

**NEUER TERMIN IN PLANUNG!**

## Rasterelektronenmikroskopie und Mikrobereichsanalyse

### Arbeitsverfahren und Einsatzmöglichkeit

#### Neuer Termin in Planung!

Die nachfolgenden Informationen beziehen sich auf die zuletzt stattgefundene Veranstaltung. Ein neuer Termin für diesen Kurs ist bereits in Planung. Gerne benachrichtigen wir Sie per E-Mail, sobald der neue Termin feststeht.

[Terminbenachrichtigung erhalten](#)

Beginn:  
21.10.2024 - 08:30 Uhr



Ostfildern

Ende:  
24.10.2024 - 16:00 Uhr

Dauer:  
4,0 Tage

Veranstaltungsnr.: 32202.00.023

Leitung

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Peter Fritz  
Schmidt

Alle Referent:innen

Präsenz

**EUR 2.200,00**  
(MwSt.-frei)

Mitgliederpreis ⓘ

**EUR 1.980,00**  
(MwSt.-frei)

### BESCHREIBUNG

vielseitige Methode für morphologische und analytische Untersuchungen von Oberflächen. Es erlaubt die Untersuchung zentimetergroßer Objekte bei 10-facher bis 500.000-facher Vergrößerung und liefert schärfentiefe Bilder von Reliefoberflächen, die sich relativ leicht deuten lassen.

In Kombination mit Mikrobereichsanalysatoren (EDS und WDS) können Elemente in Mikrobereichen qualitativ und Elementgehalte quantitativ bestimmt werden.

### Ziel der Weiterbildung

Lernen Sie die Leistungsfähigkeit und die Einsatzmöglichkeiten der modernen Rasterelektronenmikroskopie (REM) bei der Abbildung von Oberflächen und in der Mikrobereichsanalyse kennen. Im Seminar werden unter anderem Grundlagen, Kathodensysteme, Kontrastarten, Präparations- und Mikroskopiertechniken sowie alternative Rastermethoden vorgestellt. Sie erweitern Ihr Wissen ebenfalls über analytische Verfahren wie die EBSD zur Gewinnung von Kristallorientierungen und Texturen und der Kathodolumineszenz, die zur Detektion von Verunreinigungen unentbehrlich ist.

### HINWEIS

Demonstrationen und Übungen werden am vierten Tag in der Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart durchgeführt.

IMMER TOP!

## Unser Qualitätsversprechen



Seit über 65 Jahren gehört die Technische Akademie Esslingen (TAE) mit Sitz in Ostfildern – nahe der Landeshauptstadt Stuttgart – zu Deutschlands größten Weiterbildungs-Anbietern für berufliche und berufsvorbereitende Qualifizierung im technischen Umfeld. Unser Ziel ist Ihr Erfolg. Egal ob Seminar, Zertifikatslehrgang oder Fachtagung, unsere Veranstaltungen sind stets abgestimmt auf die Bedürfnisse von Ingenieuren sowie Fach- und Führungskräften aus technisch geprägten Unternehmen. Dabei können Sie sich stets zu 100 Prozent auf die Qualität unserer Angebote verlassen. Warum das so ist?

## PROGRAMM

Montag, 21. Oktober 2024

8.30 bis 12.30 und 13.30 bis 17.00 Uhr

### 1. Einführung in die Rasterelektronenmikroskopie (P. F. Schmidt)

- Einführung in die Rasterelektronenmikroskopie (REM)
- Vergleich von Lichtmikroskopie und REM
- Auflösungsvermögen und Auflösungsgrenze
- Signale und Kontrastarten in der REM
- Mikrobereichsanalyse EDS/WDS

### 2. Aufbau eines Rasterelektronenmikroskops (P. F. Schmidt)

### 3. Signale und Kontrastarten in der Rasterelektronenmikroskopie (P. F. Schmidt)

- Wechselwirkungsprozesse zwischen Elektronenstrahl und Probe
- Sekundärelektronen (SE): Topographiekontrast, Potenzialkontrast, Magnetkontrast Typ I
- absorbierte Elektronen
- Rückstreuielektronen (RE): Topographiekontrast, Materialkontrast, Kristallorientierungskontrast (Channelling-Kontrast), EBSD = Electron Backscatter Diffraction, Magnetkontrast Typ II
- Kathodolumineszenz
- Röntgenstrahlung

#### **4. Röntgenmikroanalyse im Rasterelektronenmikroskop (H. Ruoff)**

- Wechselwirkung von Elektronenstrahlen mit Materie
- Entstehung von Röntgenstrahlen
- Energie der Röntgenstrahlen und Röntgenspektrum
- Röntgendetektoren und Röntgenspektrometer
- Energiedispersive Röntgenmikroanalyse (EDX)
- Wellenlängendispersive Röntgenmikroanalyse (WDX)
- quantitative Analyse
- Elementverteilungsbilder (Mapping)
- Probenpräparation und Anwendungsbeispiele

#### **5. Einführung in die EBSD (H. Ruoff)**

- Elektronenbeugung
- EBSD-Messprinzip
- Kristallorientierung
- Textur
- experimentelle Parameter
- Probenvorbereitung Anwendungsbeispiele

Dienstag, 22. Oktober 2024

8.30 bis 12.30 und 13.30 bis 17.00 Uhr

#### **6. Abbildung von Oberflächen und Vermeidung von Abbildungsartefakten (P. F. Schmidt)**

- Parameter, die die Qualität der REM-Abbildung beeinflussen: Strahldurchmesser
- Signal/Rausch-Verhältnis
- Linsenfehler
- Schärfentiefe
- Beschleunigungsspannung
- Aufladungen
- Kontamination
- Aufnahmeartefakte
- Bilddeutung

## **7. Allgemeine Fragen zur Rasterelektronenmikroskopie und Analytik (P. F. Schmidt)**

- Vorgehensweise bei Untersuchungen mit REM und EDS

## **8. Methoden zur Partikelanalyse (M. J. Heneka)**

- Überblick über gängige Methoden zur automatischen Partikelanalyse mit Schwerpunkt auf die automatische Partikelanalyse mit dem REM und EDS

## **9. Vergleich verschiedener elektronenstrahlerzeugender Systeme (P. F. Schmidt)**

- Vergleich verschiedener Kathodensysteme: W-Haarnadel-, LaB<sub>6</sub>-, CeB<sub>6</sub>-Kathode
- Schottky- und kalte Feldemissionskathode
- Semi in-lens SEM
- In-lens SEM
- Hochauflösung
- Abbildung mit niedrigen Beschleunigungsspannungen (Low Voltage SEM)

## **10. Niedervakuum-Rasterelektronenmikroskopie: REM bei einem Probenkammervakuum bis zu 3000 Pascal (P. F. Schmidt)**

- Geräteaufbau
- Signaldetektion
- Kontraste in der NV-REM
- Anwendungen

Mittwoch, 23. Oktober 2024

8.30 bis 12.30 und 13.30 bis 17.00 Uhr

## **11. Kathodolumineszenz (W. Bröcker)**

- Entstehungsprozesse
- Detektorsysteme
- Anwendungsbeispiele
- Kombination und Vergleich der Kathodolumineszenz mit anderen abbildenden und analytischen Verfahren

## **12. Alternative Rastermethoden (W. Bröcker)**

- Laser-Scan-Mikroskop
- akustisches Rastermikroskop
- Raster-Tunnel-Mikroskop
- Grundlagen
- Funktionsprinzip
- Anwendungsbeispiele

## **13. Beurteilung von Schäden an metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen mit der Rasterelektronenmikroskopie (M. Zraggen)**

- Metallische Werkstoffe:
  - Beurteilung des Bruchbereichs: Bruchlage und Bruchtopographie, Zuordnung zur bruchauslösenden Belastungsart
  - Bestimmung des Bruchausganges, Reibverschleiß, Reiboxidation und Korrosion
  - mikroskopische Beurteilung der Bruchtopographie
  - Schäden an Drahtseilen, Flugzeugkomponenten
  - Schäden infolge Wasserstoffversprödung
- Polymerwerkstoffe:
  - Werkstofffehler, Verschleiß, UV-Strahlung, Bewitterung
  - Brüche: Crazes, Gewaltbruch, Schwingbruch, Spannungsrisskorrosion
- Keramiken:
  - Herstellungsfehler
  - Brüche: mikroskopische Beurteilung von Bruchflächen, Korrosionseinfluss, Verknüpfung von mikroskopischen und makroskopischen Befunden

## **14. Beschichtung elektrisch nicht leitender Proben (P. F. Schmidt)**

- Sputter- und Bedampfungsverfahren

## **15. Präparation – Überblick über die Präparation von Proben (R. Scheck)**

## **16. Elektronenmikroskopie an der Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart (MPA) (F. Kauffmann)**

- konventionelle Rasterelektronenmikroskopie
- hochauflösendes Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop in Kombination mit fokussiertem Ionenstrahl
- Niedervakuum-Rasterelektronenmikroskopie
- analytische Transmissionselektronenmikroskopie
- Probenpräparation: Replika und dünne Folien

Donnerstag, 24. Oktober 2024

9.00 bis 16.00 Uhr – Pfaffenwaldring 32, Stuttgart

**Demonstrationen und Übungen an der Materialprüfungsanstalt (MPA), Universität Stuttgart (F. Kauffmann, D. Willer)**

#### TEILNEHMER:INNENKREIS

Dieses Seminar richtet sich an wissenschaftliche und technische Mitarbeiter\*innen, die Kenntnisse über Oberflächenuntersuchung in Mikrobereichen benötigen bzw. ihre Kenntnisse erweitern und vertiefen wollen.

#### REFERENT:INNEN



**Dr. Werner Bröcker**

Meckenheim



**Dr.-Ing. Markus J. Heneka**



**Dr. rer. nat. Florian Kauffmann**

Materialprüfungsanstalt (MPA), Universität Stuttgart

**Weitere Veranstaltungen**

[Metallographische Untersuchungsmethoden, Teil B](#)



**Dr. rer. nat. Herbert Ruoff**

Waldstetten

**Rudi Scheck**



Redaktion

Materialprüfungsanstalt (MPA), Universität Stuttgart

#### Weitere Veranstaltungen

[Metallographische Untersuchungsmethoden, Teil B](#)

[Metallographische Untersuchungsmethoden, Teil C – mit Übungen](#)

[Schadenskunde und Schadensverhütung](#)

**Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Peter Fritz Schmidt**

Münster



**Dipl.-Ing. Dieter Willer**

Materialprüfungsanstalt (MPA), Universität Stuttgart

#### Weitere Veranstaltungen

[Schadenskunde und Schadensverhütung](#)



**Markus Zraggen**

RUAG AG, Thun (Schweiz)



### VERANSTALTUNGSORT

#### Technische Akademie Esslingen

An der Akademie 5

73760 Ostfildern

Die TAE befindet sich im Südwesten Deutschlands im Bundesland Baden-Württemberg – in unmittelbarer Nähe zur Landeshauptstadt Stuttgart. Unser Schulungszentrum verfügt über eine hervorragende Anbindung und ist mit allen Verkehrsmitteln gut und schnell zu erreichen.



### GEBÜHREN UND FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Die Teilnahme beinhaltet [Verpflegung](#) sowie ausführliche Unterlagen.

#### Preis:

Die Teilnahmegebühr beträgt:

2.200,00 € (MwSt.-frei)

#### Fördermöglichkeiten:

Für den aktuellen Veranstaltungstermin steht Ihnen die [ESF-Fachkursförderung](#) mit

bis zu 70 % Zuschuss zu Ihrer Teilnahmegebühr zur Verfügung (solange das Fördervolumen noch nicht ausgeschöpft ist).  
Für alle weiteren Termine erkundigen Sie sich bitte vorab bei unserer [Anmeldung](#).

Weitere Bundesland-spezifische Fördermöglichkeiten finden Sie [hier](#).

**Inhouse Durchführung:**

Sie möchten diese Veranstaltung firmenintern bei Ihnen vor Ort durchführen? Dann fragen Sie jetzt ein individuelles [Inhouse-Training](#) an.