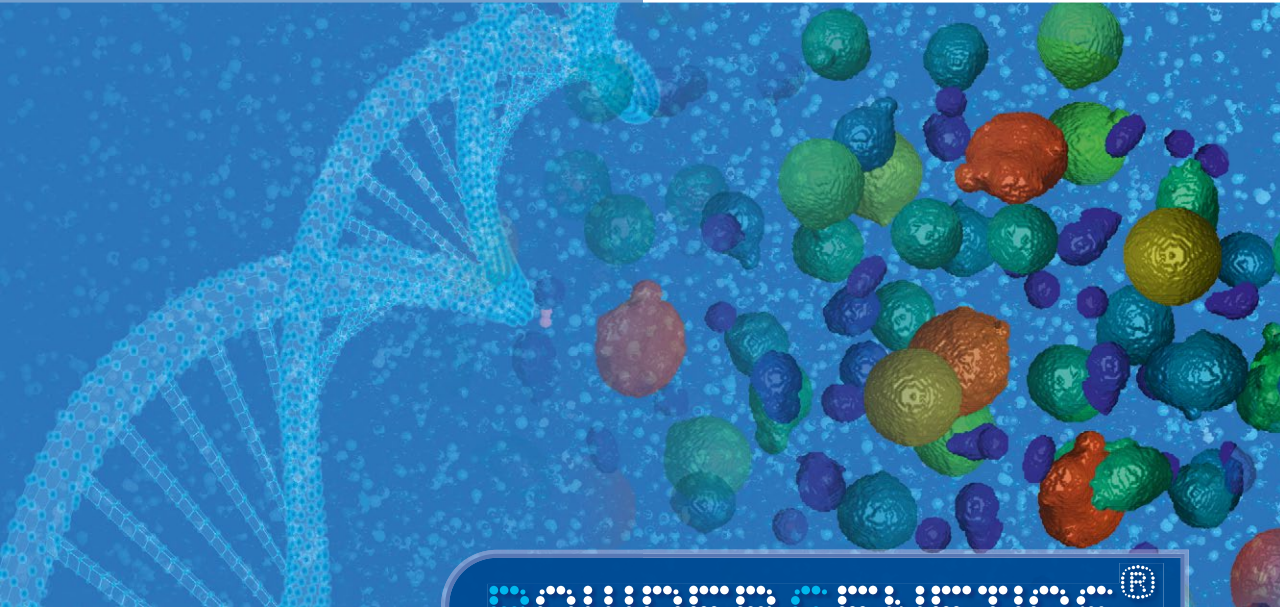


## Die DNA von Pulverwerkstoffen



**POWDER GENETICS**®

Die genetische Basis für  
additive Fertigungsverfahren

# POWDER GENETICS®

## Das Daktylogramm der additiven Fertigung

PowderGenetics® ist ein von der IABG entwickeltes Verfahren zur Charakterisierung von metallischen und keramischen Pulvern für sämtliche pulvermetallurgische Herstellverfahren. Vier leistungsfähige Untersuchungsmethoden ermöglichen die qualitative und quantitative Bestimmung elementarer Pulvereigenschaften anhand geringer Pulvermengen (20–50 g) mit einer maximalen Informationstiefe.

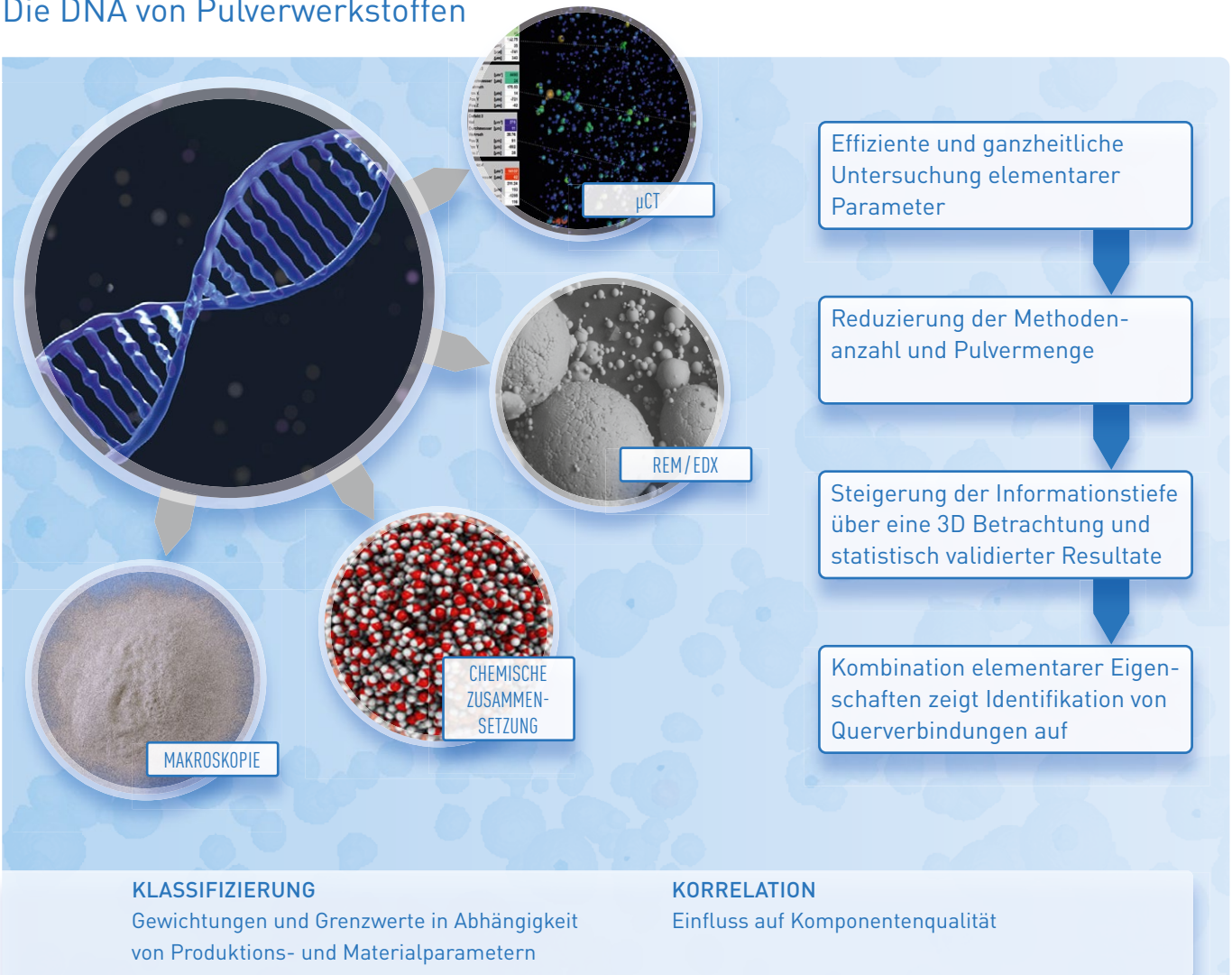
Durch Kombination der ineinandergreifenden und komplementären Methoden lassen sich für Korrelationszwecke Querverbindungen zwischen den Merkmalsgrößen aufzeigen.

PowderGenetics® ist ein ganzheitlicher Ansatz zur nachhaltigen Pulvercharakterisierung, der zuverlässige Resultate liefert. Diese können sowohl auf den Fertigungsprozess übertragen werden, als auch eine Korrelation mit der erzeugten Bauteilqualität ermöglichen. Als integrierte Komponente einer AM-Datenbank bildet PowderGenetics® die Grundlage für Optimierungs-, Korrelations- und Stabilisierungszwecke innerhalb der Prozesskette der additiven Fertigung.

Methode	Eigenschaften	Beschreibung	Bemerkung
Makroskopische Untersuchung	Grobe Einschätzung nicht akzeptabler Merkmale wie sichtbare Verfärbungen und Feuchtigkeit	Dreidimensionale Betrachtung, rein qualitativ, effizient	Pulver kann in einem frühem Stadium zurückgestellt werden
Chemische Analyse			
a) Röntgenfluoreszenz-analyse	Chemische Zusammensetzung	Vollumfängliche Spektren der enthaltenen Elemente, qualitative und quantitative Daten	Das Pulvermaterial kann auf Grund strikter Akzeptanzkriterien in einem frühen Stadium abgelehnt werden
b) Trägergas-heißextraktion	Ermittlung der Gehalte an H, N, O, C, S		
c) Coulometrische Karl-Fischer-Titration	Wassergehalt		
Rasterelektronen-mikroskopie	Topografie, Morphologie, Kontamination	Zweidimensionale Betrachtung, qualitativ, Bewertung erfolgt über Referenzabbildungen	CT-Auflösung und Bewertungskriterien für die Sphärizität werden aus den Ergebnissen der REM-Untersuchung gewonnen
Computertomografie	Partikelgröße und Verteilung, Morphologie, Oberfläche, Partikelvolumen, Hohlräume, höherdichte Partikel	Dreidimensionale Betrachtung elementarer Kenngrößen, quantitativ	Statistische Verifizierung auf Grund hoher Anzahl gescannter Partikel (10 <sup>5</sup> )

# POWDER GENETICS®

Die DNA von Pulverwerkstoffen



Unser Siegel steht für die Qualität unseres akkreditierten und zertifizierten Testhauses.

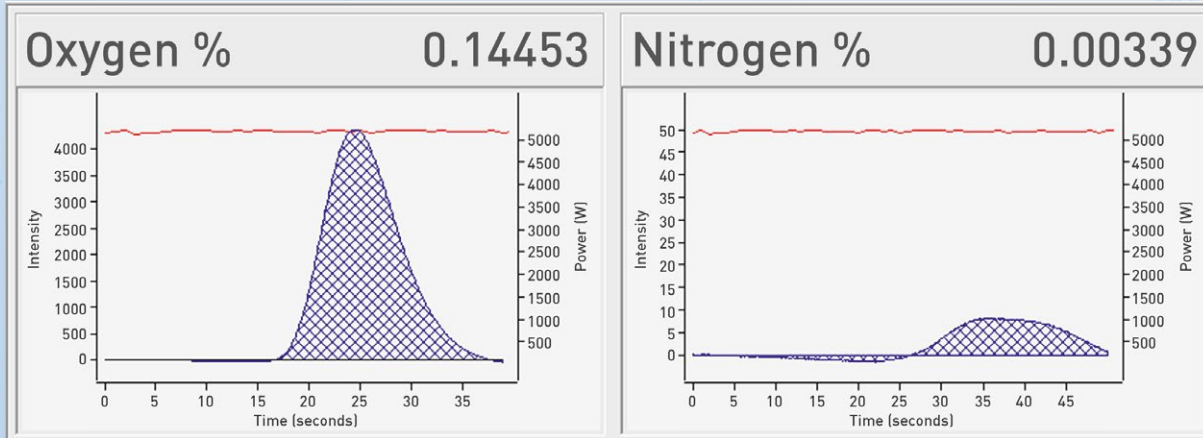




## Makroskopische Untersuchung

Die Sichtprüfung erlaubt eine schnelle und äußerst effiziente Erkennung grober Anomalien im Pulverwerkstoff. Die folgenden Eigenschaften werden mit spezifizierten Kriterien abgeglichen, um eine effiziente Bewertung zu ermöglichen:

- Beläge
- Feuchte
- Grobkörnigkeit
- Kontamination

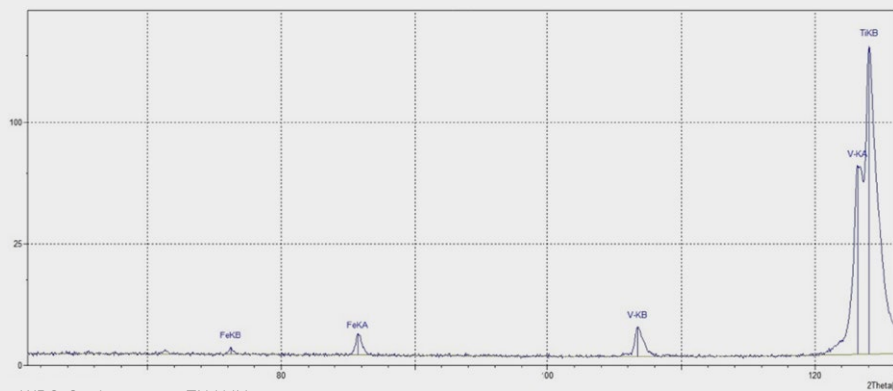


## Chemische Analyse

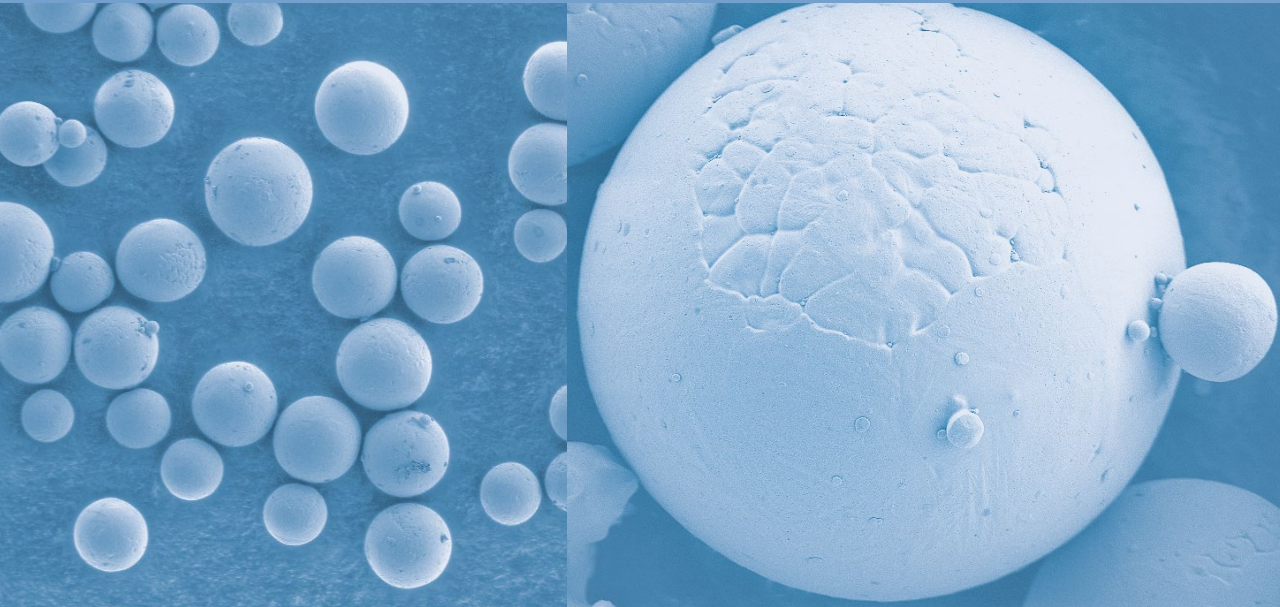
Die chemische Zusammensetzung eines Pulverwerkstoffs bildet einen wesentlichen Aspekt der Pulvercharakterisierung. Der Gehalt an spezifizierten Elementen, Verunreinigungen, Kontamination und der Gehalt an hochreaktiven leichten Elementen spielt für die Prozessierbarkeit des Pulvers eine entscheidende Rolle. Die Ergebnisse der Untersuchung werden zur Qualitätssicherung über einen Soll-/Ist-Vergleich bewertet.

Bei fehlender Einhaltung der Sollvorgaben kann das Pulver zurückgestellt werden. Dies ist ein effizienter Ansatz um Zeit und Kosten einzusparen, da zu einem frühen Zeitpunkt der Untersuchungen eine Entscheidung über die Verwendbarkeit von Pulvern getroffen wird. Auch für gemischte und aufbereitete Pulvermaterialien ist die chemische Analyse von zentraler Bedeutung, um deren Prozessfähigkeit analog zu den verschiedenen Anforderungen an eine resultierende Bauteilqualität festzustellen.

- Bestimmung der chemischen Zusammensetzung spezifizierter Elemente
- Wassergehalt
- Gehalt an reaktiven Elementen wie H, N, O, C, S
- Grobe Verunreinigungen



WDS-Spektrum von Ti6Al4V



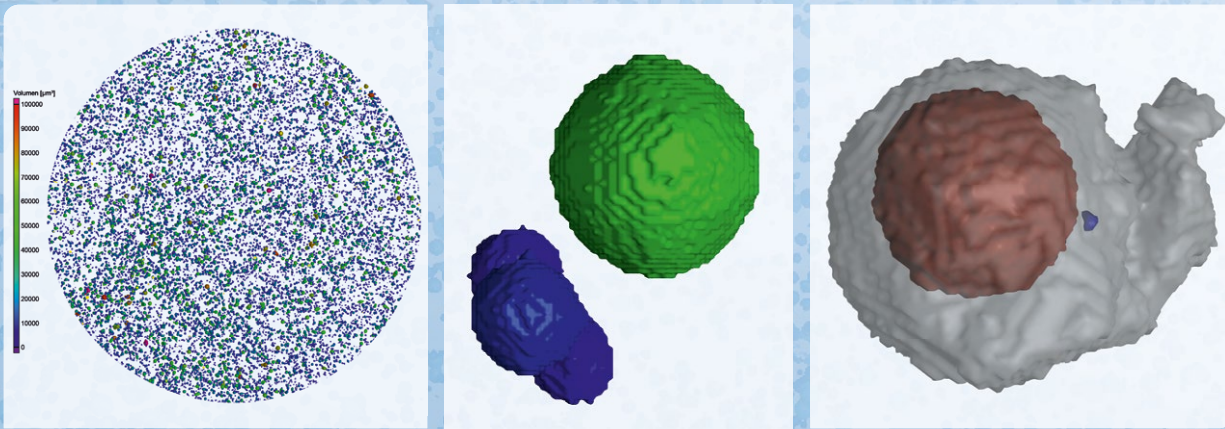
## Rasterelektronenmikroskopie

Die Rasterelektronenmikroskopie ermöglicht eine qualitative Untersuchungen an wenigen (etwa 500) Pulverpartikeln einer Probe. Die Bewertung erfolgt anhand von Kundenvorgaben und/oder Referenzbildern. Informationen zu Oberflächenstrukturen, Subpartikeln und entarteten Partikeln sowie zur Größenverteilung sind wesentlich für die Einschätzung des Fließverhaltens eines Pulvers. Die qualitativen Ergebnisse werden zudem als Eingabe- und Scan-Daten, wie zum Beispiel zur Festlegung der Scanauflösung bei der Computertomografie herangezogen.

Die folgenden Merkmale werden qualitativ ermittelt:

- Morphologie
- Topografie
- Kontamination
- Größenverteilung





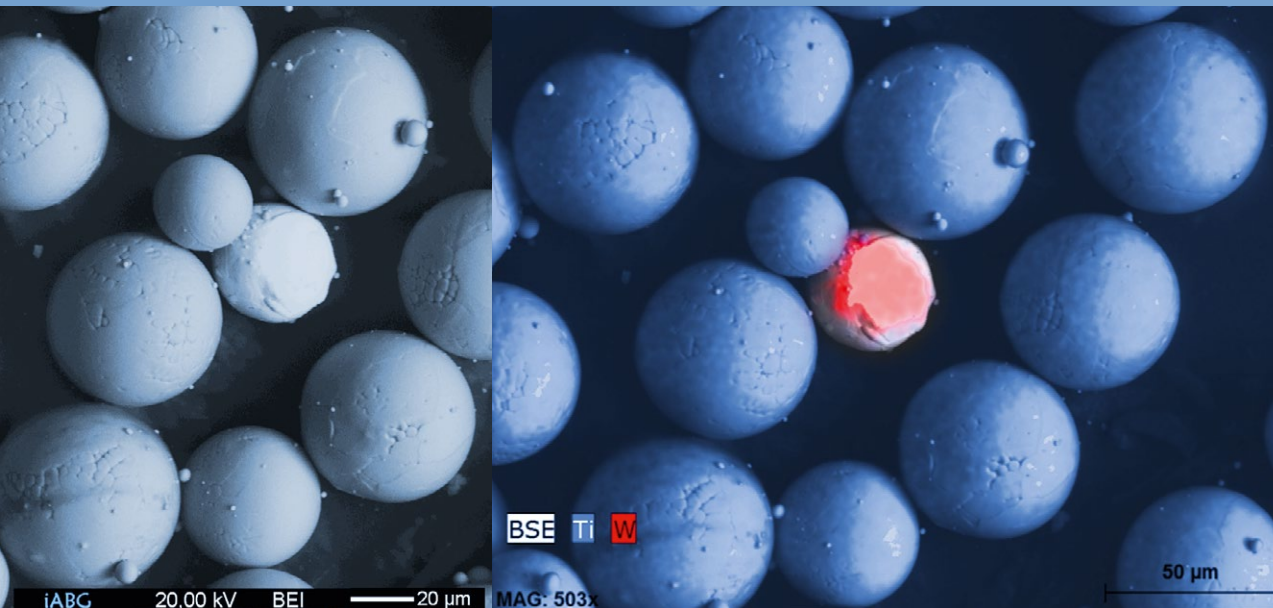
## Computertomografie

In einer Kapselprobe befinden sich mehr als  $10^5$  Partikel, die ohne Agglomerate und Konglomerate, vereinzelt dargestellt vorliegen. Die Probenerstellung hat eine hohe Reproduzierbarkeit und erfolgt frei von Artefakten in einer gleichbleibenden Geometrie. Ein hochauflösender Scan mit einer Voxelgröße von bis zu 500nm ermöglicht die dreidimensionale Betrachtung von elementaren Partikelmerkmalen. Analog zu den REM-Analyseergebnissen erfolgt eine statistisch abgesicherte Auswertung der Partikeleigenschaften mit höchstmöglicher Informationstiefe.

Die Bewertung umfasst einen Soll-/Ist-Vergleich der nachfolgend aufgeführten elementaren Kenngrößen analog zu spezifizierten Vorgaben.

- Partikelgröße
- Partikelgrößenverteilung
- Morphologie
- Verteilung der morphologischen Merkmale
- Fläche
- Partikelvolumen
- Hohlräume
- Höherdichte Partikel (HDP)

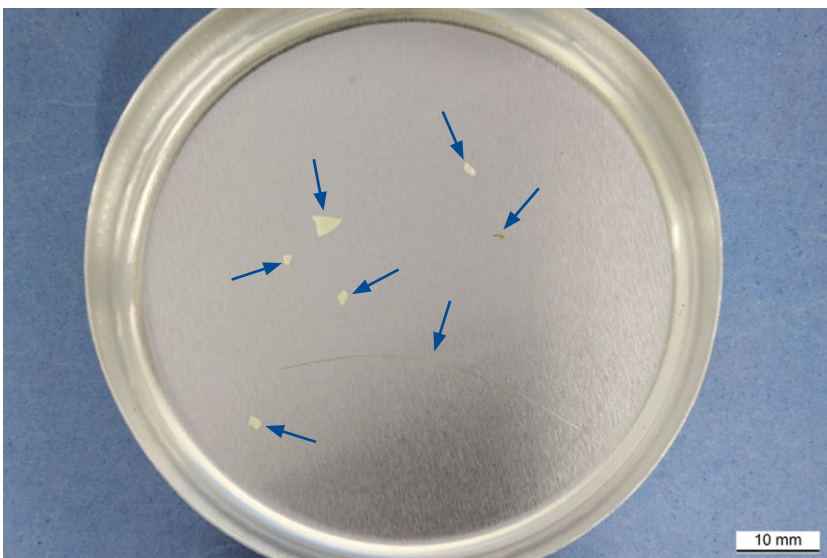




## Optional: Kontaminationsanalyse

Verunreinigungen von Elementen, die unterhalb der Nachweisgrenze chemischer Analysen liegen oder die in der Materialspezifikation des Pulverwerkstoffs enthalten sind, können im sub-ppm Bereich qualitativ und quantitativ bestimmt werden.

Kontamination in Form von organischen Bestandteilen (z.B. Pinselhaare, Papier, Anteile von Handschuhen) oder anderen niederdrichten Elementen werden gravimetrisch ermittelt. Höherdichte Verunreinigungen werden computertomografisch untersucht. Die Verunreinigung wird im Anschluss an die Detektion aus dem Pulver extrahiert und entweder licht- oder rasterelektronenmikroskopisch untersucht, um die jeweilige elementare Zusammensetzung und die Morphologie zu bestimmen. Die Bewertung erfolgt analog zu kundenspezifischen oder allgemeinen Spezifikationen.



Extrahierte Kontamination niederdrichten Materials (organische Verunreinigung)





#### AUTOMOTIVE

## Über IABG

Die IABG bietet integrierte, innovative Lösungen in den Branchen Automotive • InfoKom • Mobilität, Energie & Umwelt • Luftfahrt • Raumfahrt • Verteidigung & Sicherheit. Wir beraten unabhängig und kompetent. Wir realisieren zukunftsicher und zielgerichtet. Wir betreiben zuverlässig und nachhaltig. Unser Erfolg basiert auf dem Verständnis der Markttrends und -anforderungen, der technologischen Kompetenz der Mitarbeiter und einem fairen Verhältnis zu unseren Kunden und Geschäftspartnern.



#### INFOKOM

Als Entwicklungspartner übernehmen wir Aufgaben der technischen Qualifikation und lösen Probleme auf den Feldern Funktionstüchtigkeit, Qualität, Bauweisen und Werkstoffe. Unser Angebotsspektrum ist breit gefächert. Es reicht von der numerischen Analyse über experimentelle Untersuchungen bis zur Realisierung von schlüsselfertigen, kundenspezifischen Prüfanlagen, deren Betrieb wir übernehmen.



#### MOBILITÄT, ENERGIE & UMWELT

#### IABG Schadensanalyse Hotline

Tel. +49 89 6088-2743  
schadensanalyse@iabg.de



#### LUFTFAHRT

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Tel. +49 89 6088-4454  
sales@iabg.de  
www.iabg.de



#### RAUMFAHRT



#### VERTEIDIGUNG & SICHERHEIT



Flyer-Download

IABG  
Einsteinstraße 20  
85521 Ottobrunn  
Tel. +49 89 6088-2030  
Fax +49 89 6088-4000  
info@iabg.de  
www.iabg.de

Berlin Bonn Dresden Hamburg Karlsruhe Koblenz  
Lathen Lichtenau Noordwijk (NL) Oberpfaffenhofen