

iwb newsletter 3/2019

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)

**Sonderthema
Batterieproduktion**



Klimakammer mit Zelltester für eine Lebensdaueruntersuchung von Batteriezellen des Forschungsclusters ProZell (ab Seite 9)

Editorial



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

es ist schon bemerkenswert zu erleben, wie eine knapp Siebzehnjährige heute mithilfe der sozialen Medien die Menschheit in kürzester Zeit rund um den Erdball mobilisieren kann.

„We ignored the science“, sagte Greta Thunberg auf dem UN-Klimagipfel am 24. September 2019 in New York. Wir haben die Warnungen der Wissenschaft nicht beachtet.

Tatsächlich arbeitet die Wissenschaft an vielen Orten dieser Erde an noch viel zu wenig beachteten Konzepten, Methoden und Verfahren zum Stopp des Klimawandels. So auch in Deutschland, beispielsweise im Rahmen der BMBF-Projektserie für die Energiewende *Kopernikus* <https://www.kopernikus-projekte.de>. Mit dem Projektcluster SynErgie, an dem auch das *iwb* und das Fraunhofer IGCV in Augsburg maßgeblich beteiligt sind, geht es um die „synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung“. Als eines der elf

Kopernikus-Projekte hat dieses Forschungsprojekt das Ziel, die energieintensiven Industrien in Deutschland dazu zu befähigen, ihre Stromnachfrage dem zunehmend fluktuierenden Stromangebot anzupassen.

In der Vergangenheit waren Stromsysteme in der Regel dahingehend ausgelegt, dass die Erzeugungsseite des Marktes an das zeitliche Verhalten des Verbrauchs angepasst wurde. Durch den verstärkten Ausbau volatiler erneuerbarer Energien unterliegt die Stromerzeugung jedoch unkontrollierbaren, wetterabhängigen Schwankungen, weshalb eine Flexibilisierung des Gesamtsystems zunehmend Bedeutung erlangt. Wir wollen ja schließlich nicht nur dann produzieren, wenn die Sonne scheint und der Wind weht!

Weil die Erzeugerseite benötigte Flexibilitäten nur in Form einer Reduzierung der Einspeisung anbieten kann, ergibt sich eine sogenannte Flexibilitätslücke. Wie am 14. Dezember 2018 und am 10. Januar 2019 deutlich wurde, bringt diese Flexibilitätslücke das Stromsystem

bereits heute an seine Stabilitätsgrenzen. Nur durch den Einsatz vieler Ausgleichsmechanismen bzw. Flexibilisierungsoptionen konnte die Versorgungssicherheit an diesen Tagen gerade noch aufrechterhalten werden.

Die in SynErgie betrachteten Industrieprozesse stellen dabei eine Teilmenge potenzieller Flexibilisierungsoptionen dar und können der Lastanpassung an die schwankende Erzeugung (Nachfrageflexibilität – Demand Side Management und Demand Response) dienen sowie zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen und zur Entlastung der Netze beitragen.

Ebenso könnten hochkapazitive stationäre Energiespeicher enorm hilfreich sein. Denn es gibt auch viele Tage und Tageszeiten, zu denen ein beachtlicher Energieüberschuss herrscht. Dann wird diese überschüssige Energie exportiert oder gar „vernichtet“. Das ist Verschwendung und ein Frevel an unserem CO₂-Haushalt. Batterien, bzw. korrekt eigentlich Akkumulatoren, sind also nicht nur wichtig und hilfreich für die Elektromobilität, sondern genauso für

die private und industrielle Stromversorgung. Manche, aber noch viel zu wenige Haushalte verfügen bereits über eine Kombination aus regenerativer Energiewandlung und akkumulatorischer Speicherung. Um diesen Ansatz auch wirtschaftlich zu gestalten und für die Industrie großmaßstäblich anbieten zu können, ist noch viel Forschungsarbeit erforderlich; an allen Systemkomponenten, **insbesondere am Energiespeicher**.

Wir wünschen Ihnen viele nützliche Informationen und einen hohen Genuss beim Lesen dieses Newsletters.



Ihr Gunther Reinhart



und Ihr Michael Zäh

Mit einer neuen Themengruppe setzt das *iwb* auf innovative Zellfertigung

Zum 01. Juli 2019 wurde das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München um die Themengruppe „Batterieproduktion“ erweitert. Dadurch wird die Kompetenz in der Batterieforschung gebündelt und weiter ausgebaut. Die neue Themengruppe setzt den Fokus auf die gleichen Ziele, die auch die Bundesregierung verfolgt – die Stärkung der Batterieforschung und -produktion von morgen.

Leistungsfähige elektrochemische Energiespeicher sind für Anwendungen in der Elektromobilität und der stationären Energiespeicherung von großer Bedeutung. Hierfür sind die Verbesserung der gravimetrischen und volumetrischen Energiedichte sowie die Reduktion

der Produktionskosten ausschlaggebend. Erst ein vertieftes Prozessverständnis über die Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien (LIB) ermöglicht die Produktion verbesserter und kostengünstiger Batteriezellen.

Entwicklung der Batterieforschung

Bereits seit dem Jahr 2010 wird am *iwb* an der Produktion von Batteriezellen geforscht. 2014 wurde in diesem Zusammenhang eine vollständige Forschungsproduktionslinie für Lithium-Ionen-Zellen aufgebaut. Hierdurch wurden die Weichen für die Forschung im Bereich der Batterieproduktion an der TUM gestellt. Die im Juli 2019 ausgegründete Themengruppe Batterieproduktion besteht aus zwölf wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Trainees. Durch die Ausgründung in eine



Beschichtungsanlage des *iwb*

© A. Heddergott / *iwb*

eigenständige Themengruppe ergeben sich für den Forschungsbereich Batterieproduktion Potenziale für weiteres Wachstum und für die Erschließung neuer Themenfelder.

Kompetenzen

Kern der Arbeiten ist die Prozessentwicklung und -optimierung innerhalb der Batterieproduktion. Vom Mischen der Elektrodenmaterialien bis hin zur Formierung der fertigen Zellen und der Batteriemodulmontage können alle Schritte in unserem Labor durchgeführt werden.

Die Forschungsarbeiten der Themengruppe sind in zwei Forschungsfelder unterteilt:

- **Elektroden- und -herstellung**

Im Forschungsfeld Elektroden- und -herstellung beschäftigen sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter intensiv mit neuen Elektroden-Designs (von Slurry-Rezepturen bis

hin zu Elektrodenstrukturen) und der Verarbeitung neuartiger Elektrodenmaterialien. Kathodenseitig stehen vor allem kobaltarme Materialien auf Basis von Lithium-Nickel-Mangan-Cobaltoxid (NMC) und Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminiumoxid (NCA) sowie präolithierte, manganreiche Hochvoltspinelle im Fokus der Forschung. Bei Anodenmaterialien liegt der Forschungsschwerpunkt auf Silizium-Kompositen und der Präolithierung von Anoden.

- **Zellproduktion und -qualität**

Das Forschungsfeld Zellproduktion und -qualität beschäftigt sich mit der Zellaussortierung und der Charakterisierung großformatiger Batteriezellen in Hardcase- oder Pouch-Gehäuse. Ebenfalls können Knopfzellen als zeitsparende und kostengünstige Charakterisierungsmethode hergestellt werden. Es wird an den Prozessschritten



Das Gründungs-Team Batterieproduktion im Sommer 2019 (Vorne v. l. n. r.: Ajinkya Metkar, Benedikt Stumper, Florian Günter, David Schreiner; Mitte v. l. n. r.: Joscha Schnell, Nicolas Billot, Cara Kolb; Hinten v. l. n. r. Fabian Konwitschny, Anna Kollenda, Johannes Kriegler, Jan Bernd Habedank)

Elektrodenschneiden (Laserschneiden und Stanzen), automatisierte Stapelbildung, Kontaktierung, Elektrolytbefüllung und Formierung geforscht. Um entlang der Prozesskette eine hohe Produktivität sowie gute Qualität bei geringen Kosten gewährleisten zu können, setzt das *iwb* auf innovative Qualitätssicherungsmethoden und eine datenbasierte Prozessüberwachung.

Ausrichtung

Die Themengruppe Batterieproduktion möchte sich neben der Forschung an konventionellen Lithium-Ionen-Batterien (siehe S. 9 (ProZell), S. 7 (InnoCase), S. 12 (SPIDER) und S. 11 (ExZellBattMat) auch intensiv mit der Produktion von Festkörperbatterien beschäftigen.

Das gesamte Forscherteam blickt dabei positiv auf die kommenden Jahre und freut sich auf zahlreiche gemeinsame Projekte mit langjährigen sowie neuen nationalen und internationalen Partnern aus den unterschiedlichsten Bereichen der Batterieproduktion.



Florian Günter, M. Sc.

Mitglied der Institutsleitung
Themengruppe Batterieproduktion



Benedikt Stumper, M. Sc.

Themengruppe Batterieproduktion

TUM.Battery – Vereinte Kompetenz in der Batterieforschung der TUM

Von der Grundlagenforschung an Materialien über Zellentwicklung und Prozesstechnologien bis hin zur Integration in Fertigungstechnologien wird die gesamte Wertschöpfungskette von Batteriesystemen von den Mitgliedern der TUM.Battery erforscht. Das *iwb* ist dabei die entscheidende Instanz für den Transfer von Forschungsergebnissen auf dem Gebiet der Batterie-Zell-Produktion in die Industrie.

Die Technische Universität München trägt schon seit langer Zeit zur Fortentwicklung verschiedener Batteriesysteme bei. Dank einer Vielzahl von Kompetenzen und der Vernetzung relevanter Akteure kann sie zukunftsorientierte und anwendungsbezogene Forschung betreiben, die den interdisziplinären Herausforderungen gerecht wird. Durch die Arbeit von zwölf Professoren und mehr als 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Bereich der



TUM.Battery

Batterieforschung dient die TUM.Battery der fachübergreifenden Vernetzung von Projekten und Partnern.

***iwb*@TUM.Battery –**

The future of battery production

Das *iwb* verkörpert als Partner von TUM.Battery die Kernkompetenz in der Zellproduktion. Die Forschung in zahlreichen Projekten mit Industriepartnern wird auf 100 m² Reinraum- und 100 m² Trockenraumfläche mit hochflexiblen, automatisierten Anlagen für die Produktion von Lithium-Ionen-Zellen in die Realität umgesetzt. Durch prozessübergreifende Analysen kann die Auswirkung von Prozessparametern und die Qualität der Batteriezellen untersucht werden.

Des Weiteren stellen die Integration von laserbasierten Prozessen und die Forschung an zukunftsweisenden Konzepten, wie der Festkörperbatterie, Schwerpunkte am *iwb* dar.

Zuletzt wurden diese Forschungsinhalte durch die Erweiterung des *iwb* um die Themengruppe Batterieproduktion (siehe S. 4) und den Aufbau des Battery Innovation Lab mit neuester Produktionstechnik gestärkt.

Dank

Wir danken dem Organisationsteam der TUM.Battery sowie allen Partnern für die gute Zusammenarbeit in der Batterieforschung.

Weitere Informationen

Erfahren Sie mehr zu TUM.Battery unter www.mse.tum.de/battery.



Celestine Singer, M. Sc.

Themengruppe
Batterieproduktion

InnoCase – Entwicklung innovativer Batteriegehäuse zur Steigerung der Energiedichte

An Gehäuse von Lithium-Ionen-Zellen (LIZ) werden verschiedene Anforderungen, z. B. bezüglich Schutz, Kühlfunktion und Integration in das Modul, gestellt. Elementar ist außerdem eine hohe spezifische Energie, also ein möglichst großes Verhältnis zwischen der gespeicherten Energie der Zelle sowie der Gesamtmasse und damit auch der Gehäusemasse. Dies kann insbesondere durch großformatige Gehäusekonzepte erreicht werden, deren Produktion und Nutzung allerdings mit hohen Herausforderungen verbunden ist.

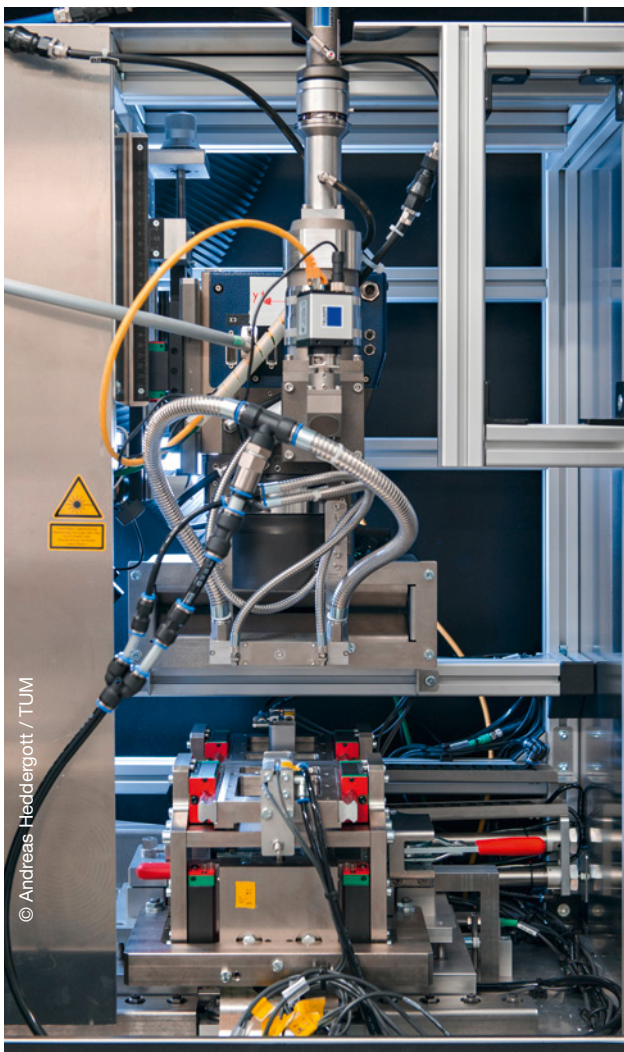
Lithium-Ionen-Zellen (LIZ) dienen als Energiespeicher für vielfältige Anwendungen, z. B. in

der Elektromobilität oder als stationäre Energiespeicher. Dabei erfüllt das Gehäuse einer LIZ verschiedene Funktionen, z. B. den Schutz des Zellinneren vor äußeren Einflüssen, das Verhindern von Leckage brennbarer Elektrolytflüssigkeit oder die Ableitung von Wärme aus der Zelle. Ein zentrales Merkmal einer LIZ ist die spezifische Energie, welche durch ein hohes Verhältnis von gespeicherter Energie zu der Gehäusemasse bzw. zum -volumen optimiert werden kann. In diesem Kontext kommt großformatigen Zellarchitekturen eine besondere Bedeutung zu, da hier der Anteil von passiven Elementen an Zellmasse und -volumen reduziert wird. Dies stellt jedoch erhöhte Anforderungen an das Zelldesign und die industrielle

Produktion. Die Herausforderungen sind sowohl fertigungs- und montagetechnischer Natur als auch durch die notwendige Kühlung und Absicherung der Zelle bedingt.

Entwicklung einer großformatigen LIZ mit optimierten Produkteigenschaften

Die genannten Herausforderungen werden im Projekt „InnoCase“ adressiert, in welchem großformatige Zellgehäuse entwickelt und beforscht werden. Zusätzlich zur Erhöhung der Energiedichte liegt der Fokus auf der Realisierung neuartiger, hybrider Gehäusekonzepte. Dabei werden Hardcase- und Pouch-Elemente kombiniert und so die Vorteile der jeweiligen Typen, beispielsweise bzgl. Sicherheit und Energiedichte, vereint. Durch das innovative Zelldesign



Laserschweißen innovativer Hardcase-Gehäuse

hebt sich die großformatige LIZ vom Stand der Technik ab.

Weiterentwicklung der involvierten Produktionsprozesse

Die Kompetenzen des *iwb* auf dem Feld der Batterieproduktion werden im Rahmen des Projekts „InnoCase“ eingesetzt und erweitert. Durch eine montagegerechte Produktgestaltung der Batteriegehäuse und deren verbesserte Integration in das Modul wird eine vereinfachte Assemblierung beabsichtigt, wodurch Einsparungen bei den Produktionskosten der LIZ erreicht werden sollen. Zusätzlich sollen innovative Lasermaterialbearbeitungsverfahren zum Einsatz kommen. Diese ermöglichen das Schweißen von dickeren Elektrodenstapeln (im Vergleich zum herkömmlichen Ultraschallschweißen) und das dichte Verschließen der Zellgehäuse. Schließlich soll eine Optimierung der durch die Zellassemblierung bedingten Produktionskosten durch vereinfachte Montageabläufe und Werkstoffeinsparungen erreicht werden.

Dank

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung dieses Projekts im Themenfeld „Batteriematerialien für zukünftige elektromobile und stationäre Anwendungen“ (Batterie 2020) unter dem Förderkennzeichen 03XP0207F.



Lucas Hille, M. Sc.

Themengruppe
Füge- und Trenntechnik



Celestine Singer, M. Sc.

Themengruppe
Batterieproduktion

Zweite Förderphase des „Kompetenzclusters zur Batteriezellproduktion – ProZell“ mit starker Beteiligung des *iwb* beantragt

Ziel des Forschungsclusters ProZell ist es, den Produktionsprozess von Batteriezellen und dessen Einfluss auf die Zelleigenschaften zu verstehen, zu verbessern und die Produktentstehungskosten zu reduzieren. Hiermit soll die Grundlage für eine international wettbewerbsfähige Zellproduktion in Deutschland geschaffen werden.

Um die einzelnen Prozessschritte im Detail zu verstehen und weitreichende kausale Zusammenhänge zu identifizieren, werden im Cluster

die Kompetenzen und Ausstattungen der in diesem Feld relevanten Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Deutschland gebündelt. Das *iwb* hat für fünf Projekte innerhalb des ProZell-Clusters eine Förderung beantragt.

Das Projekt „MiKal“

Im Projekt „Optimale Elektrodenstruktur und -dichte durch integrierte Auslegung von Misch- und Kalandrierprozessen (MiKal)“ soll insbesondere die Prozesswirkung von Mischen und Beschichten/Trocknen auf das



© Andreas Heddergott / TUM

Z-gefalteter Zellstapel beim Verpackungsschritt in eine Pouch-Zelle im Trockenraum des *iwb*

Verdichtungsverhalten bzw. die korrelierende Elektrodenstruktur und Zellperformance untersucht werden. Ziel des Projekts ist es, eine höhere volumetrische Energiedichte bei gleichbleibender Performance zu erzielen.

Mit „ProfiStruk“ Prozess- und Anlagenentwicklung vorantreiben

Die Einbringung von Strukturen in die Elektroden bietet hohes Potenzial hinsichtlich schneller Lade- und Entladevorgänge. Bisherige Ansätze weisen jedoch eine viel zu geringe Prozessgeschwindigkeit für die industriell relevante Produktion von Elektroden auf. Das *iwb* plant, im Projekt ProfiStruk die Prozess- und Anlagenentwicklung zur Inline-Strukturierung von Lithium-Ionen-Elektroden voranzutreiben.

Reduktion von Prozesszeiten mit „Cell-Fill“

Im Rahmen der Zellfertigung plant das *iwb* im Projekt Cell-Fill eine Reduktion der Prozesszeiten der Befüllungs- und Wettingprozesse von großformatigen Lithium-Ionen-Batterien um weitere 50 %. Hierfür sollen experimentelle und simulative Untersuchungen verschiedener Additive, unterschiedlicher Prozessparameter und angepasster Zellgehäuse durchgeführt werden.

Digitalisierungsplattform „Sim4Pro“

Die Digitalisierung der Batteriezellproduktion soll mithilfe der Digitalisierungsplattform Sim4Pro durch die Verkettung von detaillierten Prozessmodellen vorangetrieben werden. Ziel des Projekts Sim4Pro ist die Vorhersage der Zwischenprodukteigenschaften und der resultierenden Zellperformance einschließlich der Weitergabe der Streuung in der Produktqualität zwischen verschiedenen Batteriezellen derselben Charge.

Flexible Anlagen mit „E-Qual“

Im Projekt E-Qual plant das *iwb*, die datenbasierte Entwicklung von flexiblen Anlagenkonzepten, nachhaltigen Herstellprozessen und innovativen Qualitätssicherungsmethoden

in der Batteriezellproduktion voranzutreiben.

Dank

Das ProZell-Cluster wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Wir danken dem BMBF für die hervorragende Unterstützung.

Weitere Informationen

Näheres zum Cluster erfahren Sie unter www.prozell-cluster.de



David Schreiner, M. Sc.

Themengruppe Batterieproduktion

NEUE MITARBEITER UND MITARBEITERINNEN

Tobias Büchler, M. Sc.

Andreas Fischer, B. Sc. (Trainee)

Robert Gropp

Jan Hagemeister, M. Sc.

Lucas Hille, M. Sc.

Josef Keilhofer, M. Sc.

Andreas Mayr, B. Sc. (Trainee)

Hannes Panzer, B. Sc. (Trainee)

Daniel Schneider, B. Sc. (Trainee)

Martina Sigl, M. Sc.

Sarah Wagner, B. Sc. (Trainee)

AUSGESCHIEDENE MITARBEITER UND MITARBEITERINNEN

Johanna Kerschreiter, M. Sc.

Stefan Liebl, M. Sc.

Hoda Mohseni, M. Sc.

Neuer Rahmen für ein eingespieltes Team – ExZellTUM wird zu ExZellBattMat

Das bisher unter dem Akronym ExZellTUM bekannte Forschungsquartett, bestehend aus vier Lehrstühlen der TUM, geht Ende 2019 in die dritte Runde. Nach zwei erfolgreichen Förderperioden führt das Exzellenzzentrum für Batteriezellen an der Technischen Universität München seine Forschungsaktivitäten im Rahmen der neuen Förderinitiative Kompetenzcluster für Batteriematerialien (ExZellBattMat) fort.

Seit Beginn der BMBF-Initiative zu Exzellenzzentren im Bereich der Batterieforschung (ExcellentBattery) im Sommer 2012 arbeiten der Lehrstuhl für Technische Elektrochemie (TEC, Prof. Gasteiger), der Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik (EES, Prof. Jossen), die Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II, Dr. Gilles) und das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb, Prof. Reinhart) im Rahmen der beiden Forschungsprojekte ExZellTUM und ExZellTUM II sowie auch darüber hinaus eng zusammen. Das Folgeprojekt ExZellTUM III ist bereits beantragt und die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen TEC, EES, FRM II und dem iwb wird somit voraussichtlich ab November 2019 fortgeführt.

Der ExZellBattMat-Cluster

Der Kompetenzcluster für Batteriematerialien ist im Modul „Materialien“ des Dachkonzepts Forschungsfabrik Batterie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) aufgehängt und vereint die vier Schwerpunktsstandorte Münster-Aachen-Jülich, Dresden, München und Ulm-Stuttgart. Der Auftrag in der deutschen Batterieforschung ist die Entwicklung, Charakterisierung und Erprobung neuer Materialkonzepte für Hochleistungsbatteriesysteme und die Kompetenzbündelung

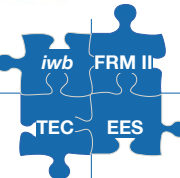


I : 2012 - 2015

II : 2016 - 2019

III*: 2019 – 2022

Produktionstechnik,
Hochskalierung



In-situ Neutronen-
radiographie

Materialsysteme,
elektrochemische
Charakterisierung

Modellierung,
Simulation und
Zellverhalten

*Antrag eingereicht

Überblick über die Schwerpunkte innerhalb des ExZellTUM-Konsortiums

zur Sicherstellung einer künftigen weltweiten Spitzenposition Deutschlands. Eine Änderung im Vergleich zum bisherigen Förderkonstrukt ist die Forcierung einer engeren Kooperation zwischen den einzelnen Cluster-Partnern und ein verstärkter Austausch mit den existierenden Forschungsclustern FestBatt und ProZell sowie der Fraunhofer Forschungsfertigung für Batteriezellen.

Ziele und Inhalte von ExZellTUM III

Der Forschungsschwerpunkt am Excellent-Battery-Zentrum München liegt auf der material- sowie elektrochemischen Charakterisierung und Analytik sowie der Modellierung von Elektrodenmaterialien der nächsten Generation. Kathodenseitig werden kobalt- und nickelarme sowie überlithiierte Aktivmaterialien untersucht

IWB TERMINE

70th CIRP General Assembly

München, 23. – 29.08.2020

Terminänderungen sowie weitere Termine finden Sie auf unserer Homepage unter www.iwb.mw.tum.de/veranstaltungen.



und mit einer Silizium-Anode kombiniert. Durch die hohe spezifische Energiedichte von Silizium und dessen hohen Anteil (>70 wt.%) soll die Energiedichte der Zellen erhöht werden. Zusätzlich wird die Verbesserung der Schnellladefähigkeit und der Lebensdauer siliziumhaltiger Materialsysteme verfolgt. Dem *iwb* kommt hierbei eine tragende Rolle zu, da Elektrodenstrukturen auf Basis additiver Fertigung erzeugt sowie die Elektrolytkompositionen und -mengen optimiert werden sollen. Zudem wird sich das *iwb* clusterübergreifend mit der Digitalisierung der Zellmaterialsysteme und Messverfahren beschäftigen und die Kompetenzen in diesem Bereich weiter ausbauen.

Dank

Unser spezieller Dank gilt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die finanzielle Unterstützung und die gute Zusammenarbeit.



M. Eng. Fabian Konwitschny
Themengruppe Batterieproduktion

SPIDER – sichere Batterien für die Elektromobilität

Elektromobilität kann den Klimawandel abmildern und die Luftqualität in den Städten verbessern. Um eine Steigerung der Akzeptanz von Elektrofahrzeugen zu ermöglichen, sind jedoch weitere Maßnahmen, wie Kostensenkung, Erhöhung der Reichweite, Steigerung der Sicherheit und Verkürzung der Ladezeiten, notwendig. Hierfür ist die Entwicklung von deutlich verbesserten Materialien und Produktionsprozessen ein wichtiger Aspekt.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „SPIDER – **S**afe and **P**relithiated **h**igh energy **D**ensity batteries based on sulphur **R**ocksalt and silicon chemistries“ beschäftigt sich ein Forscherteam, bestehend aus 14 europäischen Projektpartnern, mit der Entwicklung und Produktion einer kostengünstigeren, leistungsfähigeren, langlebigeren und sichereren Batterietechnologie im Vergleich zum derzeitigen Stand der Technik.



Logo des Projekts SPIDER

Hierfür werden neuartige Aktivmaterialien und innovative Zellfertigungsprozesse miteinander kombiniert.

Innovationen in vier Bereichen der Batterieforschung

Um das übergeordnete Projektziel – die Entwicklung sicherer und langlebiger Zellen mit hoher Energiedichte – zu erreichen, werden Innovationen in vier verschiedenen Bereichen in aufeinanderfolgenden Zellgenerationen sukzessive eingeführt und getestet.

Für beide Elektroden wird auf neuartige, verbesserte Materialien mit hoher Energiedichte gesetzt. In SPIDER-Zellen kommen Anoden, bestehend aus Silizium-Kohlenstoff-Kompositen und kobaltarme LTS-Kathoden (Lithium-Titan-Schwefel), zum Einsatz. Für die eingesetzten Zellmaterialien wird ein spezieller, nicht-brennbarer Elektrolyt entwickelt und in den Zellen eingesetzt.

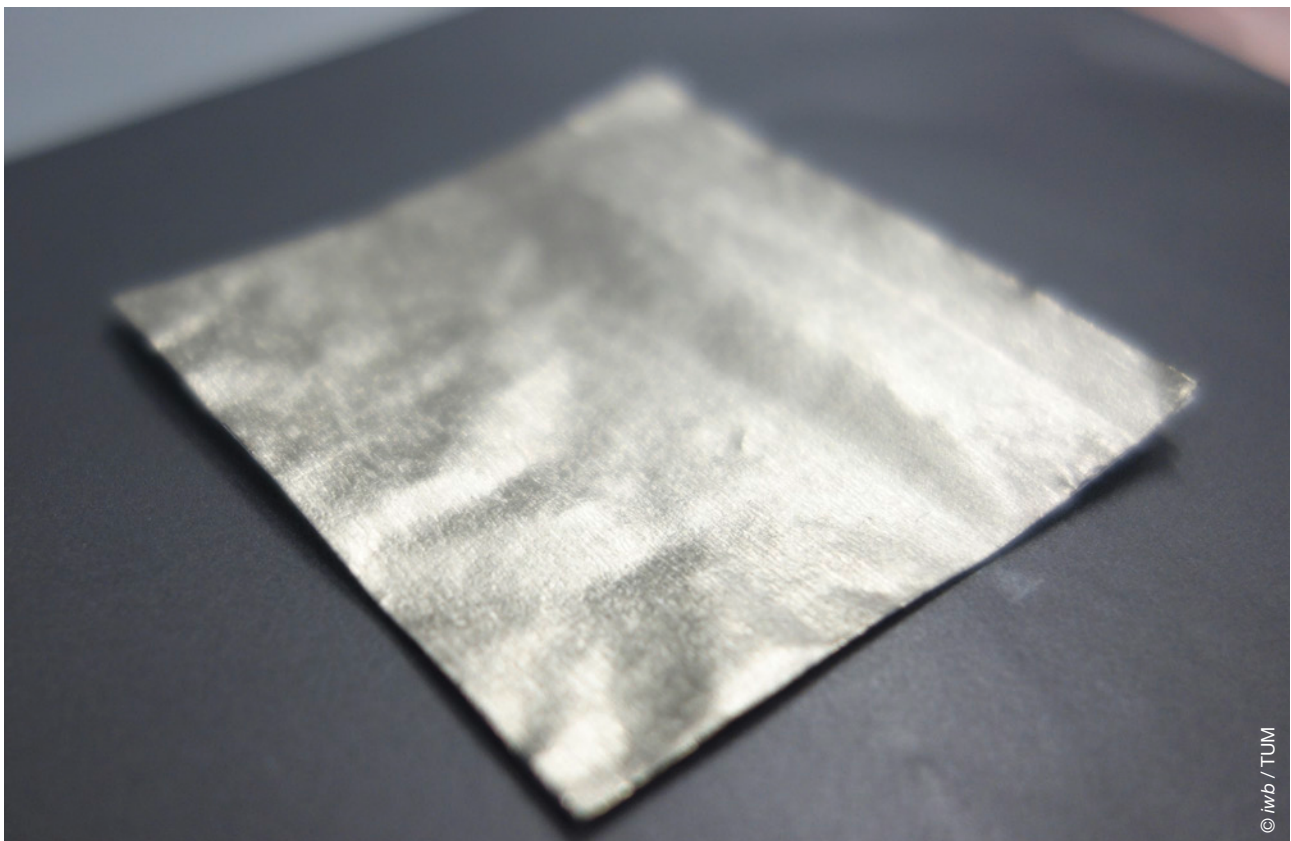
Siliziumhaltige Anoden weisen hohe Kapazitätsverluste innerhalb der Formierung (erster Lade-/Entladezyklus) auf und stellen aufgrund der starken Volumenänderung von Silizium während der Lade- und Entladevorgänge der Zelle eine Herausforderung für die Verwendung in Batterien dar. Eine Möglichkeit, diesen beiden Aspekten entgegenzuwirken, ist die sogenannte Prälithiierung, welche im Rahmen des Projekts untersucht und eingesetzt wird. Hierbei wird vor dem ersten Laden zusätzliches Lithium in die Zelle eingebracht, welches anfängliche

Lithium-Verluste kompensiert und einen Lithium-Puffer für den Zellbetrieb darstellt.

Prälithiierung als Boost für Zellperformance und Lebensdauer

Kern der Arbeiten des *iwb* ist die Prälithiierung von Anodenmaterialien. Hierfür gibt es verschiedene chemische, elektrochemische, physikalische und mechanische Verfahrensansätze. Am *iwb* finden Untersuchungen zu mechanischen Prälithiierungsverfahren statt mit dem Ziel, eine dünne Lithium-Metallfolie ($< 50 \mu\text{m}$) mechanisch auf Anoden aufzubringen.

Die Herausforderung liegt hierbei vor allem in der Reduzierung der Foliendicke des Lithiums und der damit einhergehenden erschwerten Handhabbarkeit der Metallfolie. Im Rahmen des Projekts wird am *iwb* zunächst im Labormaßstab ein geeigneter Prozess zur Bestückung der Anoden mit dünner Lithium-Folie entwickelt. Dieser Prozess wird anschließend



Prälithiierung einer Graphit-Anode mit dünner Lithium-Folie vor dem Verpressen

© iwb / TUM

hochskaliert und in die Prozesskette der Batterieproduktion integriert, um so einen serienmäßigen Einsatz von Silizium-Anoden zu ermöglichen.

Dank

Besonderer Dank gilt der Europäischen Union für die Förderung des Projektes „SPIDER“ im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms „Horizon 2020“ unter der Grant Agreement No. 814389, sowie allen beteiligten Projektpartnern.

Weitere Informationen

Näheres zum Projekt Spider erhalten Sie unter www.iwb.mw.tum.de/spider



Benedikt Stumper, M. Sc.
Themengruppe Batterieproduktion

NEUE FORSCHUNGSPROJEKTE

WAAMSim – Simulationsgestützte Verzugsbeherrschung beim WAAM

01.04.2019 – 31.03.2022

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,
Landesentwicklung und Energie (StMWi)

IWB FORSCHUNGSBERICHTE

Toni Adam Krol

Beitrag zur simulationsgestützten Steigerung der Bauteil-
maßhaltigkeit für laserbasierte Strahlschmelztechnologien
(Utz Verlag, Bd. 347)

Impressum

Der *iwb* newsletter erscheint vierteljährlich und wird herausgegeben vom

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)

Fakultät für Maschinenwesen
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching bei München
www.iwb.mw.tum.de

ISSN 1434-324X (Druck-Ausgabe)
ISSN 1614-3442 (Online-Ausgabe)

Redaktion:

Tanja Mayer, Fkfr. Marketing
tanja.mayer@iwb.mw.tum.de

Herstellung:

dm druckmedien gmbh
Lindberghstraße 17
80939 München

Verlag:

Herbert UTZ Verlag GmbH
Adalbertstraße 57
80799 München

Natürlich gedruckt auf chlorfrei
gebleichtem Umlweltpapier.

Weitere Informationen erhalten
Sie unter: [www.iwb.mw.tum.de/
iwbnewsletter](http://www.iwb.mw.tum.de/iwbnewsletter).



ABGESCHLOSSENE FORSCHUNGSPROJEKTE

Festelektrolyte als Enabler für Lithium-Zellen in automobilen Anwendungen (FELIZIA)

01.01.2016 – 31.12.2018

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Rechnergestützte Verzugsminimierung beim Laserstrahlschweißen komplexer Bauteilstrukturen (ReVeBa)

01.07.2016 – 30.06.2019

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Synthese von Nicht-Gleichgewichts-Legierungen durch Rührreibschweißprozesse (FSWLeg)

01.03.2017 – 30.08.2019

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Steigerung der industriellen Anwendbarkeit des Rührreibschweißens durch ein wissensbasiertes und anwenderfreundliches Bedienkonzept (Click&Weld)

01.03.2017 – 30.08.2019

Förderer: Arbeitsgemeinschaft industrieller
Forschungsvereinigungen

Prozesskette für das Fügen endlosfaser-verstärkter Kunststoffe mit Metallen in Leichtbaustrukturen (PROLEI)

01.09.2016 – 31.08.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung (SynErgie)

01.09.2016 – 31.08.2019 (erste Förderphase)

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Prozessmodellierung der Kalandrierung energiereicher Elektroden (ProKal)

01.08.2016 – 30.09.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung
Exzellenzzentrum für Batteriezellen an der Technischen
Universität München II

Exzellenzzentrum für Batteriezellen an der TUM (ExZellTUM II)

01.10.2016 – 30.09.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Beschleunigung der Elektrolytaufnahme durch optimierte Befüllungs- und Wettingprozesse (Cell-Fill)

01.08.2016 – 30.09.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bindemechanismen beim Rührreibschweißen von Mischverbindungen (innerhalb des DFG-Schwerpunktprogramms 1640 „Fügen durch plastische Deformation“)

01.01.2017 – 30.09.2019

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

