

Fahrzeug-Energiekonzepte für die Elektromobilität

effizient – umweltfreundlich - finanzierbar – sicher

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Fahrzeugkonzepte

Dr.-Ing. Michael Schier

Wissen für Morgen



Überblick

Fahrzeug-Energiekonzepte für die Elektromobilität

- Interdisziplinäre Forschung
- Mobilität - Blick in die Zukunft
- Bedarf
- Energiesystemische Betrachtung
- Elektrifizierung von Kraftfahrzeugen
- Fazit



Interdisziplinäre Elektromobilitätsforschung



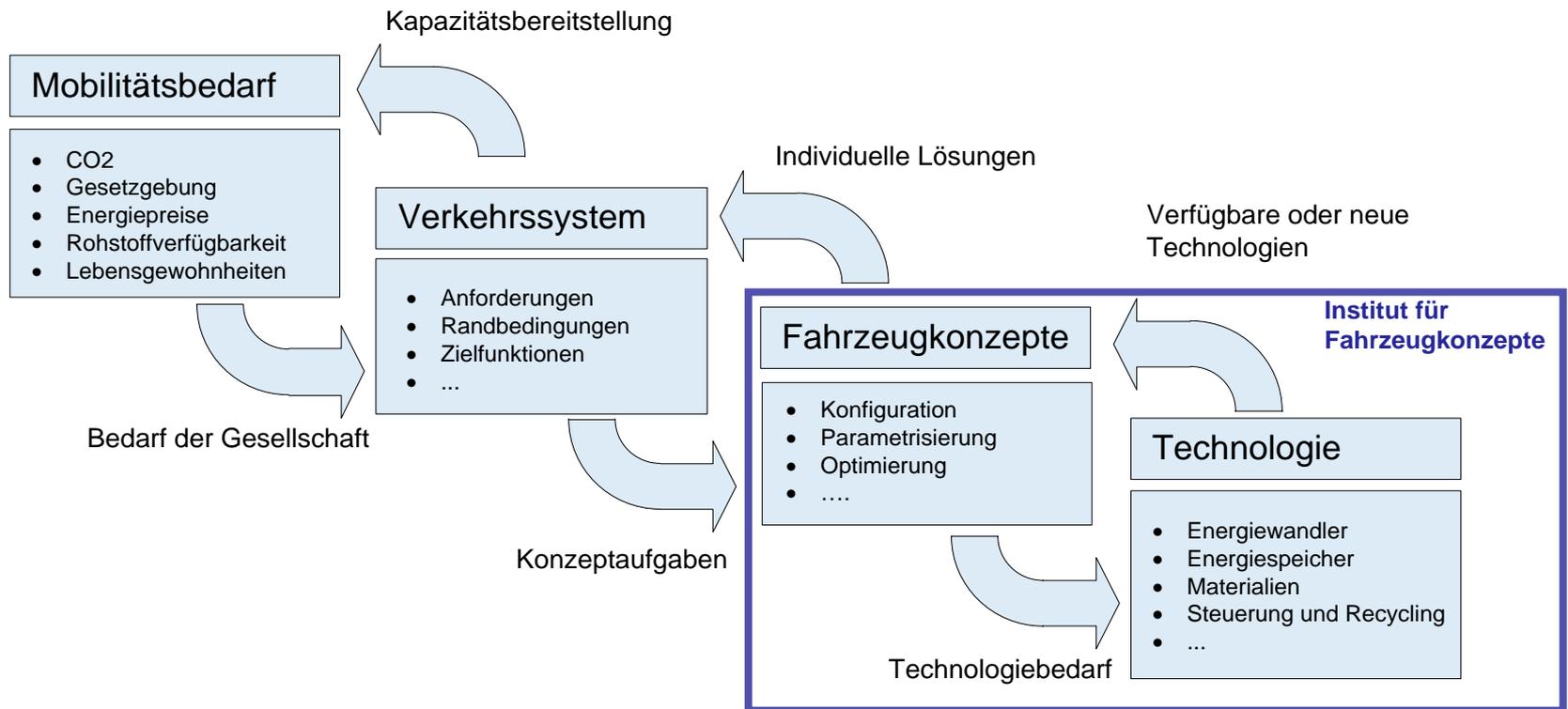
Interdisziplinäre Elektromobilitätsforschung im DLR

- 31 Institute mit 8000 Mitarbeitern in 6 Hauptstandorten arbeiten in den Programmschwerpunkten:
 - Raumfahrt
 - Luftfahrt
 - Energie
 - Verkehr
- 12 Institute bündeln Ihre Kompetenzen im Bereich Elektromobilität:
 - Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
 - Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung
 - Institut für Fahrzeugkonzepte
 - Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik
 - Institut für Kommunikation und Navigation
 - Institut für Materialphysik im Weltraum
 - Institut für Robotik und Mechatronik
 - Institut für Technische Thermodynamik
 - Institut für Verbrennungstechnik
 - Institut für Verkehrsforschung
 - Institut für Verkehrssystemtechnik
 - Institut für Werkstoff-Forschung



Themen der Zukunft

Die zukünftige Forschung umfasst die gesamte Wirkungskette des Systems Verkehr



Blick in die Zukunft – geht das überhaupt?



1953 Das Mobilitätsverhalten der Menschen scheint sich nicht wesentlich zu ändern.



1970



2003

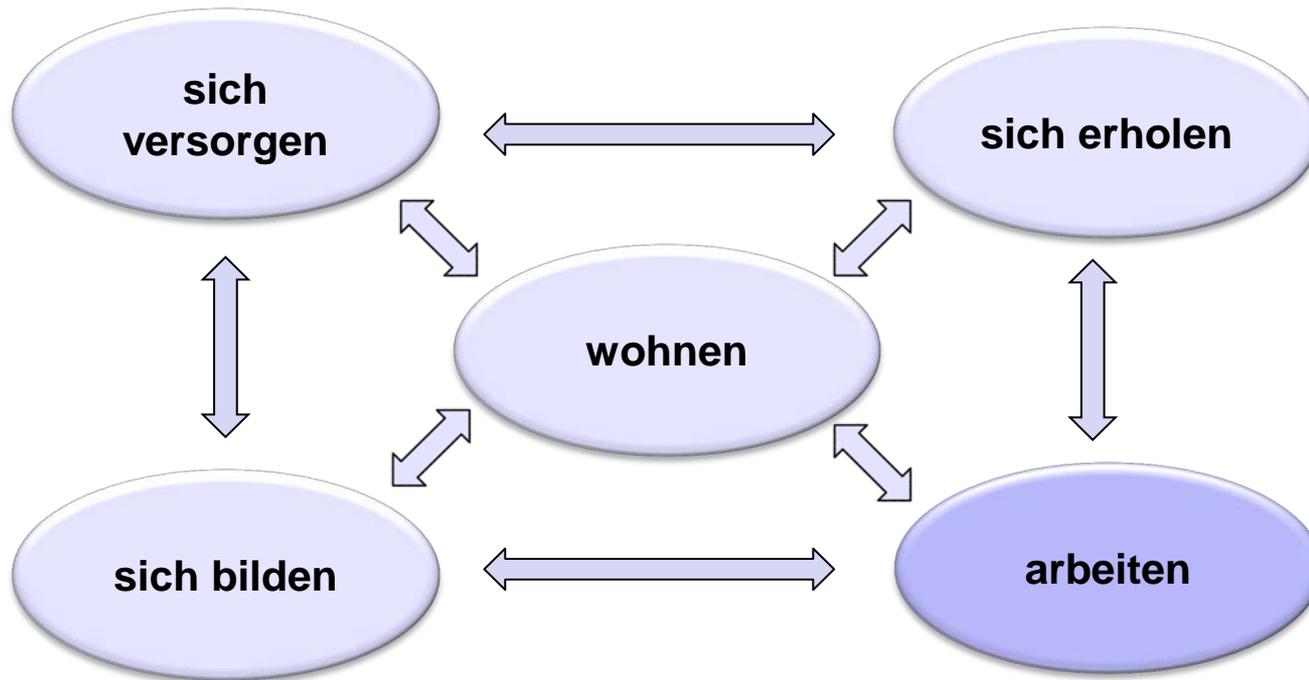
Bildernachweis: Stadtarchiv
Lörrach, Bühler 2009



Mobilität und Verkehr – wie entsteht das?

Personenverkehr...

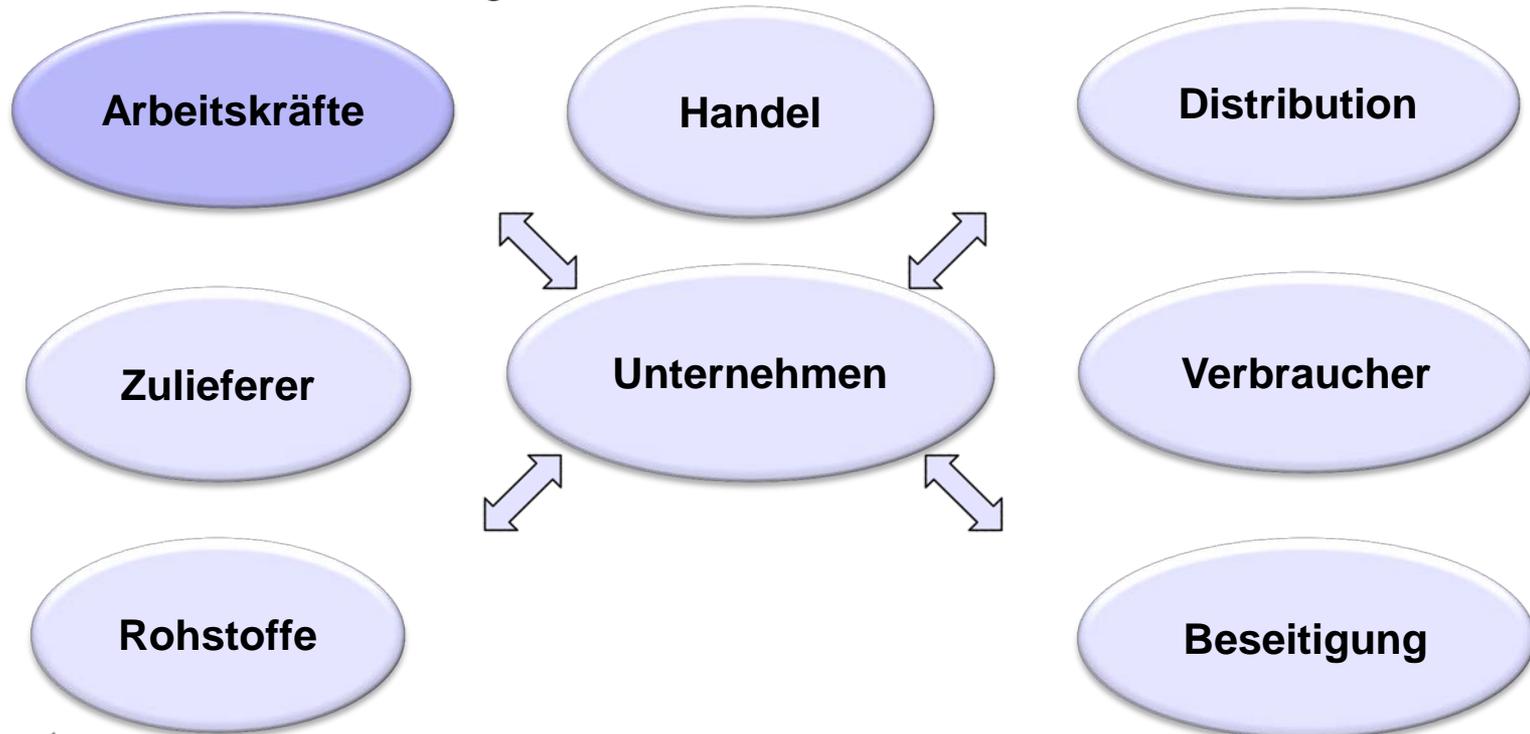
...entsteht aufgrund **außerhäusiger Aktivitäten von Menschen**:
arbeiten, sich bilden, sich versorgen, sich erholen



Mobilität und Verkehr – wie entsteht das?

Güterverkehr...

...entsteht aufgrund **wirtschaftlicher Aktivitäten von Unternehmen**:
Transport von Gütern, Transport von Personen zur Erbringung einer wirtschaftlichen Leistung



Grundbedürfnis der Bewegung

Das bedeutet:

Verkehr entsteht **nicht**, weil es Fahrzeuge und Verkehrstechnik gibt, sondern weil für Menschen und Güter in einer modernen, arbeitsteiligen Gesellschaft die Notwendigkeit der „Bewegung“ vorhanden ist.



Mobilitätsverhalten

Die Kapazitätsgrenze ist erreicht.

	MiD 2002	MiD 2008
Wege pro Person und Tag	3,3	3,4
Unterwegszeit pro Person und Tag [h:min]	1:20	1:19
durchschnittliche Wegelänge [km]	11,2	11,5
Kilometer pro Person und Tag	37	39

Quelle: infas, DLR 2010



Mobilitätsverhalten

Die Jüngeren verändern nicht nur ihr Mobilitätsverhalten.

- ▶ Mehr Zeit für Mediennutzung:
 - 18-21jährige verbringen wöchentlich durchschnittlich 14,1 Stunden im Internet.
 - 22-25jährige verbringen wöchentlich durchschnittlich 14,7 Stunden im Internet.
- ▶ Rückläufige emotionale Bindung zum Automobil (Marken); gleichzeitig werden andere Statussymbole zunehmend wichtiger
- ▶ Einschätzung des Klimawandels als großes bis sehr großes Problem durch 76 Prozent der jungen Menschen im Alter zwischen 12 und 25 Jahren → deshalb:
 - 52 Prozent wollen bewusst Energie sparen im Alltag
 - 44 Prozent wollen mehr Fahrrad statt Auto fahren (ab 18 Jahre)
 - 39 Prozent wollen sich für ein kleineres Auto entscheiden (ab 18 Jahre)

Quellen: 16. SHELL Jugendstudie, S.104, 178, 183; Bratzel 2010



Mobilitätsverhalten

Wesentliche Trends in Deutschland

- Die Kapazitätsgrenze unserer alltäglichen Mobilität ist erreicht.
- Mobilität ist nicht mehr Lebenszweck – vor allem für die Jüngeren.
- Die Gesellschaft wird älter und die SeniorInnen immer mobiler.

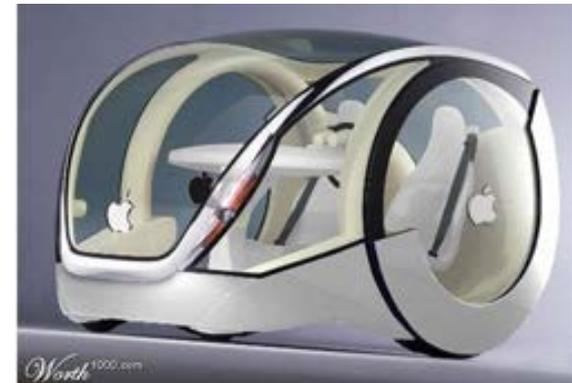


Bedarf an Elektromobilität

- Reichweite
- Ladezustandsanzeige bei elektrischen Speichern
- Gefahrenminderung bei leisem Nähern des Fahrzeugs
- Überzeugung für gesamtenergetischen Vorteil
- Effizienz, Finanzierbarkeit, Sicherheit

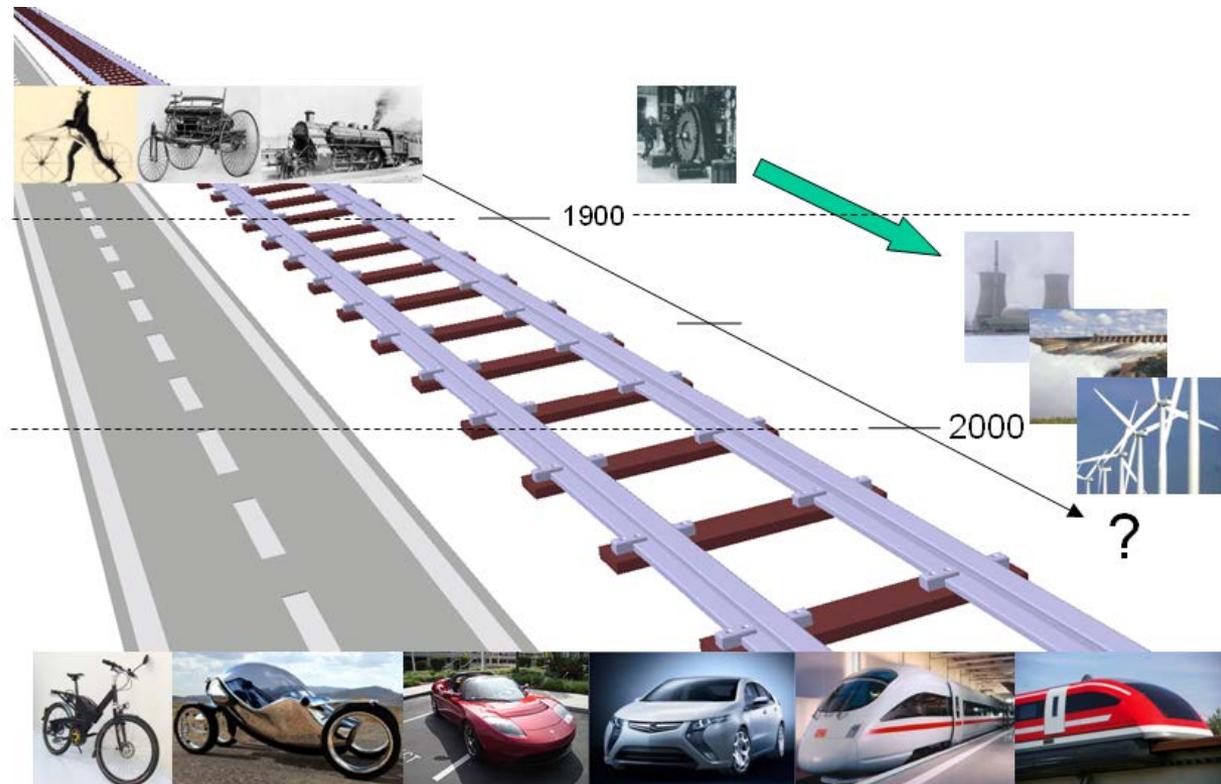
→ Überall in der belebten Natur: Bedarf und Lösung (Schloß und Schlüssel) „müssen“ zueinander passen

- Das Elektrofahrzeug im Jahr 1970 zur Ölkrise?
- Das Elektrofahrzeug 1995?
- Das Elektrofahrzeug heute?
- Das Elektrofahrzeug morgen?



Energiesystemische Betrachtung

- Bewußtsein über die Megatrends der Gesellschaft
- Gesellschaftlich hohe Bedeutung der Mobilität
- Politische und nachhaltige Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen



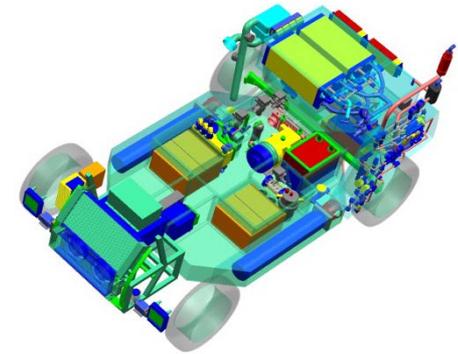
Wie kann man die Reise nachhaltig mitgestalten?

→ Energiesystemische Punkte sind zu betrachten



Energiesystemische Betrachtung

- Gesamtsystemansatz für Straßen- und Schienenfahrzeuge der Zukunft
- Erhöhung der Energieeffizienz durch Optimierung der Betriebsstrategien von Hybrid- und Elektrofahrzeugen
- Innovative Antriebskonzepte
- Nutzung ungenutzter Energieströme
- Verbesserung spezieller Energiewandlungsprozesse
- Integration neuartiger Kraftstoffketten wie Wasserstoff oder elektrische Energie
- Systemisches Zusammenführen von Technologien
- Reduzierung der Fahrwiderstände



Energiedichten

Welche Fahreigenschaften erreichen wir in der Praxis?

50 kg Benzin → 500 km

500 kg Bleibatterie → 50 km

Wie groß ist der Unterschied der Energiedichten der Speicher?

Energiedichte von Akkus, Benzin und Diesel

Energiedichte verschiedener Akkus und Kraftstoffe	Energiedichte von Akkus und Kraftstoffen in Wh pro kg
Blei-Säure-Akku (2009)	35
Ni-MH-Akku (2009)	90
Li-Ionen-Akku (2009)	130
Li-Ionen-Akku (2015)	150
Li-Ionen-Akku (2020)	200
Benzin	12.800
Diesel	11.800
Wasserstoff	800
Methanol	6370



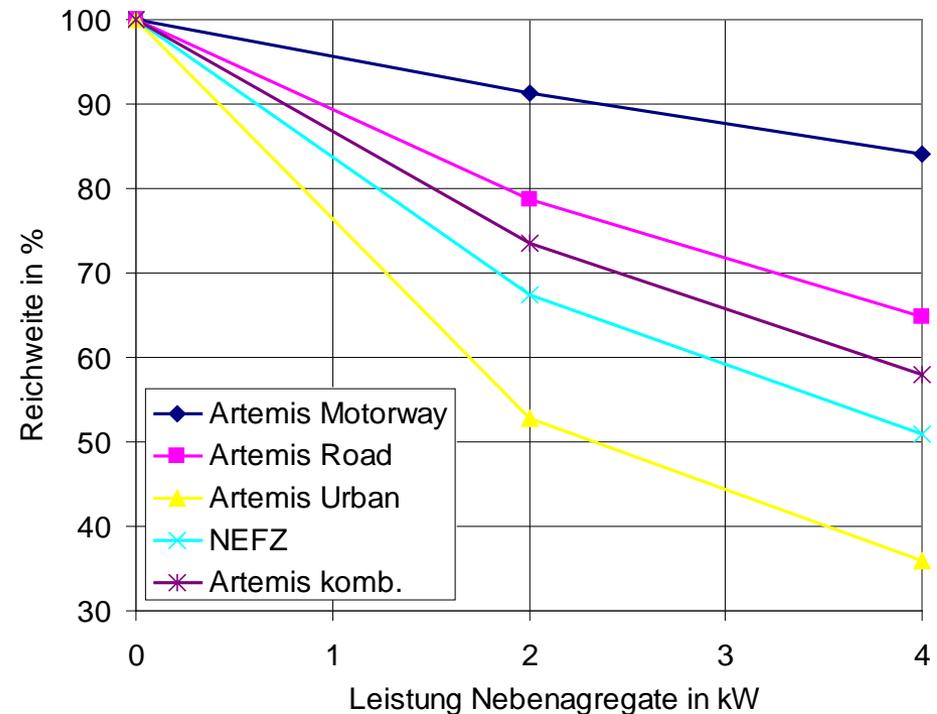
Klimatisierungsbedarf



- Kompaktklasse-Fahrzeug ca. 1750 kg
- Elektrischer Antrieb 90 kW
- Batterie 46 kWh
 - Energiedichte 80 Wh/kg
 - Genutzte Kapazität 80 %

„Man fährt mit einem Elektrofahrzeug dann los, wenn bei einem heutigen Fahrzeug die Reserveleuchte aufzuleuchten beginnt.“

„Im Winter fährt man bei Deckung des Heizbedarfs aus der Batterie dann nur noch halb so weit.“



Klimatisierungsaufwand

1. Wärmepumpe
2. Infrarotstrahler
3. Flächenstrahlungsheizung

Nutzung der Triebstrangabwärme

4. auf hohe Temperaturen optimieren
5. separate Kühlkreisläufe

Verbesserung des Kältemaschinenprozesses

6. Expansionsmaschine statt Drosselventil
7. Drehzahlvariable Kältemittelverdichter
(Stand der Technik)
8. Erhöhung der Verdampfertemperatur
(größere Flächen)

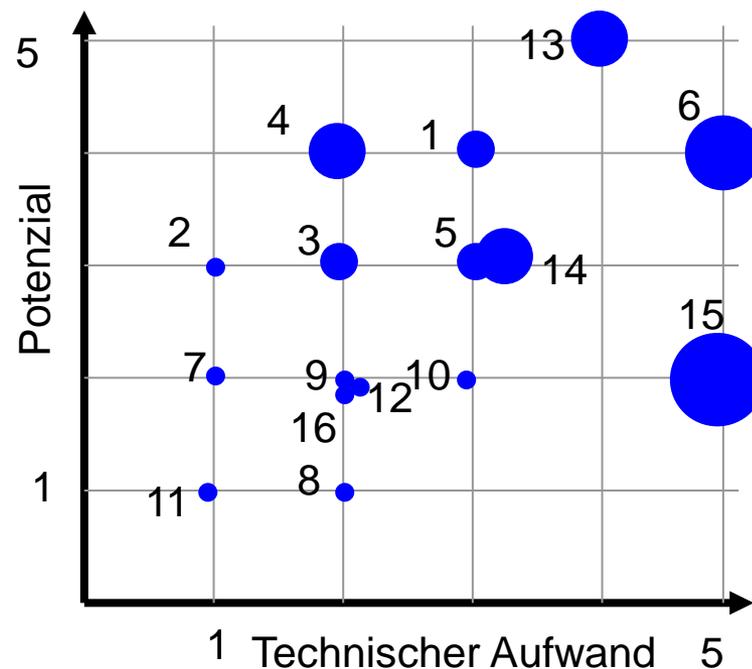
Nutzung von Solarenergie

9. Photovoltaik
10. Solarthermie

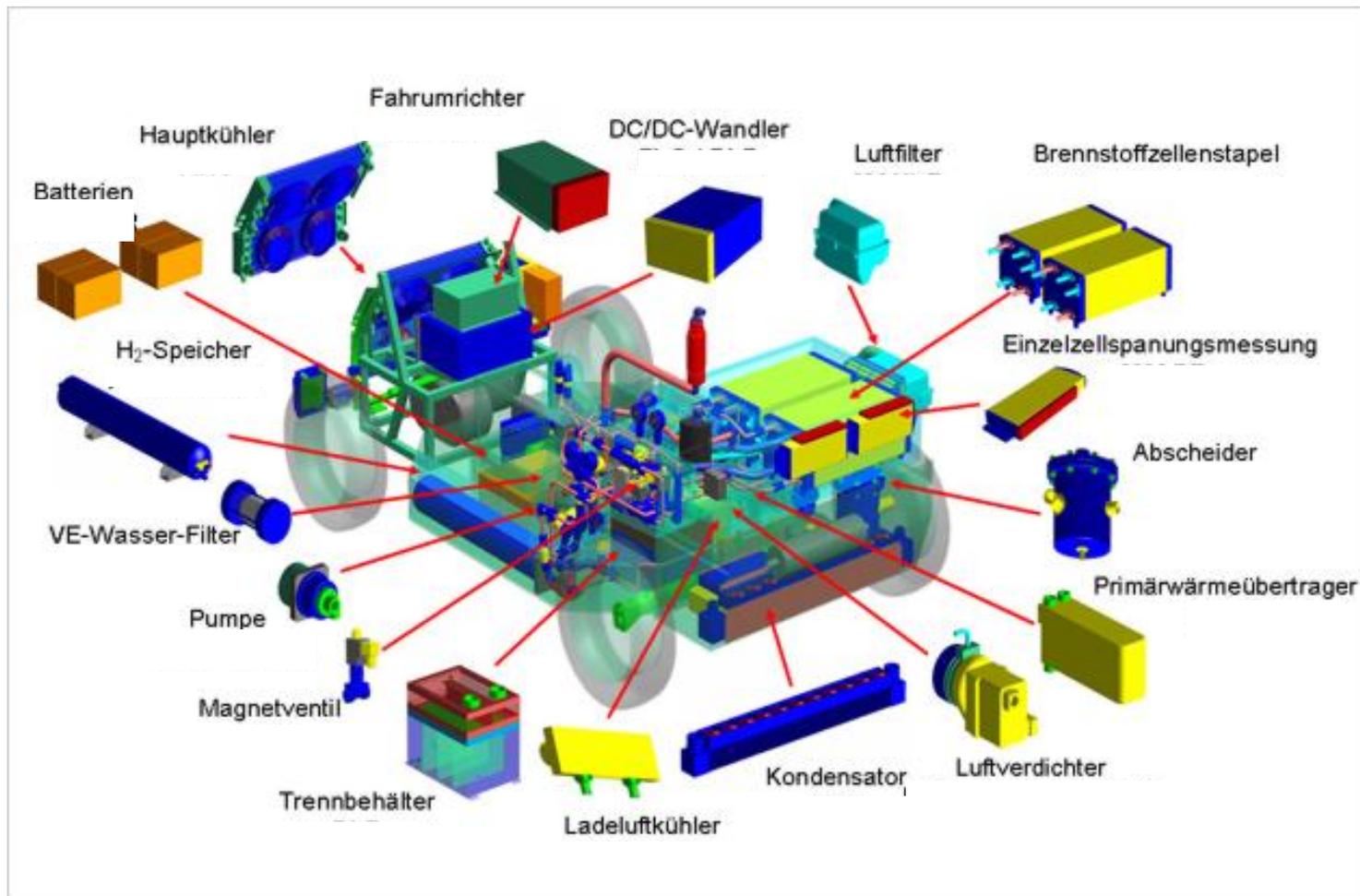
Elektrothermische Wandler

11. PTC
12. Peltier

13. Brennstoffzelle als APU
14. Verdunstungskühlung
15. Thermischer Verdichter
(Ab-/Adsorptionskältemaschine)
16. Heatpipetechnologie



Neue Fahrzeugkomponenten



Neuartige Fahrzeugkonzepte für Straße und Schiene: Next Generation Car NGC und Next Generation Train NGT

NGC



- Urban
- Inter urban

NGT



- Hochgeschwindigkeitsverkehr
- HGV
- LINK
- CARGO



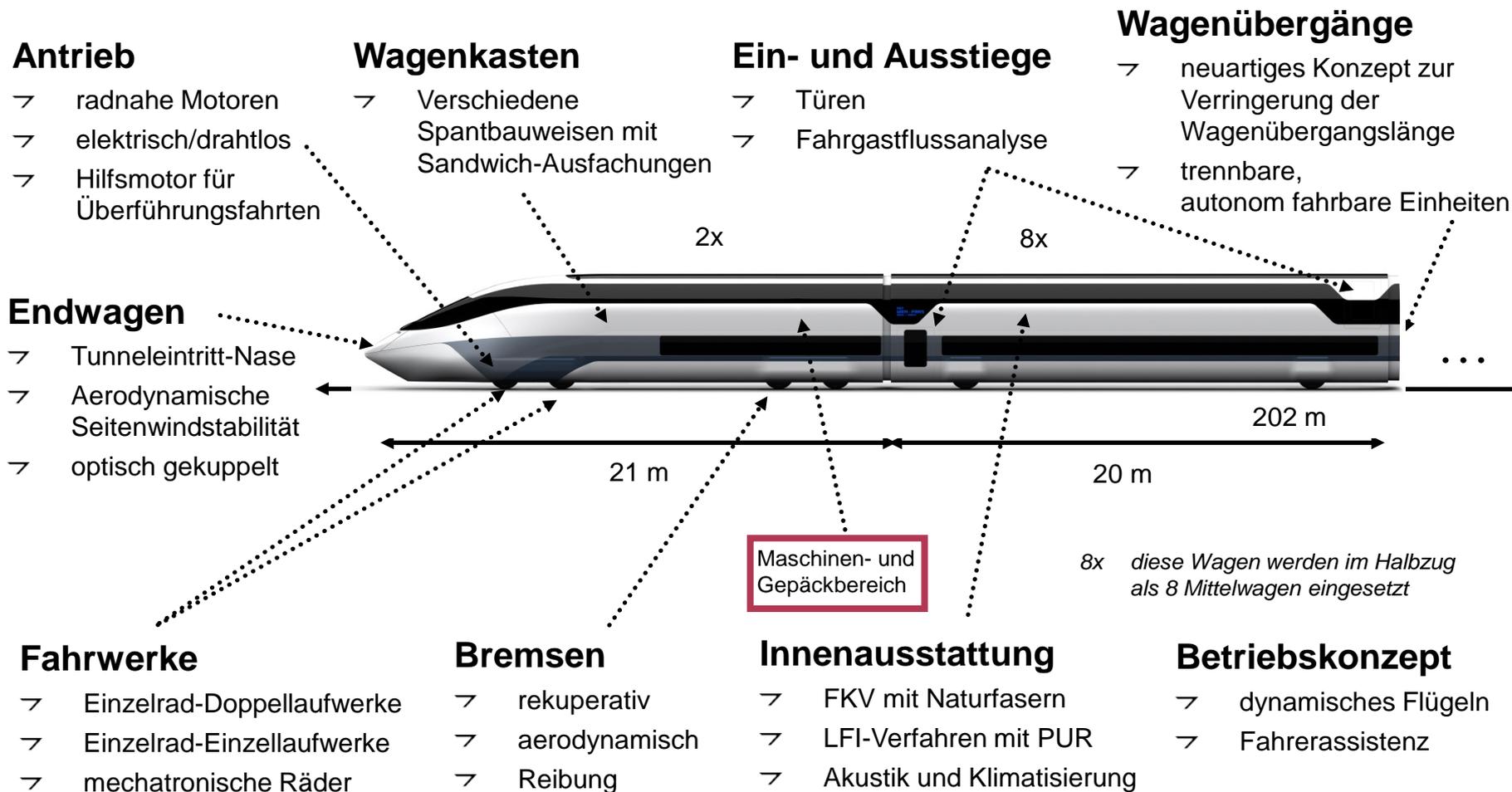
Herausforderungen bei NGT



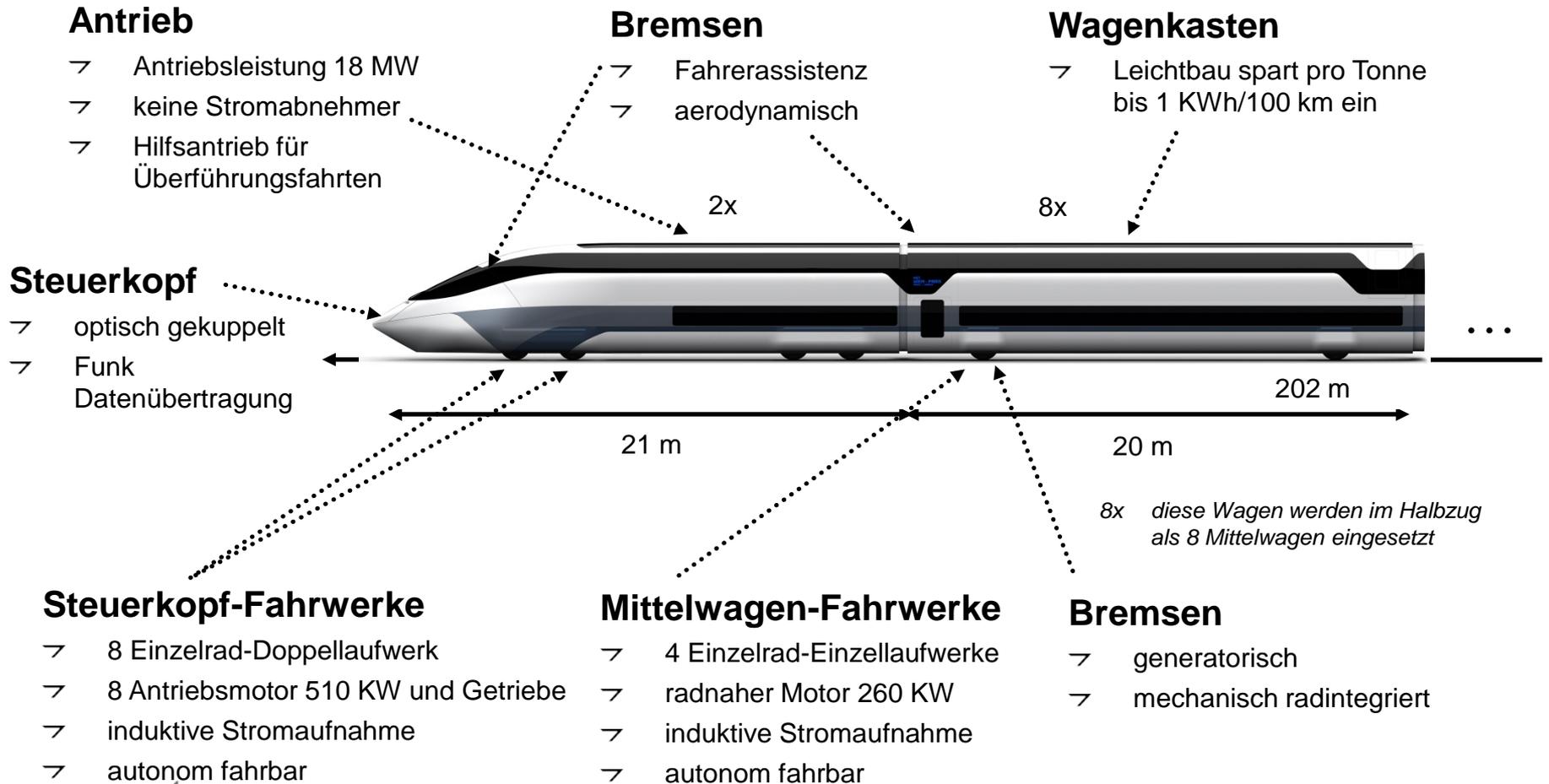
Systemische
Forschung für
Konzepte und
Basistechnologien
für eine neue
Zugfamilie



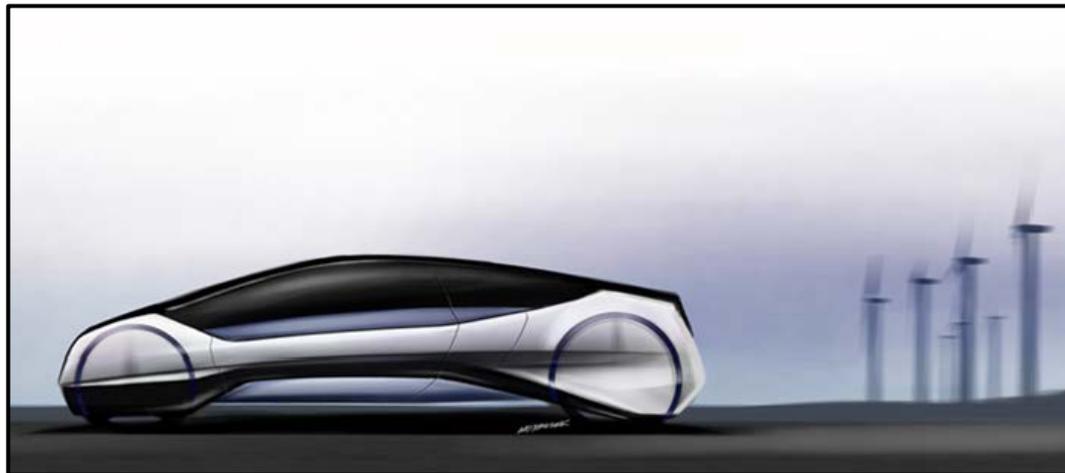
Ausgewählte Beispiele Fahrzeugkonzept: Innovatives Triebwagenzugkonzept NGT



Ausgewählte Beispiele Energiemanagement: Energiemanagement NGT



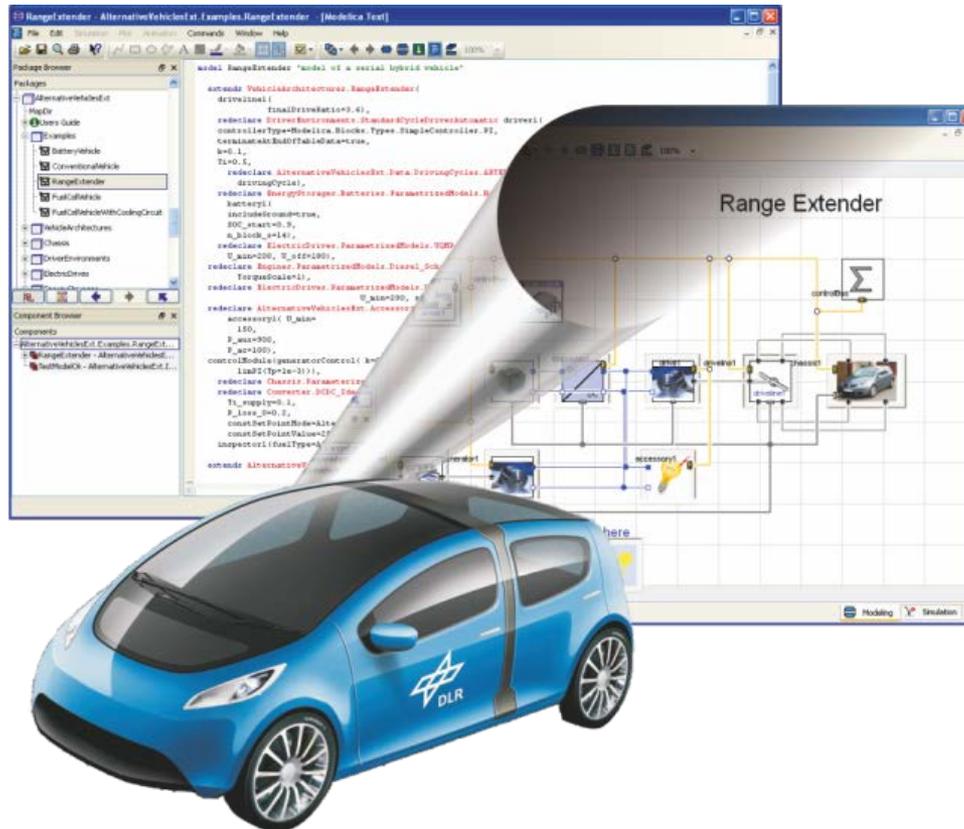
Herausforderungen bei NGC



Systemische
Forschung für
Schlüsseltechnologien



Ausgewählte Beispiele Energiemanagement: Modelica AlternativeVehicles Bibliothek



Modellbibliothek für

- Energiespeicher
- Energiewandler

Simulation
Energieflüsse

- mechanisch
- elektrisch
- thermisch

Anwendungen

- Pkw

- Zug

- Nf

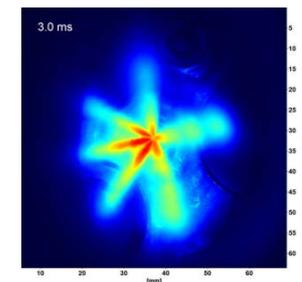
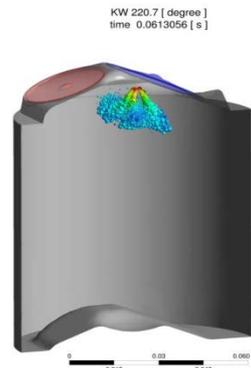
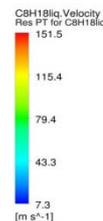
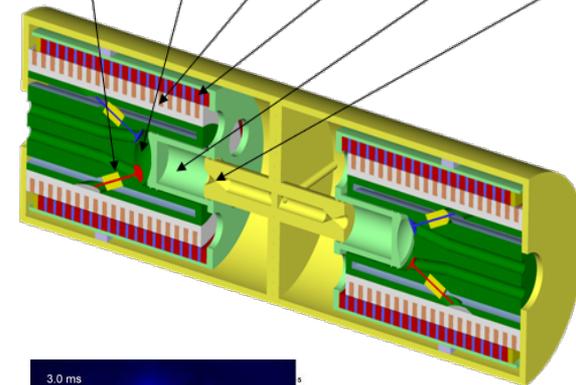
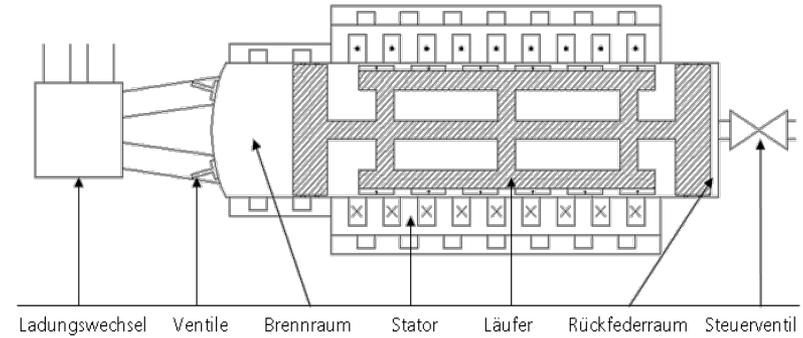
Ausgewählte Beispiele Antriebstrang: Freikolben-Lineargenerator

Vorteile:

- Variable Verdichtung
- Variabler Hub
- Keine Kurbelwelle, keine Nockenwelle
- Keine Drosselung
- Keine Seitenkräfte auf Kolben
- Packaging
- Online Downsizing

Ziele:

- Reduzierter Kraftstoffverbrauch
- Höhere Effizienz
- Einsatz Carbonkolben
- Reduzierte Reibung
- Flexfuel- Fähigkeit



Ausgewählte Beispiele Antriebstrang: Radnabenmotoren

Beispiel Luftfahrzeug



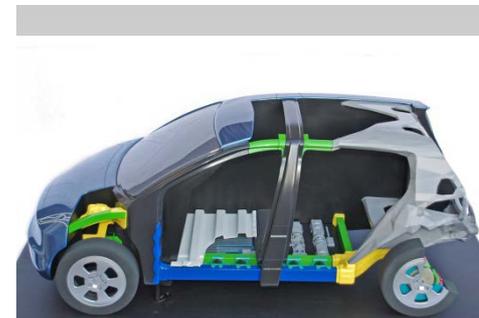
Drehmoment 11 kNm

Beispiel Schienenfahrzeug

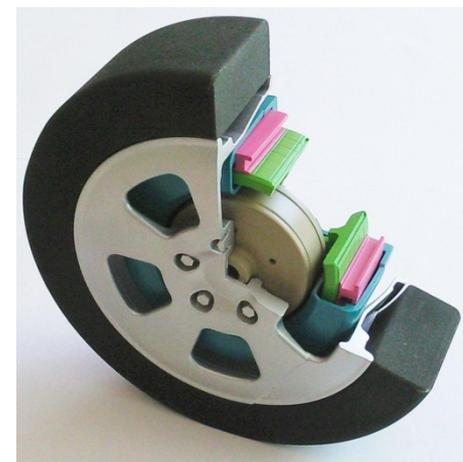
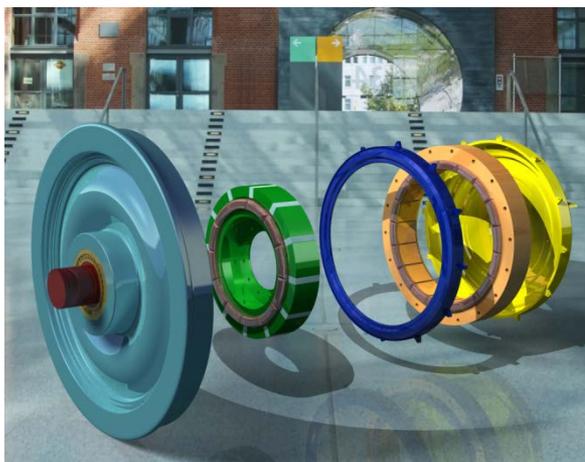
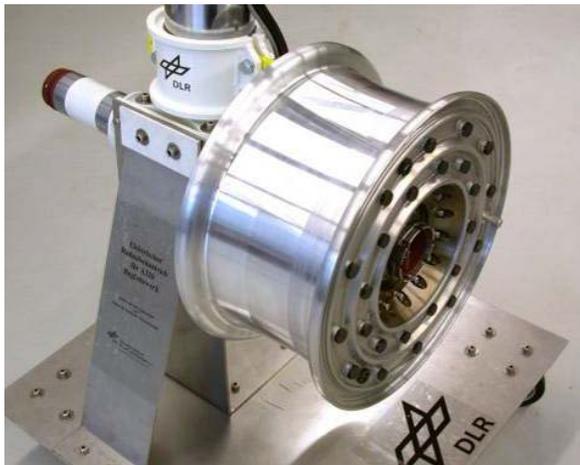


Geschwindigkeit bis 440 km/h

Beispiel Straßenfahrzeug



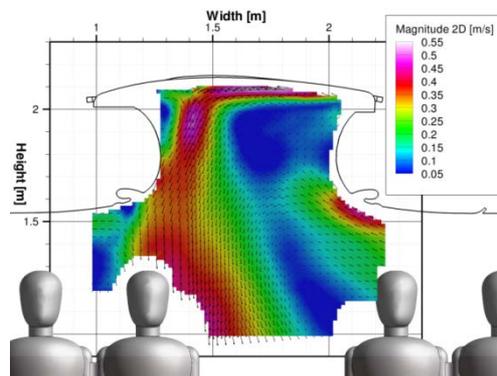
geringe Kosten, hohe Stückzahlen



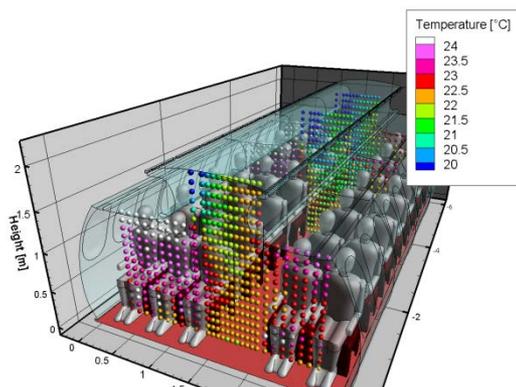
Ausgewählte Beispiele Thermomanagement: Kabinenmodell und –verifizierung



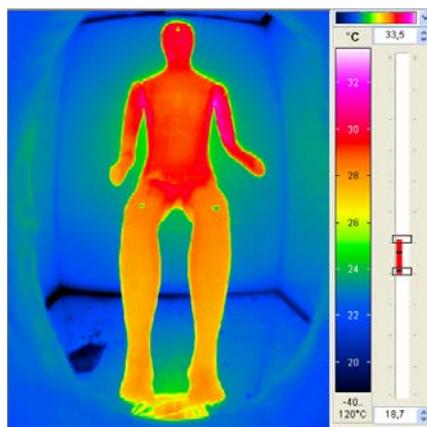
Passagiermodelle, Messbäume



Particle Image Velocimetry



Kabinen-Aerodynamik im
Full-Scale-Modell



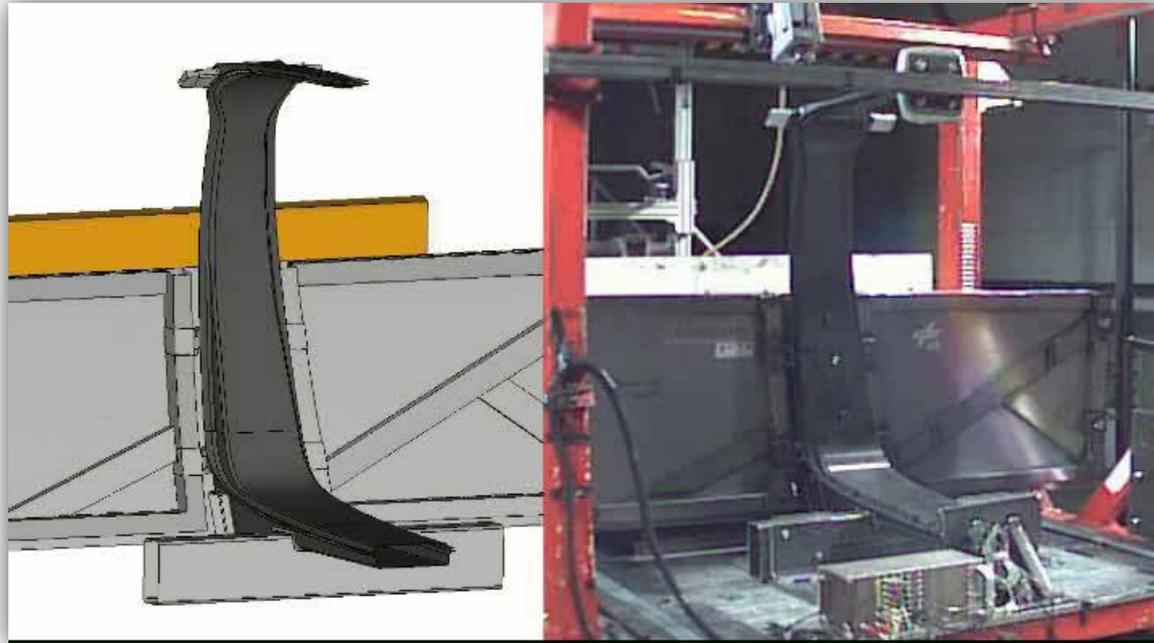
Thermische Passagiermodelle



Mehrfarben Laserschnittsvisualisierung



Ausgewählte Beispiele Fahrzeugstruktur: Spantbauweise



Berechnung

Verifizierung auf dem Prüfstand

Leichtbau-Spant-Konstruktion (B-Säule) aus Faserverbundmaterial zur Erhöhung der Sicherheit der Passagiere



Ausgewählte Beispiele Fahrzeugintelligenz: ViewCar

Meßfahrzeug zur Analyse der Wahrnehmungsprozesse und des Verhaltens von Fahrern im Straßenverkehr



Blickrichtung des Fahrers, physiologische Daten des Fahrers (z.B. Puls, Hautleitwert), fahrzeugspezifische Daten, hochauflösende Lenkradbewegung, Verkehrsszenarioanalyse durch Kameras, Objekterkennung im vorderen Bereich des Fahrzeuges (Laserscanner, Radar), Spurerkennung und hochgenaue Ortung



Fazit

Fahrzeuge bedienen nicht das Bedürfnis nach Verkehr, sondern der Verkehr stellt das Bedürfnis der Bewegung in einer arbeitsteiligen Gesellschaft zufrieden.

Es besteht allgemein eine rückläufige emotionale bzw. statussymbolisierende Bindung zum Automobil.

Elektrofahrzeuge bieten aufgrund der geringeren Energiedichten der Speicher noch keinen gleichwertigen Ersatz für brennkraftmaschinenbetriebene Fahrzeuge.

Elektrofahrzeuge haben ihre Berechtigung dort, wo sich die vorteilhaften Eigenschaften der elektrischen Antriebe auswirken und die nachteiligen des Verbrennungsmotors vermieden werden können, das ist hauptsächlich im Stadtverkehr.

→ **Die herausfordernden Eigenschaften bleiben weiterhin:
effizient – umweltfreundlich - finanzierbar – sicher**



Ausblick

Vernetzung von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr wird enger.

Car-Sharing-Konzepte werden attraktiver.

Es werden vielfältige Antriebskonzepte nebeneinander bestehen.

Die Energieversorgungs-Infrastruktur wird ausgebaut werden.

Batteriebetriebene Fahrzeuge werden hauptsächlich im Stadtverkehr fahren.





DLR

**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Fahrzeugkonzepte

