



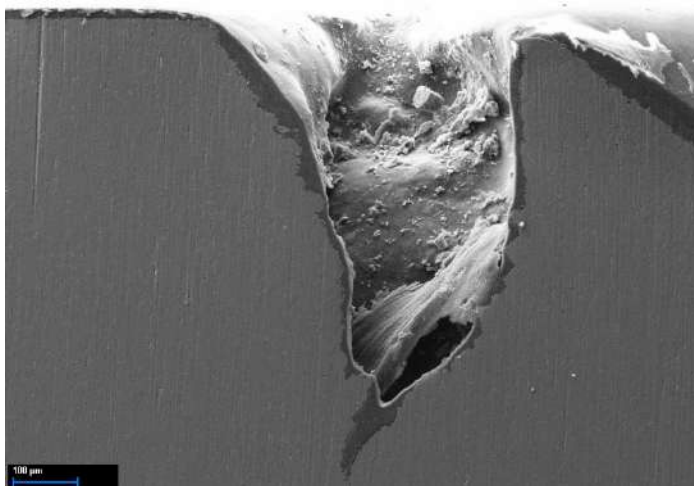
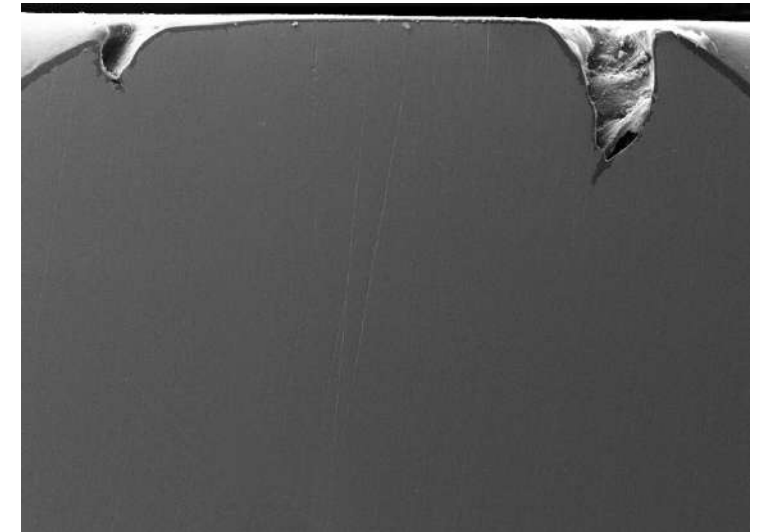
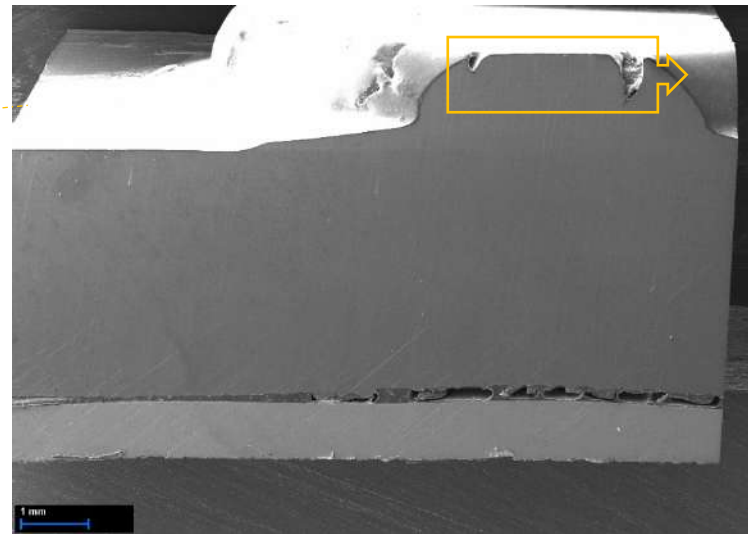
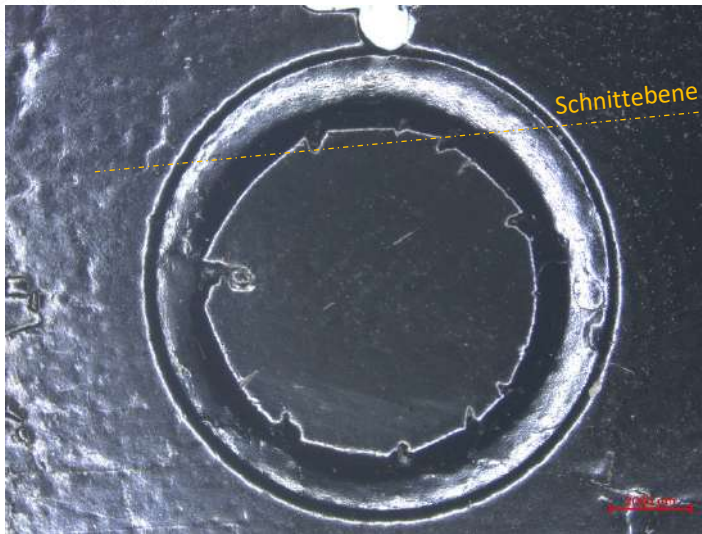
AAC – Your advanced solution for Space and Beyond

Schadensanalyse in Bildern

Christian Jogl (AAC)

Untersuchungen an einer Niete

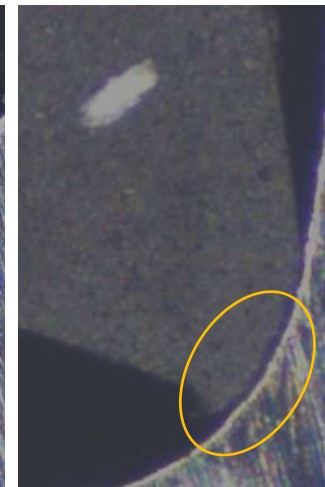
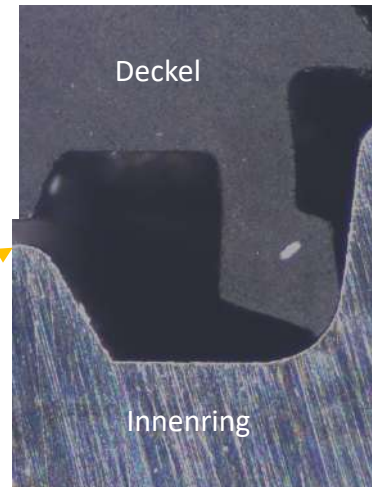
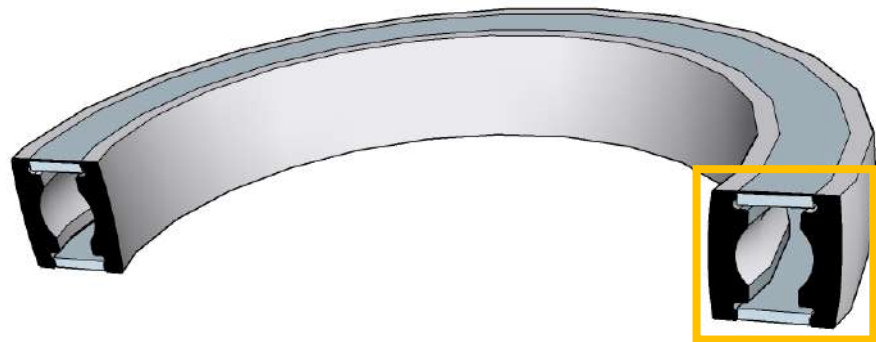
Elektronenmikroskopische Beurteilung am Querschnitt



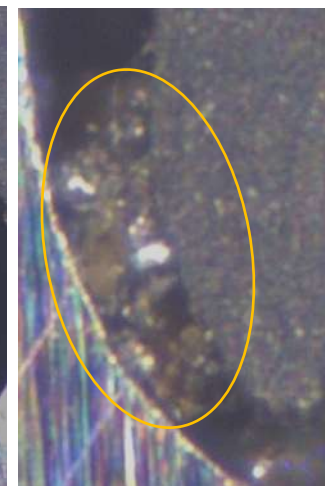
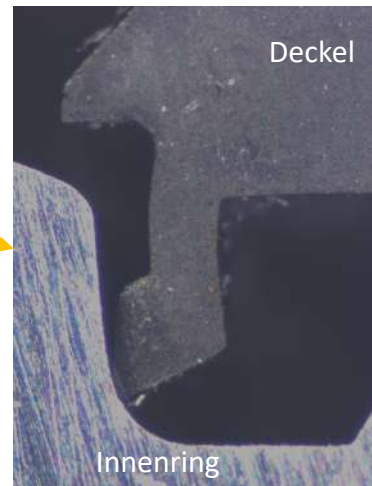
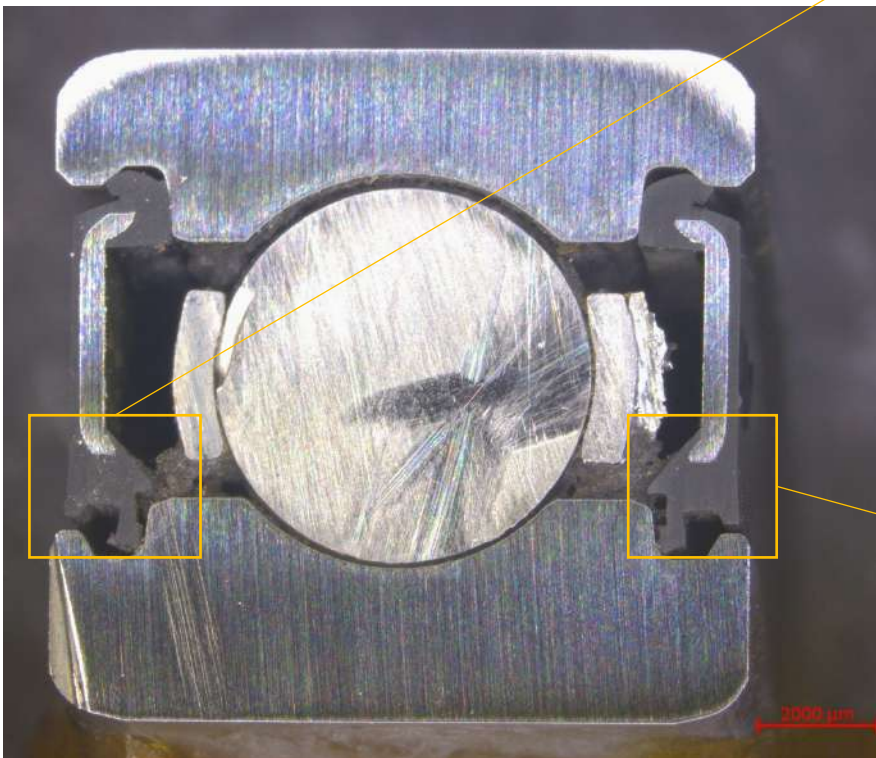
- 2 Risse (200µm bzw. 600µm tief)
- Beschichtung im Riss nachweisbar
→ **Rissbildung VOR der Beschichtung**
- EDX-Analyse im Riss: Na und Cl nachweisbar
→ **Korrosionsproblematik**

Untersuchung an Kugellagern

Lichtmikroskopische Untersuchungen am Querschliff



- Deformation des Lagerdeckels im Bereich der inneren Kante
- **Anzeichen für eine zu enge Passung**
- **Erhöhtes Drehmoment des Lagers**

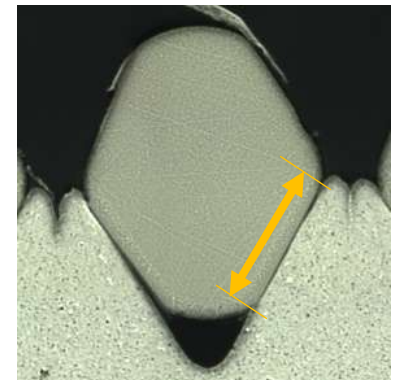
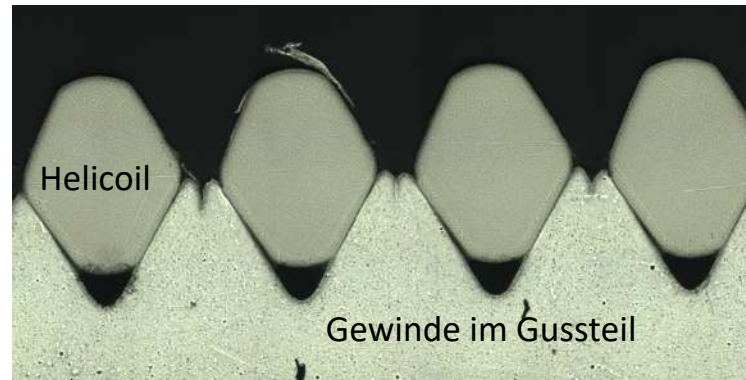
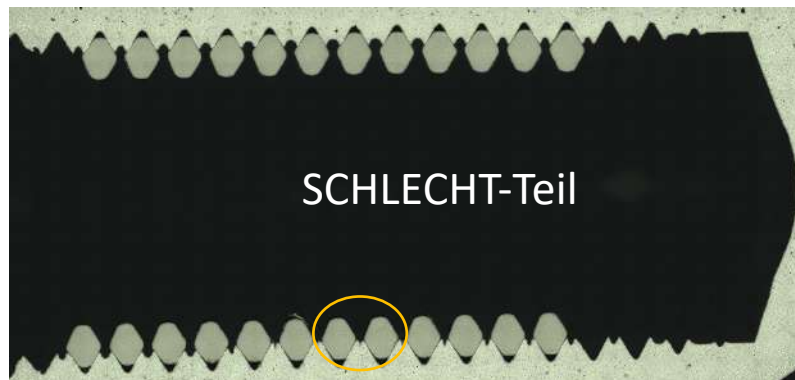
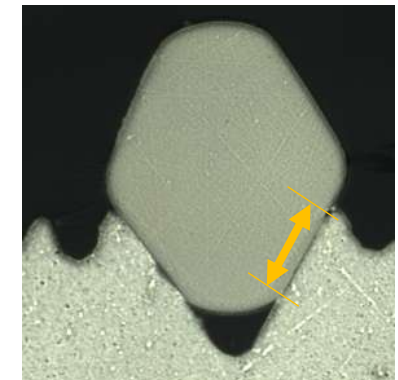
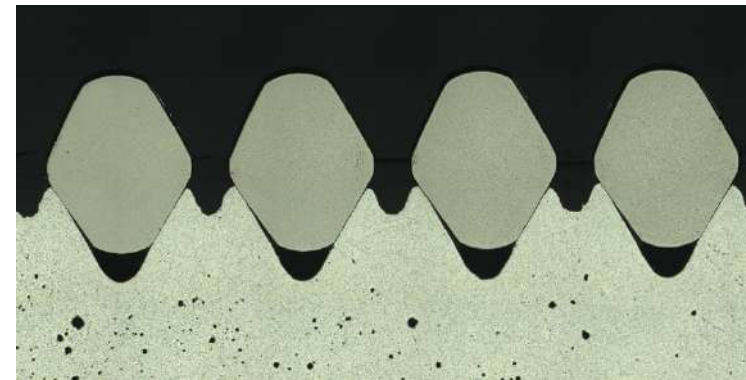
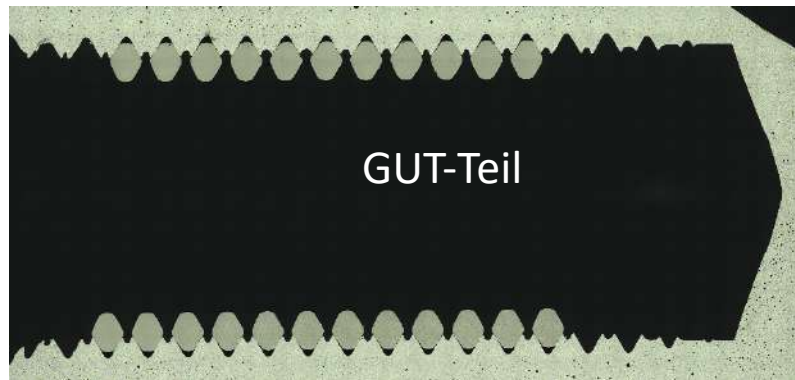
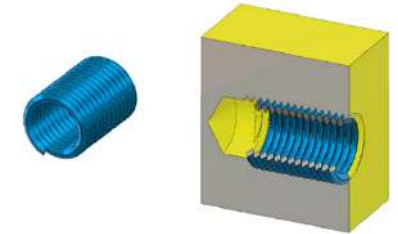


- Keine Deformation des Lagerdeckels
- Spalt gefüllt mit Fett
- **Sollzustand**

Untersuchung an Helicoils

Lichtmikroskopische Untersuchungen am Querschliff

Mit einem Gewindeeinsatz („Helicoil“ ®) werden Innengewinde hergestellt, wenn der Grundwerkstoff nicht die gewünschten Eigenschaften (z.B. mechanische Festigkeit) für eine Schraubverbindung besitzt.

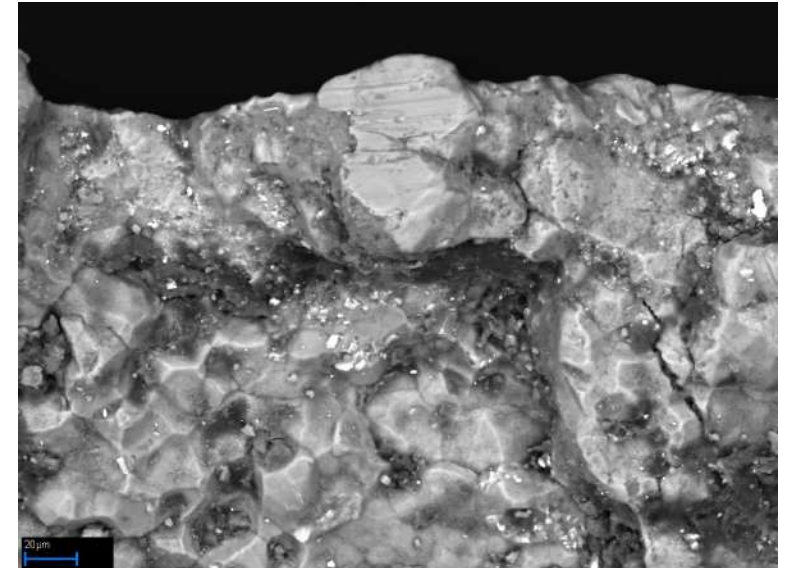
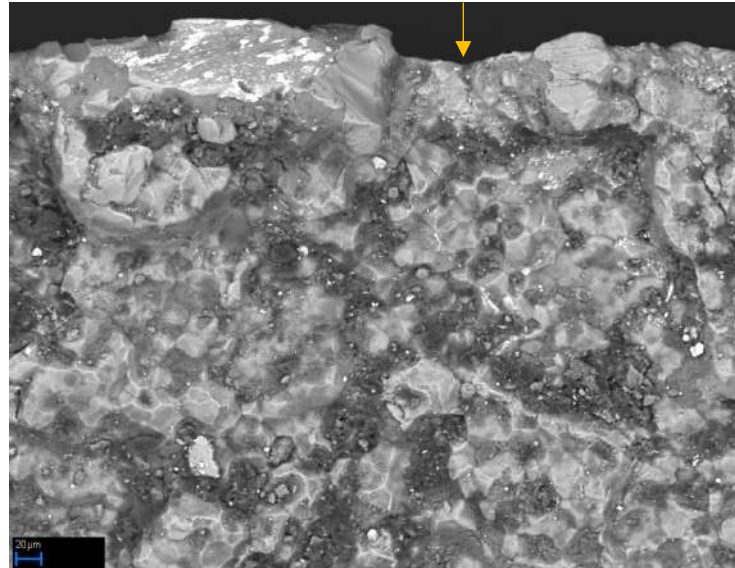
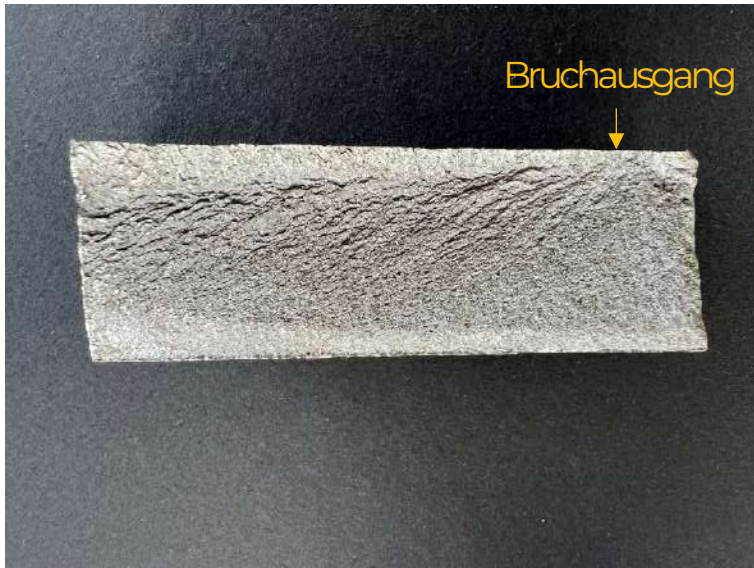


- Plastische Deformation des Gewindes in der Mitte der Einschraubung
→ Kontaktfläche zwischen Helicoil und Gewinde vergrößert
→ **Reibung beim Einschrauben erhöht**

Untersuchung an einem gebrochenem Bauteil

Elektronenmikroskopische Untersuchung der Bruchfläche

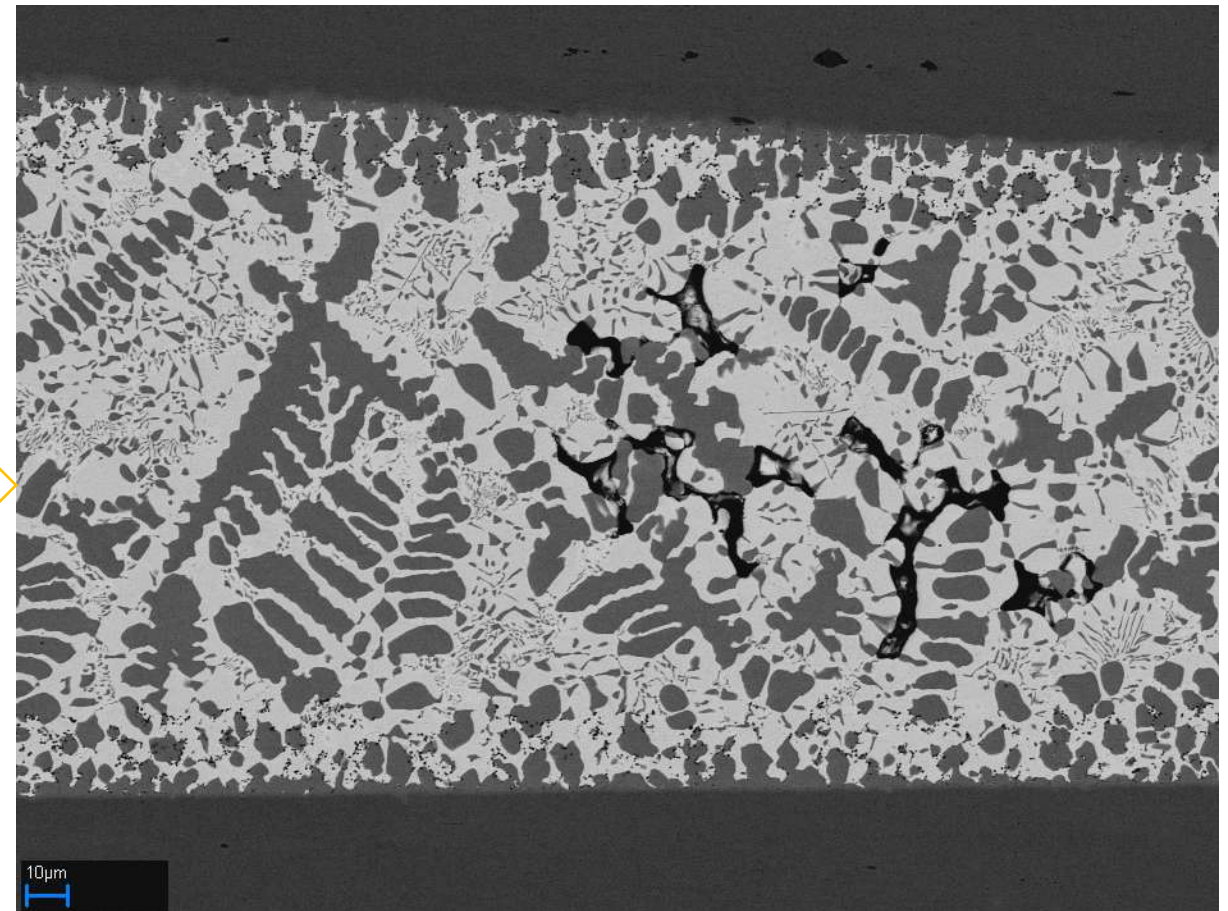
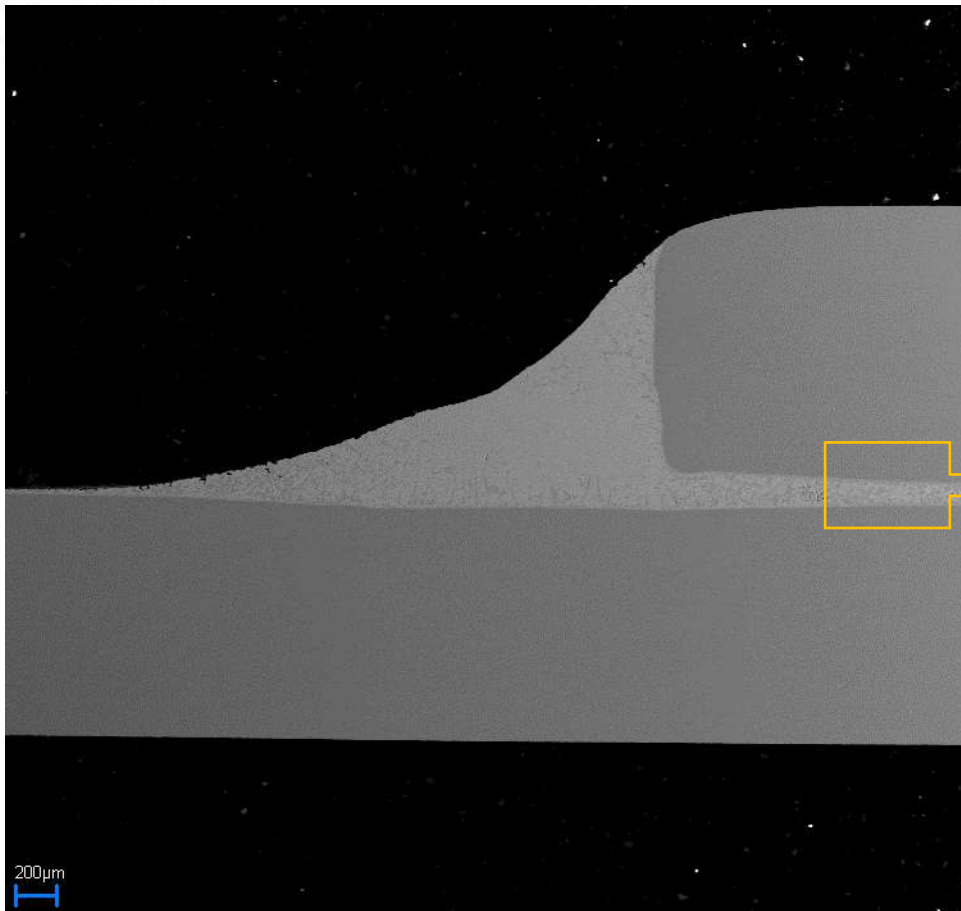
Die klassische Schadensanalyse versucht, die zugrundeliegenden Fehlermechanismen zu identifizieren. Dies kann dazu beitragen, Prozesse zu optimieren und zukünftige Stehzeiten zu minimieren.



- Klassifizierung des Bruchbildes als interkristalliner Sprödbruch aufgrund lokaler mechanischer Überlast.
- Lokale plastische Deformationen im Bereich des Bruchausgangs: Entstehung nach / während dem Öffnen des Risses
- Oxidische Anlagerungen an der Oberfläche
- **Aufgrund der klaren Identifizierung des Bruchausgangspunktes kann auf die zugrundeliegende Schadensursache geschlossen werden.**

Untersuchung an einer Lötstelle

Elektronenmikroskopische Untersuchung am Querschliff

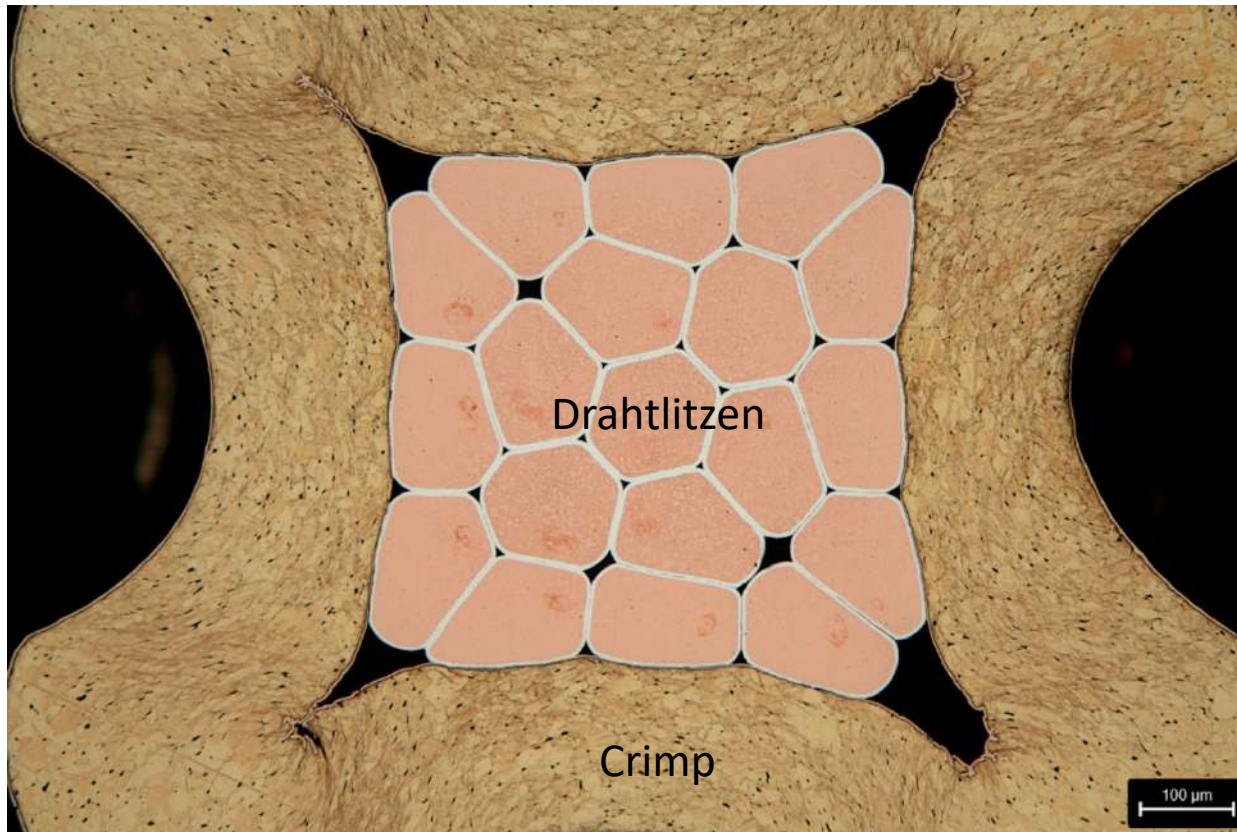


→ Darstellung der Gefügestruktur (Cu/Ag/Zn) in der Lötung zeigt **Poren und Fehlstellen**

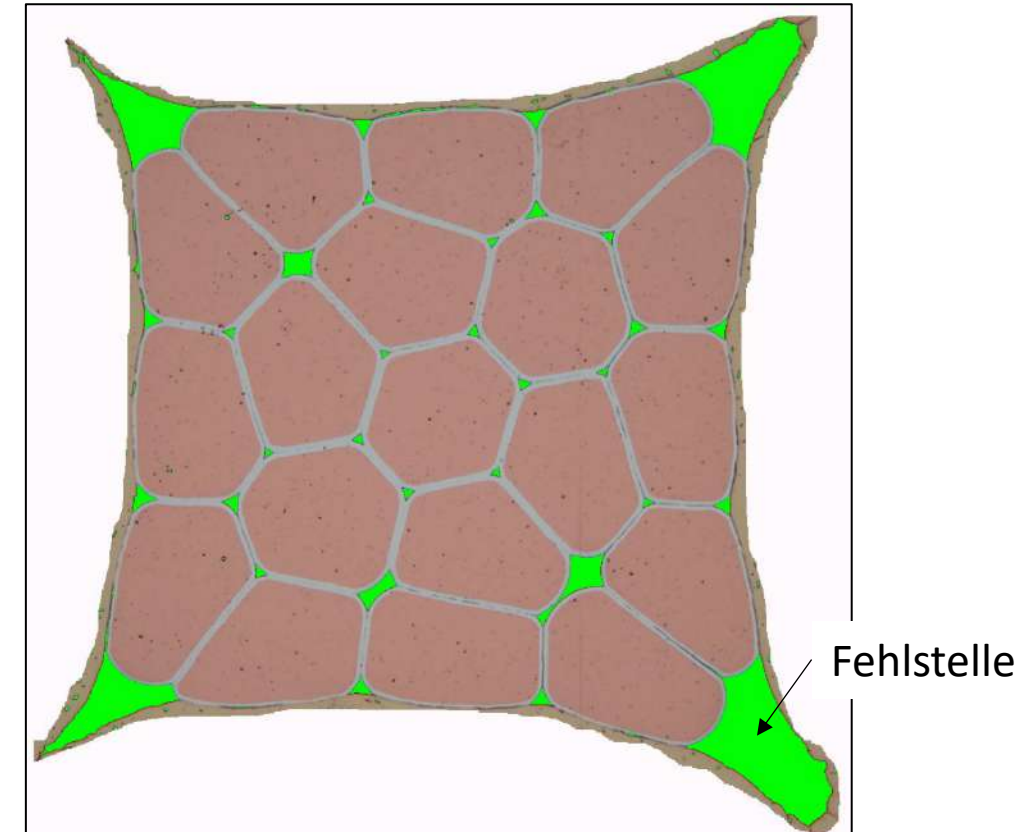
Untersuchung an elektronischen Bauteilen

Lichtmikroskopische Untersuchung am Querschliff

Die metallographische Untersuchung von elektronischen Bauteilen (wie z.B. Stecker, Widerstände, ICs, ...) liefert wesentliche Informationen über die Qualität des Bauteils und kann zur Qualifikation von Herstellungsprozessen verwendet werden.



Lichtmikroskopische Darstellung des Querschliffes eines Crimp-Kontaktes



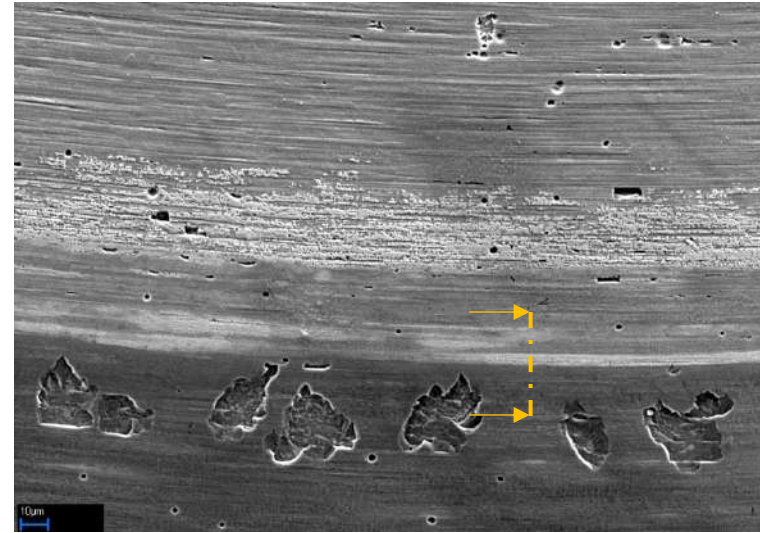
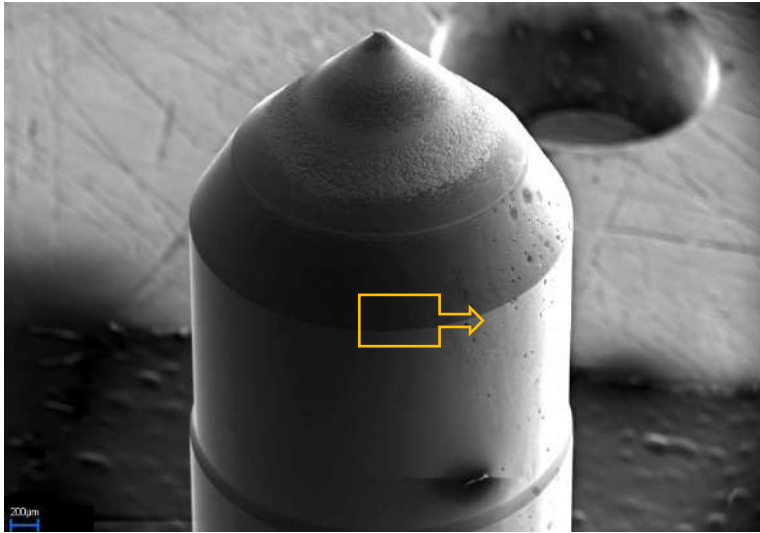
Quantitative Bestimmung des Anteils an Fehlstellen mittels spezifischer Auswerteroutinen

Die quantitative Analyse der Fehlstellen in der Crimp-Verbindung dient zur Qualifikation der Bauteile

Untersuchung einer Ventalnadel

Elektronenmikroskopische Untersuchung

Schadensanalytik auch an komplex geformten Bauteilen und Komponenten:



FIB-Schnitt im Kontaktbereich:

→ **Kontinuierlicher Abtrag der Schicht (kein Abplatzen)**

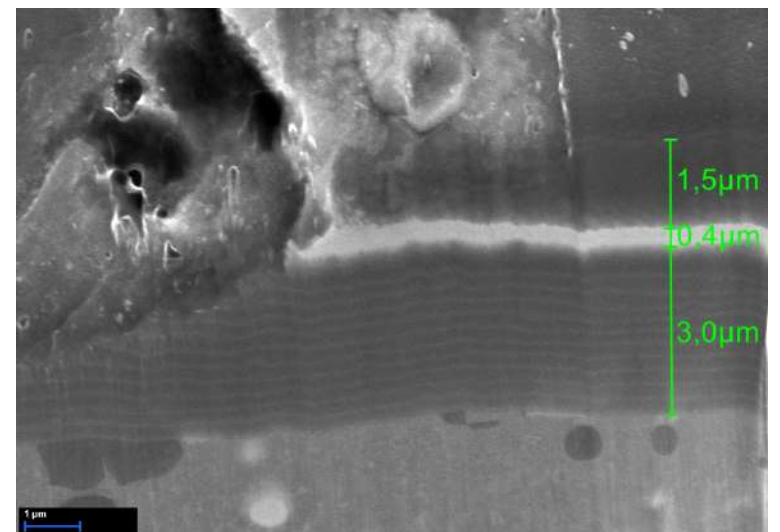
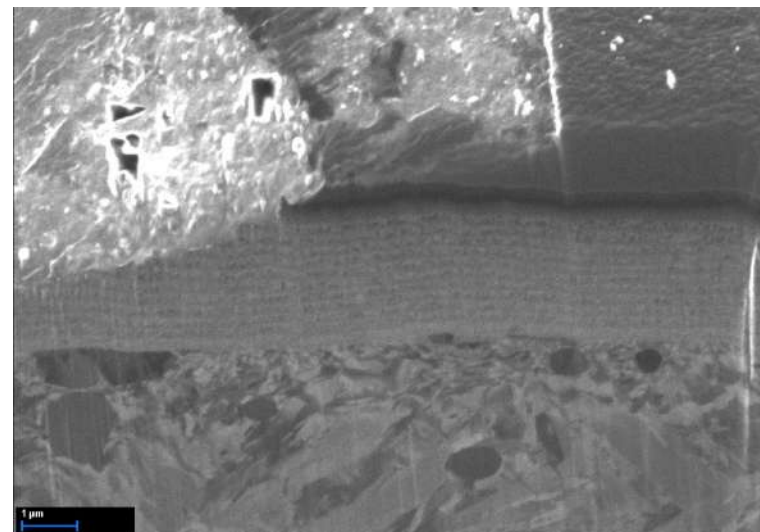
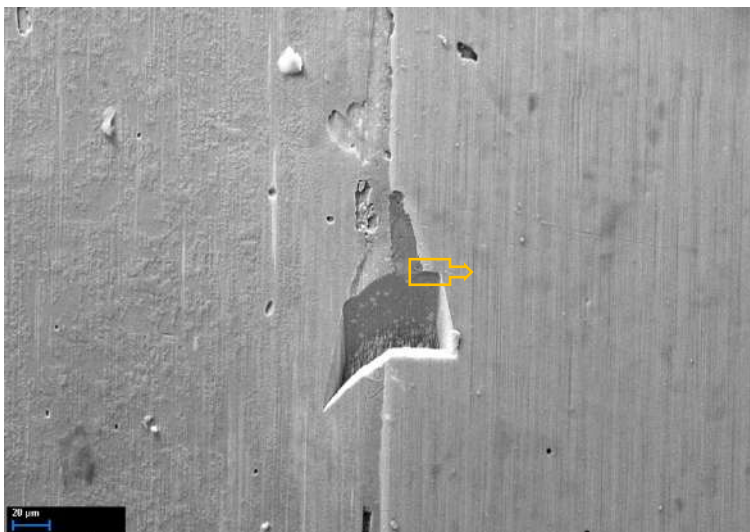
→ **Schichtaufbau:**

~3,0µm Multilayer- Grundsicht

~0,4µm Interlayer

~1,5µm Funktionale Top-Schicht

→ **Gefügestruktur im Grundmaterial**

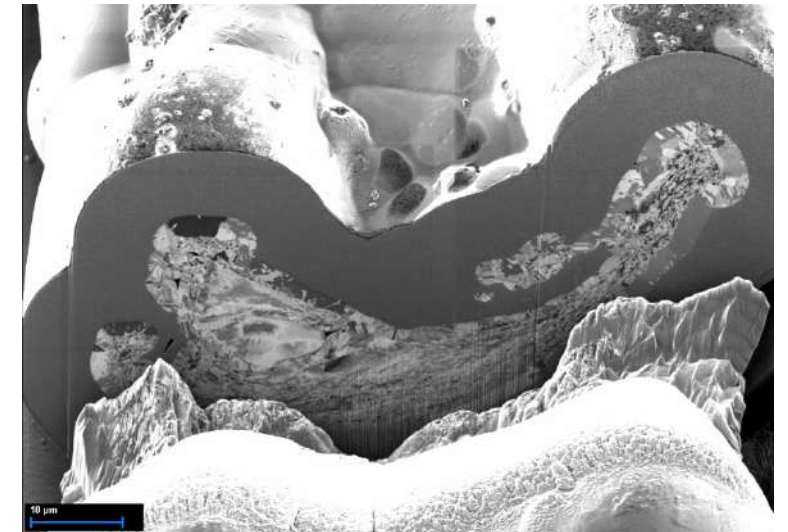
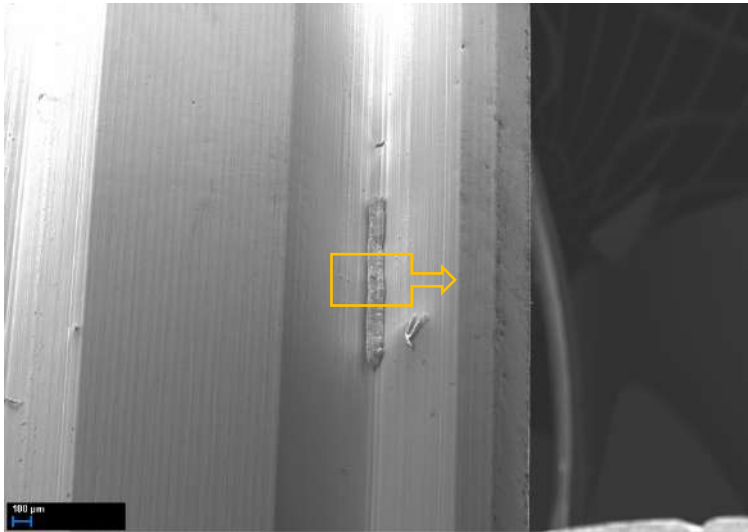


Untersuchung an einem Schleifring

Elektronenmikroskopische Untersuchung

Schadensanalytik beginnt nicht erst nach dem Ausfall eines Bauteils, sondern kann auch als Teil der Qualitätssicherung und damit als essentieller Schritt der Produktentwicklung gesehen werden.

→ Analyse einer auffälligen Verunreinigung in der V-Nut eines Schleifrings:



FIB-Schnitt durch die Verunreinigung zeigt:

→ Struktur im Inneren deutet auf metallische Gefügestruktur hin
→ Vollständige Beschichtung auf der Verunreinigung

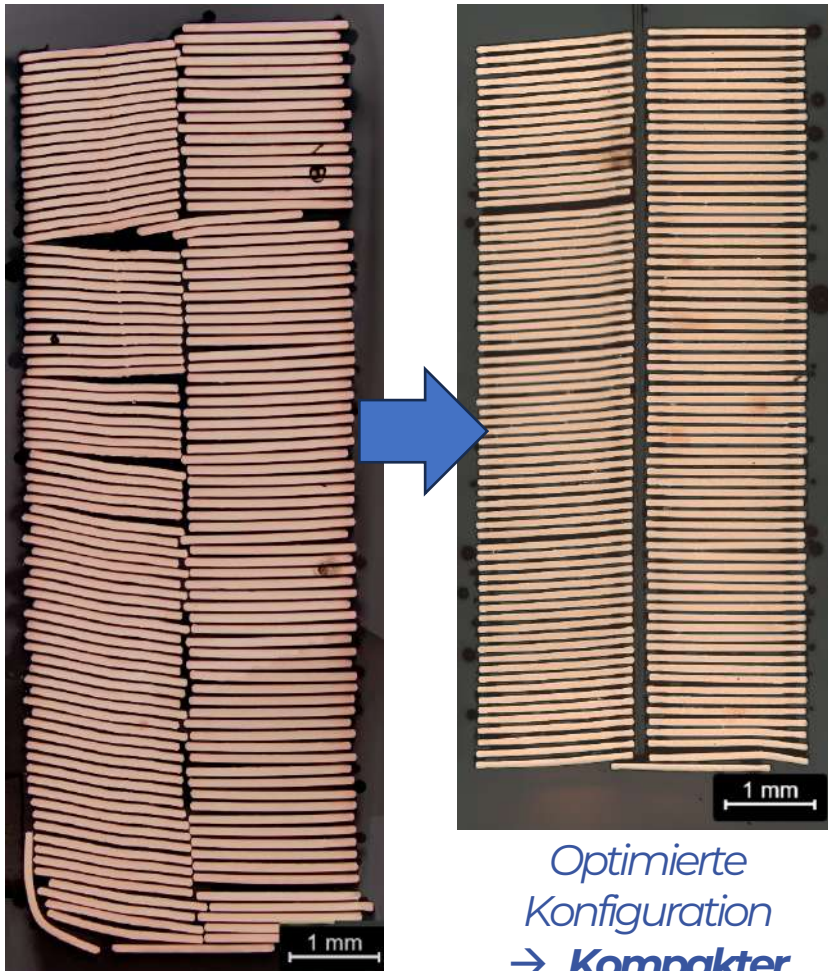
→ **Kein Beschichtungsfehler**

→ **Fertigungsspan von VOR dem Beschichtungsprozess**

Beurteilung und Optimierung einer Spule

Lichtmikroskopische Untersuchungen am Querschliff

Die Einbindung mikroanalytischer Methoden in den Herstellungsprozess kann zur Optimierung von Bauteilen führen:



Ursprüngliche
Konfiguration

Optimierte
Konfiguration
→ **Kompakter**
→ **Effizienter**

Ein Kunde entwickelte eine neuartige Spule mit rechteckigem Drahtquerschnitt.

Die verwendete Wickelmaschine musste adaptiert werden, um optimale Drahtlagen zu erhalten.

Nach jedem Adaptionsschritt wurden ein Querschliff untersucht um die Ausrichtung der Drähte zu beurteilen.

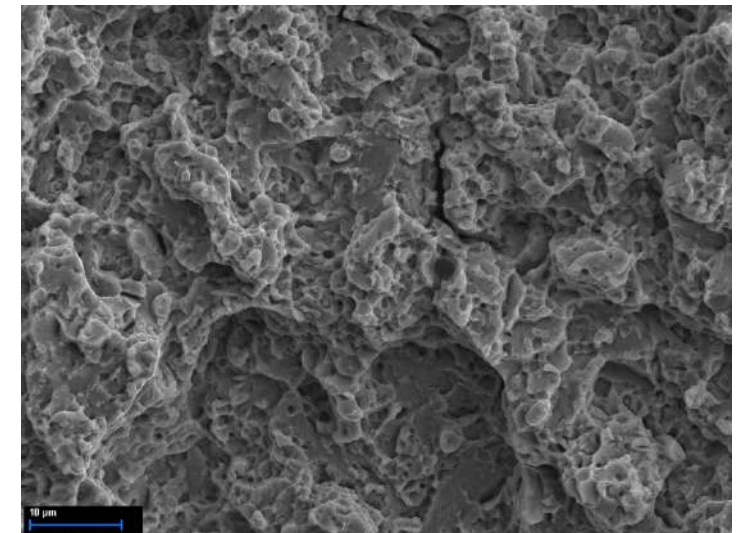
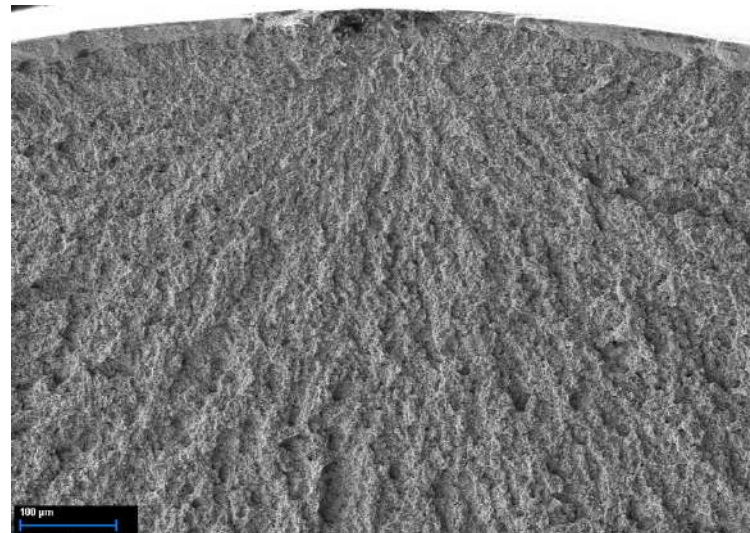
Dies ermöglicht eine Optimierung des Herstellungsprozesses, die einerseits zu einer Verringerung der Bauteilgröße und andererseits zu einer Effizienzsteigerung führt.



Beurteilung auf Spannungsrissskorrosion

Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen

Das Versagen metallischer Bauteile kann nicht nur auf mechanische oder chemische Überbelastung zurückgeführt werden, sondern auch auf die Kombination beider Beanspruchungen. Das Risiko der sogenannten Spannungsrissskorrosion (stress corrosion cracking - SCC) wird nach dem ECSS-Standard ECSS-Q-ST-70-37 bewertet, wobei sowohl lichtmikroskopische als auch elektronenmikroskopische Methoden zur Anwendung kommen.





aerospace & advanced composites



THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Aerospace & Advanced Composites GmbH

Office:

A-2700 Wiener Neustadt
Viktor Kaplan-Straße 2
Austria

Tel.: +43 2622 90550-0

Email: office@aac-research.at

www.aac-research.at

Space Tribology:

Dr Andreas Merstallinger (Head)

andreas.merstallinger@aac-research.at

Dr Christian Jogl

christian.jogl@aac-research.at

Roland Holzbauer

roland.holzbauer@aac-research.at