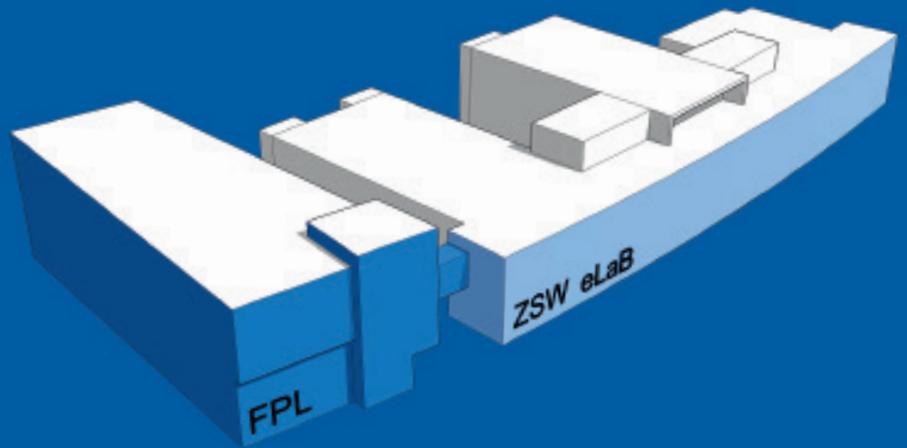
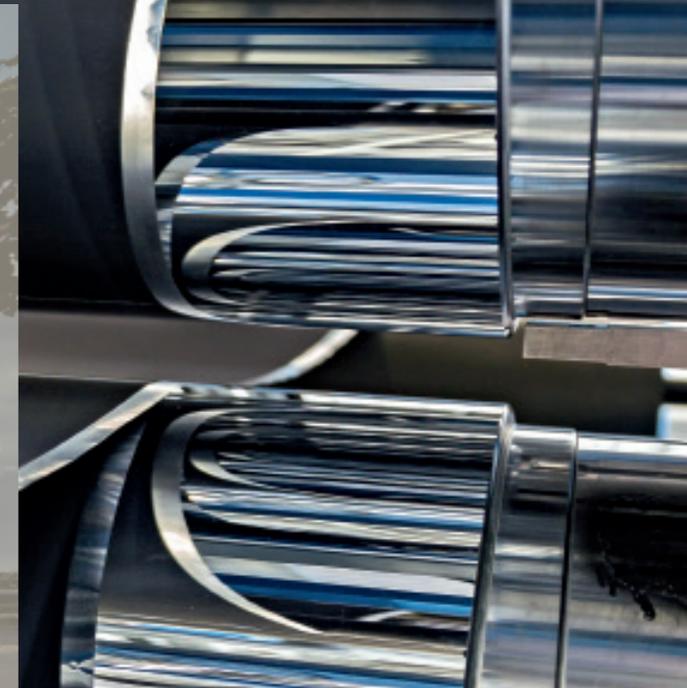


// ZSW Labor für Batterietechnologie (eLaB)





„Mit der Erweiterung des eLaB um die industrielle Produktionstechnologie sind jetzt alle Themenfelder der Batterieforschung einzigartig unter einem Dach auf rund 10.000 m² Forschungsfläche untergebracht: die Materialforschung, die Elektroden- und Zelltechnologie, die Batteriesystemtechnik und das Batterietestzentrum. Wir laden Sie auf den folgenden Seiten zum Rundgang durchs eLaB ein, bei dem wir Ihnen unsere Forschungsgebiete, Zielsetzungen und Infrastruktur vorstellen möchten.“

Prof. Dr. Werner Tillmetz, Mitglied des Vorstandes



// Das eLaB im Überblick

Die dezentrale oder mobile Speicherung von elektrischer Energie mit Batterien stellt eine der Schlüsseltechnologien für das 21. Jahrhundert dar und gehört zu den bedeutendsten wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Herausforderungen.

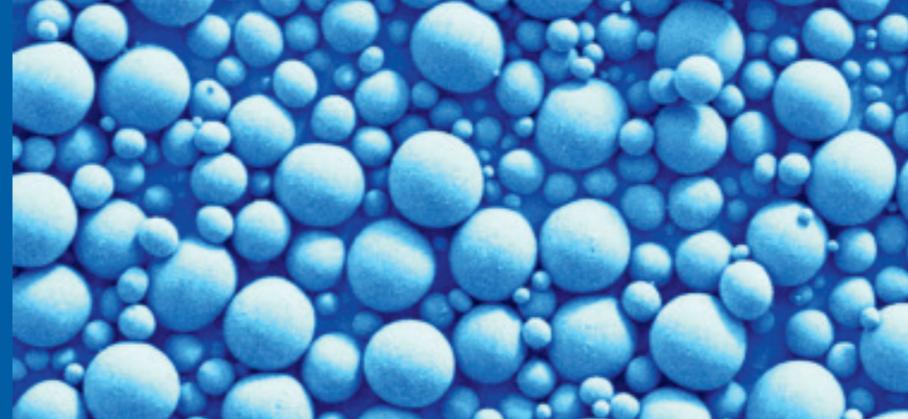
Lithium-Ionen-Zellen sind Kernelement moderner Hybrid- und Elektroantriebe, da sie u. a. großen Einfluss auf Kosten, Verbrauch, Reichweite und Zuverlässigkeit des Fahrzeugs haben. Damit wird die Lithium-Ionen-Technologie zu einem strategischen Element für die Automobilindustrie von morgen. Für die dezentrale Speicherung von Strom, der z. B. mit der eigenen Photovoltaikanlage erzeugt wurde, bieten die Lithium-Ionen-Batterien mit ihrer hervorragenden Zyklenstabilität die einmalige Chance, den Eigenverbrauch zu maximieren. Gleichzeitig können Verteilnetze optimiert und Notstromereigenschaften realisiert werden.

Die Experten des ZSW befassen sich seit über 25 Jahren mit elektrochemischen Energiespeichern. Die traditionellen

Forschungsschwerpunkte waren Materialforschung, Batteriesicherheit und Systemtechnik. 2010 haben wir unser Portfolio um die Herstellung von Lithium-Ionen-Zellen erweitert und konnten mit der Inbetriebnahme des eLaB ein Jahr später eine attraktive Laborfertigung für kleine Standardzellen (18650-Format und 5-Ah-Pouchzellen) etablieren.

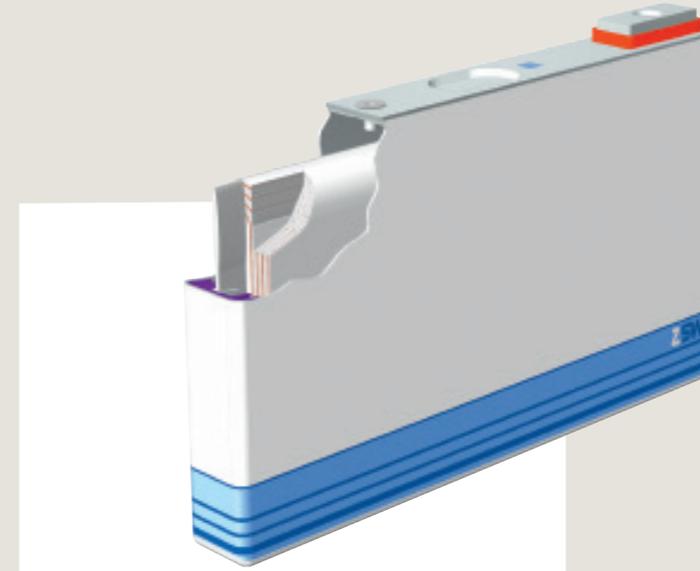
Mit der 2014 fertig gestellten Forschungsplattform für die industrielle Produktion großer Zellen, wie sie für Hybrid- und Elektrofahrzeuge zum Einsatz kommen, können wir das komplette Spektrum der Batterieforschung unter einem Dach anbieten. Die Expertise umfasst heute die Erforschung neuer Aktivmaterialien (Kathode, Anode, Elektrolyt) und deren Verarbeitung zu qualitativ hochwertigen Elektroden und Zellen. Hinzu kommt die umfassende Charakterisierung von Zellen und kompletten Batteriesystemen sowie Post-Mortem-Analysen zur Begutachtung von Alterungsvorgängen und Schadensfällen. Damit bietet das ZSW eine weltweit führende Infrastruktur für unsere Partner aus Industrie und Forschung.

// Wir laden Sie ein, auf den folgenden Seiten unser ZSW Labor für Batterie-technologie (eLaB) mit rund 10.000 m² Forschungsfläche kennenzulernen.



// Die eLaB Aktivitäten im Überblick

Ein innovatives Aktivmaterial alleine macht noch keine gute Batterie aus. Die Wechselwirkungen zwischen den Elektroden und dem Elektrolyten entscheiden über Lebensdauer und Leistung. Die richtige Partikelmorphologie und ausgewählte Additive sind ausschlaggebend für die Herstellung von geeigneten Elektroden. Zelldesign, Qualität und Geschwindigkeit der Herstellprozesse bestimmen Kosten und Qualität des Produktes. Erst der ausgetüftelte Lebensdauer- und Sicherheitstest zeigt, ob eine Zelle die vielfältigen Anforderungen des Kunden erfüllen kann. All diese Kompetenzen hat das ZSW unter einem Dach – dem eLaB – vereinigt.



ZSW-Zelle nach DIN-Standard

1



// Materialforschung und Post-Mortem-Analysen

2



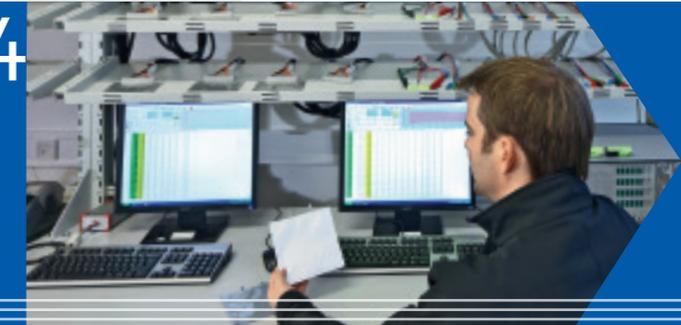
// Laborfertigung: Elektroden- und Zelltechnologien

3



// Forschungsplattform für die industrielle Produktion von Lithium-Ionen-Zellen (FPL)

4



// Batterietestzentrum und Batteriesystemtechnik



25 Jahre Materialforschung bilden die Basis für unser umfangreiches Verständnis über Zusammenhänge von Struktur und Pulvermorphologie in Bezug auf die gewünschten Funktions- und Verarbeitungseigenschaften. Neben neuen Kathodenmaterialien (wie z. B. Hochvoltspinelle, Lithium-übergangsmetallphosphate und -silikate) und Anodenmaterialien (wie z. B. optimierten Kohlenstoffmodifikationen, Titanate und Legierungsanoden) für Lithium-Ionen-Batterien wird intensiv an neuen Elektrolytsystemen mit speziellen Additiven und an Elektrodenmaterialien für zukünftige Systeme wie Lithium-Schwefel und Lithium-Luft geforscht.

Zur Schadensanalyse und für die Bewertung neuer Zellen sind wir auf Post-Mortem-Analysen spezialisiert. Die Analyseergebnisse sind essenziell für das Verständnis von Alterungsprozessen und potenziellen Sicherheitsrisiken sowie für die Optimierung des Zelldesigns.



// Materialforschung und Post-Mortem-Analysen

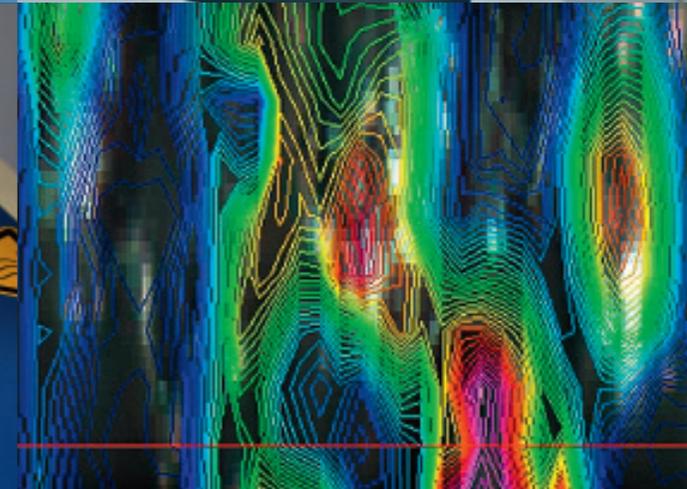
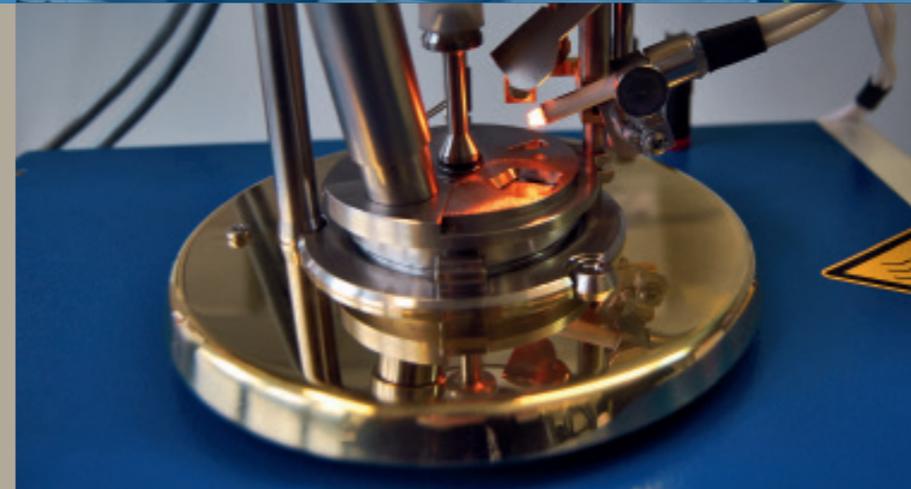
1 2 3 4

Zielsetzung

- // Entwicklung neuer Aktivmaterialien: Hochvoltspinelle, Lithiumübergangsmetallphosphate und -silikate, Titanate, Legierungsanoden und Elektrolyte inkl. Additive
- // Optimierung „klassischer“ Aktivmaterialien: Morphologie, Oberflächenmodifizierung etc.
- // Forschung zu Technologien der Zukunft: Lithium-Schwefel, Lithium-Luft, Magnesium-Luft, organische Batterien, Supercaps etc.
- // Analyse der Wechselwirkungen: Elektrode/Elektrolyt und Anode/Kathode
- // Aufklärung von Alterungsmechanismen von Batteriematerialien und -komponenten
- // Untersuchung des Sicherheitsverhaltens einzelner Batteriekomponenten
- // Fehleranalyse und Post-Mortem-Charakterisierung kommerzieller Zellen

Charakteristika

- // Syntheselabor für anorganische Pulver bis in den kg-Maßstab
- // Physikalisch-chemische Methoden zur Materialcharakterisierung: Elementanalyse, Rasterelektronenmikroskopie, Strukturanalyse, Thermoanalyse, Flammpunktbestimmung, Dampfdruckbestimmung, Leitfähigkeitsmessung
- // Elektrochemische Messstände zur Material- und Komponentencharakterisierung
- // Elektrochemische In-situ-Methoden: FTIR-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie, Dilatometrie, Gasung etc.



// Laborfertigung:
Elektroden- und Zelltechnologien

1 2 3 4



Das Beherrschen der Elektroden und Zelltechnologie ist ein entscheidender Schritt, um fortschrittliche Aktivmaterialien in den Markt zu bringen.

Der Bereich Laborfertigung verfügt über alle Anlagen, Geräte und Infrastruktur, wie Trockenraum und Analytik, um aus neuen Aktivmaterialien oder Zellkomponenten voll funktionsfähige Zellen herzustellen. Der Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Pasten mit innovativen Kathoden- oder Anodenmaterialien, der Herstellung von Elektrodenfolien und der Validierung in kleinformatischen Standardzellen (18650- oder Pouchformat).

Ein erfahrenes Team aus über 45 Wissenschaftlern und Technikern bildet die Brücke zwischen Materialforschung und Produktionstechnologie.



// Laborfertigung: Elektroden- und Zelltechnologien

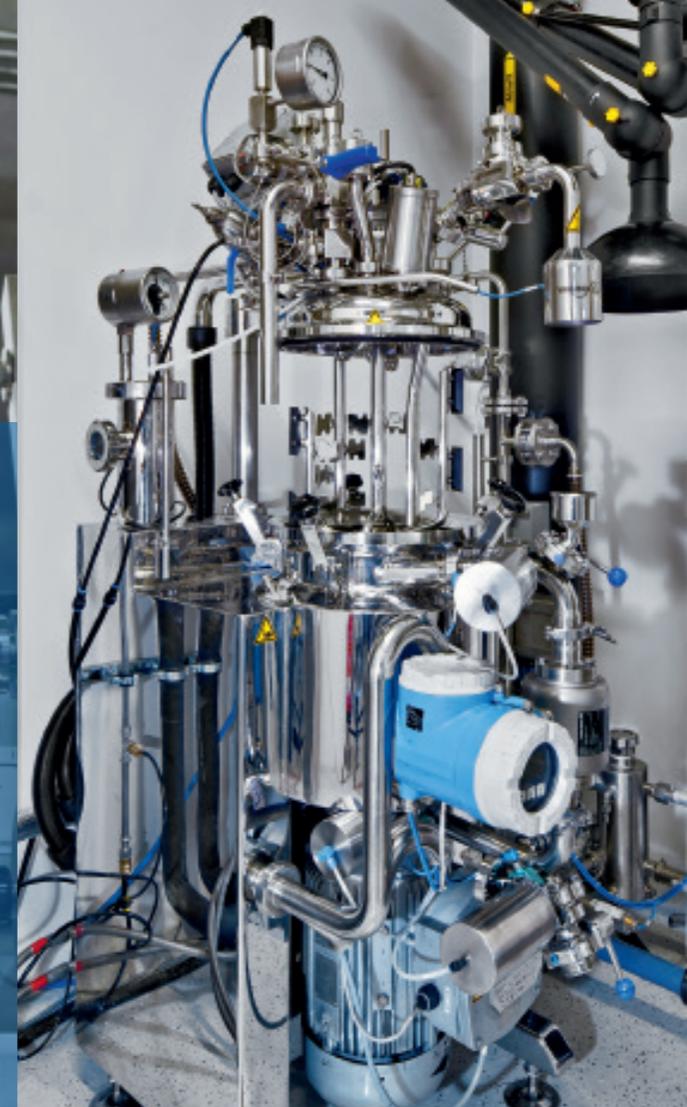
1 2 3 4

Zielsetzung

- // Herstellung von Musterelektroden (bis zu 150 m) und Standardzellen (18650- und Pouchformat)
- // Entwicklung von beschichtungstauglichen Pasten mit neuen Aktivmaterialien und Additiven inkl. Partikelvorbehandlung
- // Optimierung der Mikrostruktur und der Herstellprozesse (z.B. wasserbasierte Beschichtung)
- // Balancierung der Elektroden und Optimierung des Zelldesigns in Bezug auf Lebensdauer, Energiedichte und Leistung
- // Aufklärung der Wirkzusammenhänge zwischen Materialien, Komponenten sowie den mechanischen und elektrochemischen Eigenschaften in realen Zellen

Charakteristika

- // Laboranlagen zur Herstellung von Pasten, Elektroden und Zellen: Mischer, Beschichter, Kalandrierer und Schneidemaschinen, Laserschweißen, Laminieren, Befüllen
- // Analytiklabor zur Charakterisierung: Rheologie, Haftung, Porosimetrie etc.
- // Rund 300 Zyklierplätze zur elektrochemischen Charakterisierung



Dr. Margret Wohlfahrt-Mehrens
Fachgebietsleitung Akkumulatoren Materialforschung

„Zukünftige Mobilität und erneuerbare Energien erfordern neue Energiespeichersysteme. Wir bilden die komplette Wertschöpfungskette vom Pulver bis zur fertigen Zelle ab und können hierdurch einen wichtigen Beitrag leisten.“



// Forschungsplattform für die industrielle
Produktion von Lithium-Ionen-Zellen (FPL)

1 2 3 4



Die Forschungsplattform für die industrielle Produktion beinhaltet alle Anlagen und die Infrastruktur, wie sie auch in einer kommerziellen Produktion zum Einsatz kommen. Damit können innovative Lithium-Ionen Zellen reproduzierbar und mit hoher Qualität in Musterserien hergestellt werden. Die Anlagen, von der Pastenherstellung über die Beschichtung, Assemblierung bis zur Formierung sind bewusst nicht miteinander verkettet. Dadurch können neue, fortschrittliche Herstellprozesse flexibel in die Pilotfertigung integriert und erprobt werden.

Das interdisziplinäre, hochqualifizierte Team garantiert nicht nur den zuverlässigen Betrieb der Anlagen, sondern unterstützt unsere Industriepartner auch bei Kostenbetrachtungen und neuen Methoden der Qualitätssicherung.



// Forschungsplattform für die industrielle Produktion von Lithium-Ionen-Zellen (FPL)

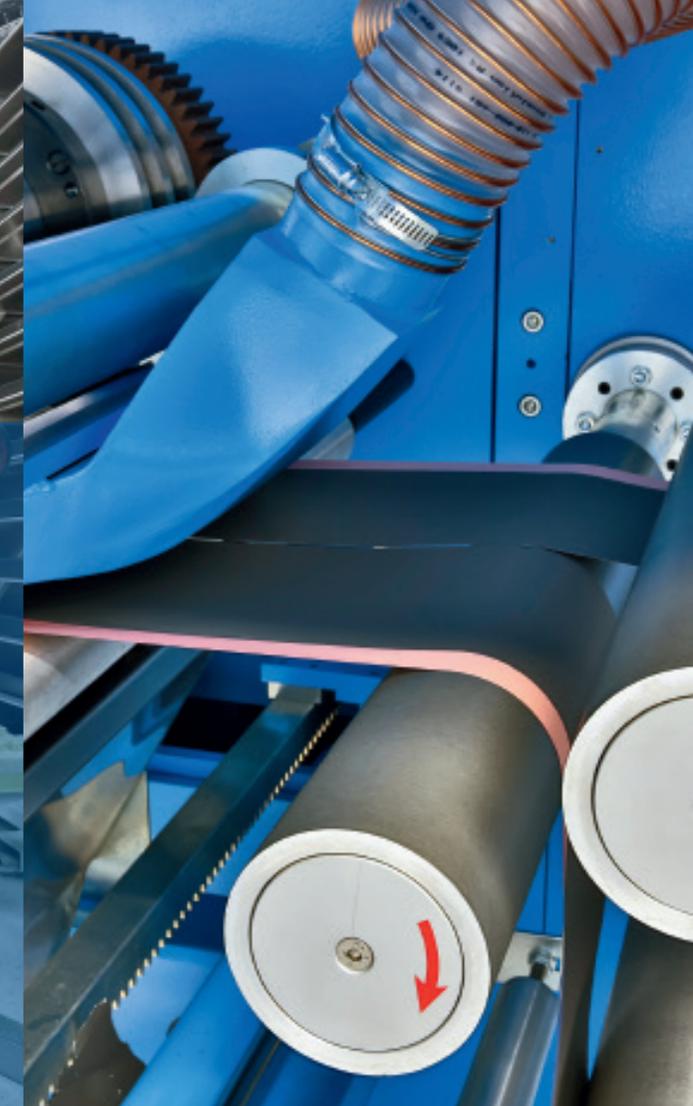
1 2 3 4

Zielsetzung:

- // Demonstration fortschrittlicher Aktivmaterialien und Rezepturen in Standardzellen
- // Evaluierung neuer Materialien und Komponenten für die Produktion im industrierelevanten Umfeld
- // Erprobung und Optimierung neuer Produktionsverfahren und Anlagenkomponenten in modularer und prozesssicherer Testumgebung
- // Weiterentwicklung der für Qualität und Ausbeute entscheidenden Prozessparameter und Qualitätssicherungsmethoden in seriennahem Umfeld

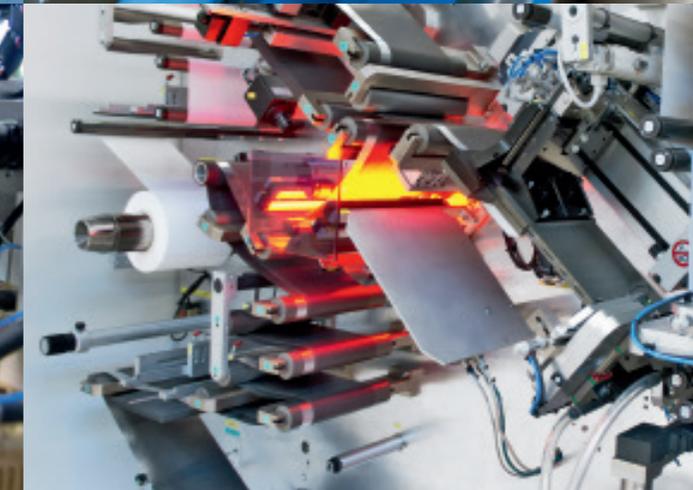
Charakteristika:

- // Automatisches Abwiegen und Zuführen der Materialien
- // Thermostatisierbare Mischanlagen zur Pastenherstellung (60-l-Ansätze)
- // Beidseitige Elektrodenbeschichtung mit 500 mm Beschichtungsbreite, 20 m/min. Bandgeschwindigkeit und verschiedenen Auftragssystemen
- // Präzisionskalandrier
- // Vollautomatische Anlage für Wickeln, Montage und Befüllung von prismatischen Zellen mit einer Taktzeit von 1 Zelle/min.
- // 200 m² Trockenraum (Taupunkt -60 °C) für die Erprobung neuer Assemblierungstechnologien
- // Vollautomatische Formation mit 240 temperierbaren Zyklisierplätzen und 1.920 Lagerplätzen



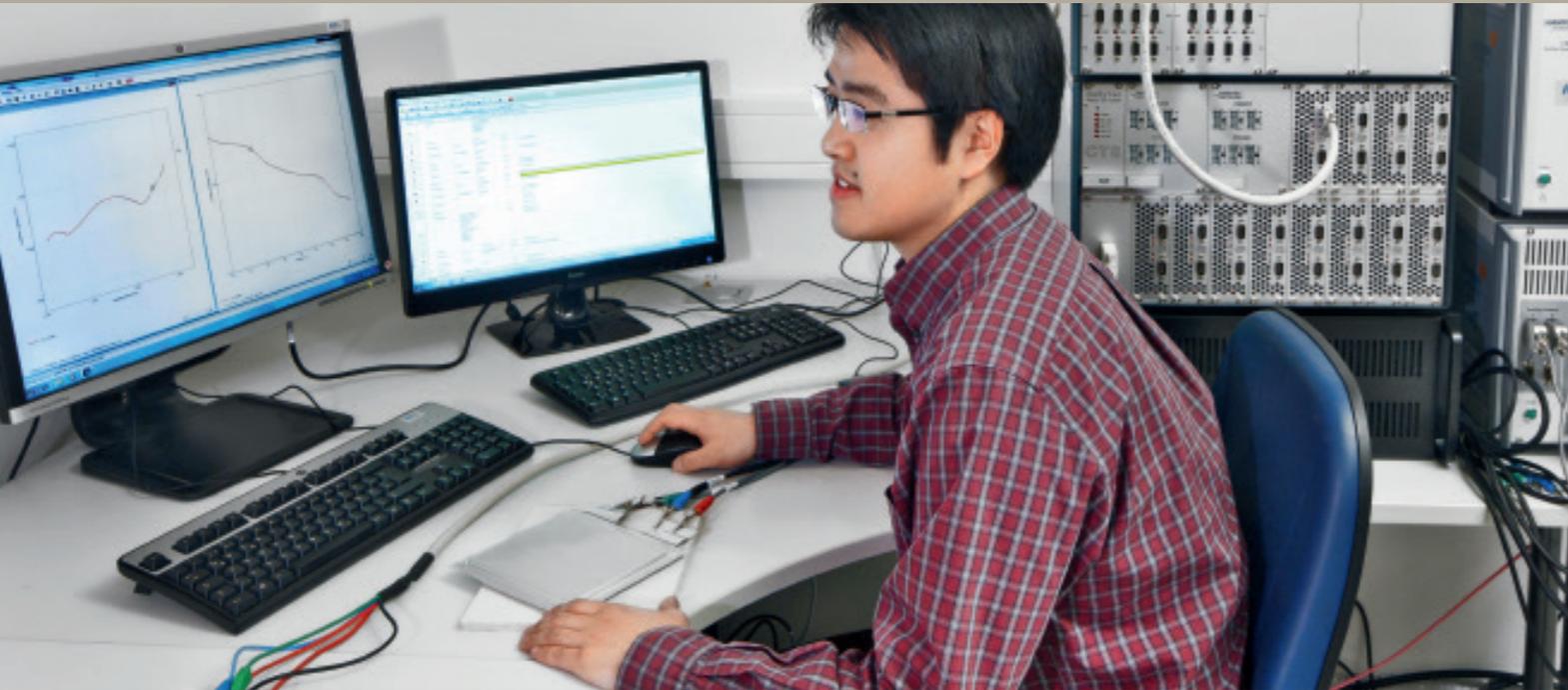
Wolfgang Brugger
Fachgebietsleitung Produktionsforschung

*„Mit der Forschungsplattform werden
die Blaupausen für die kommerzielle
Fertigung generiert.“*



// Batterietestzentrum und Batteriesystemtechnik

1 2 3 4



Kern der Aktivitäten im Batterietestzentrum sind Sicherheitstests, Lebensdaueruntersuchungen und Leistungstests an Zellen, Modulen und Batterien für die portable, mobile und stationäre Energiespeicherung. Im Mittelpunkt steht die Charakterisierung von Batterien unter verschiedenen Betriebsbedingungen sowie die Untersuchung ihres Verhaltens bei Fehlbedienung oder in Unfallsituationen.

Herzstück der Batteriesystemtechnik ist die thermische und elektrische Modellierung sowie die Simulation von Zellen und Batteriesystemen. Neben der Entwicklung von Modulen und Batteriemanagementsystemen (BMS) forschen wir an modellbasierten Algorithmen zur Zustandsbestimmung (Ladezustand und Alterung), zur Vorhersage der Systemleistungsfähigkeit, zur optimalen Laderegulierung sowie zum Energiemanagement.



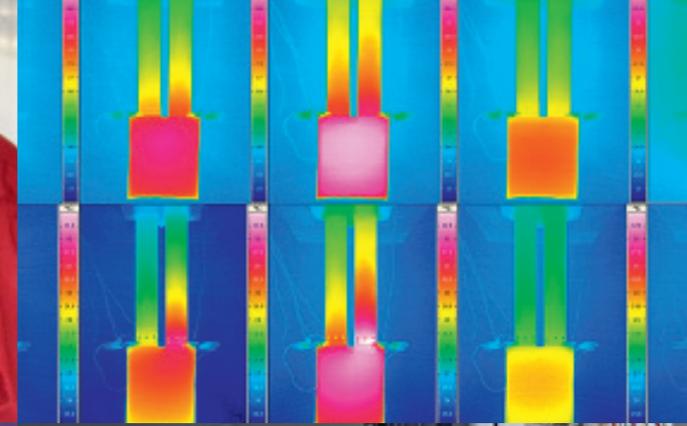
// Batterietestzentrum und Batteriesystemtechnik

Zielsetzung

- // Elektrische Tests von Zellen, Modulen und Systemen zu Funktionalität, Leistungsfähigkeit und Lebensdauer unter definierten Belastungen und Umgebungsbedingungen
- // Zerstörerische Tests zur Beurteilung von Reaktionen und Gefahrenpotenzialen in Extremsituationen
- // Beurteilung der Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen Missbrauchsbedingungen und Fehlbedienung
- // Elektrochemische Charakterisierung von Vollzellen und Alterungsmechanismen
- // Alterungstests, -analyse und -modellierung
- // Entwicklung von Batteriemodulen und -systemen sowie simulationsbasierte Systemauslegung
- // Entwicklung von Algorithmen, Software und Elektronik für Batteriemangement-Systeme (BMS)

Charakteristika

- // Batterietestfeld für große Batterien, Batteriemodule und Batteriezellen
- // Batterietests mit sicherer temperaturkontrollierter Testumgebung und CAN-Kommunikation
- // 3 Testbunker für Sicherheitstests mit hydraulischer Crush-Test- und Kurzschlussstest-Vorrichtung, Brandtisch, Datenerfassung, Videosystem, Schock- und Vibrationstest
- // Mehrzelliger Batteriesimulator für Hardware-in-the-Loop-Validierung von Batteriemangement-Systemen
- // Impedanzspektroskopie für Zellen und Module
- // Algorithmen zur Datenanalyse von Impedanzspektren und Spannungsprofilen
- // Thermische Analyse von Temperaturinhomogenitäten von Zellen und Modulen mittels Infrarotkamera
- // Teststand zu Validierung von Kühlkonzepten



Dr. Harry Döring
Fachgebietsleitung Akkumulatoren

„Im eLaB erforschen, testen und untersuchen wir Batterien und Systeme flexibel, normgerecht und innovativ.“





ZSW eLaB

Lise-Meitner-Str. 24

89081 Ulm

Tel. +49 (0) 731/95 30-0

Fax +49 (0) 731/95 30-599

www.zsw-bw.de