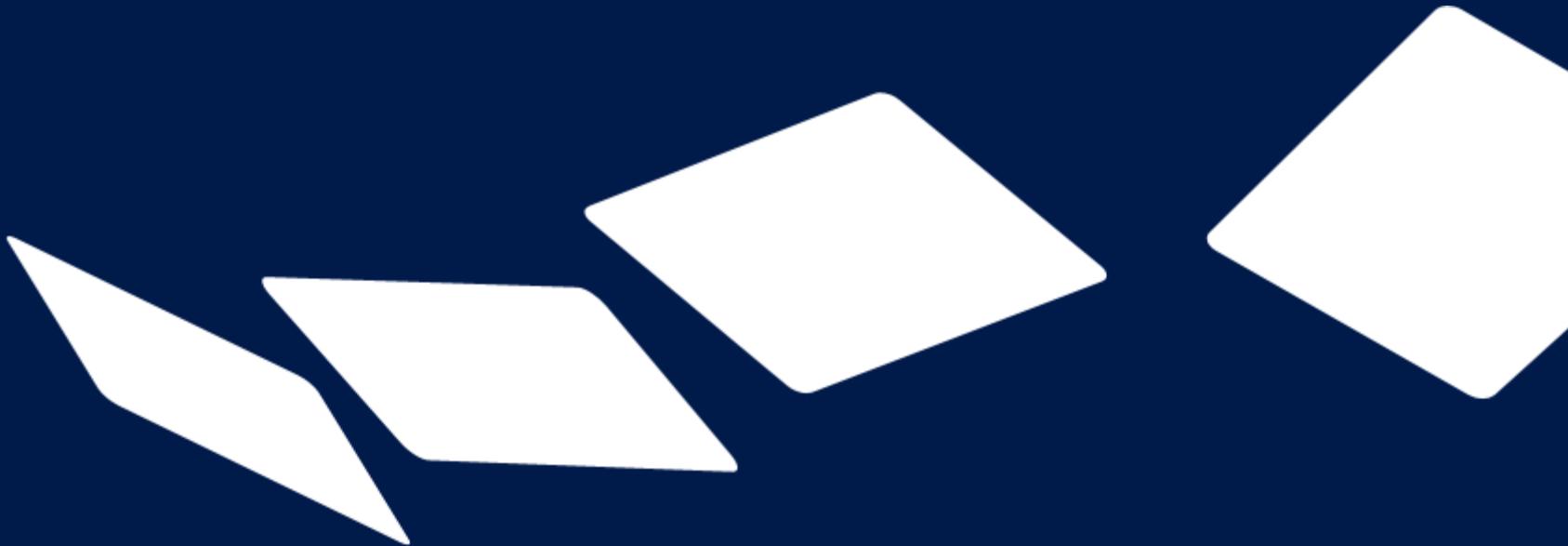


FORSCHUNG FÜR DIE PRODUKTION VON LITHIUM- IONEN-ZELLEN AM *IWB*

JAKOB KURFER





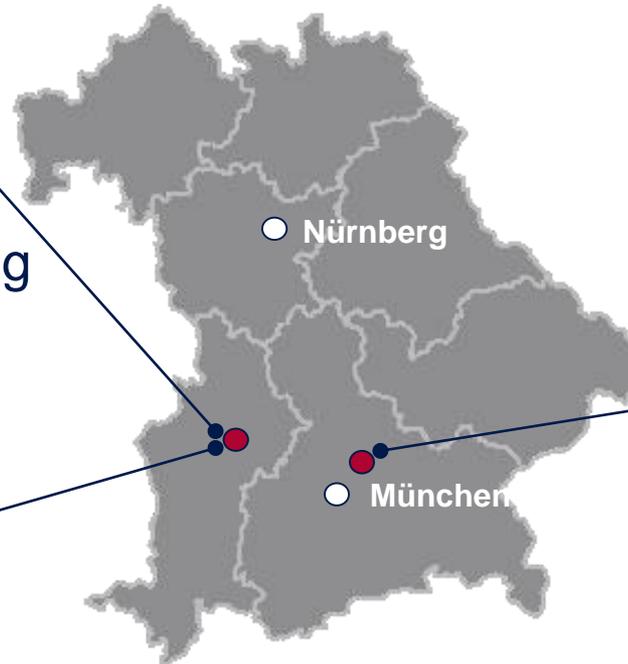
iwb Anwenderzentrum Augsburg

Anwendungsnahe Forschung
und Technologietransfer



Fraunhofer Projekt- gruppe

Ressourceneffiziente Mechatronische
Verarbeitungsmaschinen



iwb Garching

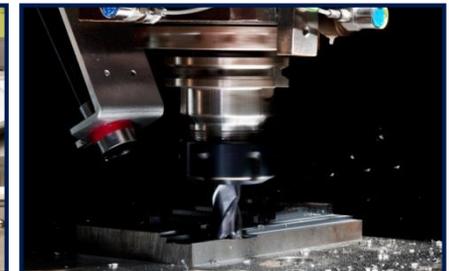
Forschung und
Lehre auf dem
Gebiet der
Produktionstechnik

Forschungsgebiete

Unternehmensplanung
und -organisation



Mechatronische
Produktionssysteme

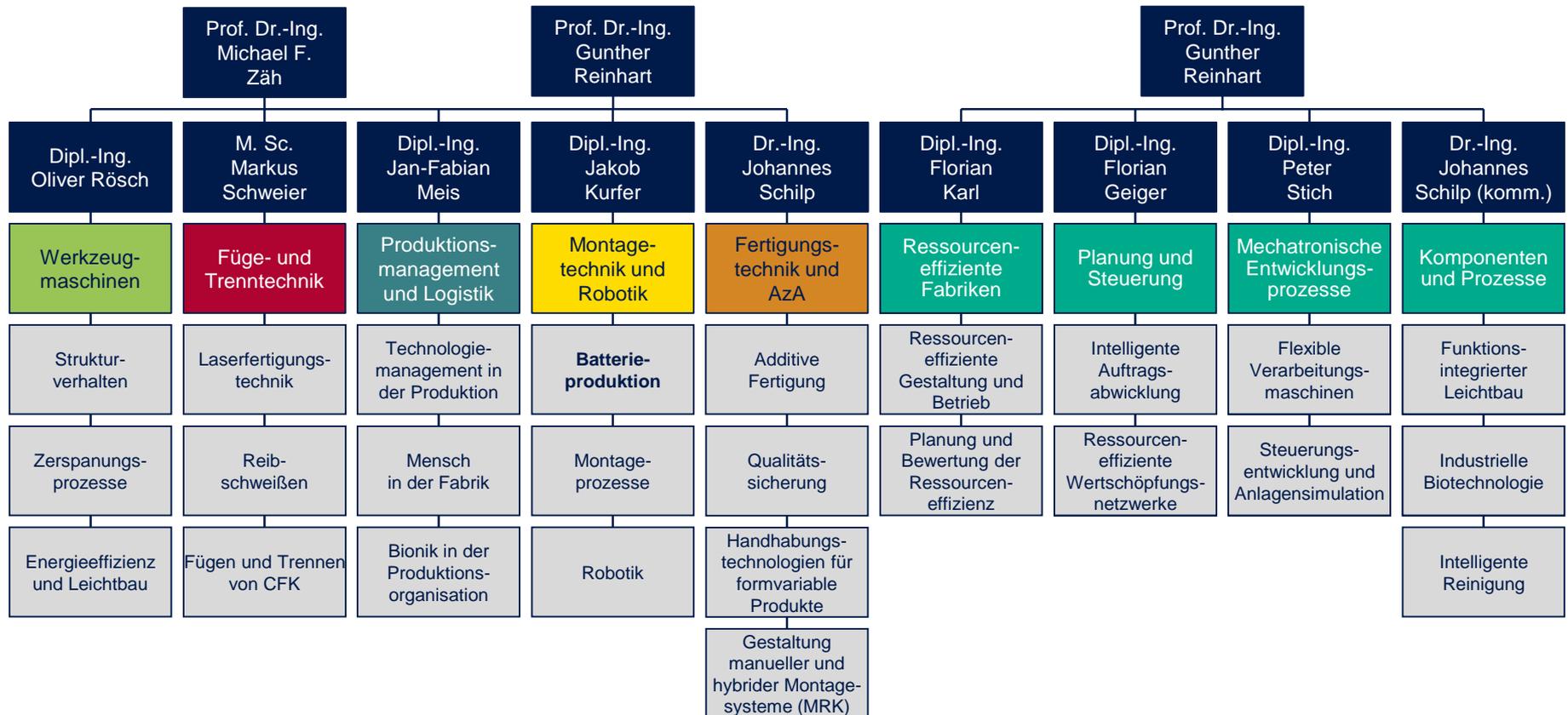


Fertigungs- und
Montagetechnologie





Forschungsstruktur des *iwb*



Projektübersicht

Dezentrale Stationäre Batteriespeicher
zur effizienten Nutzung Erneuerbarer
Energien und Unterstützung der
Netzstabilität



Förderer: Bayerisches
Wirtschaftsministerium
Laufzeit: 01.03.2013-
31.08.2016

Produktionstechnisches
Demonstrationszentrum für
Lithium-Ionen-Zellen

Förderer: BMBF
Laufzeit: 01.05.2010-30.06.2011

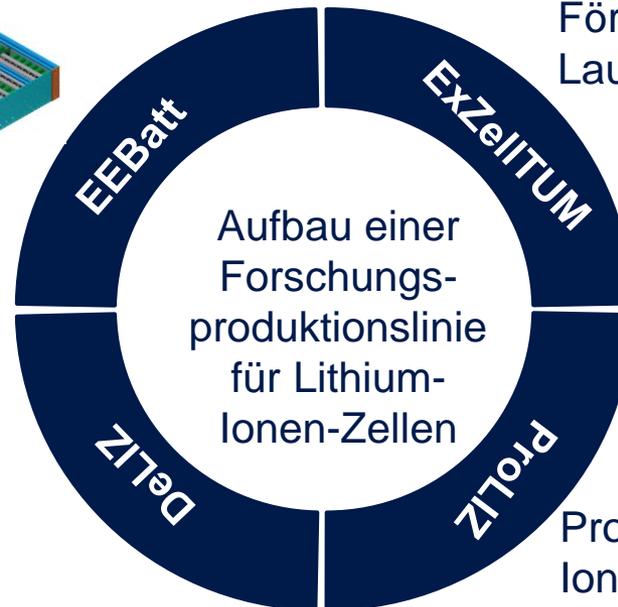
Exzellenz-Zentrum für
Batteriezellen an der TUM

Förderer: BMBF
Laufzeit: 01.08.2012-31.07.2015



Produktionstechnik für Lithium-
Ionen-Zellen

Förderer: BMBF
Laufzeit: 01.01.2012-31.12.2014





Forschungsschwerpunkte

- Qualitätssicherungsmethoden
- Stellhebel für Qualität und Kosten
- Schlüsselprozesse wie Laserschneiden, Elektrolytbefüllung und Handhabung
- Fokus auf industrienahen, automatisierten Prozessen für Pouch-Zellen und Hardcase-Zellen

Infrastruktur

- Realistische Umgebungsbedingungen in Trocken- und Reinraum
- 190 m² Laborfläche
- Abbildung der gesamten Prozesskette vom Beschichten bis zum Zelltest
- 15 Testkanäle mit Klimakammern

Elektrodenherstellung

Aktivmaterial
Bindemittel
Leitadditiv
Lösemittel

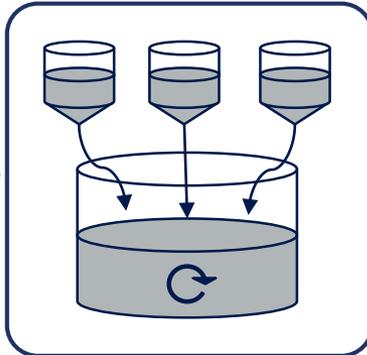
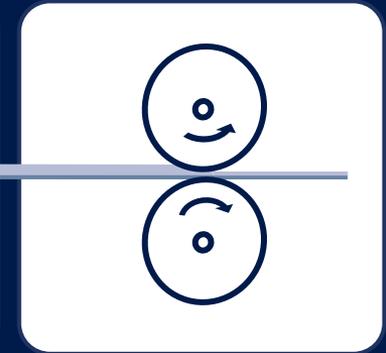
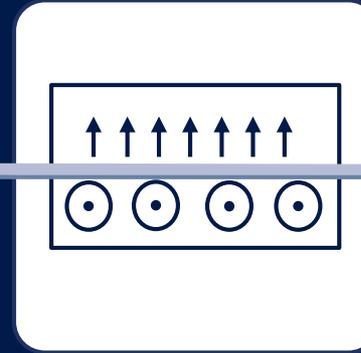
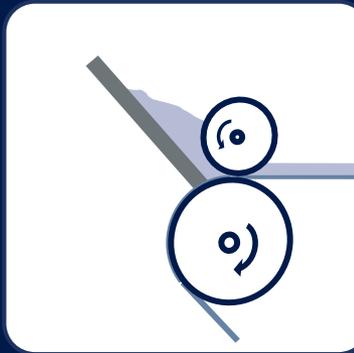


Abbildung im industriellen Maßstab am *iwb*



Mischen

- Homogenität der Emulsion
- Batch oder kontinuierlich
- Hoher Einfluss auf Qualität

Beschichten

- Gleichmäßige Beschichtung
- Vielzahl an Verfahren
- Ein- oder zweiseitig

Trocknen

- Entfernung von Feuchtigkeit
- Lange Bahnen
- Lösemittel rückgewinnen

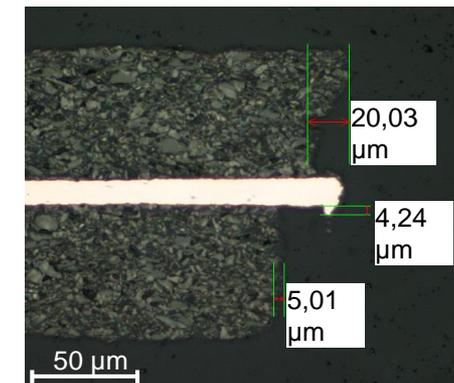
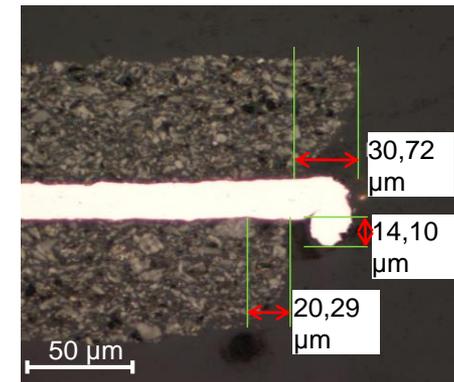
Kalandrieren

- Verdichten vs. Porosität
- Einstellung einer gleichmäßigen Schichtdicke

Laserstrahltrennen von Elektrodenfolien

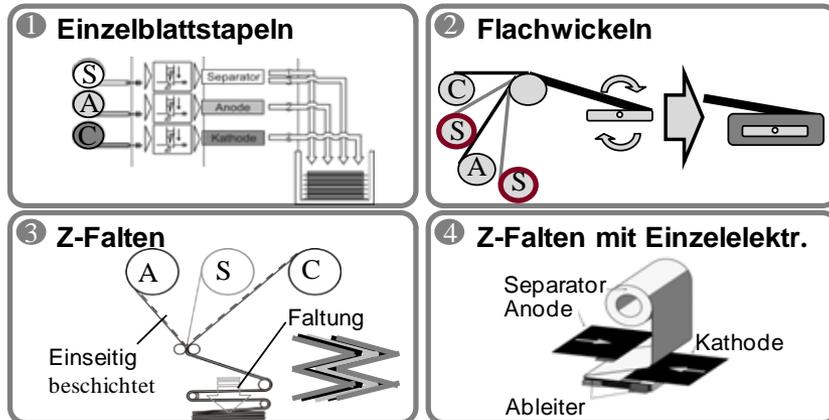
Technische Umsetzung:

- IPG Faserlaser mit 3D-Scanner
 - Wellenlänge: 1064 nm
 - Mittlere optische Leistung: 100 W
- Automatisierte Kantenerkennung
- Magazinierung der Elektroden
- Absaugung der Partikel im Schneidspalt



Zellstapelbildung durch Z-Falten

Prozessbewertung und -auswahl:



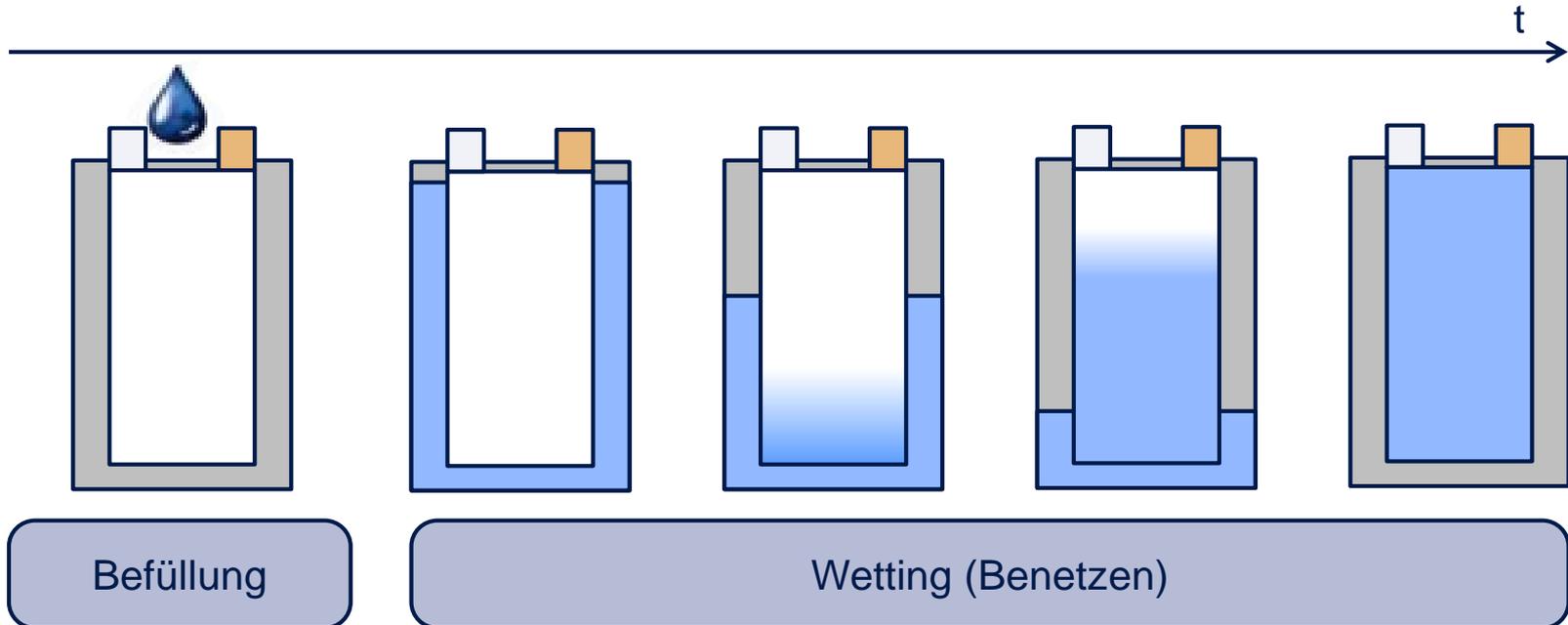
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------|---|---|---|---|
| Zykluszeit | - | + | + | 0 |
| Elektrodenhandhabung | + | - | - | + |
| Separatorhandhabung | - | 0 | + | + |
| Energiedichte | + | 0 | - | + |

Technische Umsetzung:

- Kontinuierliche Separatorzuführung
- Einzelblattelektroden aus Magazinen
- Handhabung durch 4-Achs-Kinematiken
- Bewegter Falttisch, feste Rollen
- Automatisierte Stapelweiterverarbeitung



Vakuumbefüllen

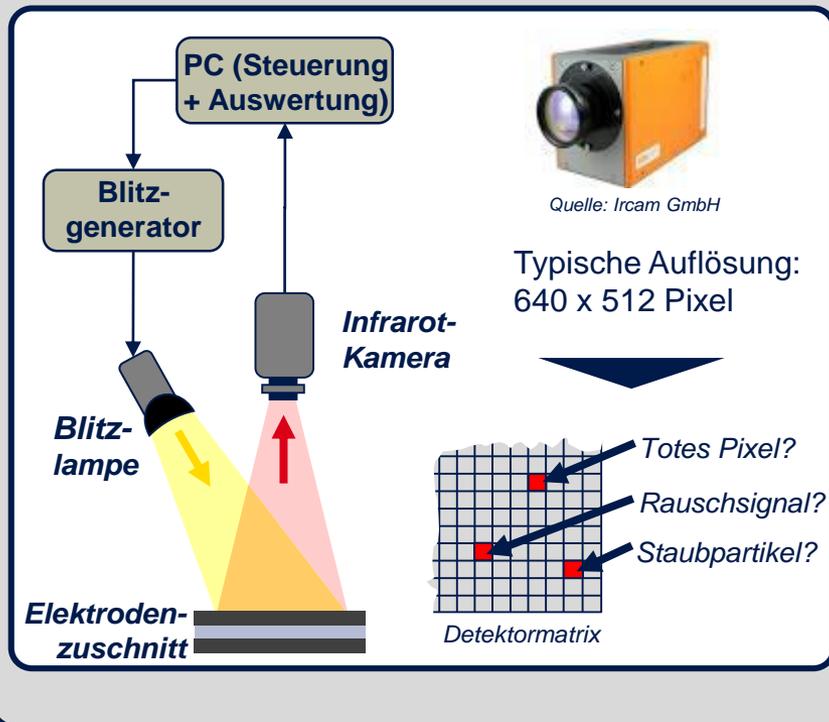


- Evakuierung der Zelle
- Reduzierung des Unterdrucks
- Befüllung inkrementell / kontinuierlich / schlagartig
- Druckprofile: Über-/Unterdruck alternierend

Forschungsansatz - Thermografische Prüfung

Prinzip der Thermografie

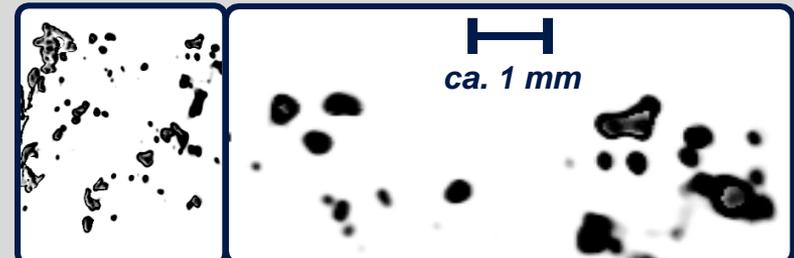
- Analyse des Abkühlverhaltens thermisch angeregter Prüfteile



Vorversuche mittels Thermografie

- Anregung der Elektrodenoberfläche mittels Blitzlampe oder Laser
- Beobachtung des Abkühlverhaltens mit einer Wärmebildkamera
- Ausblendung des Hintergrundes
- Verringerung der detektierbaren Partikelgröße
- Erkennung von internen Fehlstellen

Thermografisches Prüfergebnis (stationär)



Prozessübergreifende Qualitätssicherung

| Einflussmatrix | Beschichten | | | | | | | | | | Kontaktierung | | Verpackung | | | Befüllung | |
|------------------------------|--|--|---|--|---|--|--|--|--------------|--------------|---------------|--|------------|--|--|-----------|--|
| | Mischen | Kalandrieren | Separator | Konfektionieren | | | | Zellbildung | ierung | Versiegelung | Befüllung | | | | | | |
| Einzelmerkmale | (metallische) Verunreinigungen Homogenität der Mischung Korngrößen | Beschichtungsdicke Homogenität des Schichtauftrages Haftungsvermögen auf Trägerfolie Wassergehalt | Homogenität der Dicke Homogenität Porosität, Permeabilität Form- und Maßtreue | Spritzer, Partikel, Abplatzungen Delaminationen Wärmeeinflusszone Randentschichtung Risse Grat Stauchungen Welligkeit | Elektrodenlage Separatorlage Beschädigungsfreie Handhabung auf Separator wirkende Kräfte | Übergangswiderstand Mechanische Belastbarkeit | Dichtigkeit Druckresistenz Mechanische Belastbarkeit Positionierung des Zellstapels Elektrische Isolierung | Benetzung Elektrolytdurchdringung / Füllstand | | | | | | | | | |
| Gesamtprodukt | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kapazität der Batterie | 3 3 2 | 3 2 2 2 | 2 2 0 | 0 1 1 1 0 0 0 1 | 1 1 1 1 | 1 0 | 1 0 0 1 1 | 3 3 | 2 2 | 3 3 | 3 3 | | | | | | |
| Lebensdauer/Zyklusfestigkeit | 3 2 0 | 1 2 3 3 | 2 1 1 | 3 1 0 0 1 2 1 0 | 0 0 2 2 | 3 3 | 3 2 1 1 2 | 2 2 | 3 3 | 3 3 | 3 3 | | | | | | |
| Innenwiderstand | 3 2 1 | 2 2 3 2 | 2 1 0 | 1 2 0 0 1 1 1 0 | 1 1 1 1 | 3 1 | 1 0 0 1 1 | 2 2 | 3 1 | 3 1 | 2 2 | | | | | | |
| Sicherheit | 2 0 0 | 0 0 1 1 | 2 1 2 | 3 1 1 1 2 3 0 0 | 2 2 2 2 | 2 2 | 3 3 2 2 3 | 2 2 | 2 2 | 2 2 | 0 0 | | | | | | |
| Erfassbarkeit Inline-Messung | + - + | + + -- - | + - ++ | - - - - + - - - | ++ ++ - ++ | - - | - - - - ++ + | - - | - - - - ++ + | - - | - - | | | | | | |

0: kein Einfluss 1: schwacher Einfluss 2: mittlerer Einfluss 3: starker Einfluss

➔ Identifikation des Produktionseinflusses (Prozess, Anlage, Umgebung) auf die Produktqualität

Fazit



**Umfangreiche Kompetenzen in
der Produktionsforschung
für Lithium-Ionen-Zellen**

**Partner für F&E-Aufträge zur
Untersuchung neuer Prozesse,
Komponenten und Materialien für
zukünftige Energiespeicherlösungen**



Kontakt

Dipl.-Ing. Jakob Kurfer

Raum 2308
Tel +49 89 / 289 - 155 07
Fax +49 89 / 289 - 155 55
E-Mail: Jakob.Kurfer@iwb.tum.de

Adresse

iwb - Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching
www.iwb.tum.de