

# **Elektrifizierte Mobilität und energieeffizientes Wohnen**

Herausforderung:  
Integratives Energiemanagement der Zukunft



Institut für Automobiltechnik Dresden – IAD  
Lehrstuhl Fahrzeugmechatronik

Autor: Prof. Dr.-Ing. Bernard Bäker  
Datum, Ort: 10.10.13, Dresden



## I. Einleitung und Motivation

II. Technischer Hintergrund

III. Strategien und Marktrückmeldung

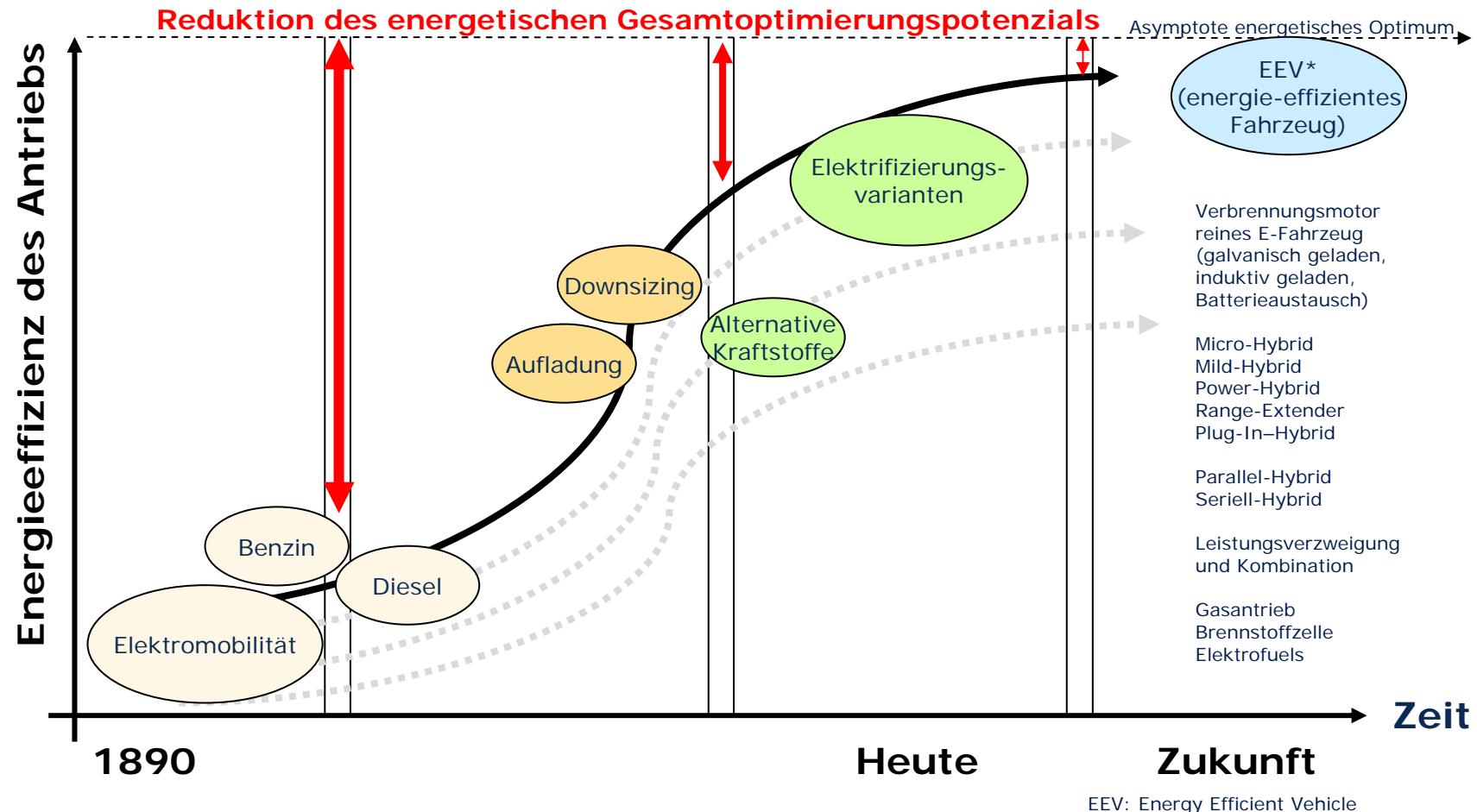
IV. Initiativen der Elektromobilität

V. Alternativen, Zusammenfassung und Ausblick

## Herausforderung Energieversorgung der Zukunft

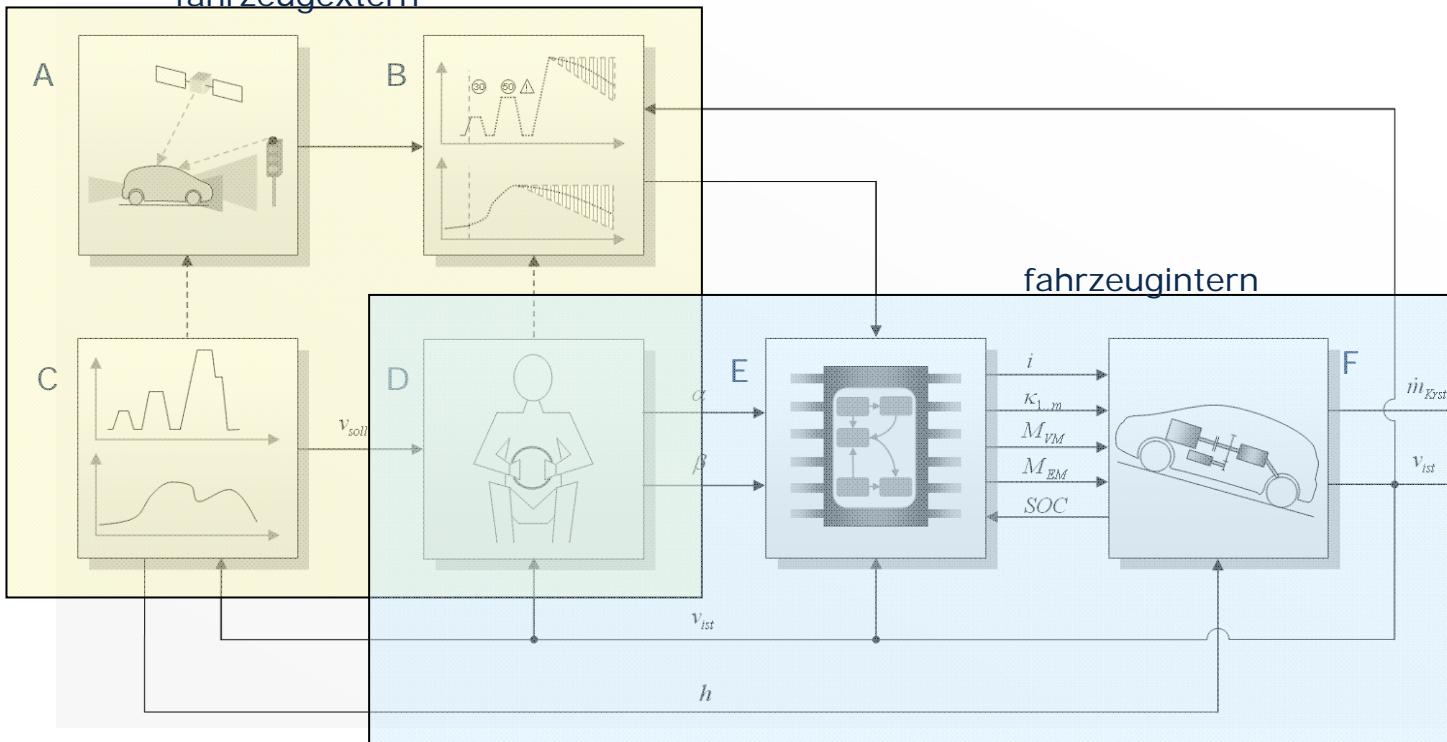


## Entwicklung der Antriebsarchitektur und Energieeffizienz



## Modulares Gesamtfahrzeugmanagement

fahrzeugextern



Legende:

- A: Navigation/Fahrzeugdaten/Car2X-Kommunikation
- B: Prädiktion/Retrodiktion
- C: Fahrzyklus
- D: Fahrermodell
- E: Betriebsstrategie/Energiemanagement/Optimierung
- F: Fahrzeugmodell/el. Energiespeicher

**Modellbasierte Entwicklung und Optimierung zukünftiger, modularer, energieeffizienter Online-Betriebsstrategien mit prädiktiven und retrodiktiven (historienbasierten) Funktionsstrukturen.**

I. Einleitung und Motivation

II. Technischer Hintergrund

III. Strategien und Marktrückmeldung

IV. Initiativen der Elektromobilität

V. Alternativen, Zusammenfassung und Ausblick

## Herausforderung Elektromobilität der Vergangenheit

**Elektroautos:**

### Test auf der Ostseeinsel Rügen

**W**as ist wirklich dran am vieldiskutierten Elektro-Mobil? Der bislang umfassendste Test mit Elektrofahrzeugen in Deutschland, der im vergangenen Monat auf der Insel Rügen startete, soll nun zeigen, wie es um die Alltagstauglichkeit der Gefährt und ihrer Energiespeichermöglichkeiten bestellt ist. Aufgrund seiner Insellage bietet Rügen mit seinem noch intakten Ökosystem ideale Voraussetzungen für einen kontrollierten, in sich abgeschlossenen Versuch. Das Bundesfor-

Am 2. Oktober eröffnete Bundesforschungsminister Heinz Riesenhuber den Feldversuch, dessen Ziel es ist, Elektrofahrzeuge mit modernen Batterien- und Antriebssystemen zu testen und belastbare Erkenntnisse über ihre Praxistauglichkeit zu gewinnen. Die Leitung des Gesamtprojektes liegt bei der Deutschen Automobilgesellschaft mbH (DAUG) in Zirkow/Rügen.

**Vierjähriges Projekt**

Während der vierjährigen Projektlauf werden 60 elektrisch angetriebene Personenkraftwagen, Kleintransporter und Busse das Bild der Ostseeinsel mitbestimmen. Dabei handelt es sich nicht um eine rein elektrische Entwicklung, sondern vom Antrieb mit Verbrennungsmotor auf Elektroantrieb umgerüstet worden sind („Conversion-Design“ im Gegensatz zum „Purpose-Design“).

#### Modelle deutscher Hersteller in der Erprobung

Mit einem Drittel der Fahrzeug-Verschiffslotte ist Mercedes-Benz (20 E-Mobile) beteiligt. Dabei handelt es sich um zehn Elektro-190er und zehn Elektro-Transporter auf Basis des MB 100 D. Volkswagen stellt 19 E-Golfen her. Weiterhin beteiligt sind der neue Golf III als sog. City-E (Mercedes-Benz) sowie die 100er-Jettas. Fünf Prototypen des „Elektro-Van“, des neuen VW-Transporters.

Mit zehn „Impuls 3“ auf der Basis des Astra Caravan ist auch Opel mit von der Partie. BMW steuert acht Fahrzeuge zum Demonstrationsflottenvorhaben bei: einen viertürigen und sieben zweitürige neue 3er-Modelle. Mit

nur unter der Ägide von Handwerksunternehmen, Naturschutzbehörden, der Deutschen Bundespost, im Bus-Pendelverkehr sowie bei den örtlichen Niederlassungen der Fahrzeughersteller sollen sie geräuscharm und abgasfrei über die Insel rollen.

#### Neue Hochleistungsbatterien

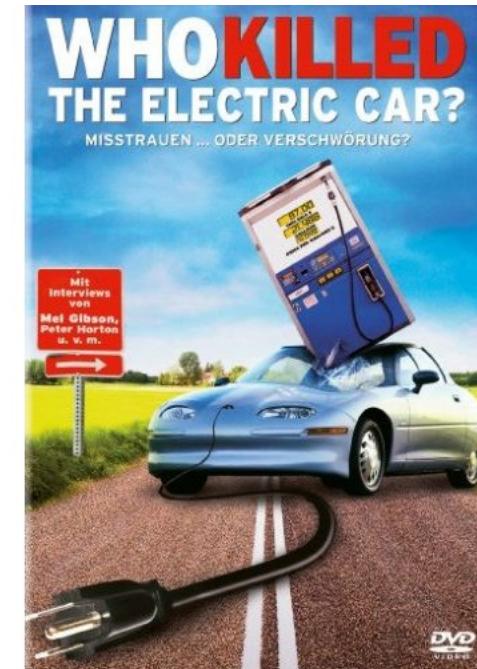
Als elektrische Energiespeicher werden in den Fahrzeugen neben der weitgehend ausgereiften Ni-MH-Batterie ausließlich die Hochleistungsbatterien der Firmen ABB (Natrium/Schwefel), AEG (Natrium/Nickel) und DAUG-Hoppecke (Nickel/Cadmium) eingebaut.

nutzen. Auch unter der Ägide von

Die Fahrer sollen ihre E-Mobile hauptsächlich mit Bordladegeräten in den jeweiligen Garagen und Betriebshäusern „betanken“. Ergänzend können sie mittels Chipkarte einige öffentliche „Elektrotankstühlen“ anzapfen. Eine Pilotstation speziell für schnellladefähige Batterien wird in der Fahrzeughalle der DAUG-Niederlassung in Zirkow eingerichtet. Sie ermöglicht ein vollständiges Nachladen der Batterien in einem Zeitraum von weniger als einer Stunde. Für diese Art der Energiebereitstellung zeichnen PreussenElektra und die Hanseatische Energieversorgung AG (HEVAG) verantwortlich. Der Strom für diese Ladestation wird dabei teilweise aus einer Photovoltaikanlage gewonnen, die von der Deutschen Aerospace installiert wird.

**Umfangreiches Meßprogramm**

Über die Erprobung der Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge hinaus wollen die Initiatoren mit



Quelle: Sony Entertainment, 2006.

Quelle: Stromthemen, ZVEI, 1992

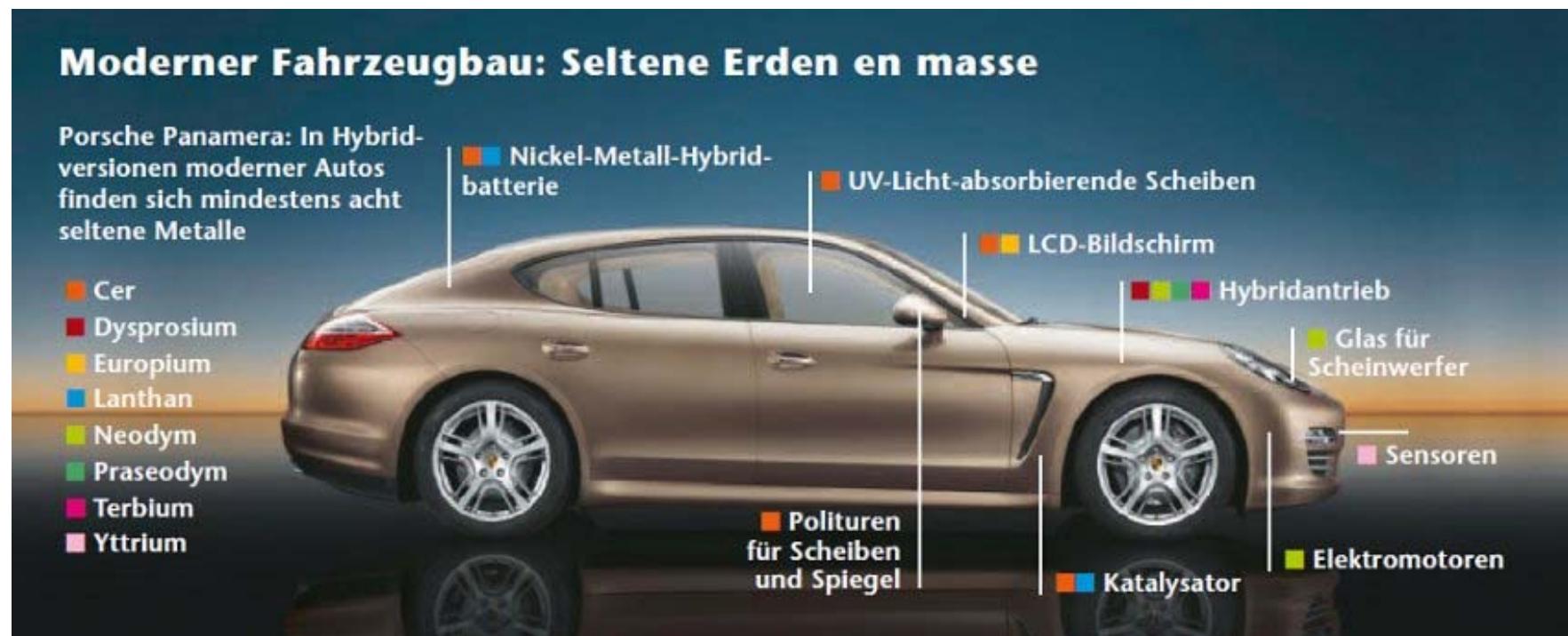


## Herausforderung Elektromobilität der Gegenwart



## Herausforderung Elektromobilität der Zukunft

Erweiterter Rohstoffbedarf: Bereits heute finden unterschiedlichste Materialien (Metalle, Kunststoffe, Fasern etc.) Einsatz im modernen Fahrzeugbau.



Quelle: Spiegel, 2010.

I. Einleitung und Motivation

II. Technischer Hintergrund

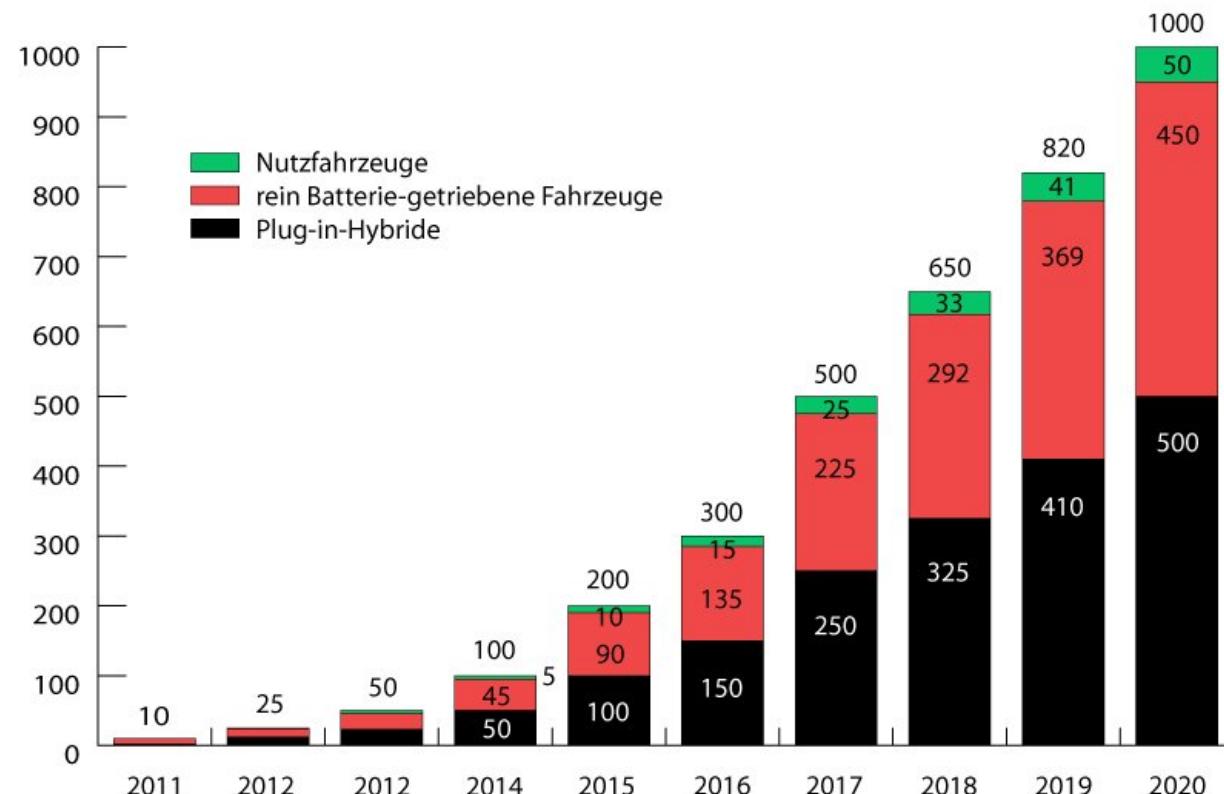
III. Strategien und Marktrückmeldung

IV. Initiativen der Elektromobilität

V. Alternativen, Zusammenfassung und Ausblick

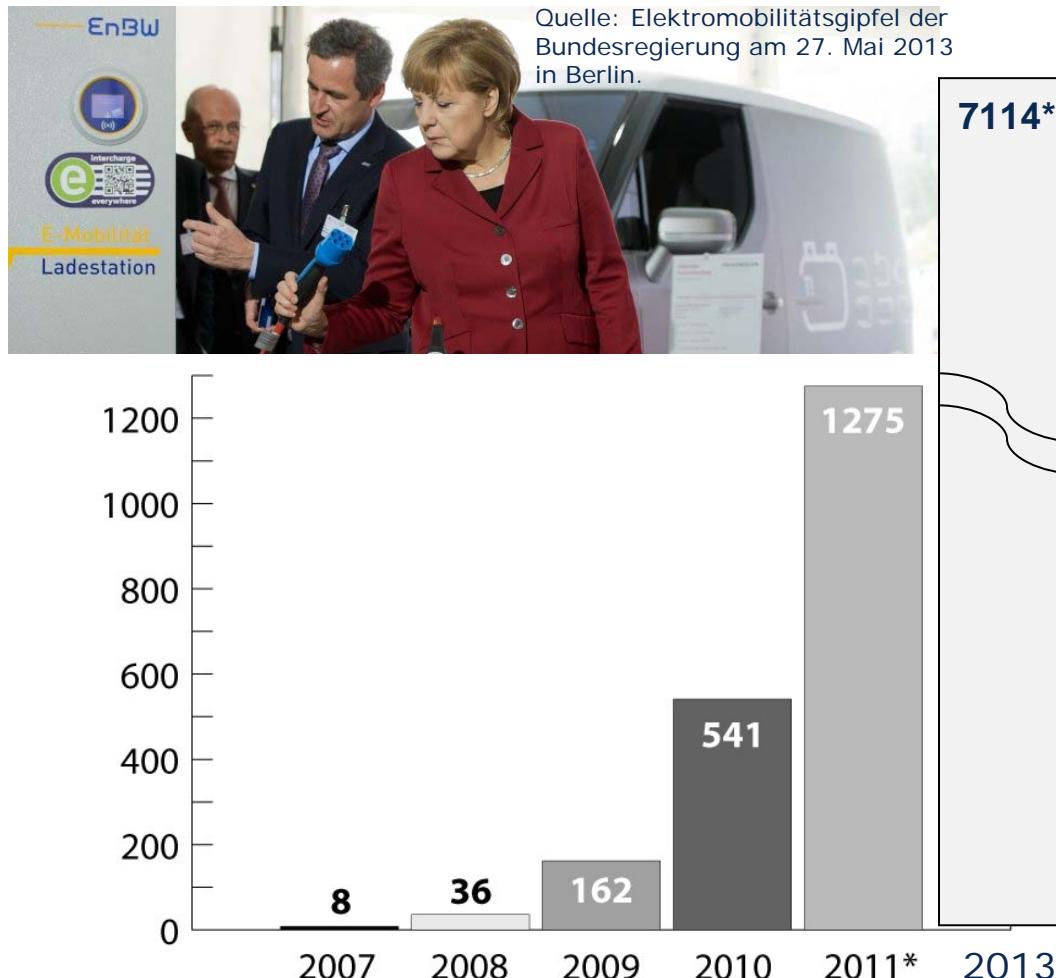
## Geplante Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland Großer E-hrgeiz

Wie Deutschland auf 1 Million Elektrofahrzeuge im Jahr 2020 kommen soll,  
Fahrzeuge in Tausend



Quelle: Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität, Mai 2011

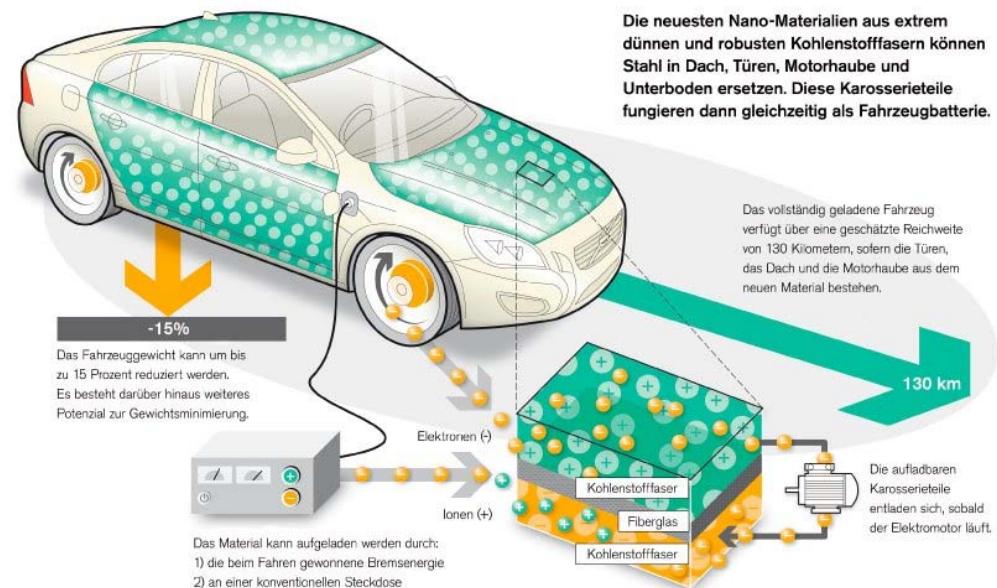
## Aktueller Bestand an Elektrofahrzeugen in Deutschland



\*\* Aktueller Stand in Deutschland offiziell angemeldeter rein elektrisch fahrender Neufahrzeuge.

## Geplante Entwicklungen in der Elektromobilität

### Die Karosserie des Fahrzeugs funktioniert wie eine Batterie



Quelle: Volvo, 2010.



Standardisierung der Ladeinfrastruktur  
 Quelle: NPE 2011.



Quelle: Rinspeed AG, 2011.

Folie 13

I. Einleitung und Motivation

II. Technischer Hintergrund

III. Strategien und Marktrückmeldung

IV. Initiativen der Elektromobilität

V. Alternativen, Zusammenfassung und Ausblick

# Initiativen der Elektromobilität

## Modellregionen der Elektromobilität in Deutschland (2010-2012)



Ziel der Modellregionen ist eine zunächst zeitlich begrenzt laufende weitere Entwicklung und Erprobung aktueller und neuer Ansätze einer Elektromobilität. In den Regionen

**Hamburg** (Nutzung von regen. Energien, diskriminierungsfreier Zugang zur Ladeinfrastruktur und Integration der Ladesäulen in urbanes Umfeld),

**Oldenburg/Bremen** (Anbindung an bestehende Mobilitätsangebote für emissionsarmen Innenstadt- und Pendlerverkehr),

**Potsdam/Berlin** (Integration der Elektromobilität in den öffentlichen Verkehr, Tourismus sowie in die Wohnungsdienstleistung und City-Logistik),

**Rhein-Ruhr** (Elektroautos, -roller und -nutzfahrzeuge im Verbund mit der Ladeinfrastruktur testen),

**Rhein-Main** (Elektromobilität im ÖPNV in Form von Elektro- und Hybridbussen sowie Carsharing für Elektroautos an großen Bahnhöfen),

**Sachsen/Dresden-Leipzig** (elektrifizierter ÖPNV),

**Region Stuttgart** (elektrische Kleintransporter und Busse im Alltagsbetrieb) und der

**Region München** (Hybridbusse mit unterschiedlichen Hybridtechniken im Vergleich sowie Schnellladesysteme)

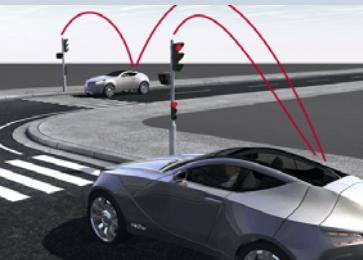
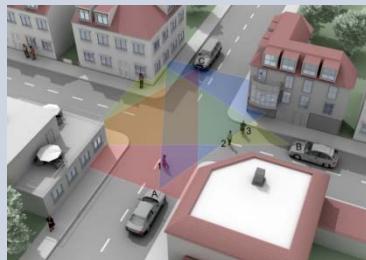
laufen hierzu verschiedene Versuche mit jeweils unterschiedlichen Inhalten und Aspekten der Elektromobilität.

## BMBF Forschungsförderprojekt EFA2014/2 (2012-2014), Auszug: Energieeffizientes Fahren 2014 durch vorausschauende Fahrweise

Prädiktion der Verkehrssituation durch die Erfassung der Fahrzeugumgebung und die Nutzung kooperativer Kommunikationssysteme Berechnung und Visualisierung einer energieoptimalen Geschwindigkeitstrajektorie



Fahrzeugumfelderfassung



Car-2-X



Kartendaten



Mensch-Maschine-Schnittstelle



Energieeffiziente Fahrzeugführung

## BMBF Forschungsförderprojekt „e-Production“ (2011-2014)



Im Rahmen der Hightech-Strategie IKT 2020 fördert das BMBF das Vorhaben „e-Production“ in der Bekanntmachung „Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM)“ mit einem Gesamtbudget von 11,3 Mio Euro.

**Das Ziel des Projektes besteht darin, Kompetenzen bei der Montage von Traktionsbatterien und ein Serien-Produktionskonzept für die Energiespeicher von Elektroautos zu schaffen. Im Ergebnis der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten soll es möglich sein, elektrisch angetriebene Automobile in größeren Serien zu fertigen. Damit wird ein weiterer Schritt auf dem Weg zur Elektromobilität gegangen.**

Zum Projektkonsortium zählen insgesamt 10 Mitglieder aus den Bereichen Industrie, Universitäten und Hochschulen.

# Initiativen der Elektromobilität

# Ausschreibung „Schaufenster Elektromobilität“ – Antrag der Bundesländer Bayern und Sachsen (Einreichung 16.1.12)



In über 80 Projekten wollen ca. 150 Partner mit einem Gesamtprojektvolumen von über 200 Mio Euro grenzüberschreitende Themen im Bereich der Elektromobilität angehen.

Bei der Auswahl der ursprünglich 200 Projektideen wurde darauf geachtet, dass die eingereichten Projekte dem Anspruch des Dreiklangs - Energiesystem, Elektrofahrzeug, Verkehrssystem - entsprechen.

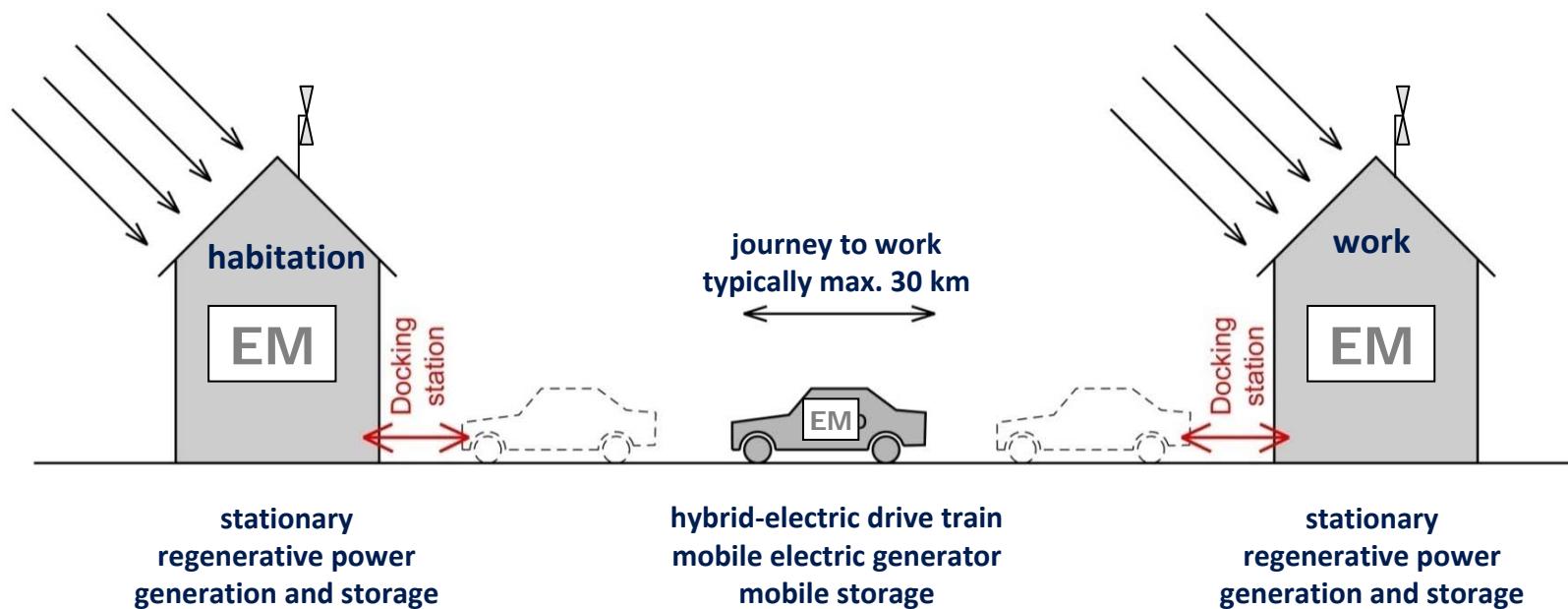
I. Einleitung und Motivation

II. Technischer Hintergrund

III. Strategien und Marktrückmeldung

IV. Initiativen der Elektromobilität

V. Alternativen, Zusammenfassung und Ausblick



Common Project of:

**EA EnergieArchitektur GmbH (Fr. Dr. Mikoleit)**  
**Institute of Automotive Technologies Dresden - IAD**  
**TU Dresden (Prof. Bäker)**

Funded by European Union, Sächsische Aufbaubank and  
private Investors

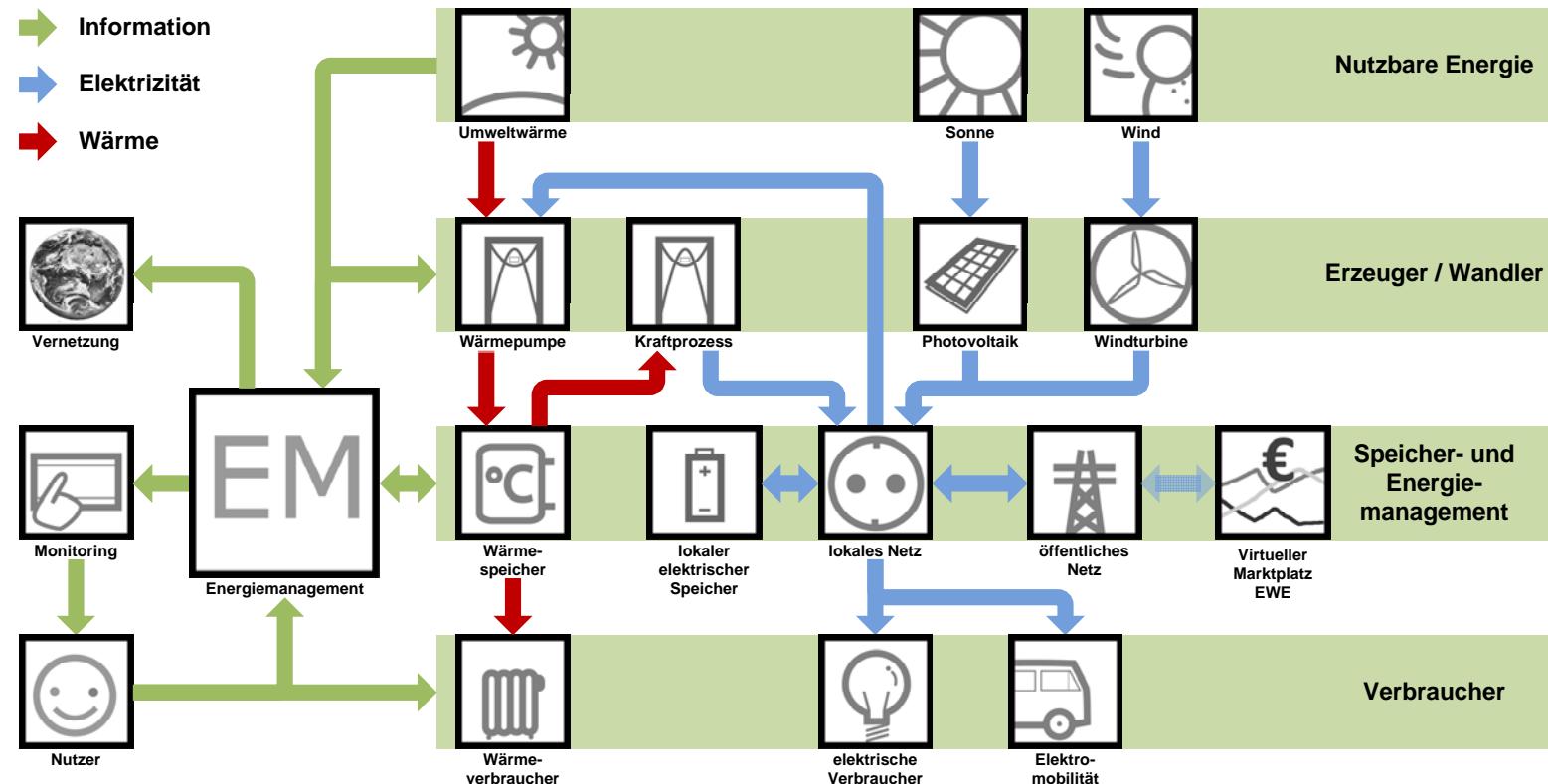
Management

\*EM: Energy



# Energy Management Layer

## Optimal Use of Renewable Energy



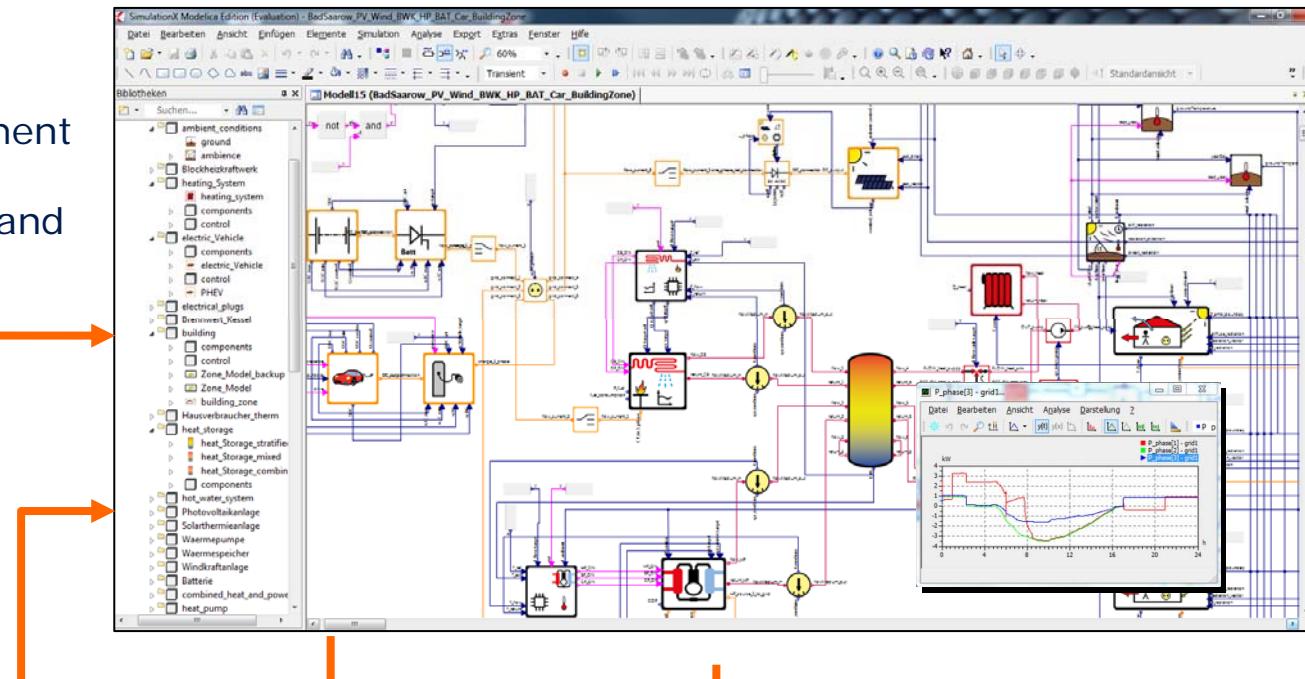
- Online Optimization of Energy Demand, Supply and Storage for Complex Energy Architectures
- Overall System Approach, self optimized, extendable
- Optimization criterias: Renewable Share Coverage, Availability, Costs
- Improvement of comfort due to common interface: Human - Energy System

## Input Data

- location, climate
- energy pricing
- building and equipment layout
- inhabitant and demand
- electric mobility

## Model Library

- producers, consumers
- storages
- environment and grid
- vehicles

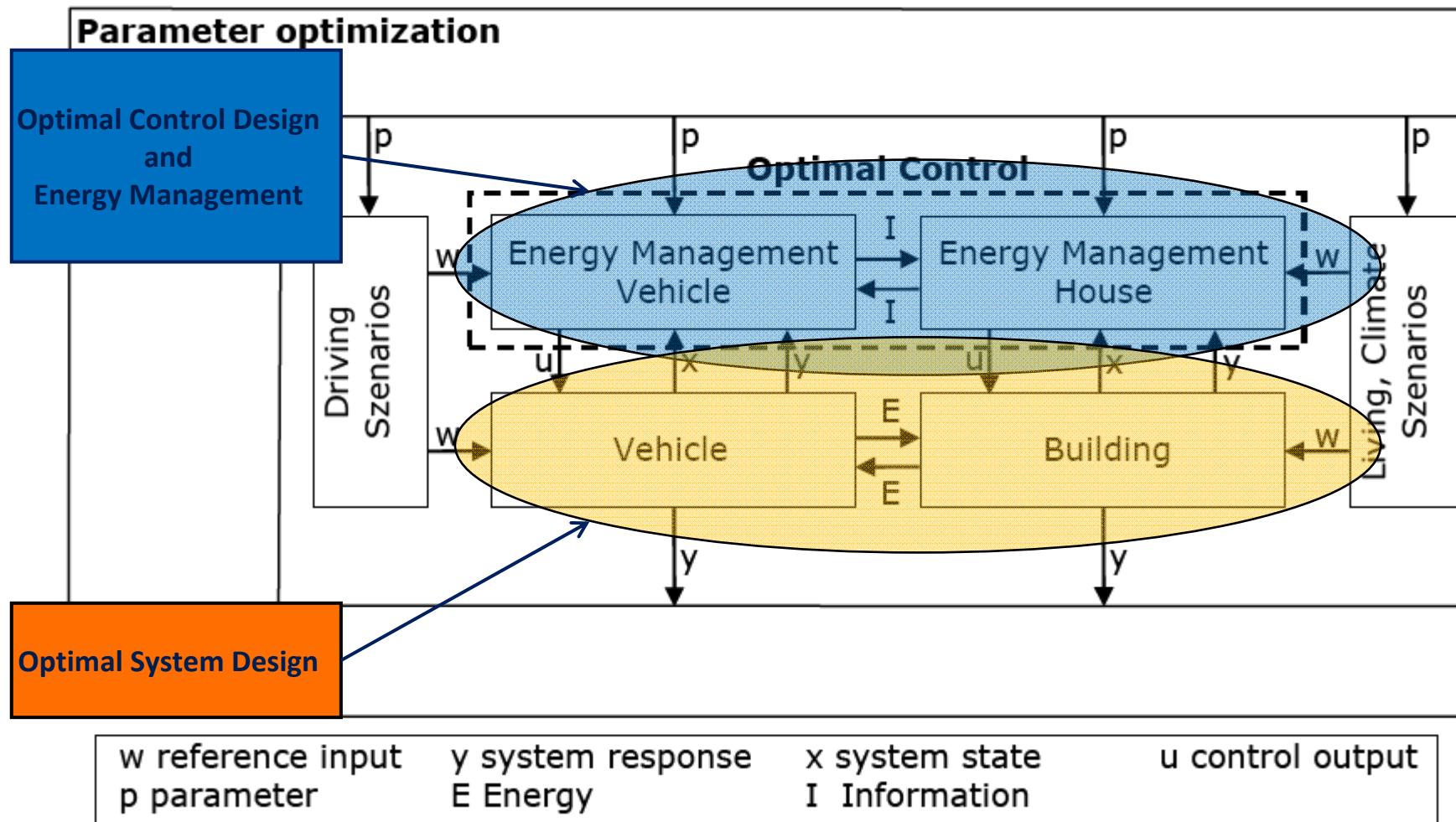


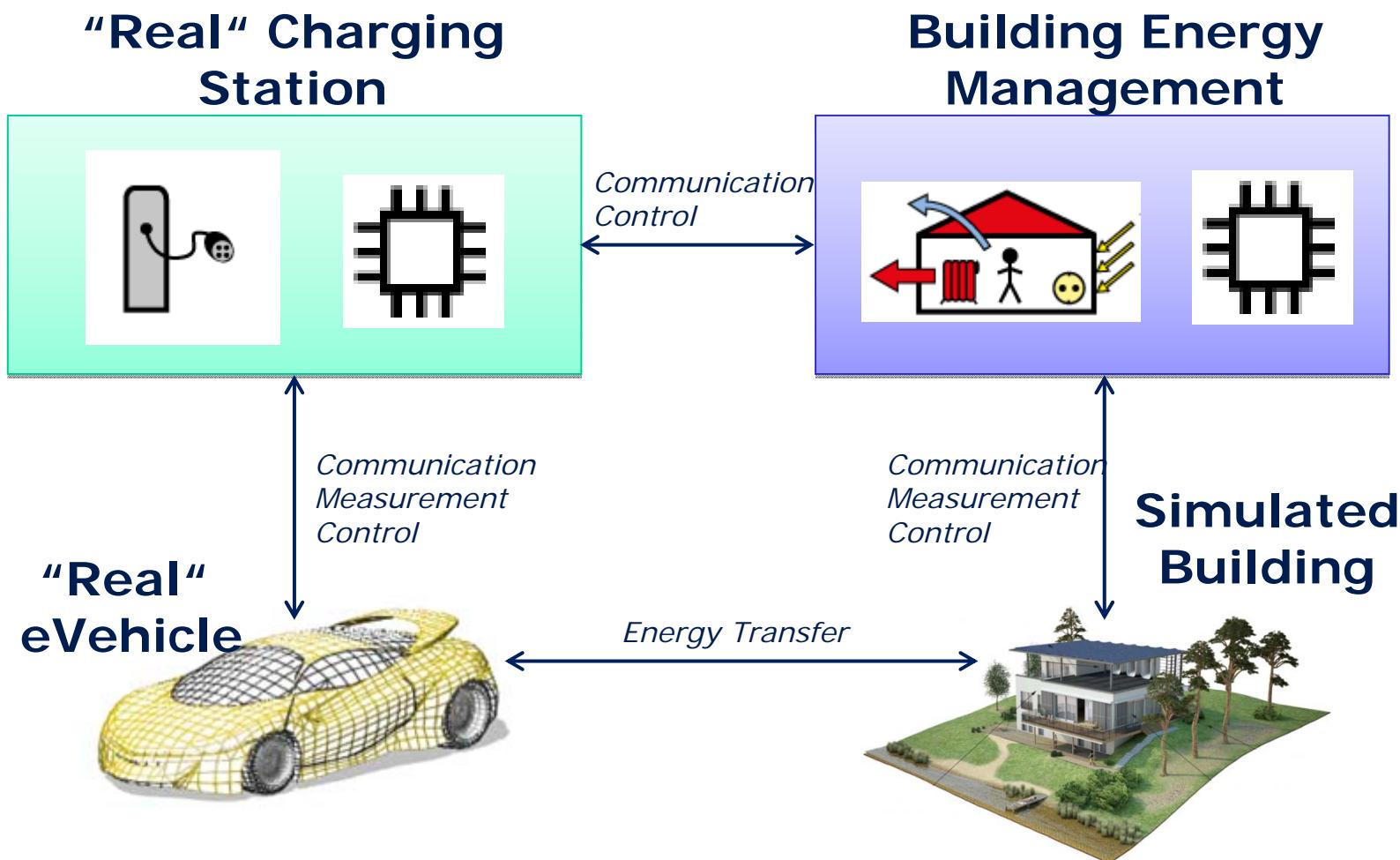
## Test and Optimization

- simulated trajectories or characteristic days
- optimized for real world situation
- “synthetical” statistics

## Outputs

- yield and consumption
- dimensions and feasibility
- cost and economy
- strategies for energy management and storage



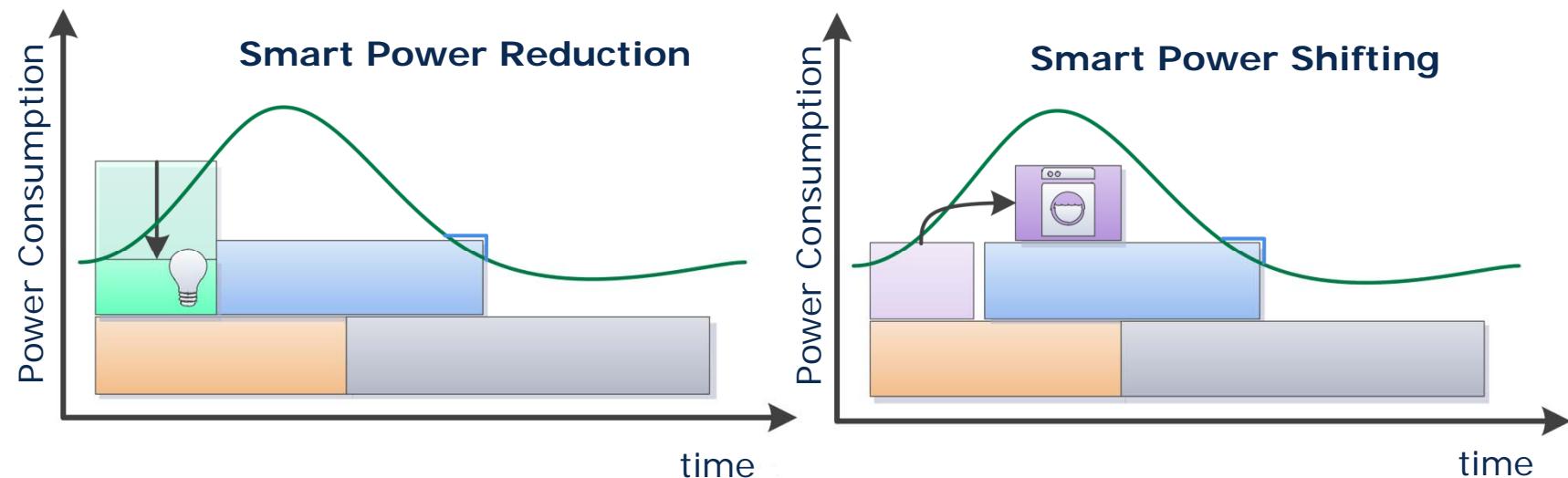


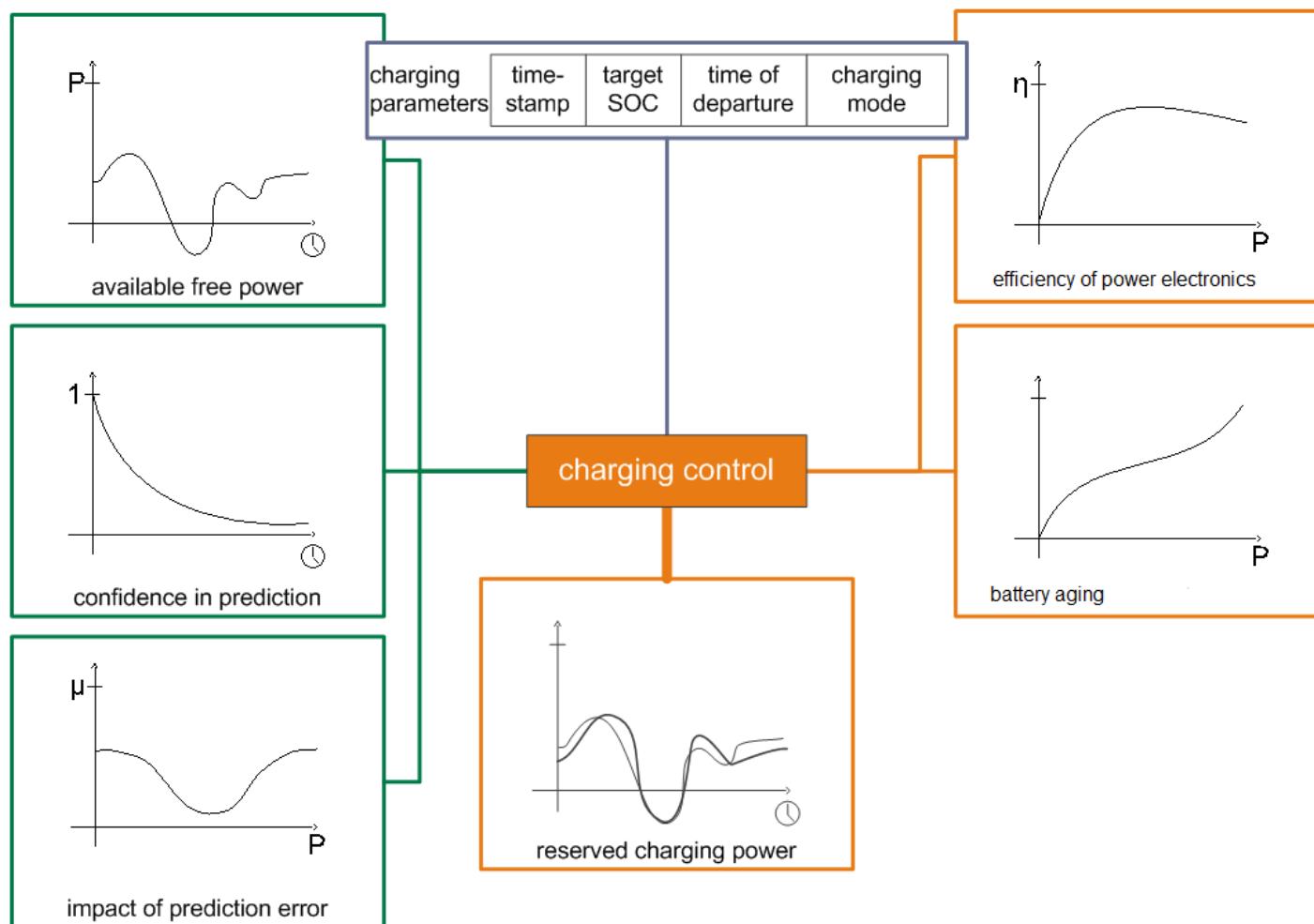
# Smart Energy Management

## Energy Prediction and Consumer Time Shifting

### Tasks:

- Prediction of renewable energy production depending on weather forecast
- Calculation/prediction of building energy demand depending on databases and measurements
- Rule-based planning of energy consumption, storage and device operation in building depending on renewable energy availability
- Specifies energy usable for vehicle battery charging





# Sample Building in Berlin

## Integrated Energy Management System

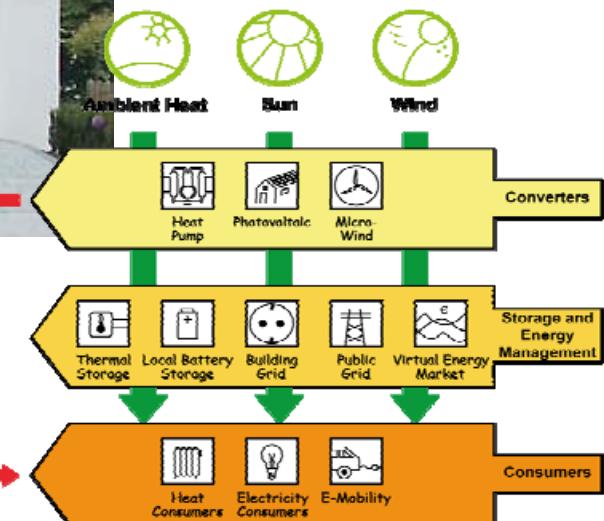


1: incl. EV for commuting with 35 km per day  
incl. E-Scooter for City Drive



IAD, TU Dresden

- Active House
- Photovoltaic System: 14kWp
- Electric Windmill: 2 x 3,5kW
- CO<sub>2</sub>-Heat Pump for Temperatures till 100°C and high power demand
- Heat Water Pressure Storage with 700kWh Capacity
- Docking Station for car/scooter/boat
- Monitoring System
- Heat-Current-Converter (in Preparation)
- Earnings: 18.600 kWh/Jahr
- Use<sup>1</sup>: 10.800 kWh/Jahr



## Sample Building in Dresden Integrated Energy Management System



- Construction Authority:  
EA EnergieArchitektur GmbH
- 2 Households
- 2 Business Units
- Exhibition and Office Areas
- PV-System on the roof
- Heat Pump and Heat Water Storage integrated
- Energy- and Comfortmanagement
- EV Docking Station in the front of the building
- EV
- Construction Time  
May – October 2012

## Technical Data/Specification:

- Touch Sensitive Display
- RFID-Registration, Move Controller, LED-Load Recommendation
- 400 Volt Load Plug (2x)
- 230 Volt Load Plug (2x)
- Power Measurement and Billing
- Robust and Weather Independended Housing
- Individual Labeling Design
- Network Interface and Remote Monitoring (incl. Smart Phone App)



Contact: [www.ea-energearchitektur.de](http://www.ea-energearchitektur.de)

- Our future world needs an **overall energy management** dealing with household and mobility energy aspects as well
- Next step energy management approaches will need **smart control strategies with predictive and historical data usage**
- Upcoming house and vehicle architectures will get more and more complex regarding different **renewable energy sources and their storage challenge**
- The corresponding **system modeling and simulation concepts are high sophisticated** and always depending on specific geographic, weather and traffic situations (e.g. urban drive cycles)
- Future **EV docking stations** will need communication network connections and user friendly interfaces with interactions (e.g. occupation, loading level, actual energy costs)



## Kontaktdaten des Lehrstuhls

### Kontaktdaten

Prof. Dr.-Ing. Bernard Bäker  
Technische Universität Dresden  
Fakultät für Verkehrswissenschaften  
Institut für Automobiltechnik (IAD)  
Lehrstuhl für Fahrzeugmechatronik

Besucheradresse:  
TU Gelände, Jante Bau, EG, Zimmer 1/2  
George-Bähr-Straße 1c  
01062 Dresden

Tel.: +49 (0) 351 / 463 - 34832  
Fax: +49 (0) 351 / 463 – 32866

Sekretariat: Frau Puschendorf  
Tel.: +49 (0) 351 / 463 - 34180  
Fax: +49 (0) 351 / 463 - 32866  
E-Mail: [puschendorf@iad.tu-dresden.de](mailto:puschendorf@iad.tu-dresden.de)

Internet-Seite des Lehrstuhls:  
<http://tu-dresden.de/fzm>

