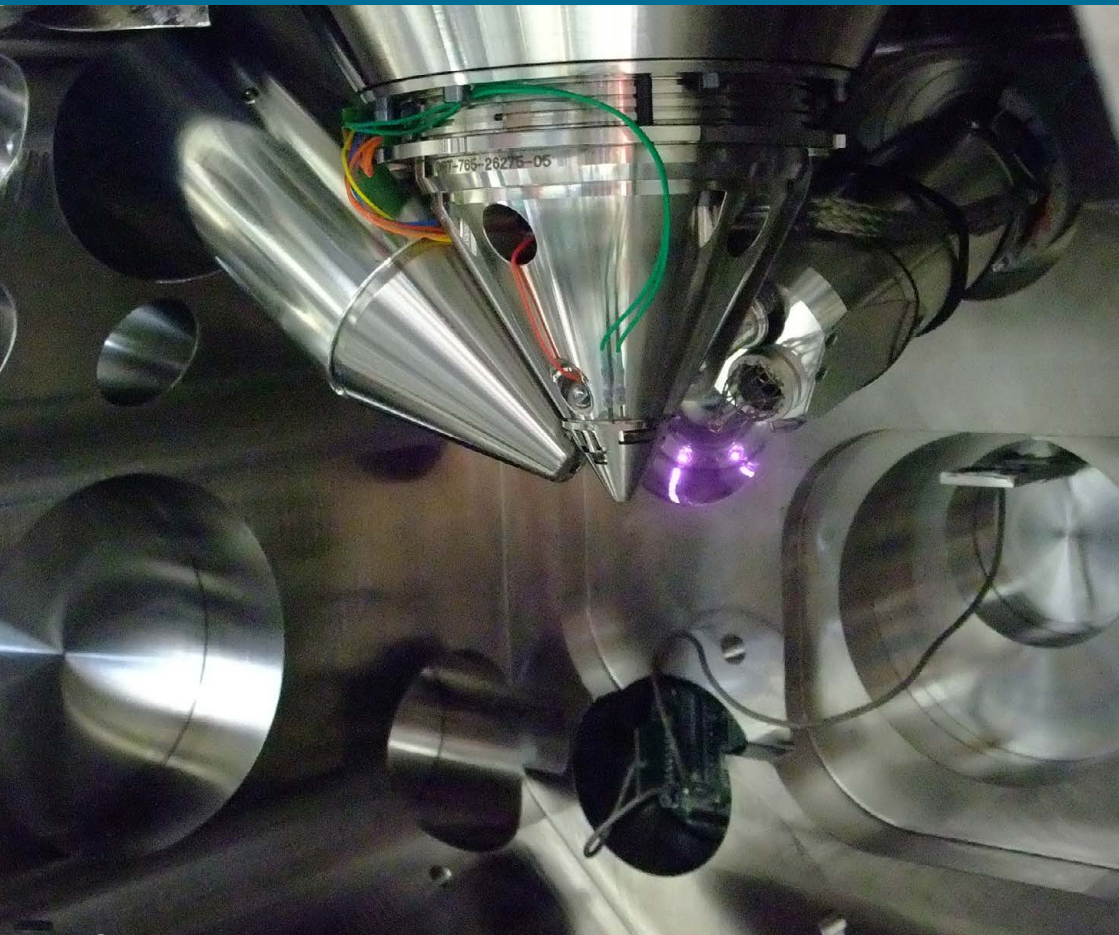


FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA

# ELEKTRONENMIKROSKOPIE

MODERNSTE OBERFLÄCHEN-, SCHICHT- UND SCHADENSANALYSE  
MIT REM, FIB, EDX, STEM



# METHODE

Die Elektronenmikroskopie ist das Optimum zur Untersuchung kleinster Partikel und dünnster Schichten im Lackaufbaumikroskopie. Untersuchungen bis in den Nanometerbereich werden mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Transmissionselektronen-(TEM) durchgeführt. Ergänzt durch lokale Röntgenspektralanalyse (EDX) können der zu untersuchenden Probe im Mikrometerbereich dabei direkt Informationen über die chemische Zusammensetzung der untersuchten Proben im Mikrobereich erhalten werden. Ein fokussierter Ionenstrahl (FIB) ermöglicht die gezielte P Präparation von Querschnitten und von dünnen TEM-Lamellen im Mikrometerbereich.

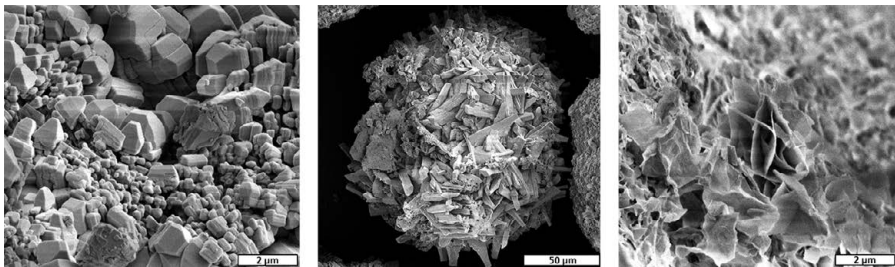
Mit dem Helios NanoLab 600i steht der Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik ein Dual-Beam Rasterelektronenmikroskop mit integriertem fokussiertem Ionenstrahl (Focused Ion Beam – FIB) und energiedispersiver Röntgenanalyse (EDX) zur Verfügung.

Die wichtigsten Einsatzgebiete sind

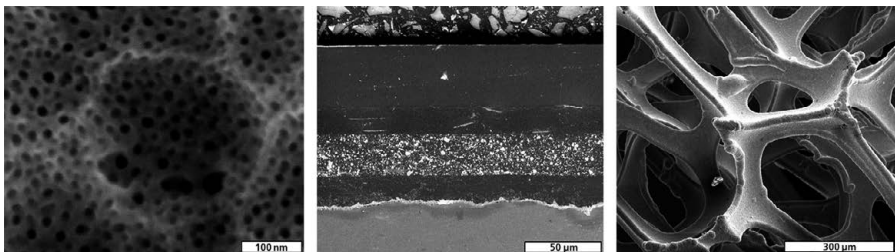
- Oberflächenanalyse
  - Oberflächenstruktur
  - Elementzusammensetzung (EDX)
- Schichtanalyse
  - Schichtaufbau (Querschleif, FIB)
  - Schichtzusammensetzung (EDX)
- Schadens- und Defektanalyse
  - Morphologie des Defekts
  - Freipräparation (FIB)
  - Elementanalyse (EDX)

# HÖCHSTE ABBILDUNGSQUALITÄT FÜR BESCHICHTUNGEN UND PIGMENTE BIS IN DEN NANOMASSSTAB

Präzise und detaillierte Abbildungen auch bei hohen Vergrößerungen (Auflösung 2 nm) sind mit der Feldemissionsquelle möglich. Niedrige Beschleunigungsspannungen und geringe Strahlströme schonen hierbei gerade organische Proben.



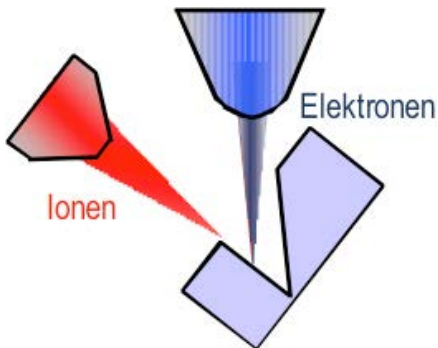
Charakterisierung von Pigmentoberflächen. (Quelle: Fraunhofer IPA)



Anodisiertes Al, Mehrschichtaufbau, Ni-Schaum. (Quelle: Fraunhofer IPA)

# FOCUSED ION BEAM (FIB)

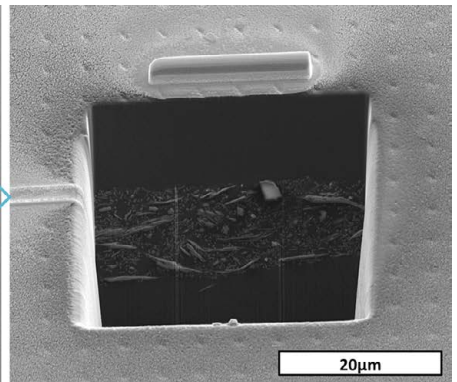
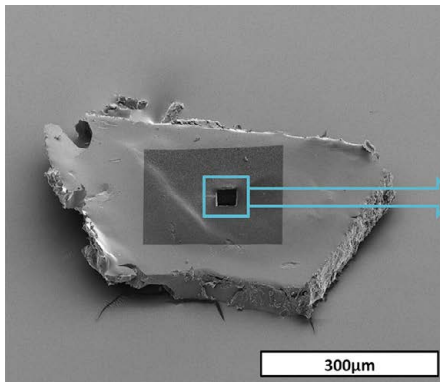
## PRÄPARATION VON QUERSCHNITTEN UND TEM-LAMELLEN



Das »Dual-Beam« Prinzip.

(Quelle: Fraunhofer IPA)

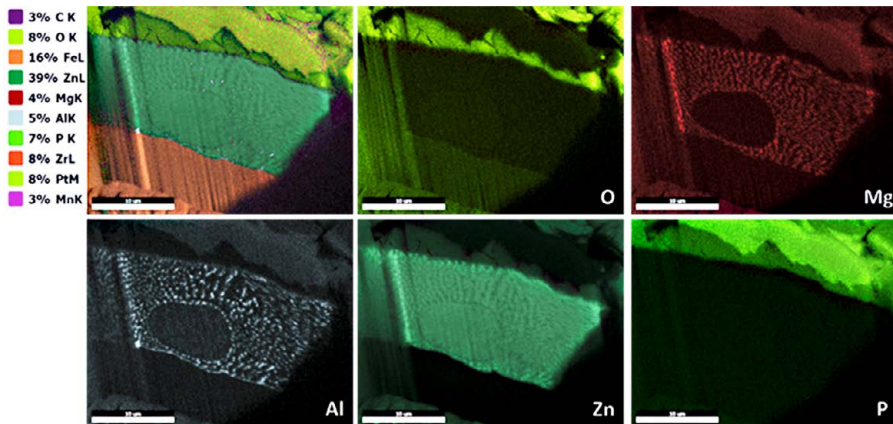
Mit dem fokussierten Ionenstrahl können Bereiche der Probe gezielt abgetragen werden und somit Querschnitte und TEM-Lamellen (z. B. für hochaufgelöste EDX) präpariert werden. TEM-Lamellen können auch mit dem eingebauten STEM-Detektor durchstrahlt und abgebildet werden (STEM: Scanning Transmission Electron Microscope). Diese Verfahren werden zur Schadensanalyse sowie der Beurteilung von Teilchengrößen und -verteilungen herangezogen.



Querschnitt in einer beschichteten Probe. (Quelle: Fraunhofer IPA)

# ENERGIEDISPERSIVE RÖNTGENANALYSE (EDX) ELEMENTANALYSE UND MAPPING

Die ankommenden freien Elektronen regen in der Probe oberflächennahe Atome an (Stoßprozesse), die daraufhin Röntgenstrahlung einer für das jeweilige Element spezifischen Energie aussenden. Somit kann die Elementverteilung örtlich hoch aufgelöst detektiert und dargestellt werden (Mapping).



*Element-Mapping an einem Stahlblech mit einer Zink-Magnesium Beschichtung und einer Vorbehandlung aus Zinkphosphat. (Quelle: Fraunhofer IPA)*



## **ABTEILUNG BESCHICHTUNGSSYSTEM- UND LACKIERTECHNIK**

**IHR ANSPRECHPARTNER FÜR ALLE FRAGESTELLUNGEN ZU LACKROHSTOFFEN, LACKEN, LACKIERUNGEN UND ZUM KORROSIONSSCHUTZ**

### **Abteilungsleitung**

Dr. Michael Hilt, MBA  
Telefon +49 711 970-3820  
[michael.hilt@ipa.fraunhofer.de](mailto:michael.hilt@ipa.fraunhofer.de)

### **Gruppenleiter**

Lackchemische Anwendungstechnik  
Dr. Jörg von Seggern  
Telefon +49 711 970-3860  
[joerg.von.seggern@ipa.fraunhofer.de](mailto:joerg.von.seggern@ipa.fraunhofer.de)

### **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**

Abteilung Beschichtungssystem- und  
Lackiertechnik  
Allmandring 37 | 70569 Stuttgart  
[www.ipa.fraunhofer.de/beschichtung](http://www.ipa.fraunhofer.de/beschichtung)

### **Institutsleitung**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

### **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart  
[www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

### **Anfahrt:**

[www.ipa.fraunhofer.de/anfahrt](http://www.ipa.fraunhofer.de/anfahrt)