

# Laserverfahren für Batterie- und Wasserstoffanwendungen

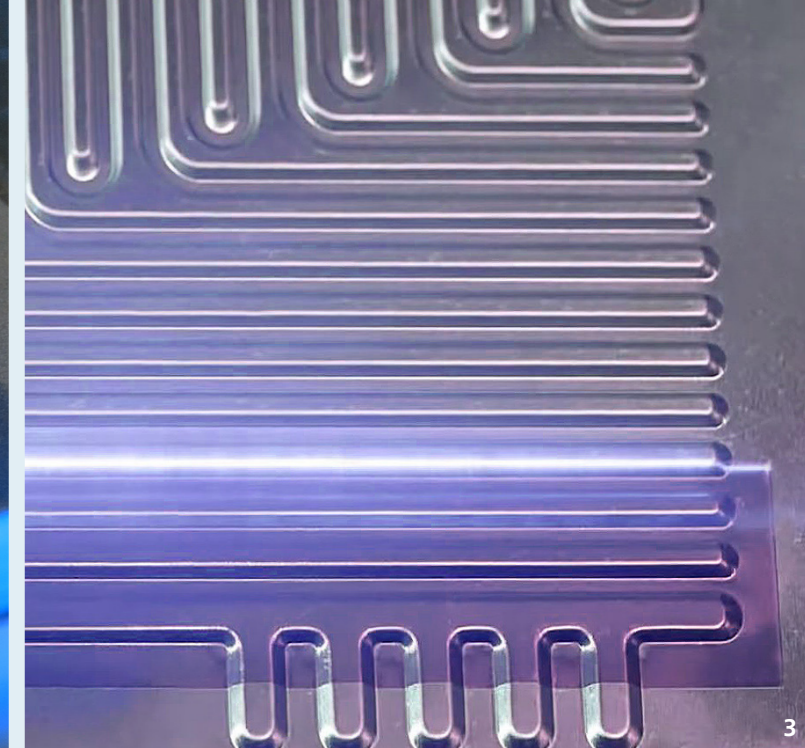
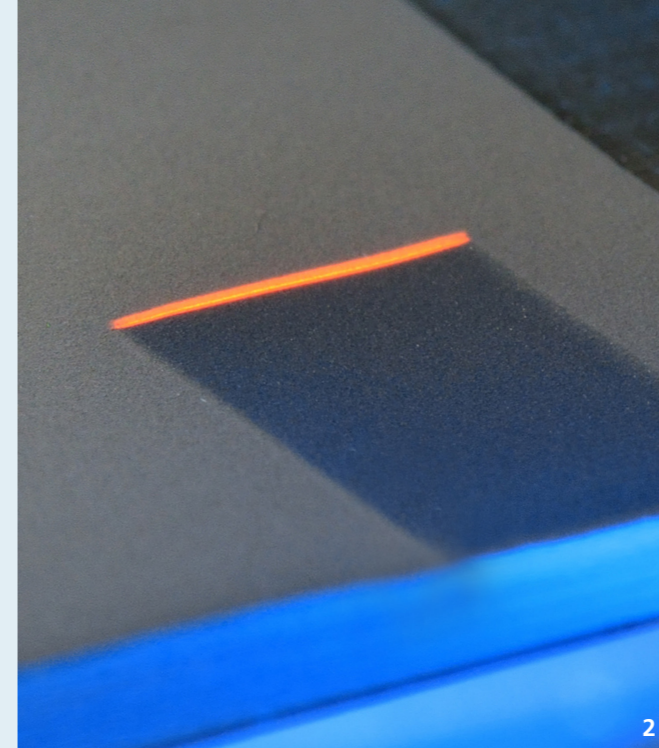
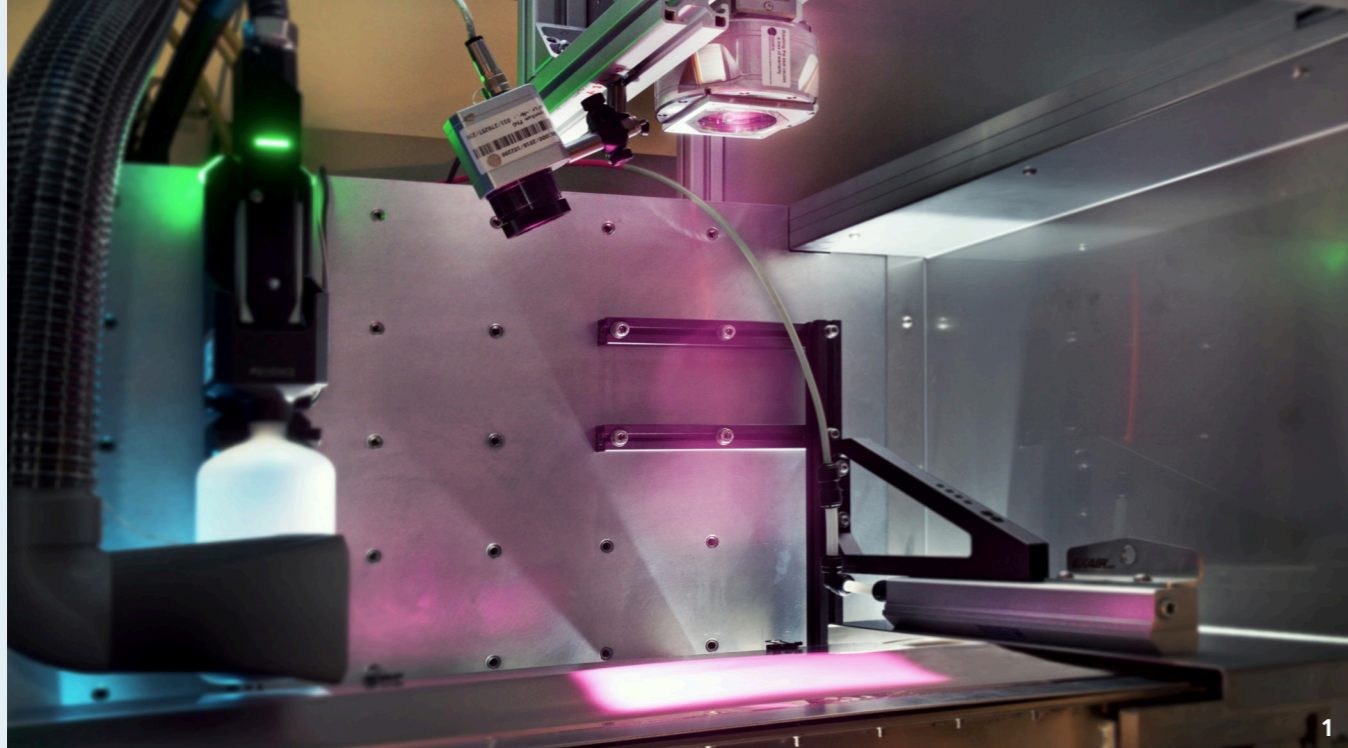
---

Das Ziel, fossile Energieträger in naher Zukunft zu ersetzen, führt zu einem großen Bedarf an kostengünstigen und leistungsfähigen Energiespeichern. Dabei stehen Batterien und Brennstoffzellen bzw. Elektrolyseure im Fokus der internationalen Entwicklung. Das Fraunhofer ILT entwickelt energieeffiziente, laserbasierte Fertigungsverfahren für die Herstellung und Bearbeitung von funktionalen Schichten in der Batterie- und Brennstoffzellenfertigung.

## Laserbasierte Trocknung von Batterieelektroden

Für die Einführung von wettbewerbsfähigen Energiespeichern in den Massenmarkt müssen die Produktionskosten für Batteriezellen signifikant reduziert werden. Ein Kostentreiber ist dabei der energieintensive Fertigungsprozess. Die Substitution konventioneller Ofenprozesse durch innovative Laserverfahren stellt einen vielversprechenden Ansatz dar. Bei der Trocknung von Batterieelektroden eröffnet der Einsatz eines Laserverfahrens aufgrund des effizienten Energieeintrags im Vergleich zur konventionellen Trocknung im Durchlaufofen ein großes Energieeinsparpotential.

*Lasernetrocknete  
Batterie-Anodenschicht.*



## Neue Materialkombinationen und Energieeinsparung durch Laserverfahren

Darüber hinaus wird aufgrund der kompakten Bauweise des Lasers eine erhebliche Reduzierung des notwendigen Bauraums erzielt. Die laserbasierte Trocknung lässt sich in bestehende Rolle-zu-Rolle-Anlagen (R2R) integrieren.

### Sinterung von Festkörperbatterien

Die Elektromobilität gilt als ein klimafreundliches und zukunftsfähiges Mobilitätskonzept. Anforderungen an entsprechende Batteriesysteme sind beispielsweise große Energiedichten um damit große Reichweiten bei hohen Sicherheitsstandards zu erreichen. Im Vergleich zu konventionellen Lithium-Ionen-Batterien (LIB) haben keramische Festkörperbatterien eine höhere theoretische Energiedichte und enthalten keine flüssigen Elektrolyte. Somit haben sie ein hohes Potenzial für die zukünftige Elektromobilität. Mögliche keramische Materialien sind beispielsweise Lithium-Kobalt-Oxid (LCO) als Kathodenmaterial und Lithium-Lanthan-Zirkonat (LLZ) als Elektrolytmaterial.

Dünnschichtbatteriezellen basierend auf diesen Materialien können aufgrund von langen Wechselwirkungszeiten und resultierenden Diffusionseffekten sowie Temperaturinkompatibilitäten der Materialien nicht ausreichend im Ofen gesintert werden. Aus diesem Grund werden laserbasierte Verfahren für die Sinterung partikulärer, keramischer Dünnschichten im  $\mu\text{m}$ -Bereich aus LCO und LLZ entwickelt. Im Gegensatz zu offenprozessierten Schichten kann so eine hohe Kristallinität der Grundmaterialien bei Reduzierung unerwünschter Nebenphasen in einer Batteriezelle erzielt werden.

### Beschichtungen für Bipolarplatten

Ein primärer Kostentreiber bei der Produktion von Brennstoffzellen und Elektrolyseuren sind die Bipolarplatten. Diese bestehen in der metallischen Variante aus zwei umgeformten und verschweißten Metallblechen. Im Vergleich zu Bipolarplatten aus graphit-gefüllten thermoplastischen Compoundmaterialien können diese kostengünstiger produziert werden.

Aufgrund des metallischen Grundmaterials sind sie allerdings anfällig für Korrosion. Daher müssen sie mit einer korrosionsbeständigen und elektrisch leitfähigen Schutzschicht versehen werden. Diese wird konventionell mittels Vakuumverfahren abgeschieden. Ein alternatives Verfahren ist die nasschemische Abscheidung eines Präkursorenmaterials und die anschließende thermische Funktionalisierung mittels Laserstrahlung. Dieser Ansatz verspricht im Vergleich zum konventionellen Verfahren eine bessere Inlinefähigkeit und Skalierbarkeit und so die Erzielung kürzerer Taktzeiten.

### Kristallisation dünner Schichten für keramische Hochtemperaturbrennstoffzellen

Für eine erfolgreiche Energiewende werden effiziente- und kostengünstige Power-to-Power-Technologien benötigt, um Stromspitzen und -flauten durch die fluktuierenden erneuerbaren Energien auszugleichen. Eine geeignete Technologie hierfür sind Hochtemperatur-Brennstoffzellen bzw. Elektrolyseure, da diese im Vergleich zu anderen Zelltypen den höchsten theoretischen Wirkungsgrad aufweisen. Der Einsatz eines protonenleitenden Elektrolyten und eines metallischen Trägers sind ein vielversprechender Ansatz um noch bestehende Restriktionen dieser Technologie wie eine unzureichende Zyklenfestigkeit und hohe Betriebstemperaturen zu überwinden.

Durch den Einsatz von Laserstrahlung zur Kristallisation der Elektroden und des Elektrolyts können die Prozesszeiten signifikant verkürzt werden. So werden unerwünschte Reaktionen mit dem metallischen Träger vermieden und eine kostengünstige und zeitsparende Produktion ermöglicht.

*1 Trocknen von Batterieanoden mittels Laserstrahlung.  
2 Laserbearbeitung von Festkörperbatterieschichten.  
3 Laserbearbeitung von Korrosionsschutzschichten für Bipolarplatten.*

### Die Vorteile auf einen Blick

- Steigerung der Energieeffizienz im großtechnischen Maßstab
- Eröffnung neuer Materialkombinationen, die konventionell nicht verarbeitet werden können
- Hohes Maß an Kontrolle über den Prozess durch integrierte Sensortechnik und schnelle Regelbarkeit von Laserstrahlquellen
- Möglichkeit der nachträglichen Integration von laserbasierten Bearbeitungsmodulen in bestehende Prozessketten



QS zertifiziert nach  
DIN EN ISO 9001:2015  
Reg.-Nr. 069572 QM15

Fraunhofer-Institut  
für Lasertechnik ILT  
Institutsleitung  
Prof. Constantin Häfner

Steinbachstraße 15  
52074 Aachen  
Telefon +49 241 8906-0  
Fax +49 241 8906-121  
info@ilt.fraunhofer.de  
www.ilt.fraunhofer.de

## Kontakt

Samuel Fink M. Sc.  
Telefon +49 241 8906-624  
samuel.fink@ilt.fraunhofer.de

Dr. Christian Vedder  
Telefon +49 241 8906-378  
christian.vedder@ilt.fraunhofer.de

## Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT zählt weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten im Bereich Laserentwicklung und Laseranwendung. Unsere Kernkompetenzen umfassen die Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten, Lasermess- und Prüftechnik, sowie Laserfertigungstechnik. Hierzu zählen beispielsweise das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie das Oberflächenvergüten, die Mikrofertigung und das Additive Manufacturing. Weiterhin entwickelt das Fraunhofer ILT photonische Komponenten und Strahlquellen für die Quantentechnologie.

Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagen-technik, Digitalisierung, Prozessüberwachung und -regelung, Simulation und Modellierung, KI in der Lasertechnik sowie der gesamten Systemtechnik. Unser Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsstudien über Verfahrensqualifizierungen bis hin zur kundenspezifischen Integration von Laserprozessen in die jeweilige Fertigungslinie. Im Vordergrund stehen Forschung und Entwicklung für industrielle und gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Produktion, Mobilität, Energie und Umwelt. Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft.