

## Material auf lange Lebensdauer ausrichten

Am ZSW werden Batterien und ihre Komponenten mit einer Fertigungsanlage untersucht, die die Produktionsprozesse der Industrie abbildet

Schwerpunkt der Batterieforschung, wie sie am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Ulm betrieben wird, ist die Materialentwicklung für neue Batterien, die E-Mobilität sowie stationäre Zwischenspeicher. Zum einen suchen die Forscher nach neuen Materialien oder Materialkombinationen; zum anderen untersuchen sie diese Materialien unter realen Betriebsbedingungen, um ihre Eignung so früh wie möglich festzustellen.

„Wir wollen das Potenzial neuer Materialien so früh wie möglich einschätzen können“, erläutert Margret Wohlfahrt-Mehrens, Fachgebietsleiterin Akkumulatoren Materialforschung am ZSW. „Eine Batterie ist ein extrem komplexes Gebilde, das aus vielen verschiedenen Komponenten besteht. Es genügt daher nicht, nur die Eigenschaften einzelner Materialien zu analysieren; wichtig ist die Kenntnis der Wechselwirkungen, die im kompletten System auftreten.“ Dabei geht es sowohl um die Wechselwirkungen der Komponenten untereinander als auch um Veränderungen, die durch den Betrieb der Batterie entstehen. So hat beispielsweise das Laden und Entladen der Batterie Konsequenzen für die Morphologie einzelner Partikel. Die Teilchen dehnen sich erst aus und schrumpfen dann wieder, was auch als Atmungseffekt bezeichnet wird. Ein weiterer zentraler Faktor



Anlage zur Kathodenbeschichtung: Neueste Maschinen und Laboreinrichtungen im eLaB garantieren Fortschritt und erfolgreiche Forschungsarbeiten für Höchstleistungsbatterien.

ist der Alterungsprozess. Wie verhalten sich die verschiedenen Komponenten, wenn sie über längere Zeit in Betrieb sind? „Normalerweise dauert es 15 bis 20 Jahre, bis neue Materialien in die Anwendung kommen. Diesen Zeitraum wollen wir verkürzen. Unter anderem entwickeln wir dafür Methoden, die die Materialalterung simulieren.“

Generell gehört es zum Ansatz der Forscher, möglichst frühzeitig auf die Anforderungen aus der Praxis einzugehen. Zu diesem Zweck wurden im ZSW Anlagen, die in der Industrie verwendet werden, in kleinerem Maßstab nachgebaut. Auf diese Weise lassen sich industrielle Prozesse abbilden. Während normalerweise in Forschungs-laboren mit kleinen Mengen von Materialien ge-

arbeitet wird, können im ZSW neue Materialien im Kilogramm-Maßstab hergestellt werden.

Ein Prozess, den die Forscher nachvollziehen, ist die Elektrodenproduktion. Der erste Schritt hierbei ist die Herstellung des Materials als Pulver. Als nächstes wird das Pulver dann im Hochleistungsmischer – und nicht mit dem



Dr. Margret Wohlfahrt-Mehrens

Handmörser, wie in vielen Laboren üblich – zu einer Paste verarbeitet. Diese wird als dünne Schicht auf eine Folie aufgebracht, woraus im Anschluss die Elektroden hergestellt werden. Während des ganzen Vorgangs wird darauf geachtet, die Anforderungen der Industrie an den Produktionsprozess einzuhalten: Dazu gehört die Gleichmäßigkeit der Beschichtung ebenso wie das Durchhalten einer bestimmten Geschwindigkeit. Weitere relevante Eigenschaften sind die Haftung, die elektrische Leitfähigkeit und die Porosität eines Materials. Ein Material, das als Pulver eine hohe Energiedichte hat, kann diese Eigenschaft im Laufe des Verarbeitungsprozesses verlieren und am Ende in der fertigen Batteriezelle nur wenig Energie erzeugen. Das

**„Wir haben zwei verschiedene Materialkombinationen gefunden, die sich sehr gut eignen, eine für die positive Elektrode und eine für die negative Elektrode. Mit diesen Materialkombinationen werden zurzeit am ZSW die ersten Zellen hergestellt.“**

**Margret Wohlfahrt-Mehrens**

ist zum Beispiel dann der Fall, wenn es sich im Laufe der Beschichtung als zu porös erweist.

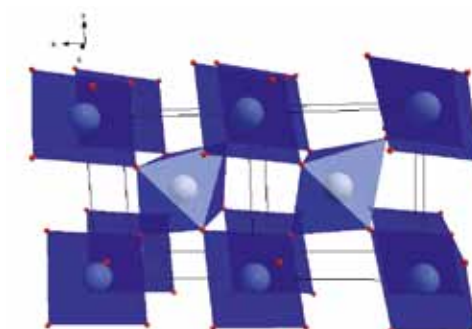
„Wir haben zwei verschiedene Materialkombinationen gefunden, die sich sehr gut eignen, eine für die positive Elektrode und eine für die negative Elektrode“, berichtet Margret Wohlfahrt-Mehrens. „Für die positive Elektrode handelt es sich dabei um Lithium-Mangan-Phosphat, das eine sehr gute Energiedichte zeigt und im Vergleich zu Standardmaterialien eine höhere Sicherheit aufweist. Bei Hochtemperaturen und im Crashfall hat es sich als besonders resistent erwiesen. Für die negative Seite nehmen wir mesoporöses Titanoxid, was ganz hervorragende Eigenschaften hat, darunter eine schnelle

Ladefähigkeit und eine Belastbarkeit auch bei tiefen Temperaturen von bis zu minus 40 Grad. Außerdem ist das Material leicht verfügbar, nicht toxisch und relativ preiswert zu produzieren.“ Mit diesen Materialkombinationen werden zurzeit am ZSW die ersten Zellen hergestellt. Anvisiertes Einsatzgebiet ist die stationäre Zwischenspeicherung, also die dezentrale Speicherung von Energie in den Haushalten. Das mesoporöse Titanoxid ist aus einer engen Kooperation mit Forschern der Universität Ulm hervorgegangen.

Batterieforschung im ZSW ist multidisziplinär, da eine ganze Reihe von Kompetenzen benötigt werden. In den einzelnen Teams arbeiten deswegen Forscher unterschiedlichster Disziplinen zusammen, darunter Chemiker, Elektrochemiker, Materialwissenschaftler und Elektrotechniker, die ihre jeweils eigene Perspektive mitbringen. „Der Standort Ulm hat den besonderen Vorteil, dass hier auf sehr engem Raum viele Disziplinen zusammenkommen“, unterstreicht Wohlfahrt-Mehrens die Rahmenbedingungen in der Wissenschaftsstadt. „Auch wird sehr viel getan, um Kooperationen auszubauen und zu unterstützen. Es gibt einen regen Austausch zwischen dem ZSW und einzelnen Lehrstühlen an der Universität.“ Am neuen Helmholtz-Institut (siehe Seiten 6 und 19) sind verschiedene Institute beteiligt. Das heißt, unterschiedliche Forschungsrichtungen, die alle das gleiche Ziel verfolgen: die Energiespeicherung. Die Wissenschaftlerin weiter: „Auch von den spezialisierten

Studiengängen an der Universität profitieren wir am ZSW sehr, weil wir auf diese Weise Masterstudenten und Doktoranden erhalten, die eine ausgezeichnete Vorbildung haben.“

Hinsichtlich des Anwendungspotenzials ihrer Forschungsaktivitäten ist die Chemikerin zuversichtlich: „Ich denke, dass die nächsten Jahre in Bezug auf die Energieversorgung sehr spannend werden. Deutschland ist Vorreiter auf dem Gebiet der regenerativen Energien wie Windkraft und Photovoltaik. Wenn die Installation der Erneuerbaren weiterhin so schnell voranschreitet wie in den letzten Jahren, werden bald dezentrale Speichersysteme benötigt werden.“ Was ihren privaten Energieeinsatz betrifft, so plant Margret Wohlfahrt-Mehrens, sich in absehbarer Zukunft ein Elektroauto zuzulegen. „Mit 25 Kilometer Anfahrt zum Arbeitsplatz wohne ich dafür genau in der richtigen Entfernung.“

Nano-Titanoxid (TiO<sub>2</sub>) vom Rutil-Typ