

meet 



EINLEITUNG | *PREFACE* **04**

FORSCHUNG | *RESEARCH* **08**

TECHNOLOGIE | *TECHNOLOGY* **16**

INFRASTRUKTUR | *INFRASTRUCTURE* **18**

KOOPERATIONEN | *PARTNERSHIPS* **22**

Energiespeicher im Fokus

Energie – nicht greifbar, unsichtbar und trotzdem unabdingbar für Leben und Fortschritt – lange schien sie unendlich verfügbar. Doch vor dem Hintergrund endlicher Ressourcen und dem gleichzeitig weltweit steigenden Konsum ist es von entscheidender Bedeutung, sie klimafreundlich zu erzeugen und effizient zu nutzen. Die Frage nach der Energiespeicherung spielt dabei eine zentrale Rolle. Das MEET-Batterieforschungszentrum der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster setzt – wie der Name Münster Electrochemical Energy Technology verrät – auf elektrochemische Energiespeicher. Gefragt sind sie sowohl in mobilen als auch in stationären Anwendungen. So steht und fällt der Ausbau der Elektromobilität mit der Entwicklung von leistungsfähigen und kostengünstigen Batterien. Genauso werden innovative Speichertechnologien benötigt, um Energieerzeugung und -nutzung zeitlich zu synchronisieren – ein Problem, das es vor allem hinsichtlich der schwankenden Verfügbarkeit erneuerbarer Energie zu lösen gilt. Hierbei sind Batterien sowohl für große, stationäre Anlagen als auch für kleine, dezentrale Einrichtungen im eigenen Haus das ideale Speichermedium.

Grundlagenforschung trifft Praxis

Besonders Batterien auf Basis der Lithium-Technologie – darunter die bekannte und kommerziell verfügbare Lithium-Ionen-Technologie, aber auch zukünftige und alternative Speichertechnologien wie Lithium-Metall-Systeme (u. a. Lithium-Schwefel Batterien) und Dual-Ionen-Speicher – zählen derzeit zu den aussichtsreichsten, elektro-chemischen Speichern. Besonders die Lithium-Ionen-Batterie weist eine Vielzahl an Vorteilen auf: Sie besitzt aufgrund ihrer hohen Energiedichte ein relativ niedriges Bauvolumen, ihre Energieeffizienz ist sehr hoch und die Selbstentladung ist gering.

Vor diesem Hintergrund führt MEET Grundlagenforschung und den Transfer in die praktische Anwendung an einem Ort zusammen. Ein ambitioniertes, internationales Forscherteam – eingebettet in das universitäre Netzwerk

Focus on energy storage

Energy – intangible, invisible, yet still indispensable for life and progress – long seemed to be available in infinite measure. But in a situation where resources are finite while consumption grows worldwide, it is of crucial importance to produce energy in a climate-friendly manner and use it efficiently. Here, the issue of energy storage plays a central role. The MEET Battery Research Center at Münster University focuses – as the name Münster Electrochemical Energy Technology suggests – on electrochemical methods of energy storage. Such methods are in demand for both mobile and stationary applications. For example, the progress of electromobility is totally reliant on the development of efficient and affordable batteries. Innovative storage technologies are also required to synchronise energy production and consumption – a problem made more urgent by the fluctuating nature of renewable energy sources. Batteries are the ideal storage medium for both large, stationary facilities and small, de-central systems in private houses.

Science meets industry

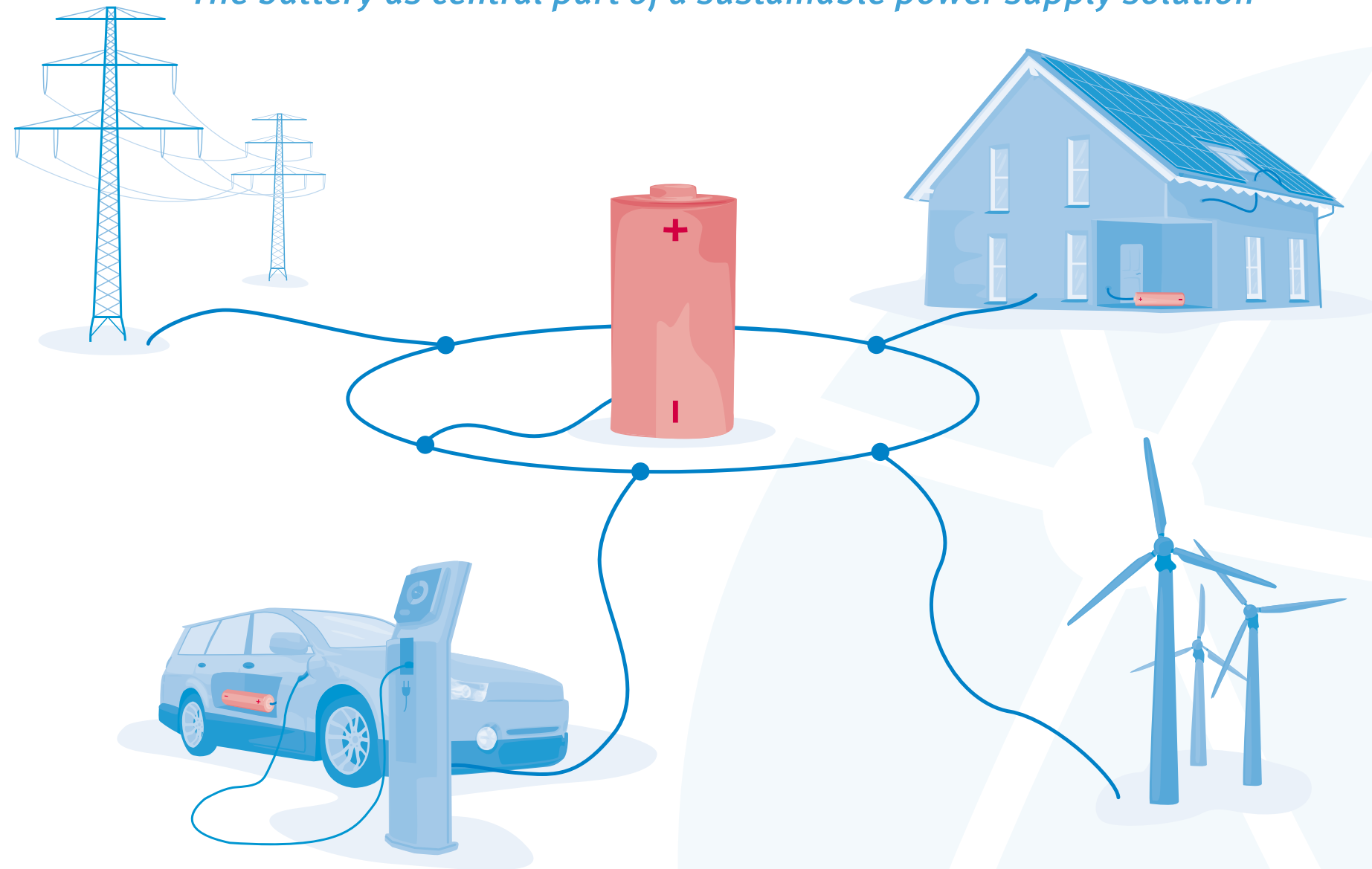
Among the most promising forms of electrochemical storage at present are batteries that work on the basis of lithium technology. These include the familiar, commercially available lithium-ion technology, as well as prospective and alternative storage technologies such as lithium-metal systems (e.g. lithium-sulfur batteries) and dual-ion cells. The lithium-ion battery in particular has a large number of advantages. Because of its high energy density, it has a relatively small volume, a high energy efficiency and a low rate of self-discharge.

Against this background, MEET brings basic research and the transfer to practical application together at one location. An ambitious international team of researchers – embedded in the university network – works together with partners from science and industry on ways of integrating the potential

Mobil und stationär – Batterien als Energiespeicher der Zukunft



Die Batterie im Zentrum einer nachhaltigen Energieversorgung The battery as central part of a sustainable power supply solution



vor Ort – arbeitet gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie daran, das Potential elektrochemischer Energiespeicher in nachhaltige Konzepte der Energieerzeugung und -nutzung zu integrieren. Auf Basis einer gemeinsamen Technologieplattform werden Batterien so zu einem Treiber für einen breit gefächerten Energiemix sowie eine modulare, dezentrale Energiespeicherung bei gleichzeitig ausgezeichneter Energieeffizienz.

of electrochemical energy storage methods into sustainable concepts of energy production and consumption. On the basis of a joint technology platform, batteries become a driving force behind a wide-ranging energy mix and a modular, de-central system of energy storage that maintains outstanding energy efficiency.

Die Vorteile der Lithium-Ionen-Technologie auf einen Blick:

- > hoher Wirkungsgrad zwischen Ein- und Ausspeicherung (> 95%)
- > äußerst niedrige Selbstentladung
- > Ein- und Ausspeicherdynamik (= Schnellladefähigkeit)
- > hohe Energiedichte und damit verbunden ein geringes Bauvolumen
- > stabiles Zyklus- und Kalenderleben
- > sehr wartungsarm
- > modular skalierbar
- > großes Kosteneinsparungspotential durch breite Materialvielfalt

The advantages of lithium ion technology at a glance:

- > High degree of efficiency between discharge and charge (> 95%)
- > Extremely low self-discharge rate
- > High discharge and charge dynamics (= rate capability)
- > High energy density and thus small volume
- > Stable cycle and calendar life
- > Very low maintenance
- > Modularly scalable
- > Large cost-saving potential because of the wide variety of materials used

Forschung

Innovative Materialien für Batterien von morgen

Der Schlüssel zu leistungsfähigen und kostengünstigen Energiespeichern sind die Materialien. Die wissenschaftliche Herausforderung besteht daher darin, hochperformante Aktiv- und Inaktivmaterialien zu entwickeln, deren optimale Funktion zu identifizieren und sie erfolgreich in die Energiespeicher zu integrieren. Im Fokus der Forschung am MEET stehen die Synthese neuer Aktiv- und Inaktivmaterialien sowie die Analyse ihres Verhaltens im System Batterieelektrode und im System Batteriezelle.

Kathoden

Das Kathoden-Forschungsteam beschäftigt sich mit der Synthese und Charakterisierung von Hochenergiekathodenmaterialien auf Basis von Schichtoxiden und deren Lithium-reichen Varianten. Kathoden mit Spinelstruktur sowie polyanionische Materialien stehen ebenfalls auf der Forschungsagenda. Langfristige Ziele sind höhere Energiedichten sowie eine höhere Zyklenstabilität und Sicherheit der Kathodenmaterialien. Aber auch die Reduzierung der Kosten und die Verwendung umweltverträglicherer Materialien werden angestrebt. Zur Charakterisierung setzen die Wissenschaftler am MEET eine Vielzahl von Methoden ein. Darunter fallen beispielsweise (*in-situ*)-Röntgenbeugung (XRC), Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Elementanalyse mittels optischer Emissionsspektroskopie (ICP-OES).

Anoden

Bei den Anodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien setzt das MEET diverse Schwerpunkte: Zum einen werden Kohlenstoffe – insbesondere Graphite oder so genannte „Hard Carbons“ – für den Einsatz in Lithium-Ionen-Batterien untersucht. Ziel ist es, die Oberflächeneigenschaften der Kohlenstoffe zu verbessern. Dies geschieht zum Beispiel durch die Behandlung mit Gas oder das Aufbringen von Schutzschichten, wodurch die elektrochemische Leistung optimiert werden soll. Zum anderen

Research

Innovative materials for the batteries of tomorrow

The key to effective and low-cost energy storage are the materials. The scientific challenge is thus to develop high-performance active and inactive materials, identify their optimum function and integrate them successfully into the energy storage device. Work at MEET focuses on the synthesis of new active and inactive materials as well as the analysis of their behaviour in the battery-electrode system and the battery-cell system.

Cathodes

The cathode research team works on the synthesis and characterisation of high-energy cathode materials on the basis of layered oxides and their lithium-rich variants. Cathodes with spinel structure and poly anionic materials are also part of the research agenda. Long-term goals include achieving higher energy densities as well as higher cycling stability and greater safety of cathode materials. Other objectives are reducing costs and finding ways to use environmentally friendlier materials. For characterisation, the scientists at MEET use a large variety of methods. These include (*in-situ*) X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and elemental analysis using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES).

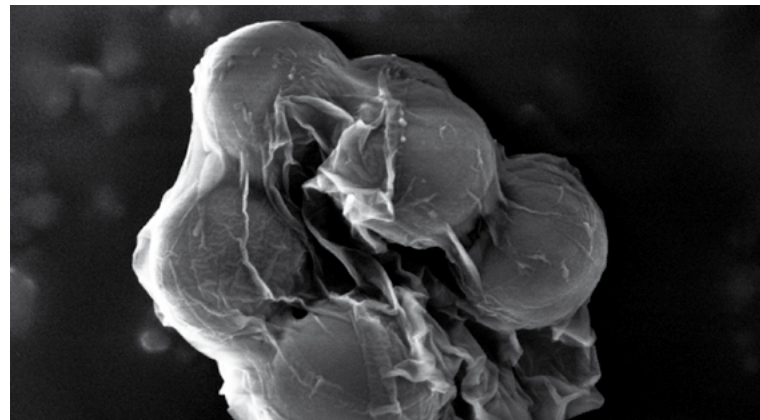
Anodes

With regard to anode materials for lithium-ion batteries, MEET has various main targets. On the one hand, carbons – particularly graphites or so-called “hard carbons” – are being studied with a view to their use in lithium-ion batteries. The aim here is to improve the carbons’ surface properties. This is done, for example, by treating them with gas or applying protective layers to investigate and optimise their electrochemical performance. On the other hand, the scientists are looking at the potential of alloying materials such as silicon as another anode material. Here, the goal is to

Material
im System;
System aus
Materialien



untersuchen die Wissenschaftler Legierungsmaterialien wie Silizium als weiteres Anodenmaterial auf sein Anwendungspotential hin. Hierbei gilt es, auftretende Nachteile – insbesondere die starke Volumenausdehnung der Siliziumpartikel bei der Lithium-Aufnahme – durch verschiedene Ansätze zu unterdrücken. Dazu zählen unter anderem eine gezielte Einbettung der Partikel in eine Kohlenstoffmatrix und geeignete Bindersysteme. Darüber hinaus werden auch Hochleistungsanoden wie Lithiumtitanate weiterentwickelt.



diminish disadvantages – such as the substantial volume expansion of the silicon particles during lithium uptake – by using various approaches. These include the deliberate embedding of the particles in a carbon matrix and the use of suitable binder systems. Additionally, the team is working on the development of high-rate anodes such as lithium titanates.

- › REM-Aufnahme von Graphen-beschichteten Silizium-Nanopartikeln
- › SEM image of graphene-wrapped silicon nanoparticles

100 nm

Separatoren und weitere Inaktivmaterialien

Im Fokus dieses Forschungsfelds steht die Analyse von innovativen Separatoren für Lithium-Ionen-Batterien. Eine besondere Herausforderung liegt darin, den Einfluss der Separatorauswahl auf die Alterung des gesamten Zellsystems zu untersuchen. Die Auswirkungen thermischer Belastung – auch im Zusammenhang mit dem Einsatz von verschiedenen Elektrolyten – wurden bereits intensiv erforscht. Hierbei haben die Wissenschaftler ein Standardverfahren etabliert, um mithilfe einer breiten Methodenpalette neue und gealterte Separatoren zu analysieren. Darüber hinaus arbeitet das Forscherteam an der Charakterisierung neuer keramischer Separatoren im Hinblick auf ihren künftigen Einsatz in Lithium-Ionen-Batterien. Binder, Additive und Stromsammler stehen ebenfalls im Interesse dieses Forschungsfelds.

Separators and other inactive materials

The focus of this field of research is the analysis of innovative separators for lithium-ion batteries. A key challenge here is to examine the influence the choice of separator has on the aging on the entire cell system. The effects of thermal stress – also in connection with the use of different electrolytes – have already been intensively researched. Here, the scientists established a standard procedure for analysing new and aged separators using a broad spectrum of methods. The research team is also working on the characterisation of new ceramic separators with a view to their future use in lithium-ion batteries. Other topics of interest in this field are binders, conductive additives and current collectors.

Elektrolyte

Ein Team am MEET beschäftigt sich in enger Zusammenarbeit mit dem Helmholtz-Institut Münster (HI MS), einem Institutsbereich des Forschungszentrums Jülich, mit dem Elektrolyten – der Komponente, die in der Zelle alles miteinander verbindet. Neben der Untersuchung von ionischer Leitfähigkeit und elektrochemischer Stabilität stehen auch die Grenzflächenreaktionen zwischen dem Elektrolyten und den Elektroden im Fokus. Diese werden u. a. mit Hilfe von in-situ Raman- und in-situ Infrarot-Spektroskopie beobachtet. Für neuartige Materialien sollen bislang nur bedingt geeigneten Elektrolyte durch stabilere Lösungsmittel, Leitsalze und unterschiedliche Additive verbessert werden. Eine besondere Herausforderung liegt in der Entwicklung von Tieftemperatur-Elektrolyten und hochvoltstabilen Verbindungen. Das MEET erreichte bereits die Patentierung zahlreicher Stoffeigenschaften.

Batterien der nächsten Generation

Neben der Arbeit im Feld der Lithium-Ionen-Technologie beschäftigt sich das MEET mit Batterie-Systemen der nächsten Generation – etwa mit Metall-Schwefel oder Metall-Luft-Systemen, speziell auch mit ihren prominentesten Varianten, den Lithium-Schwefel und Lithium-Luft Batterien. Diese Systeme versprechen eine deutlich gesteigerte Energiedichte. Bei der Lithium-Luft-Technologie fokussieren die Aktivitäten vor allem die Entwicklung geeigneter Elektrolyt-Systeme, insbesondere basierend auf ionischen Flüssigkeiten. Aufgrund ihrer herausragenden thermischen und elektrochemischen Stabilität sowie ihrer hohen ionischen Leitfähigkeit sorgen sie für einen optimierten Sauerstofftransport in der Zelle. Gleichzeitig sichern sie, dass sich eine geeignete Schutzschicht – Solid Electrolyte Interphase (SEI) – auf der Lithium-Anode ausbildet. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Erforschung und Formulierung hierarchischer Kohlenstoff-Strukturen für die Luft-Elektrode. Die größten Herausforderungen hinsichtlich der Lithium-Schwefel-Technologie liegen darin, die elektronische Leitfähigkeit Schwefel-basierter Aktivmaterialien zu verbessern und die hohe Löslichkeit der elektrochemisch gebildeten Polysulfide zu unterbinden. Vor diesem Hintergrund entwickelten die Forscher ein verbessertes Kathoden-Material, das bereits zum Patent angemeldet wurde.

Electrolytes

In close collaboration with the Helmholtz Institute Münster, a division of the Forschungszentrum Jülich, a team at MEET investigates the component of the lithium-ion battery that connects everything: the electrolyte. The team's work focuses both on the analysis of ionic conductivity and electrochemical stability and on the interface reactions between the electrolyte and the electrodes, which are observed for example by using in-situ Raman spectroscopy and in-situ infrared spectroscopy. Overall, the team's aim is to improve electrolytes that have so far displayed only limited suitability by using more stable solvents, lithium salts and various additives. Special challenges arise during the development of both low-temperature electrolytes and high-voltage compounds. MEET has already patented a large number of material inventions.

Batteries of the next generation

In addition to working on the current lithium-ion technology, MEET is also engaged in research on battery systems of the so-called “next generation” – lithium-sulphur or metal-air systems, for example, and particularly their most prominent variant, the lithium-air battery. These systems promise to deliver much higher energy density. In the realm of lithium-air technology, research activities at present are focused above all on the development of suitable electrolyte systems, especially those based on ionic liquids. Because of their outstanding thermal and electrochemical stability and their high ionic conductivity, they provide an optimum transport of oxygen within the cell. At the same time they ensure that a suitable protective layer – solid electrolyte interphase (SEI) – is formed on the lithium anode. Additionally, investigations of hierarchical carbon structures for the air electrode is done at MEET. The greatest challenges with regard to lithium-sulphur technology are to improve the electronic conductivity of sulphur-based active materials and to prevent the high solubility of the electrochemically formed polysulphides. The researchers at MEET have developed an improved cathode material that has already been submitted for a patent.

Higher energy densities using metal-air or metal sulphur systems



Das Herz der Batteriezelle: die Elektrochemie

Ein Schwerpunkt der Arbeiten am MEET ist die Analyse der Alterungsprozesse in der Zelle – hervorgerufen etwa durch Lagerung sowie Ladung und Entladung der Batterie. Das Wissen um diese Prozesse erlaubt es, nicht nur die Lebensdauer von Batteriezellen anhand der Elektrochemie der Materialien vorauszusagen. Es können auch Materialmodifikationen vorgeschlagen werden, welche die Lebensdauer verlängern. Darüber hinaus spielt die Sicherheit der Batteriezelle eine wichtige Rolle, die von der Elektrochemie der gewählten Materialkombination bestimmt wird.

Aufgrund der Komplexität des Systems Batterie ist das Methodenportfolio zur Post-mortem-Analytik von gealterten Lithium-Ionen-Zellen am MEET breit aufgestellt. Einen Überblick über mögliche Veränderungen der Oberfläche und Partikelmorphologie von Aktivmaterialien liefert die Rasterelektronenmikroskopie (REM), gekoppelt mit Energiedispersiver Analyse von Röntgenstrahlung (EDX). Die EDX dient dazu, Elementverteilungskarten darzustellen und Elementanalysen durchzuführen. Darüber hinaus steht mit der Photoelektronenspektroskopie (XPS) am MEET eine hochauflösende Methode zu Verfügung, mit der sich die Zusammensetzung der Zellkomponenten analysieren lässt.

Die Thermoanalytik stellt ein weiteres, breites Spektrum an Methoden bereit. Mittels thermogravimetrischer Analyse (TGA) können die Wissenschaftler zum Beispiel Zersetzungs- bzw. Sublimationstemperaturen einzelner Komponenten und deren Masseanteil an der Gesamtkomponente bestimmen. Gekoppelt mit Massenspektrometrie (TGA-MS) und Infrarotspektroskopie (TGA-IR) lassen sich zudem Binder und Separatoren identifizieren. Die dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) liefert Informationen zu endothermen und exothermen Prozessen in Batteriematerialien.

Die Ein- und Auslagerungsprozesse des Lithiums in die Anode bzw. Kathode gehen mit strukturellen Änderungen einher. Mittels Röntgen-Pulverdiffraktometrie (XRD) lassen sich diese Vorgänge verfolgen. Das XRD liefert

The heart of the battery cell: electrochemistry

A major focus of work at MEET is the analysis of aging processes in the cell – those caused by cycling and storage, for example. Knowledge about these processes makes it possible to predict the calendar life of battery cells on the basis of the electrochemistry of the materials. Moreover, material modifications with improved calendar life can be suggested. In addition, the safety of the battery cell plays a key role, which is also largely determined by the selected material combination.

Because battery systems are so complex, a wide range of methods is used at MEET for post-mortem analysis of aged lithium-ion cells. Scanning electron microscopes (SEM) coupled with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) give an overview of possible surface changes and the particle morphology of active materials. EDX serves to create element distribution maps and carry out elemental analysis. With X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), MEET also has at its disposal a high-resolution method of analysing the composition of the cell components.

Thermal analysis provides a wide spectrum of methods. Using thermogravimetric analysis (TGA), the decomposition or sublimation temperatures of individual components and their mass fraction in the system can be determined. By coupling this with mass spectrometry (TGA-MS) and infrared spectroscopy (TGA-IR), binders and separators can also be identified. Dynamic differential scanning calorimetry (DSC) provides information on endothermic and exothermic processes in battery materials.

The intercalation processes of lithium into the anode or cathode are accompanied by structural changes. These processes can be followed using X-ray powder diffractometry (XRD). XRD also provides important information about the formation of impurity phases that can be responsible for the aging of lithium-ion cells.

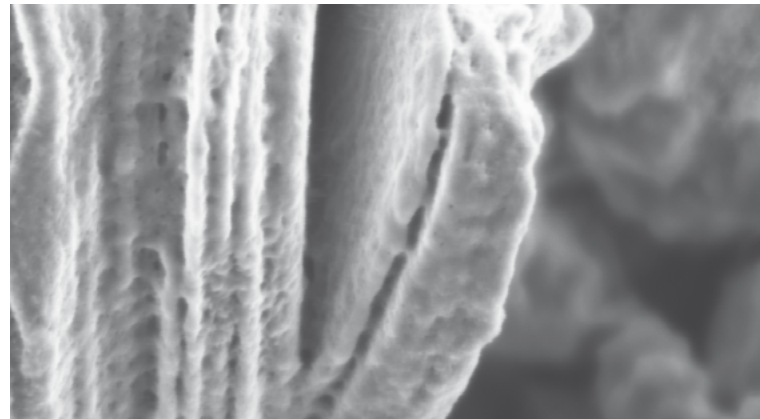
High-tech analysis makes aging processes visible

außerdem wichtige Informationen über die Bildung von Nebenphasen, die für die Alterung der Lithium-Ionen-Zelle verantwortlich sein können.

Zur Aufklärung der Elektrolyt-Alterungsprozesse werden verschiedene chromatographische, spektrometrische und spektroskopische Techniken angewandt: Ionenchromatographie (IC), optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und auch die raffinierte Kopplung der verschiedenen Methoden. Elementinformationen lassen sich mittels IC/ICP-OES (oder IC/ICP-MS) erlangen, Masseninformationen durch die Kopplung von IC mit Elektrospray-Ionisation Massenspektrometrie (IC/ESI-MS).

Für die organischen Bestandteile stehen die Gaschromatographie mit Massenspektrometrie (GC-MS) sowie Headspace-GC-MS zur Verfügung. Elementspezifische Untersuchungen an den Elektrodenmaterialien und Separatoren werden mit ICP-OES, Laser-Ablation ICP-MS und Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) durchgeführt.

*Breites
Methoden-
portfolio zur
Post-mortem-
Analytik*



- › Ein Graphitpartikel einer bei erhöhter Temperatur gealterten Zelle – untersucht im REM
- › Graphite particle of a cell which was aged at elevated temperature – analyzed with SEM

—| 100 nm

To investigate the aging processes of electrolytes, various chromatographic, spectrometric and spectroscopic techniques are used: ion chromatography (IC), inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES), and sophisticated combinations of the different methods. Information on the elements can be obtained using IC/ICP-OES (or IC/ICP-MS); information on the quantity of elements can be acquired by coupling IC with electrospray ionisation mass spectrometry (IC/ESI-MS).

For organic components, gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS) and headspace GC-MS can be used. Element-specific examinations of electrode materials and separators are carried out using ICP-OES, laser ablation ICP-MS and TXRF.





Technologie

Die entscheidende Verbindung: Komponenten und Zellen

Neben leistungsfähigen Materialien sind für das Potential der Batterie das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und das Design der Zelle von entscheidender Bedeutung. Das rund 1.000 Quadratmeter große Technikum bietet mit Trocken- und Reinraum den MEET-Wissenschaftlern die idealen Voraussetzungen, die gesamte Wertschöpfungskette der Zellfertigung darzustellen – vom Rohmaterial bis zur fertigen Zelle.

Elektrodenherstellung im Reinraum

Mit zwei unterschiedlichen Fertigungslinien lassen sich im Reinraum sowohl Elektroden für zylindrische Zellen vom Typ „18650“ sowie für Pouch-Zellen mit einer Kapazität von bis zu fünf Amperestunden herstellen. Zu Forschungszwecken können pro Woche Elektroden für rund 200 Zellen vom Band gehen. Bei der Herstellung arbeiten die Techniker an besseren Mischverfahren für die Materialien, alternativen Techniken der Beschichtung sowie neuen Schneidemethoden.

Zellassemblierung im Trockenraum

Für die Fertigung von sicheren, leistungsfähigen und langlebigen Zellen bietet der Trockenraum am MEET mit einer maximal wasserfreien Atmosphäre eine ideale Umgebung. Bei einer Größe von 100 Quadratmetern weist er einen gleichverteilten Taupunkt von minus 65 Grad Celsius auf. Dies entspricht einer relativen Feuchte von 0,02 Prozent. In dieser Qualität ist der Raum deutschlandweit führend und ermöglicht Batterieforschung auf höchstem Niveau. Um dies zu gewährleisten, wird die Luft in einem aufwendigen Verfahren über ein Silicagel-Trockenrad entfeuchtet und mit einem Taupunkt von minus 95 Grad Celsius wieder in den Raum eingebracht. Im Fertigungsprozess arbeiten die Techniker an der Verfahrensoptimierung zur Stapelung der Zell-Komponenten, der Abdichtung der Zellkörper sowie der präziseren Elektrolytbefüllung.

Technology

The decisive connection: components and cells

Alongside high-performance materials, the interplay of the individual components and the design of the cell are of crucial importance for the battery's potential. With its dry room and clean room, the technical center, around 1,000 square metres in size, gives the MEET scientists ideal conditions for working on the entire value chain of cell production – from the raw material to the finished cell.

Electrode production in the clean room

Two different assembly lines in the clean room enable the production of electrodes for cylindrical cells of the type “18650” and pouch cells with a capacity of up to ten ampere-hours. For research purposes, electrodes for around 200 cells can be produced per week. During production, the technicians work on better mixing procedures for the materials, alternative coating techniques and new cutting methods.

Cell assembly in the dry room

The dry room at MEET, with its almost completely water-free atmosphere, provides an ideal environment for the production of safe, high-performance, long-life cells. One hundred square metres in size, it has an equally distributed dew point of minus 65 degrees Celsius. This corresponds to a relative humidity of 0.02 percent. In this regard, the room is top in Germany and allows battery research at the highest level. To ensure this low humidity, moisture is extracted from the air using a silica-gel desiccant wheel in a complex procedure, then reintroduced to the room with a dew point of minus 95 degrees Celsius. During the manufacturing process, the technicians work to optimise procedures for stacking cell components, sealing the cells and more precise injection of electrolytes.

Cell manufacture
at the highest
technical
standard

Infrastruktur

Moderne Laborausstattung trifft wissenschaftliches Know-how

Nachdem der offizielle Startschuss für das Vorhaben MEET im September 2009 gefallen war, konnte das Team Anfang 2011 ein eigens für die Batterie-forschung errichtetes Gebäude beziehen. Das Zentrum entstand aufgrund der modularen Bauweise nach nur siebenmonatiger Bauphase. Es umfasst auf drei Etagen eine Brutto-Grundfläche von 4.500 Quadratmetern. Das entspricht einer Nutzfläche von rund 2.500 Quadratmetern auf denen geforscht und experimentiert, gelernt und gelehrt werden kann.

MEET zeichnet sich aus durch eine hochmoderne Ausstattung an Geräten, Technik und Labors. Dazu gehören Instrumente zur Analyse von Elektrolyten sowie Aktiv- und Inaktivmaterialien, Geräte für optische und spektroskopische Verfahren sowie Einrichtungen zur Partikel- und thermischen Analytik. Darüber hinaus gibt es Labore zur Polymer-, Elektrolyt- und Partikelsynthese mit Syntheseöfen, die Temperaturen von bis zu 3.000 Grad Celsius liefern. Mit seinen Zyklierern verfügt das MEET zudem über rund

Infrastructure

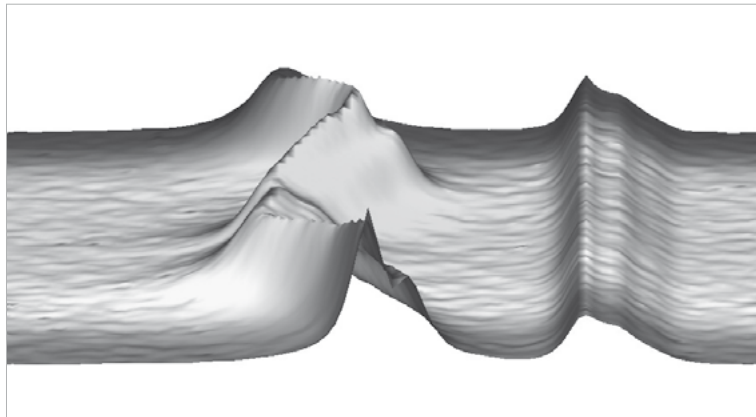
Modern laboratory facilities meet scientific know-how

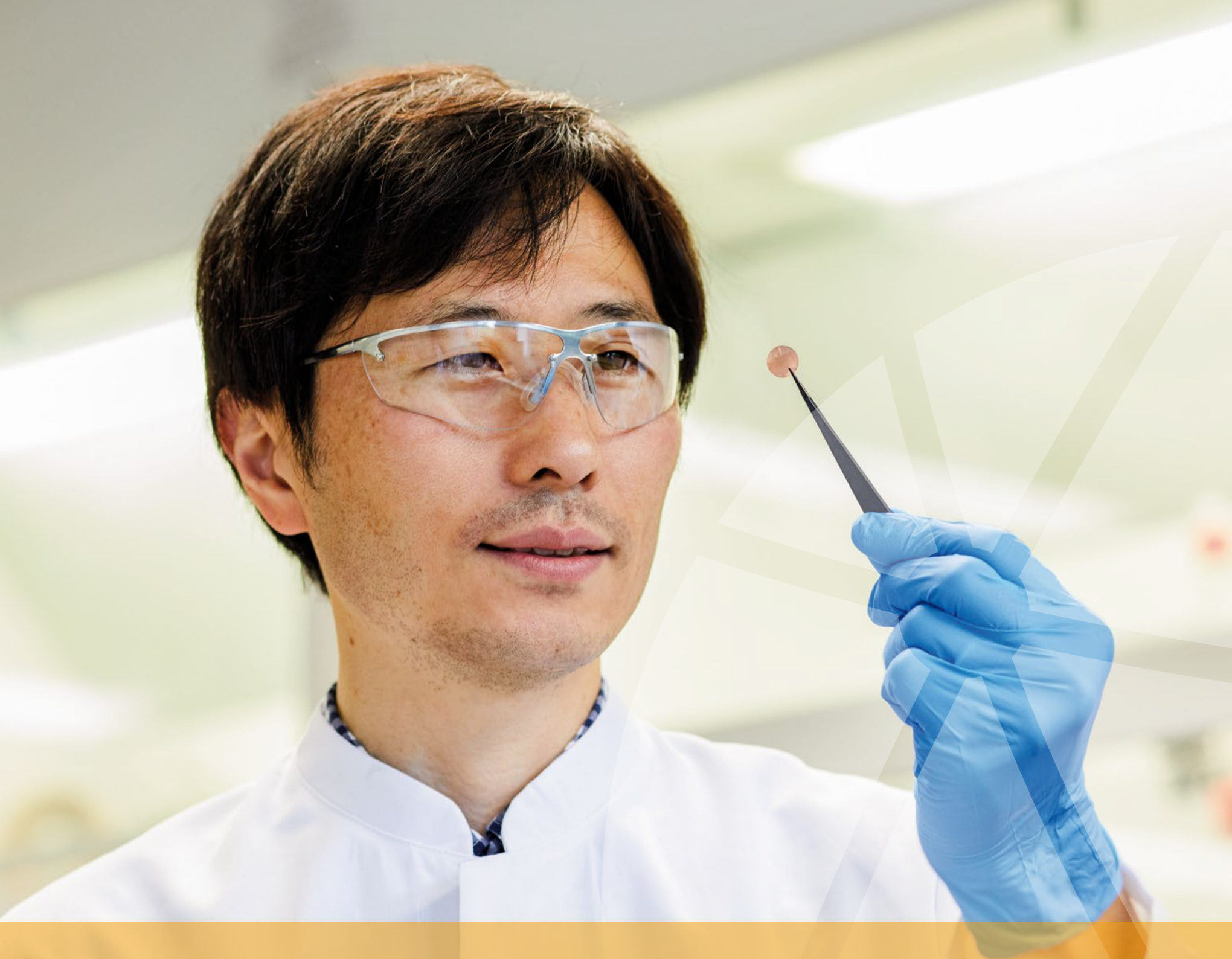
After the official kick-off was given for the MEET project in September 2009, the team was able to move into a building especially designed for battery research at the start of 2011. Owing to its modular construction, the center was built in just seven months. It has a gross floor area of 4,500 square metres over three storeys. That means a usable floor area of around 2,500 square metres for research and experiments, learning and teaching.

MEET has outstanding state-of-the-art equipment, technology and laboratories. This includes instruments for analysing electrolytes and active and inactive materials, devices for optical and spectroscopic procedures, and facilities for particle and thermal analysis. In addition, there are laboratories with synthesis furnaces providing temperatures of up to 3,000 degrees Celsius for synthesising polymers, electrolytes and particles. With its battery cyclers, MEET also has about 1,500 channels

- › Untersuchung eines Kathodenmaterials mittels *in-situ* Röntgenbeugung
- › Study of a cathode material via *in situ* X-Ray Diffraction

Eine kreative
Umgebung
fördert
innovative Ideen





1.500 Kanäle, mit denen Zellen bis zu 20 Ampere getestet werden können sowie 20 weitere Kanäle für Zellen bis zu 400 Ampere und Temperaturbereiche von minus 40 bis plus 90 Grad Celsius. Angefangen vom Rohmaterial bis zur fertigen Zelle kann das Wissenschaftler-Team somit alle Komponenten der Batterie untersuchen und auswerten.

Darüber hinaus profitiert das MEET vom wissenschaftlichen Netzwerk vor Ort. So bestehen inneruniversitäre Kooperationen über den Fachbereich Chemie und Pharmazie hinaus – zum Beispiel mit dem Institut für Materialphysik. Ziel ist es, durch den engen Austausch einen ganzheitlichen Forschungsansatz zu entwickeln und so innovative Ideen und Synergien zu fördern.

Finanzierung

Den Aufbau von MEET haben folgende Institutionen finanziell unterstützt:

- › 7,5 Millionen Euro investierte die Universität Münster.
- › Das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen ermöglichte im Rahmen des aus dem EFRE kofinanzierten operationellen Programms für NRW, dem so genannten „NRW Ziel 2-Programm“, den batteriespezifischen Labor- und Technikumsausbau mit 6,5 Millionen Euro.
- › Das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen förderte den Aufbau von MEET mit 4,3 Millionen Euro. Darunter fällt die Anschaffung von Geräten genauso wie eine Anschubfinanzierung für den Start.
- › Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie unterstützte den Ausbau von Laborausstattung und Trockenraum mit 3,4 Millionen Euro.

Im Rahmen von öffentlich geförderten Forschungsprojekten erhält MEET außerdem finanzielle Zuwendungen von den oben genannten Einrichtungen sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, der Europäischen Union sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

with which cells of up to 20 amperes can be tested, and 20 other channels for cells of up to 400 amperes, as well as temperature-controlled ranges from minus 40 to plus 90 degrees Celsius. The team of scientists can thus analyse and evaluate all the battery components, from the raw materials to the finished cell.

MEET also benefits from the scientific and academic network at its door. It cooperates not only with the chemistry and pharmacy faculties, but also with other areas within the university – for example, the faculty for material physics. The aim is to develop a holistic research approach through a close exchange and thus foster innovative ideas and synergies.

Financing

The following institutions have given financial support to found MEET:

- › *Münster University invested 7.5 million euros.*
- › *The Ministry for Economic Affairs, Energy, Building, Housing and Transport of the State of North Rhine-Westphalia made it possible to equip the laboratories and technical center for battery-specific purposes by contributing 6.5 million euros as part of the operational programme for North Rhine-Westphalia, the “NRW Ziel 2-Programm”, which is co-financed by funds from the ERDF.*
- › *The Ministry of Innovation, Science and Research of the State of North Rhine-Westphalia sponsored the establishment of MEET with 4.3 million euros. This included the acquisition of equipment and start-up financing for the launch.*
- › *The German Federal Ministry of Economics and Technology provided 3.4 million euros to help finance laboratory equipment and the construction of the dry room.*

MEET also receives financial assistance from the above-named institutions as well as the German Federal Ministry of Education and Research, the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, the European Union and the German Research Foundation (DFG), within the framework of publicly funded research projects.

Part of the scientific network in Münster

Kooperationen

Kompetenter Partner für Wissenschaft und Industrie

Keine Wissenschaft im Elfenbeinturm – MEET versteht sich als Brückenbauer zwischen Grundlagenforschung und praktischer Anwendung. Daher wird sowohl eng mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen als auch Partnern aus der Industrie sowie kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) zusammengearbeitet. Gemeinsame Projekte und Forschungsk Kooperationen gibt es mit deutschen und internationalen Universitäten sowie der Helmholtz-Gemeinschaft und der Fraunhofer-Gesellschaft. Darüber hinaus hat MEET ein Netzwerk mit Firmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette geknüpft – vom Rohmateriallieferanten bis zum Anwender. Darunter sind sowohl namenhafte Zell- und Materialhersteller als auch Zulieferer- und Automobilkonzerne.

*MEET –
die Brücke
zwischen
Wissenschaft
und Industrie*

MEET ist allerdings nicht nur im Rahmen von Forschungsk Kooperationen aktiv, sondern bietet – als spezielle Forschungsinfrastruktur – auch und insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen anwendungsnahe Forschungsdienstleistungen an:

- › Alterungstests: In-operando- und Post-mortem-Analyse an Lithium-Ionen-Zellen
- › Sicherheitstests: Bestimmung der elektrischen, mechanischen und thermischen Sicherheit von Zellen
- › Analyse von Batteriematerialien (chemisch, physikalisch, elektrochemisch)
- › Beratung bei Technologieeinführungen
- › Technologiefeldanalysen

Partner für KMU

Nutzen Sie Infrastruktur und Know-how am MEET. Wir übernehmen Forschungsaufträge wie Analyse- und Messarbeiten und beraten Sie gerne!

Partnerships

Competent partner for science and industry

MEET does not work in an ivory tower – it aspires to build bridges between fundamental research and practical application. It therefore works together closely with other scientific institutions and partners from industry, as well as small and medium-sized companies. There are joint projects and cooperative ventures with German and international universities as well as with the Helmholtz Association and the Fraunhofer-Gesellschaft. MEET has also built up a network with companies all along the production chain – from raw material suppliers to end users. These include well-known cell and material manufacturers as well as suppliers and automobile plants.

MEET is not just active in research cooperation, but also provides its infrastructure companies – particularly small and medium-size companies – with a range of applied research services:

- › Aging tests: in-operando and post-mortem analysis of lithium-ion cells
- › Safety tests: evaluation of the electrical, mechanical and thermal safety of cells
- › Analysis of battery materials (chemical, physical, electrochemical)
- › Consulting about the introduction of new technologies
- › Technology analysis

Partner for small and medium-sized companies

Make use of the infrastructure and know-how at MEET! Among other things, we provide analysis and measurement research services, and are always happy to consult you.



MEET – Münster Electrochemical Energy Technology
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Corrensstr. 46
48149 Münster

Phone +49 251 83-36031
Fax +49 251 83-36032

meet.info@uni-muenster.de
www.uni-muenster.de/MEET

Gestaltung: goldmarie design
Fotos: Judith Kraft
NRW.BANK, Christian Lord Otto (S.o2)
Druck: Thiekötter Druck GmbH & Co. KG
September 2017