

---

# Erneuerbare Energien und Elektromobilität im Smart Grid

09.06.2011

Dritter deutscher Elektro-Mobil Kongress, Bonn

---



Dr.-Ing. Jan Ringelstein  
Bereich Anlagentechnik und Netzintegration  
Fraunhofer IWES

# Agenda

1. E-KFZ und Smart Grid
2. Elektrotechnische Netzintegration
3. Informationstechnische Netzintegration
4. Testeinrichtungen für die  
Energiesystemtechnik von E-KFZ

# Agenda

1. E-KFZ und Smart Grid
2. Elektrotechnische Netzintegration
3. Informationstechnische Netzintegration
4. Testeinrichtungen für die  
Energiesystemtechnik von E-KFZ

# Energieversorgung im Wandel: die Smart Grid Vision

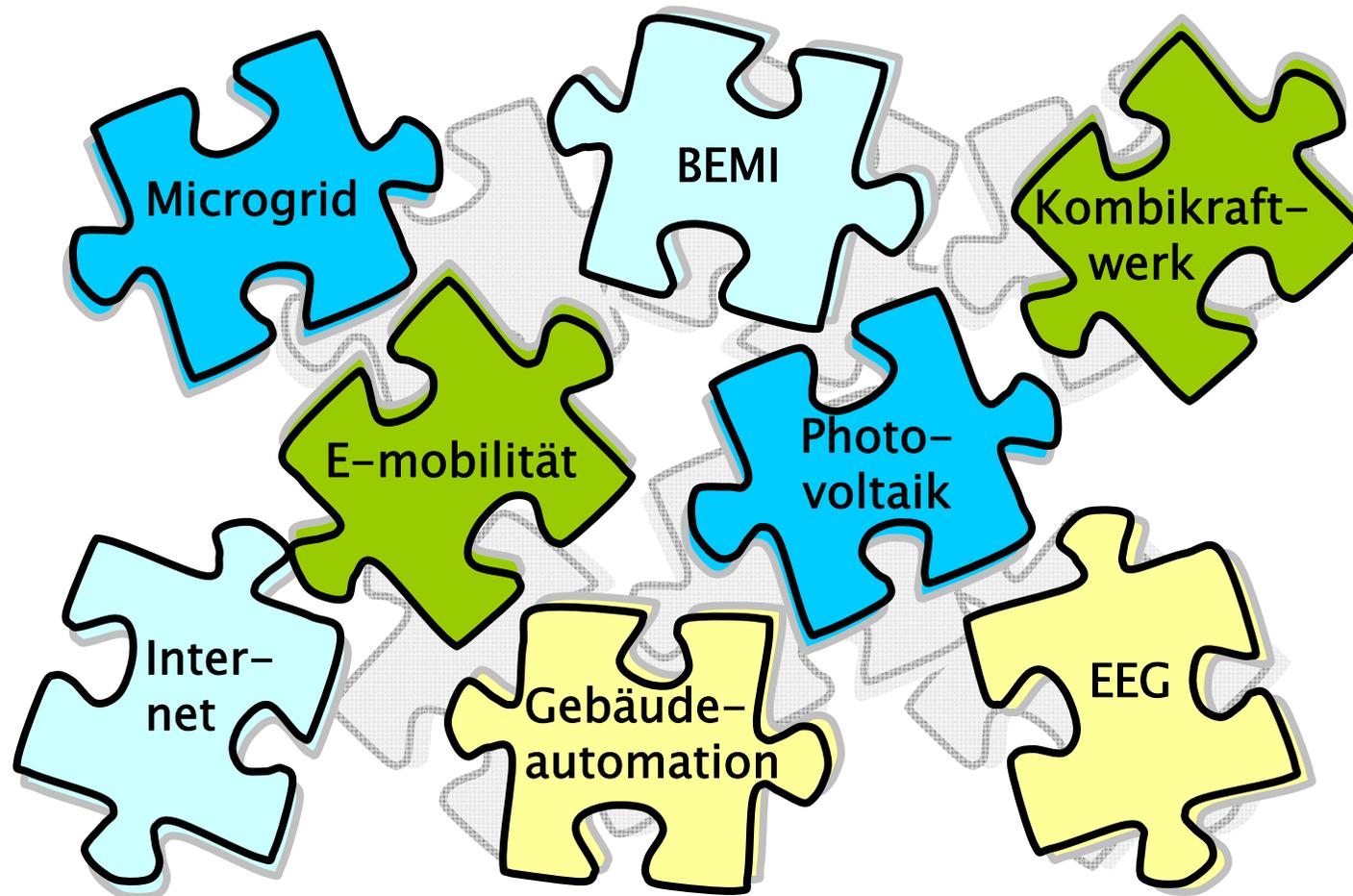


Quelle: European Commission, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the future, EUR22040, 2006

Ein *Smart Grid* erlaubt den Transport elektrischer Energie

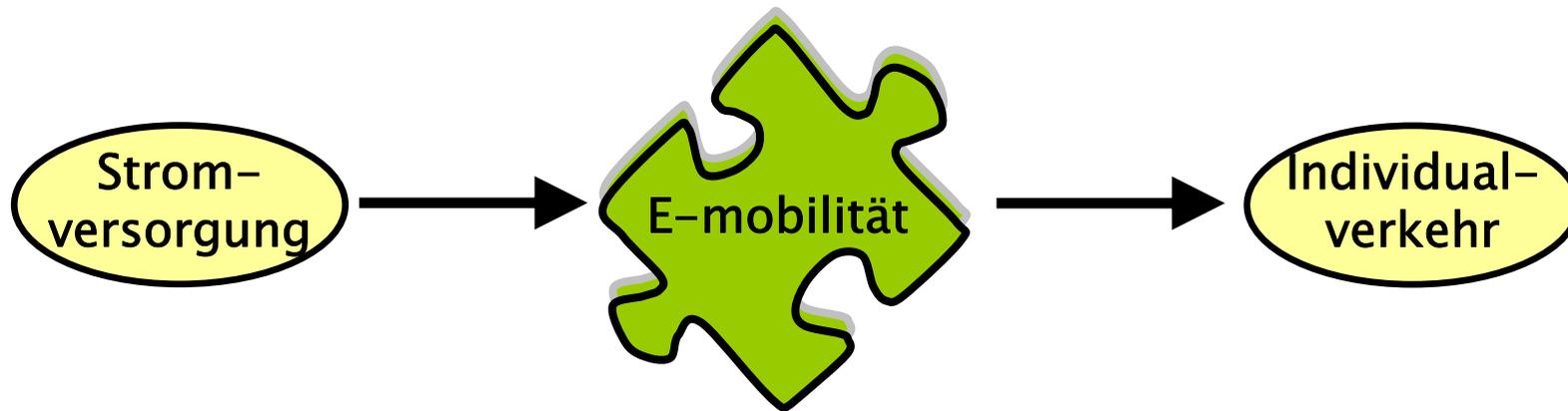
- ... von zentralen & dezentralen Erzeugern zu dezentralen Lasten & Speichern
- ... unter Nutzung fossiler, erneuerbarer und fluktuierender Energiequellen
- ... technisch, ökonomisch und ökologisch effizient
- ... sicher und mit hoher Versorgungszuverlässigkeit

# Elektromobilität als Baustein im Smart Grid Puzzle



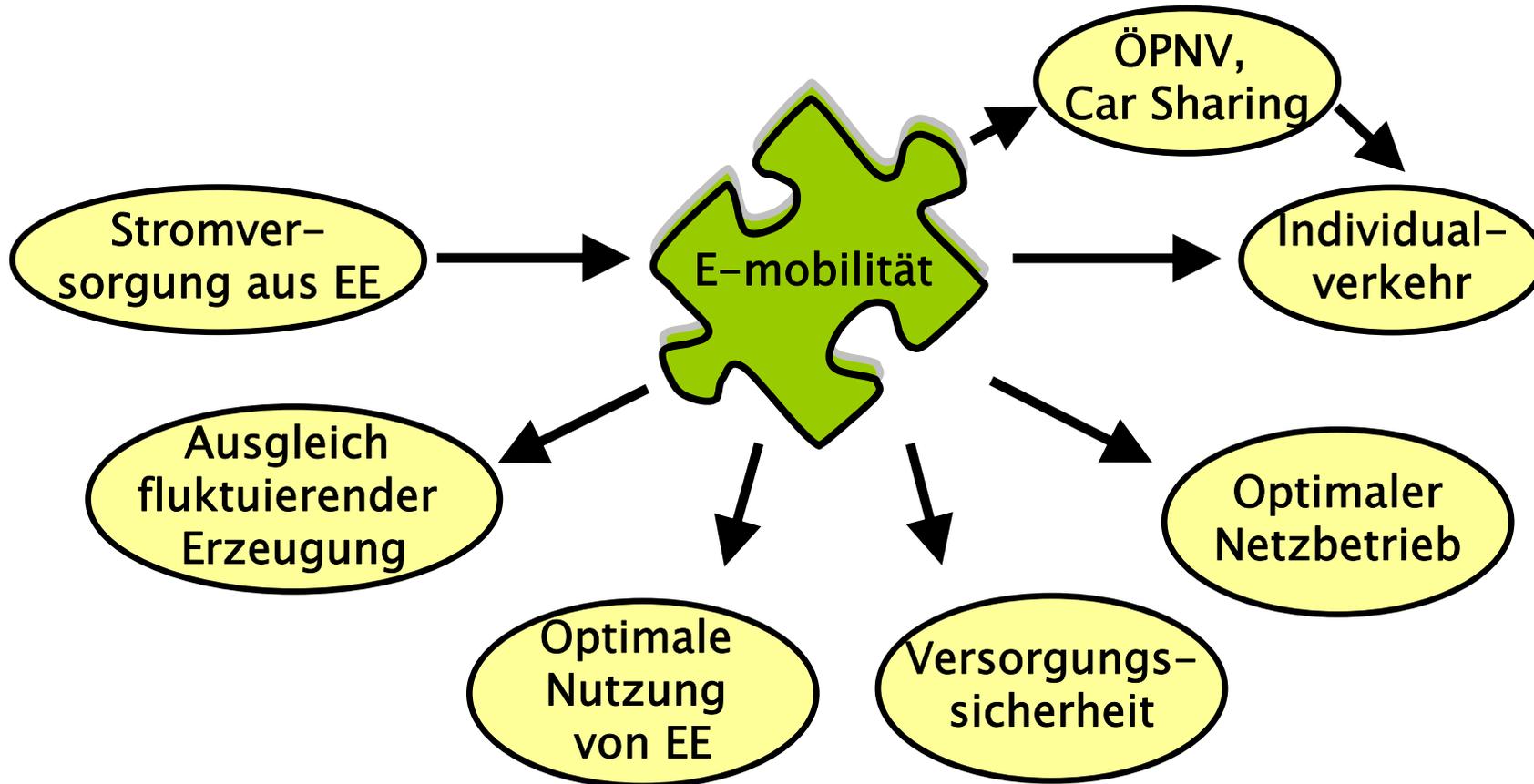
**Die Puzzleteile liegen bereit - das Ergebnis ist unbekannt !**

# E-KFZ: „Yet another load“ ?



A → B: „A trägt bei zu B“

# E-KFZ: Integration und Nutzung im Smart Grid



**Intelligente Nutzung macht Elektrofahrzeuge zu Multitalenten !**

A → B: „A trägt bei zu B“

EE: Erneuerbare Energien

# Marktteilnehmer und benötigte technische Lösungen

**Verteilnetz-  
betreiber**

- Neue Instrumente zur Netzführung
- Prognosewerkzeuge
- Neue Methoden der Netzplanung
- Werkzeuge zur netzseitigen Ladeoptimierung

**Energie-  
händler**

- Neue Instrumente zur Vermarktung von Energie
- Prognosewerkzeuge
- Werkzeuge zur marktseitigen Ladeoptimierung
- Metering & Billing

**Privatnetz-  
betreiber**

- Ladesäule
- Stromparkplätze
- Mensch-Maschine-Schnittstelle
- Ladeoptimierung (PV-Eigenbedarf, Kosten)

**E-KFZ  
Hersteller**

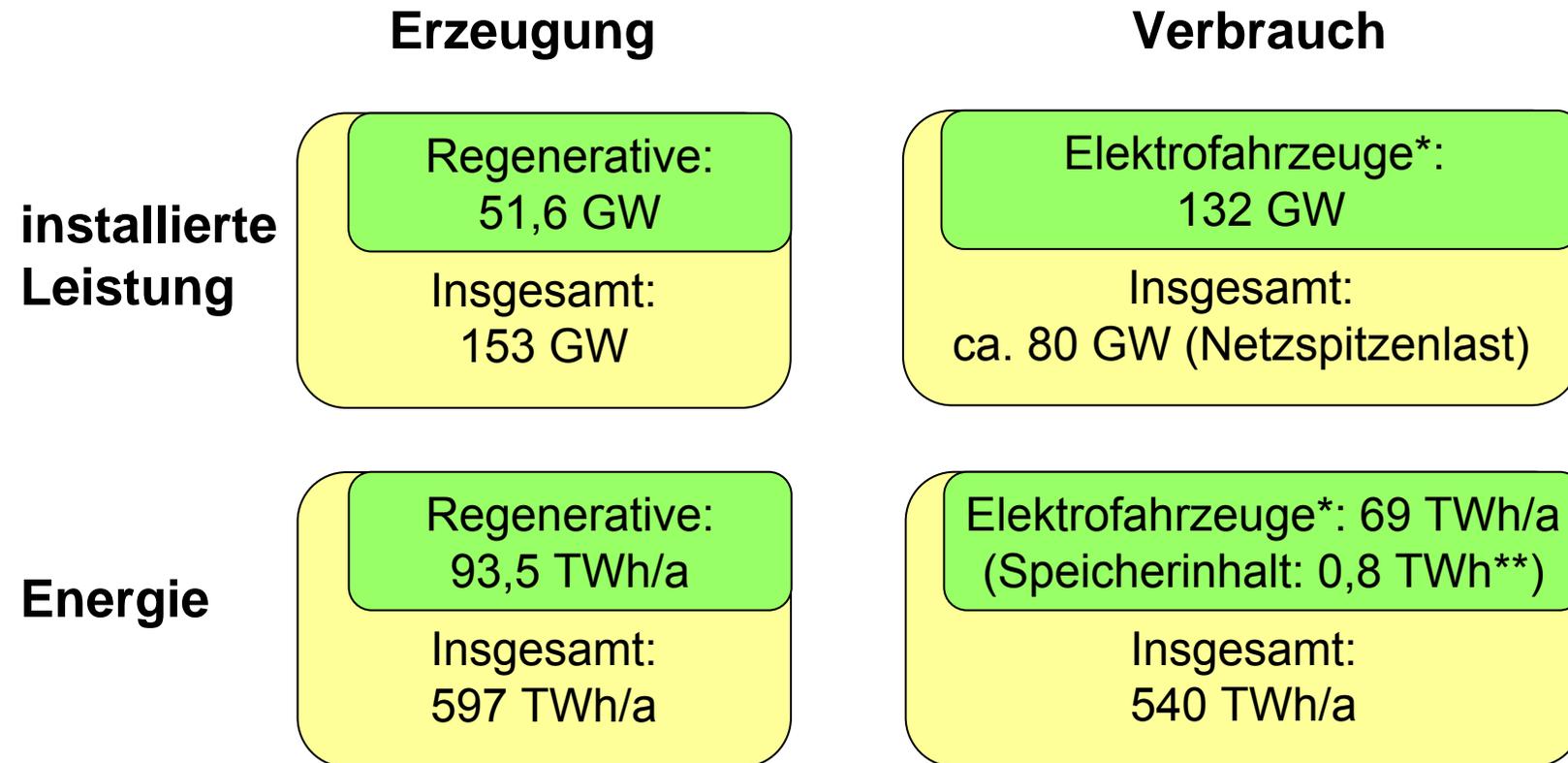
- Herstellerunabhängige Standards für Smart-Grid-Schnittstellen

# Agenda

1. E-KFZ und Smart Grid
- 2. Elektrotechnische Netzintegration**
3. Informationstechnische Netzintegration
4. Testeinrichtungen für die  
Energiesystemtechnik von E-KFZ

# Stromerzeugung und Verbrauch in Deutschland

## Vergleich der Größenordnungen (Datenbasis: 2009)

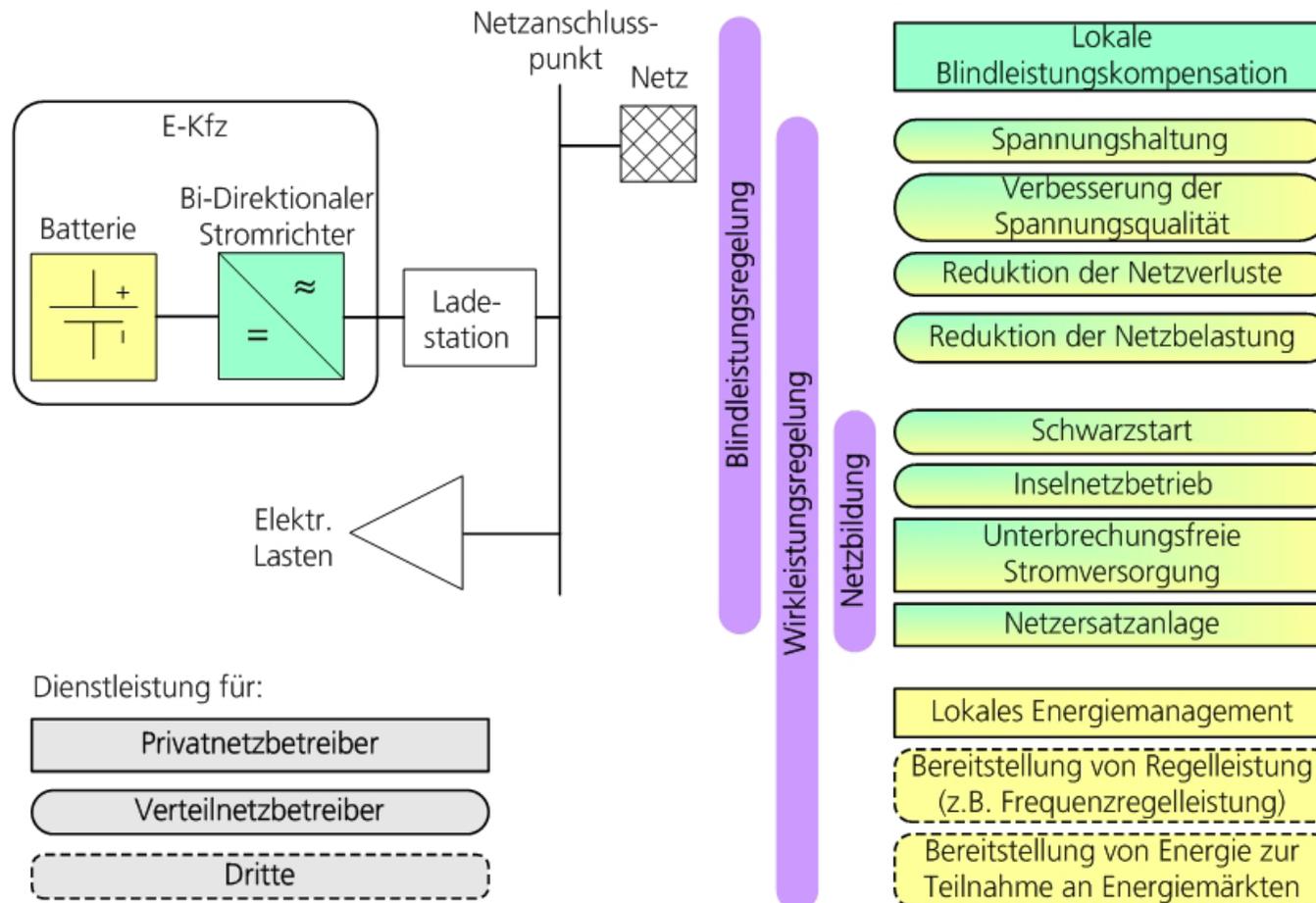


\* Annahmen: 40 Mio. Fahrzeuge; Ladeleistung 3,3 kW/Fzg; Jahresfahrleistung 12.300 km/Fzg; spez. Verbrauch 14 kWh/100 km; Speicherkap. 20 kWh

\*\* Vgl.: durchschn. tägliche Stromerzeugung aus Windkraft ca. 0,1 TWh (2009)

# Elektrofahrzeuge im Netzbetrieb

## Potenziale



# Elektrofahrzeuge im Netzbetrieb

## Simulationsannahmen

### Elektrisches Netz:

- Vorstädtisches Niederspannungsnetz (Quelle: Scheffler 2002)
- 170 Ein- und Zweifamilienhäuser mit individuellem 1-min-Lastprofil
- 400 kVA Ortsnetztransformator
- 50% der Anschlüsse 5 kW PV-Anlagen mit realen 1-min-Messdaten

### Elektrofahrzeuge:

- 50% der Anschlüsse
- Lithium-Ionen: ca. 20 kWh Kapazität
- Ladeleistung
  - 3,3 kW (1~,16A)
  - 22,2 kW (3~,32A)
- Pendlerverhalten abgeleitet aus Studie “Mobilität in Deutschland”<sup>1</sup>

# Elektrofahrzeuge im Netzbetrieb

## Ladestrategien

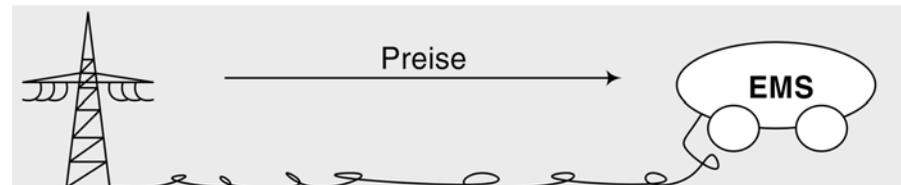
### “Anschließen und Laden”

Ladung beginnt sofort  
nach Ankunft des Fahrzeuges  
→ maximale Flexibilität für Nutzer



### “Preisvariabler Stromtarif” JR2

Ladung erfolgt bei minimalen  
EEX<sup>1</sup>-Preisen  
→ geringste Ladekosten für Nutzer



### “Ausgeglichene Ladeleistung” JR3

Gleichzeitige Ladeleistung  
wird minimiert  
→ Reduktion Verteilnetzbelastung



## Folie 13

---

**JR2** Zu Grunde gelegte Preise: EEX, 9.06-13.06.2008 (Mo-Fr) + konstante Anteile für Netzentgelte / Steuern&Abgaben

Nebenbedingungen Optimierung: Ladezustand, Speicherinhalt, vorr. Standzeit

Jan Ringelstein; 07.06.2011

**JR3** Zentrales EMS berechnet und verteilt Ladepläne aufgrund vollst. Information und Prognose über alle Fahrzeuge. Neuberechnung bei neu ankommenden Fahrzeugen.

Nutzerdaten: Ladeleistung, Ladezustand, vorr. Stillstandszeit

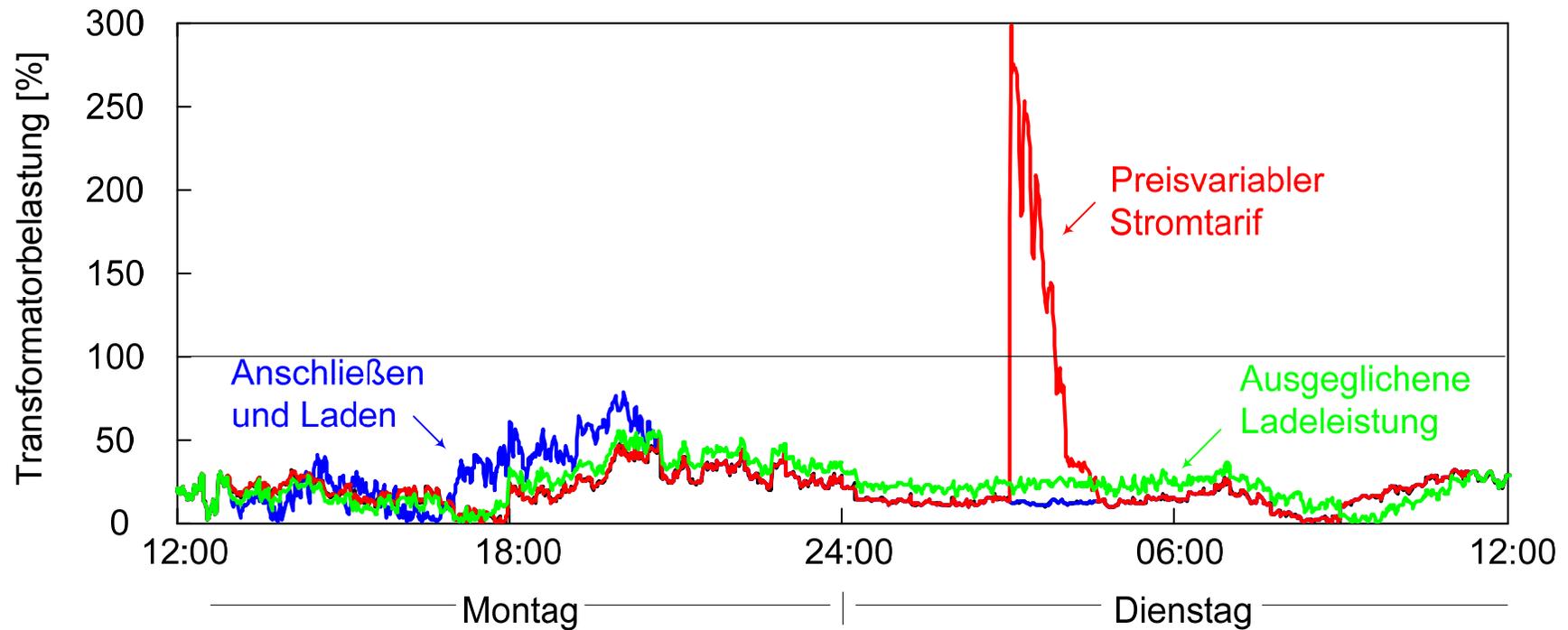
Steuersignale: Ladepläne

Jan Ringelstein; 07.06.2011

# Elektrofahrzeuge im Netzbetrieb

## Simulationsergebnisse

Ladeleistung: 3-phasig, 22,2 kW



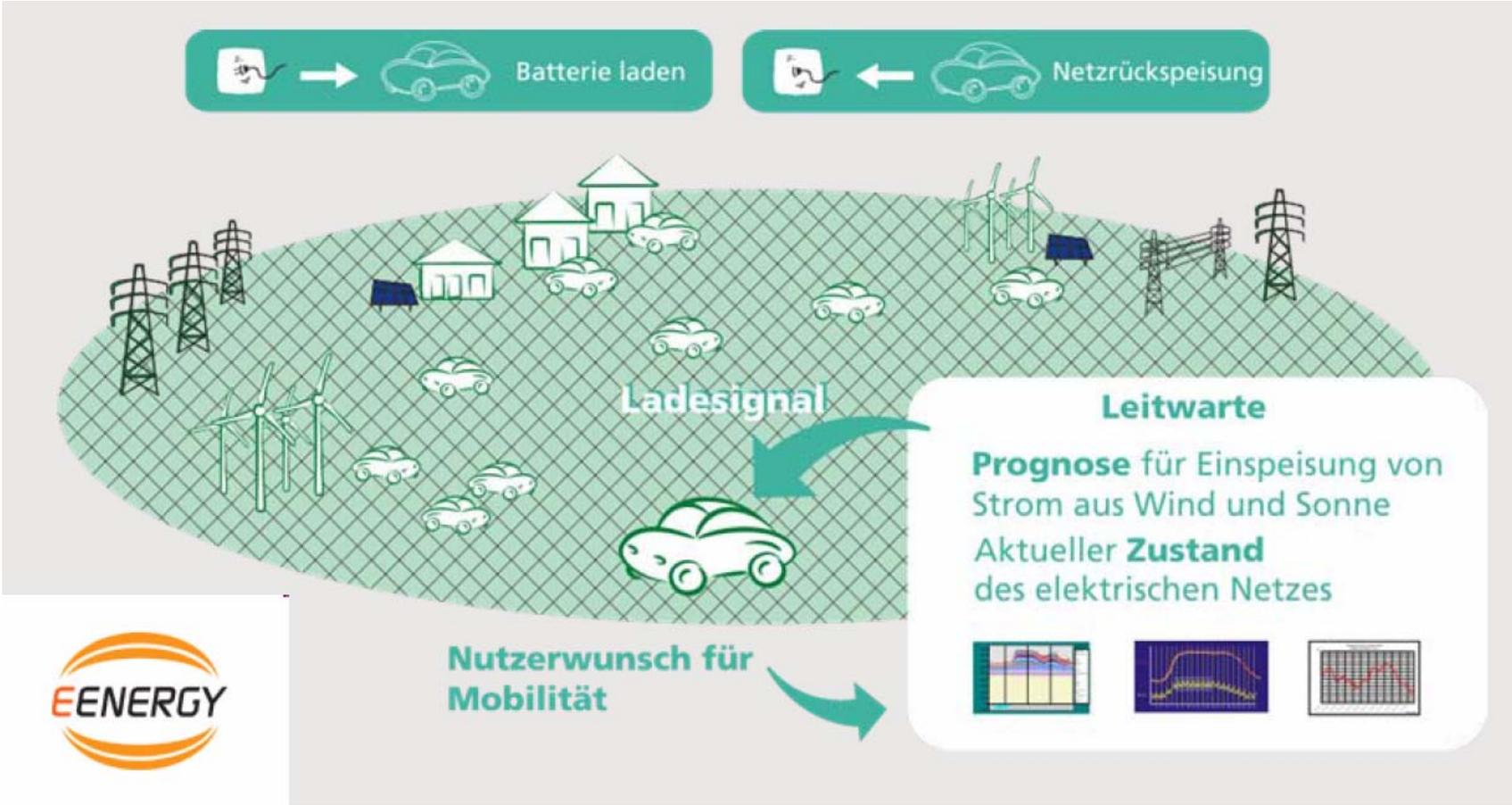
**Anschließen und Laden, Preisvar. Stromtarif:  
zul. Spannungsband wird unterschritten**

Strategien "Anschließen und Laden" und "Preisvariabler Stromtarif" bedingen unzulässige Spannungssenkungen im Netz ( $<0,9 \cdot U_{\text{Nenn}}$ ) !

Jan Ringelstein; 07.06.2011

# Elektrofahrzeuge als flexible mobile Speicher

## BMU-Projekt Harz.EE-Mobility

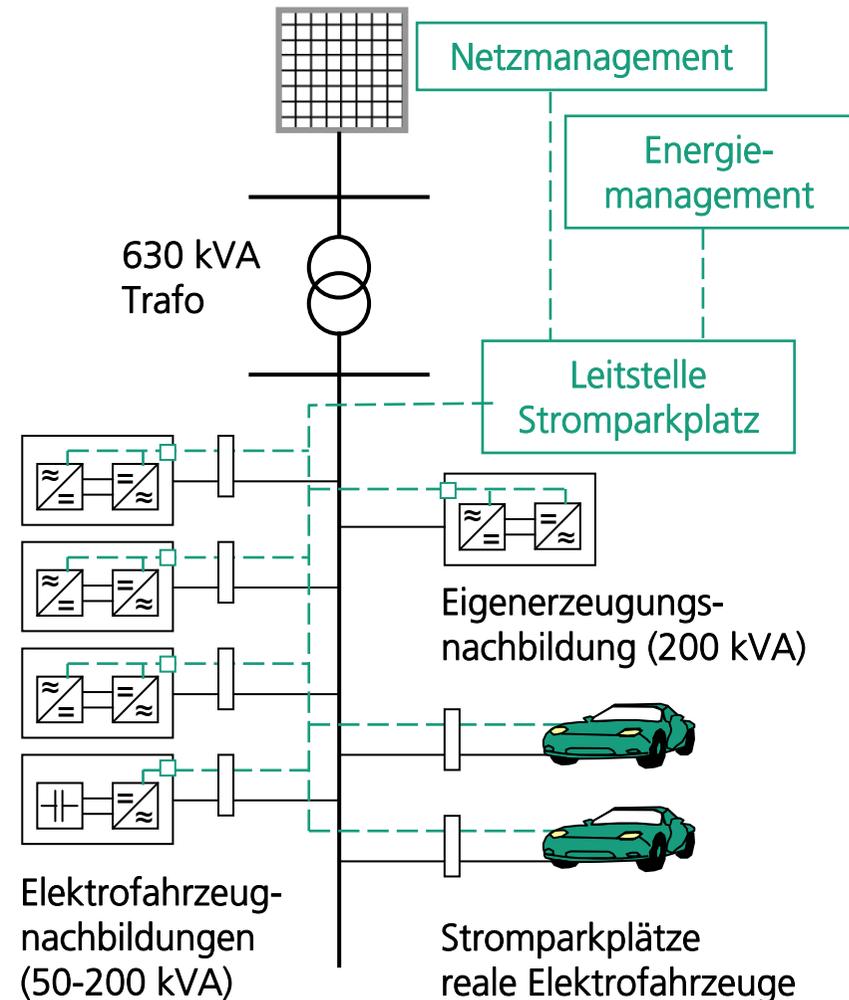


# BMWi-Projekt STROPA

## Stromparkplätze für Elektrofahrzeuge

- Fraunhofer IWES erweitert seine Laborinfrastruktur um einen Prüfstand zur Untersuchung der Netzintegration von Elektrofahrzeugen
- Entwicklung und Prüfung von Lade-/Rückspeiseverfahren und Betriebskonzepten zur Bereitstellung von:
  - Energiedienstleistungen
  - Netzdienstleistungen
- Konzept- und Prototypenentwicklung für Ladesäule und Stromparkplatz

Gefördert durch:



# BMU-Projekt W-Charge

## Kabelloses Laden von Elektrofahrzeugen

W-Charge

### Vorteile der induktiven Energieübertragung:

- Erhöhte Sicherheit
- Verbesserte Nutzerakzeptanz durch höheren Bedienkomfort
- Häufigere und längere Kopplung mit dem Stromnetz
- Verbesserte Integration ins Energieversorgungsnetz



**Audi**  
Electronics Venture GmbH

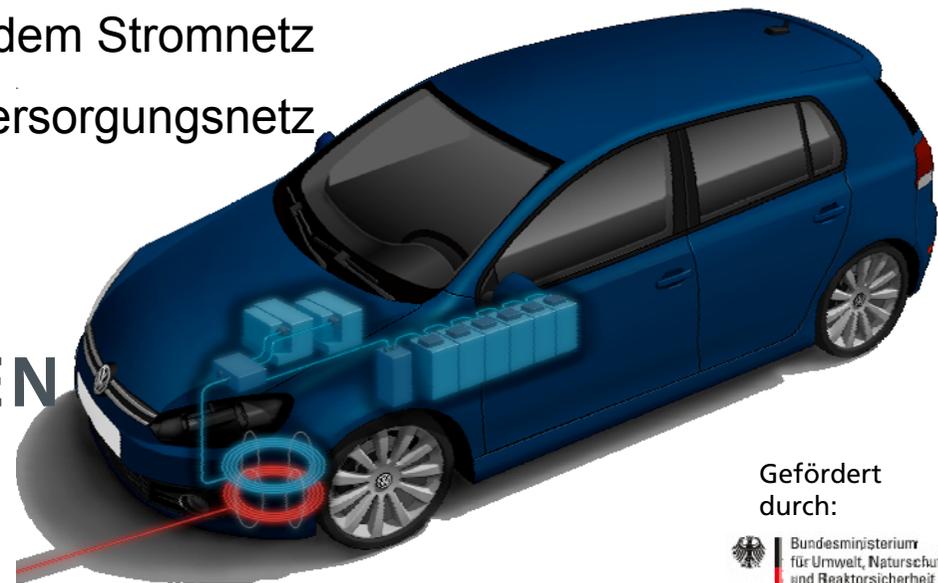
[www.w-charge.de](http://www.w-charge.de)

 **Fraunhofer**  
IWES

**VOLKSWAGEN**

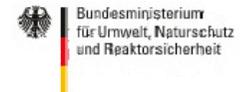
AKTIENGESELLSCHAFT

**VAHLE**   
MACHT STROM MOBIL!



Quelle: Vahle

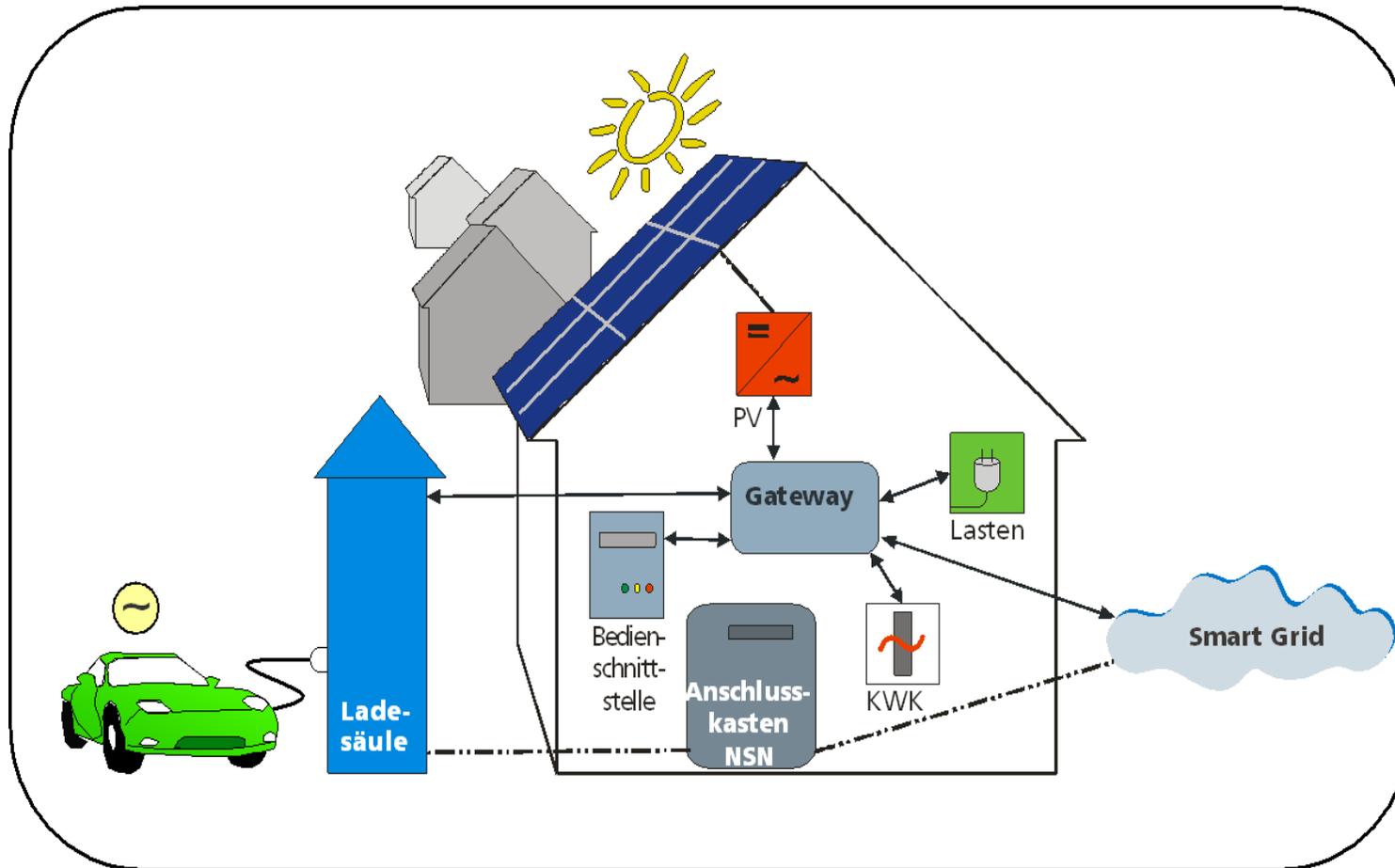
Gefördert durch:



# Agenda

1. E-KFZ und Smart Grid
2. Elektrotechnische Netzintegration
- 3. Informationstechnische Netzintegration**
4. Testeinrichtungen für die  
Energiesystemtechnik von E-KFZ

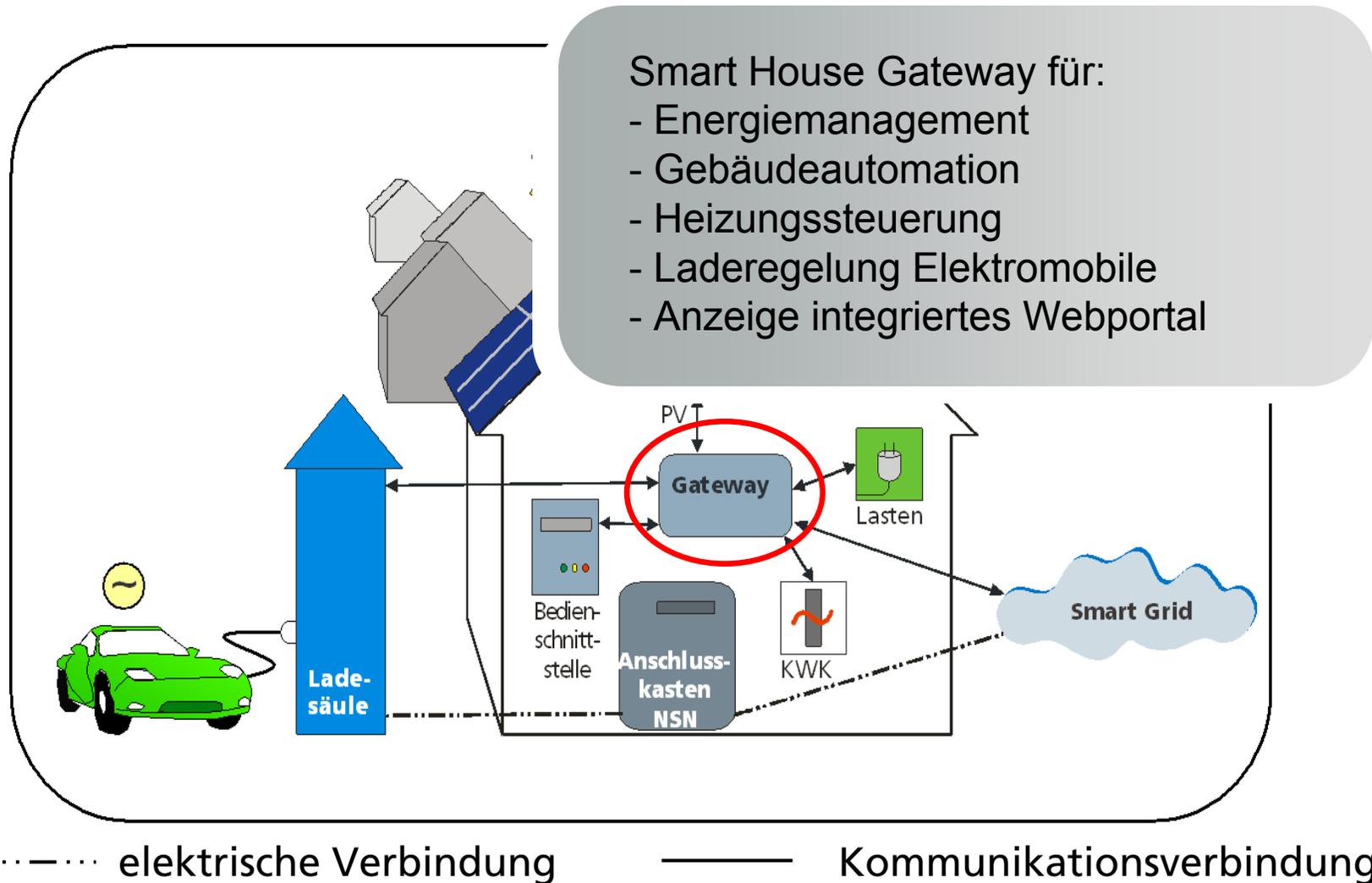
# Das Elektrofahrzeug im Gebäudeenergiesystem



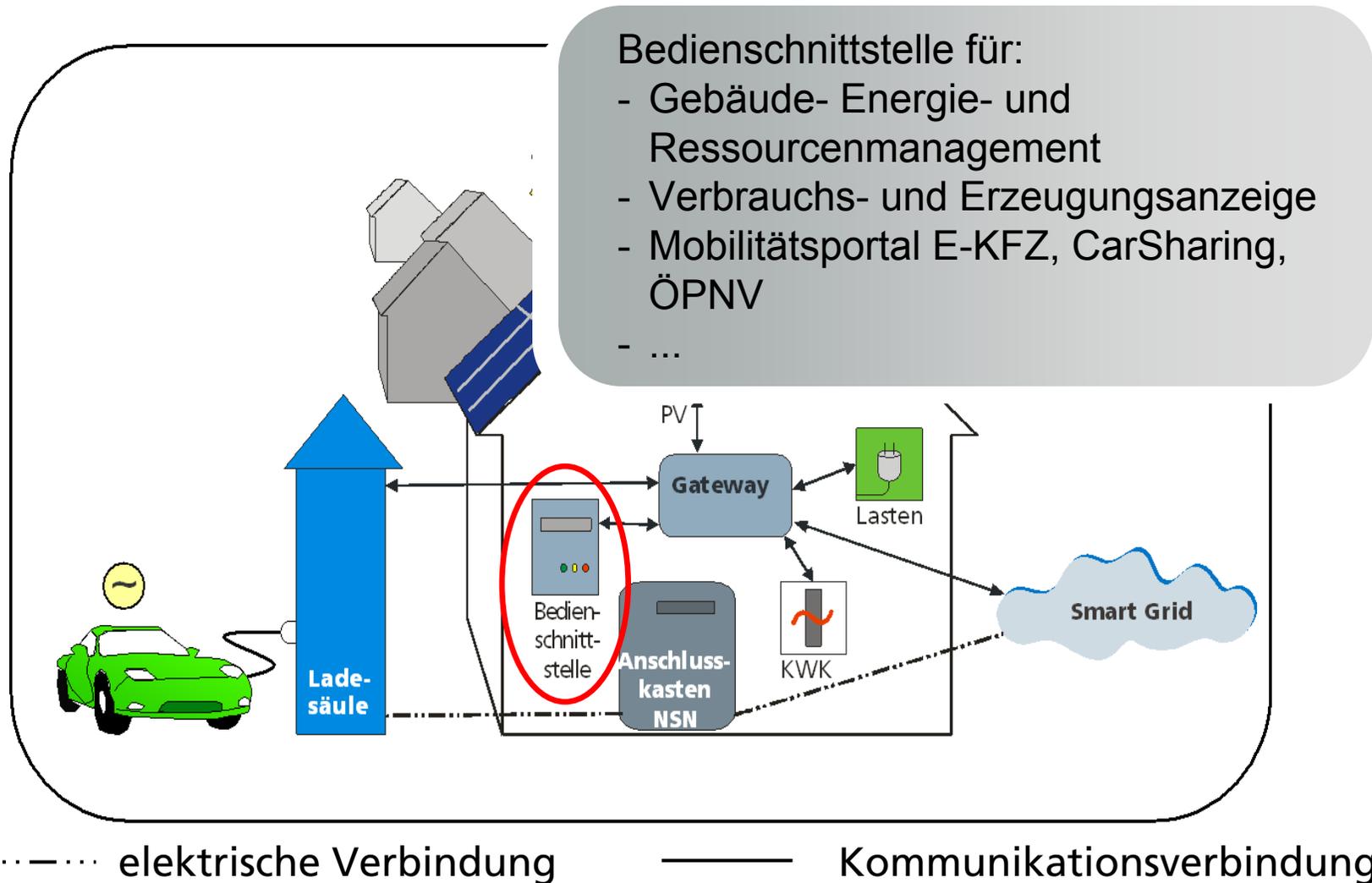
- - - - elektrische Verbindung

— Kommunikationsverbindung

# Das Elektrofahrzeug im Gebäudeenergiesystem



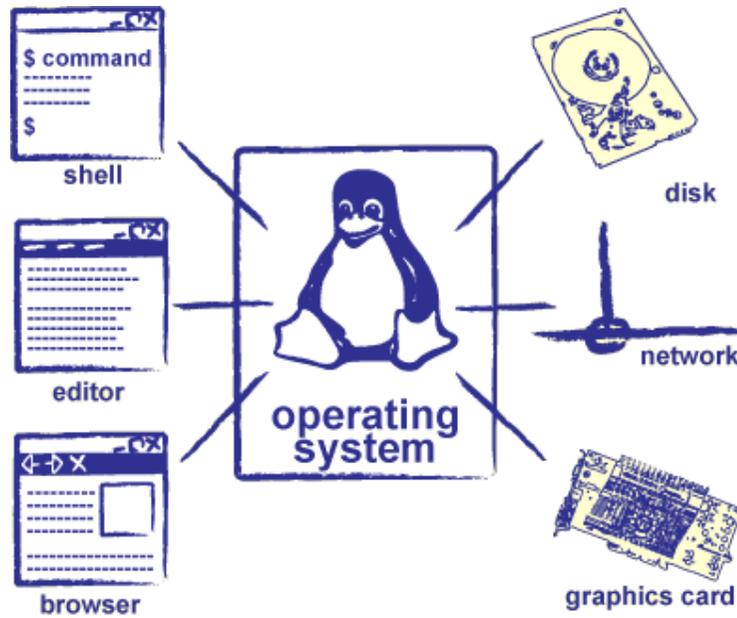
# Das Elektrofahrzeug im Gebäudeenergiesystem



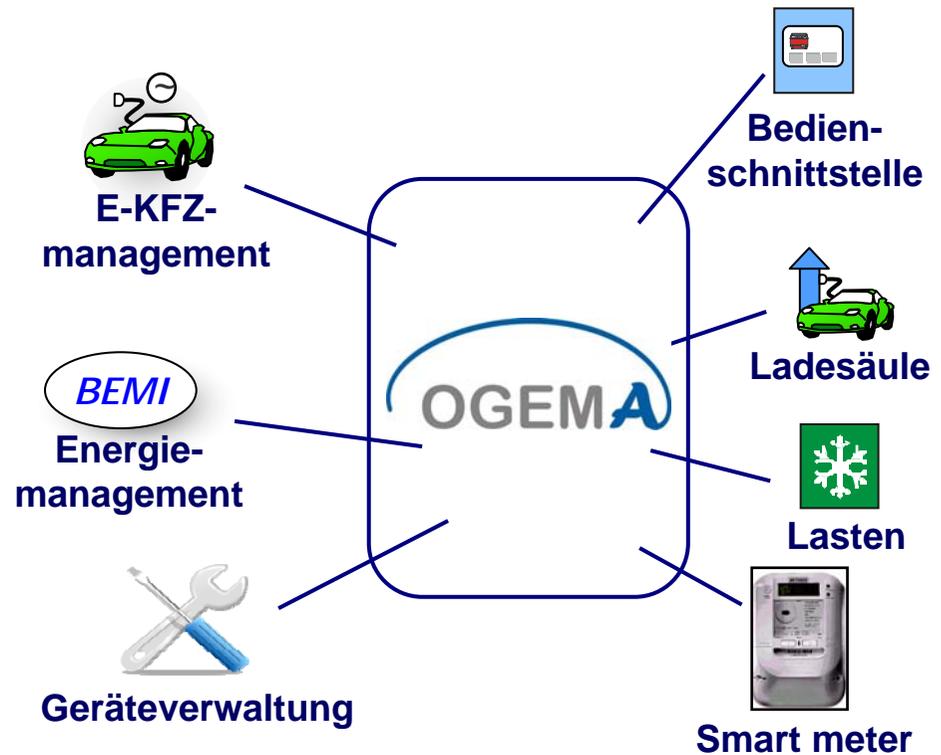
# OGEMA: Ein offener Standard für das Gateway



Open source Betriebssystem  
(z.B. Linux)



OGEMA



[www.ogema-alliance.org](http://www.ogema-alliance.org)

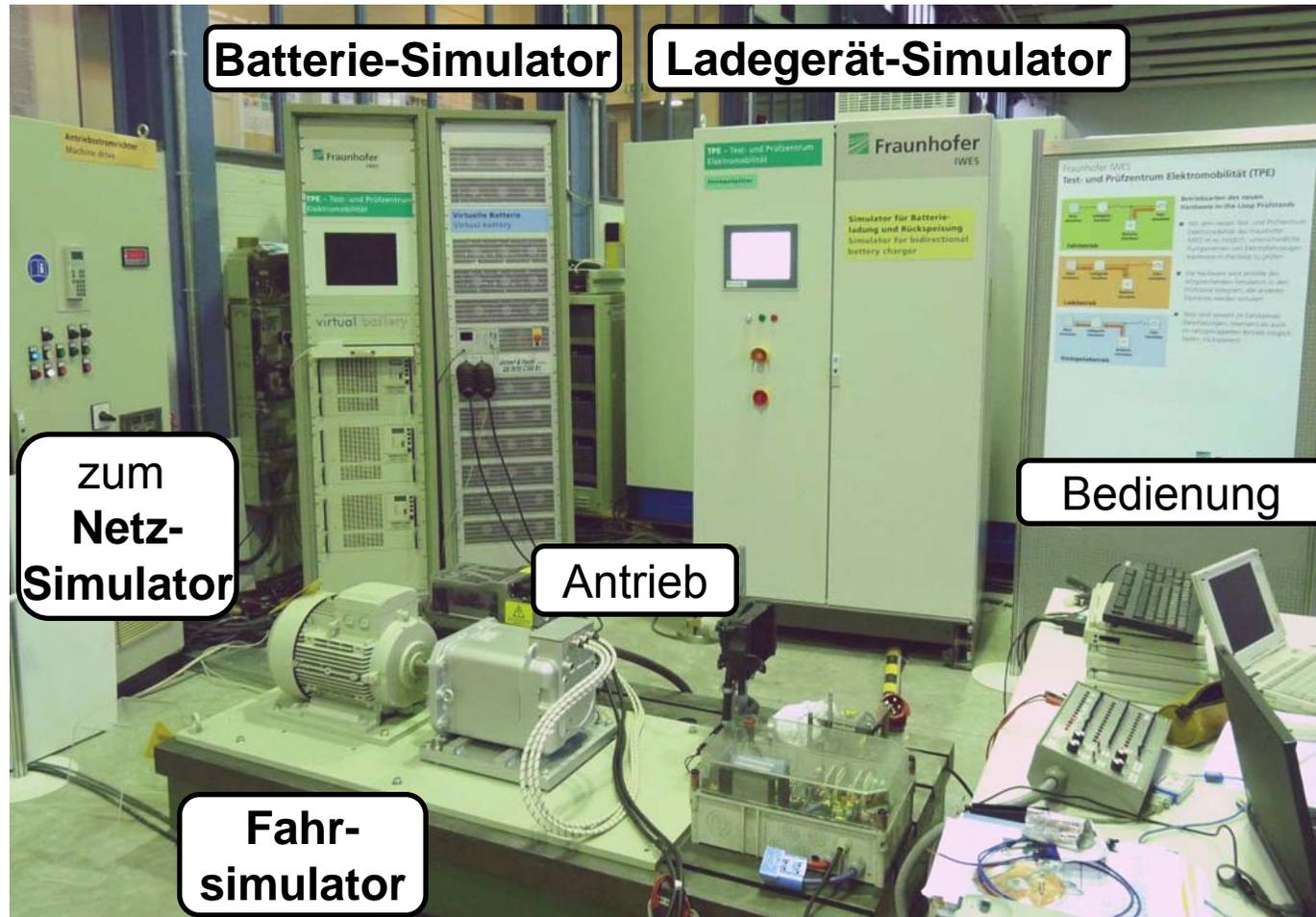
# Agenda

1. E-KFZ und Smart Grid
2. Elektrotechnische Netzintegration
3. Informationstechnische Netzintegration
4. Testeinrichtungen für die  
Energiesystemtechnik von E-KFZ

# Test- und Prüfzentrum Elektromobilität IWES-TPE Hardware-in-the-loop (HiL)-Prüfstand



DeMoTec



# Testfeld Smart Grids und E-Mobility: IWES-SysTec

- Elektrische Nieder- und Mittelspannungsnetze
- Photovoltaik-Anlagen, Windturbinen und Hybridsysteme
- Netz- und Komponentensimulatoren bis ca. 1 MVA
- Teststrecke für Elektrofahrzeuge
- Testeinrichtung für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastrukturen
- Einweihung: vsl. Sept 2011



# Zusammenfassung

- Das elektrische Energiesystem befindet sich in einem fundamentalen Wandel
- 100% Erneuerbare für Strom, Wärme und Mobilität sind bis 2050 möglich
- Intelligente Nutzung macht Elektrofahrzeuge zu Multitalenten. Richtig eingesetzt, können sie den Netzbetrieb unterstützen und die Versorgungszuverlässigkeit erhöhen
- Kerntechnologien sind verfügbar oder werden entwickelt
- Entwicklungszentren für die Energiesystemtechnik sind im Aufbau

## Dank an:

Prof. Dr.-Ing. Martin Braun, Dipl.-Ing. Thomas Stetz, M. Sc. Heike Barth, M. Sc. Roy Emmerich, Dipl.-Phys. Patrick Lichtner

## Kontakt:

Dr.-Ing. Jan Ringelstein  
Fraunhofer IWES, Königstor 59, D-34119 Kassel  
[jan.ringelstein@iwes.fraunhofer.de](mailto:jan.ringelstein@iwes.fraunhofer.de)

# Energiekonzept 2050

- Bedarfsdeckung für Strom, Wärme und Mobilität aus **100% Erneuerbaren** ist bis 2050 möglich
- **Erzeugungsmix**: Wind- und Wasserkraft, Photovoltaik, Solar- und Geothermie, Wellenenergie, Biomasse-Reststoffnutzung
- **Energiespeicherung**: Wasserstoff und erneuerbares Methan, Wärmespeicher
- **Energieeffizienzerhöhung** durch Vermeidung und Nutzung von Abwärme, effiziente Antriebe und Einsparmaßnahmen
- **Energietransport** mittels europäischem Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetz
- Deckung des Energiebedarfs für **Mobilität**: ca. 2/3 direkt elektrisch, 1/3 aus erneuerbaren Kraftstoffen (Wasserstoff, Methan, Biomasse)
- **Optimierte** Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Verbrauch durch Informations- und Kommunikationstechnologien (z.B. reg. Kombikraftwerk)

JR6

Wasserstoff: Kette Herstellung-Speicherung-Rückverstromung: Wirkungsgrad bis 45%, bei Abwärmenutzung bis 60%

Methan: Rückverstromung mit GuD-Kraftwerken

Jan Ringelstein; 01.06.2011