

The Siemens logo is displayed in a white rectangular box in the top right corner of the image. It consists of the word "SIEMENS" in a bold, blue, sans-serif font.

# Elektromobilität und Energieversorgung



**Karl-Josef Kuhn  
Siemens AG, Corporate Technology  
Garching, 25. Oktober 2011**

# Megatrends stellen dringende Herausforderungen dar

## Klimaveränderungen

Städte liefern ca. 80% der weltweiten Treibhausgasemissionen; allein 9% - 10% durch die 25 Megacities

## Zunehmende Verknappung nat. Ressourcen

- 75% des weltweiten Energieverbrauchs findet in Städten statt
- Städte sind direkt oder indirekt für 60% des Wasserverbrauchs verantwortlich

## Urbanisierung

Seit 2007 leben 50% der Weltbevölkerung in Städten

## Demographischer Wandel

Bis 2030 wird 90% des Bevölkerungswachstums in Städten stattfinden

## Steigende Nachfrage nach Gesundheits- und Altersversorgung

Gegenwärtig stehen ca. 350000 vorzeitige Todesfälle pro Jahr im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung

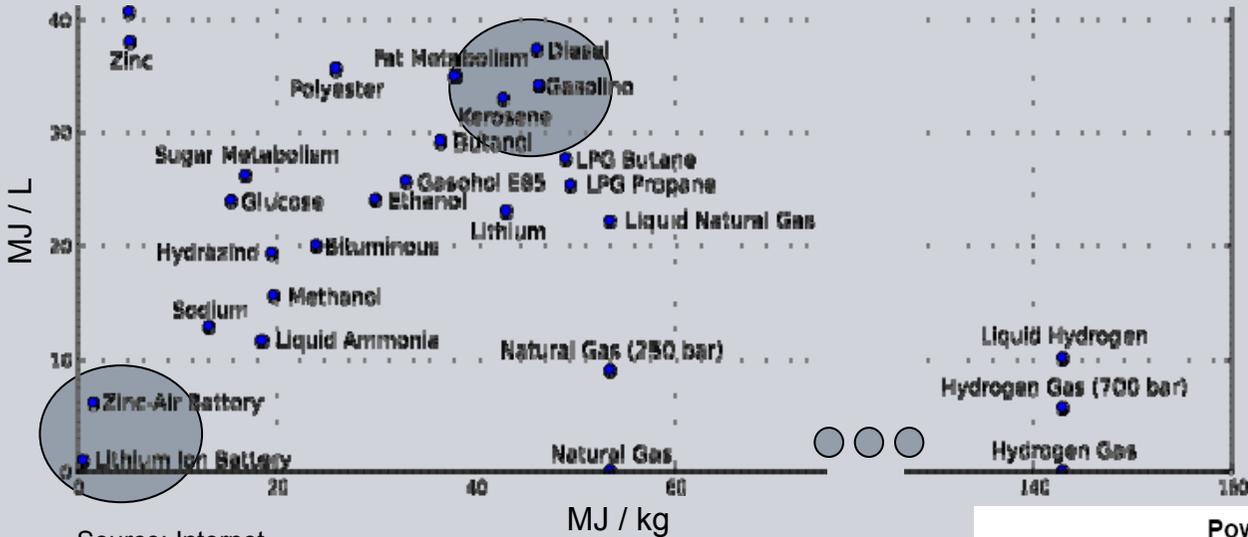
## Wachsende Mobilität

Verkehrsstaus in westlichen Städten haben sich zwischen 2006 und 2010 mehr als verdoppelt

## Erhöhter Druck auf Infrastruktur

Ein überlastetes Stromnetz führte 2003 zu einem 3-tägigen Stromausfall in New York City mit ökonomischen Kosten von 1 Mrd. US Dollars

Energiedichte spielt eine wichtige Rolle, aber alternative Antriebe nehmen an Bedeutung zu

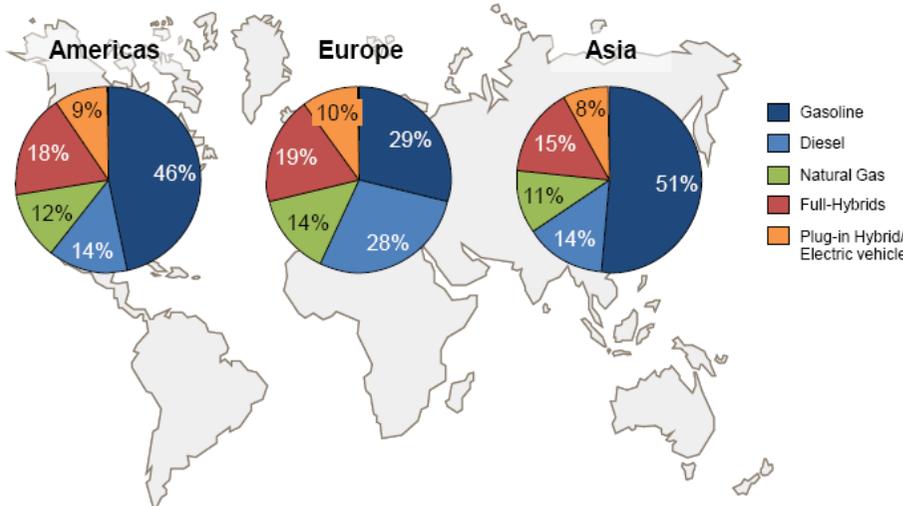


Energy Density of liquid fuel based on oil is actual the highest

Source: Internet

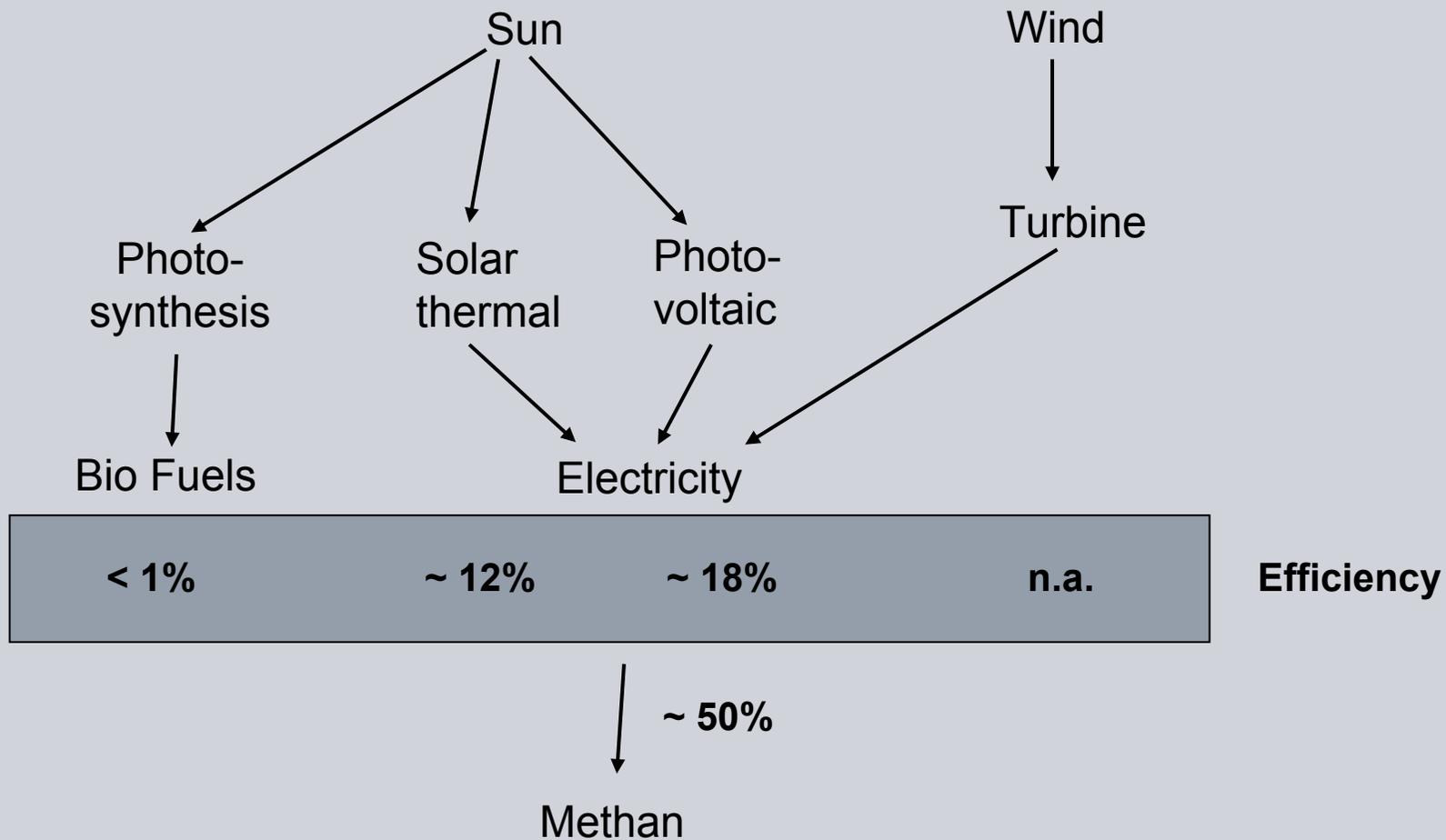
Powertrains in 2020 will still be dominated by combustion technology, but the share of alternative systems will grow fast

Powertrain Landscape 2020

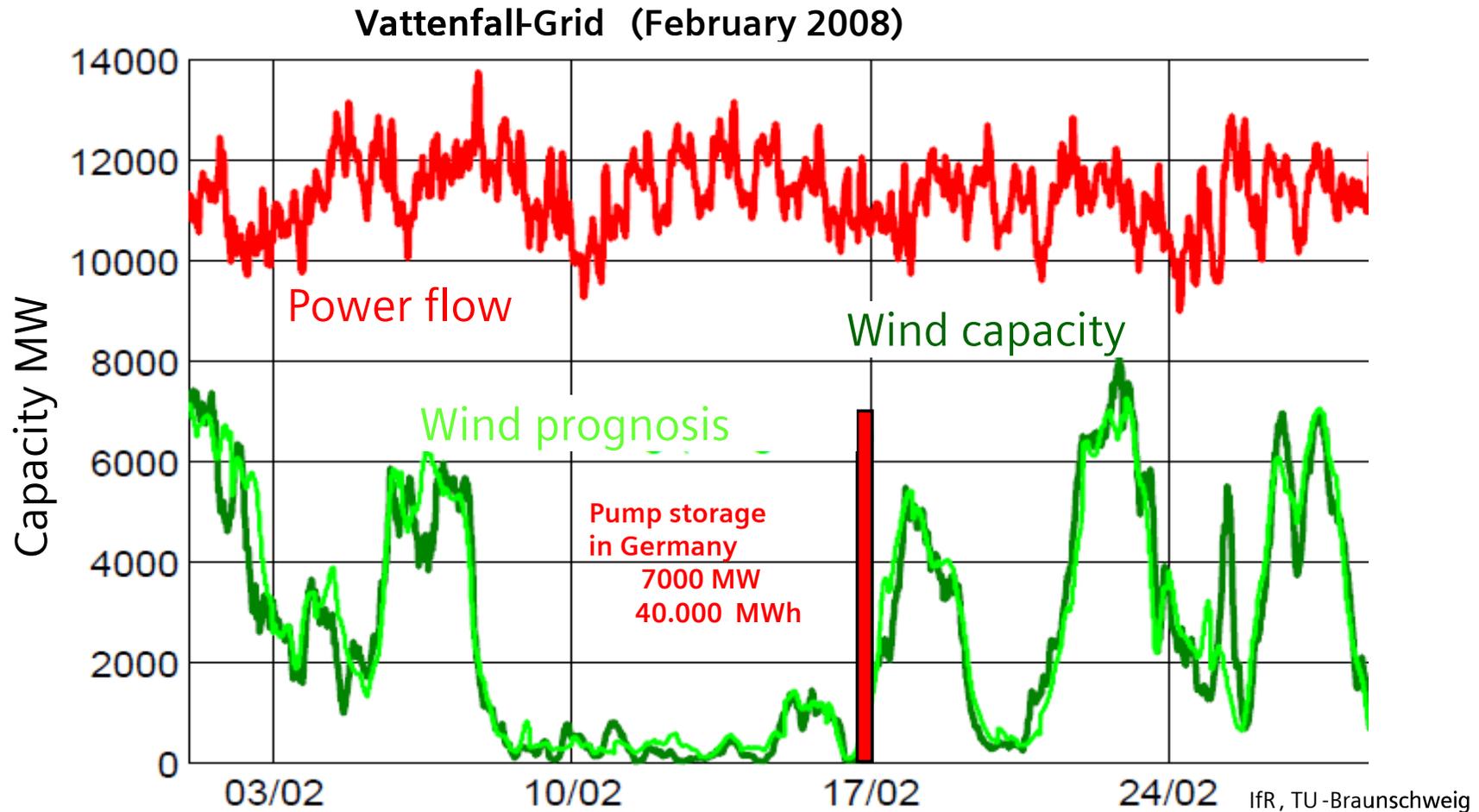


Source: ATKearney

# Elektrizität der Energieträger für die Mobilität von Morgen



Windenergie und Speicherbedarf

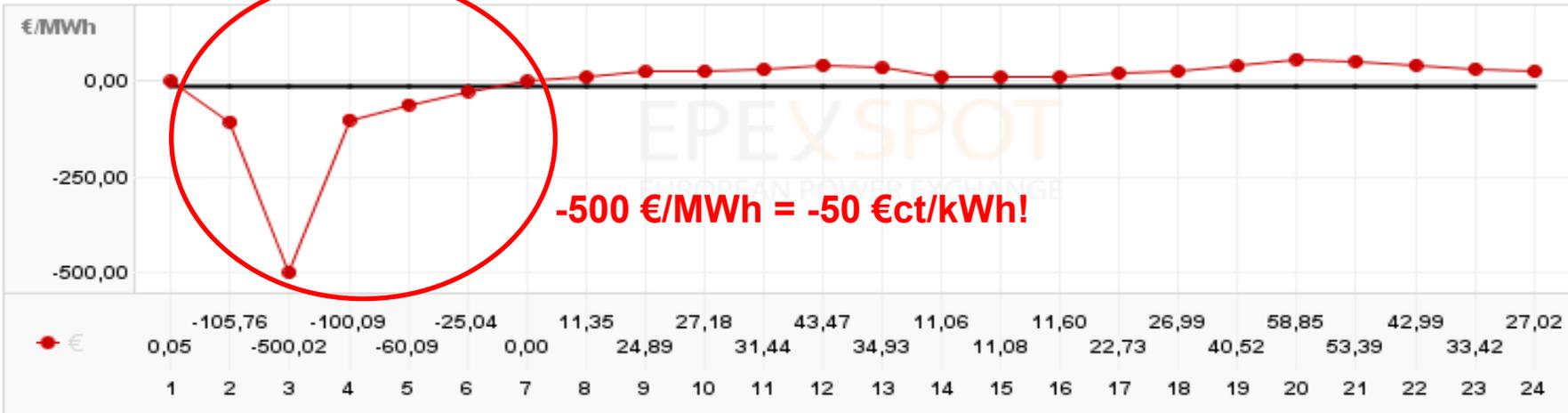


Source: VDE

Deutsche Strombörse EEX / Preis 4. Okt 2009

Hohe negative Preise aufgrund Überangebot durch die Windkraftherzeugung

Preis



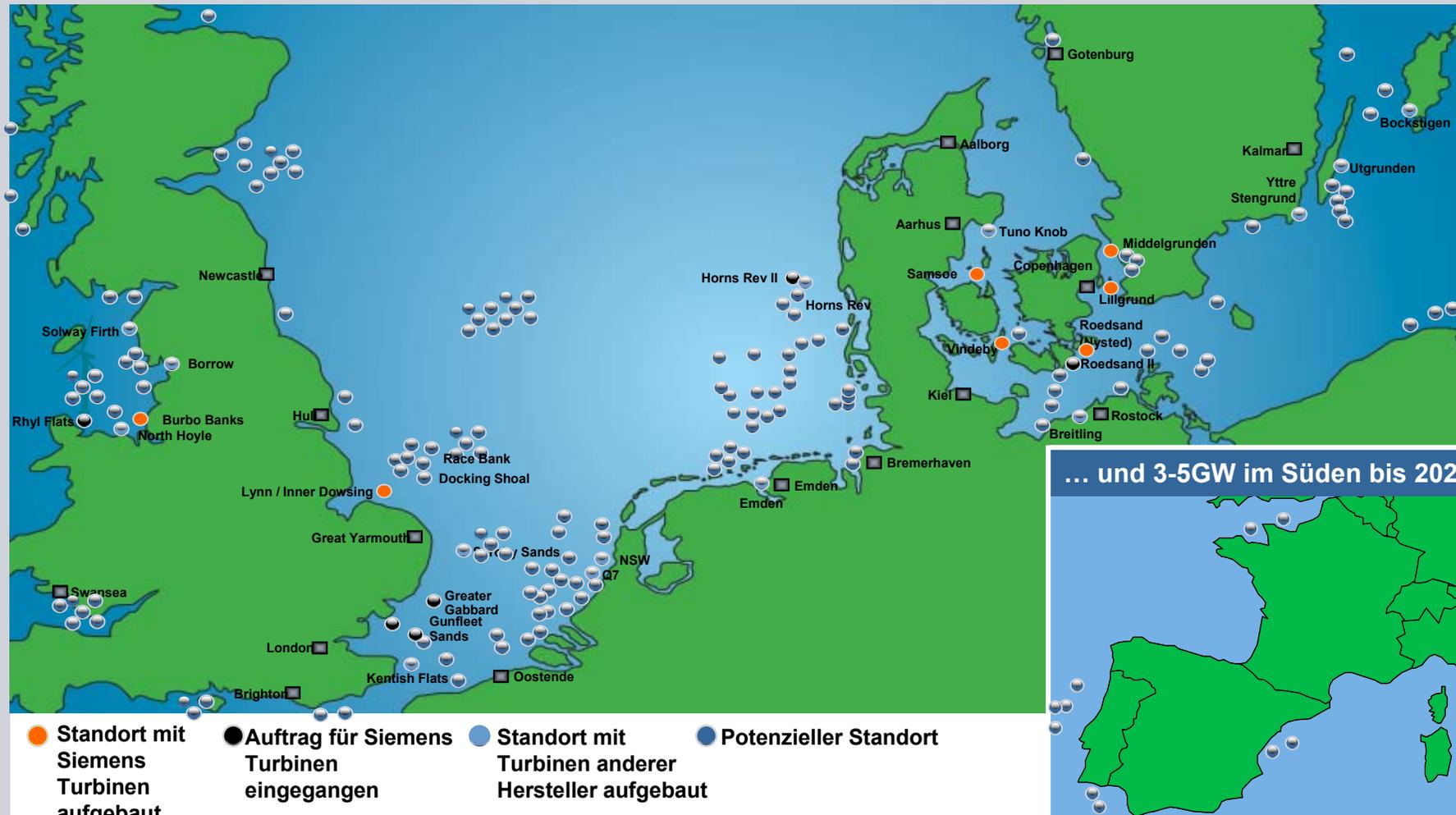
Volumen



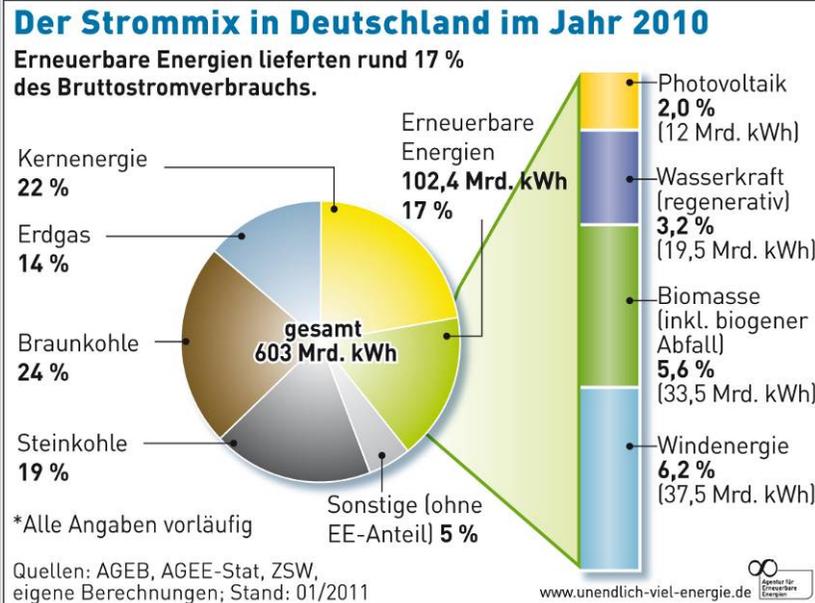
Legende

- Market-Clearing-Price
- PHELIX Base
- PHELIX Peak
- Volumen

# 100 GW Potenzial allein in nördlichen Gewässern, davon werden erst 1.5% genutzt



2020 kann fast die Hälfte des deutschen  
Elektrizitätsbedarfs regenerativ erzeugt werden

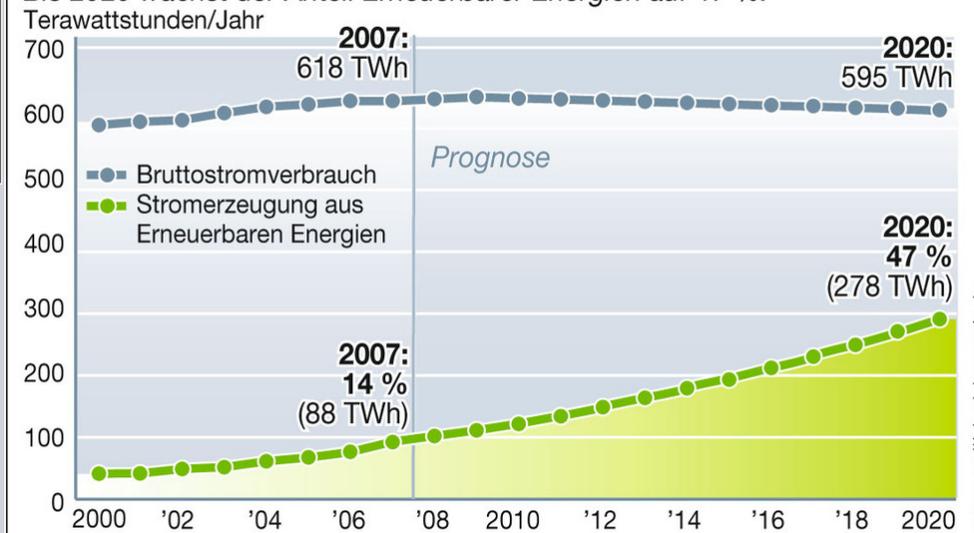


Der Anteil der verbrauchten regenerativen Energie wird deutlich steigen, wenn er nutzbar ist

Der Anteil regenerativer elektrischer Energie ist heute bereits hoch

### Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Deutschland bis 2020

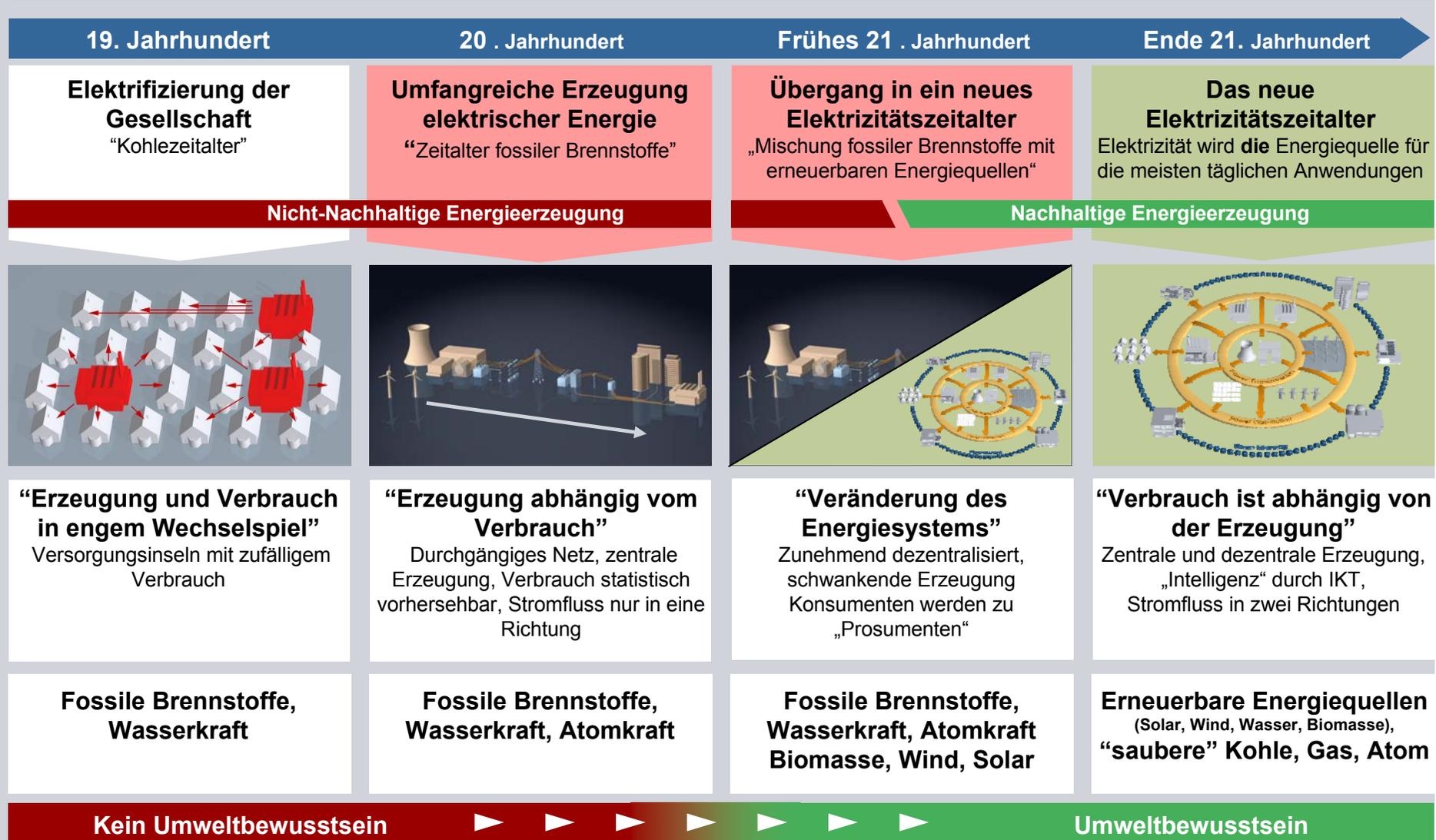
Bis 2020 wächst der Anteil Erneuerbarer Energien auf 47 %.



Quelle: Branchenprognose 2020 2020  
Stand: 1/2009

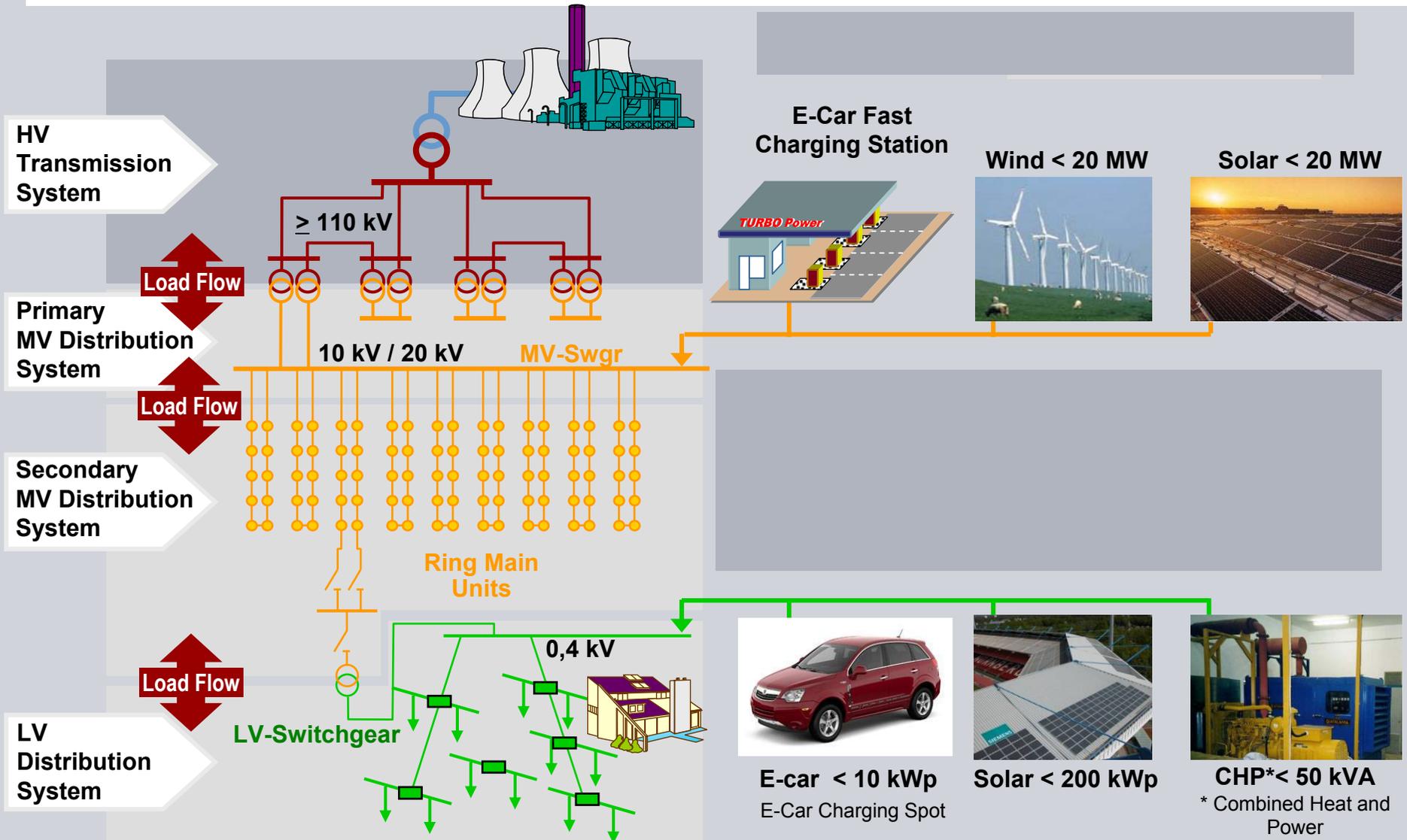


## Das "Neue Elektrizitätszeitalter"



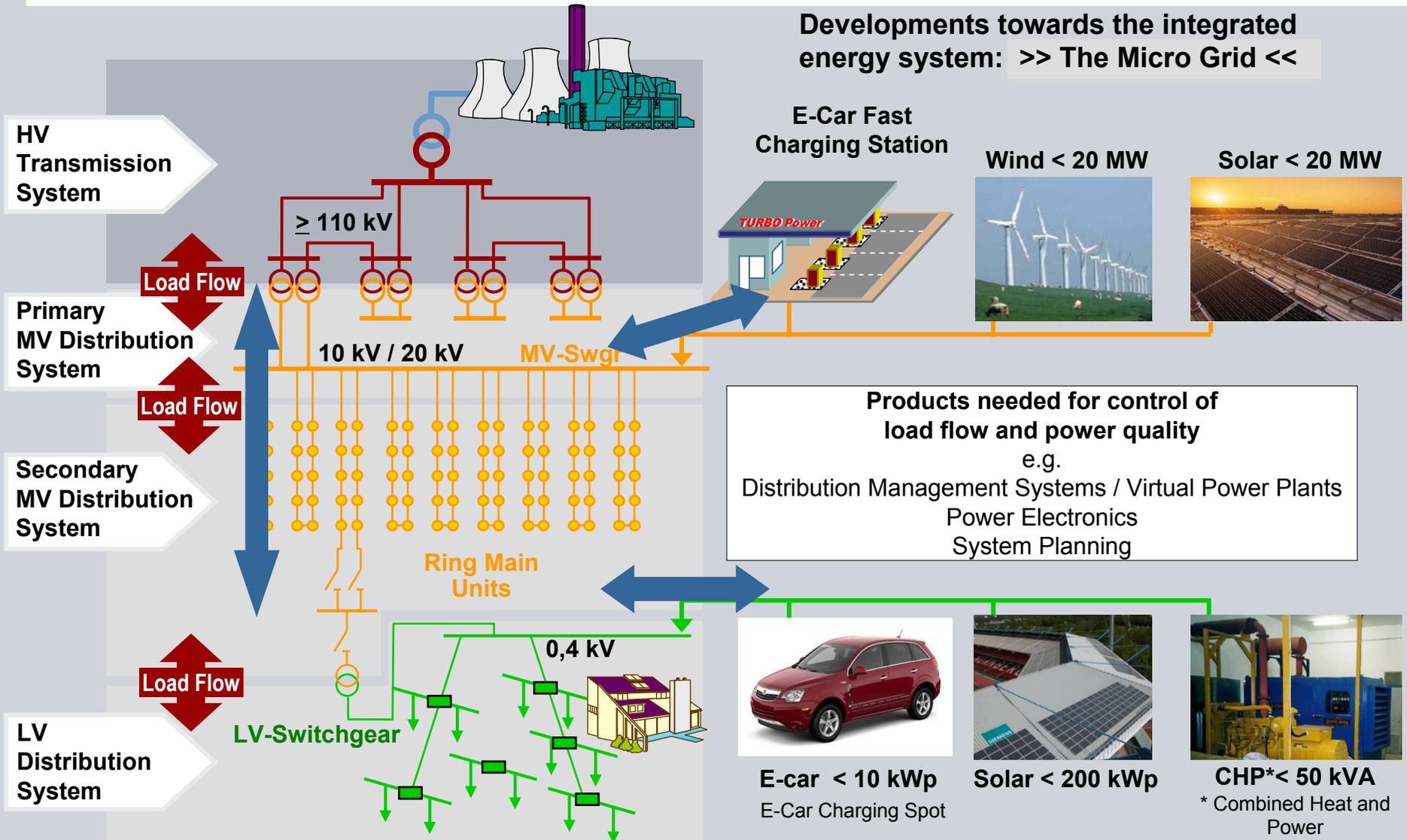
# Heutige Stromnetze sind hierarchisch aufgebaut

**SIEMENS**

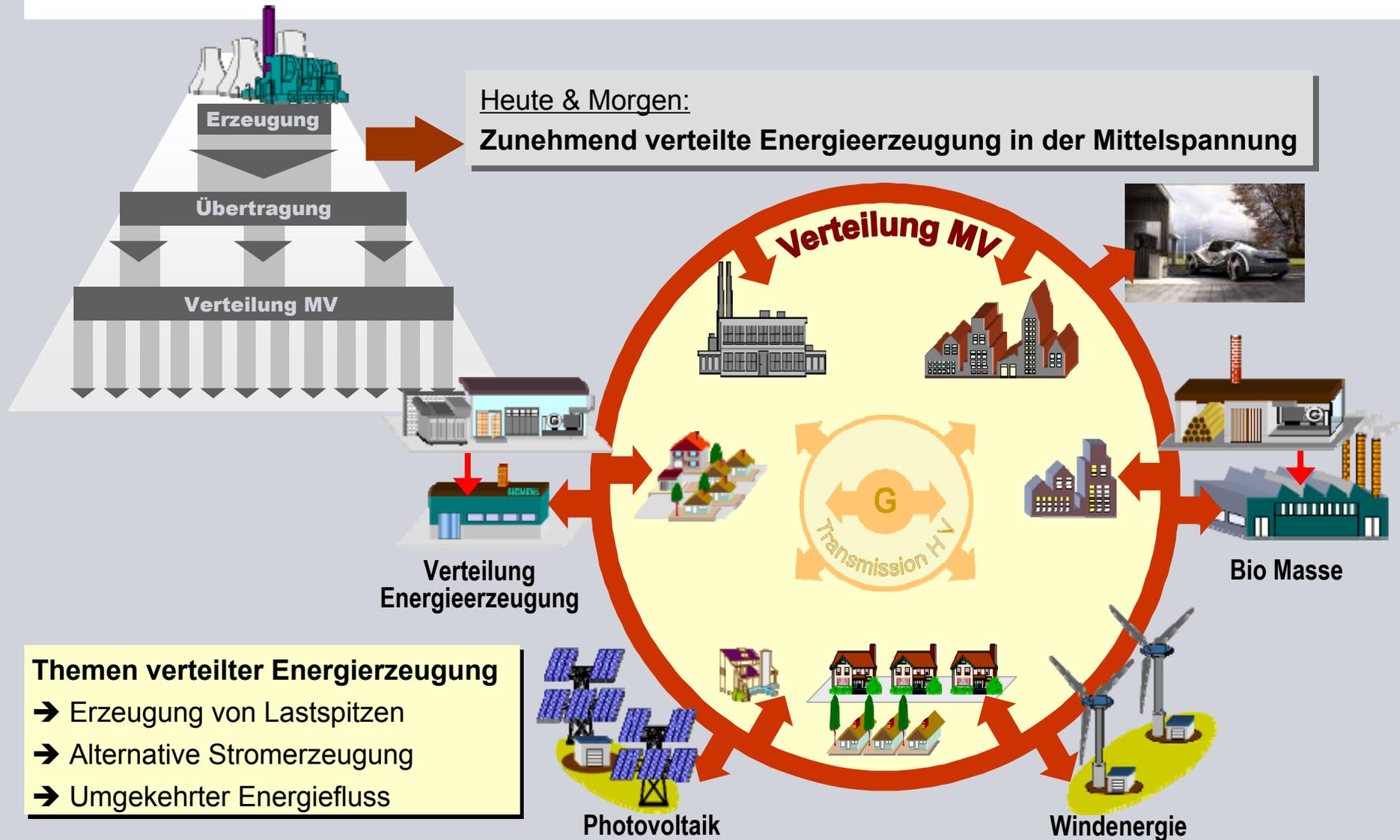


# Lösungen für die Energieverteilung müssen bidirektional und balancierend sein

**SIEMENS**



# Perspektiven bei der Entwicklung der Übertragungs- und Verteilnetze



- Themen verteilter Energieerzeugung**
- Erzeugung von Lastspitzen
  - Alternative Stromerzeugung
  - Umgekehrter Energiefluss

## Das Elektroauto verändert die Beziehungen der Automobilindustrie und Stromwirtschaft



Erzeugung von sauberem Strom

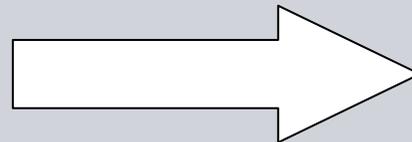


Intelligente Energieverteilung und Übertragung



Batterie

Intelligente und saubere Mobilität



Quelle: Siemens AG, Li-Tec Battery GmbH

# Steigende Nachfrage nach freiem Energiefluss ... ist die Zeit für das INTER-ENERGIE-NETZ gekommen?

**SIEMENS**



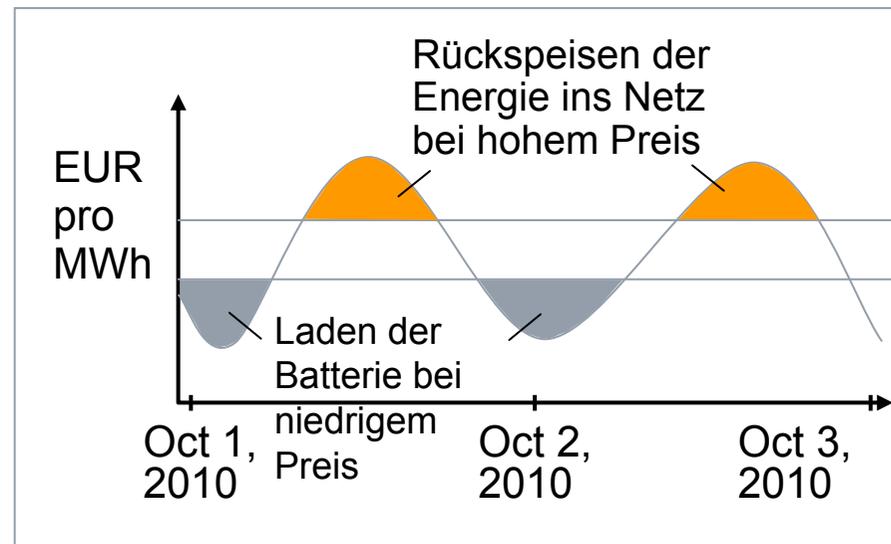
- Wechsel vom Konsumenten zum Prosumer
- Volatile regenerative Energie nimmt zu
- eCars mit neuen schaltbaren / bidirektionalen Kapazitäten
- Energie kann in Autos gespeichert werden
- Der Speicher bewegt sich im Netz

**Die Stromnetze werden intelligenter**

# Elektrische Autos als Pufferspeicher Nutzen der Preisdifferenzen und Stützung von Microgrids

## Beschreibung

- Preisdifferenz zwischen Zeiten mit hohem und niedrigem Energiepreis
- Elektrizität wird gehandelt and EEX auf der Basis Preis pro Minute
- Risiko sind die potentielle Batteriebelastung (-alterung) und die Akzeptanz der Autobesitzer



## Verdienstpotential

- Gesamter Peak Power Markt in Deutschland ~ 500 mio EUR p.a.
- Ca. ~ 2% kann von Elektrofahrzeugen aufgenommen werden aufgrund limitierter Batteriekapazität

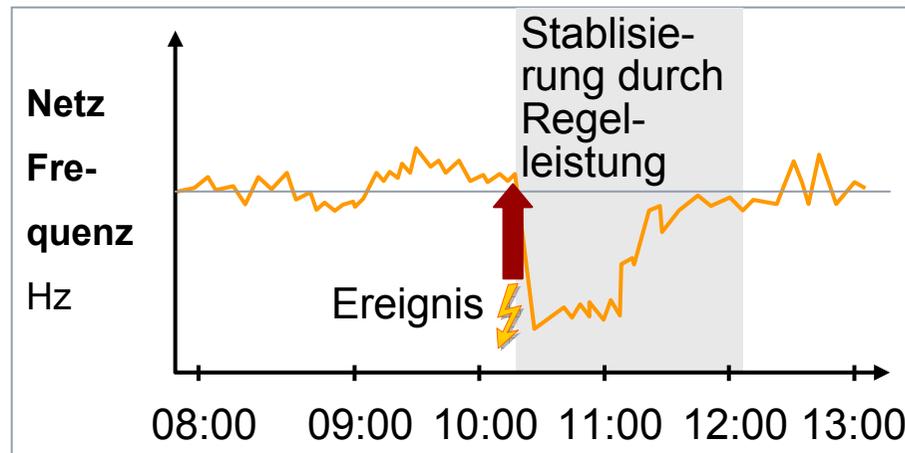
**~ 10 Mio EUR  
p.a.**

# Elektrische Autos im Verbund als Leistungsreserve

## Vergütung für die Bereitstellung

### Beschreibung

- In Fällen unplanbarer Netzfluktuation muss Regelleistung aktiviert werden um das Netz zu stabilisieren.
- Getriggertes Laden oder V2G Rückspeisung kann genutzt werden als solche Regelleistung (Anschlussleistung >3,6kW)
- Hohe Preise werden gezahlt für die Bereitstellung (~Anschlusszeit) solcher Systeme

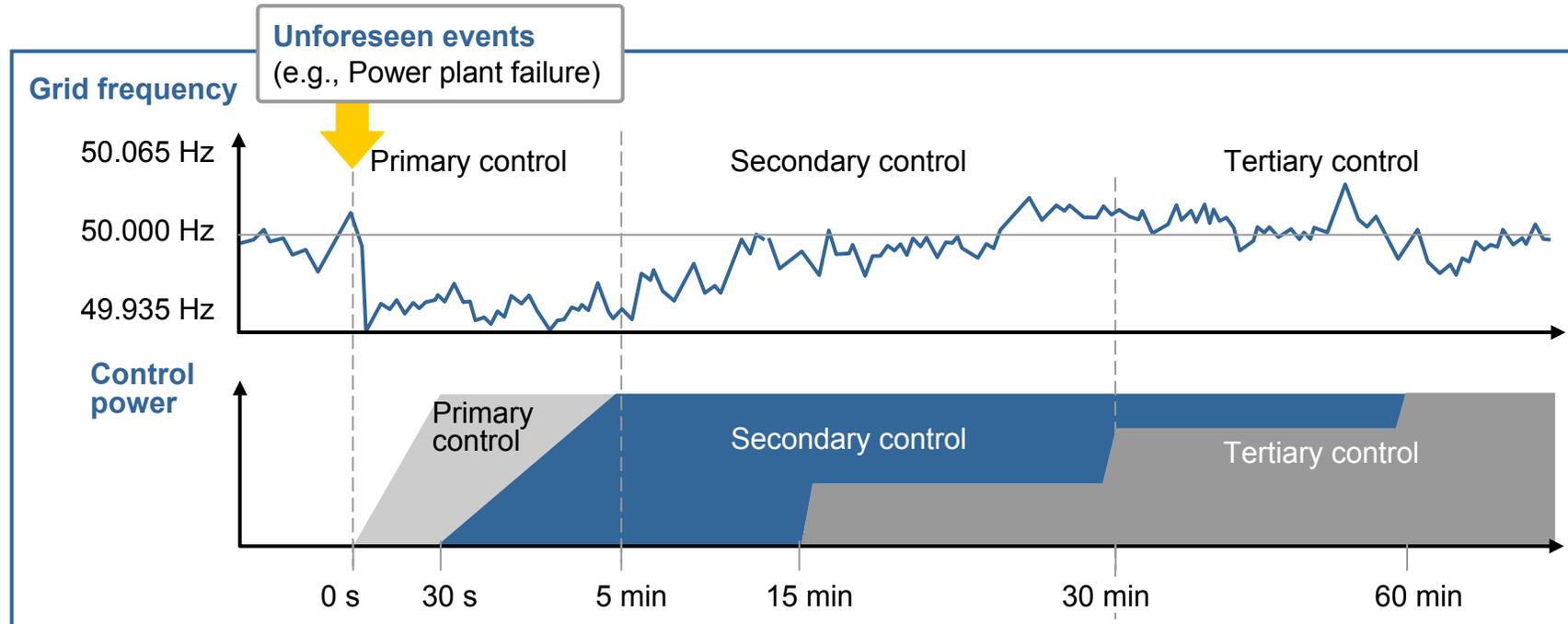


**Bis zu 750  
EUR p.a.**

### Verdienstpotential

- Gesamter Markt in Deutschland für Regelleistung beträgt ~ 750 mio EUR p.a., ca. 7TW
- Wären EVs immer am Netz mit 22kW, könnten ca. 320,000 EVs diesen Markt abdecken
- Bei 30% verfügbarer Zeit reichen ca. 1 Mio Fahrzeuge

Regelleistung wird genutzt um sehr kurzzeitig auftretende Netzschwankungen auf der Angebots- und Nachfrageseite auszugleichen

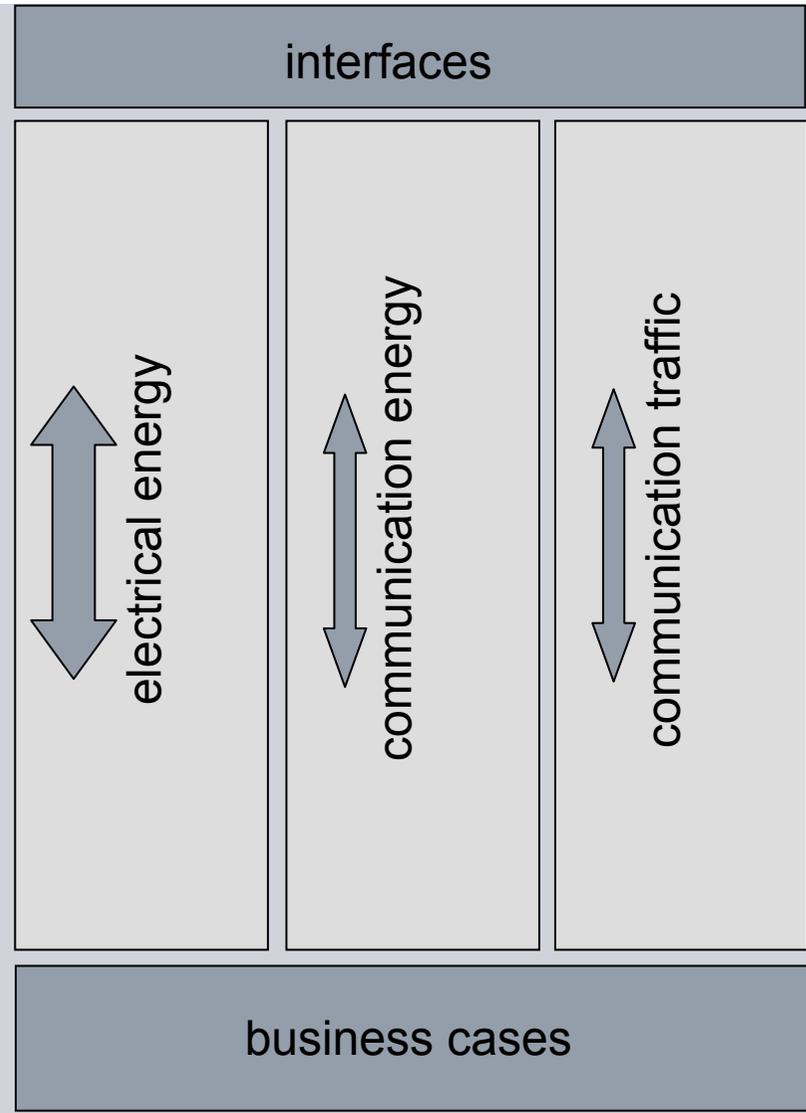


<b>Maximal duration</b>	15 minutes	60 minutes*	> 60 minutes
<b>Minimum tender size</b>	5 MW	10 MW	15 MW
<b>Price for provision</b>	~ EUR 10/kW per month (for both directions)	~ EUR 6/kW per month (for each, pos. and neg.)	~ EUR 1-1.5/kW per month (dependant on daytime)
<b>Working price</b>	No payment	~ EUR 0.08/kWh	~ EUR 0.05/kWh

\* Consecutive call-offs are possible (contractually agreed)

© Siemens AG 2010. All rights reserved.

Schnittstellen



## Ladelösungen

AC Wall Box



AC Charging Point



AC Park and Charge



DC Charging System



AC Satellite System



Swapping Station



Inductive Charging System



Software



## Energy – Smart Grid Applications Inductive Charging

**SIEMENS**



Since April 2010 Siemens develops – together with BMW – an inductive charging system to diversify charging facilities for electric cars, sponsored by the Bundesumweltministerium (BMU;).

- This system enables non-contact charging of electric vehicles with approximately the same efficiency as cable charging.
- Proof of feasibility is running in an electric car with a charging power of 3.6 kW and an efficiency of over 90%

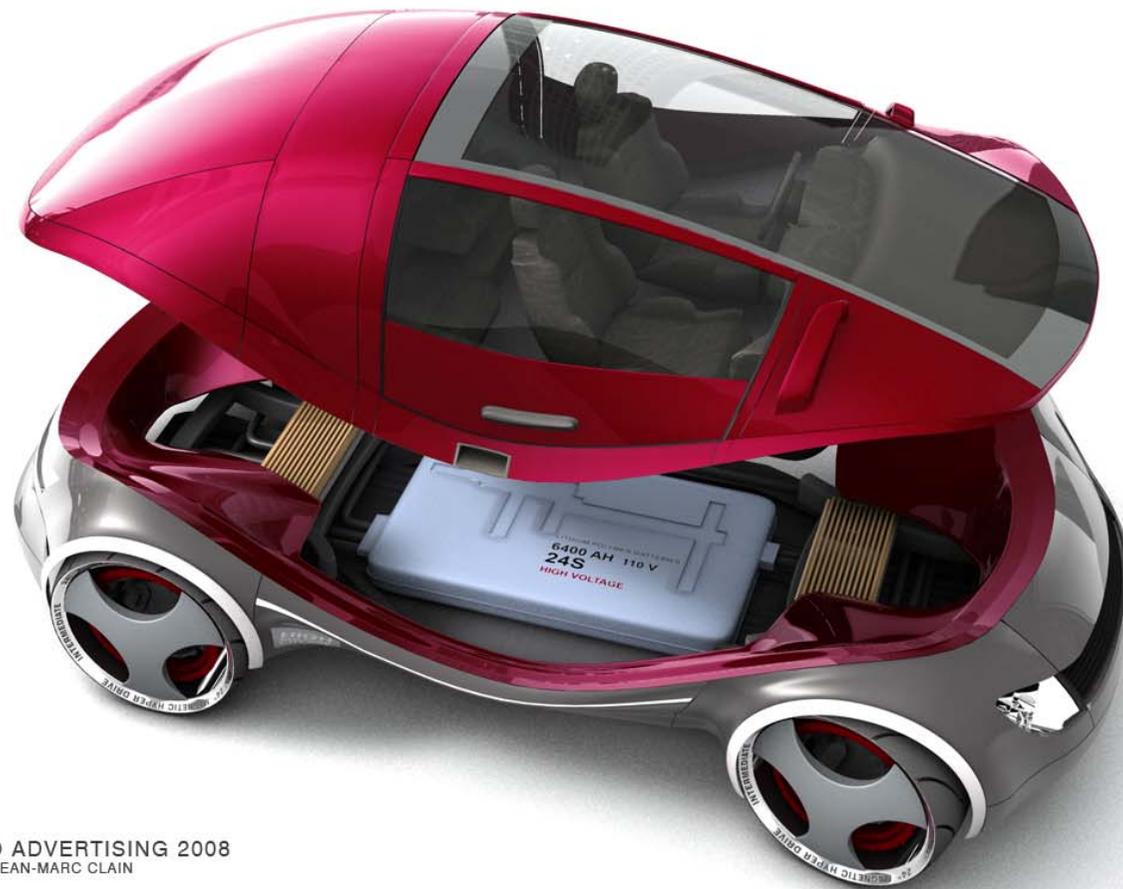
## Weitere heute vorhandene aber wenig genutzten Speicher

**SIEMENS**

In der Industrie, in Bürogebäuden und in öffentlichen Bereichen sind große – vor allem thermische – "Stromspeicher" vorhanden: Kühlhäuser, Kühlräume, Heizungen, Klimaanlage, Elektroöfen, Schwimmbadheizungen, Elektrolyse-Anlagen

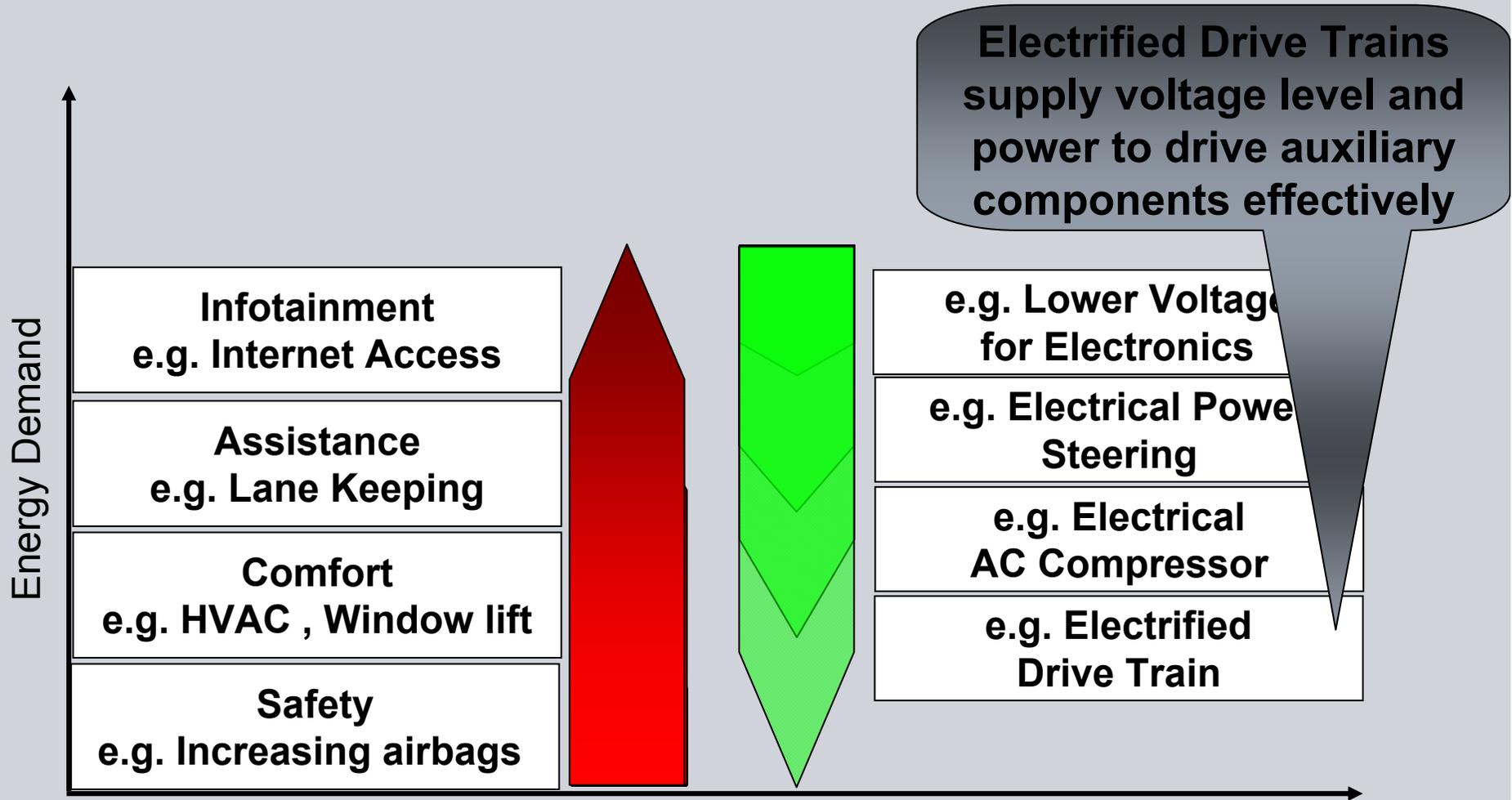


## Veränderungen in der (Automobil)Industrie



© MILANO ADVERTISING 2008  
DESIGN: JEAN-MARC CLAIN

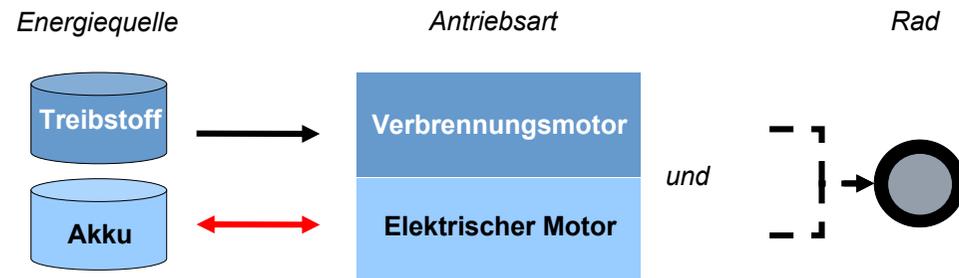
# Increasing electrification of cars for new applications and energy savings



# Entwicklung Antriebsstrang vom "Mild Hybrid" zum "Rein elektrischen fahren"

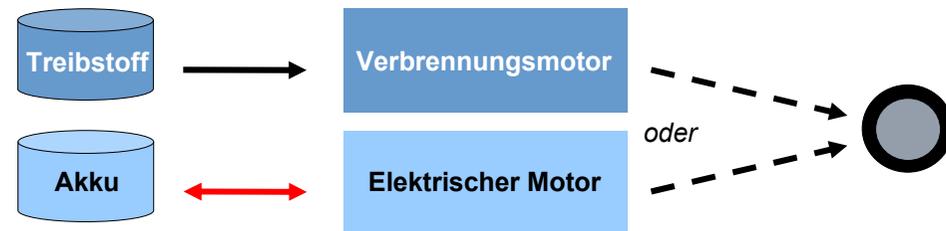
## 1. Mild Hybrid:

- E-Motor unterstützt nur
- Kein Fahrbetrieb mit E-Motor möglich



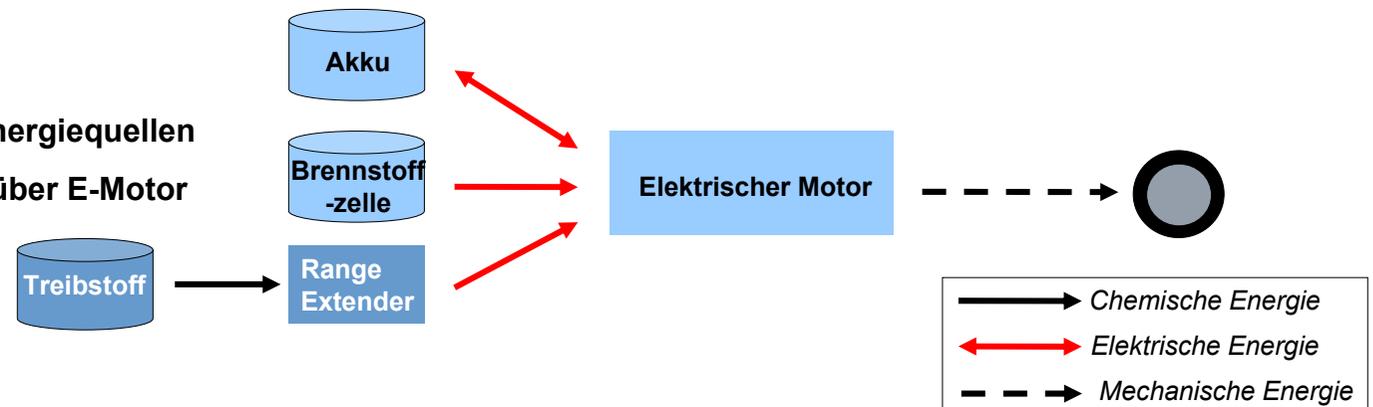
## 2. Full Hybrid:

- E-Motor für kurze Distanzen
- Reiner E-Motor Fahrbetrieb möglich

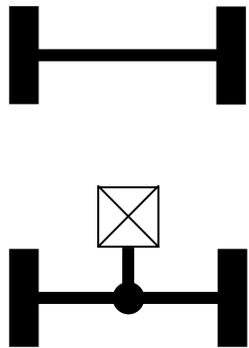


## 3. Rein elektrischer Antrieb:

- Verschiedene elektrische Energiequellen
- Fahrbetrieb ausschließlich über E-Motor



# Der vollelektrische Antriebsstrang ermöglicht verschiedene Antriebskombinationen

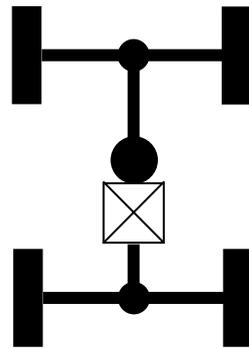


### a) 1M-2W:

- 1 Motor
- 2 Räder angetrieben
- 1 Inverter
- 1 Differenzial
- 1 Reduktionsgetriebe

#### Vorteile:

- Einfach
- Entspricht heutigem Antriebsstrang

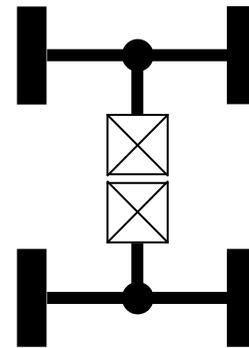


### b) 1M-4W:

- 1 Motor
- 4 Räder angetrieben
- 1 Inverter
- 2 Differenziale
- 1 Reduktionsgetriebe
- 1 Verteilergetriebe

#### Vorteile:

- 4-Wheel Drive
- Entspricht heutigem Antriebsstrang

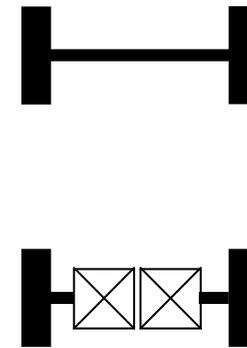


### c) 2M-4W:

- 2 Motoren
- 4 Räder angetrieben
- 2 Inverter
- 2 Differenziale
- 2 Reduktionsgetriebe

#### Vorteile:

- Mehr Kraft möglich
- Kein Verteilergetriebe

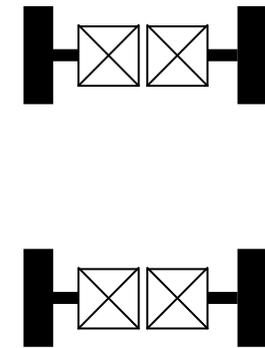


### d) 2M-2W:

- 2 Motoren
- 2 Räder angetrieben
- 2 Inverter
- (elektr. Differenzial)
- 2 Reduktionsgetriebe

#### Vorteile:

- Kein Differenzial
- Aktives „Torque vectoring“



### e) 4M-4W:

- 4 Motoren
- 4 Räder angetrieben
- 4 Inverter
- (elektr. Differenzial)
- 4 Reduktionsgetriebe

#### Vorteile:

- Kein Differenzial
- Aktives „4-wheel torque vectoring“

# Drei Motorvarianten decken die meisten eCar Klassen und Anwendungen durch verschiedene Antriebskonfigurationen ab

1. **Small-Size Motor:** 35 kW cont. / 70 kW peak with 80 Nm cont. / 160 Nm peak
2. **Mid-Size Motor:** 50 kW cont. / 100 kW peak with 120 cont. / 240 Nm peak
3. **Large-Size Motor:** 80 kW cont. / 160 kW peak with 180 Nm cont. / 360 Nm peak

*Conservative assumption:  
Peak power = 2,0 x continuous power  
Max torque = 2,0 x continuous torque*

	1M-2W	1M-4W	2M-4W	2M-2W	4M-4W
Micro Cars	35/70 kW 80 Nm/160 Nm			Next Generation R&D	
Mini Cars	50/100 kW 120/240 Nm			Next Generation R&D	
Compact Cars	80/160 kW 180 Nm/360 Nm	80/160 kW 180 Nm/360 Nm		Next Generation R&D	
Mid-Size Cars	80/160 kW 180 Nm/360 Nm	80/160 kW 180 Nm/360 Nm	100 (50+50) kW	Next Generation R&D	Next Generation R&D
Full-Size Cars			130 (80+50) kW	Next Generation R&D	Next Generation R&D
Luxury Cars			160 (80+80) kW	Next Generation R&D	Next Generation R&D

Growing drive control and software complexity

time

## Eisrennen E-car "Andros" – entwickelt für elektrische Eisrennmeisterschaft

**SIEMENS**

- Elektromotor (Einzelantrieb)
- Reichweite: 10 min
- Motor: 67 kW; 160 Nm, 10.000 rpm
- Siemens liefert 2009 acht Antriebsstränge und 2010 zwölf
- Siemens Antriebsstränge wurden wegen ihrer Performance, Verlässlichkeit und Haltbarkeit ausgewählt



Quelle: Siemens AG

Seite 27

© Siemens AG, Corporate Technology

## Elektrischer Porsche mit 270 kW ohne Auspuff



- Leistung: 270 kW (~ 365 PS)
- Max. Drehmoment: 950 Nm
- Max. Geschwindigkeit: ~250 km/h
- 0 auf 100 km/h in <5 Sek.
- Reichweite: ~200 km
- Lithium-Ionen Batterie
- Aufladung 380 V/16 A

Source: Siemens

Seite 28

## eRuf Stormster – basierend auf Porsche Cayenne



- Leistung : 270 kW (~ 365 PS)
- Max. Drehmoment : 920 Nm
- Max. Geschwindigkeit : ~150 km/h
- 0 auf 100 km/h in < 9 Sek.
- Reichweite: ~180 km
- Lithium-Ionen Batterie

# Inbetriebsetzung und Test eines Antriebssystems auf dem Prüfstand

**SIEMENS**

- Peak Power : 125 kW
- Continuous Power : >50 kW
- 9,000 rpm
- Weight: 52 kg
- Dimension: 280 mm x 255 mm

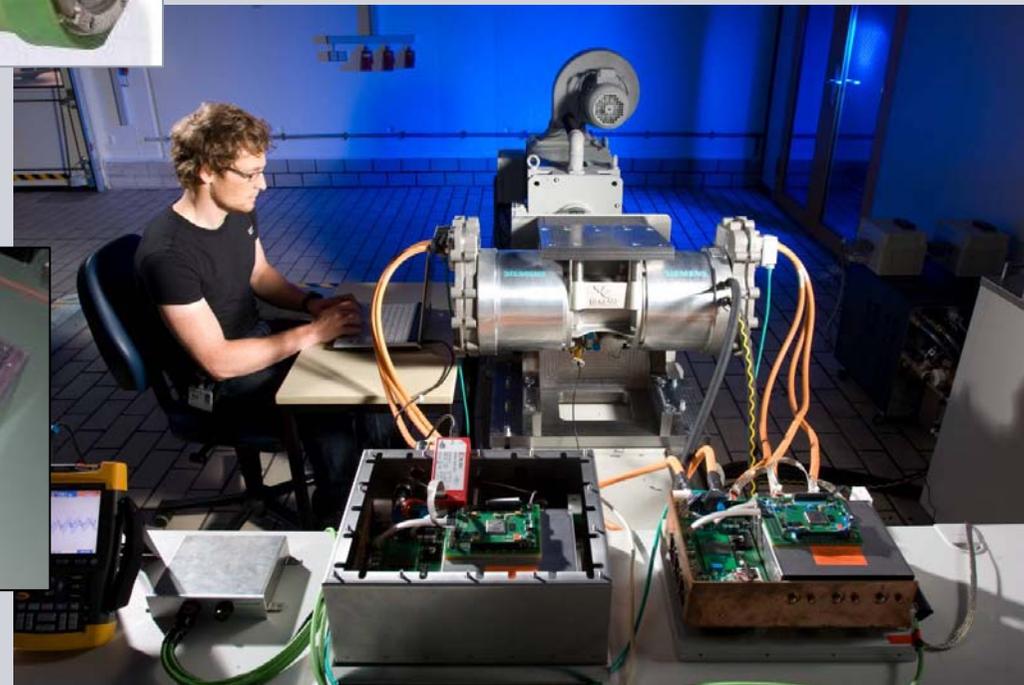


## Drive System

consists of:

- Transmission
- 2 inverters, 2 motors
- Control unit

- Voltage: 590 V–840 V
- Power: 125 kW
- Cooling: 60 °C
- Weight: 15 kg
- Efficiency: ~96%
- Power density: 10 kW/Kg
- Dimensions: 280 x 350 x 150 mm



## Race Car EF 1

### Overall Car Specification

#### Mass:

- 775 kg

#### Performances:

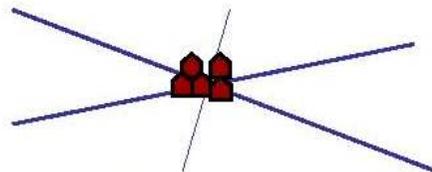
- acceleration: 0 to 100 kph in 3,1 seconds  
(*measured*)
- autonomy: 15 minutes  
(*measured*)



Cities will become integrated, networked and branded  
 Cars will be used to reach the intermodal points → EVs  
 Actual range of EVs will limit the EV distribution to urban zones

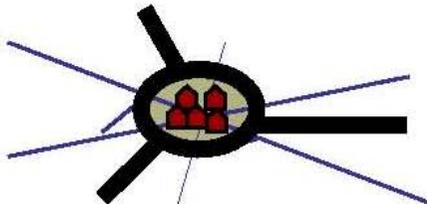


### 1950s Urbanisation



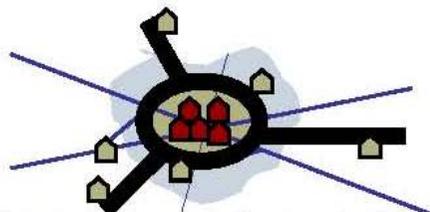
Creation of the historic centre and districts

### 2000s Suburbanisation



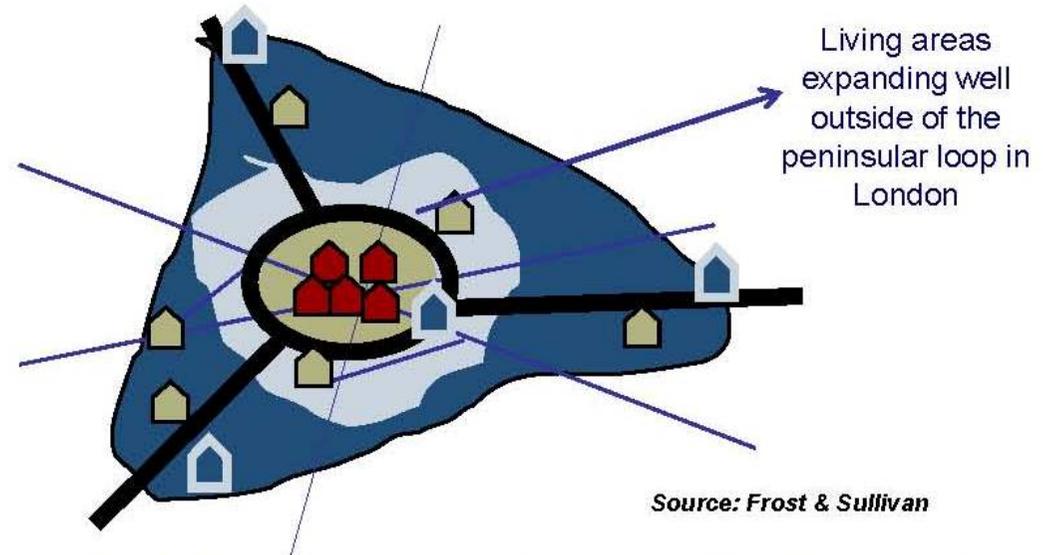
Urban sprawl, first highways and ring road

### 2015s Network City



Third suburban area and cities along the highways created, ring road overblown by the urban sprawl

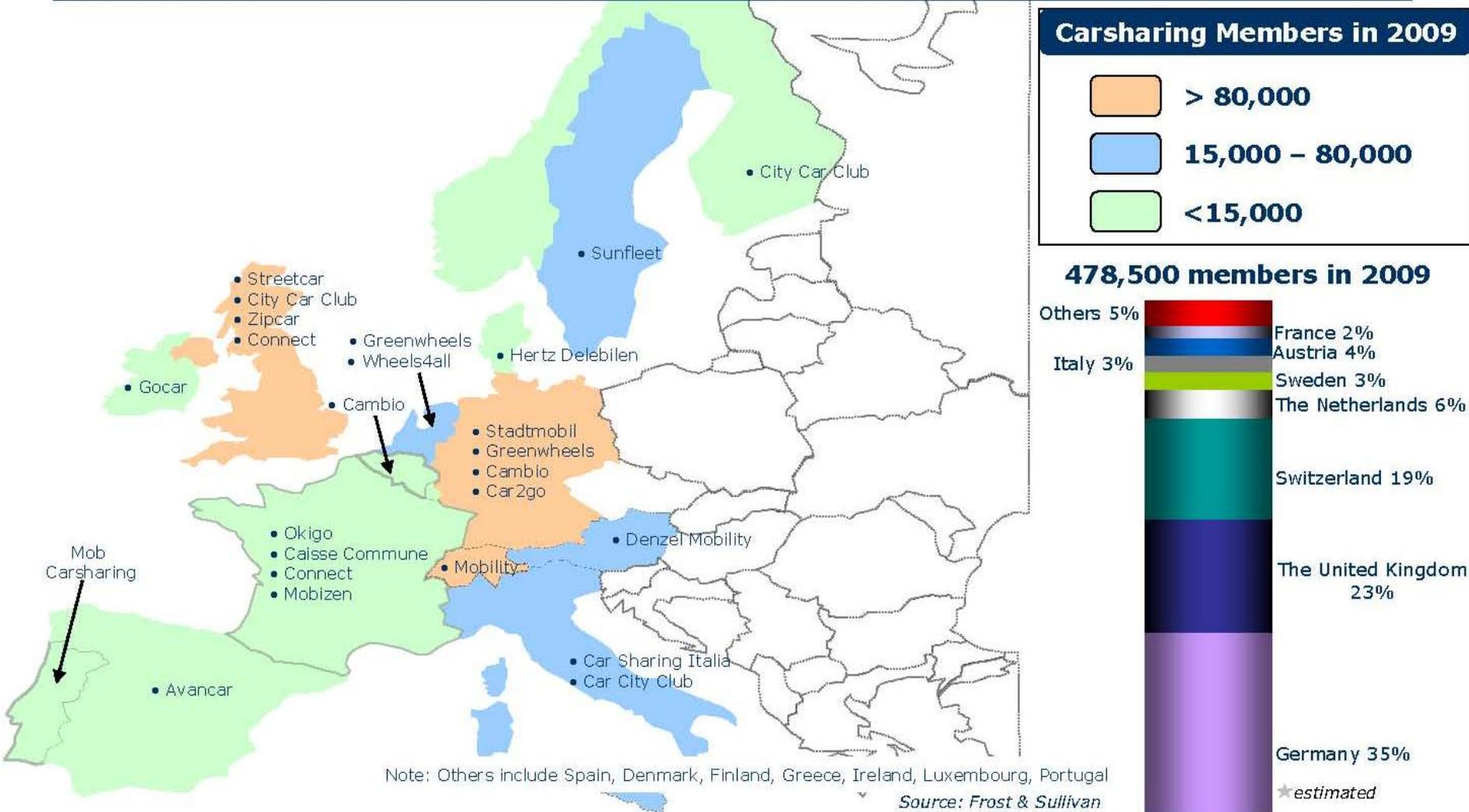
### 2020s : Branded Cities



- Most offices moved to the first belt suburbs except non cost-sensitive activities: city centres becoming shopping areas (small scale deliveries) for expensive goods and living areas for “double income, no kids” households.
  - ➔ cars needed to go to the working areas/malls outside first and second belt.
- Industry offices moved out to the first belt area as also medium income families while manufacturing facilities and low-medium income families relocated in the second and third belt areas with logistics centres created on 2nd belt periphery.
- ‘Green wave’ families living outside cities in outer suburban area. Hypermarkets and malls mostly created inside the third belt low cost area (large scales deliveries).
  - ➔ cars needed to go from outer suburban areas to join the intermodal public transport and working areas in third and second belt.

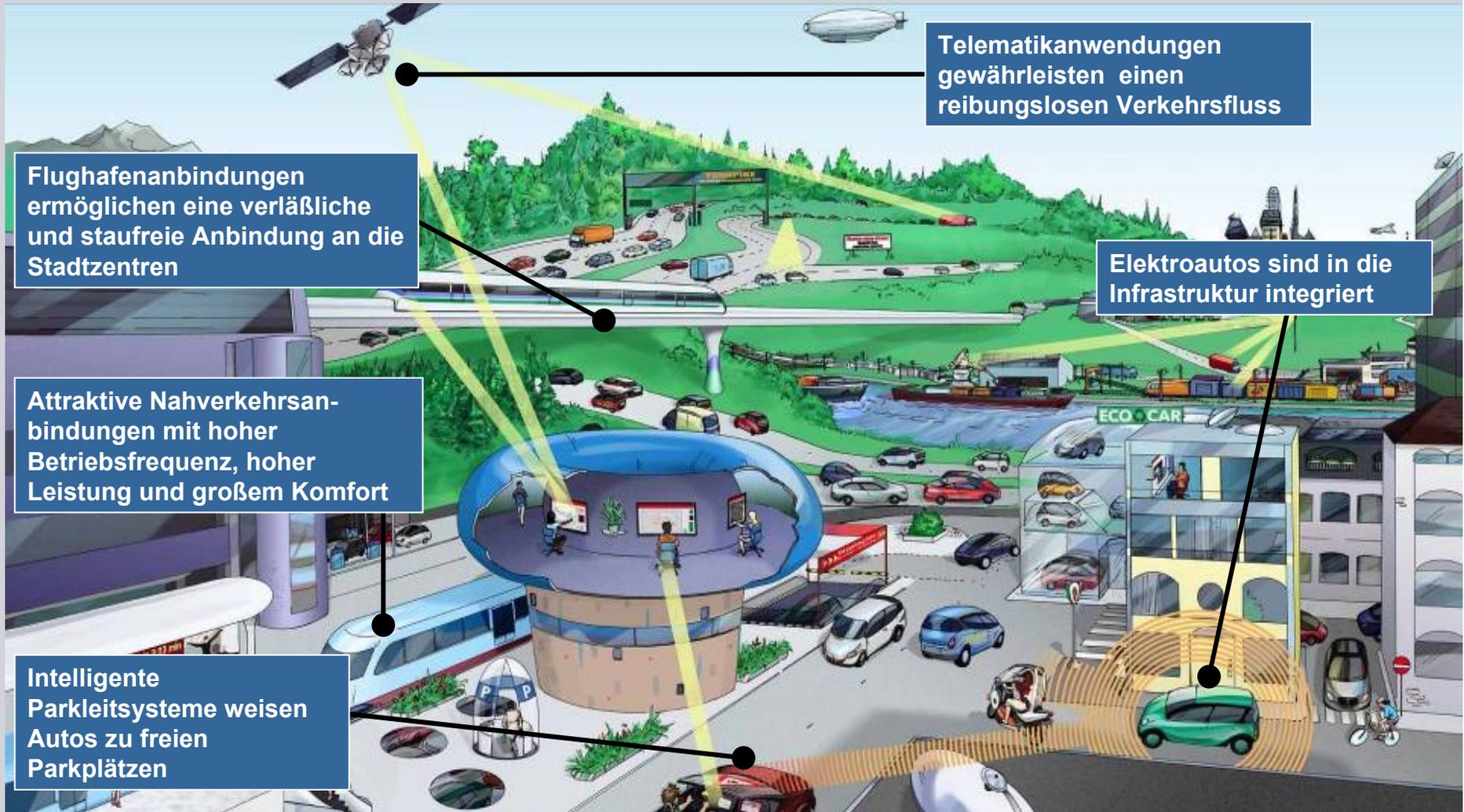
**Car Sharing (CS) ist bereits etabliert  
30% von allen Autos für CarSharing sollen EVs sein**

**Market for Carsharing: Key Carsharing Organisations and Membership by Country (Europe), 2009**



# Integrierte Verkehrskonzepte – Lösungen zur Steigerung der Verkehrseffizienz

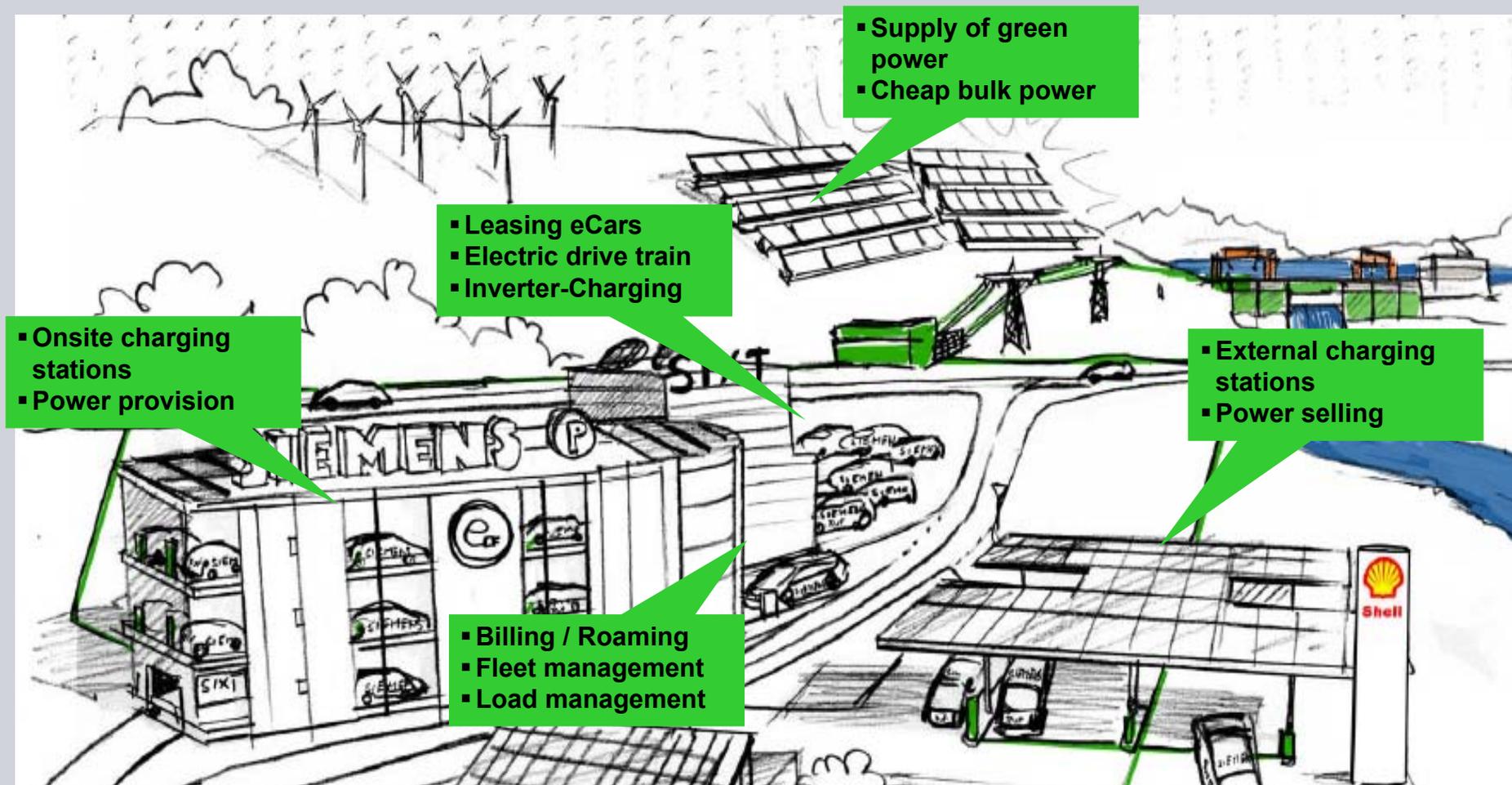
**SIEMENS**



# Siemens baut und betreibt eines nachhaltigen eCar Gesamtsystems



**4-S: Umweltfreundliche Flotte von ca. 100 eCars mit Energie- und IT-Infrastruktur. Betrieb, Beobachtung und Anpassung des Systems (lernen).**



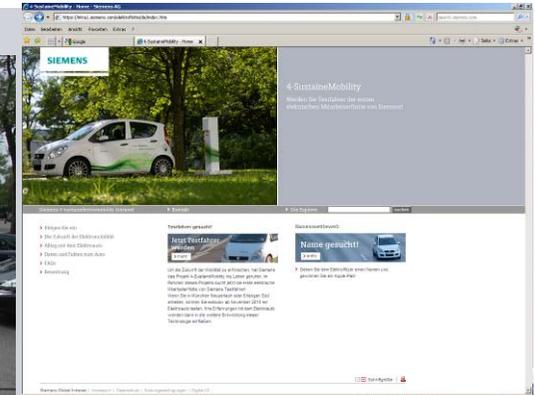
# Flottenversuch für Virtuelles Kraftwerk auf Siemens- gelände mit Siemensfahrzeugen

**SIEMENS**

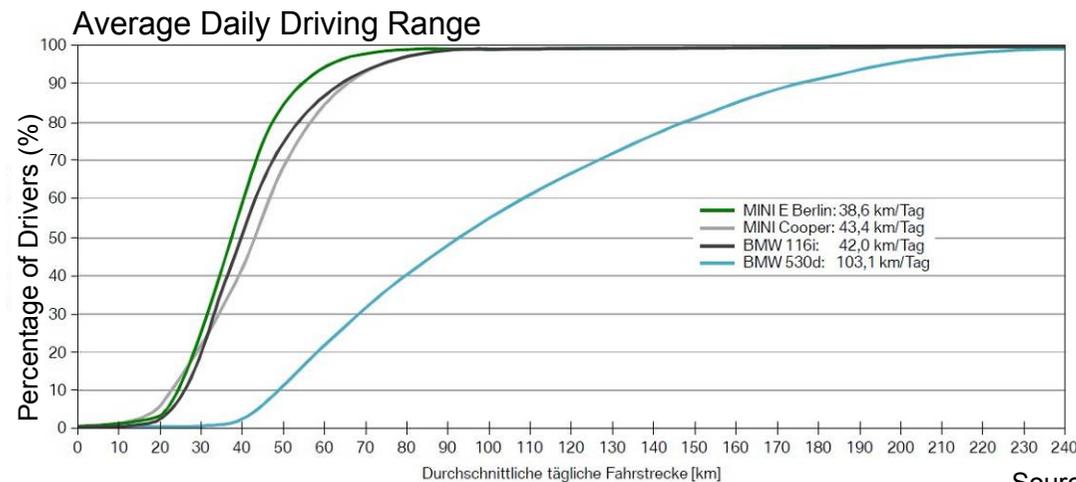


# Autos geliefert, erste Teilflotte im Feld Infrastruktur aufgebaut

# SIEMENS



# Reichweitenangst – Fakten aus Feldversuchen



Mini E Fahrer fahren mit einem ruhigen Gewissen und haben mehr Spaß am Fahren

Mittlere maximale Fahrentfernung war 150km

150 km

Für die Nutzer würde ein Fahrentfernung von:

< 100 km Nicht ausreichend

200 km ausreichend

250 km optimal

Source: [www.bimmertoday.de](http://www.bimmertoday.de), BMW, Research project funded by the German ministry of environmental protection

# Die zukünftige Einbettung des Elektroautos in das „intelligente“ Stromnetz

**SIEMENS**



**Handel mit Elektrizität**



**Bidirektionale Verbindung mit dem Stromnetz**

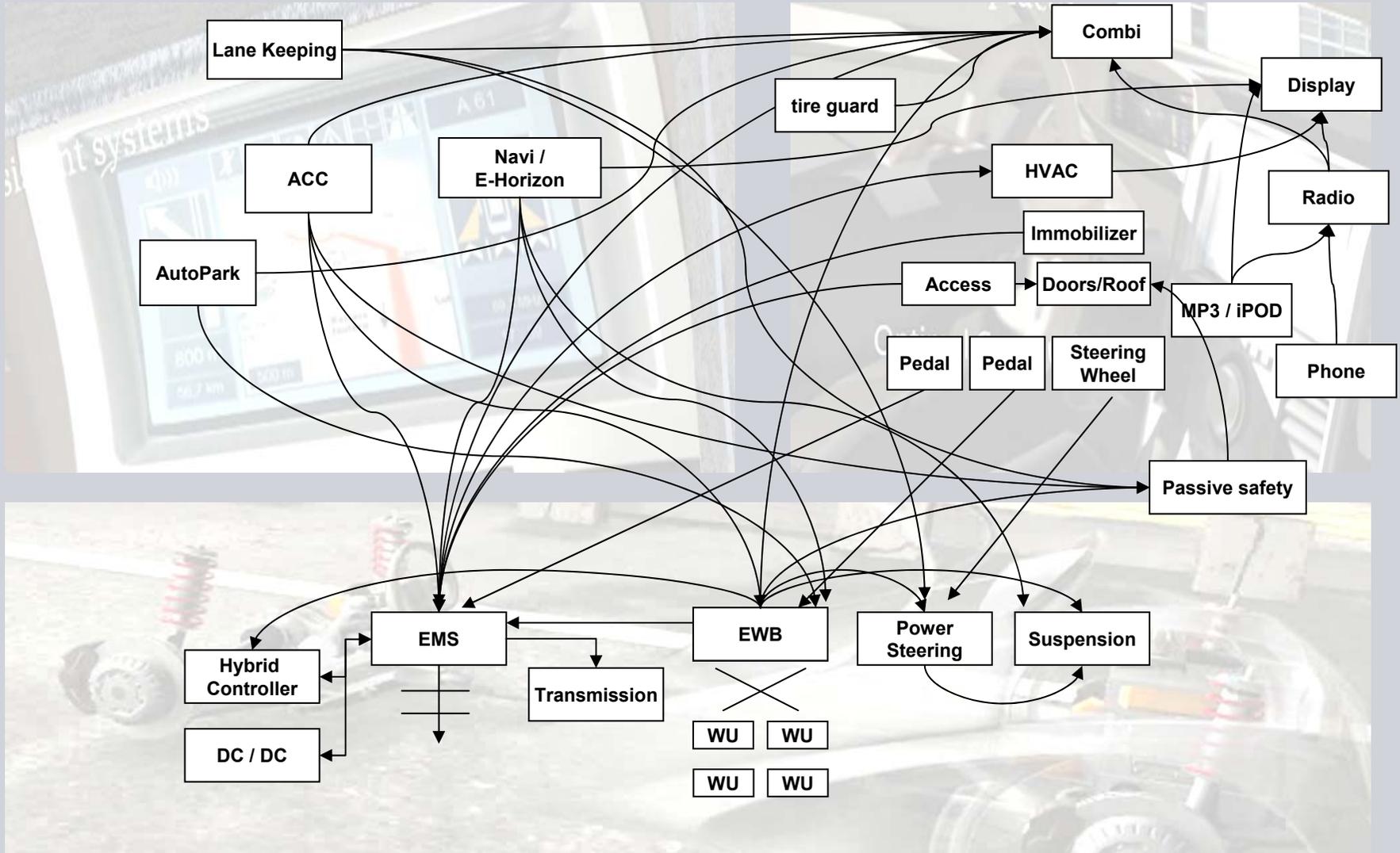


**Persönliche Steuerung des Stromflusses**

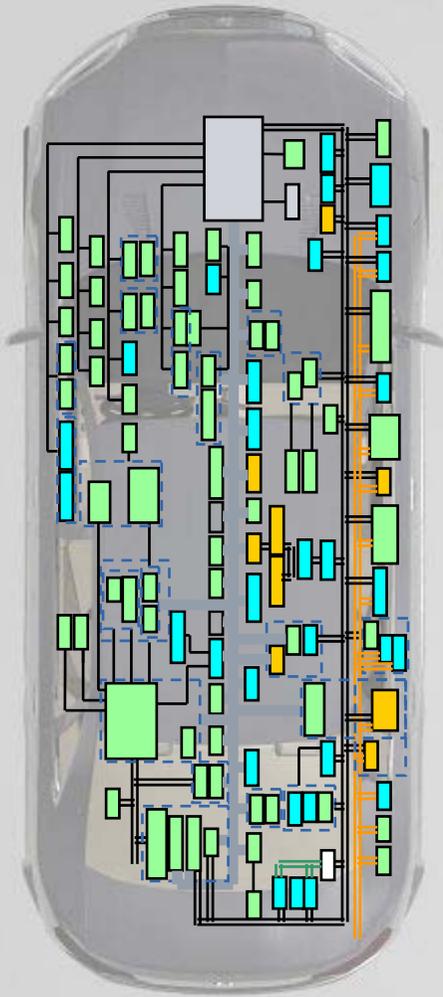
**E-Autos und Strominfrastruktur werden zu einer Einheit:**

- E-Autos brauchen eine Infrastruktur, um sie zu laden
- Der erhöhte Anteil an erneuerbarer Energie destabilisiert das Stromnetz
- Die E-Autos können als fahrende Batterie das Netz stabilisieren
- Informations- und Kommunikationstechnologie ermöglichen die Interaktion zwischen dem E-Auto, den Gebäuden und dem Stromnetz

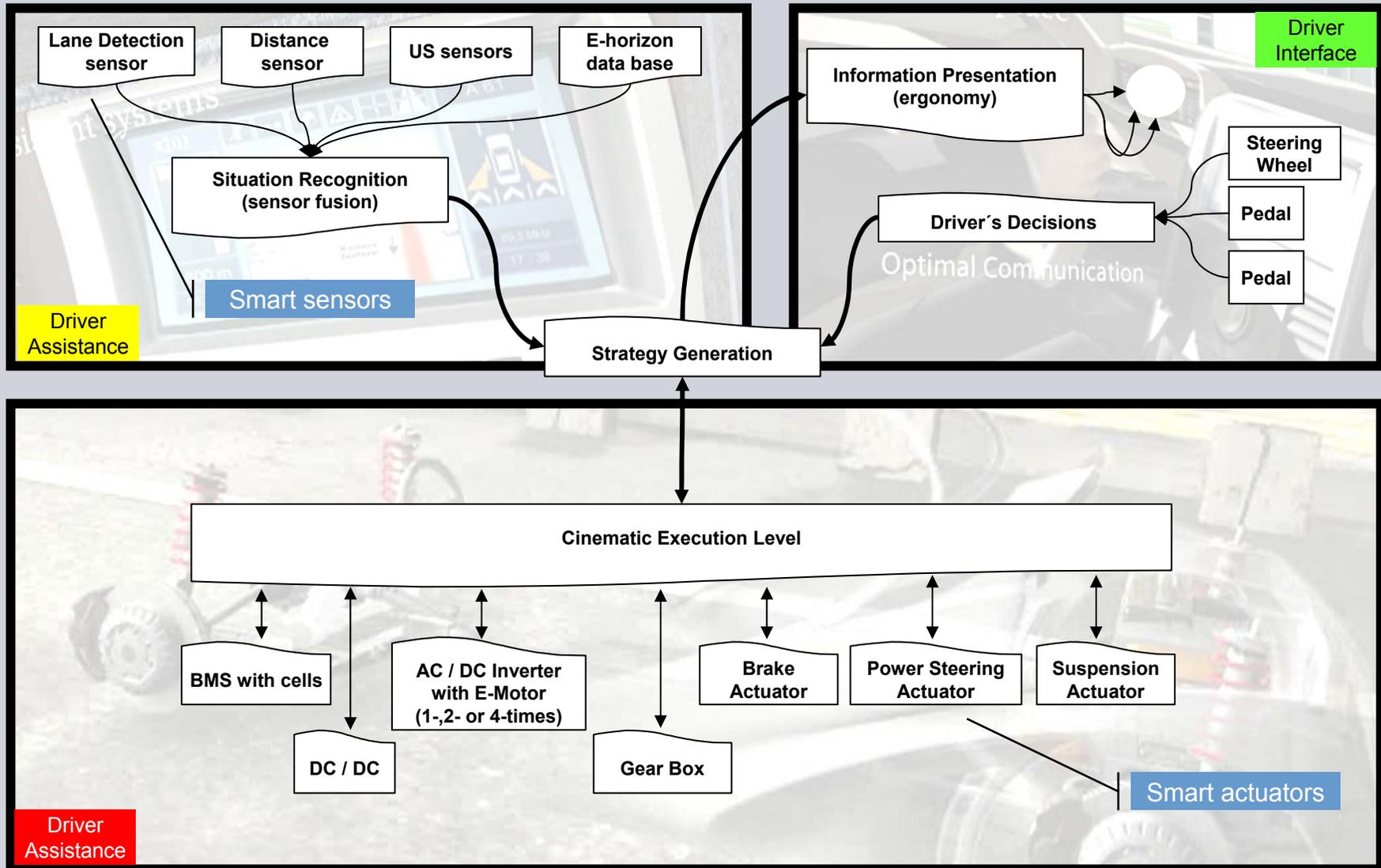
**An ever increasing inter-dependability ...  
 ... reaching the limits of Integration ... and Organization**



**Physical complexity, power consumption and installation space used drives the integration of new functions to the limit**

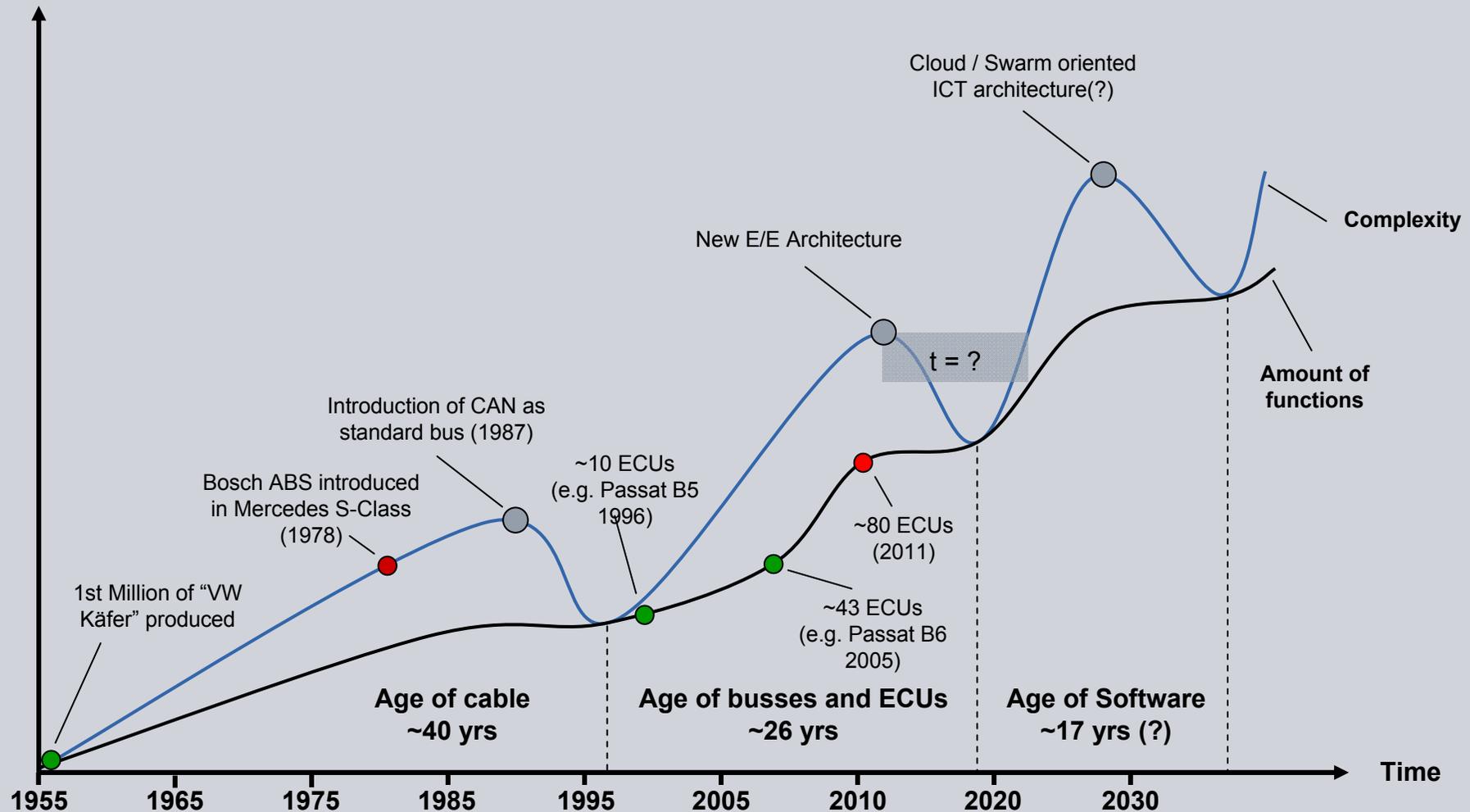


# Wahrnehmen, Analysieren und Handeln mit einem optimierten Datenfluss



# Entwicklung der Fahrzeug E/E Architektur von heute bis 2030

## Complexity & No. of functions



## Ausblick: Zusätzliche neue Funktionen werden mit einer neuen Architektur von Autos möglich

**SIEMENS**



### Autonomes Verhalten in definierten Umgebungen

- Car to infrastructure communication
- In-house logistics and telematics
- Drive by wire with fail safe
- Examples: PRTs, Shopping Malls, Airports



### Sicherstellen der Mobilität und Gesundheit vor dem Hintergrund des demographischen Wandels

- Increased safety through virtual co-pilot
- Health status monitoring
- Car to hospital communication

Danke für die Aufmerksamkeit

