

---

# Produktionskompetenzen für die E-Revolution

---



Prof. Dr.-Ing. Achim Kampker  
Lehrstuhl für Produktionsmanagement, WZL  
RWTH Aachen

Nationale Bildungskonferenz  
Elektromobilität 2011

Ulm, 28. Juni 2011

# Die Auswirkungen der Elektromobilität auf die Produktionsprozesse sind vielfältig – Neue Produktionskompetenzen sind notwendig

## 1 Neue Wertschöpfungsstrukturen

- Wie lassen sich Elektrofahrzeuge in die Produktionsstrukturen integrieren?
- Wie verändert sich die Zuliefererstruktur?

## 2 Neue Produktionstechnik

- Welche Herstellungsschritte erfordern neue Produktionstechnik?
- Welche Kernkompetenzen sind zukünftig erforderlich?

## 3 Neue Fahrzeugkonzepte

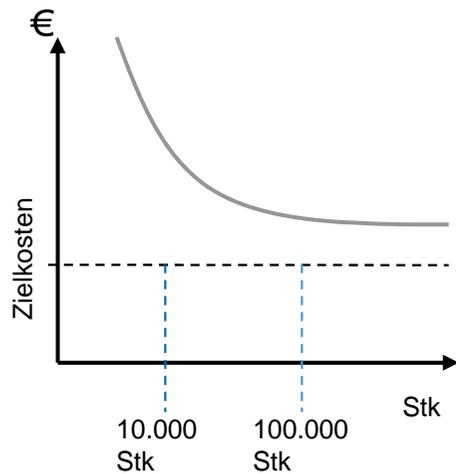
- Welche Potenziale bietet das „Purpose-Design“ von Elektrofahrzeugen?
- Wie lässt sich wirtschaftlicher Leichtbau realisieren?

## 4 Neue Wettbewerber

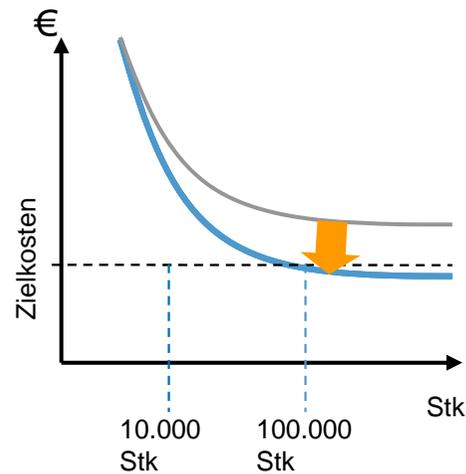
- Werden chinesische Automobilhersteller den Markt erobern?
- Welche Chance haben Fahrzeuginitiativen im Wettbewerb?

Quelle: [www.7-forum.com](http://www.7-forum.com)

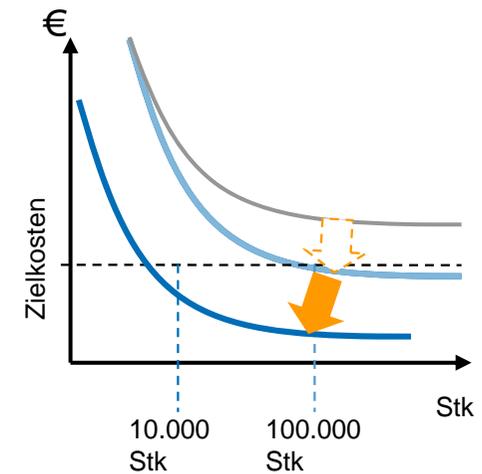
# Um ökonomische Ziele der Elektromobilität zu erreichen, bedarf es eines Strukturbruchs in der Produktion



**Skaleneffekte**



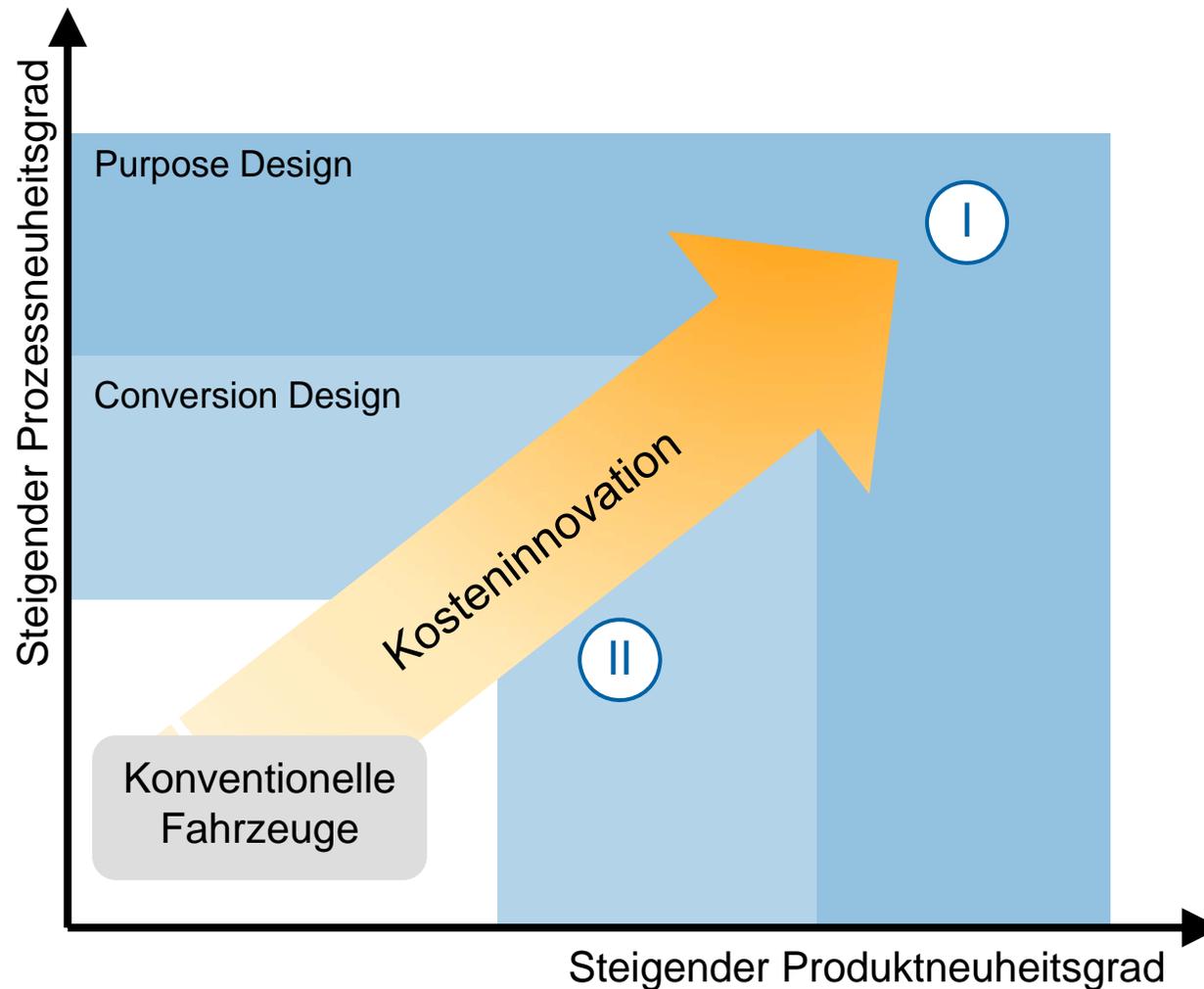
**Schneller Lernen und  
Strukturen anpassen**



**Kosteninnovation  
„Zielkosten ab Stückzahl 1“**

Die Herausforderung liegt darin, Kosteninnovationen für Produkt und Produktion zu identifizieren.

# Purpose Design ist ein Befähiger für Kosteninnovationen in der E-Fahrzeugproduktion



**I** **Neue Karosseriestruktur - Purpose Design -**

- Änderung der gesamten Karosserie
- Neue Antriebsstrangkonzeppte
- Neue Ergonomie und Bedienkonzepte
- „Echte“ Innovationen



Neugestaltung der Karosserie

**II** **Konventionelle Karosseriestruktur - Conversion Design -**

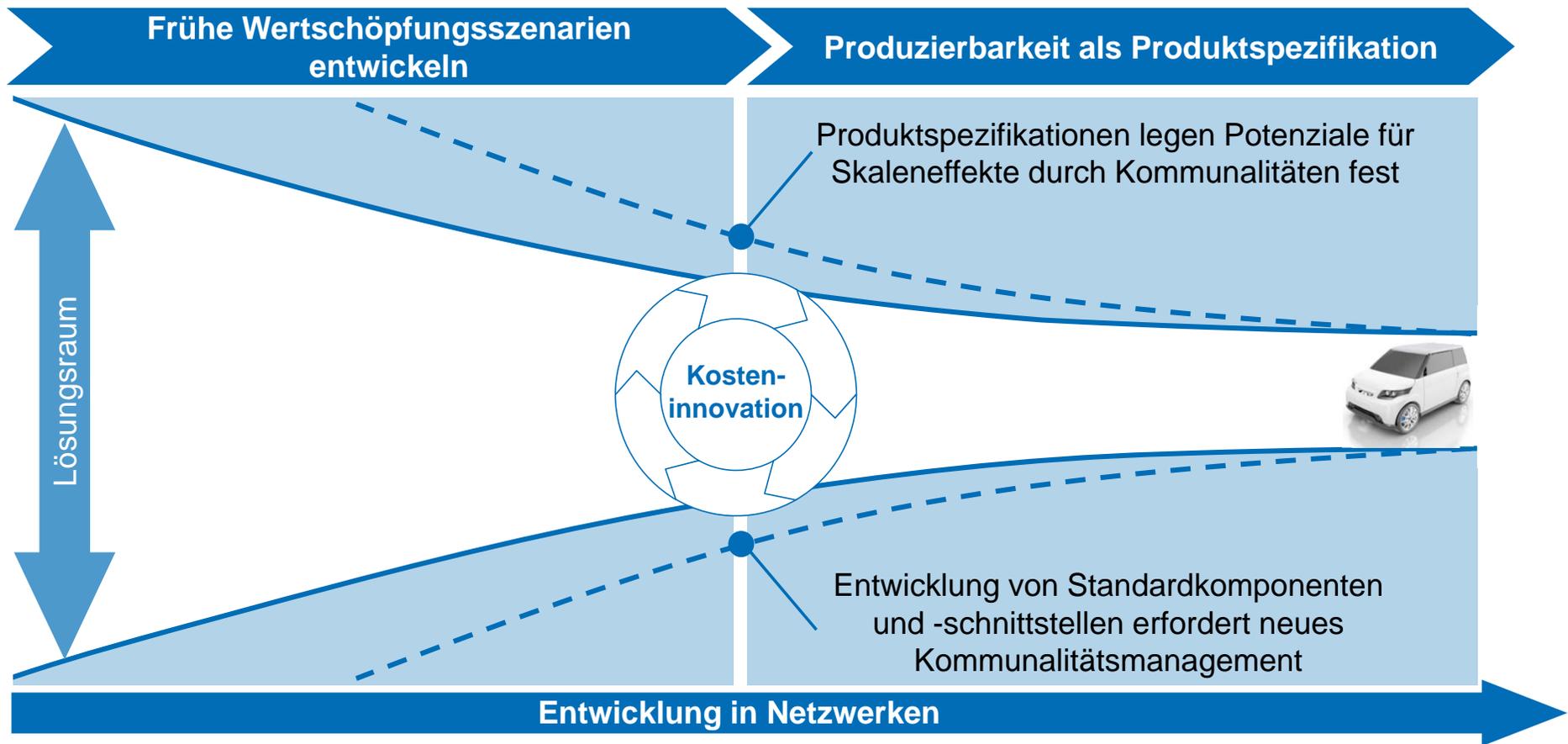
- Änderung des Antriebsstrangs
- Keine zusätzlichen Funktionalitäten
- Keine Vorteile durch Ergonomie
- Keine „echte“ Innovation

Beispiele:

- Smart Fortwo Electric Drive
- Mini E

Die bestehende Karosseriestruktur wird beibehalten

# Purpose Design in der E-Fahrzeugproduktion kann nur durch eine integrierte Produkt- und Prozessentwicklung realisiert werden

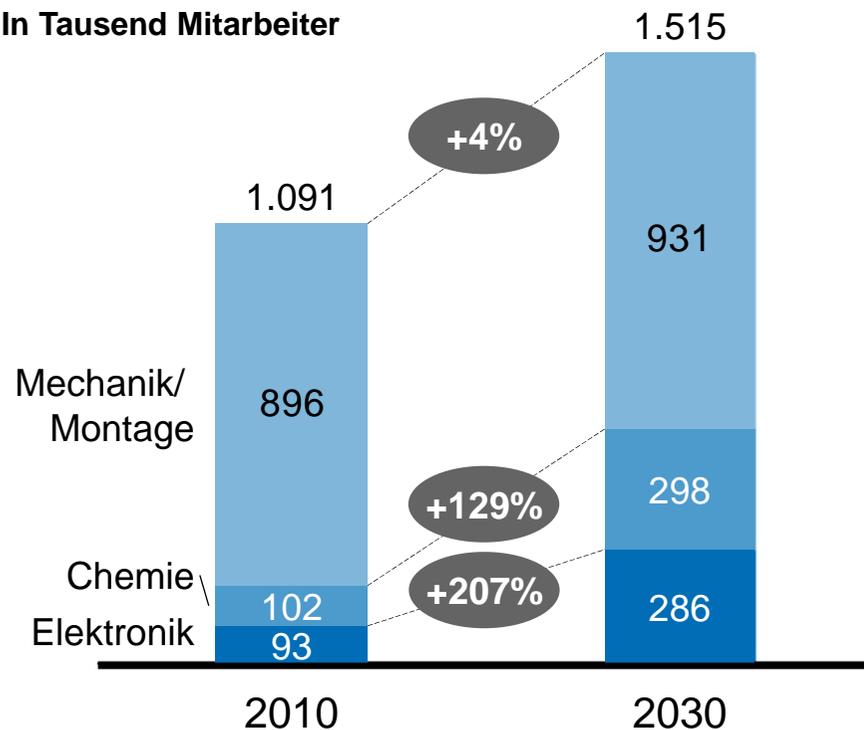


Die Integrierte Produkt- und Prozessentwicklung dient als Hilfsmittel zur wirtschaftlichen Produktion von Elektrofahrzeugen.

# Vom Mechaniker zum „Me-Chem-Troniker“ - Die neuen Antriebstechnologien bedingen eine Erweiterung der Kompetenzen

## Mitarbeiter in der Antriebsstrang-Industrie

In Tausend Mitarbeiter



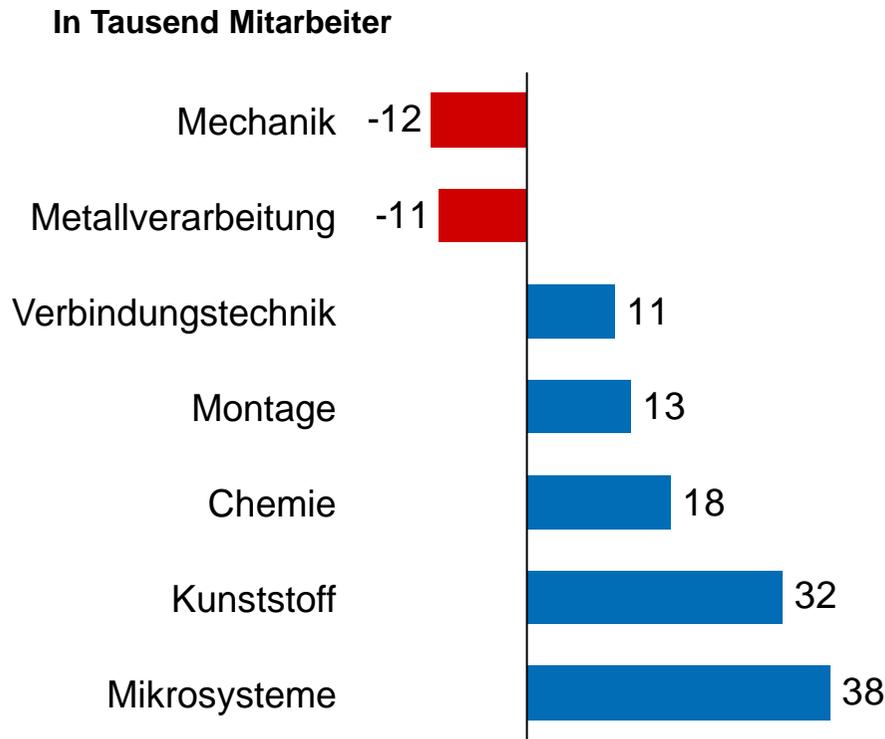
- 420.000 zusätzliche Mitarbeiter in der weltweiten Antriebsstrang-Industrie
- Verdoppelung des anteiligen Bedarfs an Elektronik und Chemie Experten von 20% auf 40%
- Große Herausforderung für die Automobilindustrie in Ausbildung, Rekrutierung und Training

Über 90% der bis 2030 zusätzlich geschaffenen Arbeitsplätze in der Antriebsstrang-Industrie verlangen Elektronik- oder Chemiekompetenzen.

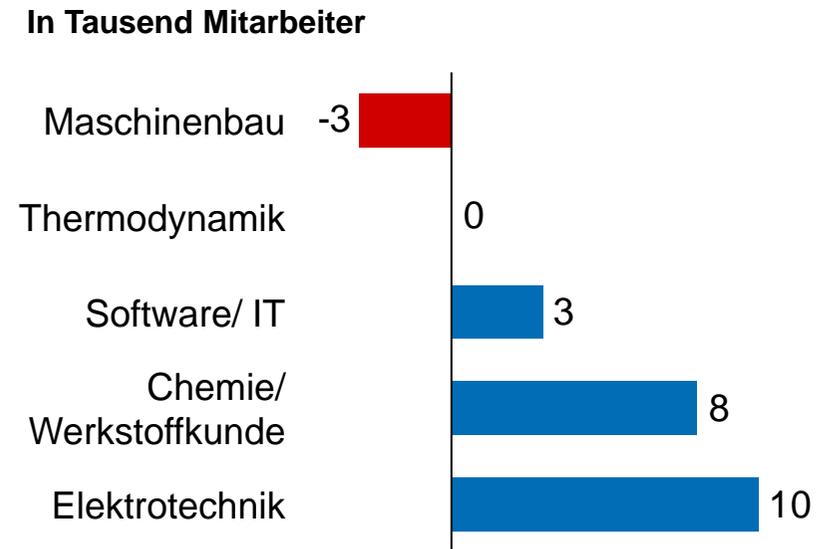
Quelle: McKinsey/ WZL Boost! 2010, Mitarbeiterzahlen auf Basis der Zielvorgabe einer CO2 Reduktion bis 40 g/km im Jahr 2050

# Sowohl in der Produktion als auch der F&E verlieren traditionelle Technologien an Bedeutung in Europa

## Kompetenzveränderungen in der Produktion



## Kompetenzveränderungen in der F&E

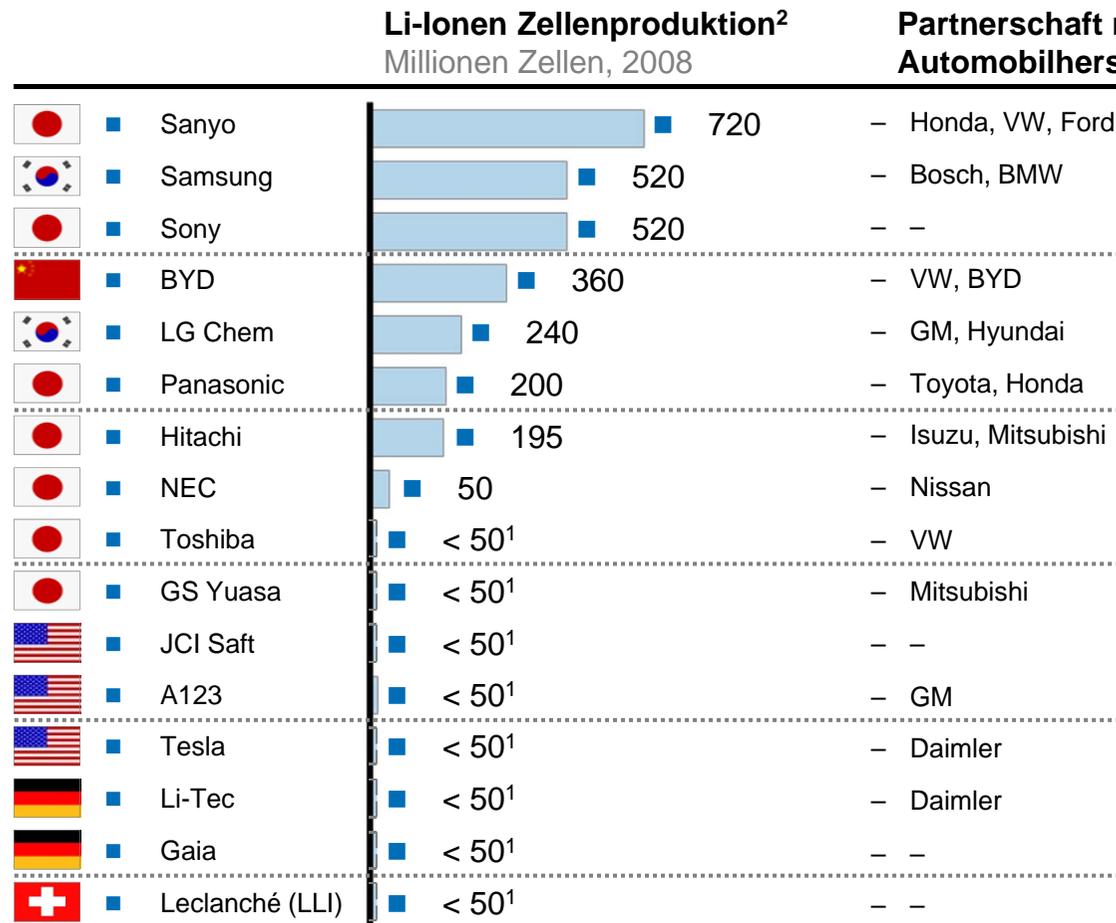


Trotz stagnierender Arbeitsplätze in traditionellen Bereichen, wie dem Maschinenbau und der Mechanik, werden in Europa bis 2030 zusätzlich ca. 110.000 neue Arbeitsplätze geschaffen.

Quelle: McKinsey/ WZL Boost! 2010; Mitarbeiterzahlenveränderungen in Europa von 2010-30 auf Basis der Zielvorgabe einer CO2 Reduktion bis 40 g/km im Jahr 2050

# Die Batteriezellenproduktion illustriert eindrucksvoll, dass ein starker Nachholbedarf in der F&E am Standort Deutschland besteht

## Li-Ionen-Batteriezellenproduktion nach Unternehmen und Herkunftsländer



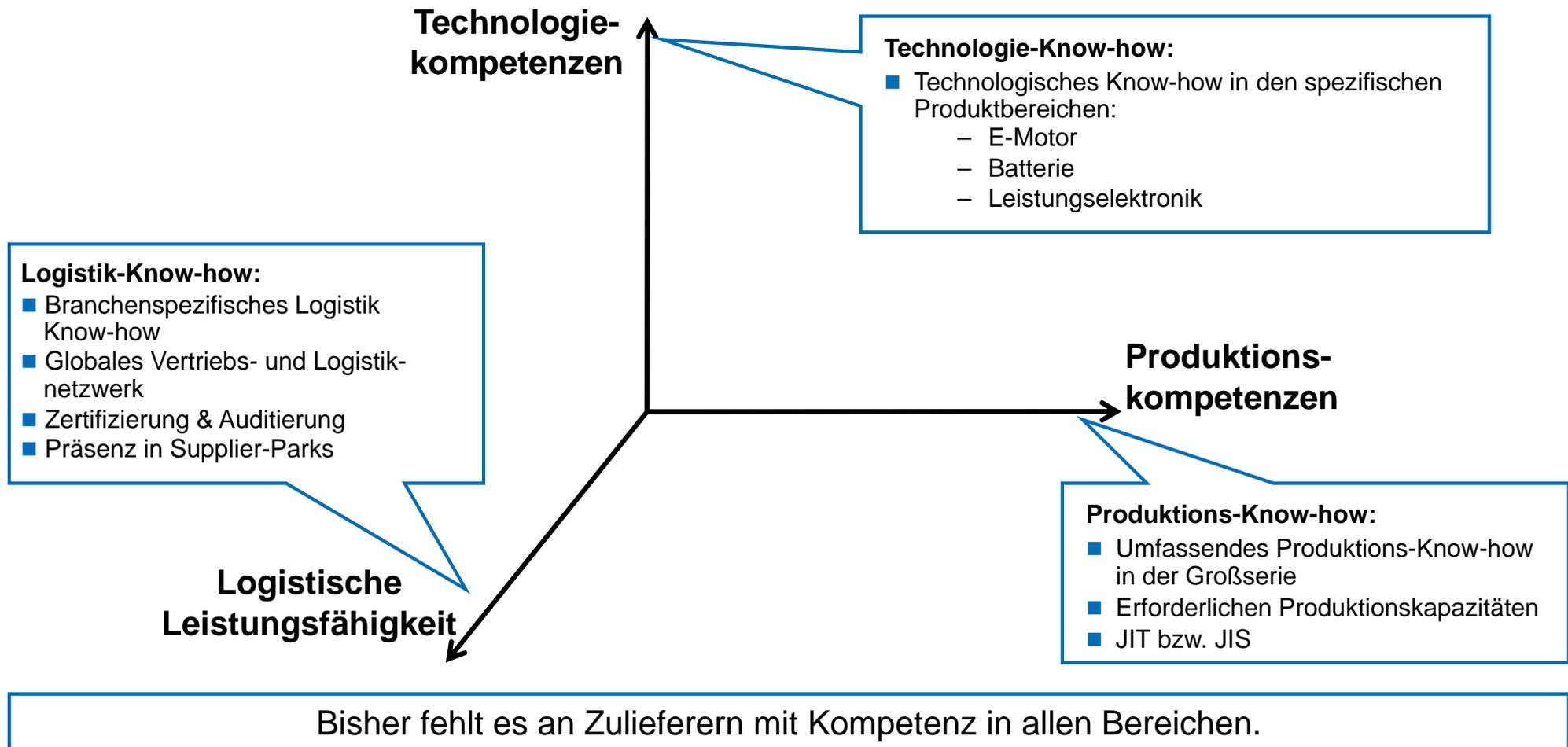
- Die Kompetenz der Batterieproduktion und -entwicklung wurde verlagert
- Heute sind ca. 90% der Zellenproduktion in Asien verortet
- Resultat: In Deutschland besteht im Kontext der Elektromobilität extremer Nachholbedarf in den Bereichen
  - Forschung & Entwicklung
  - Produktion
  - Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: McKinsey & Company: Perspective on electric vehicle batteries (2010); 1) Geschätzte oder noch keine kommerzielle Produktion; 2) inkl. non-automotive



# Technologie- und Produktionskompetenz reichen nicht aus – Automobilzulieferer sein, heißt auch Branchenstandards erfüllen

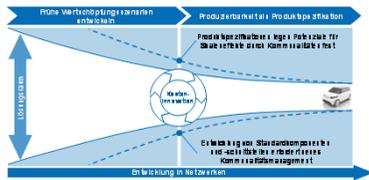
*Kompetenzanforderungen und beispielhafte Einordnung von Unternehmen*



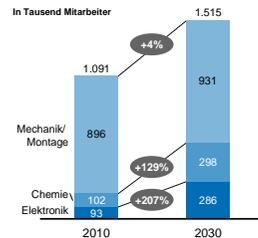
# Erfolgreiche Qualifikationskonzepte für die Elektromobilität müssen auf die spezifischen Herausforderungen abgestimmt sein

## Herausforderungen

### Integrierte Produkt- & Prozessentwicklung



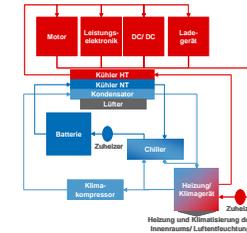
### Hohe Interdisziplinarität



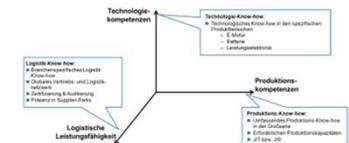
### F&E Nachholbedarf

Land	Li-Ionen Zellenproduktion <sup>2</sup> (Millionen Zellen, 2009)	Partnerschaft mit Automobilherstellern
USA	720	-
Spanien	520	-
China	520	-
BYD	300	-
LG Chem	240	-
Faradion	200	-
HISACI	195	-
NEC	150	-
Toshiba	< 50 <sup>1</sup>	-
GS Yuasa	< 50 <sup>1</sup>	-
AESC	< 50 <sup>1</sup>	-
Toshiba	< 50 <sup>1</sup>	-
Li-Tec	< 50 <sup>1</sup>	-
Daq	< 50 <sup>1</sup>	-
Leclercq (Li)	< 50 <sup>1</sup>	-

### Steigender Systementwicklungsbedarf



### Hohe Systemkompetenz



## Handlungsfelder zur Erlangung der Produktionskompetenzen für die E-Revolution

Integration von Industrie, Hochschulen & Studierenden

Produktion im Unternehmensnetzwerk

Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen

Neue, wandlungsfähige Produktionstechnologien

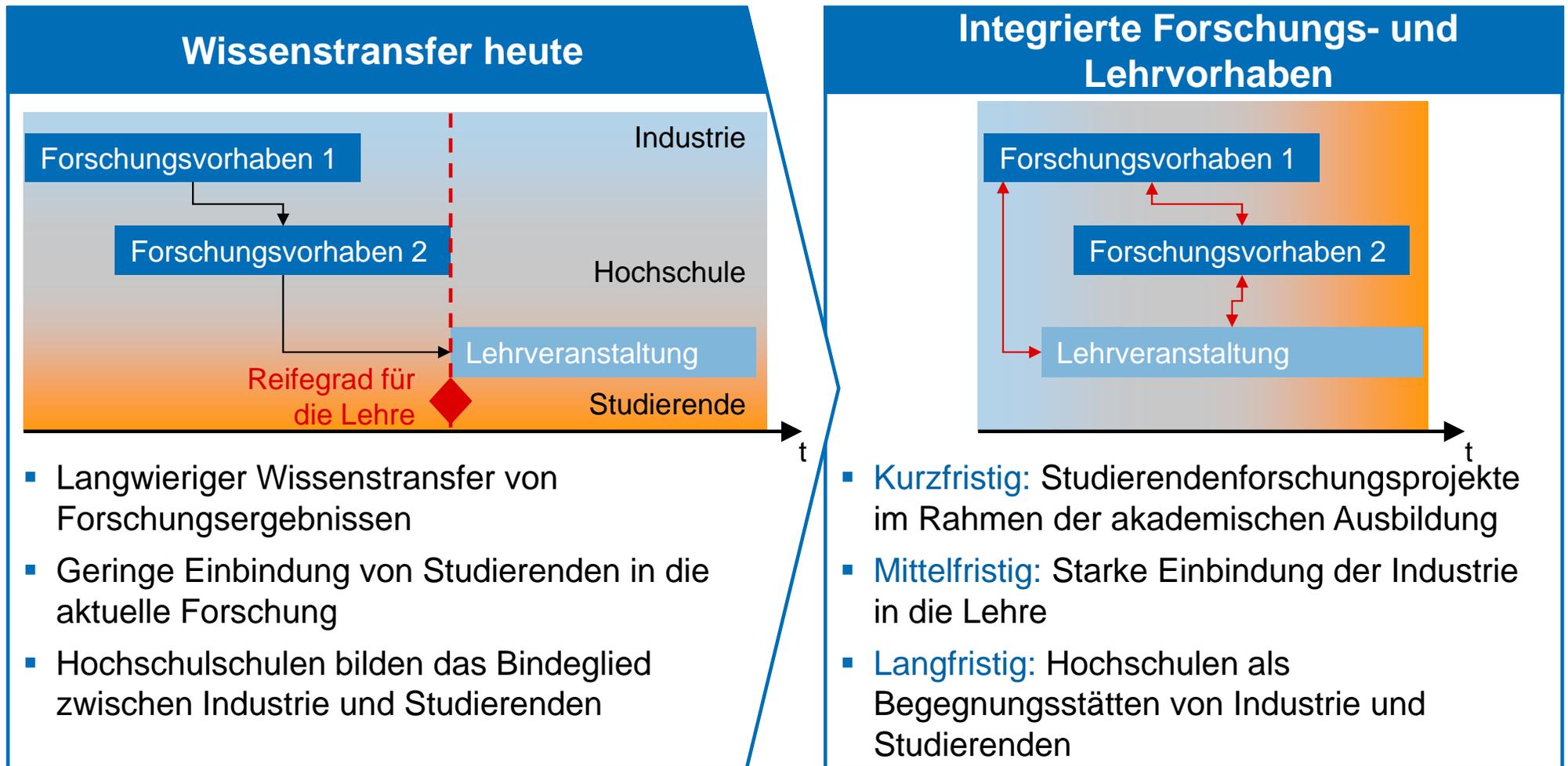
Akademische Weiterbildung von Facharbeiter- & Technikerberufen

Akademische Ausbildung

Postgraduale Aus- & Weiterbildung

Interdisziplinarität

# Integration von Industrie, Hochschulen und Studierenden in gemeinsamen Vorhaben beschleunigt den Wissenstransfer



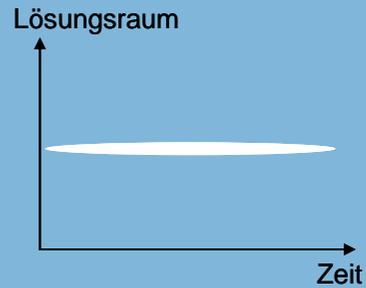
→ Aktive Beeinflussung    
 → Reiner Informationsfluss

# Der RWTH Aachen Campus als Beispiel für die Integration von Industrie, Instituten und Studierenden



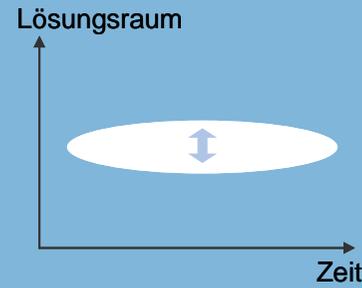
## Forschung gestern

- lange Entwicklungszeiten
- enge Lösungskorridore



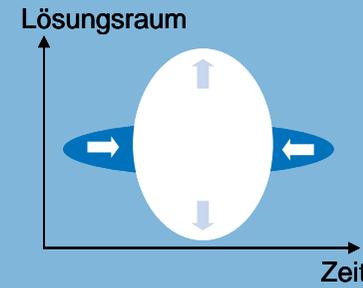
## Forschung heute

- lange Entwicklungszeiten
- enge Lösungskorridore



## Forschung morgen

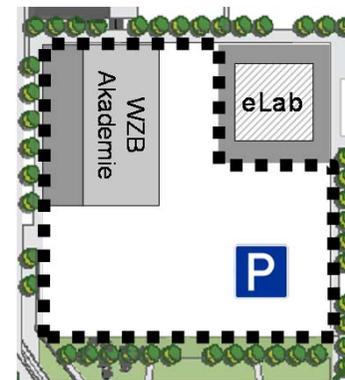
- verkürzte Entwicklungszeiten
- weite Lösungskorridore



Wissen,  
wo was steht



Wissen,  
wer was weiß



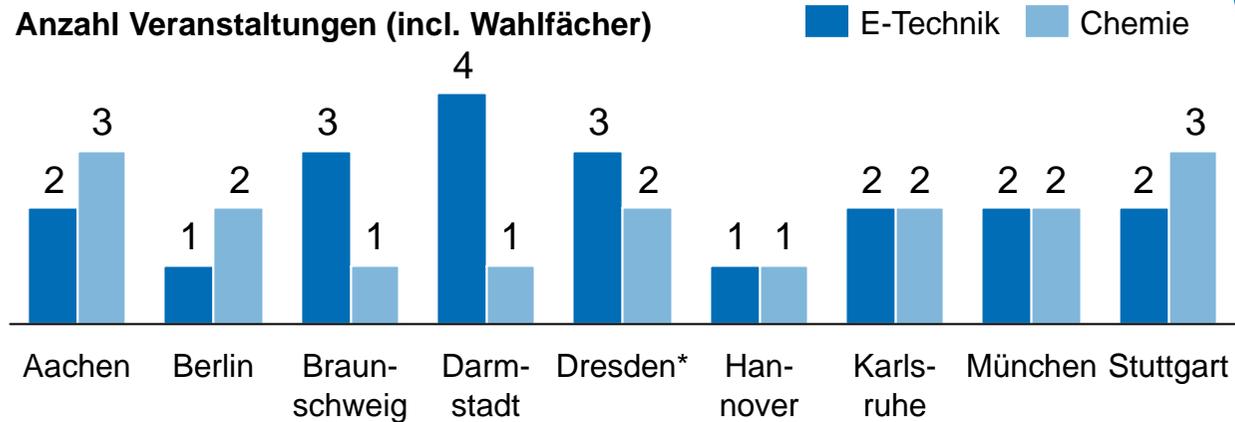
Wissen,  
wo Wissen entsteht

**RWTHAACHEN** Campus

# Bei der Interdisziplinarität in den Studiengängen der Produktionstechnik besteht Nachholbedarf



## Chemie und Elektrotechnik in den Bachelor-Studiengängen\* Maschinenbau der TU9



- Meist werden nur Lehrveranstaltungen zur Vermittlung der Grundlagen angeboten
- Kaum spezielle Angebote in Richtung Elektromobilität (auch nicht in den Masterstudiengängen)

## Verbesserungspotenzial

- Klassische Studiengänge um E-Mobilitätsgrundlagen erweitern
  - Batteriechemie
  - Elektrischer Antriebsstrang
- Erweiterung des Studienangebots um die integrierte Produkt- und Prozessentwicklung
- Zentrale Koordinationsstellen für das Studienangebot zur Elektromobilität an den Hochschulen

Quelle: Studienordnungen der Hochschulen; \*) TU Dresden: Diplomstudiengang

# Die Geschäftsstelle Elektromobilität koordiniert die Aktivitäten im Themenfeld E-Mobilität an der RWTH Aachen



RWTH AACHEN  
UNIVERSITY

## Geschäftsstelle Elektromobilität

Externer und interner Ansprechpartner zu den Aktivitäten der RWTH Aachen im Themenfeld der Elektromobilität sowie Steigerung der Wahrnehmbarkeit des Kompetenzzentrums Aachen

### Koordination von Projekten mit den Instituten der RWTH

RWTH AACHEN  
UNIVERSITY



### Forschungsfelder der Institute zum Thema Elektromobilität

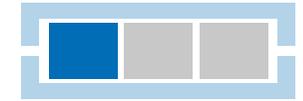
- Batterien
- Leistungselektronik
- Elektromotoren
- Elektrofahrzeuge
- Produzierbarkeit
- Intelligente Netze
- Mobilitätskonzepte
- Geschäftsmodelle
- ...

### Innovationsplattform StreetScooter

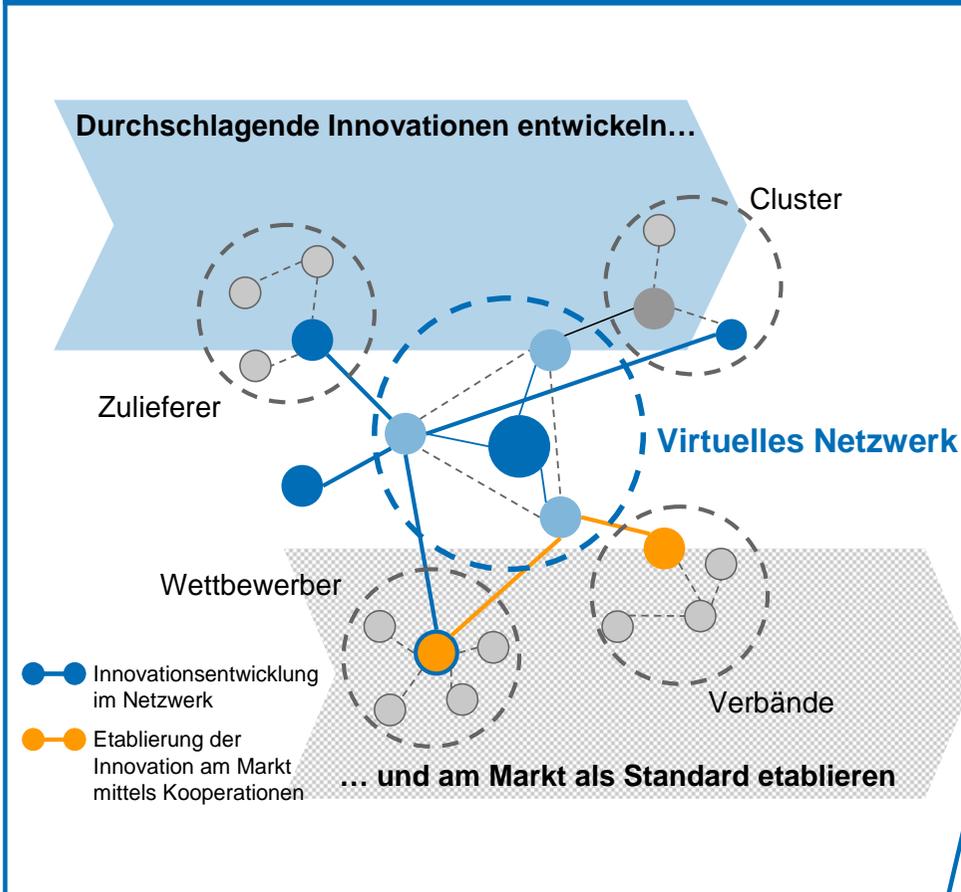
- Entwicklung eines urbanen Elektrofahrzeugs als Keimzelle aller Elektromobilitätsaktivitäten an der RWTH Aachen



# Schlüsselfaktoren für den Erfolg der Elektromobilität sind die Entwicklung und Produktion im Netzwerk



## Entwicklung und Produktion im Unternehmensnetzwerk



## Netzwerkmanager Elektromobilproduktion

### Akad. Weiterbildung von Facharbeitern

- Weiterbildungsmaßnahmen an Hochschulen (z.B. Supply Chain Management)

### Akademische Ausbildung

- Erweiterung bestehender Studiengänge um Netzwerkthemen (z.B. Kooperationen im Netzwerk)

### Postgraduale Weiterbildung

- Zertifikatskurse an Hochschulen zum Transfer der neuen Inhalte
- Einrichtung von Weiterbildungseinrichtungen und Kooperationen zwischen Hochschulen und Industrie

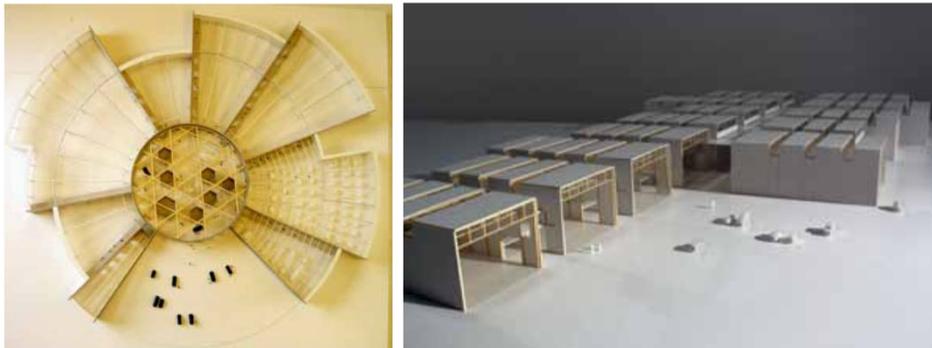


# Neue Wertschöpfungsprozesse in der Elektromobilität erfordern neue Kompetenzen im Produktionsmanagement



## Planung von Produktionsstätten für Elektrofahrzeuge

Bsp.: Studierendenprojekt zur Gestaltung einer wandlungsfähigen Fabrik für E-Autos



Bsp.: Layout der Montage des StreetScooter



## Produktionsmanager Elektromobilproduktion

### Akad. Weiterbildung von Facharbeitern

- Inhouse-Seminare zur Schulung im Produktionsmanagement

### Akademische Ausbildung

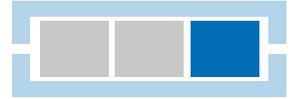
- Anpassung bestehender Lehrveranstaltungen um neue Themen (z.B. Fabrikplanung von E-Auto-Werken)

### Postgraduale Weiterbildung

- Zertifikatskurse an Hochschulen zum Transfer der neuen Inhalte
- Inhouse-Seminare zum Training von internen Fortbildungsmitarbeitern („Train the Trainer“)



# Entwicklung und Anwendung von neuen und wandlungsfähigen Produktionstechnologien will gelernt sein



## Entwicklung und Beherrschung neuer Produktionstechnologien

### Bsp.: Herstellung Batteriezellen

Fertigungsprozess:

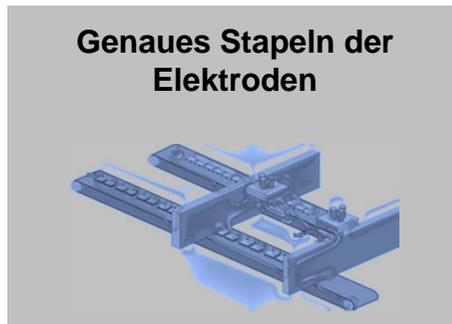


Beispielhafte Herausforderungen:

#### Homogenität der Beschichtung



#### Genaues Stapeln der Elektroden



## Technologiemanager Elektromobilproduktion

### Akad. Weiterbildung von Facharbeitern

- Besuch von Lehrveranstaltungen an Hochschulen
- Inhouse-Seminare zur Schulung von neuen Technologien

### Akademische Ausbildung

- Erweiterung bestehender Studiengänge um technologie-spezifische Inhalte (z.B. Batterieproduktion)

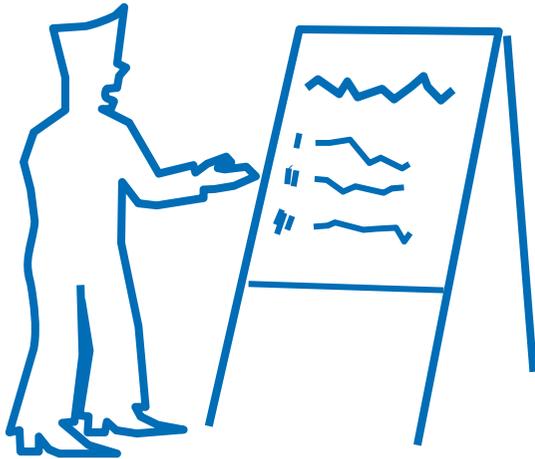
### Postgraduale Weiterbildung

- Kooperationen zur Weiterbildung zwischen Hochschulen und Industrie
- Einrichtung von Weiterbildungsinstitutionen



# Fazit

---



- Die Integration von Industrie, Hochschulen und Studierenden beschleunigt den Wissenstransfer
- Die sich im Zuge der Elektromobilität verändernden Kompetenzanforderungen erfordern eine Steigerung der Interdisziplinarität bei der Aus- und Weiterbildung
- Auf allen Ebenen des Produktionsnetzwerkes ist eine Erweiterung des bestehenden Aus- und Weiterbildungsangebots zur Erlangung der Produktionskompetenzen für die Elektromobilität zwingend notwendig



## Herzlichen Dank!

---

Prof. Dr.-Ing. Achim Kampker

Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Tel: 0241/80-27394

Fax: 0241/80-22293

Mail to: [A.Kampker@wzl.rwth-aachen.de](mailto:A.Kampker@wzl.rwth-aachen.de)

Web: [www.wzl.rwth-aachen.de](http://www.wzl.rwth-aachen.de)