



**Werkstoffuntersuchungen  
und Schadensanalysen**

**Leistungsbeschreibung**

## **Leistungsumfang**

Als Basis für eine Beauftragung wird von der IABG ein Untersuchungsplan anhand der vom Kunden bereitgestellten Informationen sowie der beschriebenen Leistungspakete erstellt und kundenseitig bestätigt und schriftlich bestellt. Der Untersuchungsplan gilt als Festpreisangebot. Die Terminvereinbarung erfolgt nach Auftragseingang.

Für die aufgeführten Leistungsaspekte gilt eine Mindestbestellmenge von 500,- Euro. Für Eilaufträge, die innerhalb von 24 Stunden durchgeführt werden wird ein Aufschlag von 50% angesetzt.

### **1 Probenvorbereitung**

#### **1.1 Vorbereitende Arbeiten (Lager und Werkstatt)**

Prüflingstransport inkl. Kran- und Staplernutzung und Demontage auf dem Firmengelände der IABG, Ottobrunn, Bereitstellung und Einsatz von Werkzeugmaschinen und Trennwerkzeug, Zuschnitt von Komponenten / Prüflingen inkl. qualifiziertem Personal.

#### **1.2 Vorbereitende Arbeiten (Labor)**

Bereitstellung und Einsatz der verfügbaren Laborausstattung. Dies betrifft Trennarbeiten zu Probenentnahme, Aufbau von Laborversuchen, kunden- und projektspezifische Arbeiten.

### **2 Makroskopische Dokumentation**

#### **2.1 Makrodokumentation**

Makroskopische Untersuchungen von Prüflingen. Makrodokumentation mittels Makroobjektiv und Digitalkamera, Untersuchungen von makroskopischen Bruchmerkmalen mit dem Stereomikroskop. Einbinden der Aufnahmen in die Image Access Datenbank.

### **3 Materialografische Untersuchungen**

#### **3.1 Schliffprobe inklusive Mikrostrukturuntersuchung**

Umfasst die Mikro- oder Makroschliffpräparation einer entnommenen Probe mit einer Standardkontrastierung innerhalb einer systematischen Schadensanalyse. Es erfolgt eine lichtmikroskopische Mikrostrukturuntersuchung zur Erfassung mikroskopischer Merkmale wie Gefüge, Struktur, Fehlstellen, Beschichtungen, Steigerungen usw. Die Bestimmung der Mikrohärtigkeit des Kerngefüges durch 5 Einzelmessungen und der Mittelwertbildung ist inklusive.

- Maximale Prüflingsgrößen (eingebettet) Ø 50 mm / 35 x 65 mm
- 50 % Aufpreis für Eiluntersuchungen mit Fertigstellung innerhalb von 48 Stunden
- Sondergrößen auf Anfrage

#### **3.2 Schliffprobe inklusive Basisdokumentation**

Umfasst die Mikro- oder Makroschliffpräparation einer entnommenen Probe inklusive Standardkontrastierung. Es erfolgt eine Dokumentation der vorliegenden Mikrostruktur mit max. 5 Abbildungen.

- Maximale Prüflingsgrößen (eingebettet) Ø 50 mm / 35 x 65 mm
- 50 % Aufpreis für Eiluntersuchungen mit Fertigstellung innerhalb von 48 Stunden
- Sondergrößen auf Anfrage

### 3.3 Schliffprobe Präparation/hohe Probenmenge

Enthält die Einbettung der Probe mit einer metallografischen Präparation und der Standardkontrastierung. Anwendbar für hohe Probenmengen von Proben gleicher Geometrie mit lichtmikroskopischer Basisdokumentation.

### 3.4 Lichtmikroskopie

Beinhaltet die werkstoffübergreifende, lichtmikroskopische Untersuchung von Mikrostrukturen an präparierten Makro- und Mikroschliffen.

### 3.5 Standardanalyse Materialografie

Akkreditierte Prüfung inklusive Prüfprotokoll einer der nachfolgenden Gefügeanalysen:

- Korngröße nach DIN ISO 643, ASTM E 112
- Schichtdicken an Metall- und Oxidschichten, mikroskopisches Verfahren nach DIN EN ISO 1463
- Prüfung auf nichtmetallische, karbidische und sulfidische Einschlüsse nach DIN 50 602 (Verfahren M), ASTM E 45, SEP1520, SEP 1615
- Mikrostruktur von Gusseisen nach DIN EN ISO 945 (Analysefläche bis 80 mm<sup>2</sup>)
- Porositätsanalyse nach VDG Empfehlung P201E, VW5009, PV6097 (Prüffläche bis 80 mm<sup>2</sup>)
- Partikelanalyse (Statistische Auswertung/Klassifizierung an max. 3 Lichtmikroskopischen oder REM-Aufnahmen)

## 4 Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen

### 4.1 Probenbedampfung mit Gold (Au)

Elektrisch nichtleitende Proben (z.B. Kunststoffe, Keramiken) werden vor einer fraktografischen Untersuchung mit Gold (Au) bedampft. Eine dünne Goldschicht stellt die Leitfähigkeit sicher und gewährleistet hochauflösende Aufnahmen.

### 4.2 REM-Untersuchung inklusive EDX

Bereitstellung und Bedienung der Rasterelektronenmikroskope (REM) mit energiedispersiven Mikrobereichsanalysen (EDX). Es stehen ein Wolfram-Kathodensystem und ein Feldemissionsgerät für die Untersuchungen zur Verfügung. Es können sowohl leitende (Metalle) als auch nichtleitende (Kunststoffe, Keramiken, Bio) Werkstoffe untersucht werden.

- Fraktografie – Bruchflächenanalyse zur Bestimmung des Schadensmechanismus und der bruchauslösenden Faktoren
- Hochauflösende Topografieanalysen mit einer maximalen Auflösung von 0,6 nm
- qualitative und semiquantitative Mikrobereichsanalyse (EDX)  
Punkt-, Integral-, Linien- und Objektanalyse, orts aufgelöste Mikrobereichsanalyse (Mapping)
- kundenspezifische Analysen / Untersuchungen

## 5 Mechanisch-technologische Untersuchungen

### 5.1 Makrohärte (HB, HR, HV, HL)

Akkreditierte Prüfung mit kalibrierten Härteprüfgeräten inklusive Prüfprotokoll (5 Einzelmessungen, Mittelwert) für jeweils eines der folgenden Prüfverfahren:

- Brinell (DIN EN ISO 6506-1, ASTM E10)
- Rockwell (DIN EN ISO 6508-1, ASTM E 18b)
- Vickers (DIN EN ISO 6507-1, ASTM E 92)
- Mobile Härteprüfung nach Leeb (HL-C, -D, -G, DIN50156-1)

## **5.2 Kleinlast- und Mikrohärtigkeit (HV1 bis HV 0,01)**

Akkreditierte Prüfung nach Vickers (DIN EN ISO 6507-1, ASTM E 92) mit kalibrierten Härteprüfgeräten inklusive Prüfprotokoll (5 Einzelmessungen, Mittelwert).

## **5.3 Härteverlauf (DS, CHD (Eht), Nht)**

Akkreditierte Prüfung nach Vickers (HV1 bis HV 0,01, DIN EN ISO 6507-1, ASTM E 92) mit kalibrierten Härteprüfgeräten inklusive Prüfprotokoll und graphischer Darstellung des Härteverlaufs. Bestimmung des Härteverlaufs durch maximal 20 Einzelmessungen für jeweils eine der folgenden Prüfungen:

- Einsatzhärtetiefe nach DIN 50 190-2, DIN EN ISO 2639 und DIN EN 10328
- Entkohlungstiefe nach DIN EN ISO 3887,
- Nitrierhärtetiefe nach DIN 50190-3
- Schmelzhärtetiefe und Schmelztiefe nach DIN 50190-4

## **5.4 Härteverlauf (Schweißnähte)**

Akkreditierte Schweißnahtprüfung nach DIN EN 1043-1 oder DIN EN 1043- 2 mit kalibrierten Härteprüfgeräten inklusive Prüfprotokoll.

## **5.5 Härteprüfung an Kunststoffen**

Akkreditierte Härteprüfung nach Shore A und D (DIN EN ISO 868) und IRHD (DIN EN48) inklusive Prüfprotokoll.

## **5.6 Zugversuch – Probenfertigung**

Fertigung eines zylindrischen kurzen Proportionalstabs. Die Fertigung erfolgt je nach Ressourcenverfügbarkeit durch die IABG oder einen qualifizierten Unterauftragnehmer der IABG.

## **5.7 Zugversuch – Prüfung**

Durchführung eines akkreditierten Zugversuchs an kalibrierten Prüfmaschinen mit Feindehnungsmessung und Bestimmung der Kennwerte  $R_p$ ,  $R_m$  und  $A_5$  inkl. Prüfprotokoll. Die Prüfung erfolgt je nach Ressourcenverfügbarkeit durch die IABG oder einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

## **5.8 Kerbschlagbiegeprüfung – Probenfertigung**

Fertigung von 3 Proben (U- oder V-Kerb). Die Fertigung erfolgt durch einen qualifizierten Unterauftragnehmer der IABG.

## **5.9 Kerbschlagbiegeprüfung – Prüfung**

Durchführung der Kerbschlagbiegeprüfung und Bestimmung der Kerbschlagarbeit inklusive Prüfprotokoll an 3 Proben. Die Prüfung erfolgt je nach Ressourcenverfügbarkeit durch die IABG oder einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

## **6 Analytik**

### **6.1 Chemische Werkstoffanalyse Funkenemissionsspektroskopie**

Quantitative emissionsspektroskopische Vollanalyse durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG inklusive Prüfprotokoll.

### **6.2 Umschmelzen für die chemische Werkstoffanalyse**

Umschmelzen von Kleinstproben in eine kompakte Analyseprobe (Fe, Cu, Al-Basis) oder einer Graugussprobe in den weiß erstarrten Zustand. Die Leistung erfolgt durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.3 Eigenspannungen**

Röntgenografische Bestimmung der Eigenspannung an der Werkstoffoberfläche durch einen qualifizierten Unterauftragnehmer der IABG. Die Messungen werden je Messpunkt in zwei Richtungen (0° und 90°) durchgeführt.

### **6.4 Thermogravimetrische Analyse (TGA)**

Thermogravimetrisches Messsystem mit automatisierten Messzyklen zur Bestimmung von Feuchte-, Faser- und Harzanteilen von Kunststoffen und faserverstärkten Kunststoffen. Mehrfachanalysen mit hohen Einwaagen bis 5 g und bis 1.000 °C möglich.

Die Bestimmung des Faservolumengehalts erfolgt mittels Dichtebestimmung nach der Auftriebsmethode gemäß DIN EN ISO 1183-1 (Verfahren A) sowie der thermogravimetrischen Analyse mittels Makro TGA nach Absprache. Für die Analyse des Faser- und des Harzvolumenanteils muss die Dichte der Faser und des Harzes bekannt sein, andernfalls ist nur die Auswertung der jeweiligen Massenanteile möglich.

### **6.5 Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC)**

Mit der dynamischen Differenz-Thermoanalyse wird die Glasübergangstemperatur und die Reaktionsenthalpie von Kunststoffen gemäß der Normen ISO 11357-2/-3 bestimmt. Das Temperaturfenster kann innerhalb von – 90 °C bis 450 °C gewählt werden. Je Probe wird eine Heizkurve mit einer Standardheizrate von 10 K/min ermittelt.

Zur Bestimmung des Aushärtegrades bei Reaktionsharzen müssen die Reaktionsenthalpie ( $\Delta H_{100}$ ) des frischen Materials und der Harzmasseanteil der gehärteten Probe bekannt sein. Alternativ erfolgt die Bestimmung der Enthalpiewerte der Nachhärtung.

Die Prüfung wird bei einem zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG durchgeführt.

### **6.6 Dynamisch-mechanische Analyse (DMA)**

Die dynamisch-mechanische Analyse wird an faserverstärkten Kunststoffen gemäß der Norm DIN 65583 als einarmige Biegung (single cantilever) ausgeführt. Dabei wird die Glasübergangstemperatur über die Temperaturabhängigkeit des Elastizitätsmoduls bestimmt. Das Speicher- bzw. Verlustmodul wird mit ausgewertet.

Die Prüfung wird standardmäßig mit einer Heizrate von 5 K/min, einer Frequenz von 1 Hz und einer Amplitude von 15  $\mu\text{m}$  in einem Temperaturbereich von 40 °C bis max. 270 °C durchgeführt. Die minimale Probengeometrie beträgt 35 mm x 10 mm x 2 mm. Vor der Messung werden die Proben 7 Tage bei 105 °C getrocknet.

Die Prüfung erfolgt bei einem zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.7 Instrumentelle Analytik**

#### **6.7.1 Trägergasheißextraktion (TGHE)**

Quantitative Bestimmung von Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Sauerstoff (O), Kohlenstoff (C), und / oder Schwefel (S) durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

#### **6.7.2 Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA)**

Quantitative Bestimmung der Elemente mit einer Ordnungszahl größer als Natrium durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.7.3 Glimmentladungsspektroskopie (GDOES)**

Qualitative und quantitative Bestimmung der elementaren Zusammensetzung durch die Erstellung eines Tiefenprofils ausgehend von der Oberfläche durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.7.4 Röntgendiffraktometrie (XRD)**

Qualitative (optional: semi-quantitative) Bestimmung kristalliner Phasen durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.7.5 Fourier-Transformations-Infrarotspektrometrie (FTIR)**

Qualitative Bestimmung der organischen Verbindungen durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.7.6 Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (GC/MS)**

Qualitative und quantitative Bestimmung der organischen Verbindungen durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

### **6.7.7 Flugzeit-Sekundärionen-Massenspektrometrie (ToF-SIMS)**

Qualitative (optional: semi-quantitative und orts aufgelöste) Bestimmung der atomaren und molekularen Zusammensetzung in den obersten 1 - 3 Monolagen eines Festkörpers durch einen zertifizierten und akkreditierten Unterauftragnehmer der IABG.

## **7 Zerstörungsfreie Prüfungen**

### **7.1 Visuelle Prüfung – VT**

Durchführung einer Sichtprüfung zum Auffinden von makroskopisch sichtbaren Schäden oder Abweichungen. Erstellung eines Prüfprotokolls zur Dokumentation der Inspektion und möglichen Befunden.

### **7.2 Farbeindringprüfung – PT**

Zur Prüfung auf zur Oberfläche geöffnete Fehler wird eine Eindringprüfung mit fluoreszierenden Eindringmittel oder Farbeindringmittel durch Personal, welches gemäß DIN EN 4179 oder DIN EN ISO 9712 qualifiziert und zugelassen ist, durchgeführt. Die Prüfergebnisse werden in einem Prüfprotokolls dokumentiert. Die Prüfung kann vor Ort oder im Labor durchgeführt werden.

### **7.3 Röntgenprüfung – RT – 2 dimensional**

In der Bauteilprüfung und im Rahmen von Schadensanalysen wird die digitale Röntgenprüfung im 2D Modus mit einer 180 kV Mikrofokusanlage angewendet, um innere Strukturen sichtbar zu machen und Fehlstellen zu detektieren und zu vermessen. Dabei wird der Prüfling unter dem Röntgenstrahl mit den Achsen: X, Y, Z und R bewegt. Die Betrachtung erfolgt an einem Monitor im live-Bild Modus. Durch die Vergrößerung des Detektors/Bauteil Abstands können Vergrößerungen bis zu max. 2000-fach erreicht werden. Die Dokumentation erfolgt in Form von Abbildungen aus den zu untersuchenden Bauteilbereichen. Die Untersuchung kann durch den Kunden begleitet werden.

### **7.4 Röntgentomografie 180 kV Mikrofokus**

In einer digitalen Röntgenanlage wird der präparierte Prüfling horizontal um 360 ° rotiert und mit den vom Operator abgestimmten Strahlparametern gescannt. Unter Anwendung entsprechender Algorithmen werden die Einzelschnittbilder anschließend zu einem Volumen rekonstruiert. Abhängig von der Probengröße kann eine Auflösung von max. 3 µm erreicht werden. Die Detailerkennbarkeit beträgt 1 µm.

## 7.5 Röntgentomografie 180 kV Nanofokus und 300 kV Mikrofokus

Die Untersuchung erfolgt analog zu AP 4.2 in einer digitalen Röntgenanlage entweder mit einer 180 kV Nanofokusröhre oder mit einer 300 kV Mikrofokusröhre, je nach Prüflingsgröße, Materialdichte und erforderlicher Auflösung. Das Metrologie-Paket ermöglicht eine präzise Messung der äußeren und inneren Prüflings Geometrien. Bei Untersuchungen mit der 180 kV Nanofokusröhre ist eine Detailerkennbarkeit von 200 nm gegeben, für die Anwendung der 300 kV Mikrofokusröhre gilt ein Wert von 1  $\mu\text{m}$ .

## 7.6 Röntgentomografie – $\mu\text{CT}$ – Analyse und Auswertung

Dieses Arbeitspaket beinhaltet die Analyse und Auswertung von detektierten Fehlstellen, Strukturen und Inhomogenität hinsichtlich ihrer Größe, Form und Lage in drei Raumrichtungen. Dabei können Längen, Flächen und Volumina vermessen werden. Des Weiteren ist der Soll/Ist Vergleich der äußeren und inneren Geometrie eines Bauteils möglich. Die realen CAD-Daten eines Prüflings werden im STL-Format ausgegeben und können in Berechnungs- und Simulationsprogramme integriert werden. Die Auswertungen erfolgen unter Anwendung von Volume Graphics Software Modulen (VGL).

- ⇒ Generierte Abbildungen, Messungen, Videos und Datensätze, sowie eine Viewer Version der VGL Auswertesoftware werden dem Kunden zur Verfügung gestellt.
- ⇒ Für die Analysen und Auswertungen eines Volumens werden die Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 7.4 oder 7.5 als Datenbasis verwendet.

## 8 Powder Genetics

### 8.1.1 Makroskopische Merkmale

Die Pulverprobe wird visuell und stereomikroskopisch bei einer Vergrößerung bis 40 x untersucht. Der Fokus liegt hierbei darauf, Farbänderungen oder etwaige Kontamination bedingt durch den Herstellungsprozess zu detektieren. Des Weiteren gibt die Untersuchung Aufschluss über eventuell vorhandene Agglomerationen und das Schüttverhalten als ersten Hinweis auf den jeweiligen Feuchtegehalt und Partikelstrukturen. Für diese Untersuchung wird eine Mindestmenge von 5 g Probenpulver benötigt.

### 8.1.2 Chemische Pulverzusammensetzung

Die chemische Analyse metallischer Pulver erfolgt mittels Röntgenfluoreszenzanalyse. Es werden RFA-Boratschmelzlinge erstellt und der Gehalt der Legierungs- und Spurenelemente anhand elementspezifischer Fluoreszenzstrahlung ermittelt. Für diese Untersuchung wird eine Mindestmenge von 10 g Probenpulver benötigt.

### 8.1.3 Bestimmung der Elemente C, S, H, N und O

Der Anteil der Elemente Kohlenstoff, Schwefel, Stickstoff und Sauerstoff, in metallischen Werkstoff wird mittels Trägergasheißextraktion (TGHE) ermittelt. Die Proben werden im Impulsofen erhitzt. Der hierbei ausdiffundierende Gasgehalt wird über Infrarotmesszellen und Wärmeleitfähigkeitszellen gemessen. Die Nachweisgrenze beträgt 20 $\mu\text{g/g}$  für die Elemente C, S, N und O. Für die Analyse wird eine Mindestmenge von 10 g Probenpulver benötigt.

### 8.1.4 Bestimmung des Wassergehalts

Mittels Karl-Fischer-Titration wird der Wassergehalt des Pulvers bestimmt. Hierzu wird die Probe bei 200 °C in einem Ofen ausgeheizt und das freigesetzte Wasser in den Reaktionsbehälter überführt. Die Titration des Wassers erfolgt anschließend coulometrisch gegen Iod und wird elektrometrisch gemessen. Für die Analyse wird eine Mindestmenge von 10 g Probenpulver benötigt.

### **8.1.5 Partikelgrößen, Verteilung, HDP, Hohlräume, Geometrie**

Mittels Computertomografie werden die einzelnen Partikel der Pulverprobe als 3-dimensionales Volumenmodell erfasst. Hieraus können die jeweiligen Partikelgrößen und ihre Formfaktoren berechnet werden. Zudem wird die Verteilung der Pulverkorngroße ermittelt. Im Pulver werden weiter Hohlräume in den Pulverpartikeln, entartete Partikelstrukturen sowie Fremdmaterial in Form von höherdichten Partikeln (HDP) detektiert. Für diese Untersuchung wird eine Mindestmenge von 5 g Probenpulver benötigt.

### **8.1.6 Topografie und Morphologie**

Die Pulvermorphologie wird hinsichtlich Sphärizität, Partikelagglomerate, anhaftende Nanopartikel, Verfärbungen und Verunreinigung bestimmt. Das Pulver wird rasterelektronenmikroskopisch untersucht. Für diese Untersuchung wird eine Mindestmenge von 5 g Probenpulver benötigt.

### **8.1.7 Kontaminationsanalyse an Pulvern**

Die Kontaminationsanalyse beinhaltet die Separierung und Analyse von Verunreinigungen bzw. Fremdmaterialien in Pulverproben aus Metall. Die jeweiligen Untersuchungsschritte sind abhängig von der vorliegenden Pulvermatrix und der Art der Kontamination. In Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgt eine qualitative und/oder quantitative Untersuchung und Bewertung von Kontamination analog zu spezifischen Vorgaben.

#### Quantitative Bestimmung:

- Höherdichte Bestandteile in Pulverproben werden computertomografisch untersucht und hinsichtlich ihres Volumengehaltes ausgewertet.
- Nach Auswahl und Durchführung eines geeigneten fallspezifischen Separierungsverfahrens wird der Kontaminationsanteil gravimetrisch bestimmt.

#### Qualitative Bestimmung:

- Nach Auswahl und Durchführung eines geeigneten fallspezifischen Separierungsverfahrens wird der Kontaminationsanteil licht-, infrarot- oder rasterelektronenmikroskopisch bestimmt.

## **9 Untersuchungspakete**

### **9.1 PowderGenetics**

Dieses Arbeitspaket beinhaltet die PowderGenetics Angebotspositionen 8.1 bis 8.6. und die Berichtserstellungsposition 10.1. Das vorliegende Pulver wird hinsichtlich folgender Eigenschaften charakterisiert: makroskopische Merkmale, chemische Zusammensetzung, Bestimmung der Elemente C, S, H, N und O, Wassergehalt, Partikelgröße und deren Verteilung, höher dichte Partikel, Hohlräume, Geometrie, Topografie und Morphologie. Für diese Untersuchung wird eine Mindestmenge von 45 g Probenpulver benötigt. Die Ergebnisse werden dem Kunden in Form eines Prüfprotokolls zur Verfügung gestellt. Dieses enthält die Dokumentation in Form von Abbildungen, Spektren und ggf. grafischen Darstellungen.

### **9.2 Particle Ident**

Das Untersuchungspaket „Particle Ident“ umfasst die Präparation von in Ölen oder Filtern gebundenen Partikel für eine Partikelcharakterisierung. Die Untersuchung erfolgt unter der Anwendung eines Rasterelektronenmikroskopes mit einer energiedispersiven Mikrobereichsanalyse. Nach der Anfertigung einer Probenübersicht werden die



Hauptartikel (max. 5 Stück) in ihrer elementaren Zusammensetzung bestimmt und sowohl morphologisch, als auch topografisch untersucht. Die Ergebnisse werden dem Kunden in Form eines Prüfprotokolls zur Verfügung gestellt. Dieses enthält die Dokumentation in Form von Abbildungen, Spektren und ggf. grafischen Darstellungen.

### **9.3 In-Situ 2D-Röntgenprüfungen**

Zur Darstellung innerer Bewegungsabläufe und Funktionen können für In-Situ Versuche technische Systeme (z.B. elektr. Steckverbindungen, Sensoren, Schalter, mechatronische Systeme, usw.) elektrisch, mechanisch und thermisch angeregt werden. Das Strömungsverhalten von innenliegenden Kühlstrukturen wird unter Beaufschlagung des Prüflings mit Fluiden analysiert. Die Ergebnisdokumentation erfolgt in Form von Videoaufzeichnungen, welche das Systemverhalten unter operativen Bedingungen darstellt.

## **10 Berichtserstellung und Beratungsdienstleistungen**

### **10.1 Werkstoff- und schadensanalytische Fachleistung**

Zusammenfassen aller relevanten Untersuchungsergebnisse in einem IABG-Bericht. Dieser enthält die Befundung und Bewertung von Schadensfällen (Schadensmechanismus), die Ableitung von Schlussfolgerungen (Schadensursache) und Verbesserungsvorschlägen (Schadensprävention) in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3822 (Grundlagen und Durchführung einer Schadensanalyse).

Erstellen von Prüfprotokollen oder Prüfberichten zu durchgeführten Werkstoffanalysen, Bewerten von Ergebnissen, Umsetzen von kundenspezifischen Anforderungsprofilen.

### **10.2 Werkstoff- und schadensanalytische Expertise**

Einbinden von internen oder externen Experten für kundenspezifische Problemstellungen. Im Bereich der systematischen Schadensanalysen beinhaltet diese Leistung die Durchführung einer Schadensrekonstruktion, die Ermittlung von Schadensursachen und Beratung zu Abhilfemaßnahmen und Schadensprävention.

## **11 Vor Ort Service**

### **11.1 Ambulante Metallographie / Vor-Ort-Begutachtung von Schäden**

Ambulante Metallographie inklusive Equipment und Vor-Ort-Begutachtung von Schadensfällen auf Anfrage.

Ändert sich der im Untersuchungsplan vereinbarte Leistungsumfang, so wird dies in einer Mehrungsliste erfasst, von beiden Seiten bestätigt und entsprechend in Rechnung gestellt. Reisekosten sind nicht enthalten und werden separat berechnet. Ort der Leistungserbringung ist soweit nicht anders vereinbart Ottobrunn.