

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 Alterversorgung

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

Wachsende Mobilität

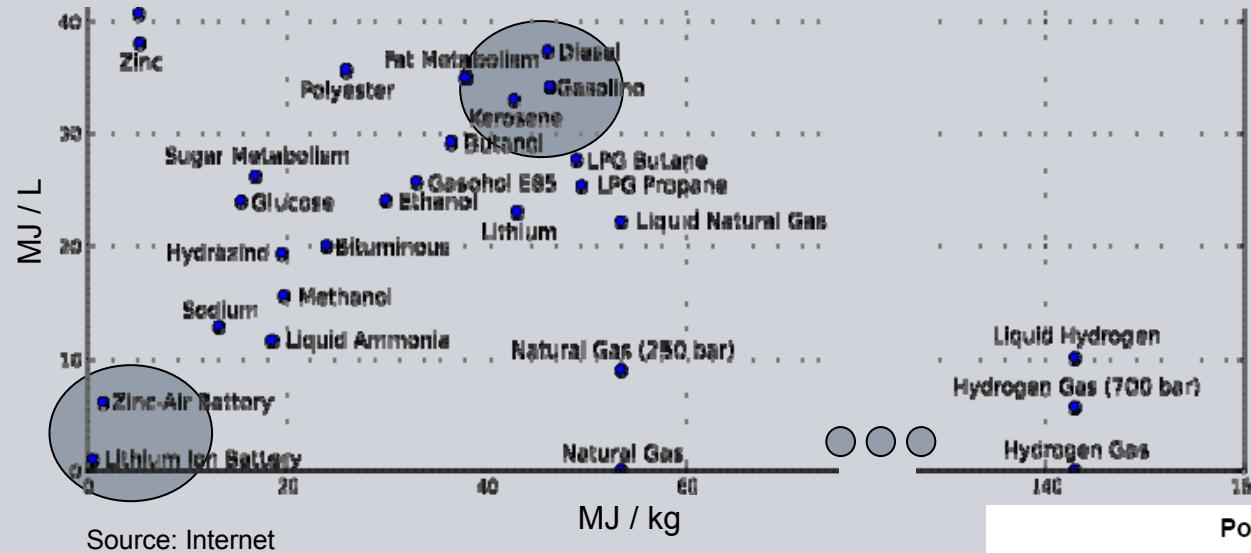
Verkehrsstaus in westlichen Städten haben sich zwischen 2006 und 2010 mehr als verdoppelt

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

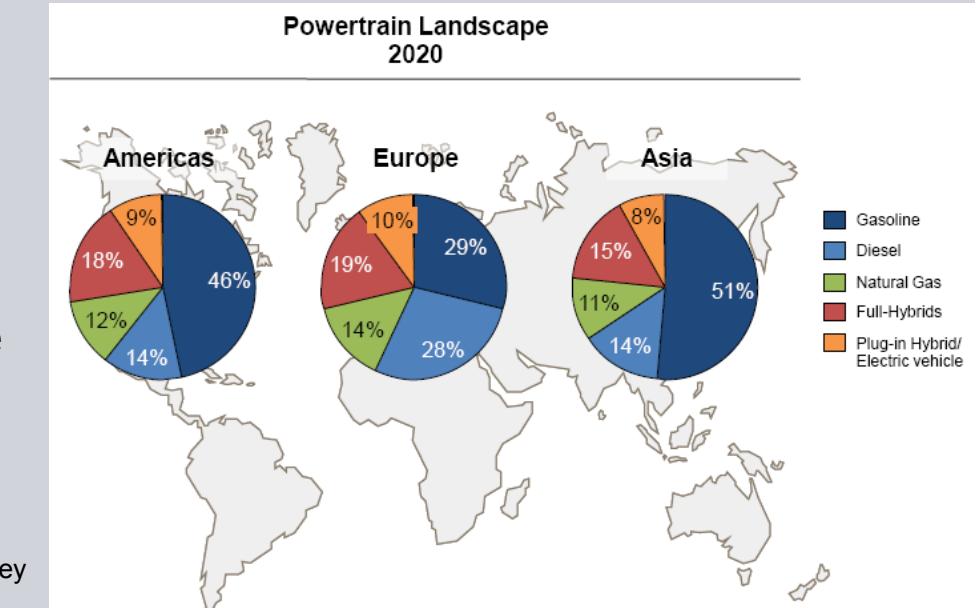
Energiedichte spielt eine wichtige Rolle, aber alternative Antriebe nehmen an Bedeutung zu

SIEMENS



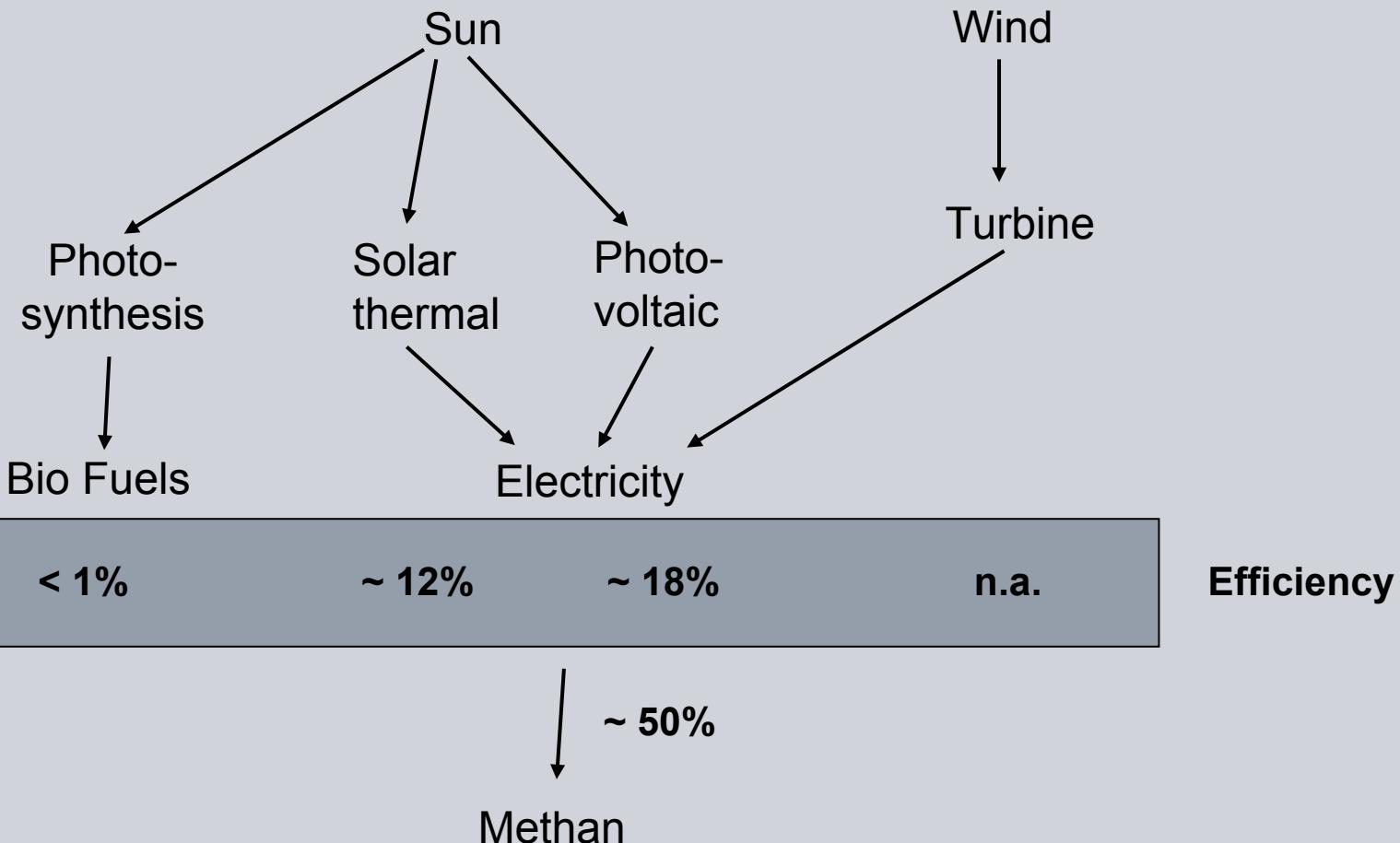
Energy Density of liquid fuel based on oil is actual the highest

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

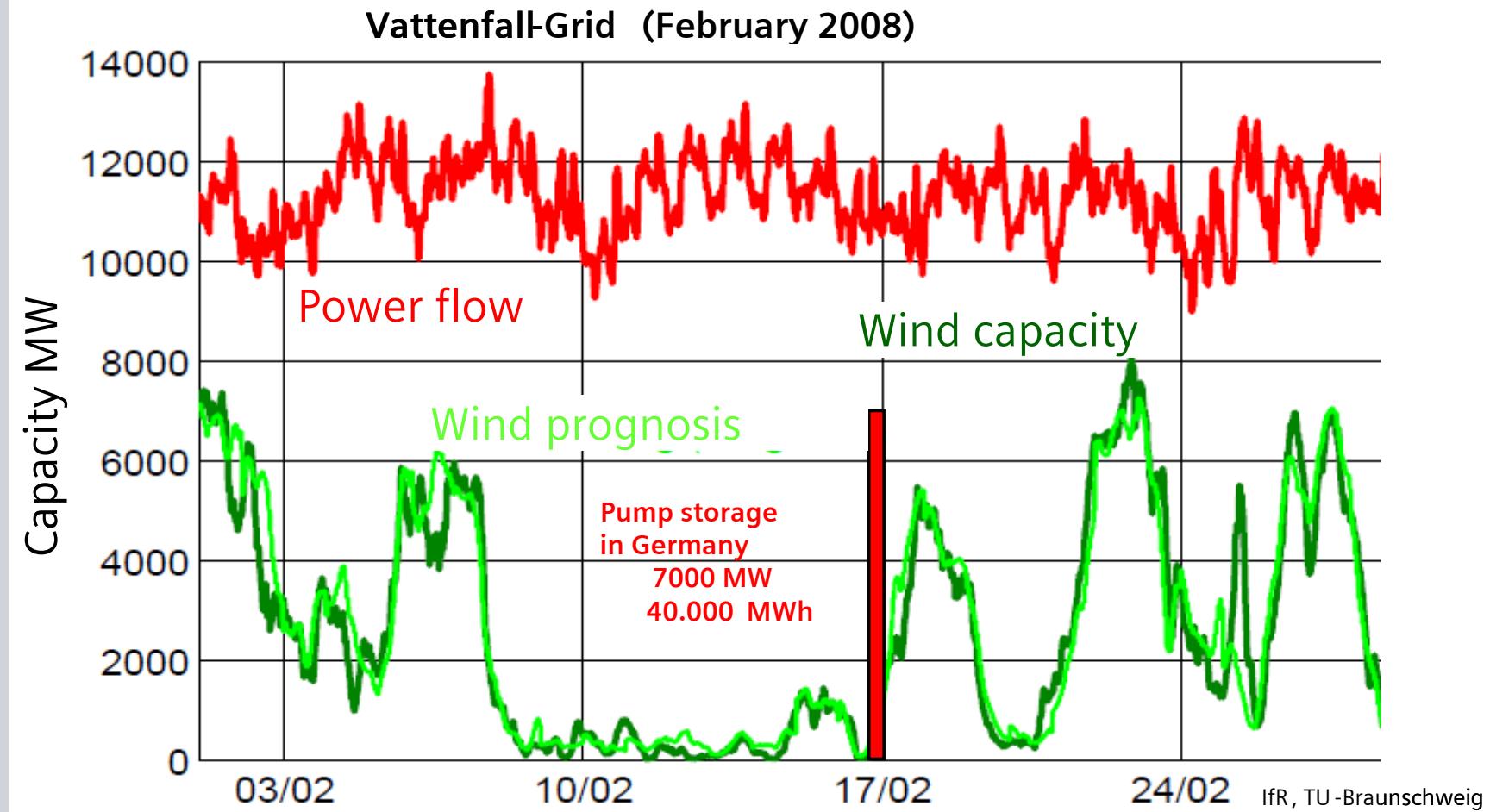


Elektrizität der Energieträger für die Mobilität von Morgen

SIEMENS

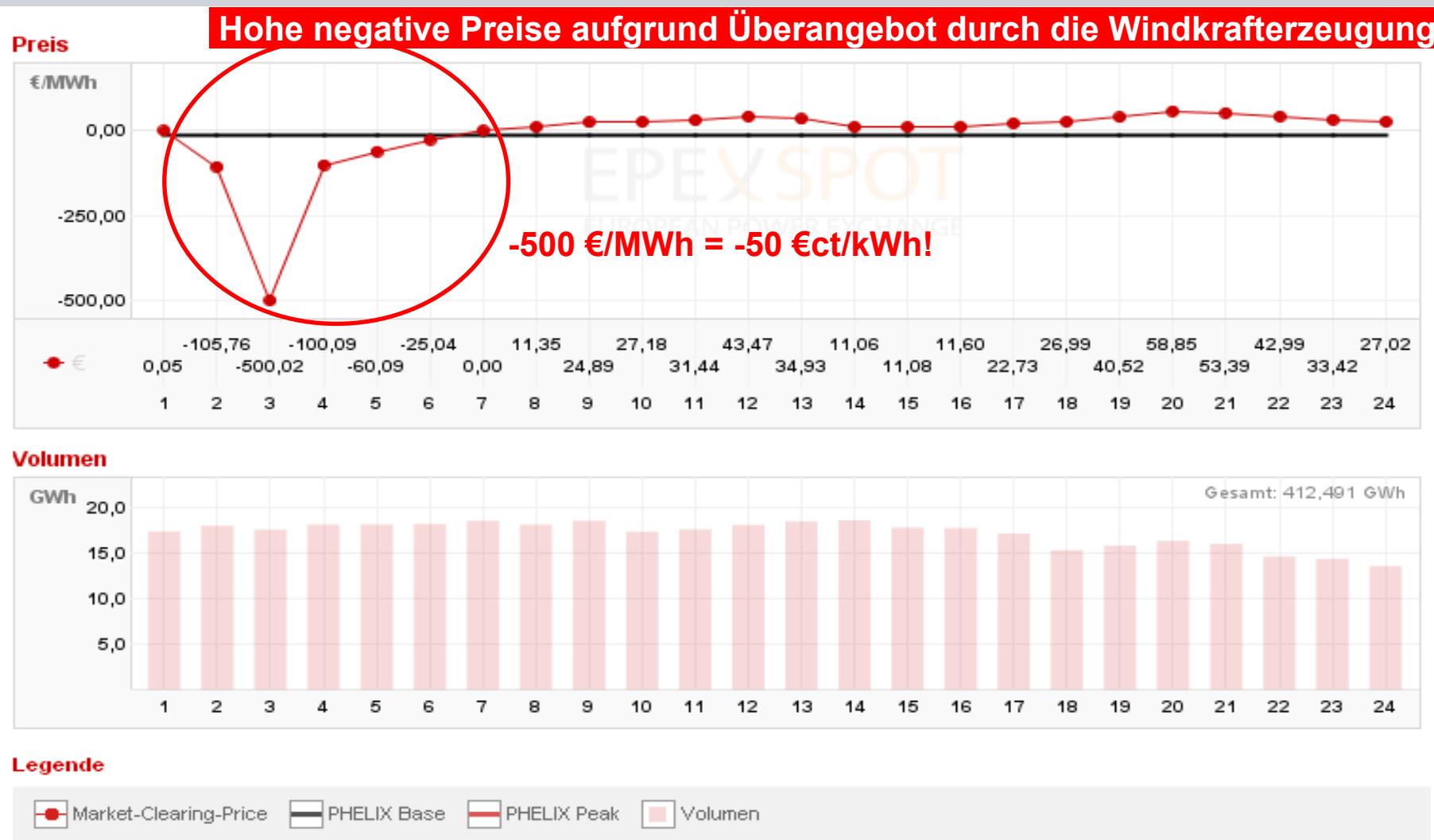


Windenergie und Speicherbedarf



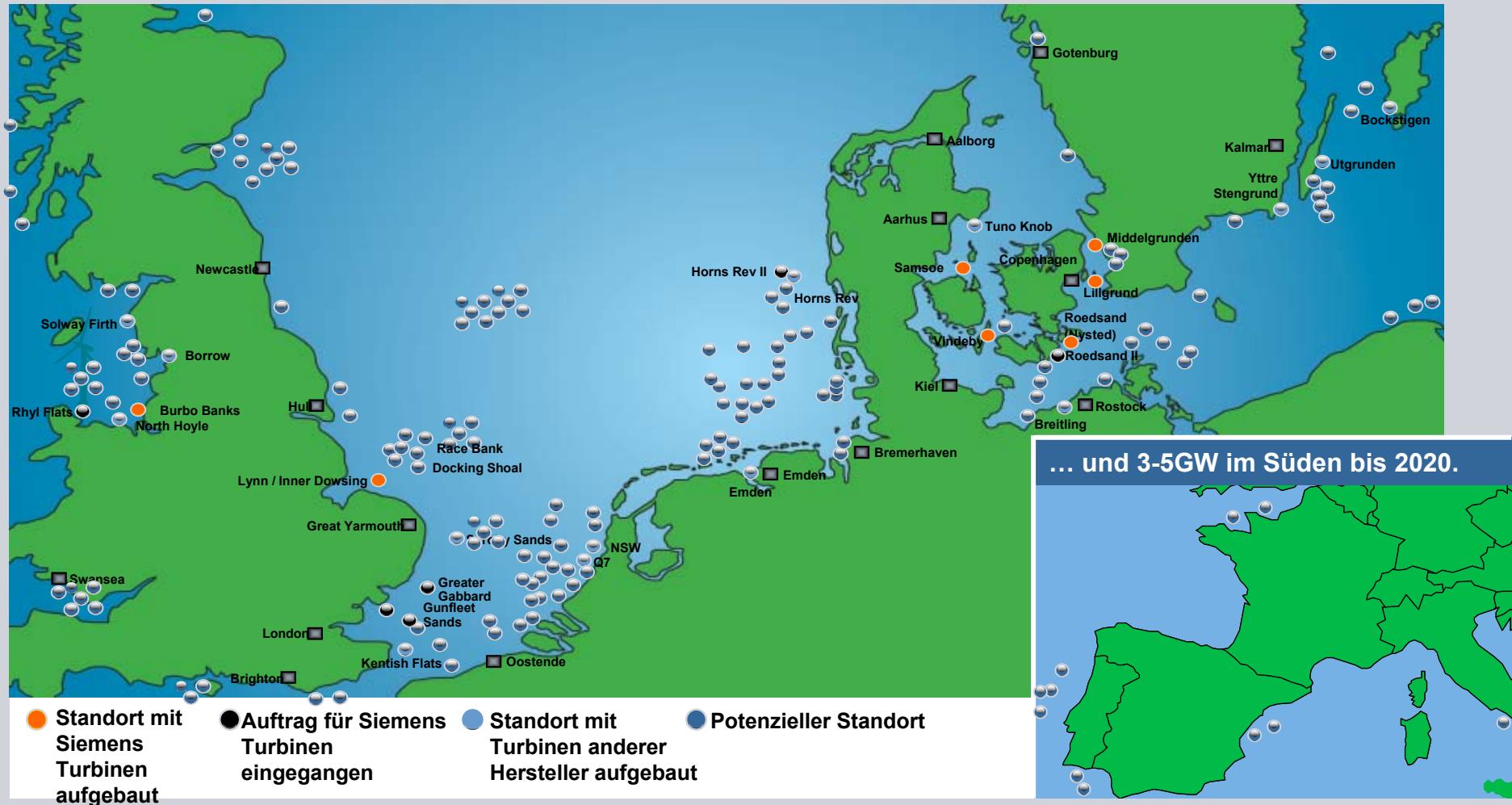
Source: VDE

Deutsche Strombörse EEX / Preis 4. Okt 2009



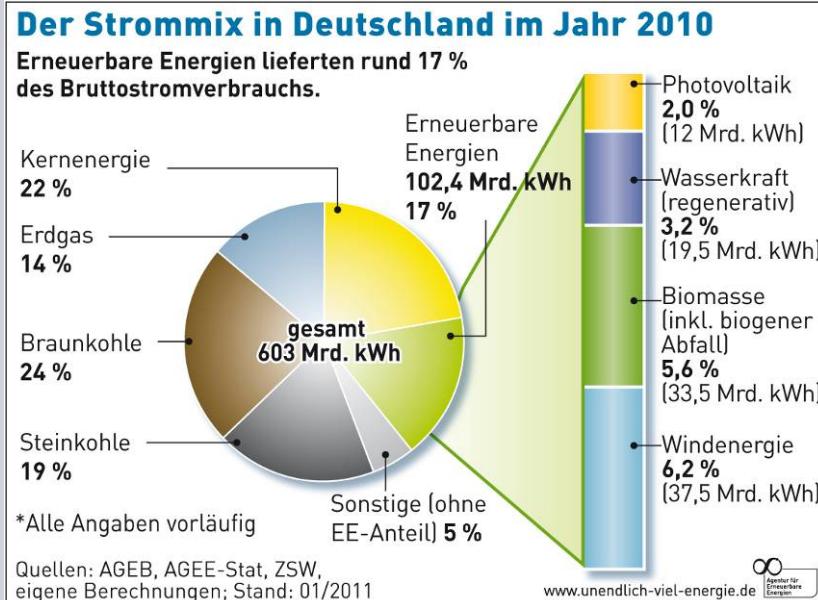
100 GW Potenzial allein in nördlichen Gewässern, davon werden erst 1.5% genutzt

SIEMENS

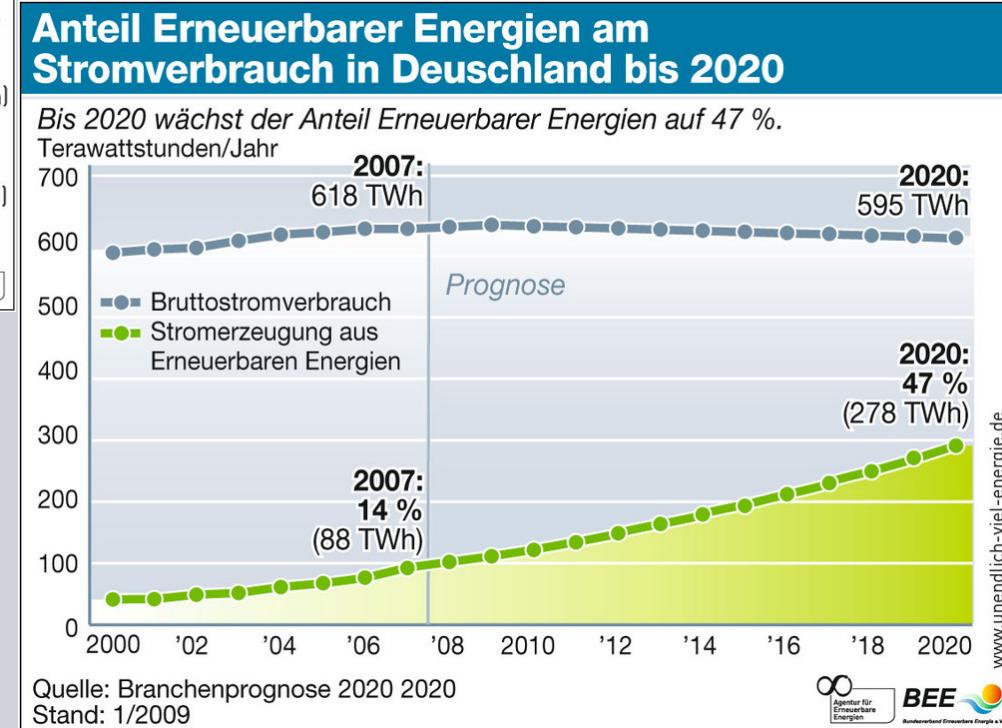


2020 kann fast die Hälfte des deutschen Elektrizitätsbedarfs regenerativ erzeugt werden

SIEMENS

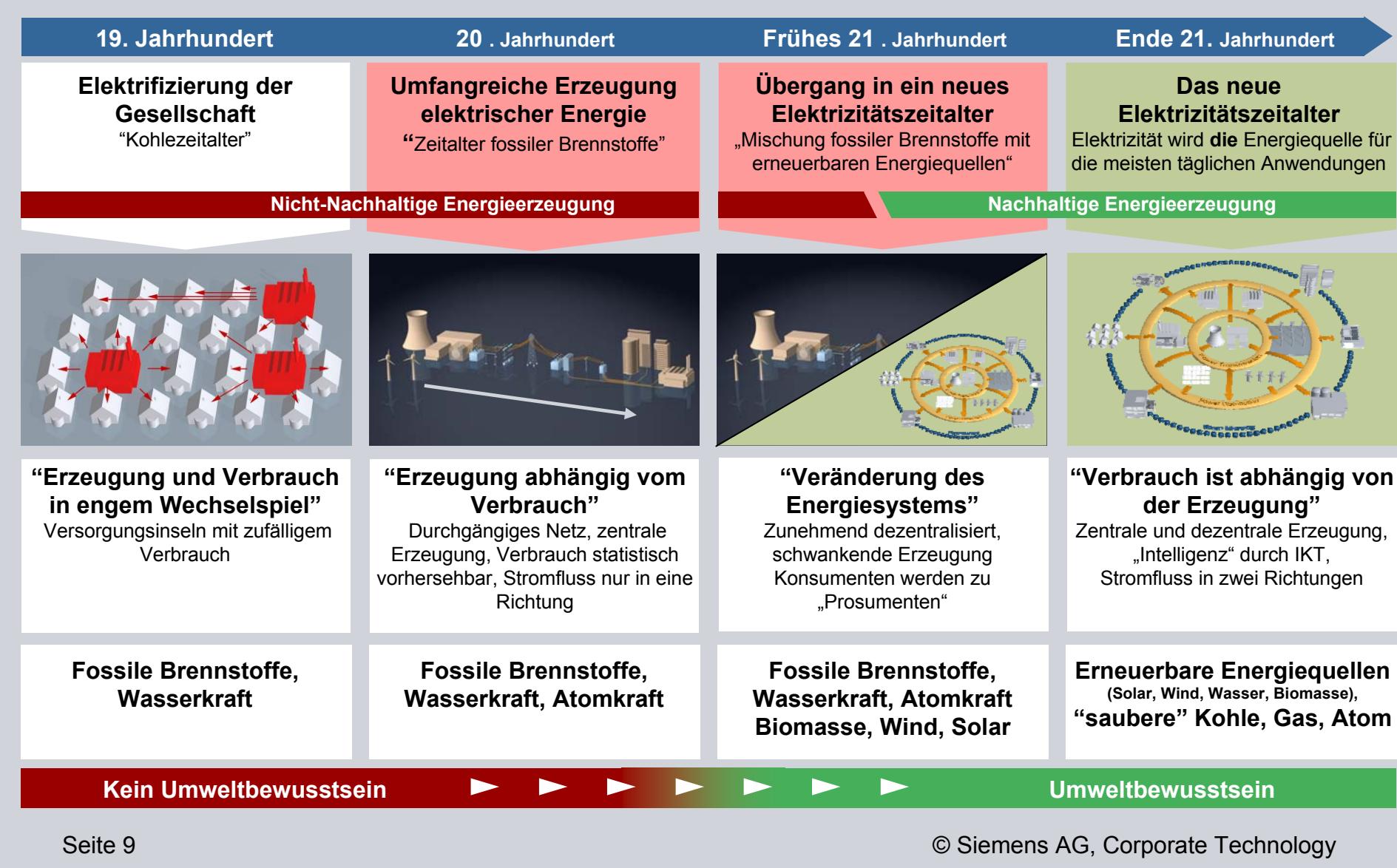


Der Anteil regenerativer elektrischer Energie ist heute bereits hoch



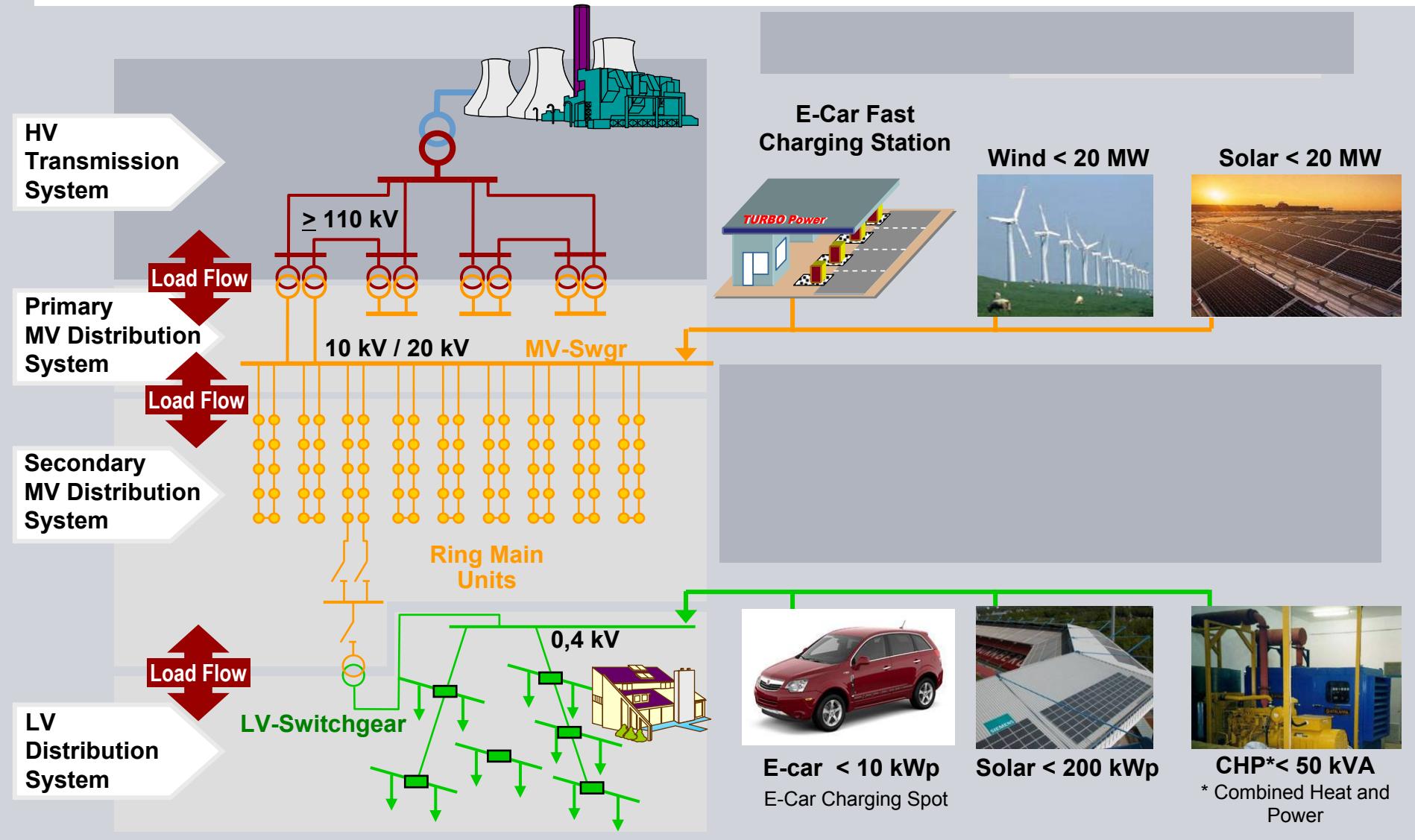
Der Anteil der verbrauchten regenerativen Energie wird deutlich steigen, wenn er nutzbar ist

Das “Neue Elektrizitätszeitalter”



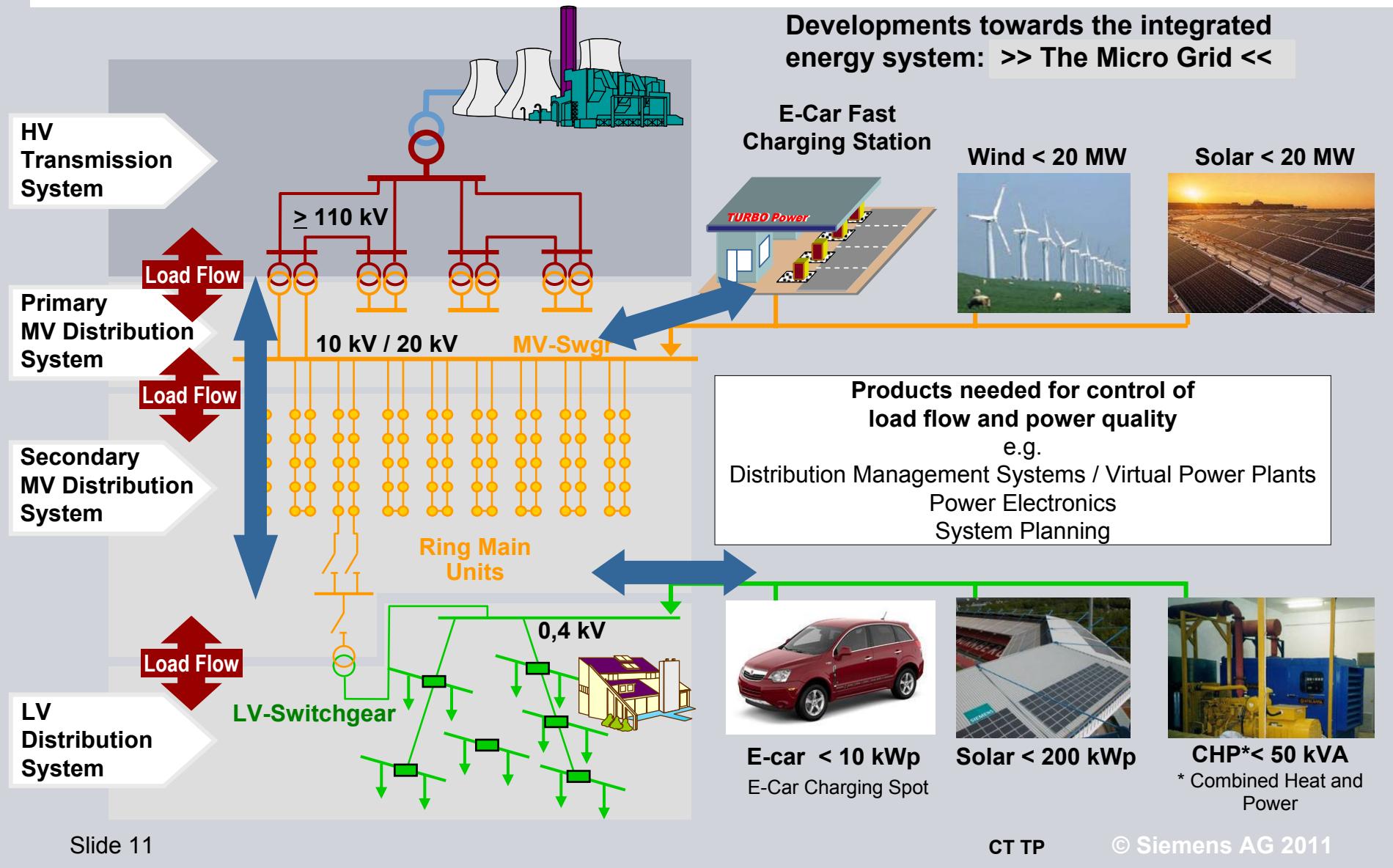
Heutige Stromnetze sind hierarchisch aufgebaut

SIEMENS



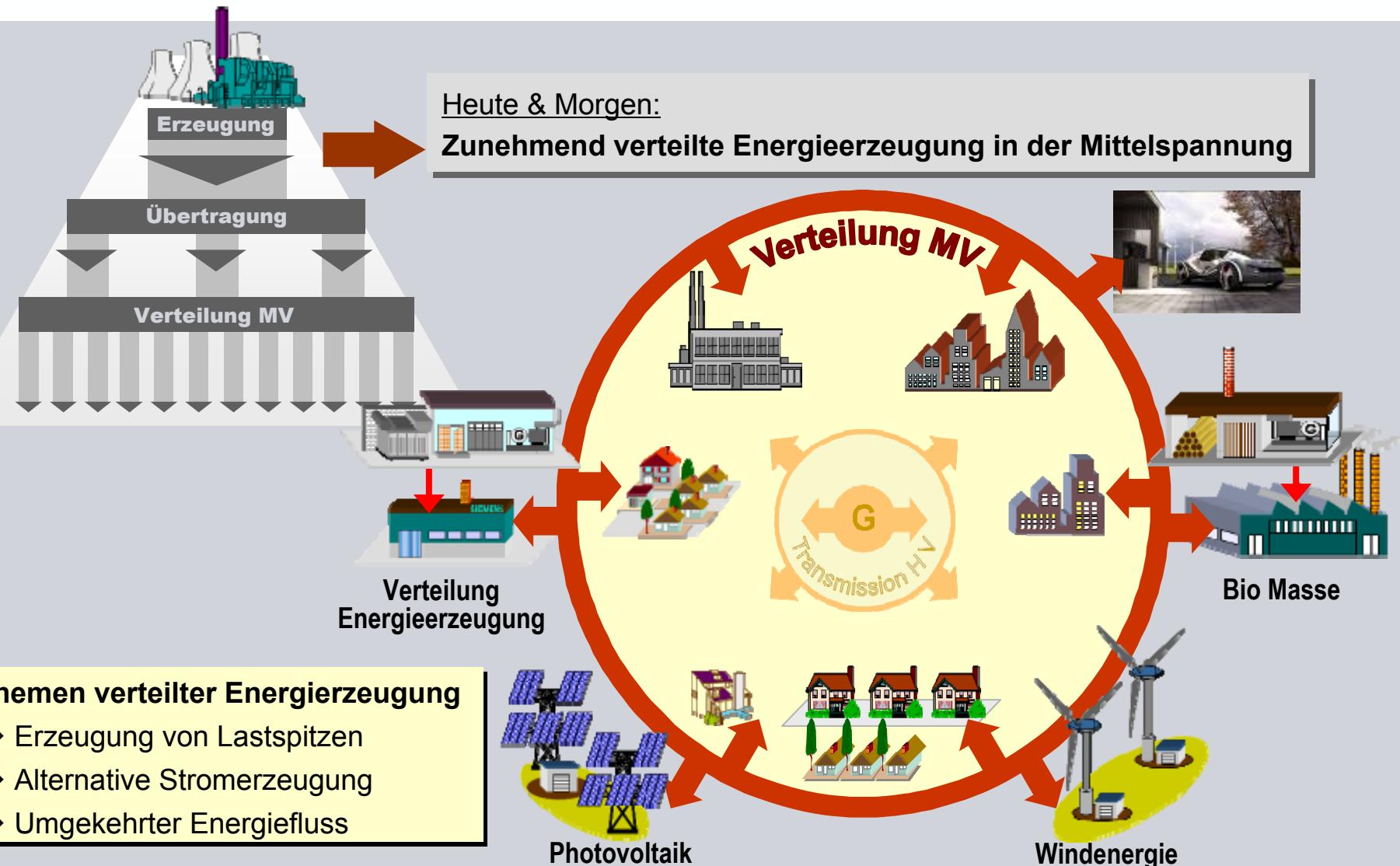
Lösungen für die Energieverteilung müssen bidirektional und balancierend sein

SIEMENS



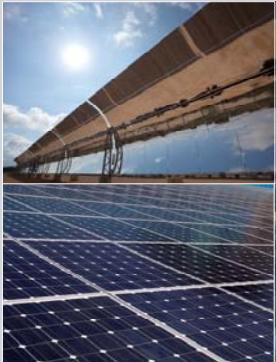
Perspektiven bei der Entwicklung der Übertragungs- und Verteilnetze

SIEMENS



Das Elektroauto verändert die Beziehungen der Automobilindustrie und Stromwirtschaft

SIEMENS



Erzeugung von sauberem Strom



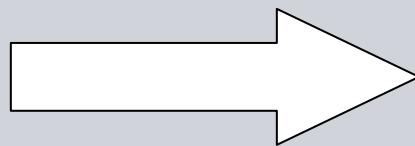
Intelligente Energieverteilung und Übertragung



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

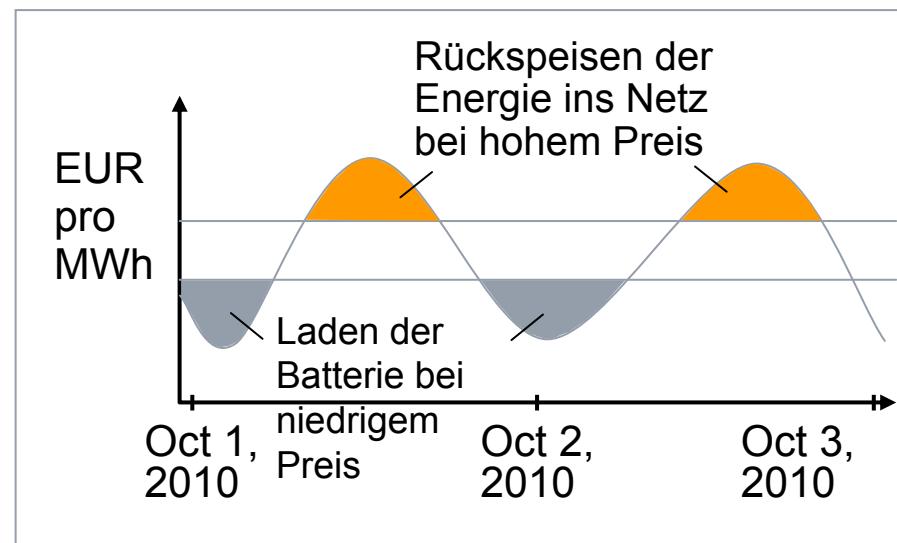
Elektrische Autos als Pufferspeicher

Nutzen der Preisdifferenzen und Stützung von Microgrids

SIEMENS

Beschreibung

- Preisdifferenz zwischen Zeiten mit hohem und niedrigem Energiepreis
- Elektrizität wird gehandelt auf dem EEX Markt 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.**

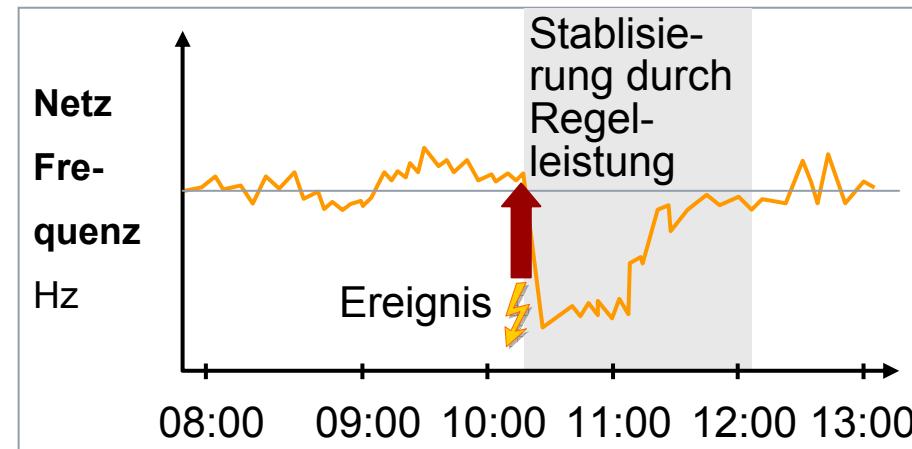
Elektrische Autos im Verbund als Leistungsreserve

Vergütung für die Bereitstellung

SIEMENS

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



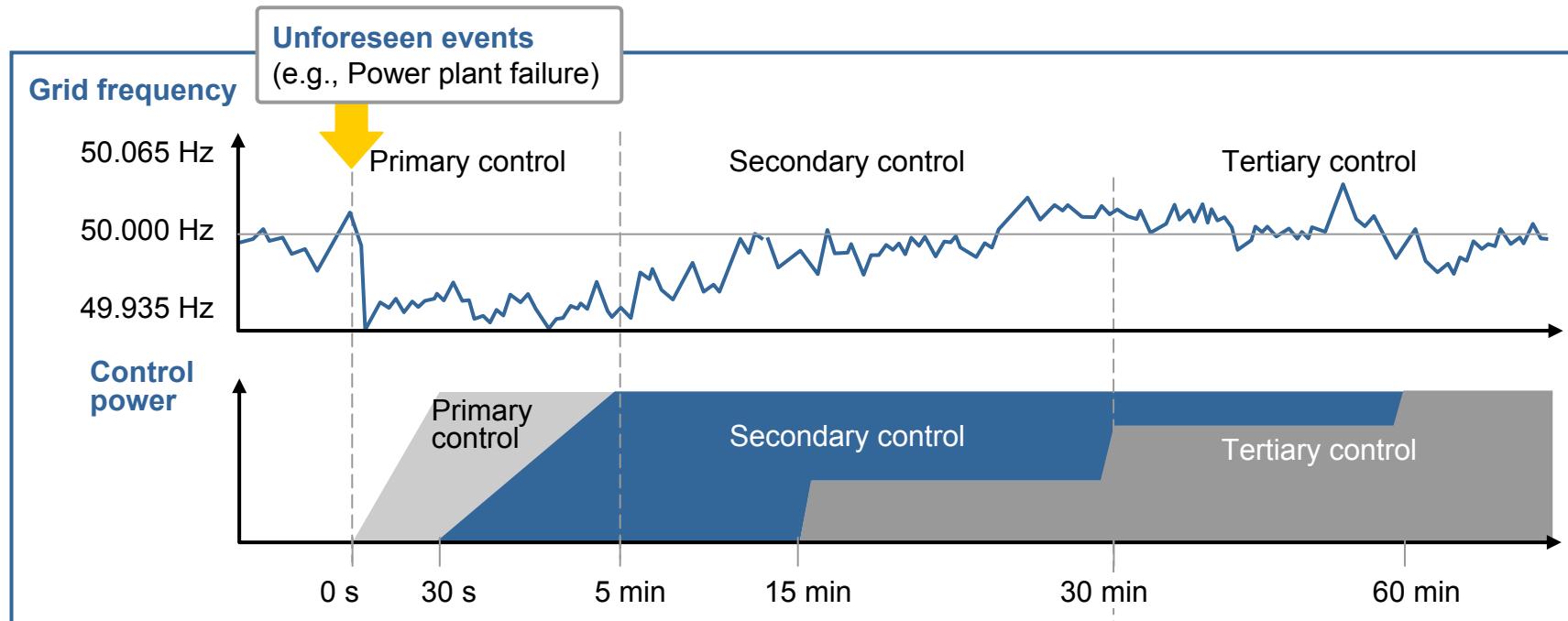
Bis zu 750 EUR p.a.

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

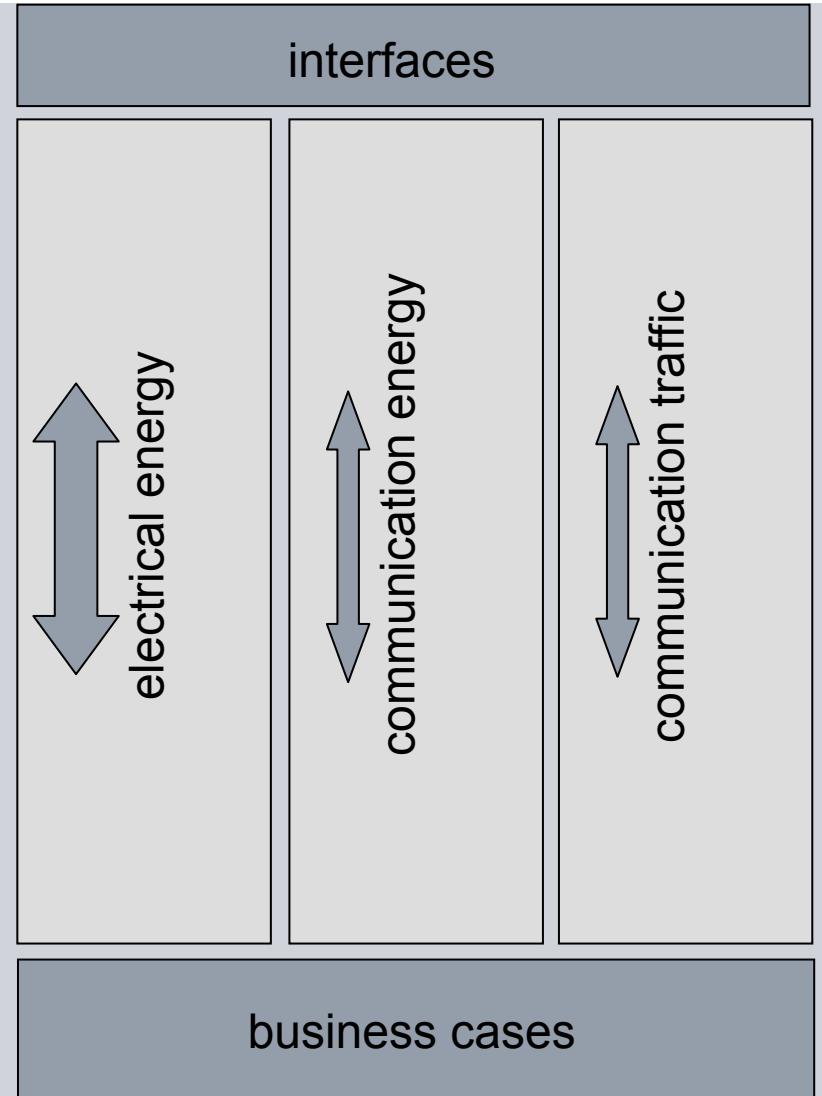
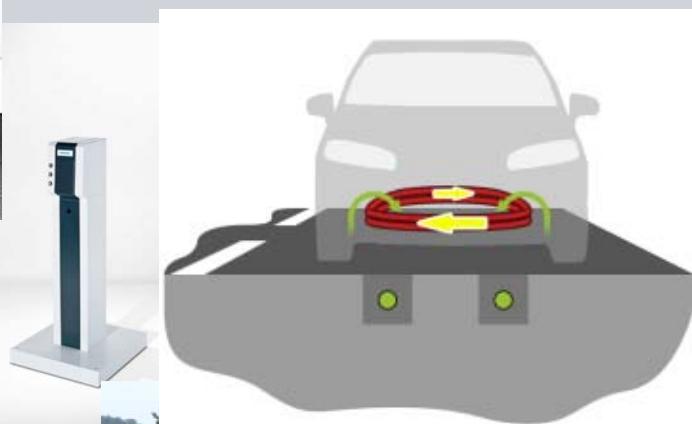
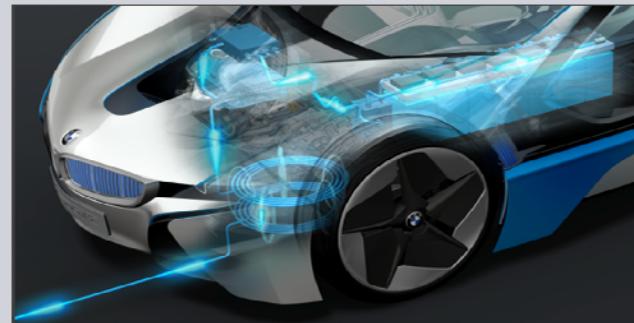
SIEMENS



Maximal duration	15 minutes	60 minutes*	> 60 minutes
Minimum tender size	5 MW	10 MW	15 MW
Price for provision	~ 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)
Working price	No payment	~ EUR 0.08/kWh	~ EUR 0.05/kWh

* Consecutive call-offs are possible (contractually agreed)

Schnittstellen



Ladelösungen

AC Wall Box



AC Charging Point



AC Park and Charge



DC Charging System



AC Satellite System



Swapping Station



Inductive Charging System



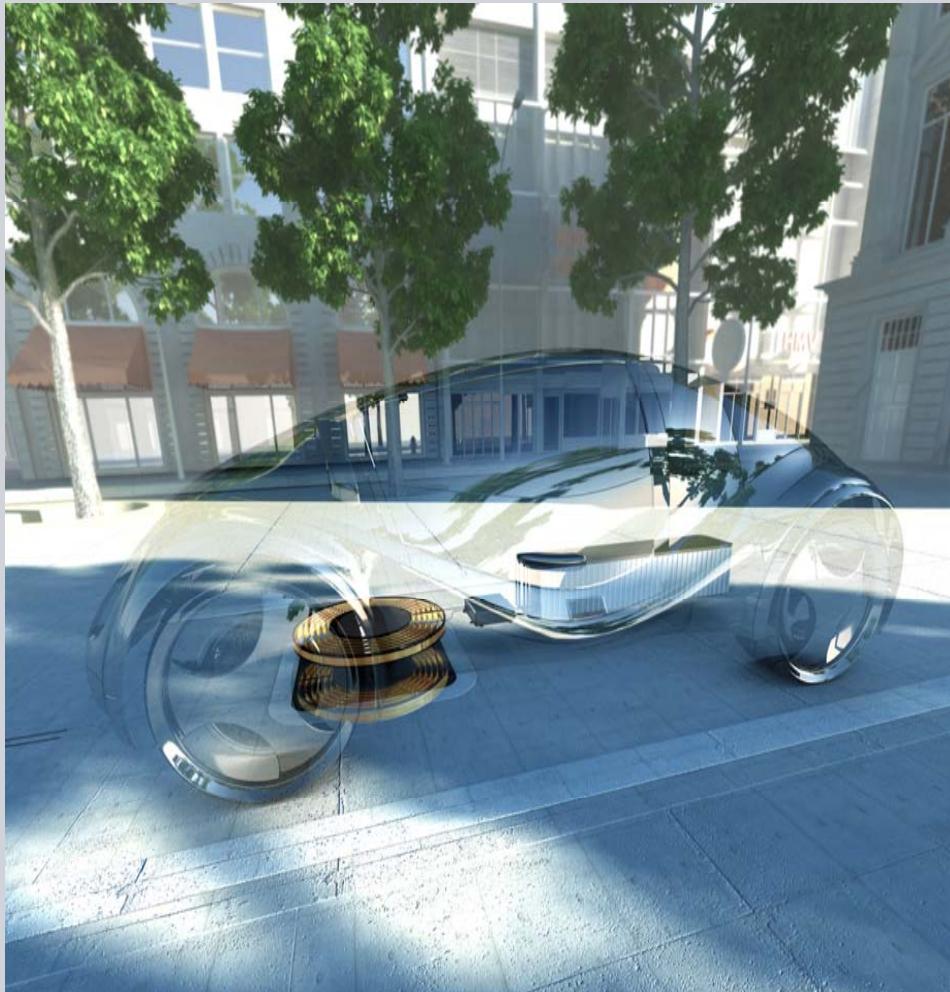
Software



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%

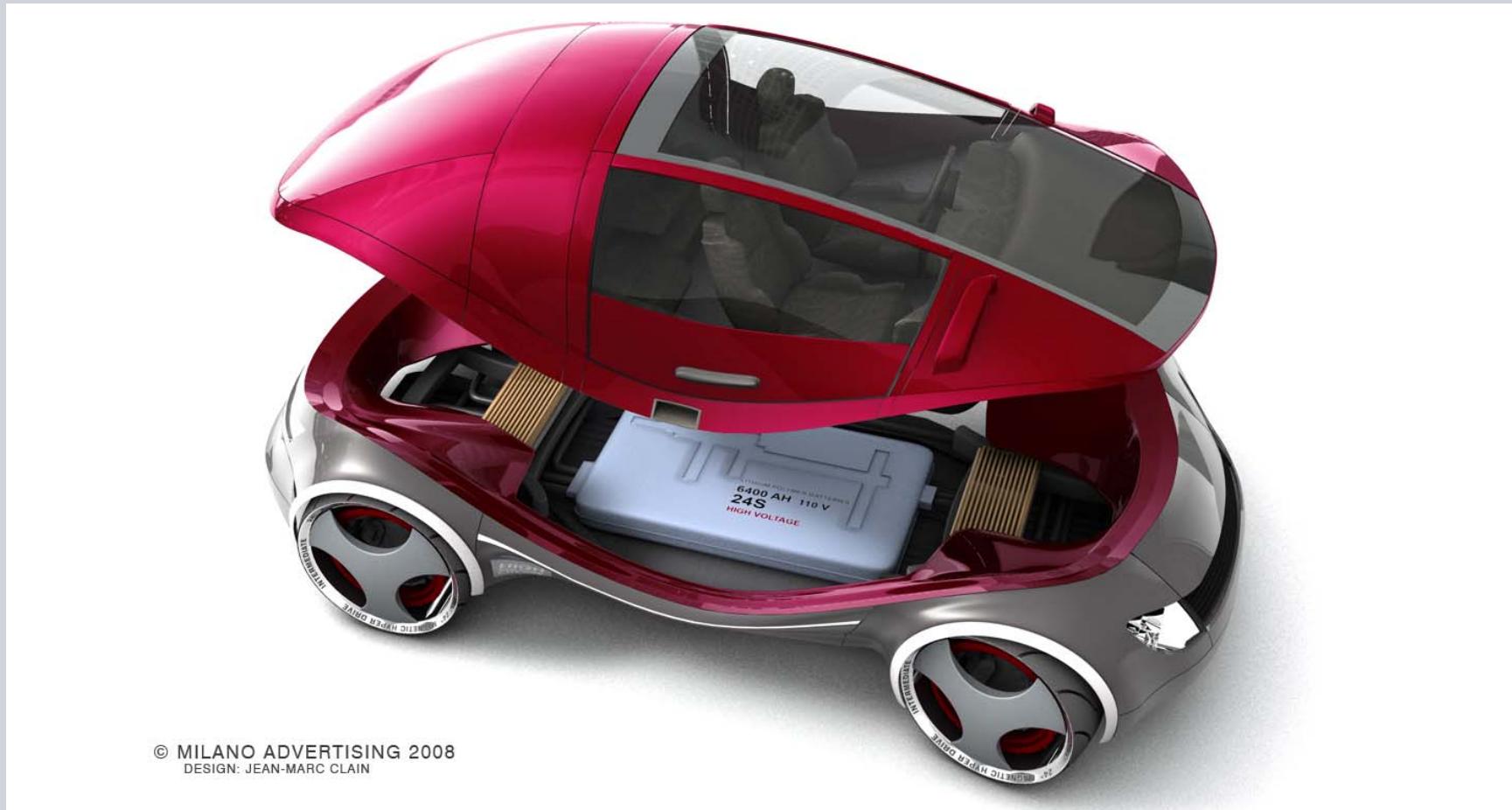
Weitere heute vorhandene aber wenig genutzten Speicher

SIEMENS

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



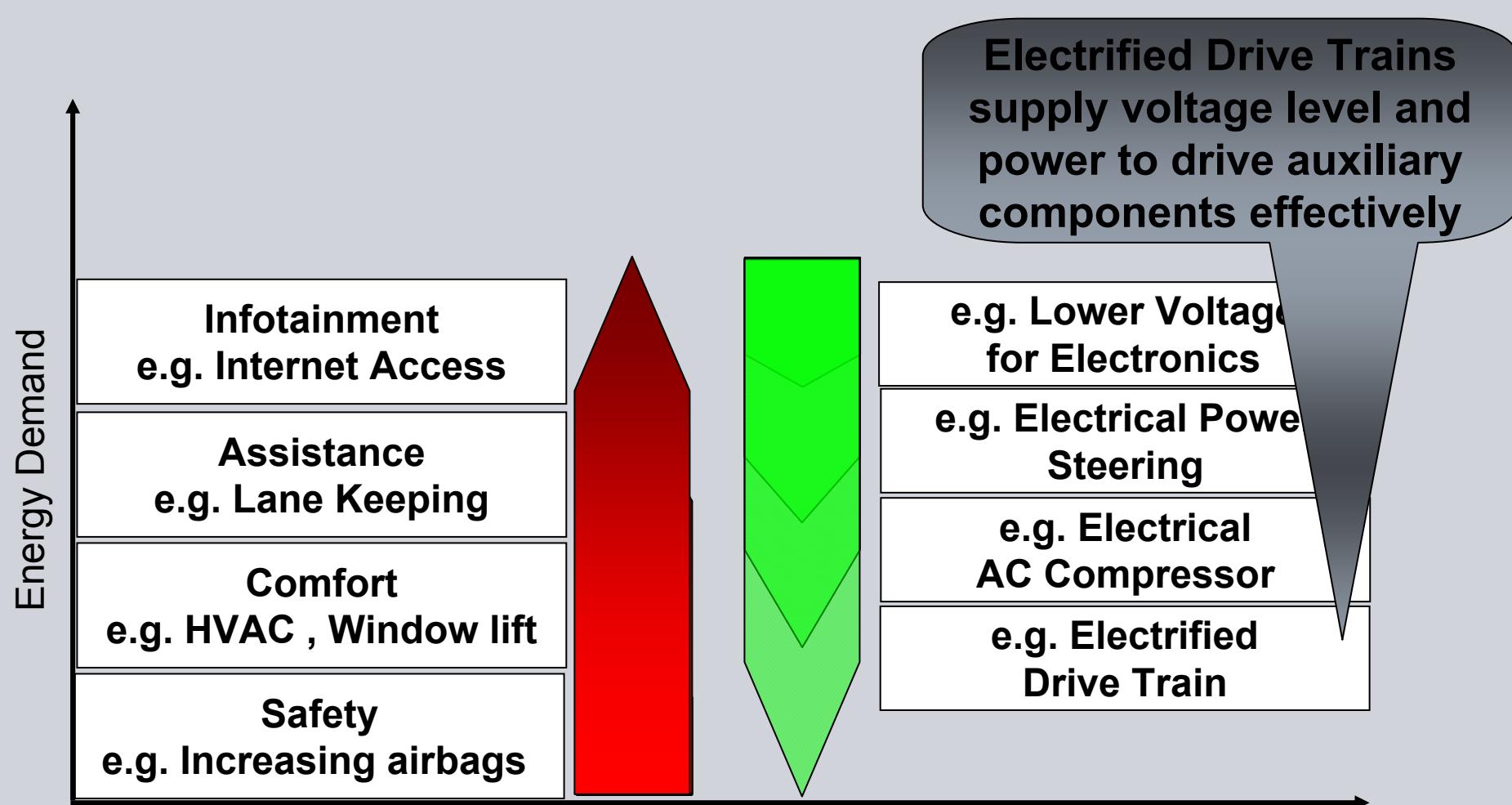
Veränderungen in der (Automobil)Industrie



© MILANO ADVERTISING 2008
DESIGN: JEAN-MARC CLAIN

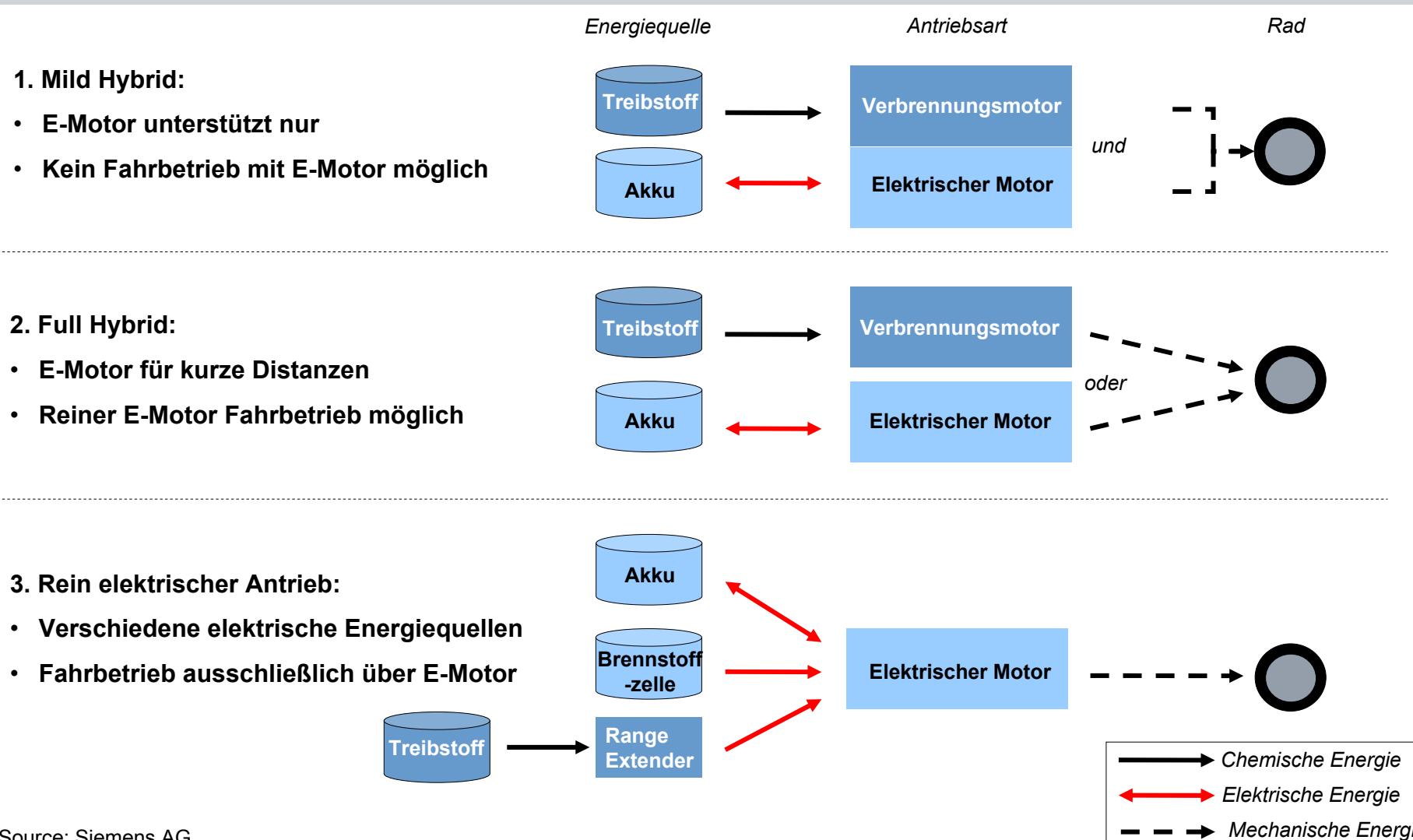
Increasing electrification of cars for new applications and energy savings

SIEMENS



Entwicklung Antriebsstrang vom “Mild Hybrid” zum “Rein elektrischen fahren”

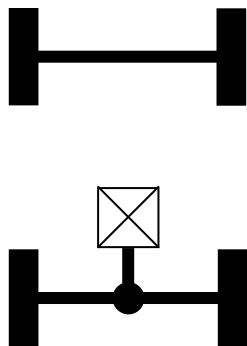
SIEMENS



Source: Siemens AG

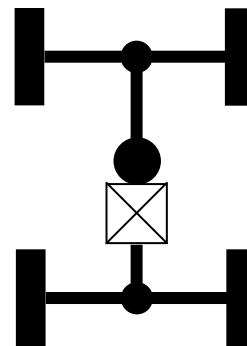
Der vollelektrische Antriebsstrang ermöglicht verschiedene Antriebskombinationen

SIEMENS



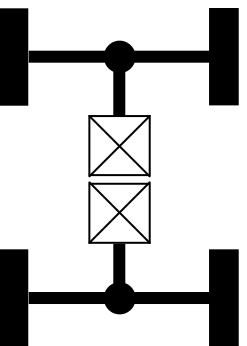
a) 1M-2W:

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



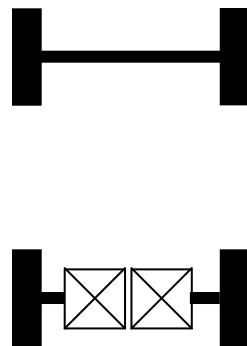
b) 1M-4W:

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



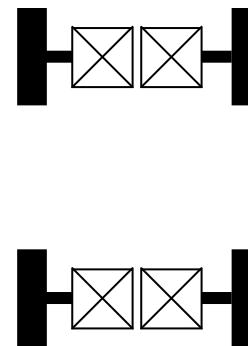
c) 2M-4W:

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



d) 2M-2W:

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



e) 4M-4W:

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

Vorteile:

- Einfach
- Entspricht heutigem Antriebsstrang

Vorteile:

- 4-Wheel Drive
- Entspricht heutigem Antriebsstrang

Vorteile:

- Mehr Kraft möglich
- Kein Verteilergetriebe

Vorteile:

- Kein Differenzial
- Aktives „Torque vectoring“

Vorteile:

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

Source: Siemens AG

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

SIEMENS

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



Source: Siemens

Seite 28

© Siemens AG, Corporate Technology

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

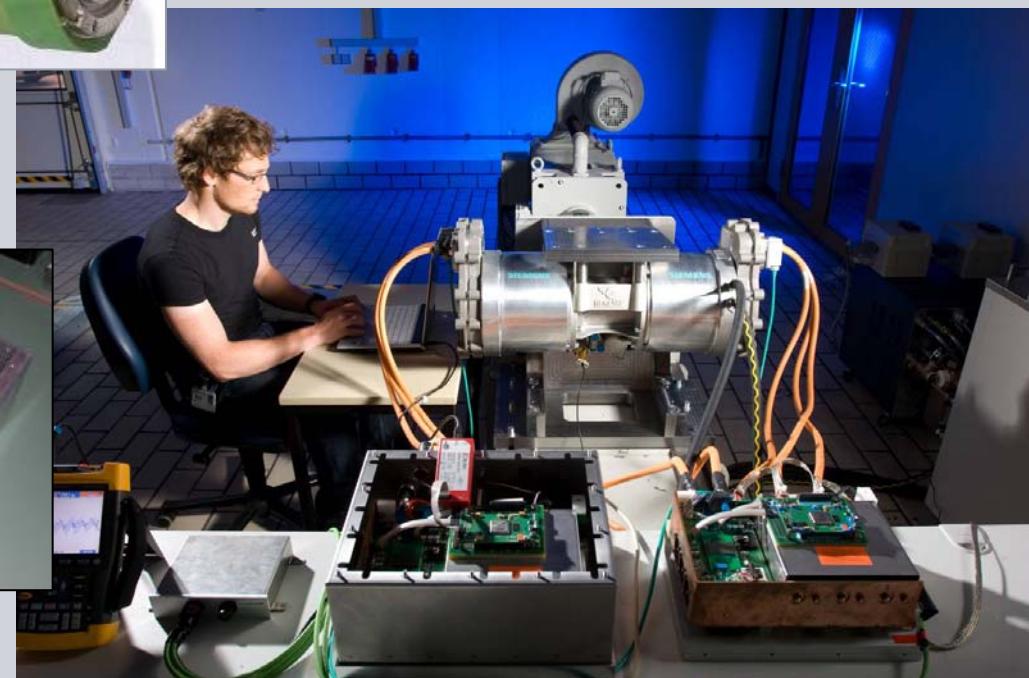


- Voltage: 590 V–840 V
- Power: 125 kW
- Cooling: 60 °C
- Weight: 15 kg
- Efficiency: ~96%
- Power density: 10 kW/Kg
- Dimensions: 280 x 350 x 150 mm



Drive System
consists of:

- Transmission
- 2 inverters, 2 motors
- Control unit



Race Car EF 1

Overall Car Specification

Mass:

- 775 kg

Performances:

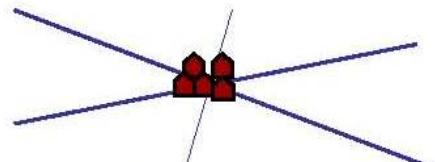
- acceleration: 0 to 100 kph in 3,1 seconds
(measured)
- autonomy: 15 minutes
(measured)



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

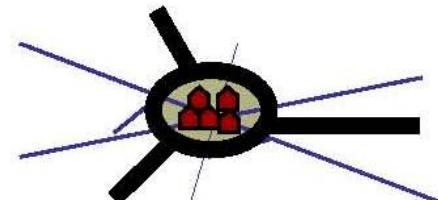
SIEMENS

1950s Urbanisation



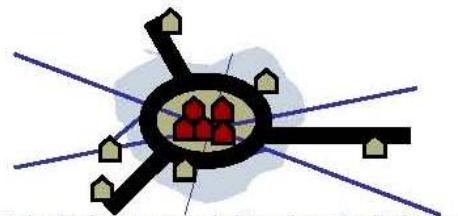
Creation of the historic centre and districts

2000s Suburbanisation



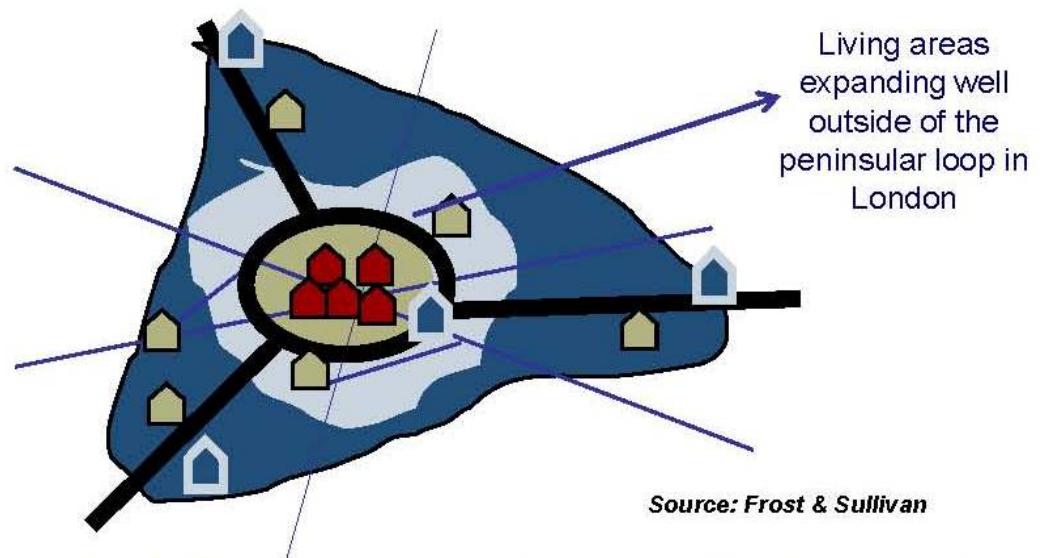
Urban sprawl, first highways and ring road

2015s Network City



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

2020s : Branded Cities



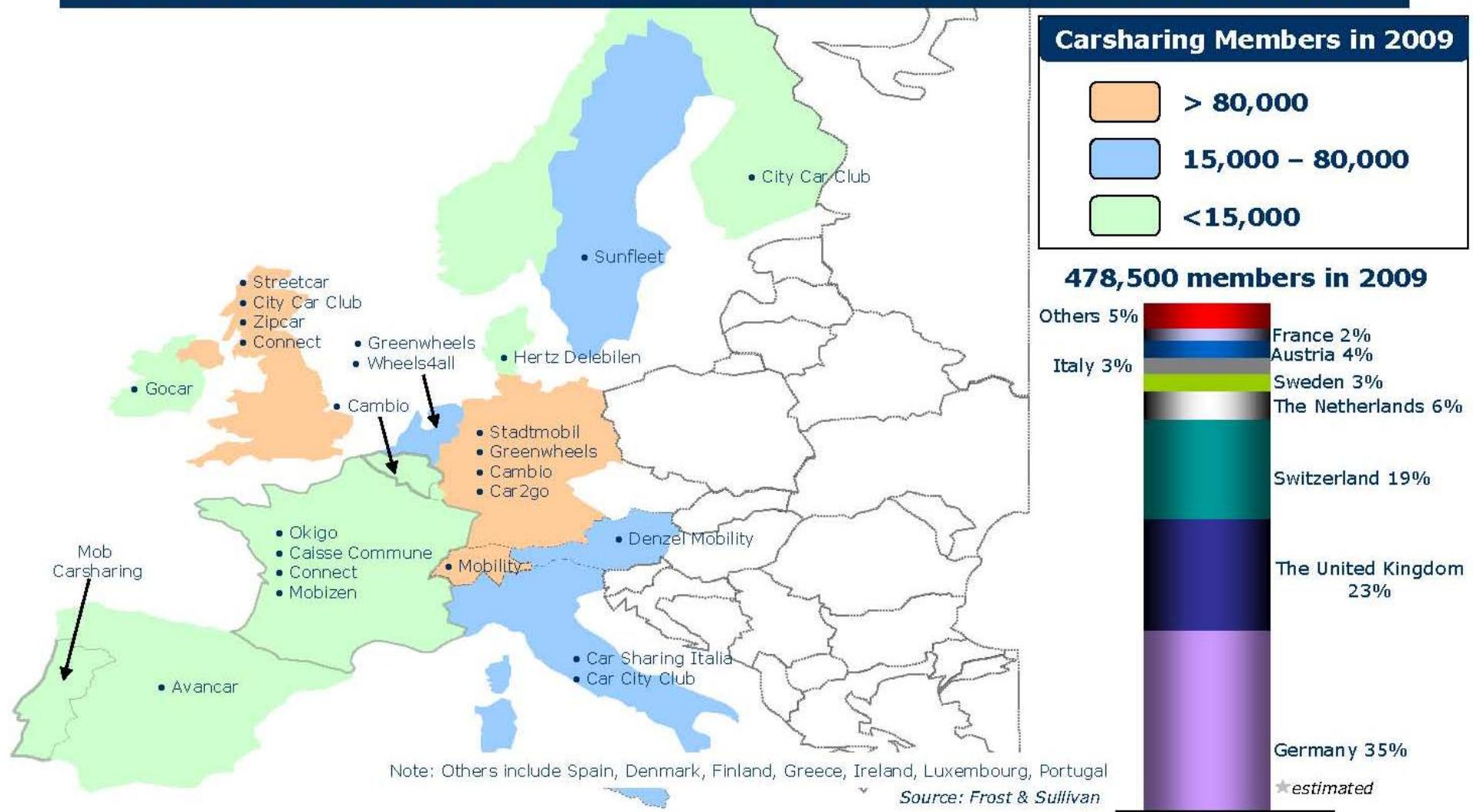
- Most offices moved to the first belt suburbs except non cost-sensitive activities: city centres becoming shopping areas (small scale deliveries) for expensive goods and living areas for “double income, no kids” households.
 ➔ cars needed to go to the working areas/malls outside first and second belt.
- 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

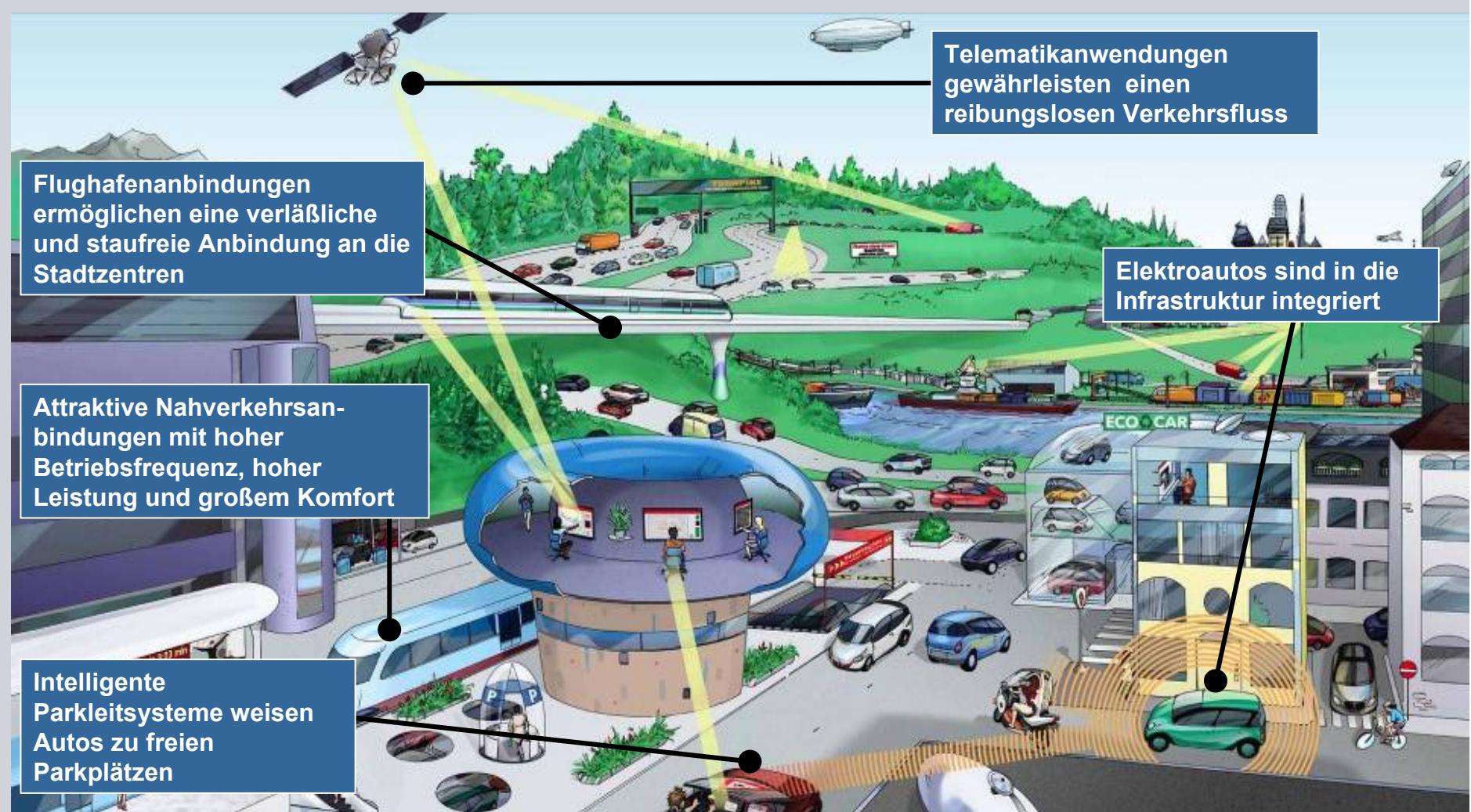
SIEMENS

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



Integrierte Verkehrskonzepte – Lösungen zur Steigerung der Verkehrseffizienz

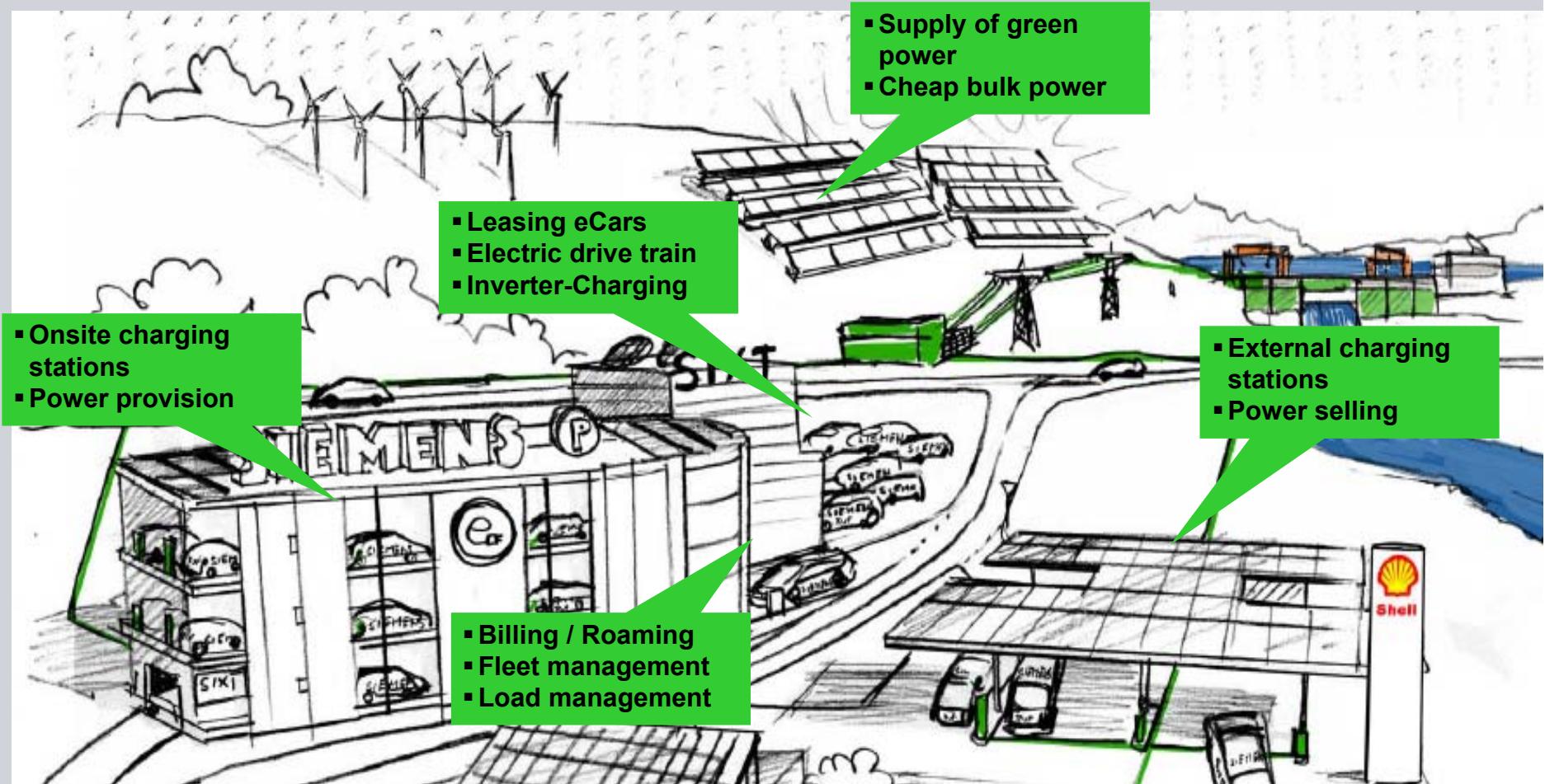
SIEMENS



Siemens baut und betreibt eines nachhaltigen eCar Gesamtsystems

SIEMENS

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



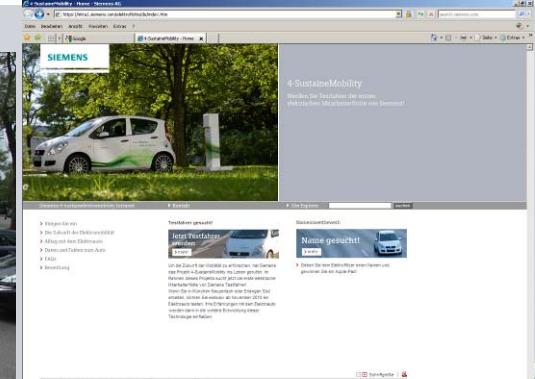
Flottenversuch für Virtuelles Kraftwerk auf Siemens-gelände mit Siemensfahrzeugen

SIEMENS

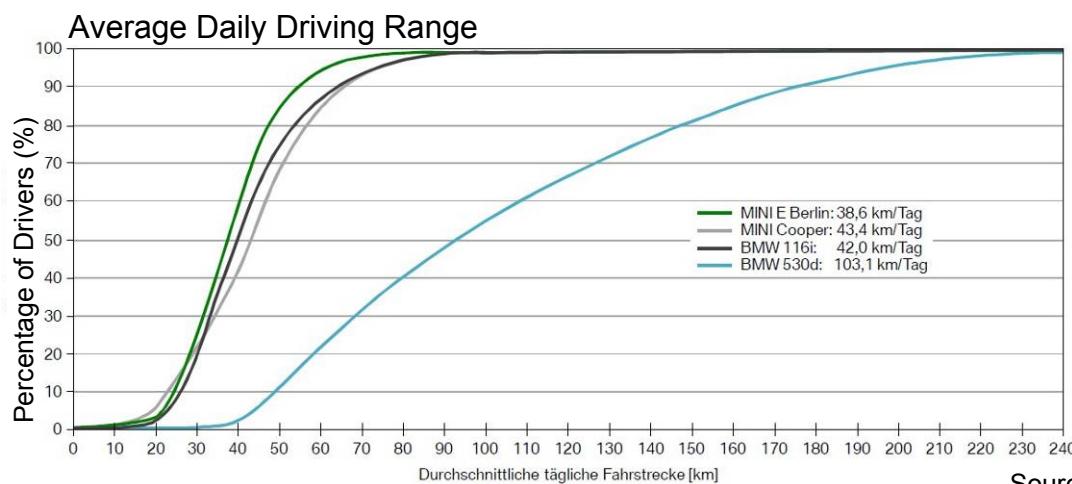


SIEMENS

Autos geliefert, erste Teilflotte im Feld Infrastruktur aufgebaut



Reichweitenangst – Fakten aus Feldversuchen



Quelle: Datenlogger.

Seite 38

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

Mittlere maximale Fahrentfernung war 150km

150 km

< 100 km Nicht ausreichend
200 km ausreichend

250 km optimal

Source: 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

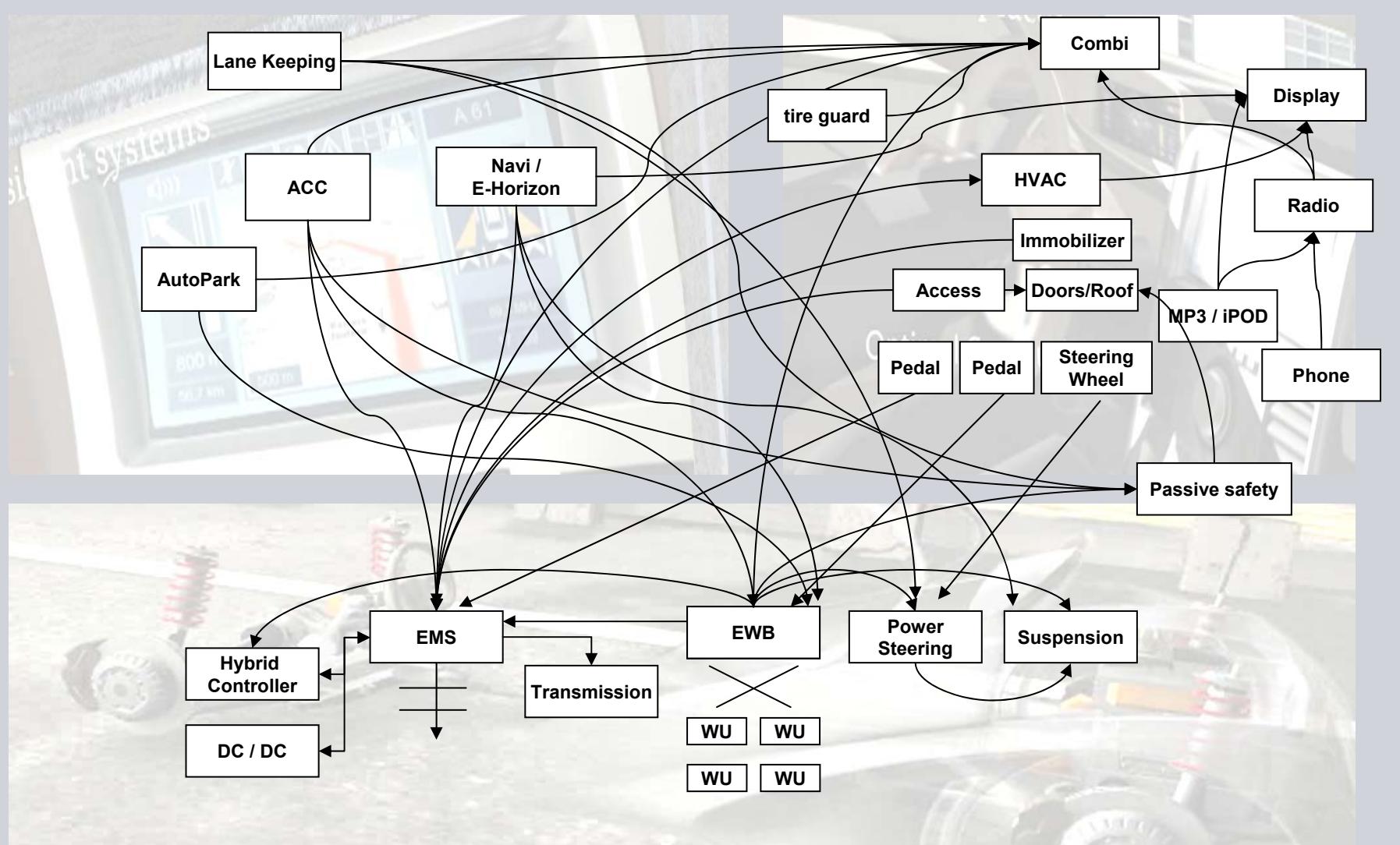


Persönliche Steuerung des Stromflusses

E-Autos und Strominfrastruktur werden zu einer Einheit:

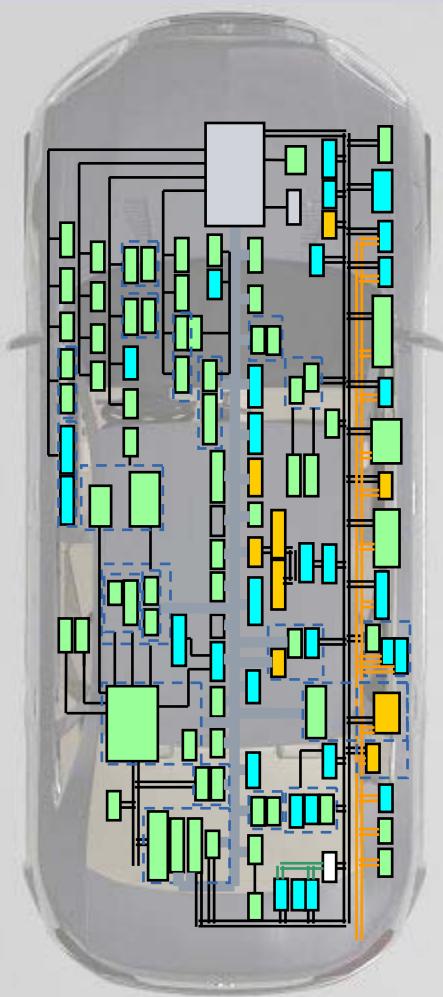
- E-Autos brauchen eine Infrastruktur, um sie zu laden
- Der erhöhte Anteil an erneuerbarer Energie destabilisiert das Stromnetz
- Die E-Autos können als fahrende Batterie das Netz stabilisieren
- Informations- und Kommunikationstechnologie ermöglichen die Interaktion zwischen dem E-Auto, den Gebäuden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

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



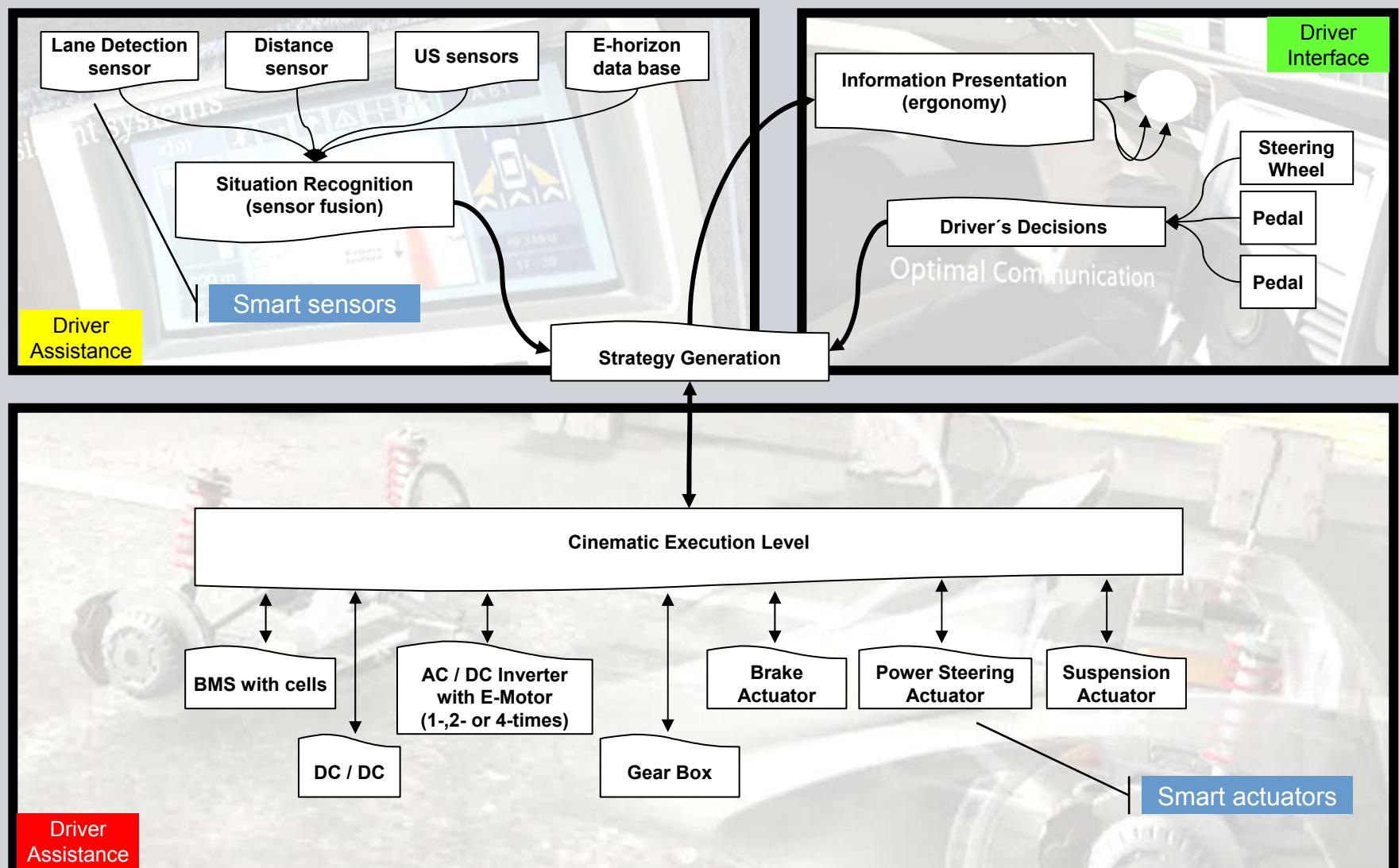
**Physical complexity, power consumption and installation
space used drives the integration of new functions to the limit**

SIEMENS



Wahrnehmen, Analysieren und Handeln mit einem optimierten Datenfluss

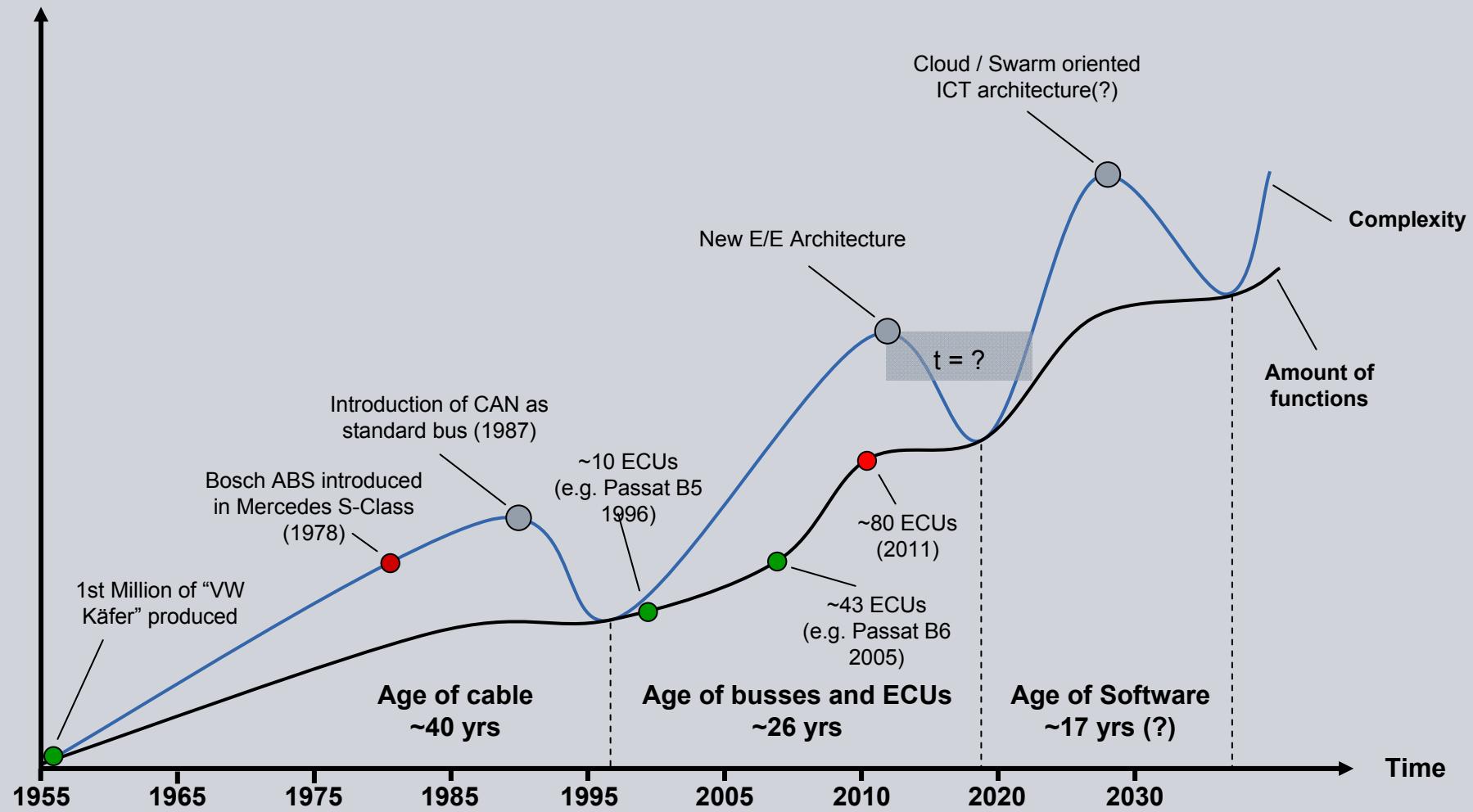
SIEMENS



Entwicklung der Fahrzeug E/E Architektur von heute bis 2030

SIEMENS

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

Source: Siemens AG, Autoblog Green (<http://green.autoblog.com/>)

Danke für die Aufmerksamkeit

