

Voller Durchblick

Von Th. Seidenstücker

Auf der MAS-Tagung im Frühjahr dieses Jahres referierten Michael Ernst (Geschäftsführer) und Artur Fink von der SVS-Sach-Verständigen-Stelle für Kfz-Gutachten, Technik und Controlling GmbH in Frankfurt/Main zum Thema Thermografie bei der Begutachtung von Fahrzeugen. Das Verfahren ist unter Sachverständigen nicht unbekannt und führt zu beeindruckenden Ergebnissen und Einblicken unter den Lack; dennoch ist es immer noch eher gering verbreitet. Wie kaum ein anderes Verfahren ermöglicht die Thermografie eine exakte und rechtssichere Erkennung von Vorschäden sowie eine zweifelsfreie Dokumentation der Qualität nach Karosseriereparaturen und bildet oft die Vorstufe für noch tiefgründigere Untersuchungsmethoden.

Die Schadenfeststellung nach Unfällen und die nachfolgende Unfallreparaturkostenkalkulation hat sich über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich weiterentwickelt. Inzwischen dominieren

auch hier digitale Prozesse und sollen den gesamten Schadenabwicklungsprozess beschleunigen. Der Einsatz von KI verspricht für die Zukunft noch weitere Möglichkeiten der Optimie-

rung und Hilfe bei der Gutachtenerstellung. Dennoch gibt es im Alltag Problemfelder bei der Erstellung von Gutachten, wie Michael Ernst von SVS berichtet:

- Das Fahrzeug weist reparierte oder bisher unerkannte Vorschäden auf.
- Das Fahrzeug wurde in Teilbereichen bereits per Smart-Repair-Verfahren lackiert.
- Das Fahrzeug hatte im Vorfeld einen Hagelschaden, der gedrückt wurde.
- Lackschichtdicken werden nur an einer oder zwei Stellen pro Karosseriebauteil ermittelt, es gibt aber Reparaturstellen an nicht vermessenen Stellen des Bauteils.
- Bereits reparierte Kunststoff-Bauteile werden nicht erkannt.



Der vollautomatisierte Thermografie-Scan dauert zwischen 10 und 20 Minuten

Interview mit Michael Ernst, Geschäftsführer SVS

Welche baulichen Voraussetzungen sind für den Thermografie-Fahrzeugscanner notwendig?

M. Ernst: Für die stationäre Prüfeinheit auf einem Gerätegestell ist eine ebene Fläche entsprechend der Länge des zu prüfenden Fahrzeugs notwendig. Für den automatisierten 360-°-Scan ist der Platzbedarf mit dem einer Lackierkabine vergleichbar – auch hier ist die Größe des zu messenden Fahrzeugs entscheidend.

Was sind die Vorteile gegenüber der konventionellen Schichtdickenmessung?

M. Ernst: Das Thermografie-Verfahren hat klare Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Lack-schichtdickenmessung. Bisher gab es nur die Möglichkeit, punktuelle Messungen mit einem Lackschichtdickenmessgerät durchzuführen, indem dieses auf die Karosserie aufgesetzt wurde. Da diese Geräte nur einen sehr kleinen Messbereich haben, sind kleinere Spotlackierungen oder Lackausbesserungen kaum auffindbar und meist Zufallsbefunde. Mit der aktiven Thermografie erfolgt die Vermessung hingegen über die gesamte Karosserieaußenseite, sodass auch kleinere Nachlackierungsarbeiten

(Spot Repair) aufgezeigt werden können.

Können durch die aktive Thermografie Schäden am Fahrzeug entstehen?

M. Ernst: Nein, da der Thermografie-Fahrzeugscanner berührungslos und zerstörungsfrei arbeitet, können keine Schäden entstehen.

Ist das Fahrzeug vor der Untersuchung speziell zu reinigen oder vorzubereiten?

M. Ernst: Nein, eine Vorbereitung des Fahrzeugs ist nicht erforderlich.

Wie lange dauert eine Untersuchung?

M. Ernst: Das hängt davon ab, was untersucht werden soll. Ein kompletter Scan mit dem 360-Grad-Thermografie-Scanner dauert etwa 10 bis 15 Minuten.

Können mit dem Thermografie-Fahrzeugscanner Nachbesichtigungen durchgeführt werden?

M. Ernst: „Für Fälle, in denen nur bestimmte Bereiche am Fahrzeug betroffen sind, kann auch mit einer mobilen Stativlösung gearbeitet werden. Dabei wird nicht die gesamte Fahrzeugflanke, sondern nur der kausale Schadenbereich vermessen.



Dipl.-Ing. Michael Ernst ist Geschäftsführer der SVS-Sachverständigen-Stelle für Kfz-Gutachten, Technik und Controlling GmbH

Was kostet ein Scan mit dem Thermografie-Fahrzeugscanner?

M. Ernst: Im Zusammenhang mit der Erstellung eines Schadengutachtens wird der Scan gegenüber Versicherungen mit 65 bis 100 Euro abgerechnet. Gegenüber Endkunden wird der Basis-Check mit etwa 180 Euro verrechnet, der Premium-Check zur tiefergehenden Beurteilung mit Blitzanregung und Halogenbestrahlung wird ab 270 Euro angeboten. Umfangreichere, analytische und länger dauernde Untersuchungen, bei denen gegebenenfalls noch endoskopische oder Röntgenuntersuchungen notwendig werden, erhöhen die finanziellen Aufwendungen entsprechend dem zusätzlichen Zeitbedarf.

- Das Fahrzeug weist unplausible und ungleichmäßige Lackschichtdicken auf, die durch Nachlackierungen im Werk entstanden sind, der Besitzer wurde darüber aber nicht informiert.
 - Das Fahrzeug wurde bereits repariert, der abgerechnete Schadenumfang der vorherigen Reparatur stimmt aber nicht mit dem tatsächlich geleisteten Reparaturergebnis überein.
- Diese Beispiele zeigen Risiken, die zum einen den Reparaturverlauf in der Werkstatt negativ beeinflussen können, aber auch zu Unstimmigkeiten mit

dem geschädigten Kunden und/oder der Versicherung führen können. Zudem gerät die Qualität des Sachverständigengutachtens in Kritik. Abhilfe leistet nur eine stets sehr gründliche Begutachtung des beschädigten Fahrzeugs durch den Sachverständigen und bei Unklarheiten oder Zweifeln zum Beispiel die Hinzuziehung einer modernen Scan-Technologie.

Objekte anstrahlen

Ein interessantes Analyseverfahren ist hierbei die Thermografie. SVS-Geschäftsführer Ernst erläuterte das

Prinzip: „Die Thermografie ist ein Verfahren, bei dem mithilfe einer speziellen Kamera die Wärmestrahlung, die von einem Objekt ausgestrahlt wird, bildlich dargestellt werden kann. Dabei wird die für das menschliche Auge unsichtbare Infrarotstrahlung durch eine Wärmebildkamera (Infrarotkamera) als sogenanntes Falschfarbengemisch dargestellt.“ Dabei ist es egal, ob die Karosserie aus Stahl, Aluminium, GFK oder Carbon besteht oder ob sie lackiert oder foliert ist.

Grundsätzlich wird zwischen zwei verschiedenen Thermografie-Verfahren



SVS Sach-Verständigen-Stelle

für Kfz-Gutachten, Technik und Controlling GmbH

FAHRZEUG - THERMOGRAFIE

„Wir schauen UNTER den LACK des Fahrzeugs“

THERMOGRAFIE-AUSWERTUNG

So wie im nachfolgenden Bild dargestellt, sollten Fahrzeug-Thermografie-Auswertungen immer aussehen.

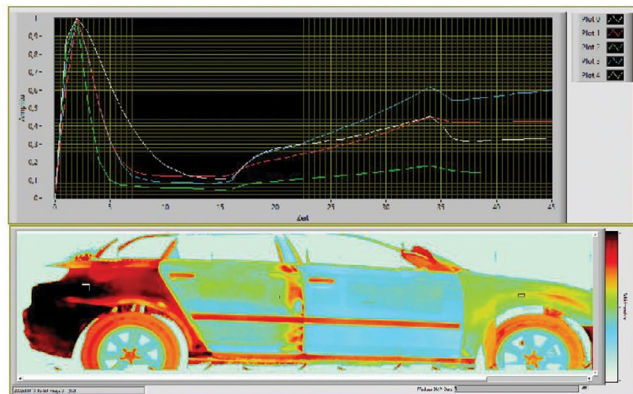
Zu jedem Fahrzeugscan gehört das entsprechende Zeit-Diagramm.

Begründung:

Der erzeugte Fahrzeugscan (Wärmebild) lässt sich durch Verschieben entsprechender Parameter unterschiedlich stark (Intensität) darstellen. Somit kann bei unsachgemäßer Anwendung durchaus ein übertriebener oder falscher Eindruck erweckt werden.

Ein Gutachten, bei dem also der dazugehörige Wärmeverlauf in Form des Zeitdiagramms nicht beinhaltet ist, ist somit eindeutig angreifbar. Ein Zeitdiagramm, das den tatsächlichen Wärmeverlauf aufzeigt, ist faktisch wie ein genetischer Fingerabdruck und jederzeit reproduzierbar.

BILD 1: Die Kurve des Wärmeverlaufs ist wie ein Fingerabdruck des Fahrzeugs



ren unterschieden: der passiven und der aktiven Thermografie. Ernst: „Bei der passiven Thermografie wird die Eigenwärme des Objekts für eine thermografische Messung genutzt. Dieses Verfahren ist insbesondere aus der Gebäudethermografie bekannt. Im Fahrzeugbereich wird die passive Thermografie beispielsweise zur Überprüfung von Sitzheizungen, beheizten Heckscheiben oder des Motors (Kühlkreislauf etc.) eingesetzt.“

Bei der aktiven Thermografie wird das Objekt von außen durch eine zusätzliche Energiequelle angeregt. Hierbei gibt es verschiedene Verfahren der Energieanregung: Lichtimpulse, Langwellenstrahlung, Induktion, Konvektion (Wärmeleitung) und Ultraschall. Jede Anregungsart charakterisiert unterschiedliche Fehlermechanismen wie Delamination (Ablösen von Schichten) und Risse sowie unterschiedliche Materialeigenschaften wie Dichte und Wärmeleitfähigkeit. Der durch die Energieanregung künstlich erzeugte Wärmefluss durch das Prüfobjekt wird in Bereichen von Fehlstellen gestört, was eine Reaktion hervorruft, die mit einer Wärmebildkamera sichtbar

Die Anfänge

Die Entwicklung des Thermografie-Verfahrens zur tiefergehenden Analyse von Karosseriereparaturen geht auf Dipl.-Ing. Volker Carl zurück. Die Technologie ist als zerstörungsfreie Materialprüfung in der Luft- und Raumfahrt sowie zur Prüfung von Carbon-Fahrradrahmen bekannt und wurde gemeinsam mit dem Unternehmen SVS auf die Prüfung von Fahrzeugen adaptiert und weiterentwickelt. Die Vorteile der aktiven Thermografie gegenüber der Überprüfung eines ganzen Fahrzeugs mit einem Schichtdickenmessgerät liegen in der kurzen Messzeit sowie der bildgestützten, reproduzierbaren Dokumentation.

Aktuell wird die Fahrzeug-Thermografie nach Auskunft von SVS an drei Standorten in Deutschland, einem in den USA, fünf in der Türkei, einem in den Niederlanden, acht im Irak, einem in Singapur und einem in Korea angeboten. Mehr Infos auch unter: www.svs-gutachten.de und Beispielvideos bei YouTube unter dem Suchwort „Thetascan“.

gemacht wird.“ Im Prinzip detektieren Sensorchips die Wärmestrahlung aus unterschiedlichen Wellenlängen im Infrarotbereich.

Um bei der aktiven Thermografie das Prüfobjekt anzustrahlen und die unterschiedlichen Schichten im Material zu erreichen, kommen zwei verschiedene Lichtquellen zum Einsatz: zwei Blitzgeneratoren und zwei Halogenlampen.

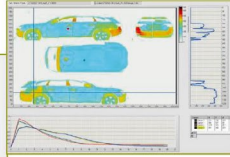
Michael Ernst erläutert den Unterschied: „Durch die beiden extrem hellen Blitzeinheiten, die mit einer Leistung von acht Kilojoule einen kurzen Wärmepuls im Millisekunden-Bereich auf der Fahrzeugkarosserie erzeugen, können über die vorhandene Abkühlphase, die mit der Wärmebildkamera hochfrequent aufgezeichnet wird, Materialien bis zu einer Dicke von rund

INTERPRETATION DER WÄRMEBILDER

Beispiel Audi A4



(2)

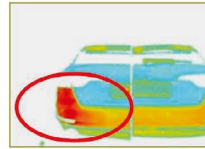


Reparaturrechnung

Laut Reparaturrechnung wurden das kompl. Seitenteil hinten links inkl. des Dachholms lackiert. Weiterhin soll die Heckverkleidung erneuert worden sein.

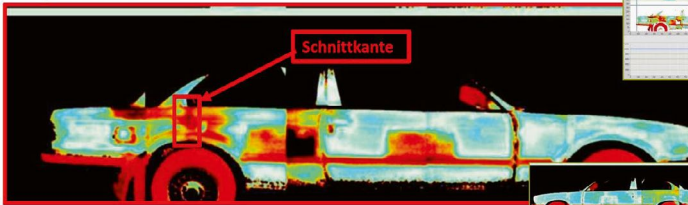
Richtigstellung

Die thermografische Auswertung zeigte jedoch auf, dass das Seitenteil lediglich unterhalb lackiert wurde. Der Dachholm hingegen wurde nicht – wie berechnet – lackiert. Auch die Heckverkleidung wurde nicht wie in der Rechnung aufgeführt erneuert, sondern lediglich linksseitig in Stand gesetzt und beilackiert.



INTERPRETATION DER WÄRMEBILDER

Beispiel BMW 3er



(3)



Reparaturrechnung

Gemäß der Reparaturrechnung soll ein neues Seitenteil hinten rechts eingesetzt worden sein.

Richtigstellung

Tatsächlich wurde jedoch lediglich ein Teilersatz (hinterer Bereich) vorgenommen.



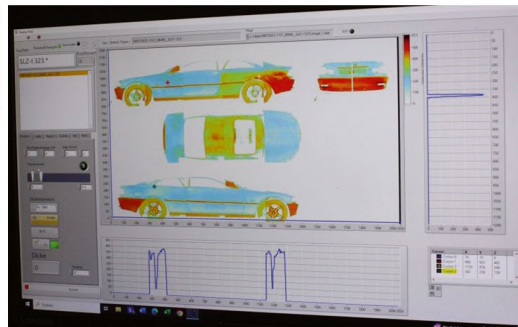
INTERPRETATION DER WÄRMEBILDER

Beispiel BMW e46



Schadenumfang / Reparatur

Das Fahrzeug wurde am Radlauf hinten links repariert und die hintere Seitenwand sowie der hintere Stoßfänger lackiert. Ansonsten befindet sich das Fahrzeug im Original-Lack ab Werk. Die Reparaturstelle und Beilackierung ist im Thermografie-Scan eindeutig dokumentierbar.



(4)

600 µm ausgemessen werden. Durch den nachgelagerten Einsatz der Halogenlampen, die die Untersuchungsbereiche der Karosserie etwa 12 s lang bestrahlen, wird mehr Wärme erzeugt, sodass hiermit die tiefer liegenden Schichten bis zu mehrere Millimeter ausgemessen werden können. Diese vom Hersteller ThetaScan GmbH patentierte Messung nennt man auch Kombipulsverfahren.“

Rundum-Analyse

Der Ablauf einer Thermografie-Untersuchung mittels der auf einem Gestell montierten Lampen- und Kamera-Technik vollzieht sich in folgenden Schritten:

1. Das Fahrzeug auf einer möglichst geraden Fläche positionieren und das Scan-Modul fährt im Abstand von etwa 40 cm entlang der Fahrzeugflanke.
2. Der Fahrzeugscanner überprüft die

Fahrzeugflanke in einzelnen Teilbereichen (jeweils 80 cm). Jeder Teilbereich wird zweimal ausgemessen (ein kurzer Wärmeimpuls durch die Blitzeinheit für Schichtdicken bis 600 µm und ein anschließender Wärmeimpuls durch die Halogenlampen für Schichtdicken von 600 µm bis mehrere Millimeter).

3. Nachdem die komplette Fahrzeugflanke abgescannert wurde, wird anhand der Einzelmessungen ein Gesamtbild erzeugt. Mithilfe von Verlaufskurven können in markierten Bereichen genaue Rückschlüsse auf die Schichtdicke oder das Material gezogen werden.

Mit dieser Messvorrichtung konnte bisher aber nur eine Fahrzeugflanke analysiert werden. Um die andere Seite sowie Front und Heck zu analysieren, musste das Fahrzeug umpositioniert und wieder parallel zur Messvorrichtung gestellt werden. Zudem wurden Dach und Motorhaube ausgespart. In einer weiteren Ausbaustufe wurden diese Defizite eliminiert. Die Messtechnik ist auf einem Schwenkarm montiert, der das Fahrzeug vollautomatisch von allen Seiten abfährt und anschließend die Motorhaube und den Dachbereich abscannt.

Über eine Hebeanlage lässt sich die Scaneinheit auf rund 3,5 m hochfahren. Andere Abmessungen sind ebenfalls möglich, da jede Anlage quasi individuellen Erfordernissen angepasst werden kann.

Je nach beabsichtigter Messtiefe (bis 600 µm) dauert eine komplette Fahrzeugmessung beim optimierten System etwa zehn Minuten, bei einer tiefergehenden Messung und der dann notwendigen Extra-Aktivierung der Halogenlampen (zur Einbringung von Wärme) etwa 15 bis 20 Minuten. Nach dem kompletten Scandurchlauf können die Scanbilder als Filmsequenz mit der eigens dafür entwickelten Software analysiert werden, **BILD 1**.

Bei der Prüfung mittels Thermografie werden Veränderungen zum Originalzustand der Bauteile sofort farblich sichtbar, da aufgetragene Materialien eine andere Wärmeleitfähigkeit aufweisen, siehe Beispiele in **BILD 2** bis **BILD 4**. Dadurch lassen sich verdeckte Schäden oder ausgetauschte Bauteile recht einfach er-

kennen. Zudem bilden Erkenntnisse aus der Thermografie oft die Grundlage für weitergehende Untersuchungen.

Auf der MAS-Tagung stellte Artur Fink zum Beispiel einen Gerichtsauftrag vor, bei dem Aussagen zur Unfallfreiheit eines Porsche 911 Carrera S Cabrio getroffen werden sollten. Die Thermografie offenbarte zunächst erkennbare Instandsetzungen und Nachlackierungen am Porsche, **BILD 5**. Im Anschluss fanden eine tiefergehende Röntgenuntersuchung und Video-Endoskopie der identifizierten Reparaturstellen statt, bei der sich mehrere Schweißnähte vorfanden. Zusammenfassend konnte nachgewiesen werden, dass am Seitenteil des begutachteten Porsche im vorderen Bereich ein Teilersatz vorgenommen wurde und im vorderen Bereich des linken Schwellers ein Teilersatz stattfand, **BILD 6** und **BILD 7**.

Kosten

Obwohl die Thermografie in der Sachverständigenbranche durchaus bekannt ist, ist sie in Deutschland nur an wenigen Standorten zu finden. Das liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit an den Investitionskosten. Neben der kleineren und automatisiert fahrenden Messvorrichtung ab circa 24.000 bis 42.000 Euro gibt es eine günstigere Stativlösung. Letztere ist laut Michael Ernst ausreichend, wenn nur festgestellt werden soll, ob ein bestimmtes Bauteil tatsächlich erneuert oder nur instandgesetzt wurde. Für die mobile Thermografie gibt es zudem einen Handscanner zur Untersuchung sehr kleiner Bereiche, bei dem die Energieanregung über einen Föhn oder eine Heißluftpistole erfolgen kann.

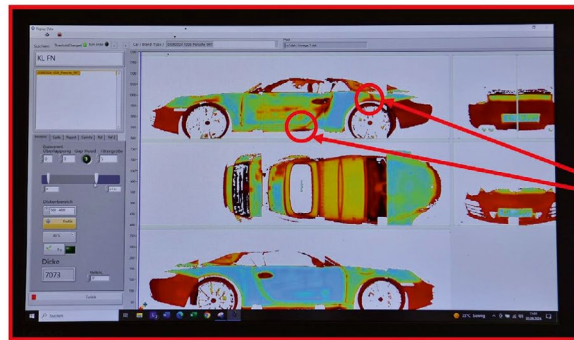
Laut Ernst sind für eine vollautomatische Thermografie-Anlage mit 360°-Scan sowie den Fahrzeug-Scan von oben rund 120.000 Euro zu kalkulieren. Versicherungen honorieren den Thermoscan im Rahmen des Unfall-Schadengutachtens mit 65 bis 100 Euro. Bei gerichtlichen Aufträgen ist der Aufwand aber oft sehr viel höher und muss anders kalkuliert werden.

Die Thermografie bringt aber nicht nur maximale Klarheit bei zu reparierenden Unfallschäden. Weitere nützliche Einsatzgebiete für Sachverständige

THERMOGRAFIE-SCAN

(5)

Neben den deutlich erkennbaren Instandsetzungs- und Nachlackierungsspuren ringsum, waren hier insbesondere auf der linken Fahrzeugflanke im Bereich des Seitenteils hinten links und im Schwellerbereich Auffälligkeiten festzustellen.



Um diese auffälligen Bereiche tiefergehend thermografisch auszumessen, wurde in den entsprechenden Bereichen eine manuelle Ausmessung vorgenommen.

RÖNTGENUNTERSUCHUNG

(6)

Röntgenbild des Türschwellers



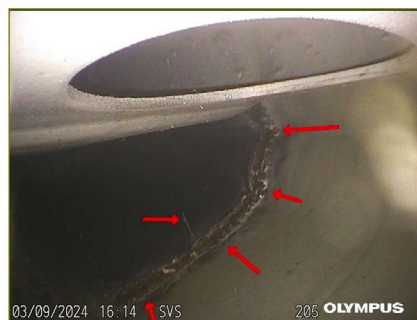
Die beiden Röntgenbilder zeigen die Schweißnaht im Übergangsbereich zwischen dem linken Türschweller und dem Seitenteil hinten links.



VIDEOSKOPIE

(7)

Bei der Türschwelleruntersuchung konnte die Schweißnaht zwischen dem Schweller und dem Seitenteil mittels Videoskopie in Augenschein genommen werden. Nachfolgend ein paar Aufnahmen:



sind die Begutachtung von hochpreisigen Fahrzeugen im Rahmen eines Kauf- / Verkaufsprozesses, von Oldtimern zur Bewertung der Originalität und/oder Kontrolle einer durchgeführten Restauration, die Prüfung von Gebrauchtwagen, der Check von Leasingrückläufern oder auch die Nachkont-

rolle von durchgeführten Reparaturen im Auftrag von Kunden oder Versicherungen. Zudem sollte es unter Sachverständigen immer möglich sein, bei der Fallbearbeitung Kollegen hinzuzuziehen, die gegebenenfalls besseres Analyse-equipment oder mehr Expertise bei der Bearbeitung bestimmter Themen haben.