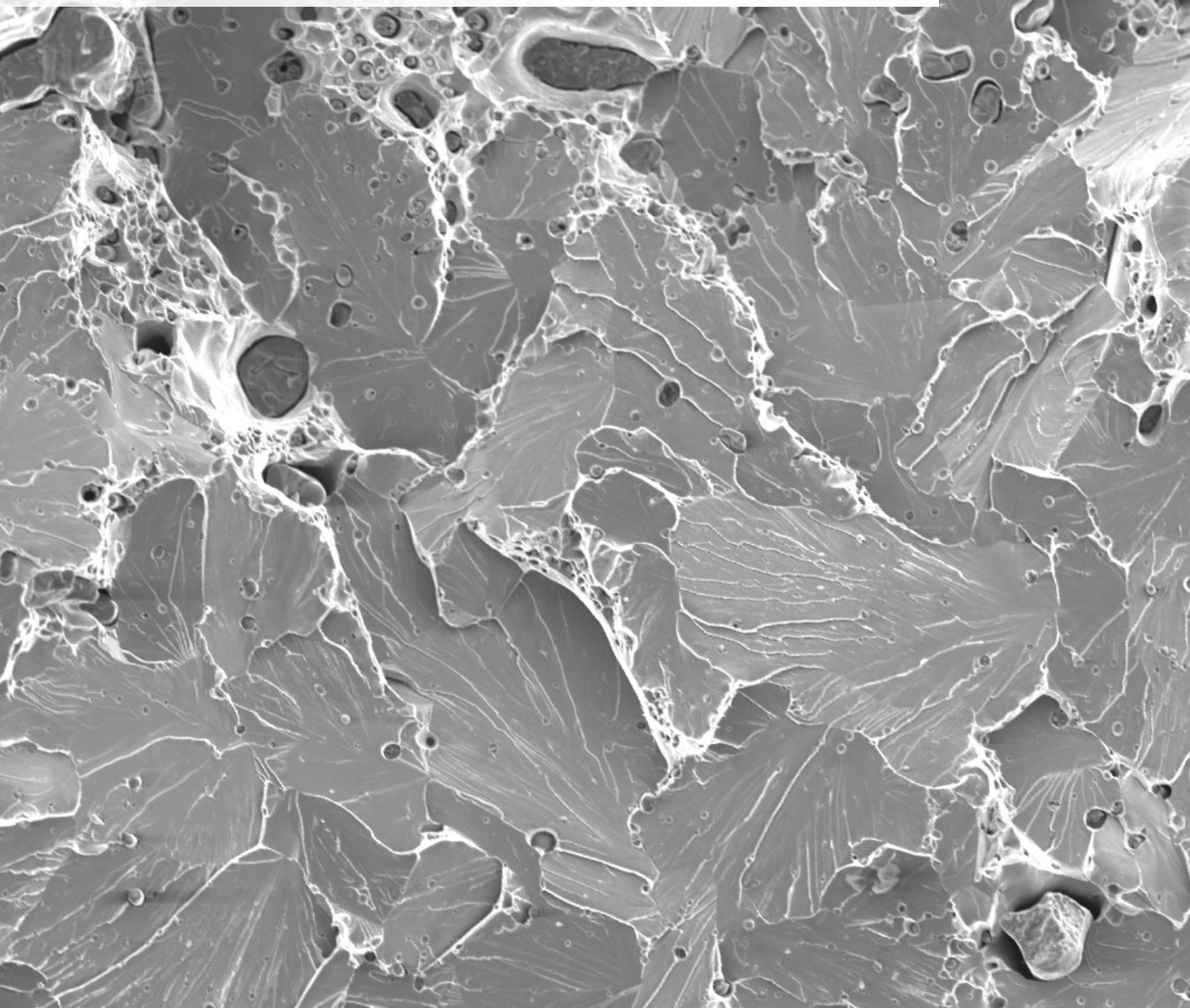
Schadensuntersuchungen an Automobilbauteilen, Maschinen- und Anlagenkomponenten in der Praxis

DEKRA Labor für Werkstofftechnik und Schadensanalytik

DEKRA

Alles im grünen Bereich.



Warum werden Schadensanalysen benötigt?

Schadensuntersuchungen werden häufig bei Großschäden, gerichtlichen Auseinandersetzungen und Unfällen ohne Fremdeinwirkung mit resultierenden Personenschäden beauftragt. In der Regel soll ermittelt werden, ob die Schadensursache auf einen Produktmangel, einen Montagefehler oder eine Fehlanwendung zurückgeführt werden kann. Oft können entsprechende rechtliche Ansprüche nur mittels einer unabhängigen Materialuntersuchung geltend gemacht werden.

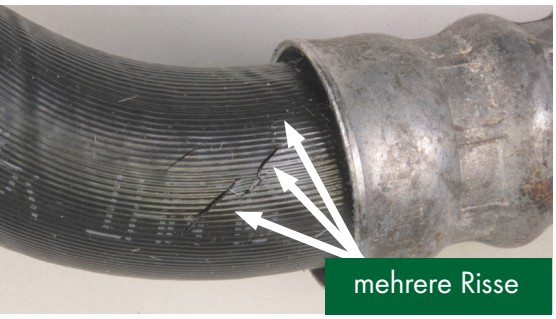
Schadensanalysen an Automobilbauteilen, Maschinen- und Anlagenkomponenten im DEKRA Werkstofflabor

Das akkreditierte DEKRA Werkstofflabor führt jährlich über 100 Schadensanalysen an unterschiedlichsten Bauteilen aus Metallen, Kunststoffen und Verbundwerkstoffen durch. Mittels werkstofftechnischer und chemisch-analytischer Untersuchungsmethoden ermittelt das erfahrene Fachpersonal zuverlässig die Schadensursachen.

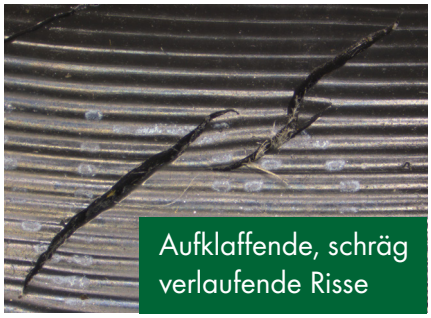
Bei den zu untersuchenden Schadteile handelt es sich meist um Automobilbauteile, aber auch um Maschinen- und Anlagenkomponenten aus verschiedenen Industriezweigen.

Im Folgenden werden beispielhaft untersuchte Schäden aus der täglichen Praxis unseres Werkstofflabors vorgestellt, um mögliche Fragestellungen, Untersuchungsansätze und daraus ableitbare Erkenntnisse zur Schadensursache aufzuzeigen.

Gerissener Hydraulikschlauch verursacht Totalschaden an Auto



Nach erfolgter Reparatur eines Getriebes kam es nach nur wenigen Kilometern zu einem erneuten Schaden. Der beauftragte Kfz-Sachverständige stellte bei der Begutachtung des Autos fest, dass der Hydraulikschlauch mehrere Risse aufwies, aus denen große Mengen an Öl herausliefen. Das Trockenlaufen des Getriebes verursachte einen wirtschaftlichen Totalschaden. In dem folgenden Rechtsstreit behauptete der Kläger, der Schlauch sei durch eine unsachgemäße Reparatur des Getriebes in der Werkstatt geschädigt worden. Dies bestritt die beklagte Werkstatt jedoch, so dass es zu keiner Einigung in dem Prozess kam. Daher wurde das DEKRA Werkstofflabor vom Gericht beauftragt, die Schadensursache des gerissenen Schlauches zu ermitteln.



Ausgangszustand:

Der Hydraulikschlauch wies lokal begrenzt neben der Presshülse mehrere schräg verlaufende Risse auf. Der Schlauch hatte noch eine gute Flexibilität und zeigte keine Anzeichen einer Versprödung des Materials. Am Schlauch waren keine mechanischen Beschädigungen, Verformungen oder Abriebspuren zu sehen.

Untersuchungsergebnisse:

An der Innenoberfläche des Schlauches war, im Unterschied zur Außenoberfläche, lediglich ein einziger Riss zu sehen. Nach Öffnen des Risses war zu erkennen, dass in diesem Bereich ein Wanddurchbruch vorhanden war, durch den das Hydrauliköl auslaufen konnte. Die nähere Untersuchung der Rissflächen zeigte, dass sich die Bruchausgänge im Inneren zwischen zwei Hohlräumen mit darin befindlichen Textilfasern befanden.

Schadensursache:

In den Bruchausgangsbereichen wurden streifige Unebenheiten und an einer Position eine Materialtrennung festgestellt. Demnach waren durch die Herstellung Schwachstellen im Material vorhanden, von denen sich im Laufe des Betriebes Risse ausgebildet hatten. Ein mechanischer Einfluss oder ein zu hoher Innendruck konnten anhand des Schadensbildes ausgeschlossen werden. Es konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass die Schädigung auf einen herstellungsbedingten Materialfehler zurückzuführen war. Ein direkter Zusammenhang mit der Reparatur des Getriebes und der Rissbildung des Schlauches bestand demnach nicht. Eine Aussage darüber, ob der Wanddurchbruch des Schlauches bereits bei der Reparatur des Wagens bestand oder erst später aufgetreten ist, konnte nicht getroffen werden. Grundsätzlich ist eine nachträgliche zeitliche Angabe, wann ein Riss oder Bruch entstanden ist, nicht möglich.

Geplatzte Kraftstoffleitung schadensursächlich für Lkw-Brand?

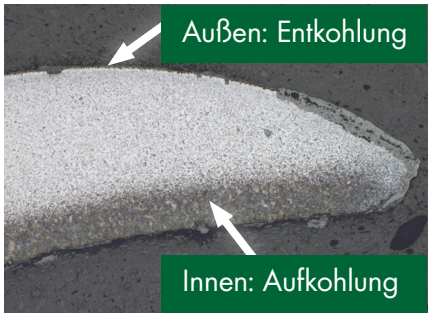
Nachdem ein Lkw in Brand geraten war, stellte der beauftragte Sachverständige zur Ermittlung der Brandursache eine geplatzte Hochdruckleitung fest. Im Rahmen einer materialkundlichen Untersuchung sollte festgestellt werden, ob die Leitung vor dem Brand oder während des Brandes durch die Hitzeeinwirkung geplatzt war.

Ausgangszustand:

Die Hochdruckleitung war auf einer Länge von ca. 14 mm längs aufgeplatzt. Auffällig war, dass sich das Rohr stark ausgebeult hatte und der Riss sehr weit geöffnet war. Das Material war außerdem im Bruchbereich stark eingeschnürt. Die Rohraußenoberfläche war mit rostbraunen Korrosionsprodukten bedeckt, während die Rohrinnenoberfläche einen schwarzen Belag aufwies. Für eine vergleichende Untersuchung standen zwei neuwertige Kraftstoffleitungen zur Verfügung.

Untersuchungsergebnisse:

Die Bruchflächen waren komplett mit Korrosionsprodukten bedeckt, so dass keine Bruchstruktur ersichtlich war. Bei den Belägen handelte es sich fast ausschließlich um Eisenoxid. Bei der Schliffuntersuchung wurde im Bruchbereich an der Innenoberfläche eine Aufkohlung des Stahls festgestellt, während an der Außenoberfläche keine Zinkschicht mehr vorhanden, sondern eine leichte Entkohlung zu sehen war. Die Rissflanken waren ebenfalls leicht entkohlt und auf der Oberfläche lag eine dicke Zunderschicht. Bei der Härteprüfung wurde im aufgeplatzten Bereich eine deutliche Härteverringerung im Vergleich zu den neuwertigen Leitungen festgestellt. Im aufgekohlten Bereich war hingegen eine deutliche Härtesteigerung zu verzeichnen.

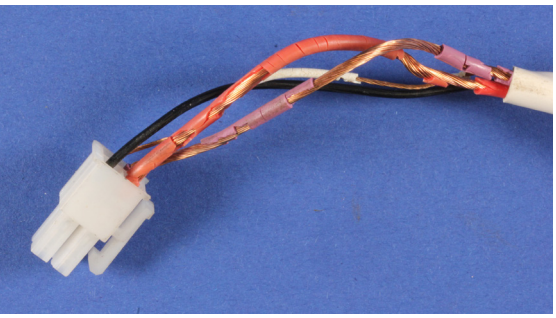


Schadensursache:

Die Schadensmerkmale des stark aufklaffenden Risses und die massive Gefüge- und Härteänderung des Stahls wiesen darauf hin, dass die Kraftstoffleitung erst während des Brandes aufgrund der Hitzeeinwirkung geplatzt war. Das Platzen der Leitung konnte demnach als Brandursache ausgeschlossen werden.

Durch die starke Erhitzung des Werkstoffes während des Brandes hatte sich die äußere Zinkschicht aufgelöst und der Stahl verzunderte an der Oberfläche, wodurch es zu einer Reduzierung der Wandstärke kam. Der äußere Randbereich wurde durch den Brand leicht entkohlt, während es an der Innenoberfläche durch die Erhitzung des Kraftstoffes zu einer Aufkohlung des Stahls kam. Durch die hohe Temperatur des Feuers verringerte sich die Zugfestigkeit des Werkstoffes, während gleichzeitig die Bruchdehnung zunahm, so dass das Material bei einer nur noch geringen Wandstärke brach. Bei niedrigen Temperaturen hätte sich der Werkstoff nicht derart stark dehnen können.

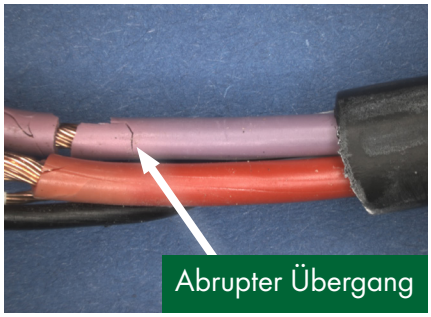
Versprödung von Kabelisolierungen



Nachdem ein LKW in Brand geraten war, stellte der beauftragte Sachverständige zur Ermittlung der Brandursache eine geplatzte Hochdruckleitung fest. Im Rahmen einer materialkundlichen Untersuchung sollte festgestellt werden, ob die Leitung vor dem Brand oder während des Brandes durch die Hitzeeinwirkung geplatzt war.

Ausgangszustand:

Die freigelegenen Litzen zeigten eine massive Versprödung der Kunststoffisolierungen. Die einzelnen Litzen waren im Rest des Kabels mit einem schwarzen Kunststoff ummantelt. Zur näheren Feststellung wie weit die Schädigung unterhalb der Ummantelung fortgeschritten war, wurde die Kappe am Übergang entfernt. Die Schädigungen der Isolierungen endeten abrupt an der Position, an der die Ummantelung begann. Die von der Ummantelung geschützten Bereiche zeigten keinerlei Anzeichen einer Schädigung.



Untersuchungsergebnisse:

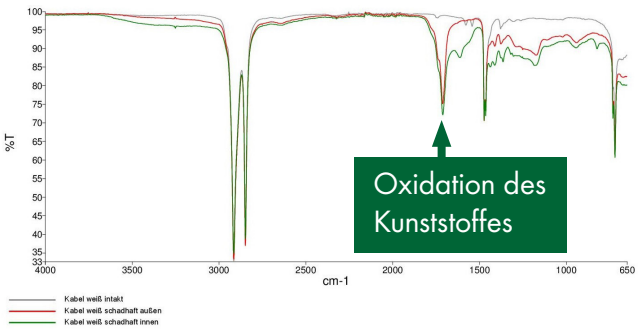
Mittels einer Infrarotspektroskopie konnte der Kunststoff der Isolierungen als Polyethylen mit geringer Dichte (PE-LD) identifiziert werden. Im nichtummantelten Bereich wurde bei allen vier Isolierungen eine starke Oxidation des Kunststoffes nachgewiesen. Die Schädigung war an der Außenoberfläche stärker als an der Innenoberfläche, so dass auf einen Einfluss von außen ausgegangen werden konnte. Mittels einer EDX-Analyse wurden auf der Außenoberfläche der Isolierungen zahlreiche Fremdelemente detektiert, was auf einen Kontakt mit einem unbekannten Medium hindeutete. Die DSC- und die TG-Analysen bestätigten die starke chemische Alterung, bei der es zu einem deutlichen Kettenabbau gekommen war.

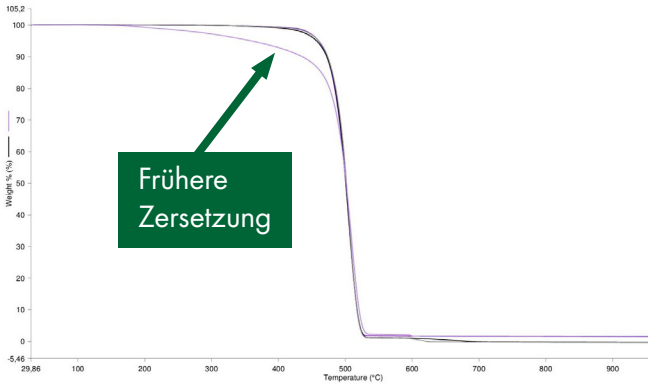
Schadensursache:

Die oxidative Alterung von Polyethylen kann durch folgende Einflussfaktoren entstehen:

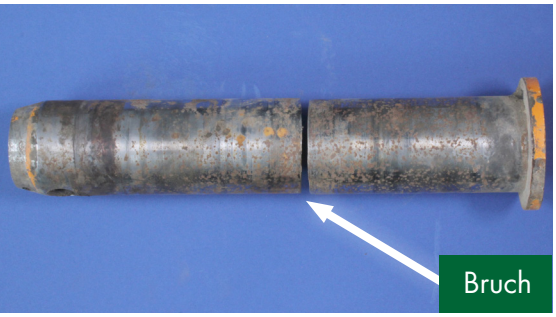
- zu hohe Temperaturen über einen längeren Zeitraum (> 60 °C)
- UV-Bestrahlung
- Kontakt mit einem Medium, gegen welches PE-LD keine Beständigkeit aufweist

Da nur die nicht ummantelten Litzen eine Schädigung aufwiesen und der Übergang zum intakten Bereich abrupt verlief, konnte der Einfluss einer zu hohen Umgebungstemperatur ausgeschlossen werden. Des Weiteren war das Kabel laut Auftraggeber vor UV-Strahlung geschützt, da es in einem geschlossenen Schaltkasten verbaut war. Aufgrund der zahlreichen Fremdelemente auf der Außenoberfläche konnte die Schadensursache auf einen Kontakt mit einem auf den Kunststoff oxidativ wirkende Medium zurückgeführt werden. Dabei könnte es sich beispielsweise um ein Reinigungsmittel gehandelt haben.





Bolzen von Hydraulikbagger bricht nach kurzer Betriebsdauer



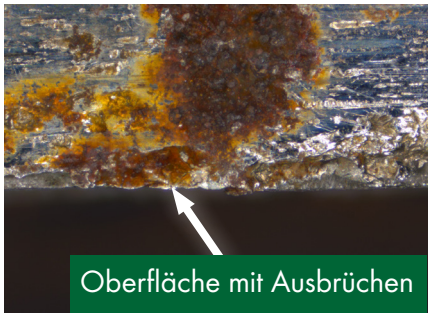
An einem Hydraulikbagger war ein Bolzen, welcher unter anderem beim Heben und Senken der Schaufel beteiligt war, bereits nach ca. 3.400 Betriebsstunden über den gesamten Querschnitt gebrochen. Der Hersteller des Baggers beauftragte das DEKRA Werkstofflabor, die Bruchursache zu ermitteln.

Ausgangszustand:

Am Bolzen waren über die gesamte Lauffläche verteilt anhaftende Korrosionsprodukte sowie umlaufende Verschleißspuren und Ausbrüche zu erkennen. Die Bruchfläche zeigte über nahezu die gesamte Querschnittsfläche deutliche Rastlinien – typisches Merkmal eines Dauerschwingbruchs. Des Weiteren waren in der gehärteten Randzone zahlreiche Risse zu erkennen.

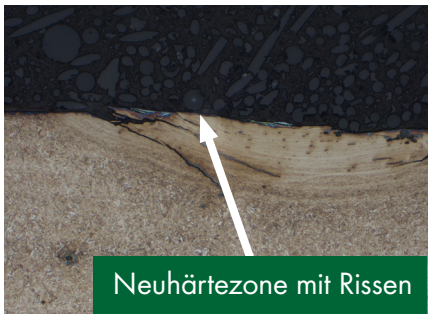
Untersuchungsergebnisse:

Der Bruchausgang befand sich an der gehärteten Außenoberfläche des Bauteils, in einem Bereich mit starken Verschleißspuren und mehreren Ausbrüchen. Es wurde nur ein sehr geringer Restgewaltbruchbereich festgestellt, welcher max. 5 % der Bruchfläche ausmachte. Bei der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung war im Randbereich eine duktile Gewaltbruchstruktur in Form von Waben ersichtlich, während der größte Teil des Kernbereichs einen Dauerbruch mit typischen Schwingstreifen aufwies. Die Schliffuntersuchung zeigte, dass der Werkstoff im Bereich der Verschleißspuren derart heiß geworden war, dass sich sogenannte Neuhärtezonen gebildet hatten. In diesen Bereichen wird ein Werkstoff sehr spröde und neigt bei Belastung zu Rissen. Hinsichtlich Gefügestruktur im Kern und Oberflächenhärtung waren keine Auffälligkeiten festgestellt worden.



Schadensursache:

Die Schädigung konnte auf den starken Verschleiß der Bolzenoberfläche zurückgeführt werden. Von einem der zahlreichen kleinen Ausbrüche breitete sich zuerst ein Gewaltanriss im Bereich der gehärteten Randzone aus. Von diesem Anriss ausgehend bildete sich der Schwingbruch über die restliche Bruchfläche bis zum Restgewaltbruch aus. Der im Vergleich zur Querschnittsfläche kleine Anteil an Restgewaltbruch ließ auf eine niedrige Nennspannung schließen, so dass eine Überbeanspruchung des Werkstoffes auszuschließen war.



Die Schadensursache war demnach auf eine nicht ausreichende oder falsche Schmierung des Bolzens zurückzuführen.

Welche Informationen benötigt das DEKRA Werkstofflabor für die Schadensanalyse?

Ausführliche Informationen zum Schaden vereinfachen die Schadensuntersuchung, verhindern Fehlbeurteilungen und reduzieren die Prüfkosten. Folgende Informationen sollten – wenn vorhanden – bei jedem Schadensfall zur Verfügung gestellt werden:

- Schilderung des Schadvorgangs
- Betriebs- und Umgebungsbedingungen bei Schadeneintritt
- Fotos von der Einbausituation und des Schadens
- Funktion und Position des Bauteils in Fahrzeug, Maschine oder Anlage
- Hersteller-Spezifikationen

Für die Beweissicherung sollten direkt nach dem Schaden alle Bruchflächen sichergestellt und vor Korrosion und nachträglicher Beschädigung geschützt werden.

Leistungsspektrum Schadensanalytik

- Beratung hinsichtlich Machbarkeit, Untersuchungsumfang und Kosten
- Werkstoffkundliche Untersuchungen der Schadensteile
- Bruchursachenermittlung
- Analysen von Partikeln, Belägen und Korrosionsrückständen
- Analysen von Betriebsstoffen (Kraftstoffe, Kühlmittel, Bremsflüssigkeiten, Öle)
- Lackvergleichsuntersuchungen
- Untersuchungen von Fahrzeuginnenräumen auf Brandschadenrückstände
- Empfehlungen zur zukünftigen Schadensvermeidung
- Erstellung von gerichtlich anerkannten Gutachten mit ausführlicher Fotodokumentation

Wir sind akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS)

Kontakt

DEKRA Automobil GmbH
Labor für Werkstofftechnik & Schadensanalytik
Untertürkheimer Straße 25
66117 Saarbrücken
Telefon 0681.5001100
testlab@dekra.com
dekra.de/werkstoffpruefungen

DEKRA Automobil GmbH
Labor für Werkstofftechnik &
Schadensanalytik
Untertürkheimer Straße 25
66117 Saarbrücken
Telefon +49.681.5001100
testlab@dekra.com
dekra.de/werkstoffpruefungen

Änderungen vorbehalten.
AM41-10.21