

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

4. April 2023 || Seite 1 | 5

Fraunhofer auf der Hannover Messe 2023

Lasertechnik für eine energieeffiziente Herstellung und mehr Leistung von Batteriezellen

Für eine erfolgreiche Elektrifizierung des mobilen Sektors sind leistungsfähige Batteriezellen eine entscheidende Voraussetzung. Nun haben Forschende des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT in Aachen innovative laserbasierte Technologien für die Fertigung von Lithium-Ionen-Akkus entwickelt. Diese bieten deutlich kürzere Ladezeiten und längere Lebensdauer als auf herkömmliche Art und Weise hergestellte Lithium-Ionen-Akkus. Zudem wird durch die laserbasierte Trocknung die wasserbasierte Elektrodenbeschichtung in der Fertigung deutlich energieeffizienter. Das Fraunhofer ILT stellt die zukunftsweisenden Lasertechnologien für die Batteriezellfertigung auf der Hannover Messe 2023 auf dem Fraunhofer-Stand (Halle 16, Stand A12) anhand eines Demonstrators vor.

Egal, ob stationäre Energiespeichersysteme, E-Autos, Elektrobusse und Kleinfahrzeuge wie E-Bikes oder E-Roller: Batterien spielen eine zentrale Rolle für die Mobilität der Zukunft. Weltweit arbeiten Forschende daran, die Leistung der Batterietechnik zu verbessern. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT in Aachen haben gleich zwei laserbasierte Fertigungstechniken entwickelt, die Energie bei der Produktion sparen und gleichzeitig Batteriezellen mit höherer Leistungsdichte und längerer Lebensdauer ermöglichen.

Bei der Produktion von Lithium-Ionen-Akkus ist die Herstellung der Elektroden aus Graphit einer der wesentlichen Arbeitsschritte. Eine Kupferfolie wird im Rolle-zu-Rolle-Verfahren mit einer Graphitpaste beschichtet und anschließend im Durchlaufofen bei 160 bis 180 Grad Celsius getrocknet. Die mit Gas betriebenen Durchlauföfen haben einen hohen Energieverbrauch. Außerdem nehmen die Öfen, in denen die Kupferfolie auf einem Laufband durchgeführt wird, sehr viel Platz ein. Sie sind zwischen 60 und 100 Meter lang und trocknen im industriellen Maßstab pro Minute bis zu 100 Meter Folie.

Effiziente Trocknung mit Diodenlasern

Die Fraunhofer-Expertinnen und -Experten haben nun eine Anlage entwickelt, in der ein Diodenlaser die Trocknung übernimmt. Der Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 1 Mikrometer wird durch eine spezielle Optik erweitert, welche die Elektrode großflächig

Kontakt

Roman Möhlmann | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Petra Nolis | Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT | Gruppenleiterin Kommunikation | +49 241 8906-662 | Steinbachstr. 15 |

52074 Aachen | www.ilt.fraunhofer.de | petra.nolis@ilt.fraunhofer.de

belichtet. Die Optik wurde vom Industriepartner Laserline speziell für die Trocknungsanlage entworfen. Samuel Fink, Gruppenleiter für Dünnschichtverfahren am Fraunhofer ILT, erklärt das Wirkprinzip des Vorgangs: »Anders als bei der Heißlufttrocknung, wirft unser Diodenlaser einen Strahl in hoher Intensität auf die mit Graphitpaste beschichtete Kupferfolie. Das tiefschwarze Graphit absorbiert die Energie. Durch die einsetzende Wechselwirkung erwärmen sich die Graphitpartikel und die Flüssigkeit verdampft.« Die Fraunhofer-Technologie bietet mehrere Vorteile: Im Vergleich zu den stromfressenden Durchlauföfen arbeitet der Diodenlaser sehr energieeffizient, zugleich gibt die Anlage kaum Hitze nach außen ab. Zusätzlich benötigt die Lasertrocknung deutlich weniger Platz als herkömmliche Öfen. »Die Trocknung mit dem Diodenlaser senkt den Energiebedarf um bis zu 50 Prozent und den Platzbedarf für eine Trocknungsanlage im Industriemaßstab um mindestens 60 Prozent«, prognostiziert Fink.

FORSCHUNG KOMPAKT4. April 2023 || Seite 2 | 5

Modifizierte 3D-Elektrodenstruktur für mehr Leistung

Dem Team am Fraunhofer ILT ist es zudem gelungen, die Leistungsdichte und die Lebensdauer der Lithium-Ionen-Akkus zu verbessern. Auch hier steht Lasertechnik im Mittelpunkt, diesmal allerdings ein High-Power Ultrakurzpuls-Laser (UKP) mit 1 Millijoule Pulsenergie, der eine Lochstruktur, die sogenannten Channels, in die Batterieelektrode einbringt. Diese Channels dienen als Ionenautobahnen. Die Wegstrecke der Ionen wird dadurch deutlich reduziert und somit ein schnellerer Ladeprozess ermöglicht. Das beugt gleichzeitig der Entstehung von Defekten vor, was wiederum die Zahl der möglichen Ladezyklen und letztendlich die Lebensdauer der Batterie erhöht.

Das laserbasierte Verfahren zur Erzeugung der Lochstrukturen und der positive Einfluss auf die Batteriezelle ist im Prinzip bekannt. Doch den Fraunhofer-Forschenden ist es gelungen, das Verfahren vom Labormaßstab auf einen skalierbaren industriereifen Prozess zu transferieren. Dabei wird ultrakurz gepulste Laserstrahlung im Femtosekundenbereich verwendet, um die Elektroden zu modifizieren. »Die kurze Wechselwirkungszeit der Laserpulse reicht dabei aus, das Material abzutragen, verhindert aber gleichzeitig das Anschmelzen der Löcher, wodurch ein Leistungsverlust der Batterie vermieden wird«, erklärt Matthias Trenn, Teamleiter Surface Structuring am Fraunhofer ILT.

Eine Herausforderung bestand darin, mit diesem Verfahren auch größere Flächen zu bearbeiten, um den für die industrielle Fertigung notwendigen hohen Durchsatz zu erreichen. Das Fraunhofer Team löste das Problem, indem es eine Multistrahl-Anordnung zur parallelen Prozessführung verwendet. Vier Scanner mit jeweils sechs Teilstrahlern fahren parallel über das Band. Sie decken eine Breite von 250 Millimetern ab und bearbeiten dabei kontinuierlich die Elektrodenschicht. Entwickelt und umgesetzt wurde die Multistrahl-Optik in enger Zusammenarbeit mit der Pulsar Photonics GmbH, einem 2013 gegründeten Spin-off des Fraunhofer ILT.

Die Forschung am Fraunhofer ILT demonstriert, dass Lasertechnik als digitales Fertigungsverfahren einen Qualitätssprung bei Batteriezellen ermöglicht und die Nachhaltigkeit bei der Herstellung signifikant steigern kann. »Im nächsten Schritt werden wir die Technik von dem Prototyp auf eine industrielle Fertigungsstraße skalieren«, verspricht Matthias Trenn.

Besucherinnen und Besucher der Hannover Messe 2023 (17.–21. April) können auf dem Fraunhofer-Stand (Halle 16, Stand A12) eine Demo erleben, die den Aufbau der Anlage veranschaulicht.

FORSCHUNG KOMPAKT

4. April 2023 || Seite 3 | 5

Batterietechnik: Schlüssel für die Energiewende

Die Batteriezelle ist das wertvollste Teil im E-Auto. Ihr Anteil an der Wertschöpfung von E-Autos liegt nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi) bei bis zu 40 Prozent. Auch Elektrobusse und E-Roller sind in Zukunft auf leistungsfähige Batterien angewiesen. Ähnliches gilt für stationäre Stromspeicher für Photovoltaik oder Windenergie. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert mit der Initiative »Batteriezellfertigung Deutschland« die Batteriezellforschung und entsprechende Projekte. Dazu gehört auch die Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB in Münster. In der Fraunhofer FFB arbeiten neben dem Fraunhofer ILT eine Reihe weiterer Fraunhofer-Instituten an der Entwicklung innovativer Stromspeicher. Neue Technologien werden hier nicht nur im Labor getestet. Durch die integrierte Fertigungskapazitäten der Fraunhofer FFB können Industriepartner die Herstellung neuer Zellformate gleich im industrienahen Maßstab erproben. Der erste Bauabschnitt der Fraunhofer FFB wurde im Februar 2023 fertiggestellt.

Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB

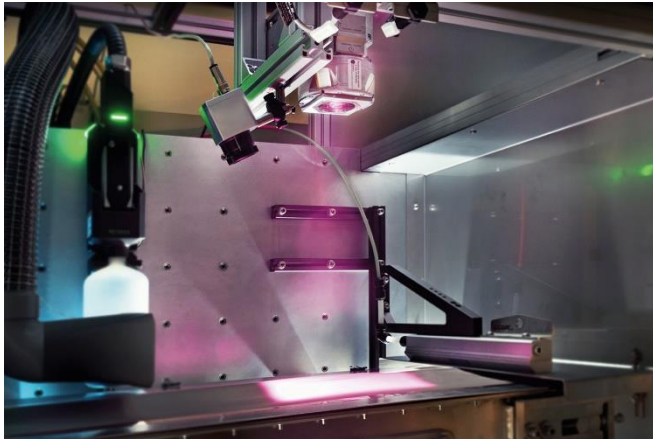


Bild 1:
Trocknung mit Diodenlaser:
Durch die spezielle Optik
bestrahlt der Laser eine
größere Fläche auf der mit
Graphitpaste beschichteten
Kupferfolie. Die
Wechselwirkung der
Graphitpartikel mit der
Lichtenergie erzeugt Wärme,
und die Flüssigkeit ver-
dampft.
© Fraunhofer ILT, Aachen.

FORSCHUNG KOMPAKT
4. April 2023 || Seite 4 | 5



Bild 2:
Hoher Durchsatz: Beim
Erzeugen der Lochstrukturen
arbeitet der
Ultrakurzpuls laser mit vier
Scanner-Modulen, die mit
jeweils sechs Teilstrahlern
ausgestattet sind.
© Fraunhofer ILT, Aachen

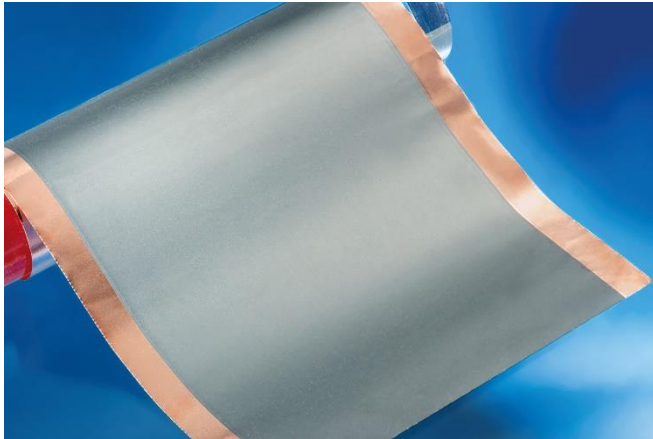


Bild 3:
**Auf Kupferfolie
aufgebrachte und mit
Lasertechnik getrocknete
Elektrodenschicht: Forscher
des Fraunhofer ILT haben
den Energiebedarf für die
Trocknung bei der
Herstellung von Lithium-
Ionen-Batterien halbiert.**
© Fraunhofer ILT, Aachen.

FORSCHUNG KOMPAKT

4. April 2023 || Seite 5 | 5

Fachlicher Kontakt

Matthias Trenn M. Sc.

Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung
Telefon +49 241 8906-449
matthias.trenn@ilt.fraunhofer.de

Samuel Moritz Fink M. Sc.

Gruppenleiter Dünnschichtverfahren
Telefon +49 241 8906-624
samuel.fink@ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
Steinbachstraße 15
52074 Aachen
www.ilt.fraunhofer.de

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.
