

# „Ist Elektromobilität die ökologische Alternative der Zukunft?“

Evangelische Stadtakademie Bochum

03. Juni 2014

**Prof. Dr.-Ing. Friedbert Pautzke**

**Institut für Elektromobilität**

**Hochschule Bochum**

**[www.institut-elektromobilitaet.de](http://www.institut-elektromobilitaet.de)**



# Themen

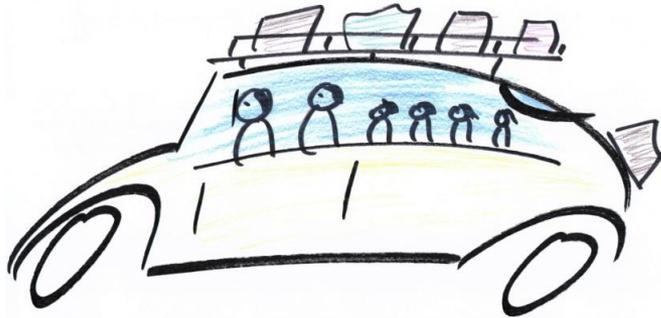
- Ansprüche vs. Nutzerverhalten
  - Anspruch an die Elektromobilität!
  - Wirklichkeit der Mobilität!
- Nachhaltigkeit und Energieeffizienz
  - Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!
  - Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?
- Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte
  - Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
  - Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen?
- Aus-und Weiterbildung
- Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum
  - SolarCar-Projekt
  - BOmobil-Projekt

# Themen

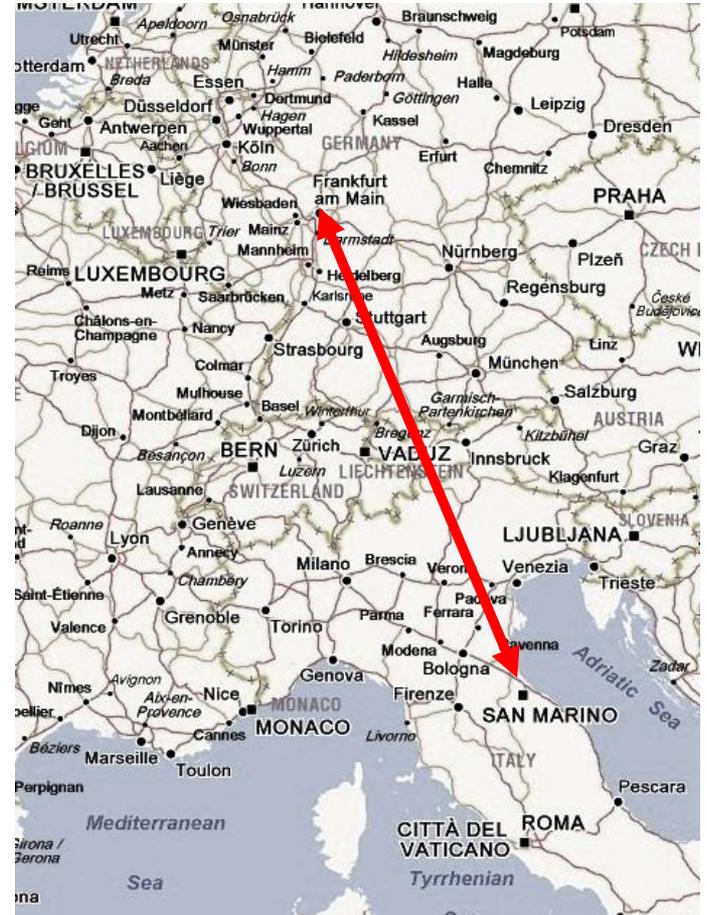
- **Ansprüche vs. Nutzerverhalten**
  - Anspruch an die Elektromobilität!
  - Wirklichkeit der Mobilität!
- **Nachhaltigkeit und Energieeffizienz**
  - Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!
  - Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?
- **Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte**
  - Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
  - Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen?
- **Aus-und Weiterbildung**
- **Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum**
  - SolarCar-Projekt
  - BOmobil-Projekt

# Anspruch an die Elektromobilität

## Täglich Frankfurt - San Marino und zurück!



- Entfernung: 1000 km
- Fahrzeit: 10 h
- Benzinkosten: 100 Euro
- Stromkosten: 45 Euro
- Ladezeiten  
während Reise:  $4 \times 4 \text{ h} = 16 \text{ h}$

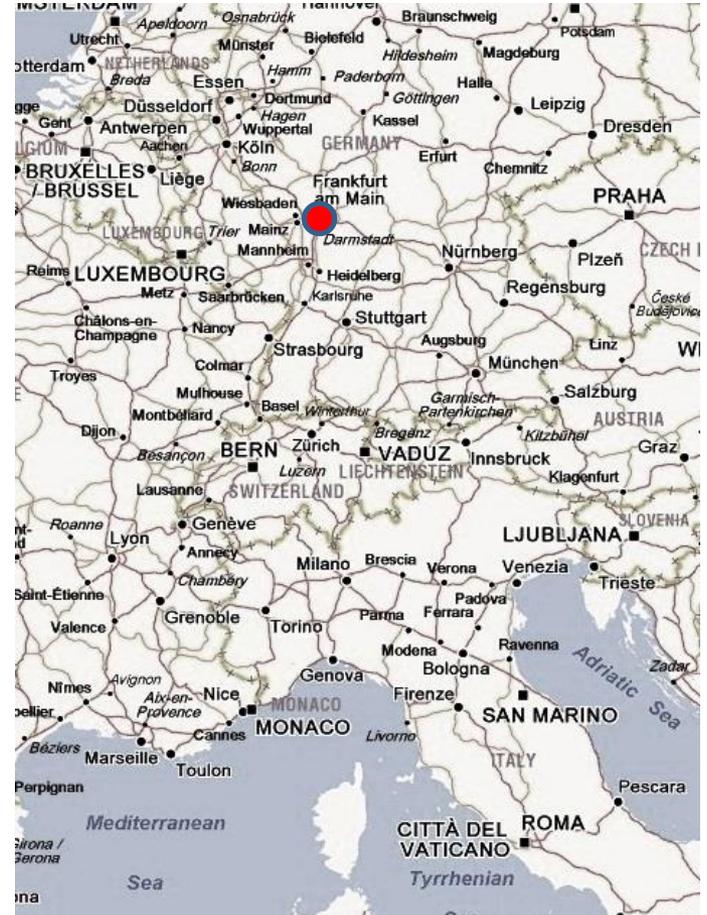


# Wirklichkeit der Mobilität

## Täglich Offenbach - Frankfurt und zurück!

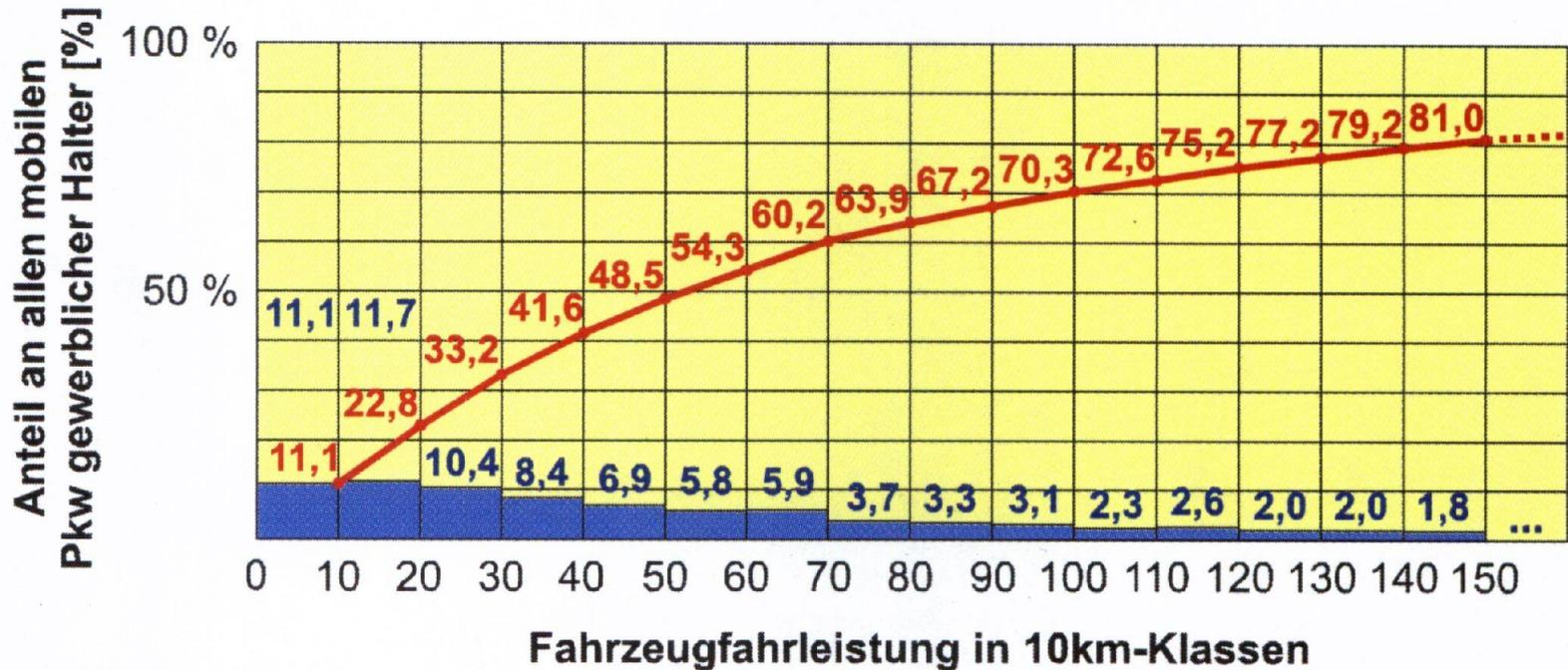


- Entfernung: 7 km
- Fahrzeit: 14 min
- Benzinkosten: 1,30 Euro
- Stromkosten : 0,31 Euro
- Ladezeiten  
während Reise : 0 h



# Wirklichkeit der Mobilität

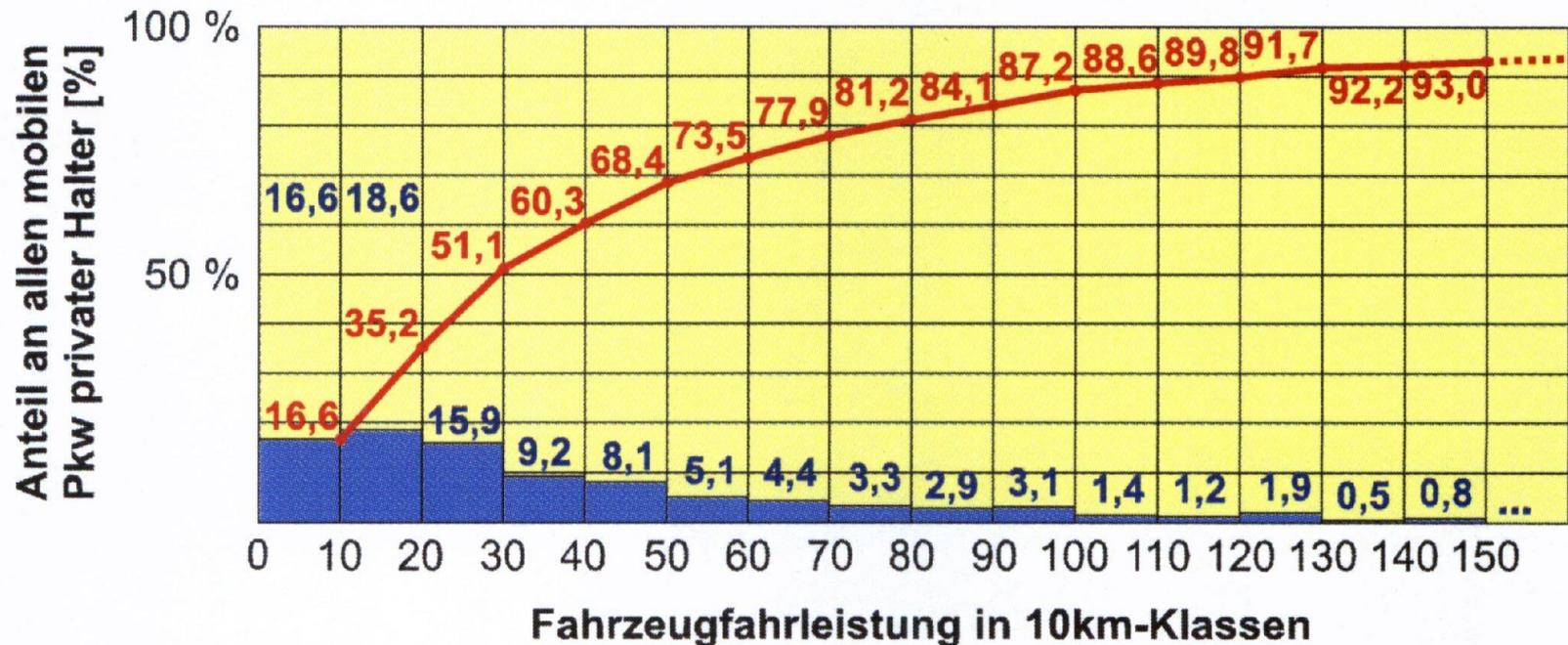
Verteilung der Tagesfahrleistung mobiler Pkw gewerblicher Halter  
(Mo - So)



VDE-Studie Elektrofahrzeuge. April 2010

# Wirklichkeit der Mobilität

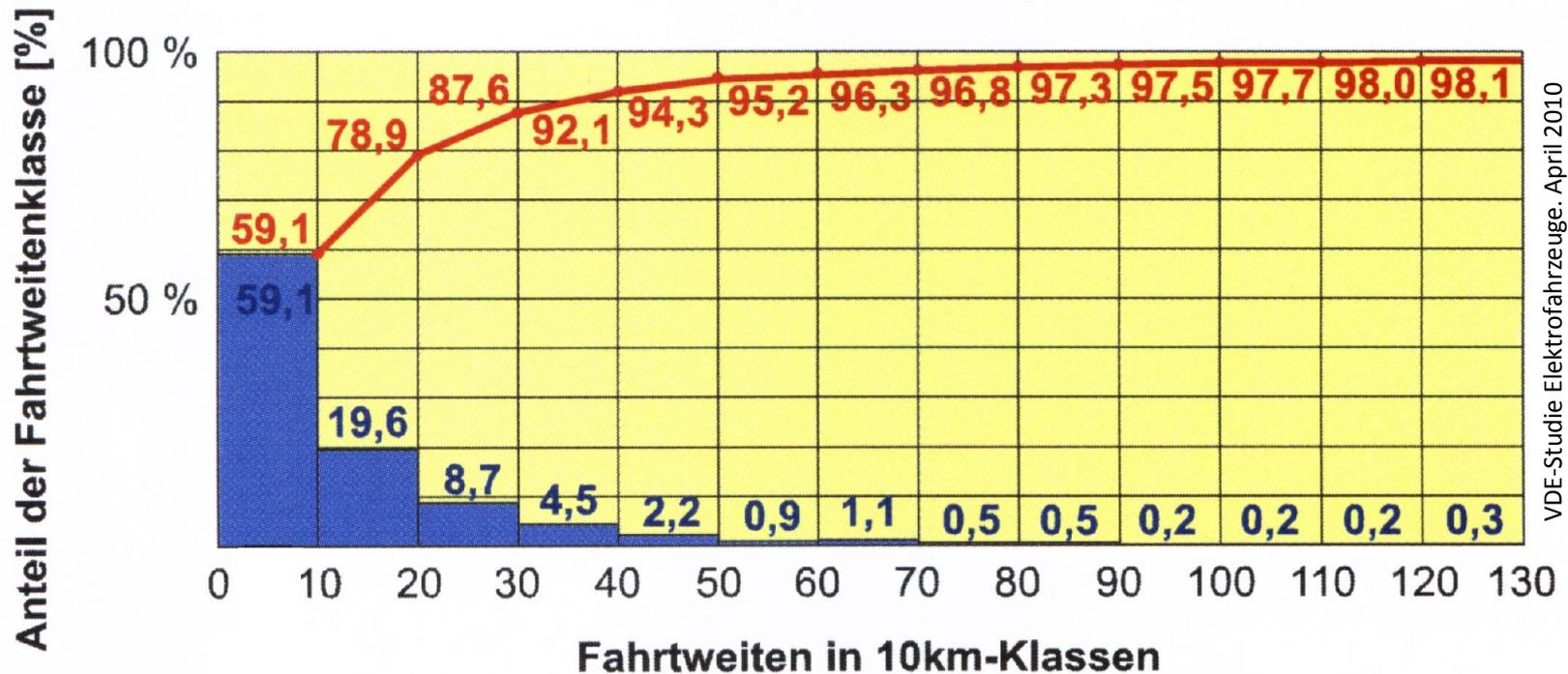
Verteilung der Tagesfahrleistung mobiler Pkw privater Halter  
(Mo - So)



wv 09-042-02  
VDE-Studie Elektrofahrzeuge. April 2010

# Wirklichkeit der Mobilität

Verteilung der Fahrtweiten (Pkw gesamt, Mo - So)



VDE-Studie Elektrofahrzeuge. April 2010

# Themen

- Ansprüche vs. Nutzerverhalten
  - Anspruch an die Elektromobilität!
  - Wirklichkeit der Mobilität!
- **Nachhaltigkeit und Energieeffizienz**
  - Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!
  - Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?
- Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte
  - Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
  - Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen?
- Aus-und Weiterbildung
- Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum
  - SolarCar-Projekt
  - BOmobil-Projekt

# Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!

- Entspricht dem tatsächlichen Nutzungsprofil
- Energiepolitische Unabhängigkeit
- Hohe Umweltverträglichkeit
- Nachhaltigkeit
- Lokale Emissionsfreiheit
- Geringe Lärmbelastung
- Einfacher und wartungsarmer Fahrzeugaufbau
- Hohe Energieeffizienz

# Energiepolitische Unabhängigkeit

Elektrofahrzeuge sind nicht abhängig von einer bestimmten Primärenergie. Indirekt können sie mit allen Primärenergieformen betrieben werden. Dies verringert die wirtschaftliche und somit politische Abhängigkeit von energieexportierenden Staaten.



Kohle



Öl



Gas



Atom



Wasser



Sonne



Wind



# Energiepolitische Unabhängigkeit

Bild

HOT

WETTER 19°C  
KIEL

JETZT TESTEN

---

↑ BILDplus NEWS POLITIK **GELD** UNTERHALTUNG SPORT BUNDESLIGA LIFESTYLE RATGEBER REISE

---

02.06.2014 - 21:51 UHR HOME › GELD › WIRTSCHAFT › GAS › ABHÄNGIGKEIT VON PUTIN: DEUTSCHLAND KÖNNTE AUCH OHNE RUSSEN

**ABHÄNGIG VON PUTIN?**

## 5 Möglichkeiten, wie wir ohne Russen-Gas könnten

**Eine Einigung im Gasstreit zwischen der Ukraine und Russland steht möglicherweise kurz bevor – aber es bleibt ein Verhandlungskrimi!**

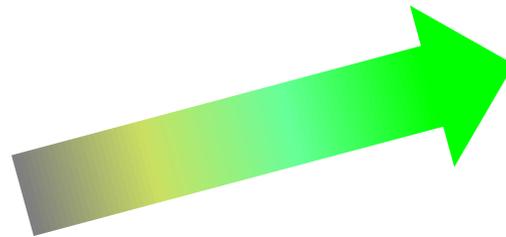
# Umweltverträglichkeit

Schon bei dem heutigen deutschen Strom-Mix ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Elektrofahrzeugen je Kilometer geringer als bei Verbrennungsfahrzeugen. Bei Verwendung regenerativer Energie lässt sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter drastisch reduzieren.



# Nachhaltigkeit

Schrittweise wird die komplette Energieversorgung auf regenerative Energie umgestellt. Jede Veränderung im Energiemix wirkt sich sofort auf die Ökobilanz eines Elektrofahrzeugs aus. Bei Verbrennungsfahrzeugen hingegen wirkt sich eine neue, umweltfreundliche Technologie erst bei der Erneuerung des Fahrzeugs nach durchschnittlich 7 - 14 Jahren aus.

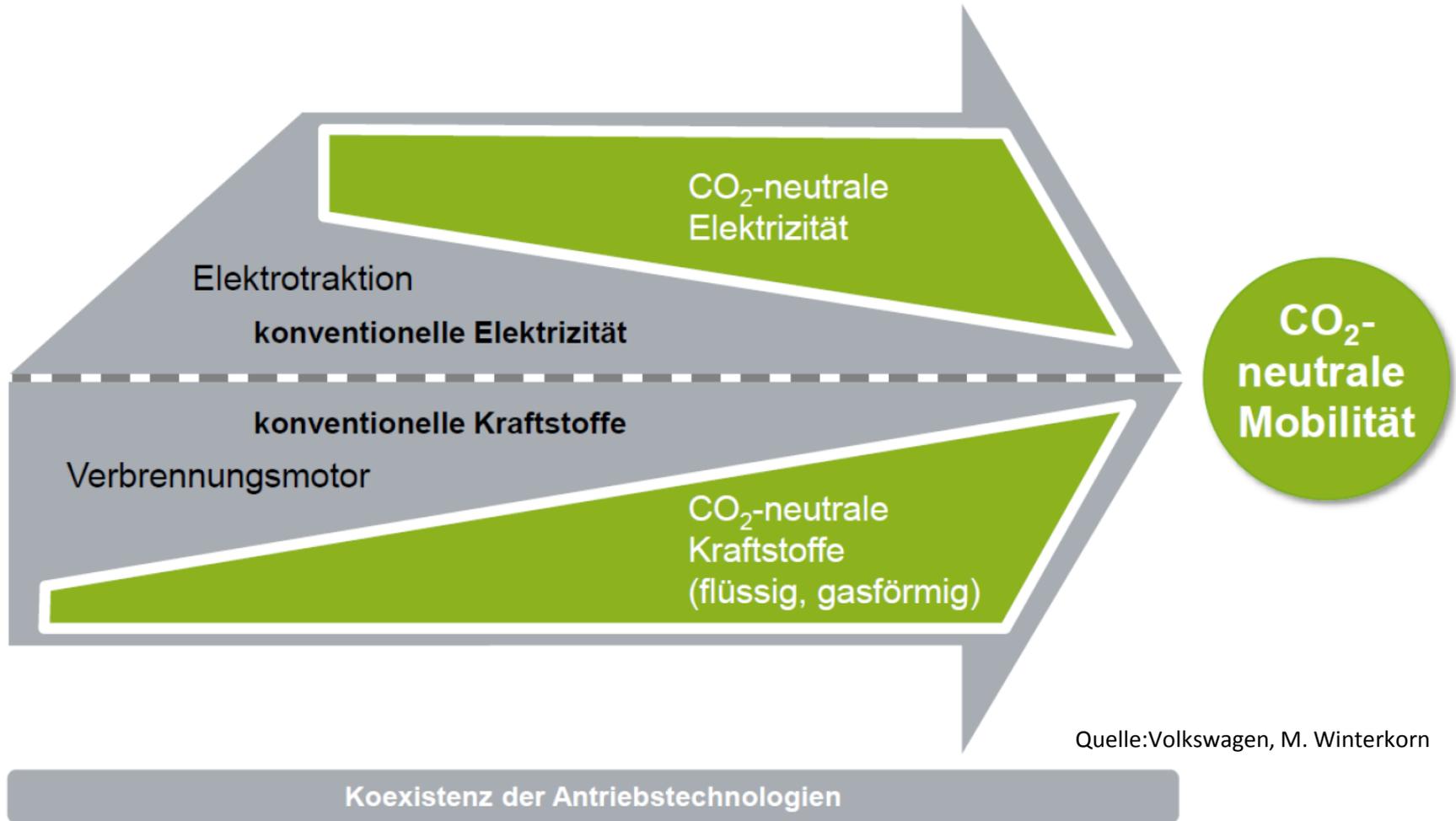


# Lokale Emissionsfreiheit

Elektrofahrzeuge sind lokal emissionsfrei. In Ballungsräumen ist dies ein wesentlicher Vorteil.



# Roadmap der Automobilindustrie



Quelle: Volkswagen, M. Winterkorn

Koexistenz der Antriebstechnologien

CO<sub>2</sub>-  
neutrale  
Mobilität

CO<sub>2</sub>-neutrale  
Elektrizität

CO<sub>2</sub>-neutrale  
Kraftstoffe  
(flüssig, gasförmig)

Elektrotraktion

konventionelle Elektrizität

konventionelle Kraftstoffe

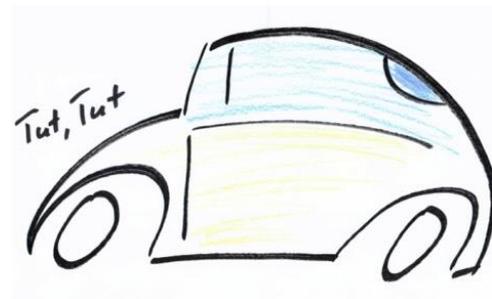
Verbrennungsmotor

# Geringe Lärmbelastung

„Langfristig sollen - dem von der Weltgesundheitsorganisation empfohlenen Schutzniveau folgend - keine höheren Lärmpegel als 55dB(A) am Tage und 45 dB(A) nachts auftreten“. Bei langsamen Fahrten verursachen Elektrofahrzeuge so geringe Geräusche, dass aus Sicherheitsgründen Geräusche künstlich erzeugt werden. Diese lassen sich insbesondere auch zeitabhängig in Art und Lautstärke steuern.



Tag



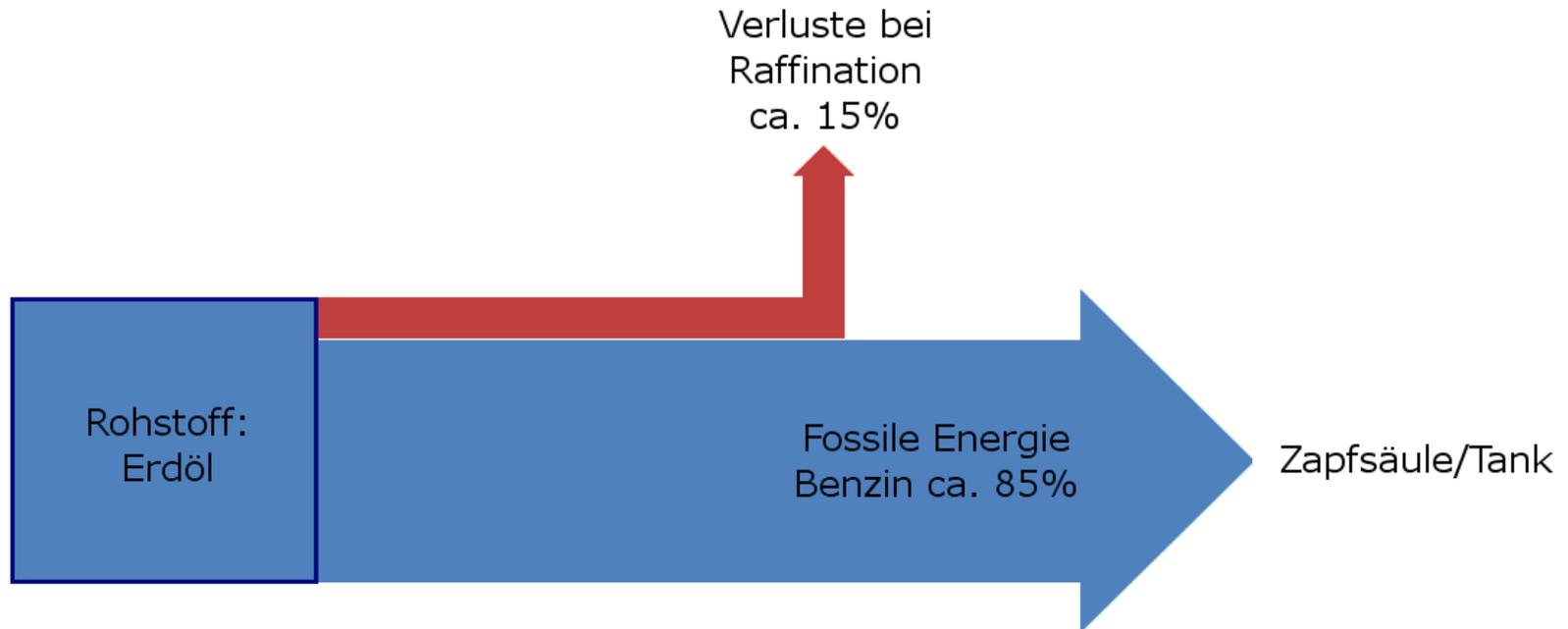
Nacht

# Einfacher und wartungsarmer Fahrzeugaufbau



# Energieeffizienz Verbrennungsfahrzeug

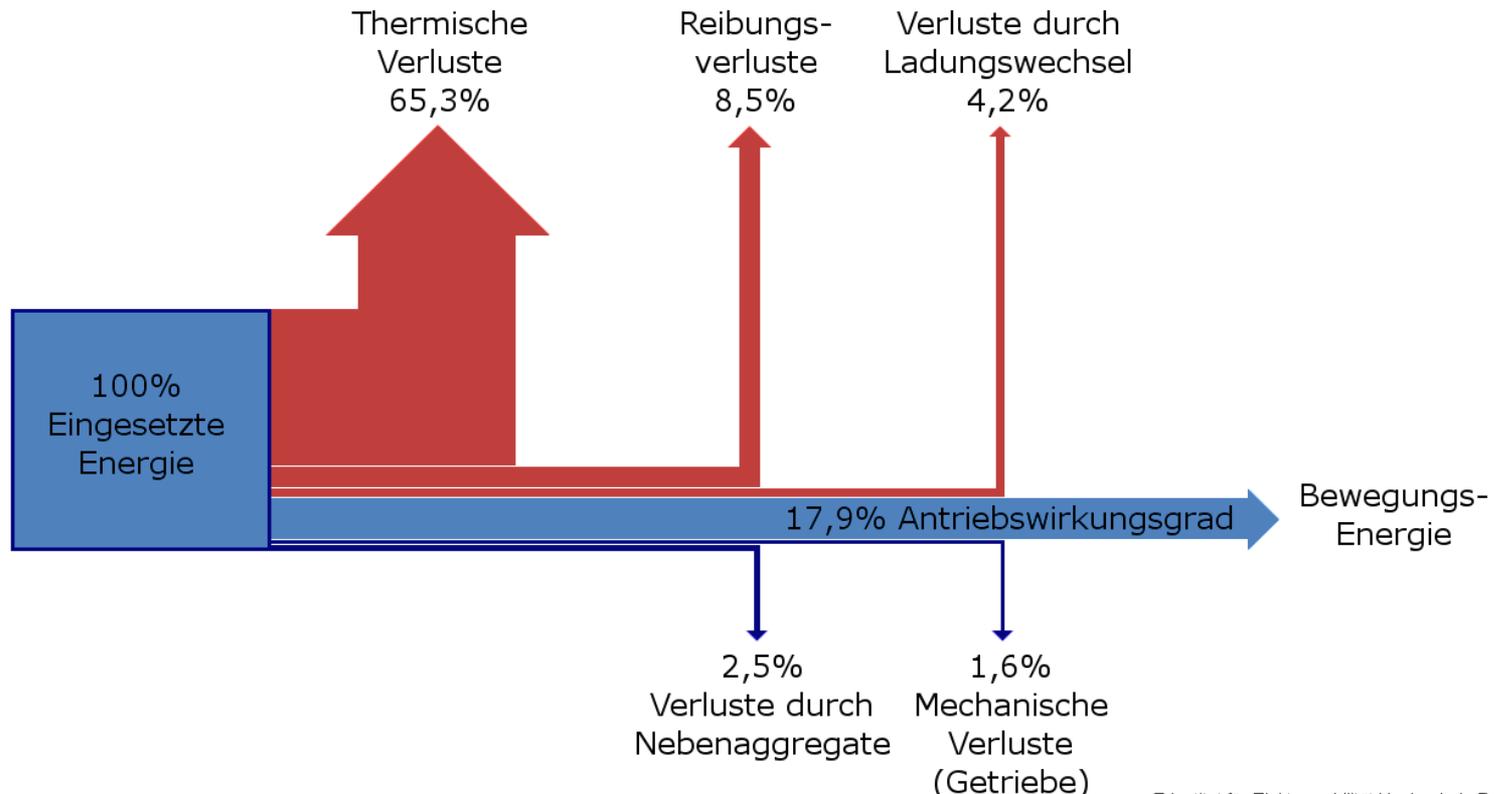
## Wirkungsgradkette Verbrennungsmotor Well-To-Tank



© Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum

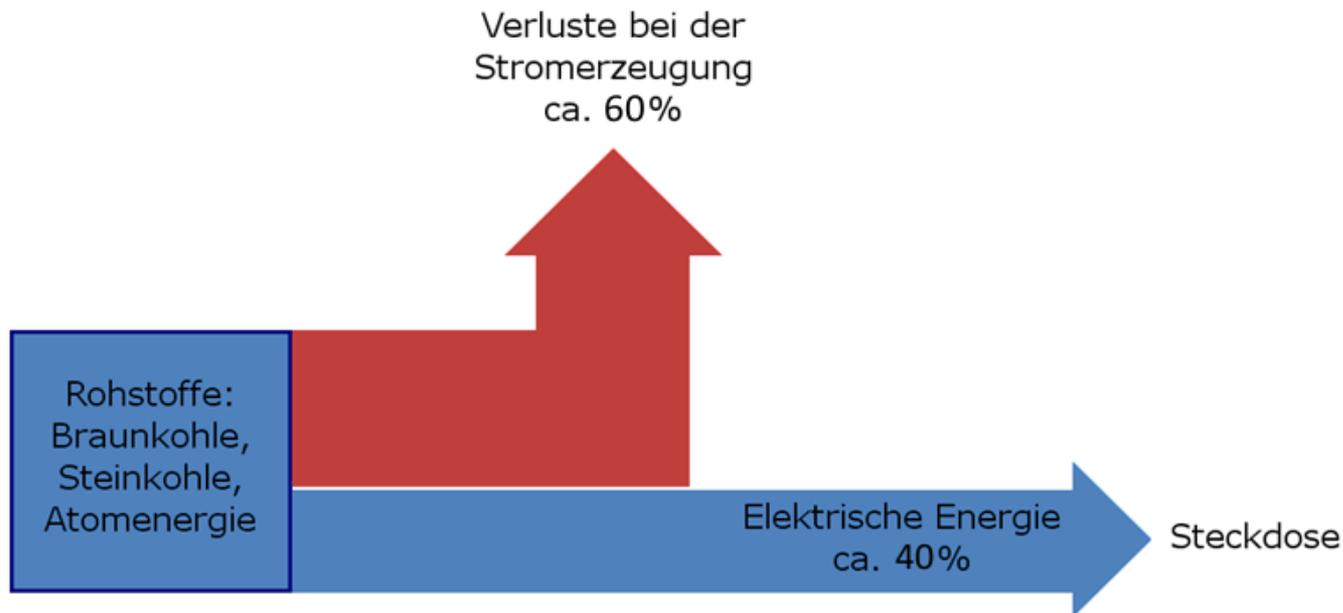
# Energieeffizienz Verbrennungsfahrzeug

## Wirkungsgradkette Verbrennungsmotor Tank-To-Wheel



# Energieeffizienz Elektrofahrzeug

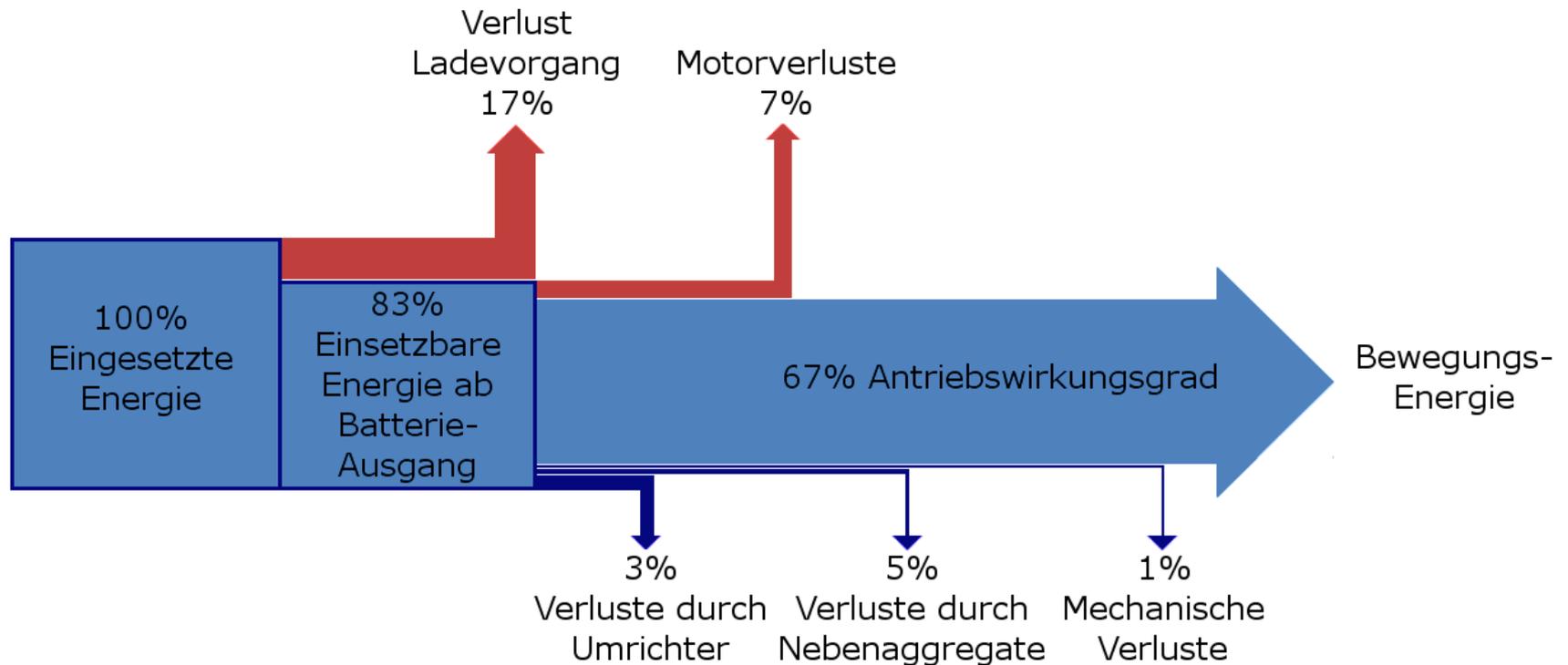
## Wirkungsgradkette Elektromotor Well-To-Tank



© Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum

# Energieeffizienz Elektrofahrzeug

## Wirkungsgradkette Elektromotor Tank-To-Wheel



# Energieeffizienz von Verbrennungs- und Elektrofahrzeugen im Vergleich

## Gesamtwirkungsgrad (Well to Wheel)

Verbrennungsfahrzeug:

$$0,85 \quad \times \quad 0,179 \quad = \quad 15\%$$

Well-To-Tank    Tank -To-Wheel



Mitsubishi „i“

Elektrofahrzeug:

$$0,40 \quad \times \quad 0,67 \quad = \quad 27\%$$

Well-To-Tank    Tank -To-Wheel

(beim heutigen deutschen Energiemix)



Mitsubishi „i MiEV“

# Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?

- Batteriekosten
- Batteriegewicht
- Batterielebensdauer
- Batteriekapazität  
(realitätsferner Anspruch an Reichweite)

# Kosten Automotive-Batterien große Stückzahl

## Derzeitig:

Energiedichte  $< 140 \text{ Wh/kg}$ , Kosten  $> 400 \text{ €/kWh}$

Bei 30 kWh Batterie:  $> 12.000 \text{ €}$

Reichweite: ca. 200 km

## Ziel:

Energiedichte  $> 200 \text{ Wh/kg}$ , Kosten  $< 250 \text{ €/kWh}$

Bei 30 kWh Batterie:  $< 7.500 \text{ €}$

Reichweite: ca. 200 km

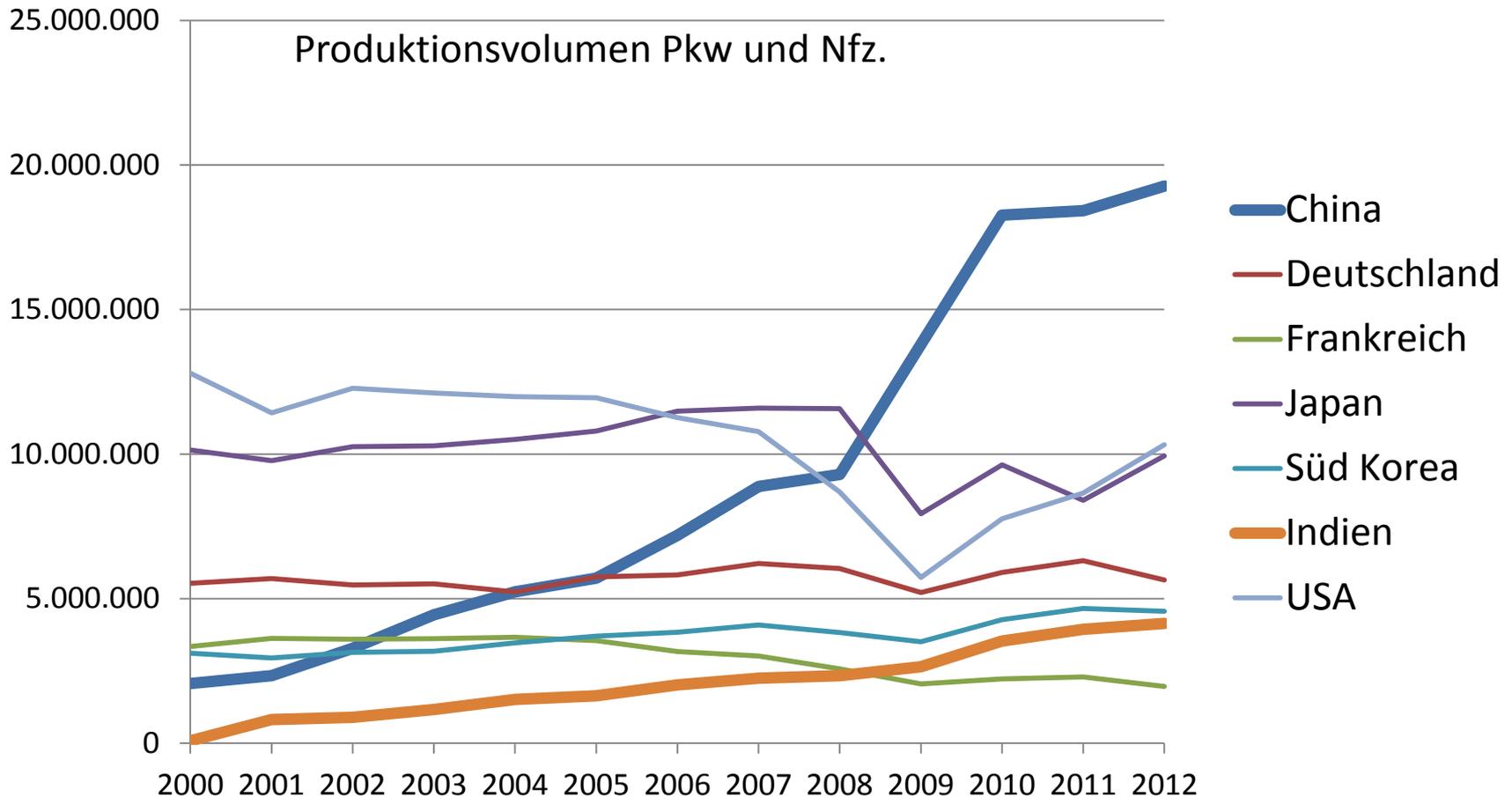
# Themen

- Ansprüche vs. Nutzerverhalten
  - Anspruch an die Elektromobilität!
  - Wirklichkeit der Mobilität!
- Nachhaltigkeit und Energieeffizienz
  - Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!
  - Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?
- Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte
  - Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
  - Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen?
- Aus-und Weiterbildung
- Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum
  - SolarCar-Projekt
  - BOmobil-Projekt

# Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!

- Zukünftige Trends werden nicht in Europa und nicht in den USA sondern in Asien gesetzt!
- Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
- Technikbegeisterung in Asien führt zu ganz anderen Lösungen und Fahrzeugkonzepten
  - mehr Multimedia
  - mehr Fahrassistenzsysteme
  - mehr „drive by wire“

# Entwicklung der chinesischen und indischen Automobilindustrie im weltweiten Vergleich



Datenquelle: OICA 2012

# Wohin geht der Markt, Asien der 2020er Jahre?

Straßenbild in Suzhou (nahe Shanghai) August 2013

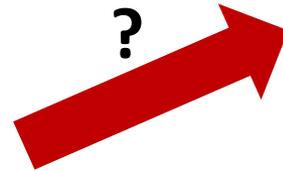




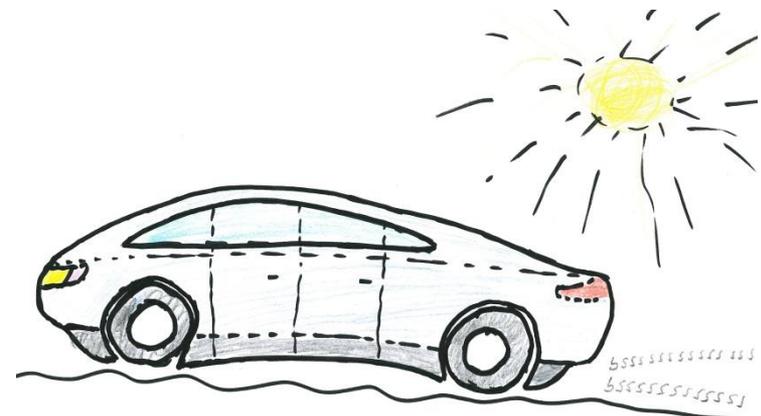
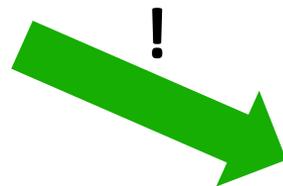
# Asien der 2020er Jahre?



vom Elektro-Roller



zum Verbrennungs-Fahrzeug?



zum Elektro-Fahrzeug!

# Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte

## AUTOMOBIL PRODUKTION

### **China prognostiziert Absatz von 35.000 alternativ angetriebenen Fahrzeugen**

Erstellt am 28. April 2014

**Der chinesische Verband der Autohersteller (CAAM) prognostiziert für dieses Jahr einen Absatz von 35.000 Fahrzeugen mit alternativem Antrieb. Das meldet die staatliche chinesische Nachrichtenagentur Xinhua.**



Dem Bericht zufolge könnte die Verkaufszahl auch auf 60.000 steigen: Dann nämlich, wenn die Zählung, die derzeit reine

## Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen

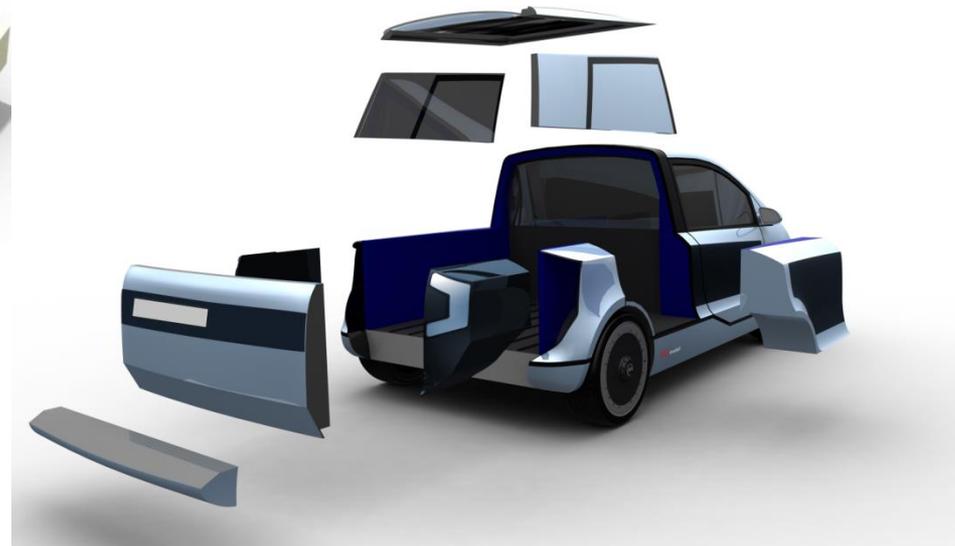
- Fahrzeugaufbau und -struktur
- Dezentrale Antriebskonzepte
- Höhere Spannungen im HV-System
- Drive-by-Wire
- Thermomanagement
- Automobilinformatik
- Multimedia
- Vertriebswege
- Finanzierungskonzepte für Privatkunden
- Geändertes Nutzerverhalten

# Fahrzeugaufbau und -struktur

## Skateboard/Sandwich-Struktur



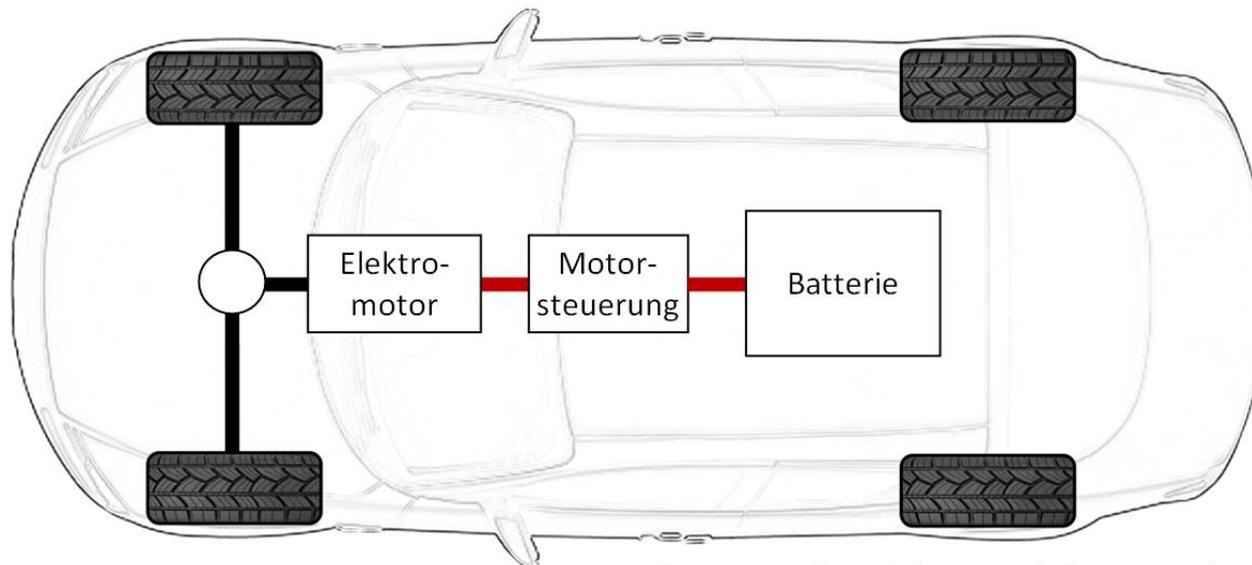
Variable  
Karosserieanpassung



# Elektrischer Antriebsstrang mit zentralem Elektroantrieb

Bisherige Elektrofahrzeuge basieren auf Konzepten von Verbrennungsfahrzeugen und besitzen deshalb einen zentralen Elektroantrieb mit Differential.

## Ein zentraler Antriebsmotor

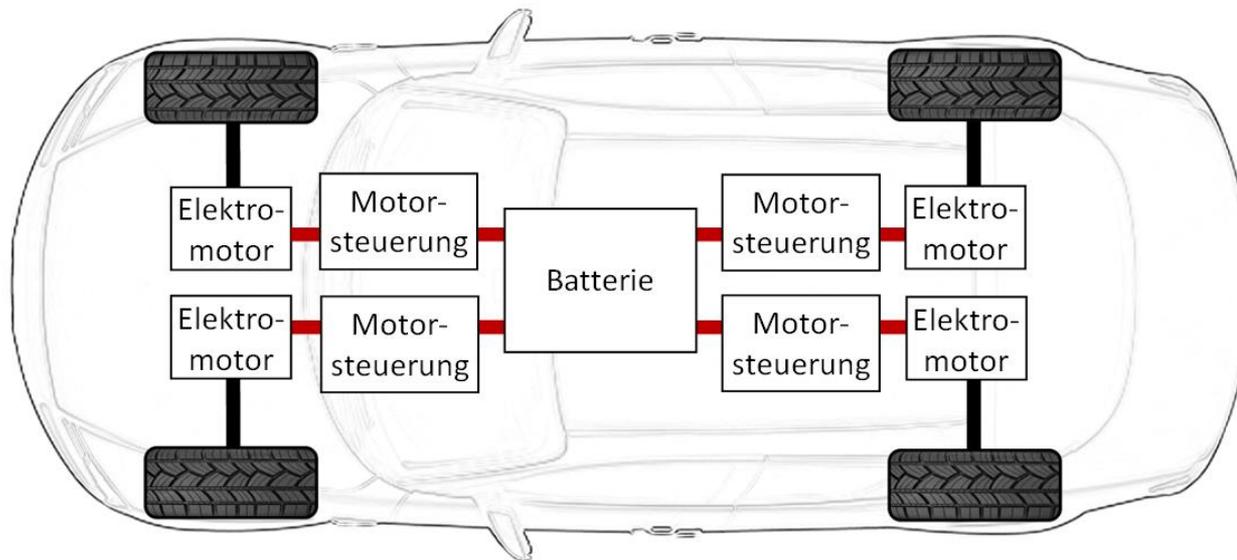


© Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum

# Elektrischer Antriebsstrang mit dezentralen Rad-nahen Elektroantrieben

Zukünftige Elektrofahrzeuge besitzen zwei oder vier dezentrale Antriebe.

## Vier dezentrale Antriebsmotoren



© Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum

# Direktantriebe (Industrie & Energiewirtschaft)

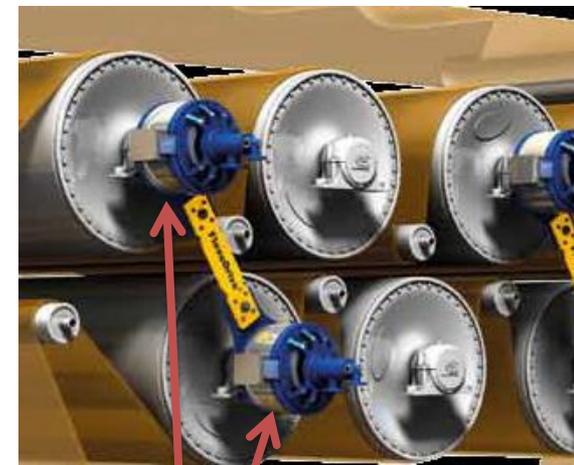
**Direktantriebe gewinnen in der Industrie und s  
Der Energiewirtschaft immer größerer Bedeutung:**

- Windräder (Energcon, Direktantrieb als Generator)
- Papiermaschinen-Antriebe (AS Drives & Services GmbH)



Getriebe

Elektromotor

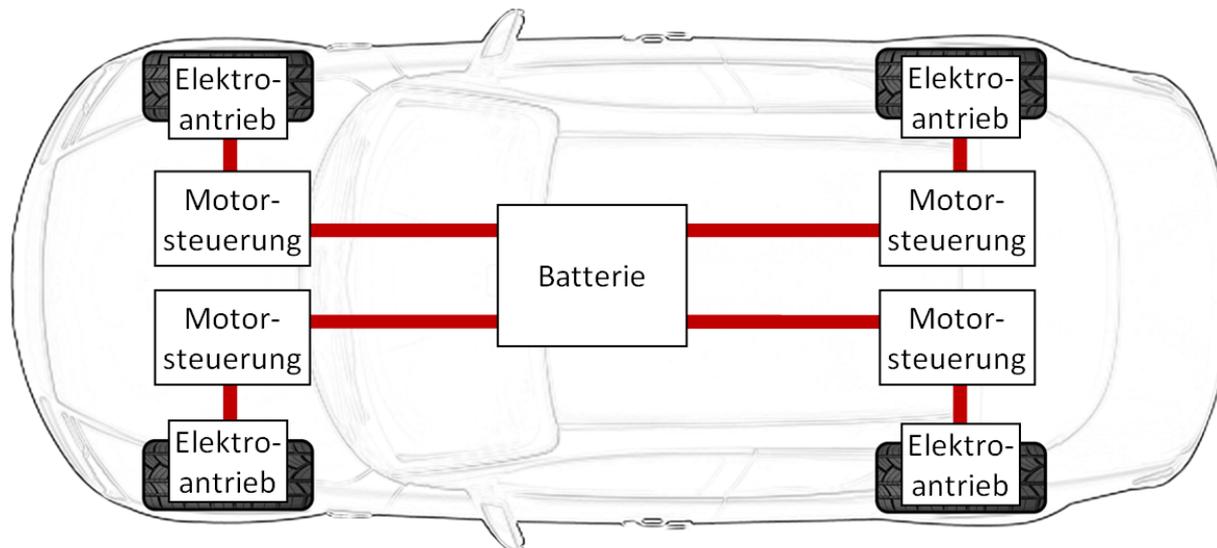


Direktantriebe

# Elektrischer Antriebsstrang mit Radnabenantrieben

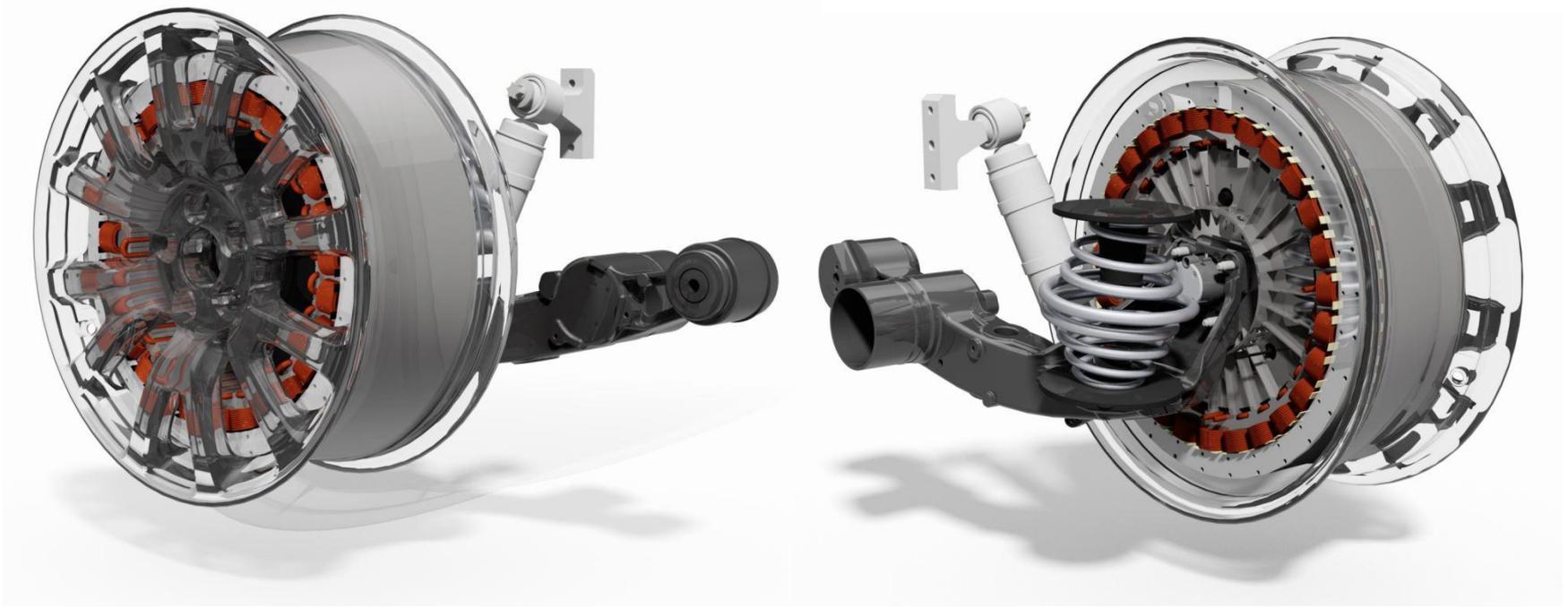
Eventuell setzen sich auch Radnabenmotoren durch. Sie bieten komplett neue Designfreiheiten.

## Radnabenantrieb



© Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum

# Radnabenantriebe



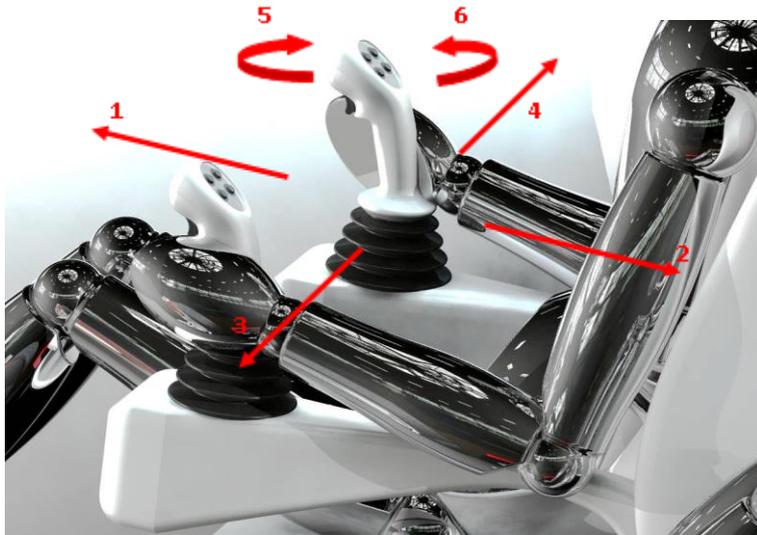
**BODrive-Projekt:** Hochschule Bochum, ThyssenKrupp Electrical Steel GmbH, AS Drives & Services GmbH, elmoCAD Engineering GmbH, Scienlab electronic systems GmbH

# Hochvolt-Systeme

## Anforderungen

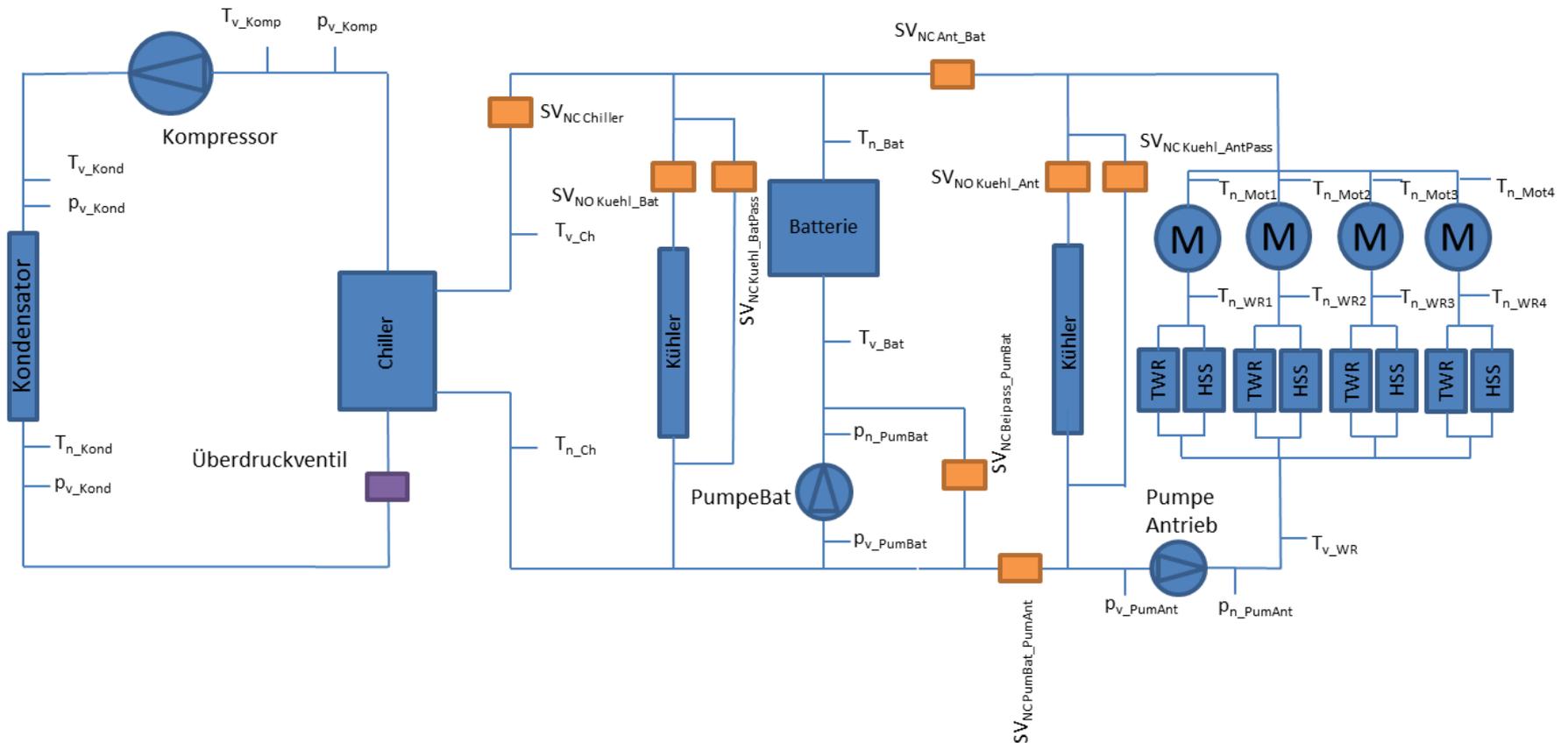
- Spannungen bis 1000 V
- Ströme bis 250 A
- Frequenzen: Pulsweitenmodulation bis 20 kHz, Berücksichtigung von Oberwellen
- EMV (ECE-R10) bei Leitungen, Steckverbindungen und Verschraubungen
- Kabeldurchführungen Schutzart IP6k9k
- Service Disconnect
- Funktionale Sicherheit, ISO26262 ASIL Bewertung

# Drive-by-Wire



# Thermomanagement

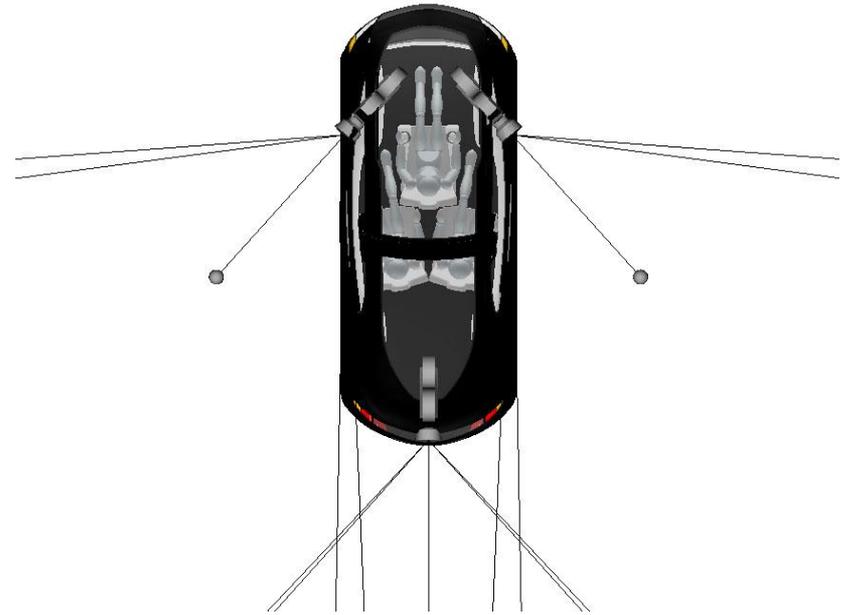
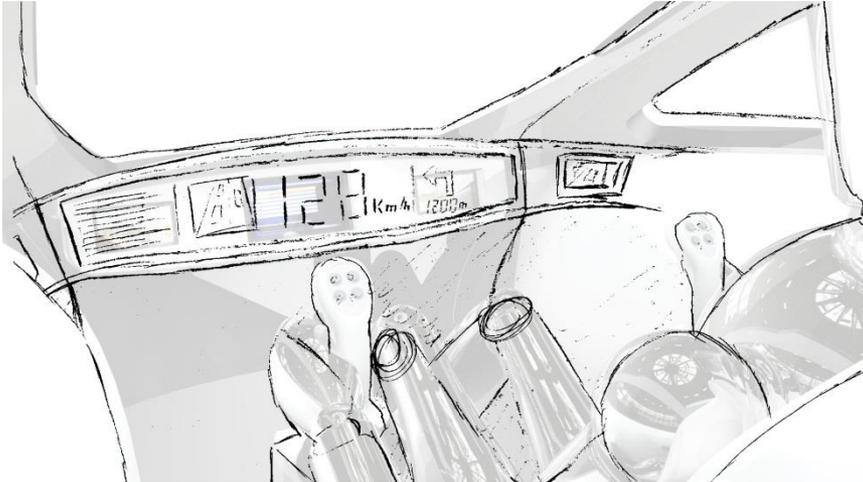
## Schema Fahrzeugkühlsystem



# Automobilinformatik

- Batteriemanagement
- Ansteuerung der Leistungselektronik
- Effizientes Energiemanagement durch Fahrtenmanager
  - Routenoptimierung
  - Fahrprofiloptimierung
  - Ladeoptimierung
  - Verbrauchsoptimierung

# Multimedia



Kameras

# Neue Vertriebswege

- Verkauf von Elektrofahrzeugen über OBI, Tchibo, Saturn und Co.? (z.B. Vertrieb Mitsubishi i-MiEV durch japanische Elektronik-Supermärkte).
- Zunehmender Verkauf übers INTERNET.

Japan: Mitsubishi i-MiEV to Sell in the Supermarket



In an electronics specialist's supermarket, that is, Japanese manufacturer Mitsubishi announced over the weekend it had agreed with electronics retailer Yamada-Denki on a combined effort which would see the i-MiEV electric vehicle being put on sale in 17 stores, including Tokyo, Kanagawa and Saitama prefectures.

The sale of the car through the Yamada-Denki is part of the retailer's "smart home" strategy, which aims to sell a range of smart home products in all the 17 stores. In addition, an exhibition hall for the i-MiEV will be set up in each store. On the course, the retailer will tie the sales of the car to the sale of other products. The impetus for the project started from a meeting of companies attended the 1st E-Kizuna Forum.



## Mitsubishi recruits retail electronics giant to sell i-MiEV

Words - Jeremy Bass

Will the rise of EVs see the lines blur between cars and household appliances? It's happening in Japan already

[discountnewcars.com.au](http://discountnewcars.com.au) » Get the best price on a new Mitsubishi

What happens when cars become electrical goods? It was perhaps inevitable that someone would come up with the idea of selling them like electrical goods. That's already happening in Japan, starting December, with Mitsubishi co-opting electronics retail giant Yamada-Denki as a sales outlet for its i-MiEV as part of its smart home line at 17 of its stores in high

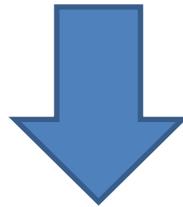


Total photo(s): 1 - click to enlarge

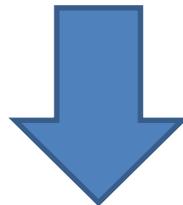
Neue Player im Servicegeschäft? (Baummarktketten, Elektronik-Supermarktketten, .....??)

# Finanzierungskonzepte für Privatkunden

- Elektrofahrzeuge: Hohe Anschaffungskosten, geringe Betriebskosten, hoher Wiederverkaufswert??
- Kosten für Batterie: 25 – 45% der Gesamtfahrzeugkosten



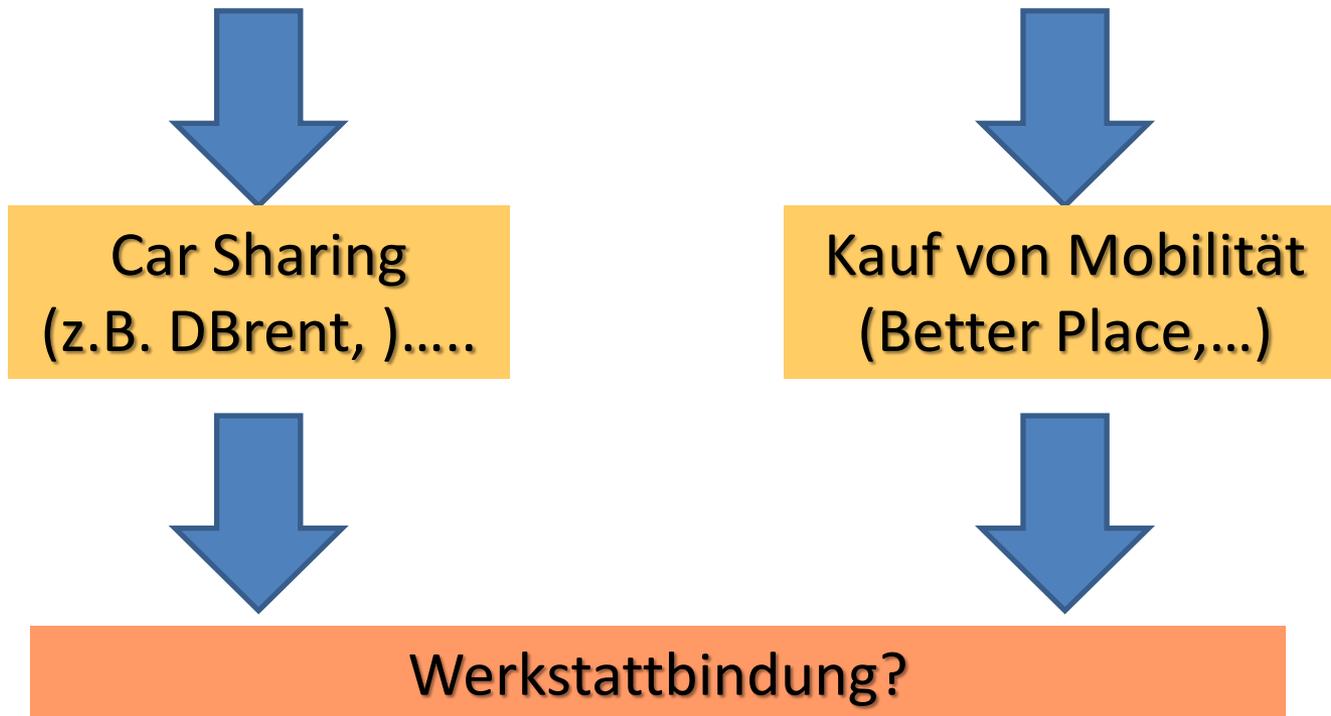
Fahrzeugleasing oder Batterieleasing!



Werkstattbindung?

# Geändertes Nutzerverhalten

Bei jungen Kunden steht häufig die Mobilität und nicht der Besitz eines Fahrzeugs im Vordergrund  
(Statussymbole ändern sich!?)



# Die Zukunft der Mobilität ist elektrisch!!

## Kompetenzanforderungen auf Basis zukünftiger technischer Anforderungen

- Leistungselektronik
- Elektromotorenbau
- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Elektrochemie und Batterietechnologie
- Verkabelung, Leitungen und Verbinder
- Hochvoltsysteme
- Automobilinformatik
- Thermomanagement
- Test- und Prüftechnik
- Leichtbau

# Themen

- Ansprüche vs. Nutzerverhalten
  - Anspruch an die Elektromobilität!
  - Wirklichkeit der Mobilität!
- Nachhaltigkeit und Energieeffizienz
  - Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!
  - Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?
- Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte
  - Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
  - Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen?
- Aus-und Weiterbildung
- Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum
  - SolarCar-Projekt
  - BOmobil-Projekt

# Die Zukunft der Mobilität ist elektrisch!!

## Kompetenzanforderungen auf Basis zukünftiger technischer Anforderungen

- Leistungselektronik
- Elektromotorenbau
- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Elektrochemie und Batterietechnologie
- Verkabelung, Leitungen und Verbinder
- Hochvoltsysteme
- Automobilinformatik
- Thermomanagement
- Test- und Prüftechnik
- Leichtbau

# Aus- und Weiterbildung in der Elektromobilität

## Weiterbildung

**BGI/GUV-I 8686**

VDV Mitteilung Nr. 8002

- Arbeiten in Entwicklung und Fertigung
- Arbeiten an Serienfahrzeugen

## Berufliche Ausbildung

- Facharbeiter
- Meister
- Techniker

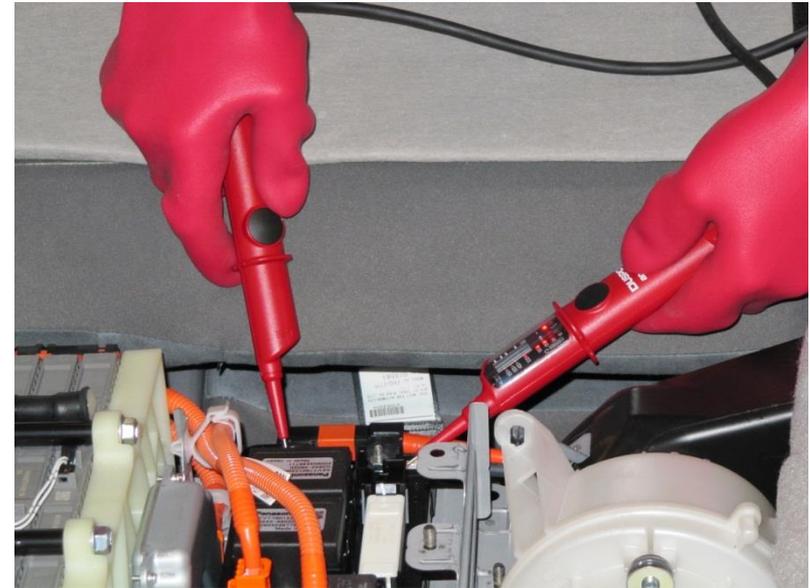
## Akademische Ausbildung

- Bachelor
- Master
- Promotion

# Qualifizierungsmaßnahmen für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen in Entwicklung und Fertigung

Die WAW GmbH bietet Qualifizierungsmaßnahmen für Arbeiten an Fahrzeugen mit HV-Systemen in Entwicklung und Fertigung nach BGI/GUV-I 8686 in folgend Sprachen an:

- Deutsch
- Englisch
- Französisch
- Chinesisch



Die WAW GmbH ist Kooperationspartner der TÜV Nord Bildung GmbH & Co. KG





# Ausgründung aus der Hochschule Bochum



**WAW GmbH**

**Qualifizierung, Beratung und Begutachtung in  
der Elektromobilität**

Lise-Meitner-Allee 27, 44801 Bochum, Germany

Phone: +49 234/52009028-0

fax: +49 234/52009028-9

e-mail: [info@waw-gmbh.de](mailto:info@waw-gmbh.de)

[www.waw-gmbh.de](http://www.waw-gmbh.de)

# Facharbeiterausbildung

- Mit Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.04.2013 wurde der Rahmenplan für den Ausbildungsberuf **Kraftfahrzeugmechatroniker** und **Kraftfahrzeugmechatronikerin** um die Anforderungen durch die Hochvolttechnik und die Elektroantriebe sowie die damit verbundenen Komponenten ergänzt.
- Die Anforderungen durch die Hochvolttechnik und die Elektroantriebe sowie die damit verbundenen Komponenten werden in allen Schwerpunkten - vor allem aber im Schwerpunkt "System- und Hochvolttechnik" - berücksichtigt.

# Akademische Ausbildung - Hochschule Bochum

Hochschule Bochum  
Bochum University  
of Applied Sciences



## Bachelor Elektrotechnik seit WS 2011

Wahlpflichtfächer:

- Grundlagen Elektromobilität
- Hybride Antriebssysteme
- Batterietechnik

## Bachelor Mechatronik mit Schwerpunkt Automotive seit WS 2011

Pflichtfächer:

- Elektrische Aktorik
- Leistungselektronik
- Grundlagen Elektromobilität
- Hybride Antriebssysteme
- Batterietechnik

## Master Elektromobilität seit WS 2011

Module:

- Elektrische Systeme im Hochvolt Fahrzeug
- Mechatronische Systeme im Hochvolt Fahrzeug
- Höhere Mathematik
- Projektarbeit/Wahlfach
- Theoretische Grundlagen
- Automobilenformatik
- Master-Thesis

# Themen

- Ansprüche vs. Nutzerverhalten
  - Anspruch an die Elektromobilität!
  - Wirklichkeit der Mobilität!
- Nachhaltigkeit und Energieeffizienz
  - Warum sich Elektromobilität durchsetzen wird!
  - Warum sich Elektromobilität nicht durchsetzen wird?
- Zukünftige Antriebs- und Fahrzeugkonzepte
  - Die Entscheidung für Elektromobilität ist bereits gefallen!
  - Was ist anders an zukünftigen Elektrofahrzeugen?
- Aus-und Weiterbildung
- Institut für Elektromobilität Hochschule Bochum
  - SolarCar-Projekt
  - BOmobil-Projekt

# Das Institut für Elektromobilität

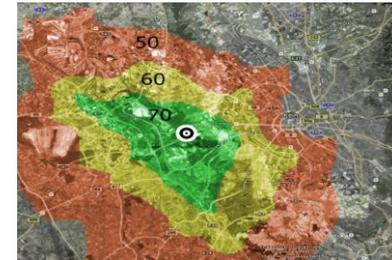


3 Professoren  
20 wiss. Mitarbeiter  
3 nichtwiss. Mitarbeiter  
ca. 50 Studierende



# Arbeitsschwerpunkte am Institut

- Entwicklung von **Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs** (u.a. Leistungselektronik und Radnabenmotoren)
- **Batterie-Test und -Emulation** für Hybridfahrzeuge
- **Batteriemanagementsysteme**
- **Fahrtenmanager** für Elektro- und Hybridfahrzeuge zur **Verbrauchsoptimierung**
- **Gesamtfahrzeugkonzepte** und Prototypenbau
- **Qualifizierung und Ausbildung** für Hochvoltsysteme in Kraftfahrzeugen



# Die Forschungsfahrzeuge der Hochschule Bochum



1999 – 2001  
Mad Dod III



2001 – 2005  
HansGo!



2005 – 2007  
SolarWorld No.1



2008 – 2009  
BOcruiser



2010 - 2011  
SolarWorld GT



2011 - 2013  
Power Core SunCruiser

## Solarfahrzeuge - Lehrforschungsprojekt von Studierenden



## Bomobil – BEV – Forschungsprojekt, gefördert vom Land NRW und der EU

2011



2012



2013

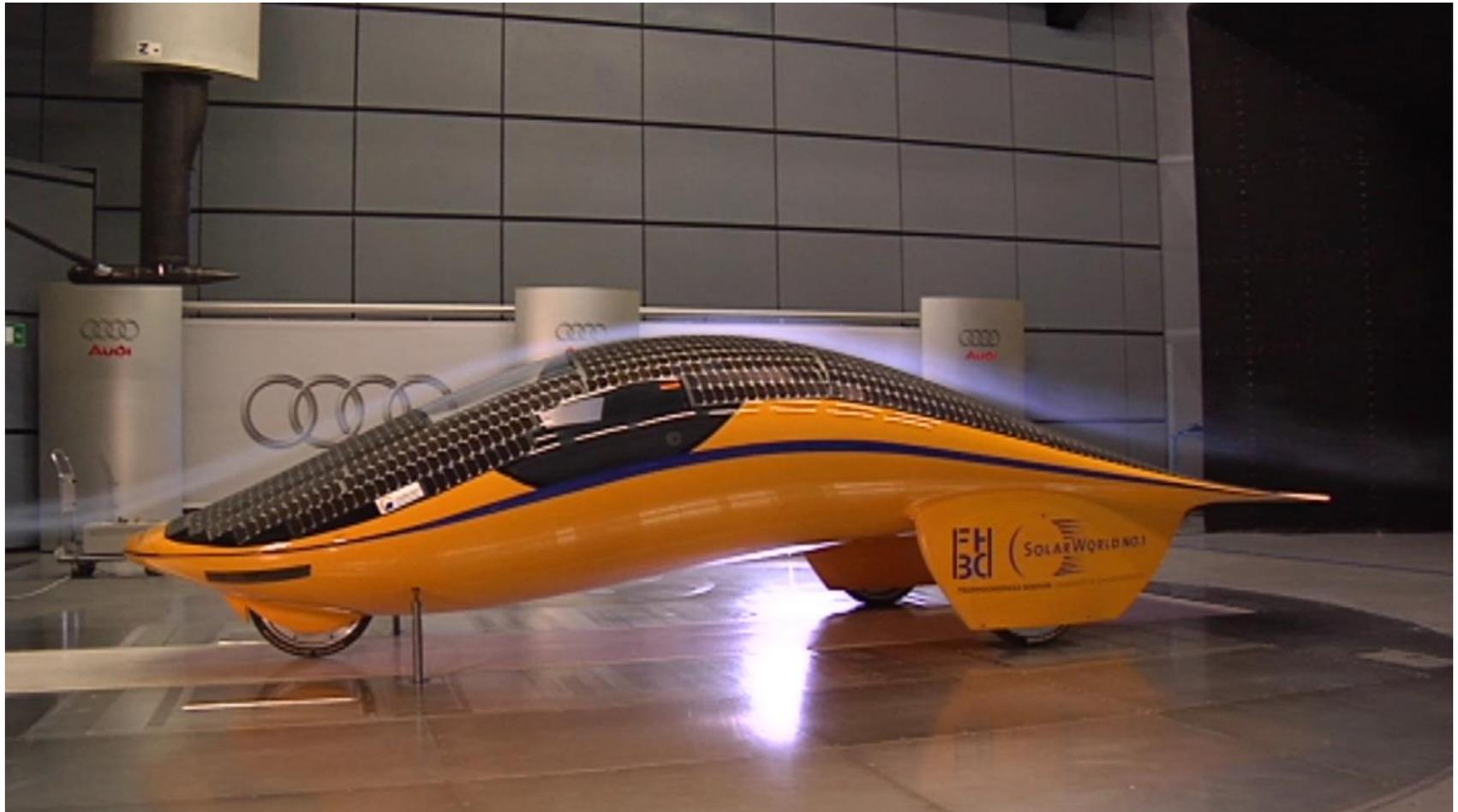


# Lehrforschungsprojekt SolarCar

## Teilnahme an der World Solar-Challenge in Australien



# SolarWorld No.1 2005 - 2007



# SolarWorld No.1 2005 - 2007



## BOcruiser 2008 - 2009



# BOcruiser 2008 - 2009





# SolarWorld GT 2010 - 2011



# Weltumrundung mit dem SolarWorld GT

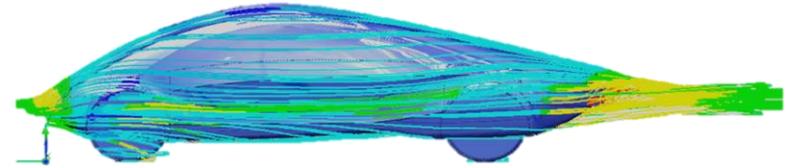


Strecke: ca. 30.000 km  
 Reisedauer: ca. 13 Monate

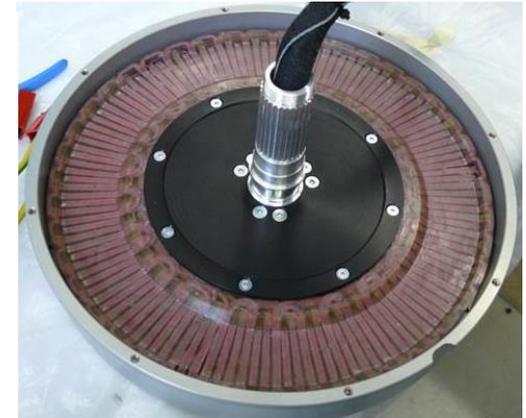
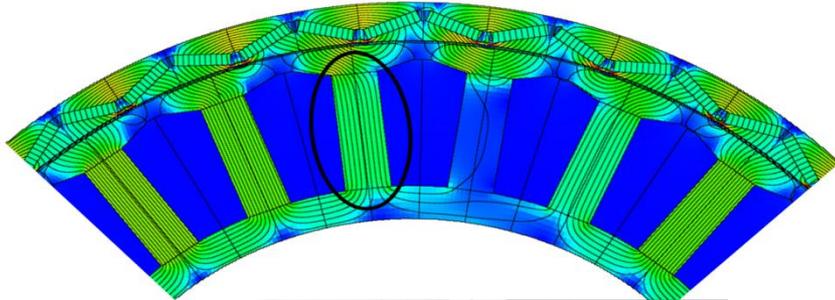
# Weltumrundung mit dem SolarWorld GT

- Start/ Ziel: Adelaide (Mount Baker)
- Zeitraum: 26.10.2011 - 15.12.2012
- Tage gesamt: 416
- Tage gefahren: 168
- Gefahrene Kilometer: 29.753 km
- Höhenmeter bergauf/ bergab: 185.395 m
- Gesamtenergieertrag hinter Tracker: 733 ,0kWh
- Gesamtenergieertrag während Fahrt: 154,8 kWh
- Gesamtenergieertrag während Stillstand: 578,2 kWh
- Gesamtfahrenergie: 597,8 kWh
- Reine Fahrtzeit: 592 h
- Ladevorgang während Stillstandszeit : 1.109 h
- Standzeit um eine Stunde zu fahren: 112 min
- Well-to-Wheel Efficiency: 82 %
- Mittlere Solarleistung: 431 W
- Benötigte Antriebsleistung 50 km/h: 826 W
- Durchschnittsgeschwindigkeit: 50,3 km/h
- Energiebedarf 2.009 Wh/100 km
- Reichweite pro Kilowattstunde: 49,7 km  
(Kilometer pro Kilowattstunde)

# PowerCore SunCruiser



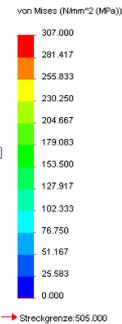
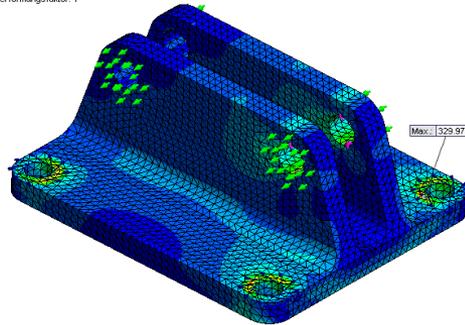
# Entwicklung und Bau von Radnabenmotoren



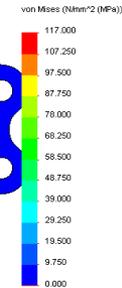
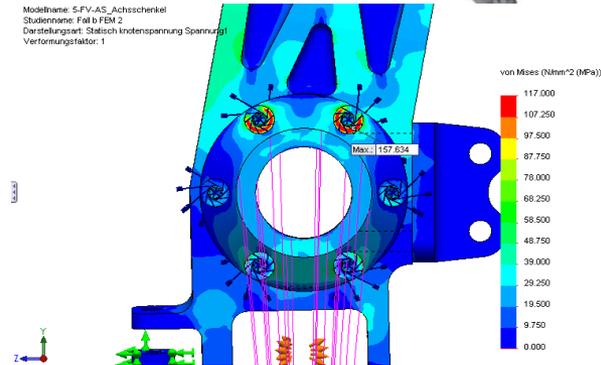
# Konstruktion und Bau aller mechanischen Komponenten



Modellname: S-FV-Hal-005\_Daempler  
 Studienname: Extremfall  
 Darstellungsart: Statisch Knotenspannung Spannung  
 Verformungsfaktor: 1



Modellname: S-FV-AS\_Achsschenkel  
 Studienname: Fall b FEM 2  
 Darstellungsart: Statisch Knotenspannung Spannung  
 Verformungsfaktor: 1



# Forschungsprojekt BOmobil



**Hochschule Bochum**  
**Institut für Elektromobilität**  
Lennershofstraße 140  
44801 Bochum  
bomobil@hs-bochum.de

## Ziel2.NRW

Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

## progres.nrw

Programm für Rationelle Energieverwendung,  
Regenerative Energien und Energiesparen

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen



# Entwicklungspartner

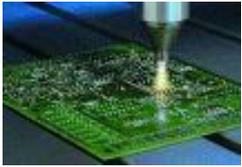
Nutzung lokaler Engineering Kompetenzen

Gesamtkonzept



Hochschule Bochum  
Institut für Elektromobilität

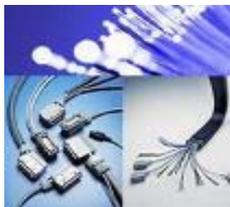
Elektronik-  
komponenten



Zulassung



Kabelsätze



**DELPHI**



**OPEL**

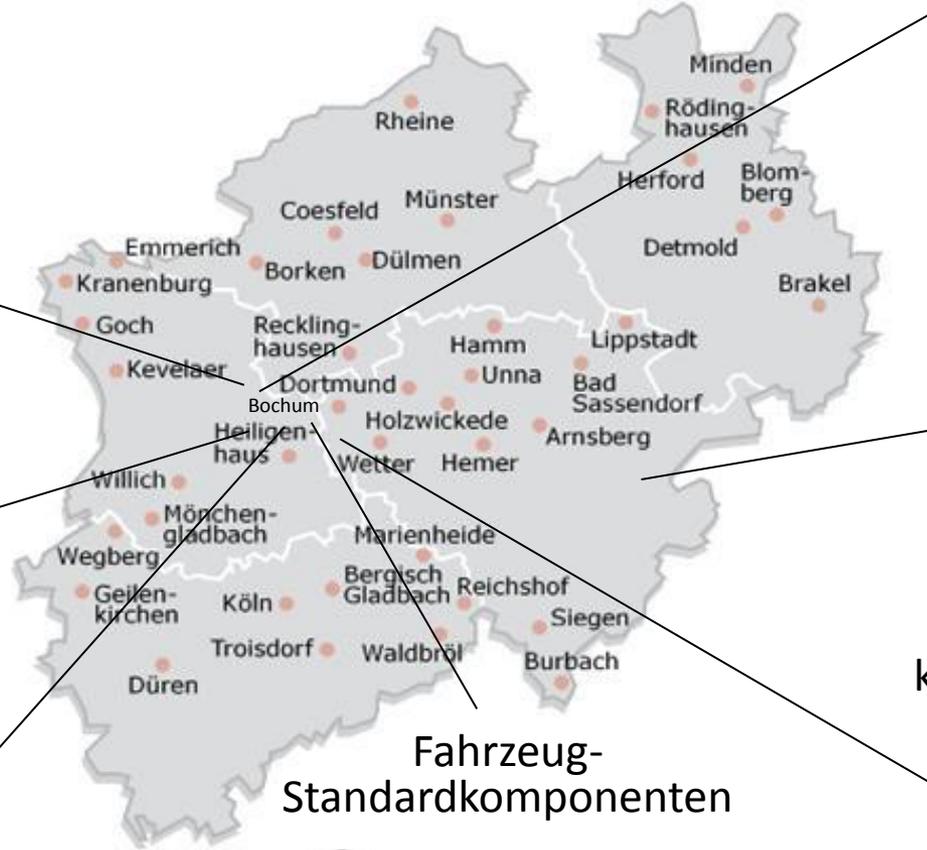


Fahrzeug-  
Standardkomponenten

Energiespeicher



Karosserie-  
kunststoffbauteile



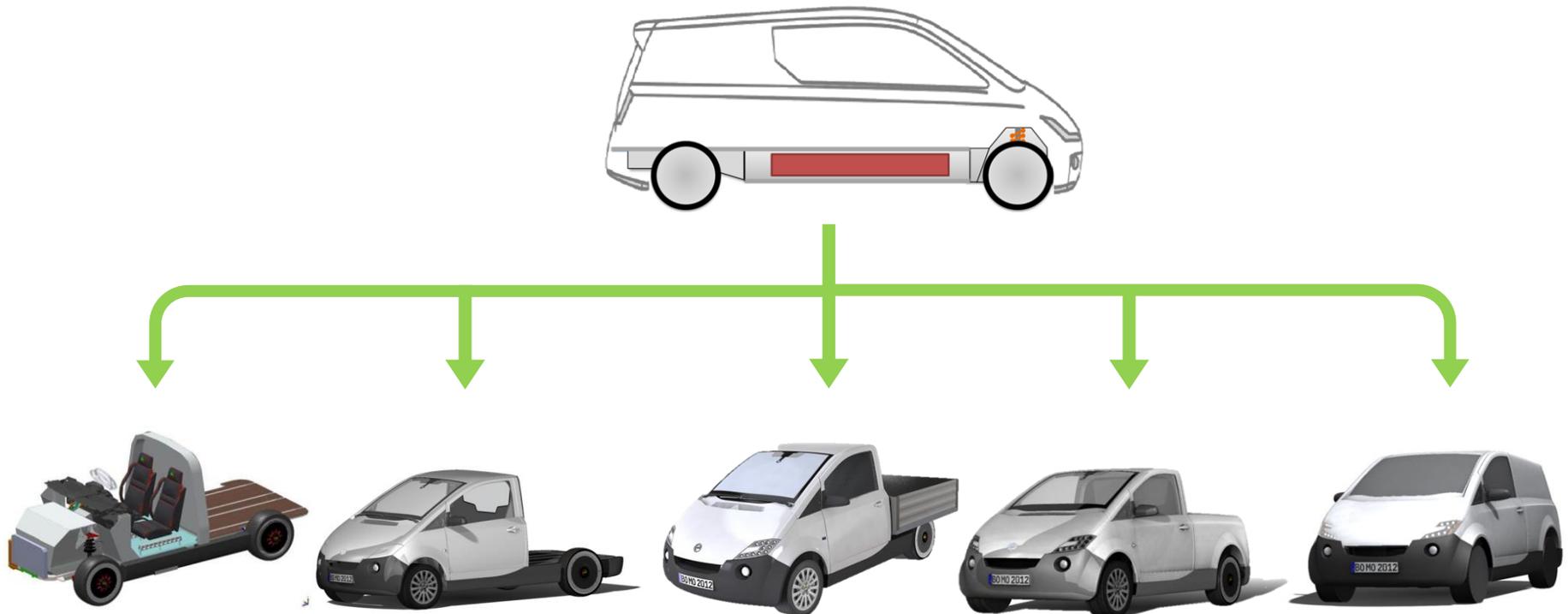
# Fahrzeugdaten

- Länge: 4.000 mm
- Breite: 1.690 mm
- Höhe: 1.650 mm
- Leergewicht: ca.1200 kg
- Zuladung: 500 kg
- 2 Radnabenmotoren
- Leistung: 36 kW
- Antriebsmoment: 1200Nm
- Antriebsbatterie: LiFeYPO4
- Energieinhalt : 31,6 kW
- 1500 Ladezyklen: 6,8 Jahre
- Netzladegerät: 220 VAC/16A
- Reichweite 180 km, sicher mit allen Verbrauchern
- Höchstgeschwindigkeit > 120km/h



# Grundidee „Skateboard Design“

- Trennung von Struktur und Karosserie
- Fahrzeugsysteme in Bodenbaugruppe  
→ Einfache Derivatbildung



# Skateboard B0mobil A-Muster, IAA 2011



# Bomobil auf der Nutzfahrzeugmesse Hannover



# Die Zukunft der Mobilität ist elektrisch!

## Herzlichen Dank!



**Hochschule Bochum**  
Institut für Elektromobilität

Lennershofstr. 140  
44801 Bochum  
Tel.: +49 234 3210 382  
Fax: +49 234 3214 992  
e-mobility@hs-bochum.de

[www.institut-elektromobilitaet.de](http://www.institut-elektromobilitaet.de)