

**Nationale Bildungskonferenz  
Elektromobilität 2011  
Ulm, 29.06.2011**

**Integration der Batterietechnologie in  
Studienangebote der RWTH Aachen**

**Dr. Matthias Leuthold, Prof. Dr. Dirk Uwe Sauer**  
email: [sr@isea.rwth-aachen.de](mailto:sr@isea.rwth-aachen.de)

**Professur für Elektrochemische Energiewandlung  
und Speichersystemtechnik**

Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA)

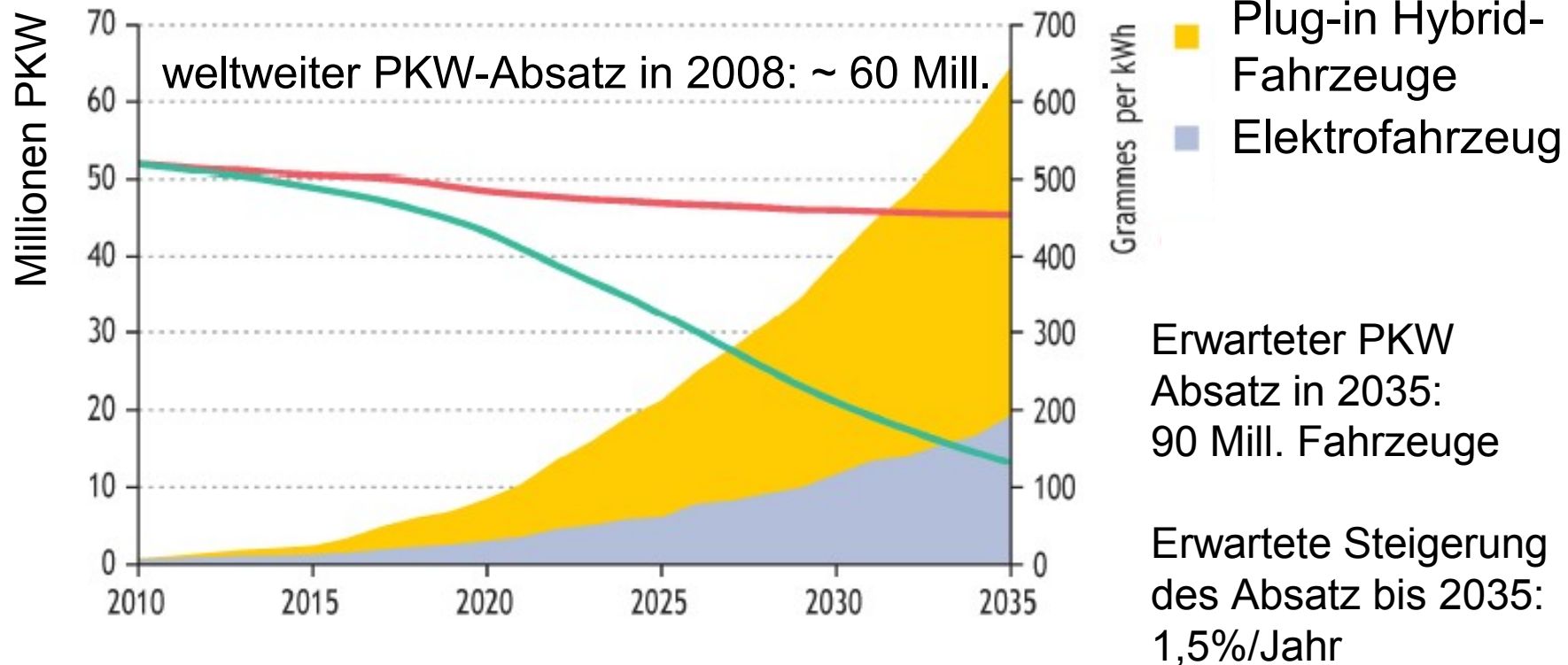
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen)

## Herausforderung

- **Ausbildung einer ausreichenden Zahl von Ingenieuren mit einem umfassenden Verständnis von Batterien**
- **Integration des Themas Batterie in die Ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge**
- **Aufbau von interdisziplinärer Kompetenz für Batteriespezialisten**

# A fundamental shift in transport technology is needed

Sales of electric & plug-in hybrid vehicles in the 450 Scenario & CO<sub>2</sub> intensity in the power sector by scenario

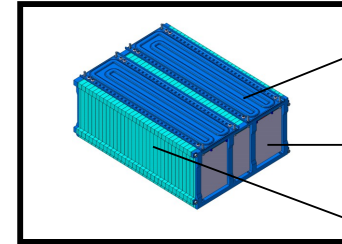


*Advanced vehicles, which represent 70% of new car sales by 2035, make a big contribution to emissions abatement, underpinned by a dramatic decarbonisation of the power sector*

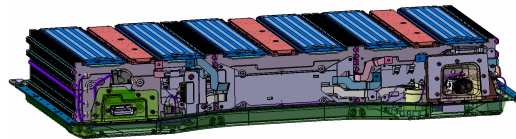
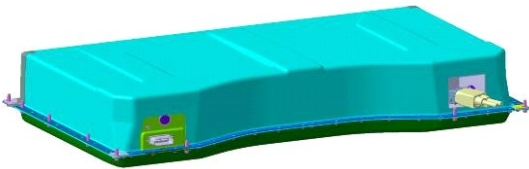
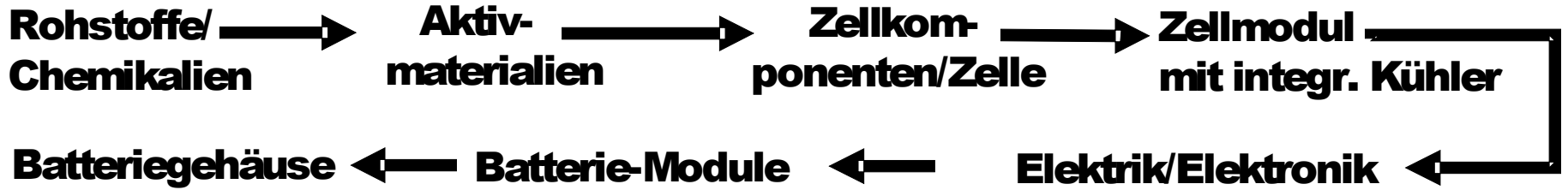
## Fakten

- ca. 6 Millionen Fahrzeuge werden pro Jahr in Deutschland produziert
  - Weltweite Produktion 60 – 70 Millionen Fahrzeuge / Jahr
  - Wertschöpfungsanteil im Elektrofahrzeug durch die Batterie wird zwischen 30 und 50% liegen
- Riesiger Bedarf an Fachkräften

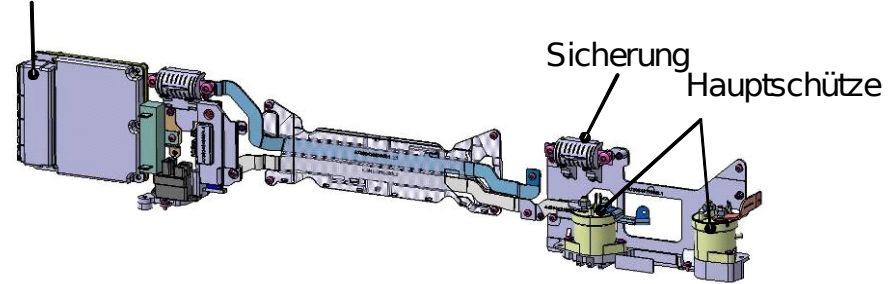
# Wertschöpfungskette Batterietechnik



Kühler  
Mechanik  
Zellen



Batteriemanagementsystem

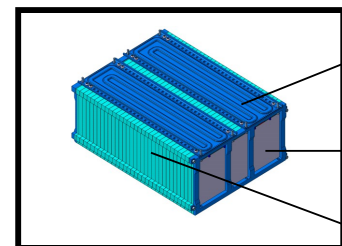


Sicherung  
Hauptschütze

## Viele Disziplinen müssen zusammen arbeiten

- Materialforschung
- Chemie/Elektrochemie
- Physik
- Informatik
- Produktionstechnik und Produktionssystematik (Maschinenbau & Verfahrenstechnik)
- Fahrzeugbau
- Energietechnik
- Elektrotechnik und Informationstechnik
  
- Recycling

# Schwerpunkt – Materialforschung bis Zellproduktion



Kühler  
Mechanik  
Zellen

**Rohstoffe/  
Chemikalien**



**Aktiv-  
materialien**



**Zellkom-  
ponenten/Zelle**



**Zellmodul  
mit integr. Kühler**



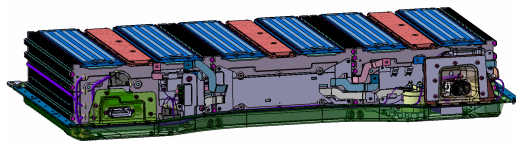
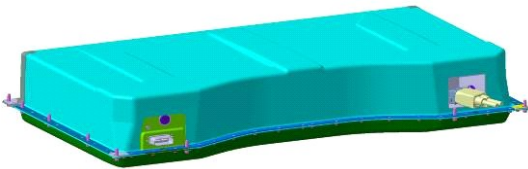
**Batteriegehäuse**



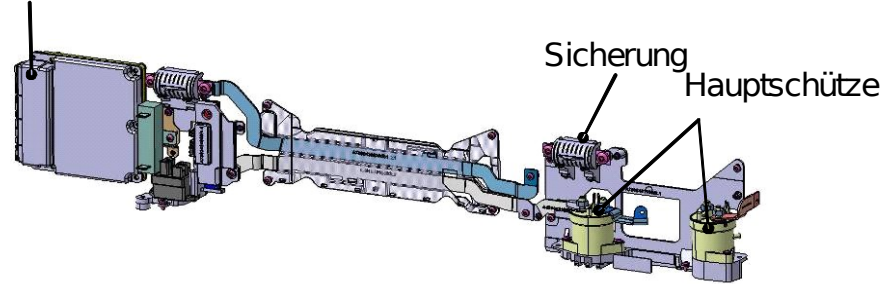
**Batterie-Module**



**Elektrik/Elektronik**

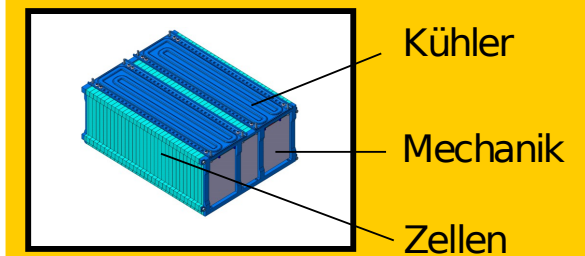


Batteriemanagementsystem





# Schwerpunkt – Zellmodule bis Anwendungsintegration



**Rohstoffe/  
Chemikalien**



**Aktiv-  
materialien**



**Zellkom-  
ponenten/Zelle**



**Zellmodul  
mit integr. Kühler**



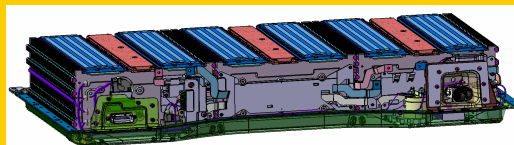
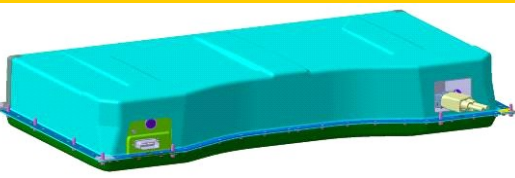
**Batteriegehäuse**



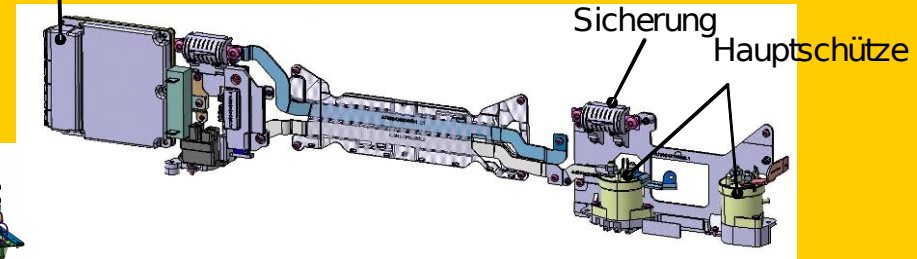
**Batterie-Module**



**Elektrik/Elektronik**

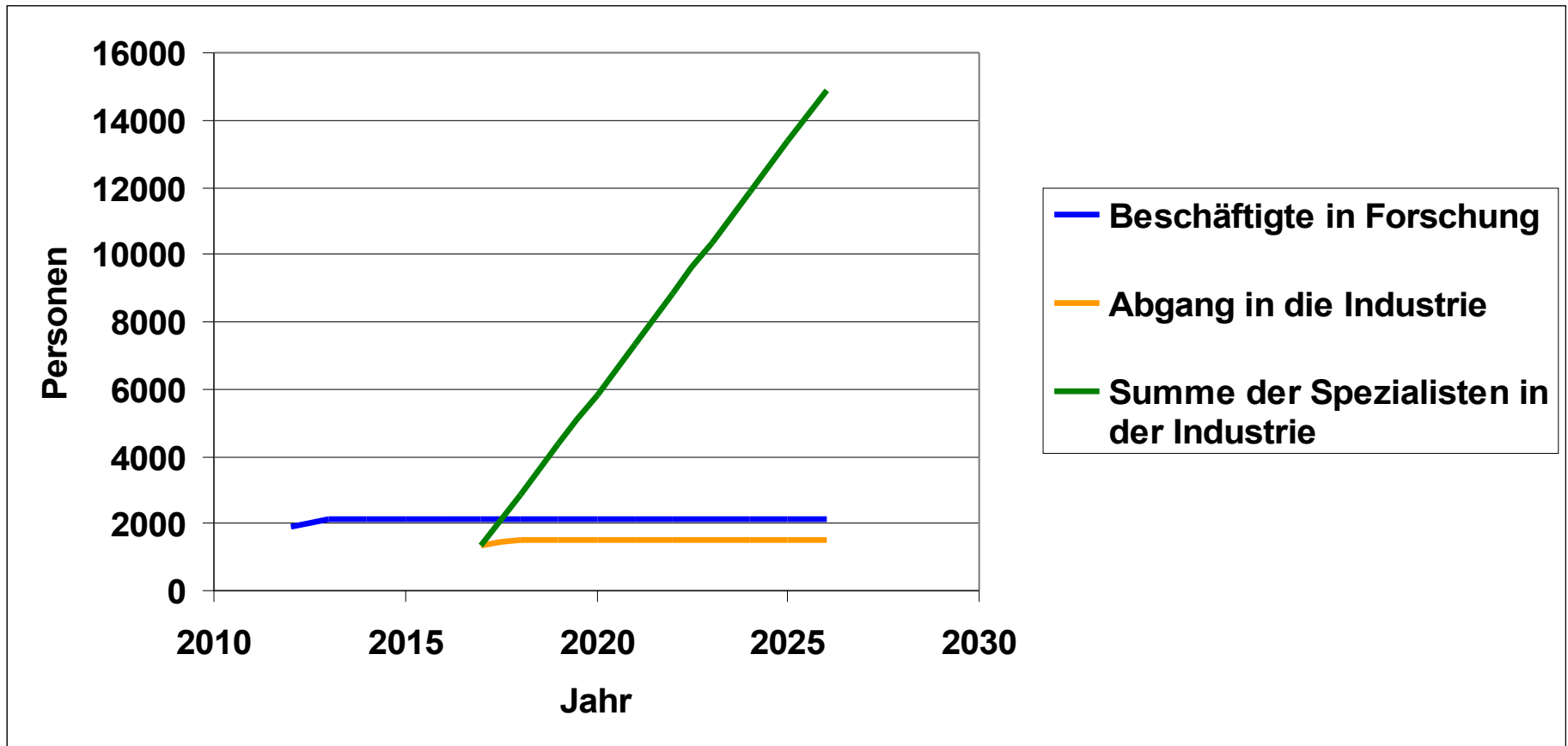


Batteriemanagementsystem





# Ausbildung qualifizierter Entwickler für die Industrie braucht eine solide personelle Grundlage im F&E-Bereich



Idealisierte Annahmen: 30% Personal in Forschungseinrichtung dauerhaft, 70% mit Verweildauer von 5 Jahren, dann Wechsel in Industrie

## Personalbedarf und Finanzbedarf im F&E-Sektor

<b>Grundlagenforschung</b>	<b>350</b>
<b>Materialentwicklung</b>	<b>350</b>
<b>Zellentwicklung</b>	<b>350</b>
<b>Zellproduktionstechnik</b>	<b>400</b>
<b>Batteriesystementwicklung</b>	<b>400</b>
<b>Batteriepackproduktionstechnik</b>	<b>300</b>

- Anzahl der Forscher und Entwickler in allen Teilen der deutschen Forschungslandschaft (Hochschulen, Helmholtz-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, freie Institute, etc.) in den verschiedenen Bereichen der Wertschöpfungskette
- Notwendige Zahlen zur Deckung des mittelfristigen Bedarfs an Fachkräften !
- ➔ Finanzbedarf: rund 380 Mill. € / Jahr (Personal inkl. Infrastruktur)

# Ausbildungsangebote an der RWTH Aachen

- Bachelor/Masterstudiengänge
- Promotion
- Berufliche Weiterbildung

# Professur für „Elektrochemische Energiewandlung und Speichersystemtechnik“

- erste Professur an deutschen Universitäten mit alleiniger Ausrichtung auf Batteriesystemtechnik in 2003 als Juniorprofessur eingerichtet
- eingebunden in die Fachgruppe „Elektrische Energietechnik“ der Fakultät „Elektrotechnik und Informationstechnik“
- Umwandlung in dauerhafte Universitätsprofessur in 2009
- Arbeitsgruppe heute gut 40 Wissenschaftler und Ingenieure und rund 60 Studierende (Bachelor/Master/Diplomarbeiten, HiWi / WiHi)
- Schwerpunkt: Systemtechnik und Systemintegration für und von Batterien

## Bachelor / Masterstudiengang

- **Bachelor of Science - Elektrotechnik, Informationstechnik und Technische Informatik**
  - Breite Grundausbildung der Elektrotechnik u.a. mit Vertiefungsrichtung „Elektrische Energietechnik“
  - Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematik & Physik und Informationstechnik
  - Bachelorarbeit mit wählbarem Thema, z.B. zur Elektromobilität, Batterien oder Energiespeicher
  
- **Masterstudiengang - Elektrotechnik, Informationstechnik u. Technische Informatik – Schwerpunkt Energietechnik**
  - Integrale Ausbildung in den Bereichen Energienetze, Hochspannungstechnik, Elektrische Antriebe, Leistungselektronik, Control- und Regelungstechnik sowie Energiespeicher

# Masterstudiengang Elektrische Energietechnik – Schwerpunkt Energiespeicher / Batteriesystemtechnik

- **Durch gezielte Schwerpunktsetzung im Master umfassende Ausbildung im Bereich Energiespeicher und Batteriesystemtechnik**
  - **2 Veranstaltungen im Hauptfachkatalog**
    - **Energiespeichertechnologien (V2Ü1), 4 CP**
    - **Batteriespeichersystemtechnik (V2Ü1), 4 CP**
  - **Ringvorlesung „Integration erneuerbarer Energien“ (V2Ü1), 4 CP**
  - **Seminar „Batterien, Brennstoffzellen, Energiespeicher“ (S4), 4 CP**
  - **Industriepraktikum in Unternehmen, die sich mit Speichersystemen beschäftigen, 18 CP**
  - **Masterarbeit zu einem Thema der Batteriesystemtechnik oder Energiespeichern, 30 CP**
  - **Parallel Tätigkeiten als HiWi möglich**
- ➔ **64 CP von 120 CP mit Schwerpunkt Energie/Batteriespeicher**

**... insgesamt aber auch breite Ausbildung, so dass die Absolventen eine gutes Systemverständnis für Elektrische Energietechnik haben**



# Integration der Vorlesung zu Energiespeichern und Batteriesystemtechnik in weitere Studiengänge

- Bachelorstudiengang „Mobilität“
- Masterstudiengang „Nachhaltige Energien“
- Masterstudiengang „Wirtschaftsingenieurwesen Elektrische Energietechnik“
- Internationaler Masterstudiengang „Power Engineering“

Ziel ist es, den Studierenden die relevanten Fragestellungen und Grundlagen der Integration und Nutzung von Energie- und Batteriespeichern als Teil der Systemkompetenz zu vermitteln

## Promotion - Ingenieurspromotion

- **Dauer 5 Jahre**
- **Umfassende fachliche Ausbildung inkl. Systemintegration**
- **Projektarbeit in Industrieprojekten und akademischen Projekten**
- **Bezahlung nach TVL 13, volle Stelle**
  
- **Batterietechnik ist eine Erfahrungswissenschaft**
- **Ausbildung und Sammlung von Erfahrung braucht Zeit**
  
- **Die Promotion ermöglicht die interdisziplinäre Weiterbildung in einem interfakultativen Team**
- **Stellen in der Regel projektgebunden (oft kurze Projekte !)**
- **Intensive Zusammenarbeit auch mit andere Instituten an der eigenen Hochschule und anderen F&E-Einrichtungen**

## Berufliche Weiterbildung

- **Weiterbildungsseminare und Konferenzen für den Wissens- und Know-how-Transfer**
  - 2 – 5 Tage-Veranstaltungen



KRAFTWERK Batterie  
BATTERIETAG NRW

- **Organisation zum Teil über „Haus der Technik“ in Essen – Außeninstitut der RWTH Aachen**



### HAUS DER TECHNIK

Außeninstitut der RWTH Aachen  
Kooperationspartner der Universitäten Duisburg-Essen  
Münster - Bonn - Braunschweig

**Deutscher Weiterbildungspreis**  
Informationen zur Preisverleihung...



**Hotelreservierungsservice**  
Auch kurzfristig in Messezeiten...



- **Seminare für Unternehmensinterne Weiterbildung (1 – 10 Tagesprogramme)**

# Berufliche Weiterbildung



- **Berufsbegleitender Masterstudiengang Energiewirtschaft**  
(Organisation Haus der Technik, gemeinsamer Master der Universität Münster und der RWTH Aachen)
- **Die Ziele und Zielgruppen**
  - Zielgruppe sind einerseits Ingenieure und Ingenieurinnen, Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen aus der Energiebranche und der Energie nutzenden Wirtschaft. Der Studiengang ist in seiner fachübergreifenden Anlage andererseits auch für Betriebswirte, Volkswirte und Juristen geeignet.
  - Führungsnachwuchskräfte, die eine Karriere in energiebestimmten Tätigkeitsfeldern der Industrie oder in der Energiewirtschaft anstreben und ihre Kenntnisse und Erfahrungen auf wissenschaftlicher Grundlage praxisorientiert weiterentwickeln wollen.
  - Führungskräfte mit Erfahrung, die als Leistungsträger ihre Kenntnisse in Management und Energiewirtschaft vertiefen möchten und noch einmal eine neue Herausforderung suchen.
- **Energiespeicher und Elektromobilität sind Teil des Programms**

# Berufliche Weiterbildung

- **Berufsbegleitende Weiterbildung zu Themen der Elektromobilität an der RWTH Aachen**
  - **Programm in Vorbereitung**
  - **Module zu allen Aspekten der Elektromobilität**
    - **Antriebsstrang**
    - **Produktionstechnik**
    - **Mobilitätskonzepte**
    - **Batterietechnik**

## Notwendiger Ausbau der Kapazitäten

- **Aktuell werden alle MitarbeiterInnen im Wesentlichen über Forschungsprojekte finanziert.**
  - **Für die qualifizierte Ausbildung auf allen Ebenen werden MitarbeiterInnen mit langjähriger Erfahrung im akademischen Mittelbau benötigt.**
  - **Dafür ist die Schaffung entsprechender Stellen dringend notwendig.**
- ➔ Nur dann kann auch die zentrale Aufgabe der qualifizierten beruflichen Weiterbildung für den immensen Bedarf an Fachkräften im Bereich Batteriespeicher und Antriebsstrang erfüllt werden.**



## Zusammenfassung

- Ziel ist die Integration der Ausbildung zu den Themen Energiespeicher und Batteriesystemtechnik in die breit angelegten Standardstudiengänge.
- Batteriesystemtechnik kann nur innovativ und erfolgreich sein, wenn auch ein tiefes Verständnis zu den Anwendungsgebieten vorhanden ist.
- Ausreichender Tiefgang kann nur durch die Anfertigung von Abschluss- und Promotionsarbeiten erreicht werden.
- Promotion ermöglicht die eigentliche Ausbildung zu einem Speicher/Batteriespezialisten mit breitem Überblick auch in die Anwendungsgebiete.
- Berufliche Weiterbildung betreiben wir seit vielen Jahren.
- Angebote werden ausgeweitet – teilweise als Weiterbildungsveranstaltungen, teilweise mit dem Ziel von akademischen Abschlüssen