/Main). Deren Vorteile liegen in weniger Prozessschritten und dadurch geringerem Wasser- und Energieverbrauch sowie niedrigeren Taktzeiten. Letztere erhöhen den Durchsatz und damit die Prozesseffizienz. Zusätzlich fallen auch geringere Wartungs- und Betriebskosten an und optimieren somit den komplexen und kostenintensiven Lackierungsprozess [15] [16] [17].

Nach der Vorbehandlung erfolgt als zweiter Schritt der Auftrag der Grundierung. Seit Mitte der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts ist die kathodische Tauchlackierung (KTL) mit zwei Komponenten aus vordispersierter Harzdispersion und separater Pigmentdispersion weltweit Stand der Technik und wurde dabei so kontinuierlich weiterentwickelt, dass kein anderes Verfahren zur Ablösung bisher bereitsteht, auch wenn es sehr hohe Kosten durch den Energieverbrauch mit sich bringt [8] [13] [18] [19]. Die Karossen sind bei diesem Verfahren als Kathode in einem Gleichstromkreis geschaltet [8] [13]. Die Spannung an der Kathode führt durch Elektronenaufnahme zur Reduktion von Wasser zu Wasserstoff und Hydroxylionen. Letztere neutralisieren die an der Kathode ankommenden Ammoniumsalze, die als Bindemittel der Lackdispersion dienen, zu Aminen und Säure. Dadurch entfällt die ionische Stabilisierung und die Dispersionspartikel koagulieren an der Karosse und bilden einen Film. Mit steigender Schichtdicke vergrößert sich der elektrische Widerstand bis die Abscheidung schließlich zum Erliegen kommt. Die entstehenden Schichtdicken betragen zwischen 18  $\mu\text{m}$  und 22  $\mu\text{m}$  [5]. Nach dem Spülen wird die KTL-Beschichtung je nach Zusammensetzung bei Temperaturen von mehr als 175 °C über einen Zeitraum von mehr als 20 min in einem Durchlauftrockner eingebrannt und durch Abschleifen von Unebenheiten befreit [8] [13].

Die Unterbodenschutzbeschichtung stellt den dritten großen Verfahrensschritt im Lackierprozess dar. Die Materialien müssen dafür vor allem gut haften und guten Schutz vor Steinschlag, Chemikalien und Korrosion bieten, aber keine besonderen Anforderungen an Farbton oder Oberflächenglätte erfüllen. Deshalb kommen hier überwiegend PVC-Plastisole, die im Airless-Spritzverfahren appliziert werden, sowie die teureren aber gewichtsparenderen Zweikomponenten-Polyurethane zum Einsatz. Alternativ finden auch Kunststoffabdeckungen Anwendung im Unterbodenschutz. Das anschließende Aufbringen der Nahtabdichtung, bestehend aus hitzehärtbaren Kleb- und Dichtstoffen, geschieht mit Airless-Spritzpistolen und im Flat-Stream-Verfahren, wobei die Applikation mit Hilfe von Robotern üblich ist. Die Verfestigung von Unterbodenschutz und Nahtabdichtung erfolgt dann nach Auftragung der nächsten Lackschicht, des Füllers, im Füllertrockner, um zusätzlichen Energieaufwand zu vermeiden [8] [13]. Als Schutz vor mechanischen Beschädigungen der Unterbodenschutzbeschichtung und der Nahtabdichtung finden auch zusätzlich Geliertrockner Anwendung, die die Karossen vor der Auftragung des Füllers antrocknen.

Vor dem Aufbringen des Füllers auf der Außenseite der Karosse, sowie im Motor- und Kofferraum erfolgt eine sorgfältige Reinigung mit einer mit Emu-Federn ausgestatteten Walze [13]. Zur Minimierung von Qualitätseinbußen und Optimierung des Prozessablaufs durchlaufen die Karossen zur Auftragung des Füllers und der Decklackierung Lackierkabinen, die allerdings aufgrund der Belüftung energieintensiv sind. In Europa überwiegen heute emissionsarme wasserbasierte Füller.

Weltweit beträgt ihr Anteil etwa 20 %, so dass sie noch immer weit hinter den Lösungsmittelbasierten Füllern liegen, die etwa zu 70 % Verwendung finden. Die übrigen 10 % werden von Pulverfüllern eingenommen [5] [9]. Die Applikation erfolgt bei Wasserfüllern überwiegend mit elektrostatischer Außenladung, aber auch zunehmend mit Robotern, die mit Hochrotationsglocken, so genannten Microbells, bestückt sind [13] [20] [21]. Nur die Lackierung der Einstiegsbereiche, Motor- und Kofferräume geschieht ebenso noch pneumatisch per Hand.

Derzeit erfolgt nach der Applikation und einer kurzen Ablüftzone direkt das Einbrennen bei etwa 20 min mit 130 °C – 160 °C. Vor dem abschließenden Aufbringen des Decklacks, durchlaufen die Karossen die Schleif- und unter Umständen eine Korrekturzone, sowie eine erneute Reinigung.

Die finale Decklackschicht besteht heutzutage aus zwei Schichten, dem farbgebenden Basislack und dem farblosen Klarlack. Die steigende Kundennachfrage nach Metalliclackierungen verhalf in den 80er Jahren der Zweischichtlackierung zum Durchbruch, da mit diesem Verfahren die Effektlackierung am besten und beständigsten umzusetzen ist [22] [23]. Das Streben nach einheitlicher Produktionsfahrweise und damit Effizienz der Produktion sorgte dafür, dass die zweischichtige Applikation mit nur einem Einbrennofen, auch bei unifarbene Karossen, im Einsatz ist.

In Europa dominieren, wie beim Füller, die wässrig formulierten und damit emissionsärmeren Basislacke, während sich vor allem in den USA lösungsmittelbasierte High-Solid-Basislacke durchsetzen, die allerdings einen höheren Anteil an flüchtigen organischen Bestandteilen aufweisen [5] [8] [13]. Beim angewendeten Verfahren erfolgt zunächst der Auftrag des Basislacks, der üblicherweise so zusammengesetzt ist, dass er schnell antrocknet, ehe der Klarlack appliziert wird [24]. Das Auftragen des Basislacks erfolgt zunächst an den Innenbereichen der Karosse. Anders als bei Uni-Basislacken, bei denen in der Regel eine Applikation genügt, sind bei Lacken mit Metallic- oder Farbflopeffekten, die einen geringen Festkörpergehalt aufweisen, zwei Auftragungen des Basislacks nötig. Diese geschieht häufig zunächst elektrostatisch mit Hochrotationsglocken, die auch an Robotern montiert sein können, und anschließend pneumatisch. Die, auch automatisch mögliche, pneumatische Lackierung eignet sich vor allem bei der zweiten Auftragung, um eine optimale Ausrichtung der, für den Effekt verantwortlichen, Pigmente zu ermöglichen.

Anders als beim Basislack dominieren beim Klarlack auch in Europa konventionelle, lösungsmittelhaltige Lacke. Nur vereinzelt sind wässrige Lacke oder Pulverklarlacke bereits im Serieneinsatz [8] [13]. Ihre Entwicklung sowie die Forschung im Bereich der Vernetzung von Lack mittels UV-Strahlung sind vielseitig und viel versprechend im Hinblick auf die Reduzierung von Emissionen und einen niedrigeren Energieeinsatz [5] [25] [26] [27] [28] [29] [30]. Entsprechend dem Auftragsverfahren beim Basislack wird auch der flüssige Klarlack zunächst innen aufgetragen, wobei es auch Produktionsstraßen gibt, bei denen auf den Innenauftrag verzichtet wird. Anschließend erfolgt die Außenapplikation des Klarlacks mit Hochrotationsglocken. Diese sind heute zumeist an Maschinen montiert, jedoch finden auch hier Roboter zunehmend Anwendung, die flexibler den Konturen des Fahrzeugs folgen können. Bei der elektrostatischen Basislacklackierung ist neben der Aufladung mit Außenelektroden auch das Kartuschensystem, mit Direktaufladung, verbreitet [7] [21] [31] [32]. Um den Basislack vor Auftrag des Klarlacks anzutrocknen, läuft die Karosse in die Ablüftzone ein und wird bei 50 °C – 80 °C einige Minuten getrocknet. Dies sorgt dafür, den Einfluss des Klarlacks auf Farbgebung und Effekte möglichst gering zu halten [5] [7] [33].



Die heute eingesetzten lösungsmittelbasierten Klarlacke bestehen entweder aus einer oder aus zwei Komponenten, 1K bzw. 2K. Bei 2K-Klarlacken zerstäuben die Hochrotationsglocken mit Direktaufladung den erst kurz vor Applikation zusammengebrachten Lack. Der Klarlack kann aufgrund seines Lösemittelanteils direkt aufgeladen werden. Trotz höherer Kosten setzen ihn Automobilhersteller vor allem in Europa wegen erhöhter Chemikalienbeständigkeit und hervorragendem Erscheinungsbild ein [5] [7] [33].

Nach erneutem Ablüften gelangt die lackierte Karosserie abschließend zum dritten Mal in den Einbrennofen, um beide Decklackschichten bei 130 °C – 150 °C in etwa 15 - 30 min zu vernetzen. Bevor die fertig lackierten Karosserien die Lackiererei verlassen, passieren sie eine Inspektionszone, in der kleinere Lackdefekte sofort ausgebessert werden, und gelangen bei stärkeren Defekten in den so genannten Spot-Repair-Bereich.

### 2.3 Prozessschritte in der Automobilserienlackierung nach integriertem- oder füllerlosen Prozess

Neben dem heute in den meisten Automobilserienlackieranlagen standardisierten 5a Prozess, werden in neuen Lackierereien Wege gesucht um den Energieverbrauch zu reduzieren. Im füllerlosen, oder integrierten Prozess wird versucht die bisher vom Füllerlack erfüllten Funktionen in den Basislack zu integrieren, sodass der Schritt des Füllerauftrages redundant wird [34] [35] [36] [37]. Hierbei wird der Füller zu einer Funktionsschicht die die Eigenschaften des Füller- und Basislackmaterials miteinander verbindet. Sie ist farblich auf das nachfolgende Basislackmaterial abgestimmt, welches nur noch einschichtig auf die nasse Funktionsschicht (auch beim Metallic-Effekt-Material) aufgetragen wird [38]. Abbildung 2-4 zeigt den prinzipiellen Lackaufbau des integrierten Prozesses. Wie zu sehen, ist die Gesamtschichtdicke 10 bis 20 µm geringer (vgl. Abbildung 2-1).

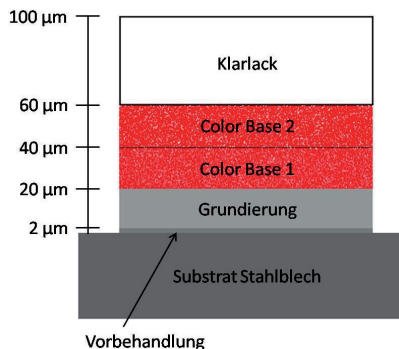


Abbildung 2-4 Lackaufbau nach Integriertem Prozess

Je nach Betrachtungsweise handelt es sich so um eine „füllerlose“ oder „Nass-in-nass-in-nass“-Lackierung. Damit entfällt bei der Füller-/Decklackapplikation eine von drei Spritzkabinen und der komplette Ofenbereich für die Füllertrocknung [35].

Die Abbildung 2-5 zeigt den Standard-Lackierprozess nach 5a, im Vergleich dazu ist in Abbildung 2-6 das Applikationsprinzip des Integrierten - oder füllerlosen Prozesses dargestellt.

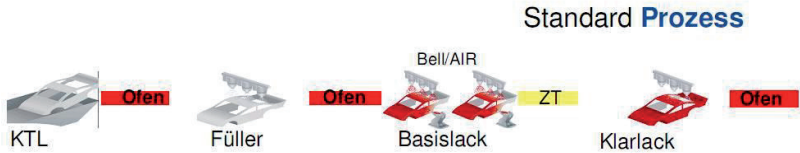


Abbildung 2-5 Standard Prozess nach [36]

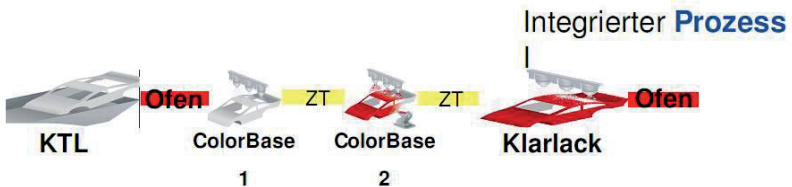


Abbildung 2-6 Integrierter Prozess nach [36]

Neben der Emissionsreduzierung hat dieser Prozess den Vorteil geringerer Anlageninvestitions- und Betriebskosten durch den Entfall einer Lackierzone. Ein Nachteil ist die Tatsache, dass Fehler aus dem Rohbau und aus dem KTL-Prozess, die nach der KTL-Beschichtung nicht behoben werden können, erst nach der Decklackierung bearbeitet werden können [38].

### 2.4 Prozessschritte in der Automobilserienlackierung nach dem Online-Mischfüllerprozess

In den letzten Jahren hat der Füller unter dem Blickwinkel des Deckvermögens der farbgebenden Decklacke eine besondere Aufmerksamkeit erlangt. So ist der Farbton des Füllers für eine gegebene Farbtonpalette der Decklacke von erheblicher Bedeutung für eine Minimierung der Schichtdicken der nachfolgenden Basislacke. Viele Automobilfirmen haben sich für das Konzept der „color keyed primer surfacer“ entschieden. Hierbei werden zwischen 3 und 7 Uni-Füllerfarben in die Spritzkabinen über Ringleitungen geliefert, die dann je nach Basislackfarbton appliziert werden, um höchstmögliche Farbtongleichheit bei möglichst geringer Schichtdicke der Basislacke zu erreichen [7]. Dieses Konzept hat aber den Nachteil, dass für jeden Füllerfarbton eine eigene Ringleitung zur Verfügung gestellt werden muss. Je mehr Füllerfarbtöne appliziert werden, desto genauer kann der Füller auf den nachfolgenden Basislackfarbton angepasst werden. Dadurch kann

die Schichtdicke des Basislacks reduziert, oder in den Öffnungsbereichen der Türen und Klappen vollkommen durch den Füllerfarbton ersetzt werden. Das Vorhalten möglichst vieler Füllerfarbtöne in Ringleitungen erweist sich im Bezug auf Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit als nicht zielführend. In dieser Arbeit wird versucht, die Anzahl der Ringleitungen bei gleichzeitig bestmöglicher Farbtonanpassung des Füllers an den Basislack zu gewährleisten. Hierbei werden im Online-Mischfüllersystem beliebige Farbtöne in einer Mischvorrichtung aus Grundfarbtönen erzeugt. Der wesentliche Vorteil des Verfahrens liegt darin, dass man eine Vielzahl unterschiedlicher Farbmischöne aufbringen kann, dabei aber mit einer wesentlich reduzierten Anzahl an Leitungen und Vorratsbehältern auskommt. Die Ringleitungen enthalten dabei nur Farbmittel in der Grundfarbe und müssen bei einem Farbwechsel nicht aufwendig gereinigt werden [39] [40]. Wie in Abbildung 2-7 zu sehen kann die Basislackschichtdicke um ca. 10 µm auf den Außenflächen reduziert werden. [41] [42] [43]

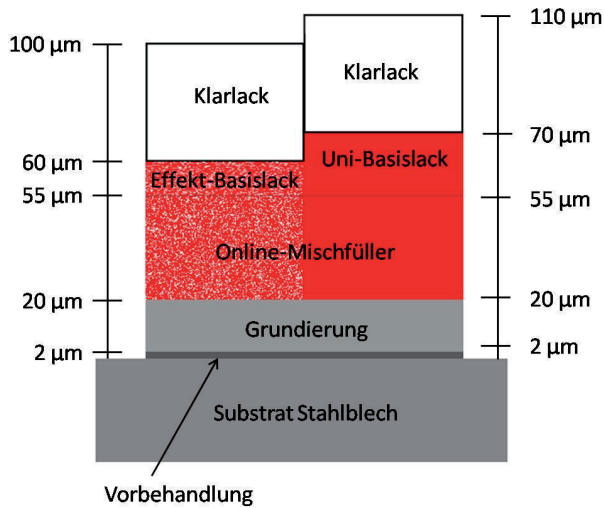


Abbildung 2-7 Lackaufbau nach Online-Mischfüller Prozess