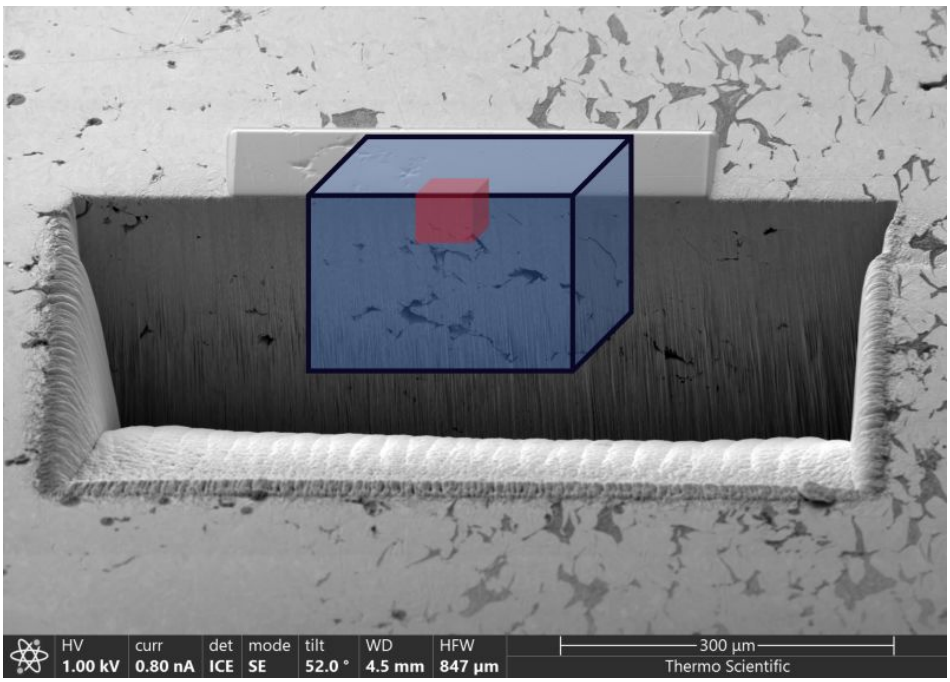
Elektronenmikroskopie und MicroCT: Materialien ganzheitlich prüfen

Artikel vom **4. Februar 2026**
Qualitätssicherung

EM plus MicroCT: Mit diesem Duo lassen sich interne Defekte lokalisieren und nanoskalige Ursachen aufklären – ideal für additiv gefertigte Legierungen und FGMs. Software wie »Avizo™« verknüpft Daten, automatisiert Workflows und macht die Methode alltagstauglich – vom Labor bis zur Serienprüfung.



Additiv gefertigte Legierungen und Verbunde stellen die Qualitätsprüfung vor neue Aufgaben. Die Kombination aus Elektronenmikroskopie (EM) und Mikrocomputertomographie (microCT) schließt Lückentexte zwischen Nano- und Makromaßstab: Defekte werden lokalisiert, Ursachen erkannt, Prozesse gezielt angepasst – unterstützt von Software wie »Avizo™«. Moderne Werkstoffe – etwa

funktionell gradierte Werkstoffe (FGMs) oder additiv gefertigte Legierungen – besitzen komplexe, kontinuierlich variierende Strukturen. Eine Einzelmethode reicht oft nicht aus, um Eigenschaften und Schwachstellen zuverlässig zu erfassen. Der kombinierte Einsatz von EM und microCT bietet hier einen praxistauglichen Weg zu einem mehrdimensionalen Verständnis: MicroCT liefert zerstörungsfreie 3D-Einblicke in größere Proben und zeigt interne Merkmale wie Porosität, Risse oder Dichteschwankungen. EM ergänzt diese Makroperspektive mit nanoskaliger Auflösung, etwa zu Oberflächenstruktur, Korngefügen und Elementverteilungen. Zusammen entstehen vollständige Materialbilder über mehrere Längenskalen. **Warum der Hybridansatz überzeugt** Die Kopplung beider Datensätze ermöglicht es, Position, Größe und Typ von Defekten präziser zu identifizieren als mit einer Einzeltechnik. So ordnet microCT großskalige Fehlstellen räumlich ein, während EM die feinen Ursachen sichtbar macht – etwa Mikrodefekte, die die 3D-Tomographie allein nicht auflöst. Dieses Zusammenspiel hilft, Fertigungsparameter zu justieren und die Materialzuverlässigkeit zu erhöhen. Davon profitieren Branchen wie Luft- und Raumfahrt, Automobilbau oder Energie, in denen Ausfälle teuer und sicherheitskritisch sind. **Praxisbeispiel: Ni-Cu-CSAM-Legierungen** Bei durch Kaltgasspritzen (CSAM) hergestellten Ni-Cu-Legierungen – etwa in Raketenbrennkammern – zeigte ein mehrstufiger Ansatz seinen Nutzen: MicroCT visualisierte die Porositätsverteilung in 3D und fand erhöhte Porendichte in nickelreichen Bereichen. EM lieferte ergänzend nanoskalige Informationen zur Defektmorphologie und Elementverteilung und deckte Defektklassen auf, die der MicroCT entgehen. Die Folge waren Anpassungen bei Legierungszusammensetzung und Prozessparametern – mit positiven Effekten auf die Zuverlässigkeit. **Akzeptanzhürden im Betrieb senken** In der industriellen Routine wirken hybride Analysen mitunter komplex. Gefragt sind skalierbare, wiederholbare Workflows – auch für Anwender ohne tiefe Mikroskopieexpertise. Hier setzt die Bildverarbeitungs- und Visualisierungslösung »Avizo™« an: Sie führt unterschiedliche Datenmodalitäten in einer Umgebung zusammen, erleichtert Korrelation und Visualisierung und bietet Automatisierung, um robuste, reproduzierbare Analysen im größeren Maßstab aufzusetzen. Für komplexe Segmentierungen kommt KI ins Spiel, die Poren oder andere Merkmale zuverlässig erkennt und damit Zeit spart. Schulungen und Support helfen, die Lernkurve niedrig zu halten. **Bildbeispiele aus dem Workflow** Bei einer Korrelationsanalyse zeigte sich: Alleinige MicroCT-Scans taten sich schwer mit feinstrukturierter Typ-2-Porosität. In Kombination mit LAM-SEM und 3D-Tomographie auf dem »Helios 5 PFIB DualBeam« wurden kritische Leerräume bestätigt und die volumetrische Auswertung verbessert (Bild 1). Eine KI-gestützte Segmentierung identifizierte Porositätsmerkmale schneller und steigerte die Effizienz der Bewertung (Bild 2).

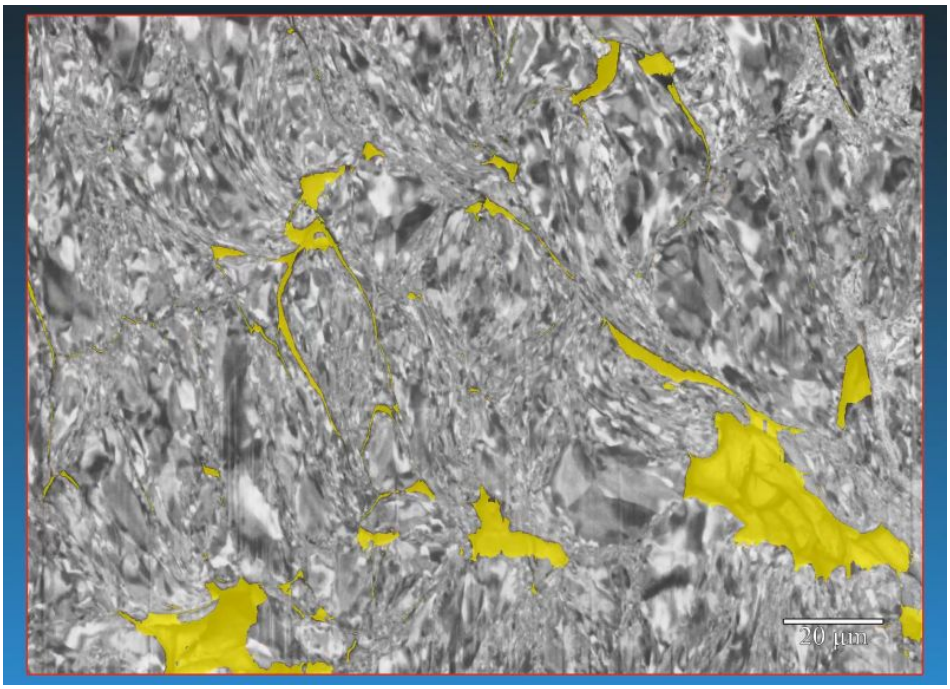


Bild 1: Korrelation mit 3D-Analyse. Micro-CT-Scans allein hatten Schwierigkeiten, feinstrukturierte Typ-2-Porosität aufzulösen. Die Kombination von LAM-SEM mit 3D-Tomographie auf dem Helios 5 PFIB DualBeam bestätigte kritische Leerräume und verbesserte die volumetrische Analyse.

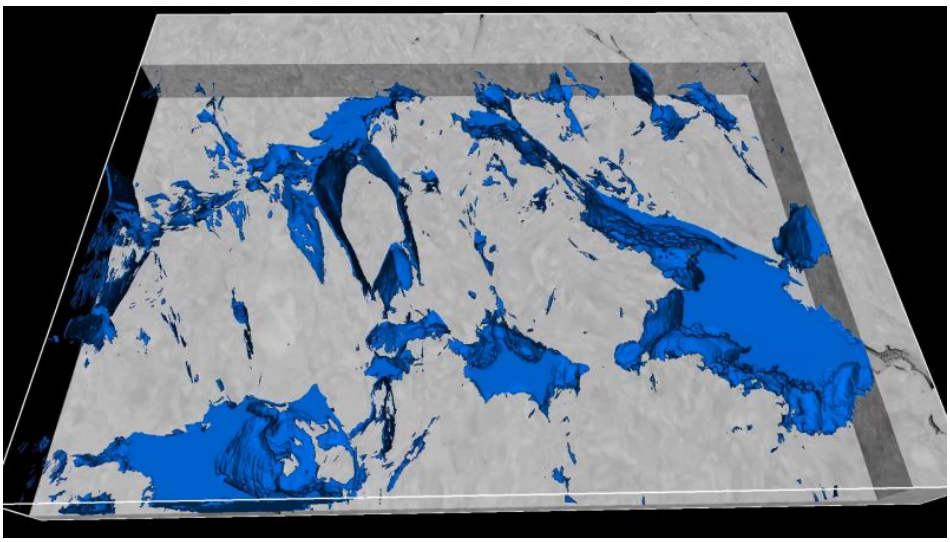


Bild 2: Segmentierung mit KI-Unterstützung. Die KI-gestützte Segmentierung beschleunigte die Analyse, da Deep Learning Porositätsmerkmale schnell identifizieren und segmentieren konnte und so die Gesamteffizienz der Beurteilung verbesserte.

Fazit für die Praxis Die Verbindung aus EM und microCT liefert ein lückenärmeres Bild – von der atomaren bis zur Makroebene. Das verbessert die Fehlerdetektion, unterstützt die Ursachenanalyse und beschleunigt die iterative Prozessoptimierung. Mit Werkzeugen wie »Avizo™« wird der hybride Ansatz zudem handhabbar und skalierbar für die Industrie. Für Unternehmen heißt das: bessere Entscheidungsgrundlagen, stabilere Prozesse und Materialien, die den Anforderungen moderner Konstruktionen gerecht werden. **Hinweise zur Einordnung und Kontakt** Der Beitrag basiert auf

Ausführungen von Franz Kamutzki (Thermo Fisher Scientific) und verweist u. a. auf Arbeiten zu funktionell graduierten Ni-Cu-CSAM-Legierungen.

Hersteller aus dieser Kategorie

© 2025 Kuhn Fachverlag