

battery@IFOS - Ein Beitrag aus Kaiserslautern zur deutschen Batterieforschung

Grenzflächen verstehen – Skalierung ermöglichen

Die Leistungsfähigkeit, Sicherheit und industrielle Skalierbarkeit moderner Batterietechnologien wird zunehmend nicht durch das Volumen der Materialien, sondern durch **Grenzflächen, Interphasen und prozessinduzierte Defekte** bestimmt. Zahlreiche aktuelle Forschungsverbünde adressieren diese Fragestellungen inhaltlich – stoßen jedoch in der praktischen Umsetzung wiederholt an **methodische Grenzen**.

Ein zentrales, verbundübergreifendes Problem ist dabei die **reproduzierbare, artefaktarme Präparation realer Batteriearchitekturen** (Elektroden, Separatoren, Multilayer-Stacks) als Voraussetzung für belastbare Oberflächen- und Grenzflächenanalytik. Ohne kontrollierten Grenzflächenzugang bleiben selbst hochauflösende Analyseverfahren in ihrer Aussagekraft limitiert und Ergebnisse zwischen Partnern schwer vergleichbar.

Das IFOS Kaiserslautern bringt in diesen Kontext **keine zusätzliche Batteriechemie**, sondern eine **langjährig etablierte Querschnittskompetenz in der Oberflächen- und Grenzflächenanalytik**, die in der Batterieforschung aktuell als struktureller Engpass erkannt ist. Die Expertise des IFOS basiert auf:

- tiefem Grenzflächenverständnis aus der Tribologie (aktive, mechanisch-chemische Grenzflächen),
- ausgewiesener Dünnschicht- und Beschichtungskompetenz,
- sowie der **Kombination hochentwickelter Oberflächenanalytik mit UKP-Lasertechnologie** zur gezielten, thermisch kontrollierten Präparation komplexer Schichtsysteme.

Diese Kombination ermöglicht erstmals die **repräsentative Untersuchung realer Batteriekomponenten** – jenseits idealisierter Modellsysteme und klassischer, lokal begrenzter Präparationsansätze.

Das IFOS versteht sich dabei ausdrücklich **nicht als analytischer Dienstleister**, sondern als **strukturierender Enabler** innerhalb von Verbünden:

- durch Entwicklung standardisierter Präparations- und Analysepfade,
- durch Referenzanalytik für Grenzflächen,
- und durch die Korrelation von Grenzflächenzuständen mit Prozess- und Performanceparametern.

Damit adressiert das IFOS eine **querschnittliche Lücke**, die für bestehende und zukünftige Batterie-Konsortien gleichermaßen relevant ist – insbesondere im Kontext von Festkörperbatterien, Hochenergie-Elektroden, Separator-Entwicklung sowie der Übertragbarkeit von Forschungsergebnissen in industrielle Prozesse.

Grenzflächen- und Präparationskompetenz als Schlüssel für die Batterieforschung

Einordnung aus Sicht des IFOS Kaiserslautern

1. Die Ausgangslage

Die deutsche Batterieforschung verfügt über eine international anerkannte Kompetenz in der Materialentwicklung, Zellarchitektur und Prozessforschung. Gleichzeitig zeigen zahlreiche Verbundprojekte, dass **die zentrale Wissenslücke zunehmend an Grenzflächen liegt**:

- Elektroden–Elektrolyt-Grenzflächen (SEI / CEI),
- Elektroden–Separator-Wechselwirkungen,
- Festkörper-Interphasen,
- sowie prozessinduzierte Inhomogenitäten in realen Multilayer-Stacks.

Diese Grenzflächen bestimmen Alterung, Sicherheit und Skalierbarkeit – sind analytisch jedoch besonders schwer zugänglich.

2. Der systemische Engpass: Präparation realer Zellarchitekturen

Ein wiederkehrendes Problem in laufenden Projekten ist nicht das Fehlen analytischer Methoden, sondern die **unzureichende Kontrolle der Probenpräparation**:

- mechanisch weiche, poröse, polymerhaltige Materialien,
- komplexe Multilayer-Strukturen,
- empfindliche Grenzflächen, die bereits durch Präparation verändert werden können.

Die Folge sind:

- Artefakte,
- eingeschränkte Vergleichbarkeit,
- und eine begrenzte Übertragbarkeit analytischer Ergebnisse auf reale Zellen und Prozesse.

Dieser Engpass ist **strukturbedingt** und kann nicht allein durch klassische Batterie- oder Zelllabore gelöst werden.

3. Beitrag von **Battery@IFOS**: Grenzflächen als aktive Systeme verstehen

Das IFOS Kaiserslautern bringt hier eine Perspektive ein, die sich in anderen Technologiefeldern bewährt hat:

- In der **Tribologie** werden Grenzflächen seit Jahrzehnten als **aktive, dynamische Systeme** verstanden, deren Eigenschaften durch mechanische, chemische und thermische Kopplung bestimmt sind.
- In der **Dünnschicht- und Beschichtungsforschung** ist die präzise Kontrolle und Analyse von Grenzflächen Grundlage jeder Funktionsbewertung.

Diese Denkweise ist unmittelbar auf Batterien übertragbar – insbesondere auf Festkörperbatterien, hochenergetische Elektroden und funktionalisierte Separatoren.

4. Ein Alleinstellungsmerkmal von **battery@IFOS**: Analytik + UKP-Laserpräparation

Die strategische Besonderheit des IFOS liegt in der **engen Verzahnung von**:

- hochentwickelter Oberflächen- und Grenzflächenanalytik und
- UKP-Lasertechnologie zur gezielten, thermisch kontrollierten Präparation.

Dies ermöglicht:

- artefaktarme Querschnitte durch reale Batteriekomponenten,
- großflächige, repräsentative Grenzflächenzugänge,
- Präparationsstrategien, die über Einzelstellen-Analytik hinausgehen.

Damit entsteht eine **Brücke zwischen Grundlagenanalytik und industrienaher Realität**, die bislang nur unzureichend adressiert ist.

5. Förderpolitische Einordnung von **battery@IFOS**

Im Kontext der BMBFTR-Strategien – insbesondere der Hightech-Agenda „*Klimaneutrale Mobilität*“ – gewinnen folgende Aspekte an Bedeutung:

- technologische Souveränität,
- Skalierbarkeit,
- Reproduzierbarkeit,
- Transferfähigkeit.

Diese Ziele sind **ohne belastbare Grenzflächen- und Präparationskompetenz nicht erreichbar**. Entsprechend sollte Analytik nicht als begleitende Maßnahme, sondern als **kritische Infrastruktur** verstanden werden.

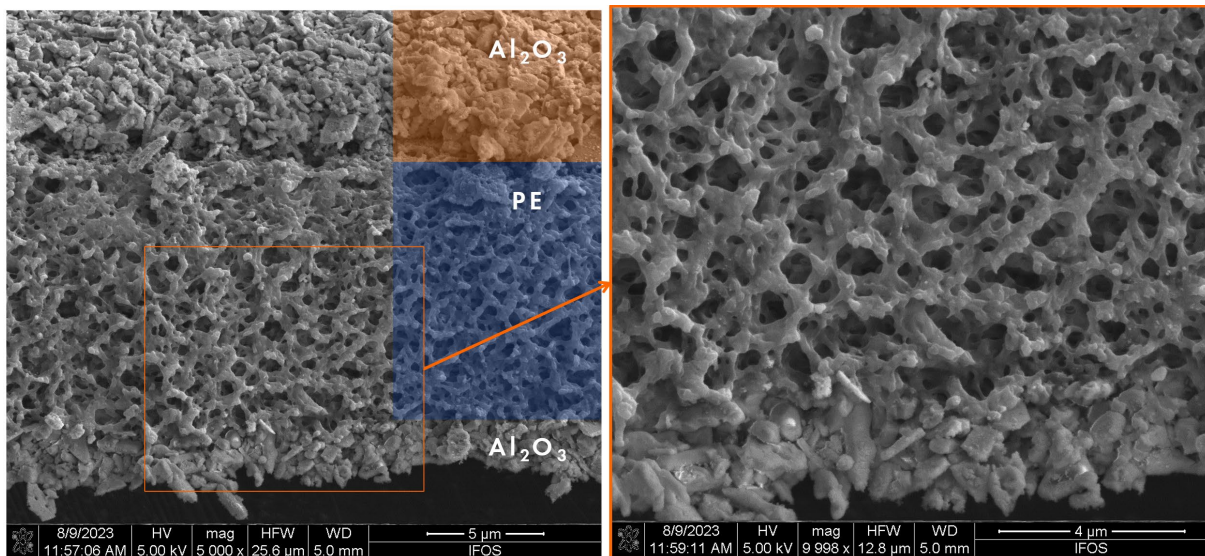
Das IFOS positioniert sich in diesem Kontext als:

- querschnittlicher Partner für bestehende Konsortien,
- methodischer Enabler für neue Verbünde,
- und Impulsgeber für standardisierte Grenzflächenanalytik.

6. Schlussfolgerung

Die nächste Phase der Batterieforschung entscheidet sich nicht an neuen Materialideen allein, sondern an der Fähigkeit, **Grenzflächen reproduzierbar zu verstehen, zu kontrollieren und in Prozesse zu überführen**.

Das **battery@IFOS** adressiert genau diese systemische Herausforderung – und versteht sich damit als **unverzichtbarer Partner** für die Weiterentwicklung der deutschen Batterieforschungslandschaft.



Institut für Oberflächen- und Schichttechnik IFOS GmbH
Trippstadter Straße 120
67663 Kaiserslautern
Mail: info@ifos.uni-kl.de
www.ifos.uni-kl.de