

Technische IFL-Mitteilung

Nr. 11/2025

Die IFL e. V. informiert regelmäßig über aktuelle Entwicklungen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik und Lackierung

Ergänzende Information zur AZT-Lackkalkulation: Kunststoffteile mit Radarsensorik: Relevante Informationen zur fachgerechten Reparaturlackierung

Die Funktionen von zum Teil sicherheitsrelevanten und auf Radartechnologie basierenden Fahrerassistenzsystemen, deren Sensoren in der Regel hinter Kunststoffbauteilen wie Stoßfängerverkleidungen verbaut sind, können durch unsachgemäße Reparaturen-/Reparaturlackierungen erheblich beeinträchtigt werden. Deshalb hat das Allianz Zentrum für Technik (AZT) eine neue technische Zusatzinformation zur Reparaturlackierung von Kunststoffteilen veröffentlicht.

In dieser ergänzenden Information formuliert das AZT konkrete Vorgaben zu Lackaufbau, den Lackmaterialien sowie den Reparaturverfahren. Besondere Beachtung finden hierin die „Radardurchstrahlungsbereiche“, mit den entsprechenden Lackschichtdicken und praxisnahen Hinweisen zur Kalkulation bei Anwendung des AZT-Lacksystems.

Die IFL möchte hervorheben, dass wie auch im nachfolgenden AZT-Dokument beschrieben, die tagessaktuellen und fahrzeugspezifischen Vorgaben der Fahrzeughersteller und Importeure zwingend Beachtung finden müssen (soweit erhältlich).

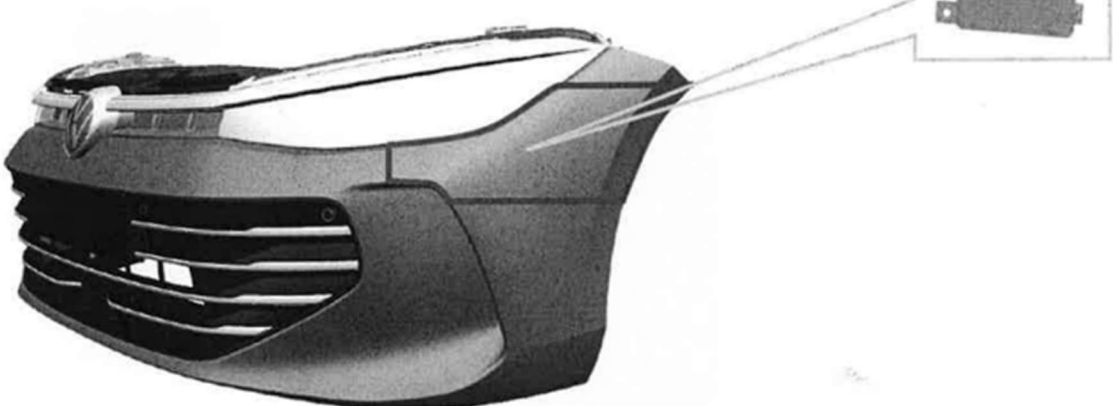
Verfügbare Vorgaben, die sich in der Regel auf Reparatüreinschränkungen in den Radardurchstrahlungsbereichen sowie auf mehr oder weniger genaue Materialschichtstärken beziehen, die in der Regel nicht überschritten werden dürfen, sollten vor Reparaturbeginn bzw. Erstellung von Kalkulationen oder Sachverständigengutachten abgerufen und berücksichtigt werden. Nur so können fachgerechte Reparaturen/Reparaturlackierungen an Kunststoffbauteilen nach den individuellen „Herstellervorgaben“ realisiert werden.

Bei Nichtbeachtung besteht die Gefahr, dass die Funktionen der betreffenden Fahrerassistenzsysteme eingeschränkt sein können oder im schlechtesten Fall funktionsuntüchtig sind. Dies kann zur Gefährdung der Fahrzeuginsassen oder anderer Verkehrsteilnehmer führen. Als Konsequenz könnten rechtliche sowie Regressansprüche die Folge sein.

-2-

Am Beispiel Volkswagen (Passat) möchten wir hier ein Beispiel aufzeigen, welche Vorgaben und/oder Einschränkungen von den Fahrzeugherstellern meist händlerintern kommuniziert werden.

Karosseriemontage
Die Stoßfängerabdeckung vorn



Seite 7 | Erststellungsdatum: 13. März 2024 | Ablageverantwortliche Abteilung: VWD VS-2/22 | KSU-Klasse: 8.1 – 8 Jahre

Für den Passat gelten vorerst folgende Einschränkungen zur Reparatur der Stoßfängerabdeckung vorne, die zwingend einzuhalten sind:

- Reparaturen im Radarsichtbereich der Stoßfängerabdeckung sind nicht zulässig
- der Austausch von Stoßfängerabdeckungen ist ausschließlich durch geprüfte Ersatzteile gemäß Reparaturleitfaden durchzuführen

Bild 1: Auszug aus Volkswagen Weiterqualifizierung 2024/1 für den Spezialist Technik Baustein 4: Zirkeltraining 2-Praxisaufgaben

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFVBDEFF

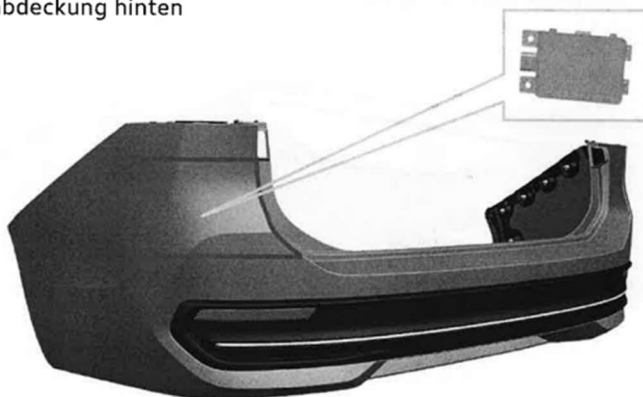
Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Arndt Hürter, Köln
Detlef Peter Grün, Ennepetal
Steven Didssun, Heinsdorfergrund

Geschäftsführung:
Thomas Aukamm

Karosseriemontage

Die Stoßfängerabdeckung hinten



Seite 8 | Erstelldatum: 13. März 2024 | Abteilungsverantwortliche Abteilung: VWV V5-2/22 | KSU-Klasse: 6,1 – 8 Jahre



Auf Grund der neu verbauten Eckradare darf die Durchlässigkeit der Radarstrahlen nicht eingeschränkt werden. Die neuen Radare (Steuergerät für Spurwechselassistent und Radarsensor zur Objekterkennung) sind eine Vorstufe zum autonomen Fahren.

Für das Lackieren im Bereich der Stoßfängerabdeckung vorn gibt es neue Vorgaben im Lackleitfaden. Das Bild ist beispielhaft für die linke vordere Fahrzeugseite. Die Bereiche sind für jedes Bauteil im Leitfaden beschrieben.

Bei der Reparatur ist ein Abschleifen des kompletten Radarsichtbereiches bis auf den Kunststoff erforderlich, damit nicht durch eine zu hohe Schichtstärke des Basislackes mit einem zu hohen Metall- und Farbpartikelanteil die Durchlässigkeit eingeschränkt wird.

Reparatur-Lackierung im Radar-Sichtbereich nur mit weiteren Einschränkungen:

- Keine zweite Schicht Basis-Lack
- Keine Spachtelarbeiten
- Keine vorherige Kunststoffreparatur
- Kein Spotrepair
- Verwendung nur von Lackmaterial mit der Kennzeichnung „radargeeignet“ zulässig
- Rest der Stoßfänger-Abdeckung kann wie bisher uneingeschränkt repariert werden

Auch ein Folieren ist in diesem Bereich nicht zulässig!

Hinweise zur Lackinstandsetzung im Radarsichtbereich! Allgemeine Informationen - Lack; Rep.-Gr.

00; Allgemeine Hinweise; Lackierhinweise der Stoßfängerabdeckung im Bereich Steuergerät

Spurwechselassistent und Fronteckradar; Nanoradar.

Das Bild ist beispielhaft für die linke hintere Fahrzeugseite.

Bild 2: Auszug aus Volkswagen Weiterqualifizierung 2024/1 für den Spezialist Technik Baustein 4: Zirkeltraining 2-Praxisaufgaben

Nutzen Sie die Möglichkeiten, solche wichtigen Informationen über die gängigen Anbieter und Systeme abrufen zu können. Die hier entstehenden Kosten können direkt auftragsbezogen abgerechnet werden.

Ihr IFL-Team

IFL e.V. Friedberg, 2025

Urheberrechtlich geschützt – alle Rechte vorbehalten

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFVBDEFF

Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Arndt Hürter, Köln
Detlef Peter Grün, Ennepetal
Steven Didssun, Heinsdorfergrund

Geschäftsführung:
Thomas Aukamm

Information

AZT Automotive GmbH • Allianz Zentrum für Technik



Ergänzende Information zur AZT-Lackkalkulation: Anwendung der AZT-Lackkalkulation bei Reparaturlackierung von Kunststoffbauteilen

Supplementary Information on AZT Paint Calculation: AZT Paint Calculation Usage for Repair Painting of Plastic Components

Ziel dieser Information ist es, einen umfassenden Überblick über die Reparaturmöglichkeiten von Kunststoffbauteilen zu geben und die korrekte Anwendung der AZT-Lackkalkulation sicherzustellen.

Dieses Dokument ergänzt somit die Systembeschreibung¹ der AZT-Lackkalkulation sowie das Dokument "Lackstufen der AZT-Lackkalkulation in Abhängigkeit des Anlieferungszustands von Kunststoffbauteilen"¹.

The purpose of this information is to provide a comprehensive overview of the repair options for plastic components and to ensure the correct handling of the AZT paint calculation.

This document therefore supplements the system description¹ of the AZT Paint Calculation and the document „AZT Paint Calculation: Paint Stages for Plastic Parts as a Function of the Respective Spare Part's Delivery Condition“².

^{1,2} Kostenfrei abrufbar unter: | Available free of charge at:
www.azt-automotive.com → „Downloads“ → „Lack“

Stand / Status: Juli 2025

AZT Automotive GmbH
Allianz Zentrum für Technik
Münchener Straße 89
85737 Ismaning

© Jede Art der Vervielfältigung ist nur mit schriftlicher Genehmigung des AZT gestattet.

Die kontinuierliche technologische Weiterentwicklung im Fahrzeugbau hat dazu geführt, dass sich die Anforderungen an Kunststoffanbauteile in den letzten Jahren erheblich verändert haben. Die für Fahrerassistenzsysteme (FAS) wie Notbrems- oder Spurwechselassistenten erforderliche Sensorik, oftmals auf Radartechnologie basierend, wird u.a. in den Fahrzeugeckbereichen hinter lackierten Stoßfängerverkleidungen montiert.

Der Radarsensor erfasst Objekte im Straßenverkehr wie andere Fahrzeuge, Fußgänger und Radfahrer aber auch Hindernisse wie Bäume, Leitplanken, ... Fahrerassistenzsysteme haben das Ziel, Sicherheit im Straßenverkehr und den Komfort für den Fahrzeugführenden zu erhöhen. Sie unterstützen den Fahrer dabei, potenzielle Gefahren frühzeitig zu erkennen und Unfälle zu vermeiden. Daher muss eine einwandfreie Funktion auch nach einem Reparaturfall gewährleistet sein.

Bei der Lackierung von Kunststoff-Karosserieanbauteilen muss daher darauf geachtet werden, dass die Lackierung mit der darunter liegenden Radarsensorik kompatibel ist. Sowohl das Kunststoffbauteil selbst als auch die darauf aufgetragenen Lackschichten haben einen Einfluss auf die das Bauteil durchdringenden Radarwellen, was zu Dämpfungen und Veränderungen der Wellencharakteristik des Radarsignals führt. Wenn diese Beeinflussung bestimmte Schwellenwerte überschreitet, kann die Funktion des Radarsensors beeinträchtigt werden, sodass eine ordnungsgemäße Funktion nicht mehr gewährleistet ist. Der Schwellenwert für die tolerierbare Beeinflussung des Radarsignals wird dabei vom Fahrzeughersteller festgelegt.

In der Praxis der Fahrzeugreparatur treten oftmals Unsicherheiten und Diskussionen auf, wenn es um die Reparierbarkeit und die Lackierung von Karosseriebauteilen geht, die mit Radarsensoren interagieren. Es ist wichtig, fundierte und genaue Informationen zu nutzen, um Missverständnisse zu vermeiden und

Continuous technological advances in vehicle construction have led to significant changes in the requirements for plastic components in recent years. The sensors required for advanced driver assistance systems (ADAS) such as emergency braking or lane departure warning systems, which are often based on radar technology, are frequently installed in the corner areas of vehicles behind painted bumper panels.

The radar sensor detects objects in road traffic such as other vehicles, pedestrians and cyclists, but also obstacles such as trees, guard rails, etc. Advanced Driver assistance systems aim to increase road safety and comfort for vehicle drivers. They help drivers to recognize potential risks at an early stage and avoid accidents. Therefore, the functionality of the system must be guaranteed even after repairs.

When painting plastic body components, care must therefore be taken to ensure that the paint is compatible with the radar sensors underneath. Both, the plastic component itself and the paint layers applied to it, have an influence on the radar waves passing through the component, which leads to losses and changes in the wave characteristics of the radar signal. If this influence exceeds certain thresholds, the function of the radar sensor may be impaired, so that proper functioning can no longer be guaranteed. The threshold value for the tolerable interference with the radar signal is specified by the vehicle manufacturer.

In vehicle repair practice, uncertainties and discussions often arise when it comes to the reparability and painting of body components that interact with radar sensors. It is important to use well-founded and accurate information to avoid misunderstandings and ensure that

sicherzustellen, dass Reparaturen korrekt und effizient durchgeführt werden können.

In den technischen Unterlagen der Fahrzeughersteller sind, soweit vorhanden, verschiedene Reparaturmöglichkeiten und -verfahren dokumentiert.

Derzeit erlauben nahezu alle Fahrzeughersteller unter bestimmten Voraussetzungen und bei Beachtung entsprechender Bedingungen die Reparaturlackierung von Kunststoffbauteilen, gegebenenfalls auch in Kombination mit Instandsetzungsarbeiten, auch wenn Radarsensoren dahinter verbaut sind.

Nach den aktuellen Forschungserkenntnissen und Erfahrungen aus der Reparaturpraxis, die dem AZT zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments vorliegen, lässt sich fahrzeugherstellerübergreifend folgendes zusammenfassen:

- **Reparierbarkeit**
Die Reparierbarkeit von Kunststoffbauteilen mit dahinter liegenden Radarsensoren hängt primär von der Art, dem Umfang und der Lage der Beschädigung ab.
- **Herstellervorgaben**
Die Angaben der Fahrzeughersteller zu Reparatursbeschränkungen beziehen sich hauptsächlich auf den Bereich, in dem Radarstrahlen das Karosseriebauteil / die Verkleidung durchdringen müssen. Nach aktuellem Stand der Technik dürfen in diesem Radardurchstrahlungsbereich definierte Materialschichtstärken nicht überschritten werden, da dies zur Dämpfung der Radarstrahlen führen würde und die Funktion des Radarsensors dadurch beeinträchtigt wäre. Daher gibt es in den Radar-Durchstrahlungsbereichen spezifische Einschränkungen hinsichtlich der verwendeten Materialien, der Schichtstärken des Lackaufbaus und der Instandsetzungsoptionen.
- **Materialeinschränkungen**
Im Radardurchstrahlungsbereich dürfen keine Spachtelmassen oder sonstige hochpastösen, hochpigmentierten oder hochkonzentrierten Reparatur- und/oder

repairs can be carried out correctly and efficiently.

The technical documentation provided by vehicle manufacturers documents various repair options and procedures, where available.

Currently, almost all vehicle manufacturers allow the repair painting of plastic components, if necessary in combination with repair work, under certain conditions and subject to compliance with the relevant requirements, even if radar sensors are installed behind them.

Based on current research findings and repair experience available to AZT at the time of writing this document, the following can be summarized across all vehicle manufacturers:

- **Repairability**
The repairability of plastic components with radar sensors behind them depends primarily on the type, extent and location of the damage.
- **Manufacturer specifications**
The information provided by vehicle manufacturers regarding repair restrictions mainly refers to the area where radar beams must penetrate the bodywork component/covering. According to the current state of technology, defined material layer thicknesses must not be exceeded in this radar transmission area, as this would lead to attenuation of the radar beams and impair the function of the radar sensor. Therefore, there are specific restrictions in the radar penetration areas with regard to the materials used, the layer thicknesses of the paint structure and the repair options.
- **Material restrictions**
No fillers or other highly paste-like, high pigmented or high build repair and/or other paint materials may be used in the radar penetration area.

sonstige Lackiermaterialien eingesetzt werden. Die Radarfunktionalität darf nicht signifikant gestört werden.

- **Decklackierung**

Eine gleichmäßige, durchgehende und geschlossene Decklackierung ist erforderlich. Insbesondere im Radardurchstrahlungsbereich muss die Beschichtung homogen sein. Daher sind beispielsweise Spot-Repair-Arbeiten mit auslaufender Lackierung innerhalb des Radardurchstrahlungsbereichs nicht erlaubt.

- **Verbot von Aufklebern**

Aufkleber und sonstige Beklebungen wie z.B. Fahrzeugfolierungen, die die Transmission der Radarstrahlen im Durchstrahlungsbereich beeinflussen können, sind unzulässig.

- **Schichtdickenlimits des Decklacks**

Je nach Radarsensortechnologie und in Abhängigkeit von der Pigmentierung und sonstiger Ausformulierung des Basislackes variieren die Schichtdickenlimitierungen und somit Wiederholungslackierungen im Decklackbereich.

Als besonders kritisch bezüglich der Schichtdicke sind Metallic-Lackierungen mit hohen Aluminiumpigmentanteilen zu bewerten.

Die zur Erzeugung des Metallic-Effekts verwendeten Aluminiumpigmente – oft als Silberdollar oder Cornflakes bezeichnet – können bereits bei geringen Schichtdicken das Radarsignal signifikant beeinflussen und insbesondere beeinträchtigen.

- **Radaroptimierte Lacke**

Für die Lackierung von „radarrelevanten“ Kunststoff-Bauteilen stehen mittlerweile spezielle "radaroptimierte" Basislackformulierungen der Reparaturlackhersteller zur Verfügung. Besonders bei Metallic-Lacken, deren Einfluss auf die Radarstrahlung oberhalb den vom Fahrzeughersteller festgelegten Schwellenwerten liegt, werden zunehmend spezielle "radar-fähige" Basislackformulierungen angeboten. Diese erfüllen die Anforderungen der OEM

Radar functionality must not be significantly impaired.

- **Topcoat**

An even, continuous and closed topcoat is required. The coating must be homogeneous, especially in the radar transmission area. Therefore, spot repair work with paint running within the radar transmission area is not permitted.

- **Prohibition of stickers**

Stickers and other adhesives such as vehicle wraps that may affect the transmission of radar beams in the transmission area are not permitted.

Coating thickness limits for the topcoat

Depending on the radar sensor technology and the pigmentation and other formulation of the basecoat, the layer thickness limits and thus the number of repeat coats in the topcoat area vary. Metallic paints with high aluminum pigment content are particularly critical in terms of layer thickness.

The aluminum pigments used to create the metallic effect – often referred to as silver dollar or cornflakes – can significantly influence and, in particular, impair the radar signal even at low layer thicknesses.

- **Radar-optimized paints**

Special „radar-optimized“ basecoat formulations are now available from repair paint manufacturers for painting „radar-relevant“ plastic components. Special „radar-compatible“ basecoat formulations are increasingly being offered, particularly for metallic paints whose influence on radar radiation is above the thresholds specified by vehicle manufacturers. These meet OEM requirements and are suitable for

und sind für die handwerkliche Reparaturlackierung geeignet. In der Regel werden dazu einige oder alle Aluminium- und sonstige kritische Metalloxid- Mischlacke mit konventionellen Pigmenten durch Mischlacke mit alternativen radar-fähigen Pigmenten ausgetauscht.

Es ist entscheidend, die radar-konforme Basislackrezeptur zu verwenden, wenn Kunststoffbauteile wie Stoßfängerverkleidungen lackiert werden, hinter denen Radarsensorik verbaut ist.

Falls die Reparaturstelle außerhalb des Radardurchstrahlungsbereichs liegt und / oder der Basislackauftrag im beschädigten Kunststoffbauteil außerhalb des Radardurchstrahlungsbereichs auslaufend lackiert werden kann, ist die Verwendung der radar-fähigen Basislackformel nicht erforderlich.

Bei der Verwendung von radaroptimierten Basislacken können visuelle Unterschiede zwischen der Fahrzeugkarosserie und den mit radar-fähiger Basislack-Mischformel lackierten Kunststoffbauteilen auftreten.

Es wird daher empfohlen, zunächst ein Prüfmusterblech zu erstellen, um Effektunterschiede zu überprüfen.

Es ist wichtig zu beachten, dass bei Kunststoffanbauteilen bereits produktionsseitig visuelle Farbton- und Effektabweichungen zwischen den Kunststoffanbauteilen und der restlichen Fahrzeugkarosserie bestehen können.

Die Herausforderung besteht darin, die optische Angleichung der Kunststoffanbauteile an die jeweilige Fahrzeugkarosserie zu erreichen. Erschwerende Faktoren wie unterschiedliche Krümmungen von Karosseriebauteilen und angrenzenden Kunststoffanbauteilen sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Licht- und Farbreflexionen in Kombination mit einer unterschiedlichen Ausrichtung der Effektpigmente verhindern dabei eine hundertprozentige Farbton- und Effektübereinstimmung von Karosserie- und Anbauteil.

Bei einer Reparaturlackierung ist es daher wichtig, den optischen Zustand von Kunststoffanbauteilen und angrenzenden Karosseriebereichen vor dem Schadenereignis

professional repair painting. As a rule, some or all of the aluminum and other Metalloxid toners with conventional pigments are replaced by toners with alternative radar-compatible pigments.

It is crucial to use a radar-compliant basecoat formulation when painting plastic components such as bumper panel behind which radar sensors are installed.

If the repair is outside the radar transmission range and/or the fade out painting with basecoat of the damaged plastic component can be realized outside the radar transmission range, it is not necessary to use a radar-compatible paint formula. When using radar-optimized basecoats, visual differences may occur between the vehicle body and the plastic components painted with the radar-compatible basecoat mixture formula.

It is therefore recommended to first create a test panel to check for any differences in effect.

It is important to note that visual color and effect deviations between the plastic components and the rest of the vehicle body may already exist at the production line.

The challenge is to achieve visual matching of the plastic components to the respective vehicle body.

Complicating factors such as different curvatures of body components and adjacent plastic add-on parts, as well as the resulting differences in light and color reflections in combination with different alignments of the effect pigments, prevent 100% color and effect matching between the body and add-on parts.

When carrying out repair painting, it is therefore important to consider the visual condition of plastic components and adjacent bodywork areas prior to the damage occurring. If there is already a difference in color tone and effect, this should be identified, documented and described. This condition then forms the basis for the restoration work required.

zu berücksichtigen. Wenn bereits ein Unterschied in der Farbton- und Effektübereinstimmung vorliegt, sollte dieser festgestellt, dokumentiert und beschrieben werden. Dieser Zustand bildet dann die Grundlage für den Wiederherstellungsaufwand.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Reparaturmöglichkeiten abhängig vom Typ der verbauten Radarsensoren und der Art der Fahrzeuglackierung variieren. Diese Unterschiede betreffen die Oberflächen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Radardurchstrahlungsbereiches.

Zudem variiert die Anzahl der vom Fahrzeughersteller genehmigten Nachlackierungen im Decklackbereich je nach Sensortechnologie und Basislackformulierung der Fahrzeuglackierung.

Teilweise wird seitens der Fahrzeughersteller empfohlen beziehungsweise sogar vorgegeben, die vorhandene, unbeschädigte Decklackierung im Bereich, in dem Radarstrahlen durchdringen, einschließlich des gesamten Lackaufbaus abzuschleifen. Dies dient dazu, die Gesamtschichtdicke minimal zu halten und zudem bei Basislacken mit kritischer Permittivität Mehrfachlackierungen zu vermeiden.

In den Grundier- und Füllermaterialien, die bei der handwerklichen Reparaturlackierung eingesetzt werden, sind üblicherweise keine Zusatzstoffe / Additive enthalten, die durchdringende Radarstrahlen nennenswert beeinflussen. Solche Additive, die elektrische Leitfähigkeit erzeugen würden, wie beispielsweise Graphit, sind im Gegensatz zur elektrostatischen Serienlackierung, in der pneumatischen Handapplikation nicht erforderlich und werden daher in Reparaturlacksystemen nicht beigemischt. Aus diesem Grund ist es möglich, im Radar-Durchstrahlungsbereich auch in einem dünnen und gleichmäßigen Spritzgang Kunststofffüller aufzutragen, ohne die Funktionalität der Radarsysteme zu beeinträchtigen.

Es ist besonders wichtig, auf die richtige Vorgehensweise zu achten, wenn aus Farbtongründen eine zusätzliche Füllerschicht erforderlich ist oder wenn der Lackaufbau im Radar-Durchstrahlungsbereich gemäß den

In summary, the repair options vary depending on the type of radar sensors installed and the type of vehicle paintwork. These differences affect the surfaces both inside and outside the radar penetration range.

In addition, the number of repaints approved by the vehicle manufacturer in the topcoat area varies depending on the sensor technology and basecoat formulation of the vehicle paintwork.

In some cases, vehicle manufacturers recommend or even specify that the existing, undamaged topcoat in the area penetrated by radar beams, including the entire paint structure, be sanded down. This serves to keep the total layer thickness to a minimum and also to avoid multiple coats of paint in the case of basecoats with critical permittivity.

The primer and filler materials used in manual repair painting do not usually contain any additives that significantly affect penetrating radar beams. Such additives, which would generate electrical conductivity, such as graphite, are not required in pneumatic manual application, unlike in electrostatic series painting, and are therefore not added to repair paint systems. For this reason, it is possible to apply plastic fillers in a thin and even spray coat in the radar transmission range without impairing the functionality of the radar systems.

It is particularly important to ensure that the correct procedure is followed if an additional filler coat is required for color matching reasons or if the paint structure in the radar transmission range must be

Vorgaben des Fahrzeugherstellers bis zum Substrat abgeschliffen werden muss.

In solchen Fällen muss das freigelegte Kunststoffsubstrat vor der Neulackierung mit einem Kunststofffüller isoliert werden, um eine optimale Haftung und Oberflächenbeschaffenheit des Untergrunds für den Decklackauftrag sicherzustellen.

Mittlerweile gibt es ausreichend wissenschaftliche und technische Erkenntnisse, die zeigen, dass nicht-pigmentierte Lackschichten wie der Klarlack sowie einfach pigmentierte (Uni-) und halbtransparente (Pearl-)Basislacke und 2-K- Uni-Lacksysteme nur einen geringen und in der Regel unkritischen Einfluss auf Radarstrahlen haben. Diese Lacke beeinträchtigen die Funktionalität der Radarsysteme nicht wesentlich und sind daher in vielen Reparaturszenarien unproblematisch.

Im Gegensatz dazu haben hochpastöse und niedrigviskose Lackschichten, wie Polyesterspachtel und insbesondere Basislacke, die mit Aluminium- und anderen Metalloxiden angereichert sind, einen kritischen Einfluss auf die Radarstrahlung. Diese Pigmente können eine funktionsbeeinträchtigende „Barriere“ für die Radarstrahlung bilden, wodurch die Funktionsweise des Radarsensors erheblich gestört oder gar komplett verhindert wird.

Diese Materialien können bereits bei geringen Schichtdicken zu Funktionsausfällen der FAS führen, da die Radarstrahlen stärker beeinflusst werden. Es ist daher wichtig, solche Materialien sorgfältig zu verwenden und die Schichtdicke zu kontrollieren, um die Funktionalität der Radarsysteme zu gewährleisten.

In der Serienfertigung werden heutzutage radarkritische Decklacksysteme bewusst vermieden. Stattdessen kommen "radaroptimierte" Basislackformulierungen zum Einsatz, die speziell entwickelt wurden, um die Anforderungen bezüglich der physikalischen Eigenschaften zu erfüllen. Diese optimierten Lacke sind so konzipiert, dass sie die Funktionalität der Radarsysteme nicht beeinträchtigen und eine zuverlässige Radarleistung gewährleisten. Durch den

sanded down to the substrate in accordance with the vehicle manufacturer's specifications.

In such cases, the exposed plastic substrate must be insulated with a plastic filler before repainting to ensure optimum adhesion and surface quality of the substrate for the topcoat application.

There is now sufficient scientific and technical evidence to show that non-pigmented paint layers such as clear coats and simply pigmented (solid) and semi-transparent (pearl) basecoats and 2-component solid paint systems have only a minor and generally insignificant influence on radar beams. These paints do not significantly impair the functionality of radar systems and are therefore unproblematic in many repair scenarios.

In contrast, highly pasty and low-viscosity paint coatings, such as polyester fillers and, in particular, basecoats enriched with aluminum and other metal oxides, have a critical influence on radar radiation. These pigments can form a function-impairing "barrier" to radar radiation, which significantly disrupts or even completely prevents the radar sensor from functioning.

These materials can cause the ADAS to malfunction even at low layer thicknesses, as they have a greater impact on radar beams. It is therefore important to use such materials with care and to check the layer thickness in order to ensure the functionality of the radar systems.

Nowadays, radar-critical topcoat systems are deliberately avoided in series production. Instead, „radar-optimized“ basecoat formulations are used, which have been specially developed to meet the requirements in terms of physical properties. These optimized coatings are designed not to impair the functionality of radar systems and to ensure reliable radar performance. The use of such formulations in repairs also ensures that

Einsatz solcher Formulierungen auch im Reparaturfall wird sichergestellt, dass die Radarsensoren fehlerfrei arbeiten, ohne durch die Lackschichten beeinflusst zu werden, was der FAS-Funktionalität hilft.

Bevor mit den Reparaturarbeiten begonnen oder der Reparaturweg definiert wird, sollten die aktuellen Informationen aus den Reparaturunterlagen des jeweiligen Fahrzeugherstellers sorgfältig geprüft werden. Diese Unterlagen enthalten wichtige Details und Vorgaben, die spezifisch für das jeweilige Fahrzeugmodell sind. Durch die Berücksichtigung dieser Herstelleranweisungen kann gewährleistet werden, dass die Reparatur fachgerecht und gemäß den Standards durchgeführt wird. Dies ist entscheidend, um die Funktionalität und Sicherheit des Fahrzeugs und dessen FAS nach der Reparatur zu gewährleisten.

In Fällen, in denen der Fahrzeughersteller keine spezifischen Reparaturleitfäden bereitstellt, können die zuvor beschriebenen Punkte als Orientierungshilfe dienen. Diese können als Leitfaden betrachtet werden, um sicherzustellen, dass Reparaturen im Einklang mit den technischen Anforderungen und Einschränkungen, insbesondere im Bereich der Radardurchstrahlung, durchgeführt werden.

Nach Abschluss der Reparaturarbeiten sollten ergänzend Funktionsprüfungen durchgeführt werden. Zudem ist es wichtig, die Gesamtfunktion der Fahrassistenzsysteme sowie deren Regelverhalten auf der Straße zu überprüfen. Gegebenenfalls müssen diese Systeme entsprechend kalibriert oder justiert werden.

In der Praxis von Kfz-Reparaturwerkstätten ist die Messung der Lackschichtdicke auf Kunststoffsubstraten nach aktuellem Stand der Technik am ehesten mit einem Ultraschall-Messgerät durchführbar. Diese Methode erweist sich als praktikabel und bietet eine gewisse Genauigkeit. Zusätzlich kann ein Prüfmusterblech aus Metall in der Lackierkabine parallel zur Decklackierung mitlackiert werden. Dieses Prüfmusterblech kann anschließend mit konventionellen magnetisch-induktiven Lackschichtdickenmessgeräten untersucht

the radar sensors work flawlessly without being affected by the paint layers, which helps the ADAS functionality.

Before starting repair work or defining the repair procedure, the current information in the repair documentation of the respective vehicle manufacturer should be carefully checked. These documents contain important details and specifications that are specific to the vehicle model in question. By following these manufacturer's instructions, you can ensure that the repair is carried out professionally and in accordance with the relevant standards. This is crucial to guarantee the functionality and safety of the vehicle and its ADAS after the repair.

In cases where the vehicle manufacturer does not provide specific repair guidelines, the points described above can serve as a guide. These can be used as guidelines to ensure that repairs are carried out in accordance with technical requirements and restrictions, particularly in the area of radar transmission.

Once the repair work has been completed, additional functional tests should be carried out. It is also important to check the overall function of the driver assistance systems and their control behavior on the road. If necessary, these systems must be calibrated or adjusted accordingly.

In the practice of motor vehicle repair shops, the measurement of paint layer thickness on plastic substrates can best be carried out using state-of-the-art technology with an ultrasonic measuring device. This method is practical and offers a certain degree of accuracy. In addition, a test sample panel can be painted in the paint booth at the same time as the topcoat. This test sample panel can then be examined using conventional magnetic-inductive paint thickness gauges. However, neither

werden. Dennoch sind beide Methoden in der Regel nicht präzise genug, um die Gesamtlackschichtdicke im Bereich der Radardurchstrahlung zuverlässig zu überprüfen und zu bewerten.

Eine nachvollziehbare Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und Funktionsüberprüfungen ist unerlässlich. Diese sollte vom Reparaturbetrieb sorgfältig erstellt und archiviert werden, um zukünftige Nachvollziehbarkeit und Transparenz zu gewährleisten.

Reparaturmöglichkeiten außerhalb des Radardurchstrahlungsbereichs

In Fällen, in denen sich die Bauteilbeschädigungen außerhalb des Radardurchstrahlungsbereichs befinden, ist die Reparierbarkeit der Kunststoffbauteile erstmal weiterhin gegeben. Die Bauteile müssen daher nicht zwangsläufig ersetzt werden, insbesondere wenn auch nach dem Ausschleifen der Schadstellen inklusive gegebenenfalls erforderlicher Kunststoffinstandsetzungsarbeiten sowie nach Abschluss der Untergrundvorbereitung und neuem Lackaufbau samt Kunststoffspachtel und / oder Kunststoffgrundierung und / oder Kunststofffüller der definierte Radardurchstrahlungsbereich nicht betroffen ist. Eine durchgehende und gleichmäßige Lackierung des Radardurchstrahlungsbereichs mit freigegebenen Basislacken und/oder Decklacksystemen ist dann als unkritisch zu betrachten (siehe vorhergehende Absätze), wodurch Reparaturen an Kunststoffbauteilen prinzipiell möglich sind.

Kalkulationsvarianten gemäß der AZT-Lackkalkulation

Neben den Lackstufen für die Neuteillackierung von Kunststoffbauteilen bietet das AZT-Lackkalkulationssystem auch eine Lackstufe für die Reparaturlackierung sowie Zuschläge für Kunststoffinstandsetzungsarbeiten an:

- **Lackreparaturstufe K3**
Für leichte Beschädigungen wie Kratzer mit einer Tiefe bis maximal 1 mm.

method is generally precise enough to reliably check and evaluate the total paint thickness in the area of radar penetration.

It is essential to keep clear records of the work carried out and the functional checks performed. These should be carefully compiled and archived by the repair company to ensure traceability and transparency in the future.

Repair options outside the radar penetration area

In cases where the damage to components is outside the radar penetration range, the plastic components can still be repaired. The components do not therefore necessarily have to be replaced, especially if, after grinding out the damaged areas, including any necessary plastic repair work, and after completing the substrate preparation and new paintwork, including plastic putty and / or plastic primer and / or plastic filler, the defined radar penetration area is not affected. Continuous and even painting of the radar transmission area with approved basecoat and / or topcoat systems is then to be considered uncritical (see previous paragraphs), which means that repairs to plastic components are possible in principle.

Calculation variants according to the AZT paint calculation

In addition to the paint stages for repainting plastic components, the AZT paint calculation system also offers a paint stage for repair painting and surcharges for plastic repair work:

- **Paint repair level K3**
For minor damage such as scratches with a depth of up to 1 mm.

Zuschläge für Kunststoffinstandsetzungsarbeiten zusätzlich zur Lackreparaturstufe „K3“:

- **Mittlere Beschädigung:**
Bei tiefen Kratzern (> 1 mm), leichten Oberflächenverformungen, einzelnen abgebrochenen Haltern, sofern vom Fahrzeughersteller freigegeben.
- **Schwere Beschädigung:**
Für die Kunststoffinstandsetzungsarbeit von Rissen, Brüchen und verschiedenen anderen Beschädigungen des Kunststoffsubstrats, die nach den Vorgaben der Fahrzeughersteller repariert werden dürfen.

Kunststoffinstandsetzungsarbeiten umfassen sowohl chemische Verklebungsverfahren wie die Nutzung von 2K-Polyurethan oder 2K-Epoxydharz mit rückseitiger Verstärkung, als auch thermische Verfahren, bei denen speziell abgestimmte Kunststofffüllmaterialien mit LötKolben oder Heißluft zum Einsatz kommen.

„Mittlere“ und „schwere“ Beschädigungen können mit den angegebenen Zuschlägen für Reparaturzeit und Reparaturmaterial kalkuliert werden.

Eine Instandsetzung ist der Verwendung von Neuteilen vorzuziehen. Optional und bei entsprechender Verfügbarkeit kann auch die Verwendung von alternativen OEM-Ersatzteilen (ugs. „Gebrauchtteile“) sinnvoll sein, um eine ökonomisch wie ökologisch stimmige Reparatur durchzuführen. Bei der Entscheidung zum Reparaturweg ist ein wichtiges Kriterium stets der Ersatzteilpreis des reparierenden Bauteils.

Klassifizierung der Schadenarten:

Die Klassifizierung der Schadenarten entspricht einer Durchschnittsbewertung und kann von Herstellervorgaben abweichen:

- **Leichte Beschädigung:**
Oberflächenschäden mit einer Tiefe bis maximal 1 mm, die durch Ausschleifen und gegebenenfalls dünnem Spachtelauftrag und Weiterbearbeitung mit Kunststoffhaftvermittler und/oder Kunststofffüller beseitigt und zur

Surcharges for plastic repair work in addition to paint repair level „K3“:

- **Medium damage:**
For deep scratches (> 1 mm), slight surface deformations, individual broken brackets, if approved by the vehicle manufacturer.
- **Severe damage:**
For plastic repair work on cracks, breaks and various other damages to the plastic substrate that may be repaired in accordance with the vehicle manufacturer's specifications.

Plastic repair work includes both chemical bonding processes such as the use of 2K polyurethane or 2K epoxy resin with rear reinforcement, as well as thermal processes in which specially matched plastic filling materials are used with a soldering iron or hot air.

„Medium“ and „severe“ damage can be calculated using the specified surcharges for repair time and repair materials.

Repair is preferable to the use of new parts. Optionally, and if available, the use of alternative OEM spare parts (commonly known as used parts) may also be advisable in order to carry out an economically and ecologically coherent repair. When deciding on the repair method, an important criterion is always the spare part price of the component being repaired.

Classification of damage types:

The classification of damage types corresponds to an average assessment and may differ from manufacturer specifications:

- **Minor damage:**
Surface damage with a depth of up to 1 mm, which can be removed by sanding and, if necessary, applying a thin layer of plastic putty and further processing with a plastic primer and/or plastic filler, and prepared for topcoating.

Decklackierung vorbereitet werden können.

- **Mittlere Beschädigung:**
Beschädigungen, die tiefer als 1 mm sind und / oder bei denen die Bauteil- / Lackoberfläche bis zum Bauteilsubstrat beschädigt ist. Nach dem Ausschleifen ist ein zusätzlicher Spachtelauftrag zum Auffüllen des Substrats erforderlich, bevor die Weiterbearbeitung mit Kunststoffhaftvermittler und/oder Kunststofffüller erfolgen kann.
- **Schwere Beschädigung:**
Riss- und/oder Bruchbeschädigungen des Kunststoffsubstrats, die zuvor durch Instandsetzungsarbeiten behoben werden müssen.
- **Starke Verformung:**
Bei starker Verformung oder Beschädigung von Deformationselementen wird von einer Reparatur abgeraten (siehe technische Unterlagen der Fahrzeughersteller).
- **Medium damage:**
Damage that is deeper than 1 mm and / or where the component / paint surface is damaged down to the component substrate. After sanding, an additional coat of filler is required to fill the substrate before further processing with a plastic bonding agent and/or plastic filler can take place.
- **Severe damage:**
Cracks and/or breaks in the plastic substrate that must be repaired before further work can be carried out.
- **Severe deformation:**
Repairs are not recommended in cases of severe deformation or damage to deformation elements (see technical documentation from the vehicle manufacturer / importer).

Weitere Erläuterungen und ergänzende bildliche Darstellungen sind auf den nachfolgenden Seiten zu finden.

Further explanations and supplementary illustrations can be found on the following pages.

Leichte Beschädigung | Slight Damage

Lackstufe K3 – Reparaturlackierung | Paint Stage K3 – Repair Painting



Merkmale:

Bei Kratzern und / oder Abschürfungen, die:

- Nicht tiefer als 1 mm sind; auf einer Fläche bis zu 2 dm² (bei kleinen Teilen).
- Auf max. 15% der Bauteilfläche (bei größeren Bauteilen, z.B. Stoßfänger).
- Mit Kunststofffüller feinaufgefüllt und vorbereitet werden kann.

Characteristics:

For scratches and / or abrasions:

- Not deeper than 1 mm; on an area up to 2 dm² (for small parts).
- On max. 15% of the component surface (for larger components, e.g. bumper covers).
- Can be finely filled and prepared with plastic filler.



Vorgehen:

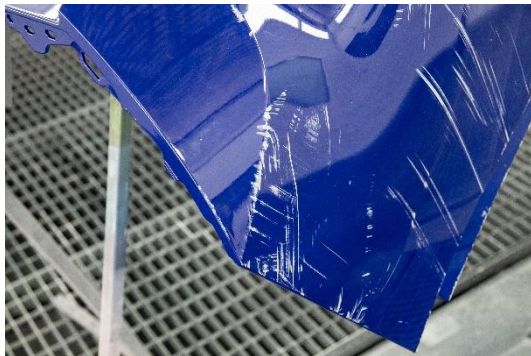
- Reparaturanweisung des Fahrzeugherstellers beachten.
- Reparaturfreigaben & -kriterien beachten.
- Reparaturlackierung mit geeigneten Lackiermaterialien (Kunststoff-Spachtelmaterial, etc.) durchführen.

Procedure:

- Follow the vehicle manufacturer's repair instructions.
- Observe repair approvals & repair criteria.
- Carry out repair painting using suitable paint materials (plastic filler, ...).

Mittlere Beschädigung | Average Damage

K3 + 0,6h + Materialkonstante (länderspezifisch) | K3 + 0.6h + Material Constant (country-specific)



Merkmale:

Bei Beschädigungen, welche:

- tiefer als 1 mm sind.
- nach dem Ausschleifen ein zusätzlicher Spachtelauftrag zur Auffüllung des Substrats erforderlich ist.

Characteristics:

For damages that:

- are deeper than 1 mm and have penetrated the surface down to the substrate.
- require an additional application of filler after sanding to fill the substrate.

Vorgehen:

- Reparaturanweisung des Fahrzeugherstellers beachten.
- Reparaturfreigaben & -kriterien beachten.
- Reparaturlackierung mit geeigneten Lackiermaterialien (Kunststoff-Spachtelmaterial, etc.) durchführen.

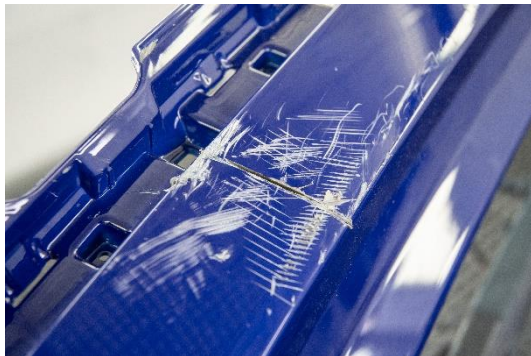
Procedure:

- Follow the vehicle manufacturer's repair instructions.
- Observe repair approvals & repair criteria.
- Carry out repair painting using suitable paint materials (plastic filler, ...).



Schwere Beschädigung | Severe Damage

K3 + 1,1h + Materialkonstante (länderspezifisch) | K3 + 1.1h + Material Constant (country-specific)



Merkmale:

Bei Beschädigungen schweren Grades, die einen Riss und / oder Bruchbeschädigungen des Kunststoffsubstrats aufweisen.

Characteristics:

In the event of severe damage involving cracks and/or breakage of the plastic substrate.

Vorgehen:

- Reparaturanweisung des Fahrzeugherstellers beachten.
- Reparaturfreigaben & -kriterien beachten.
- Kunststoffinstandsetzung (chemische Verklebungsverfahren mit rückseitiger Verstärkung oder thermische Verfahren) mit abschließender Reparaturlackierung mit geeigneten Lackiermaterialien durchführen.

Procedure:

- Follow the vehicle manufacturer's repair instructions.
- Observe repair approvals & repair criteria.
- Carry out plastic repair (chemical bonding process with rear reinforcement or thermal process) with final repair painting using suitable paint materials.

