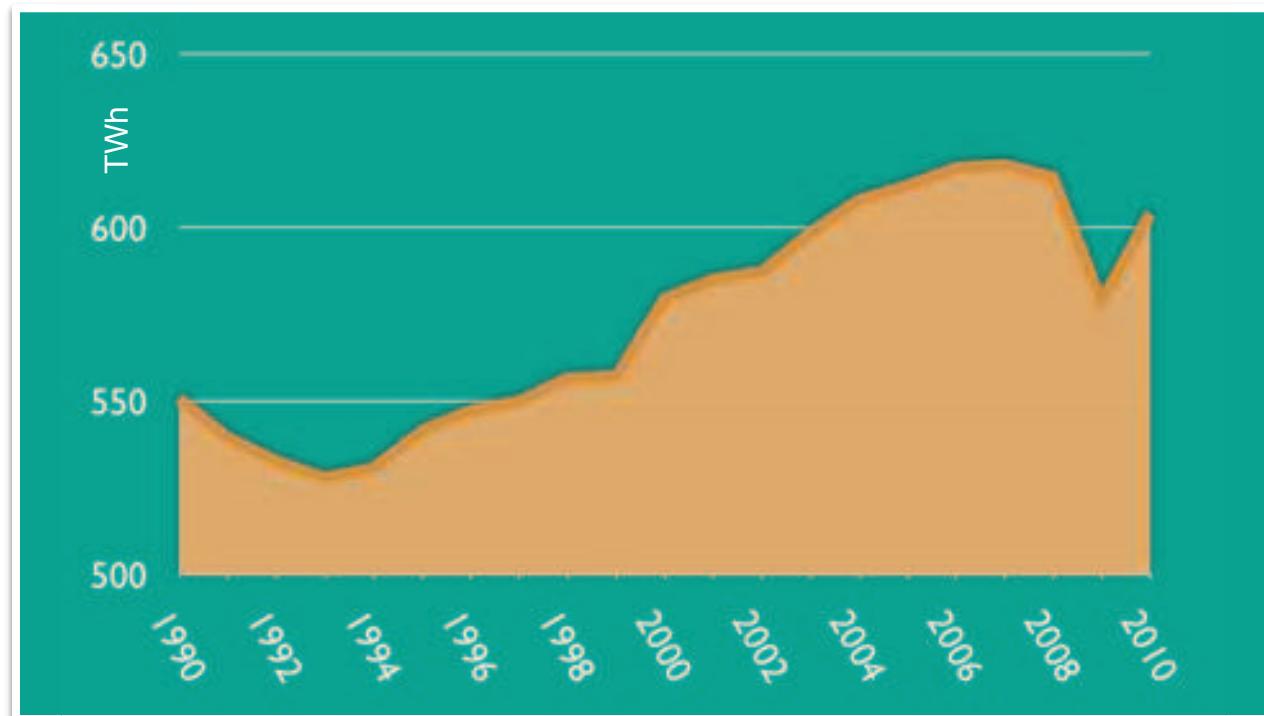


# Brutto-Stromerzeugung in Deutschland

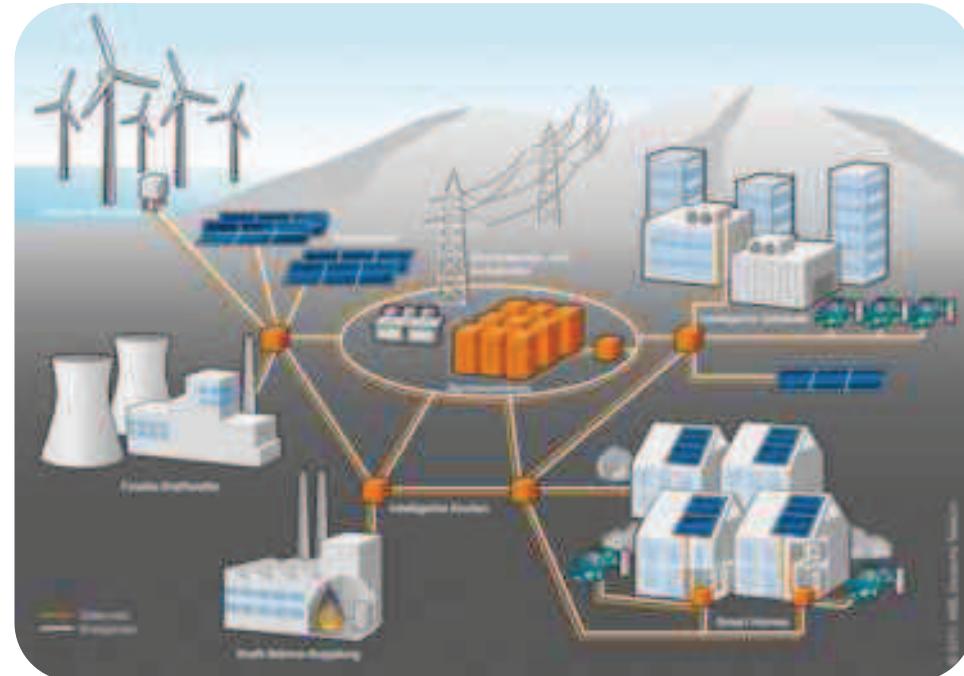


	Realistisch-optimistisches Szenario (Basis Shell Studie)		Grenzbetrachtung (alle PKW elektrisch)
	2020	2030	2012
E-Fahrzeuge	3,3 Mio	13 Mio	42 Mio
Energiebedarf	3 TWh	15 TWh	113 TWh

# Elektroauto als Energiespeicher

## Smart Grid

Ein Smart Grid ist ein mit **Informations- und Kommunikationstechnologien** ausgestattetes **Energieübertragungs- und Verteilnetz**, das die angeschlossenen Energieerzeuger, Speicher und Verbraucher vernetzt und steuert.



### Anwendungen:

- **Nutzung von billigem Strom** für das Laden in Phasen des Überangebotes  
(Einsparpotenzial rund 1...2 Euros pro 100 km Fahrstrecke (20 kWh))
- Einsatz der **Fahrzeugbatterie als Regelreserve** in Stillstandszeiten  
Beispiel: 1 Mio E-Fahrzeuge mit 2 kW / 10 kWh am Netz = 2 GW / 10 GWh  
Vergleich: Pumpspeicherkraftwerkswerte in DL = 6,7 GW / 38 GWh  
(Verdienstpotenzial rund 1,50 € / kWh als Minutenreserve)

Quellen: ABB, Deutsche Telekom

# Zusammenfassung

## Energie



Zusätzlicher Strombedarf durch Elektrofahrzeuge ist relativ gering.

Problematisch kann die Niederspannungsverteilung in Städten werden.

Durch Bereitstellung einer Regelreserve aus der Batterie kann ein signifikanter Beitrag zur Netzstabilisierung kommen.

# Fünf Fragen

1 Technik – Wie funktioniert ein Elektroauto ?

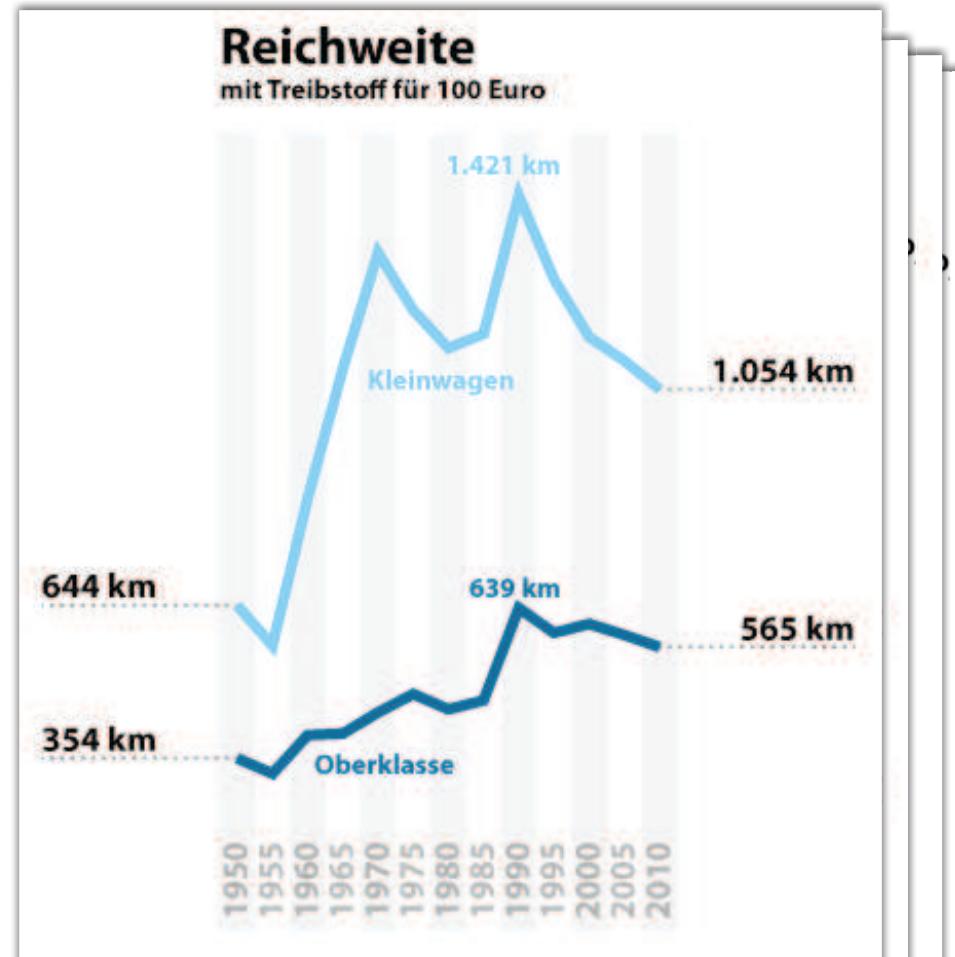
2 Praxis – Wie gehen wir damit um ?

3 Energie – Woher kommt der ganze Strom ?

4 Ökonomie – Was kostet uns das ?

5 Ökologie – Was bringt das für die Umwelt ?

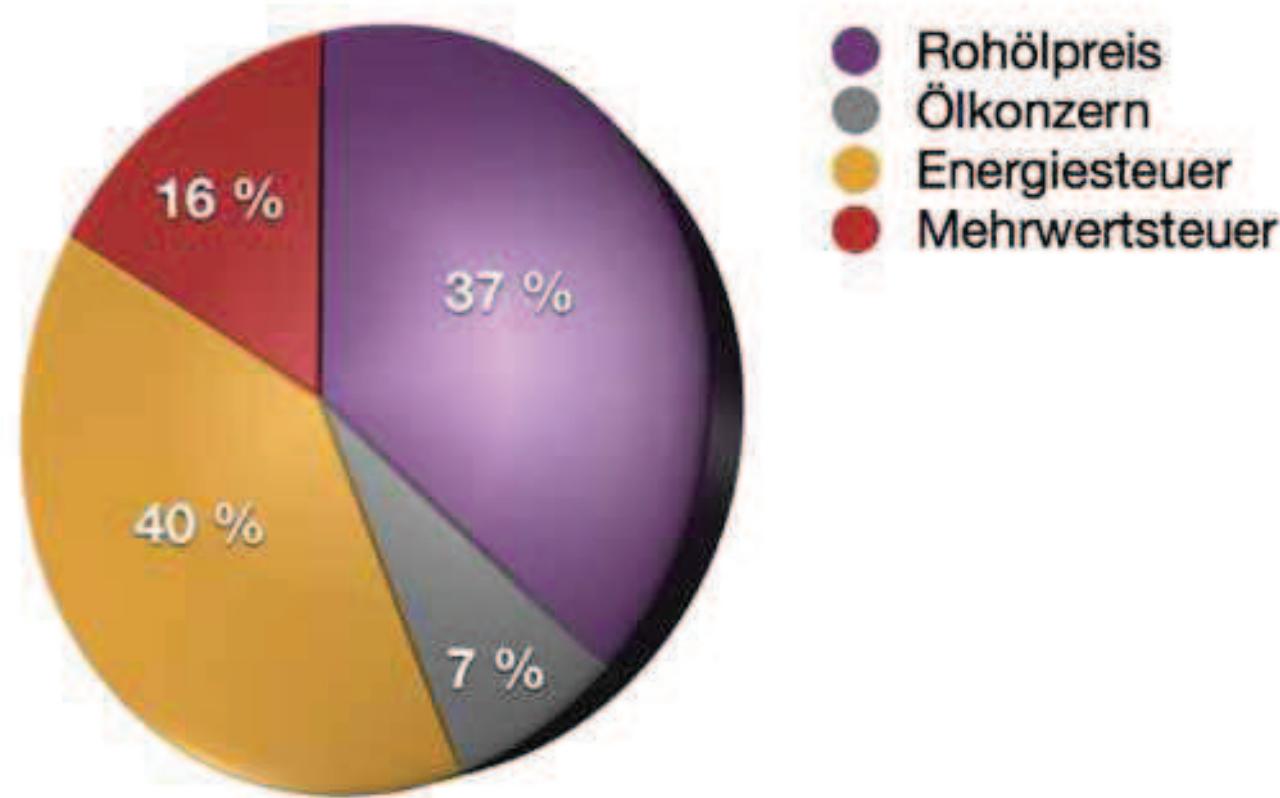
# Kostenentwicklung Autofahren



Autofahren wurde in den letzten 50 Jahren tendenziell immer billiger.

Quelle: Vanishing Point 2011, Institut der Deutschen Wirtschaft Köln

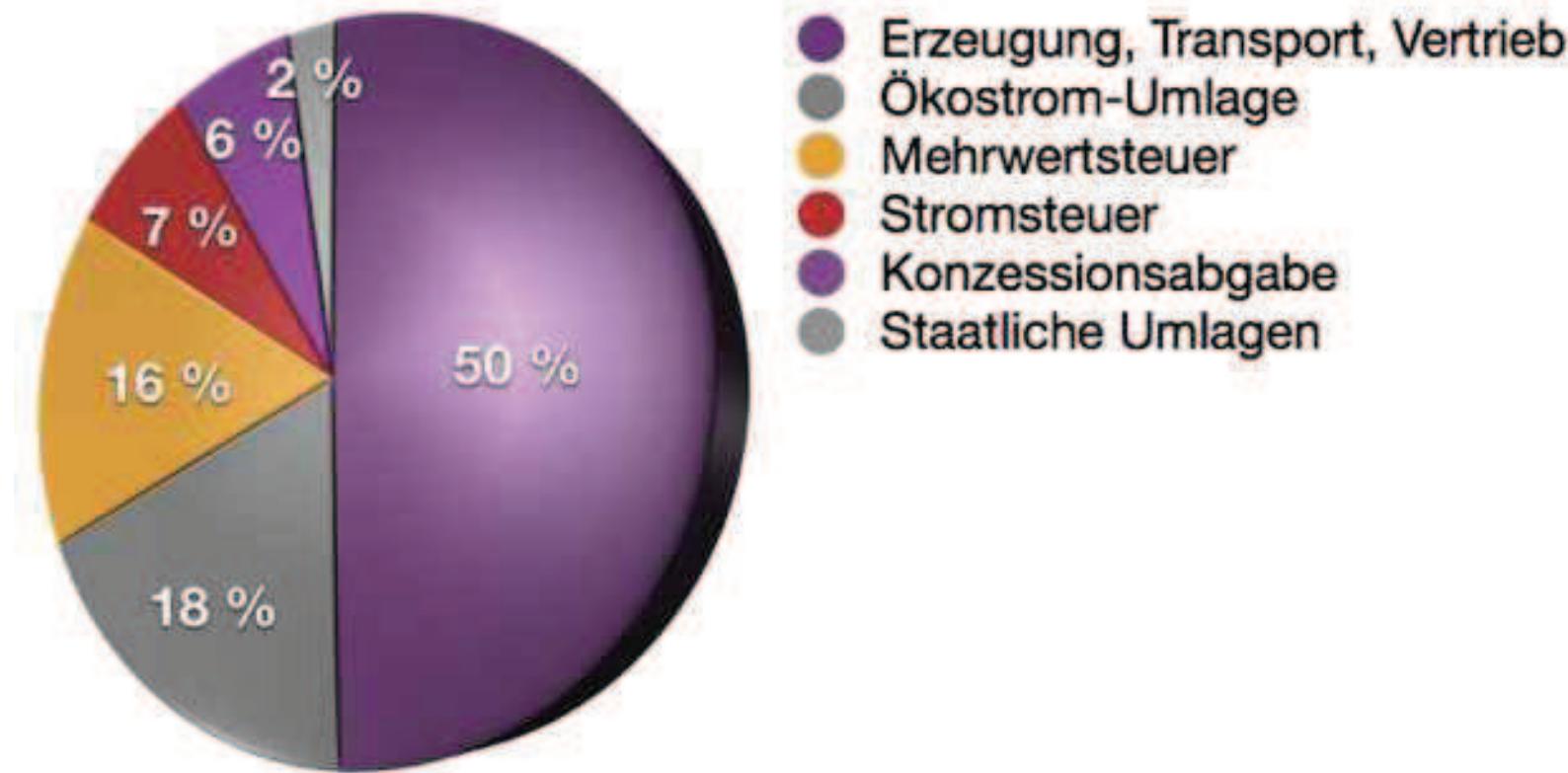
# Benzinpreis in Deutschland



56 % der Benzinkosten gehen an den Staat !

Quelle: n-tv.de, Stand 08/2012

# Strompreis in Deutschland

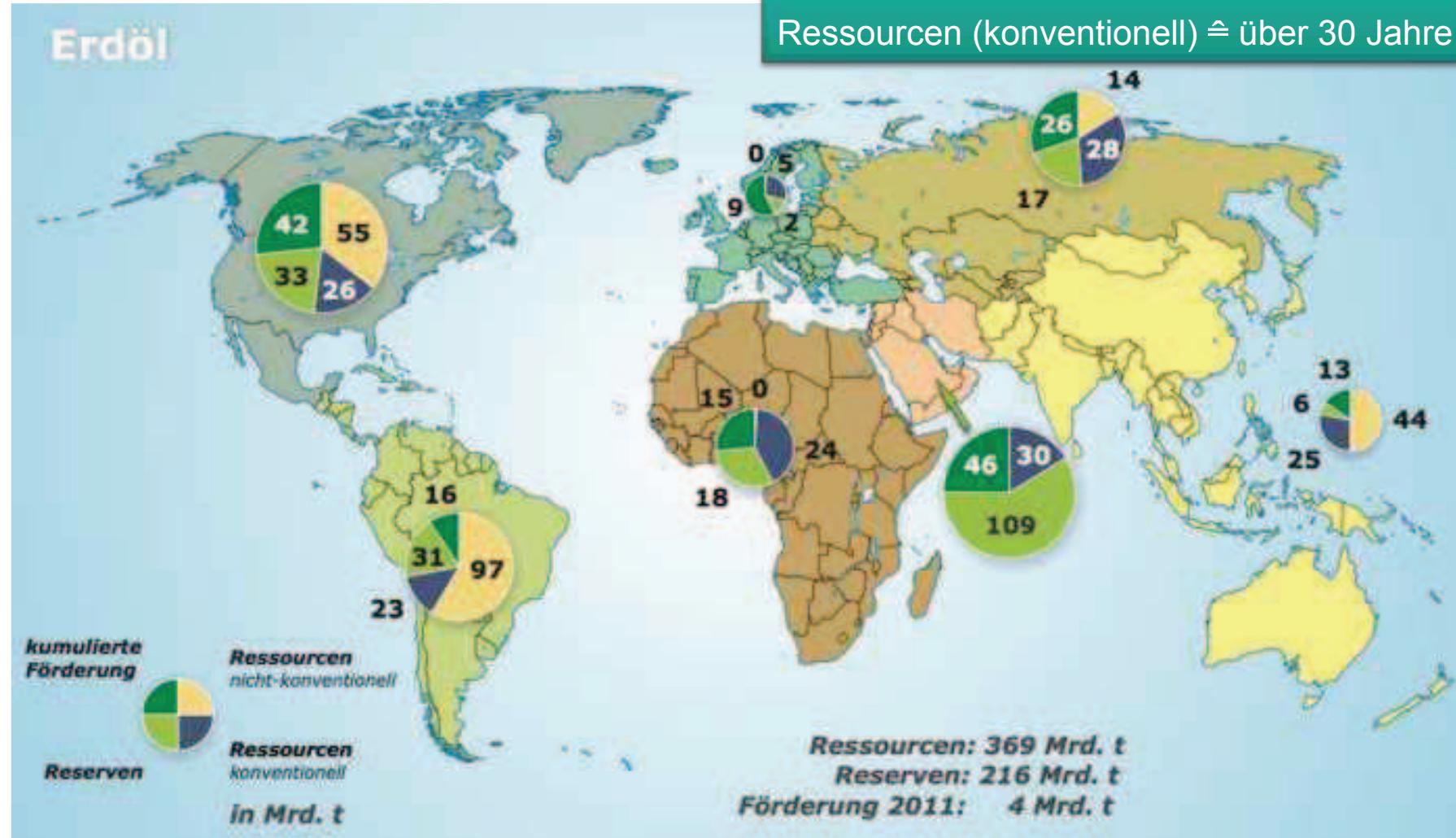


50 % der Stromkosten sind staatlich verordnet !

Quelle: Technology Review, 08/2013

# Erdölreserven

Reserven  $\hat{=}$  rund 50 Jahre  
 Ressourcen (konventionell)  $\hat{=}$  über 30 Jahre



Ressourcen (nicht-konventionell) = Ölsand, Schwerstöl, Schieferöl

Quelle: DERA Rohstoffinformationen – Energiestudie 2012

# Anschaffungskosten Serien-Elektroautos

FHEV  
Toyota Prius 3



ab 26.800 €

PHEV (BEV+REX)  
Opel Ampera



BEV (REX)  
BMW i3



ab 34.950 €

BEV  
smart electric drive



ab 18.910 €  
+ 65 € / Monat

BEV  
Renault Zoe Z.E.



ab 21.700 € (incl. Wallbox)  
+ 49 € / Monat

BEV  
Nissan Leaf



ab 23.790 € (incl. Wallbox)  
+ 79 € / Monat

Quellen: Hersteller; Stand: 05/2014

# Anschaffungskosten Elektroautos



Quelle: Teslamotors

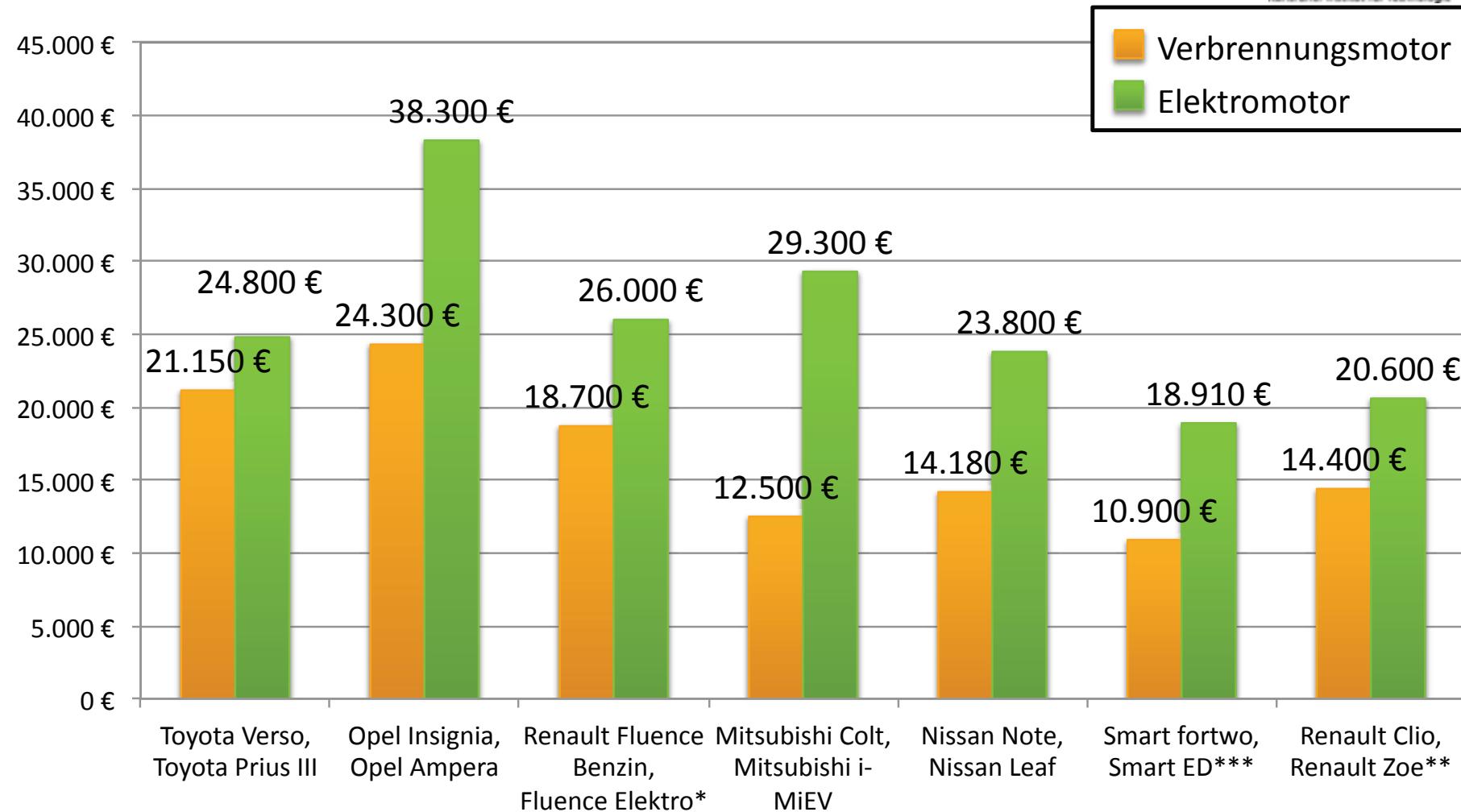
# Verkaufszahlen E-Autos 2013

## Weltweit

Electrified Vehicle Model	Dec 2013 Sales	Total 2013 Sales	2013 Market Share
Nissan Leaf	4960	47484	23%
Chevy Volt	3259	28252	13%
Toyota Prius PHEV	1806	23075	11%
Tesla Model S*	2803	22186	11%
Mitsubishi Outlander PHEV	6887	18444	9%
Renault Zoe	721	8869	4%
Volvo V60 PHEV	2004	7437	4%
Ford C-Max Energi	862	7353	3%
Ford Fusion Energi	806	6206	3%
Renault Kangoo ZE	467	5886	3%
Chery QQ3 EV*	400	5007	2%
Mitsubishi i	239	4769	2%
Smart Fortwo ED	653	4130	2%
Opel Ampera	754	3157	1%
Renault Twizy	162	3062	1%
Jac J3 EV*	200	2500	1%
Ford Focus Electric	169	1894	1%
BYD e6	357	1684	1%
VW e-Up!	842	1465	1%
Mitsubishi Minicab MiEV	59	1464	1%
BMW i3	527	1318	1%
<b>Total Top 21 Electrified Vehicle Sales</b>	<b>28937</b>	<b>205642</b>	<b>98%</b>
<b>PHEV Sales</b>	<b>16378</b>	<b>93924</b>	<b>45%</b>
<b>100% Electric Sales</b>	<b>12559</b>	<b>111718</b>	<b>53%</b>

Quelle: evobsession.com

# Preisvergleich Elektroauto – konventioneller PKW



\* Zusätzlich Mietvertrag für die Batterie: 82-148€/Monat (Laufleistung, Laufzeit)

\*\* Zusätzlich 49€/Monat Batteriemiete

\*\*\* 23.160€ mit Batterie; Sonst Batteriemiete 65€/Monat

Stand 01/2014

# Preisentwicklung Batterien für Elektroautos



15.06.2013

„Audi-Chef Rupert Stadler nannte gegenüber der WirtschaftsWoche erstmals das aktuelle Preisniveau: „Vor **drei Jahren** lagen die Preise pro Kilowattstunde noch bei **500 Euro**“, so Stadler, „jetzt sind es rund **200 Euro**. Und ich gehe davon aus, dass das nicht das Ende ist.“ Die jetzt erreichten Batteriepreise haben Experten bislang für den Zeitraum nach 2020 vorausgesagt.

Die gesunkenen Batteriekosten ermöglichen Preissenkungen bei Elektroautos. So wird etwa die neue Generation des **Elektroautos Nissan Leaf** rund **4000 Euro günstiger** angeboten.“

# Zusammenfassung Ökonomie



Ein Ende der Ölversorgung ist nicht absehbar.  
Der Preis wird sich aber weiter  
nach oben bewegen.

Die Kosten von Elektrofahrzeugen sind noch nicht  
wettbewerbsfähig, sinken aber schnell.

Fahrzeuge mit VKM werden  
auf lange Sicht dominant bleiben.

Hybridantriebe werden mehr Verbreitung finden  
(vor allem Plug-In Hybride) als reine BEV.

# Fünf Fragen

1 Technik – Wie funktioniert ein Elektroauto ?

2 Praxis – Wie gehen wir damit um ?

3 Energie – Woher kommt der ganze Strom ?

4 Ökonomie – Was kostet uns das ?

5 Ökologie – Was bringt das für die Umwelt ?

# Ökologische Probleme motorisierter Mobilität

- Flächeninanspruchnahme (Versiegelung, Zerschneidung)
- Lärmbelastung
- Lokale Luftbelastung (Abgase, Schadstoffe)
- Globale Luftbelastung (Emission von Klimagassen - CO<sub>2</sub>)
- Verbrauch endlicher Ressourcen

Quelle: Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg

# Flächeninanspruchnahme

Innenstadt

Konventionelle Antriebe



Keine Verbesserung zu erwarten

Innenstadt

Alternative Antriebe





- Straßenverkehr ist die Hauptursache für Lärmbelastung in DL
- Elektrofahrzeuge haben ein  
    ➡ Potenzial zur Lärmminderung, da Motorgeräusch dominant
- Ab ca. 30...50 km/h ist der Abrollgeräusch  
    ➡ E-Fahrzeuge sind laut als konventionelles Fahrzeug  
    ➡ Schlechtere Werte für E-Bikes und Motorräder sind die Ursacher

Geringe Verbesserung durch  
Elektrifizierung

Quelle: Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg

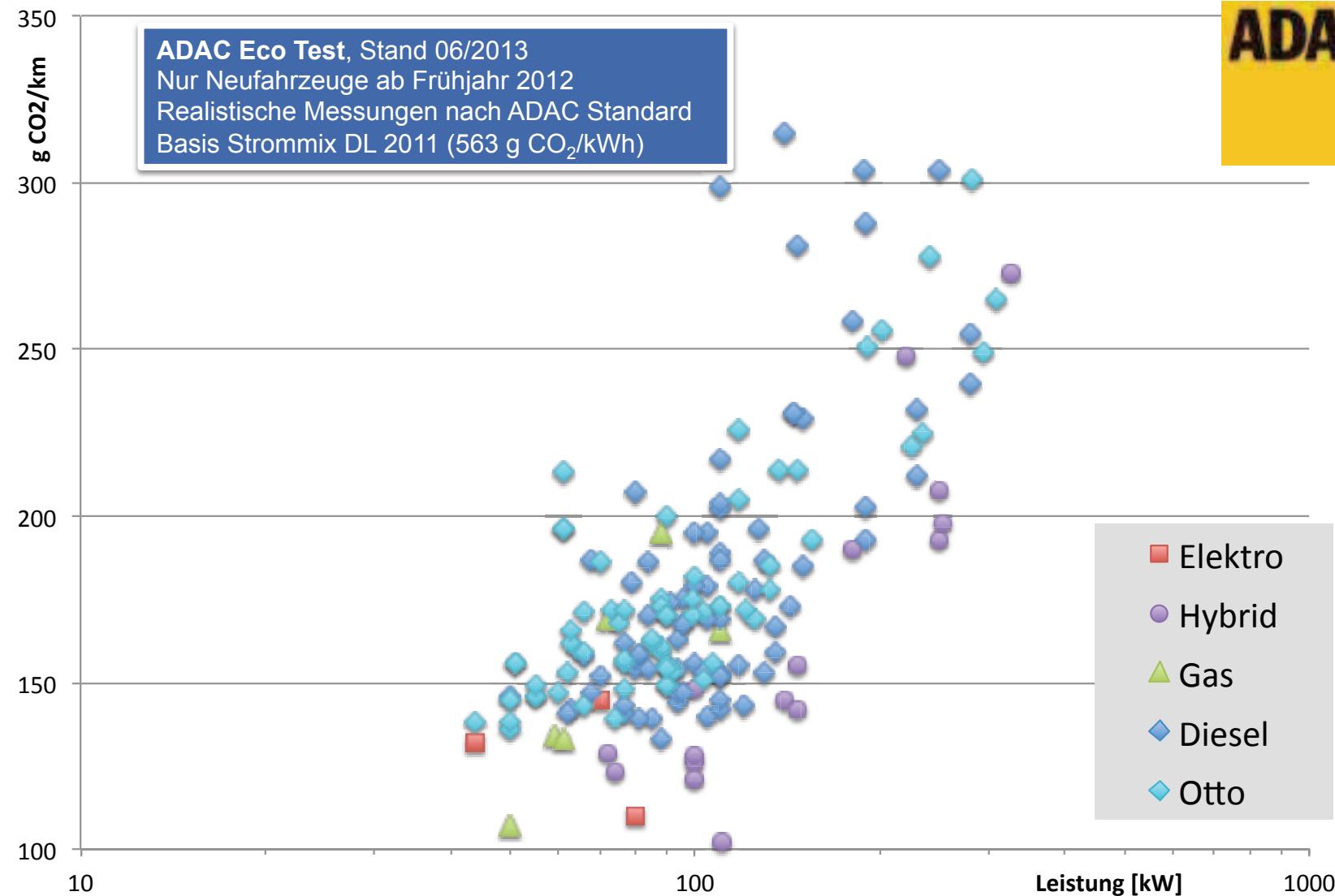
- Straßenverkehr ist die Hauptursache für Luftverschmutzung
- Elektrofahrzeuge erzeugen keinen Feinststaub
  - ➡ Grundsätzlich Verbesserung
- Aber: Luftbelastung durch Elektrofahrzeuge ist höher als konventionelle PKW
- Belastung durch Elektrofahrzeuge ist langfristig gegeben

Verbesserung durch Elektrifizierung  
- aber kein Ersatz für aktuelle Maßnahmen bei konventionelle PKW

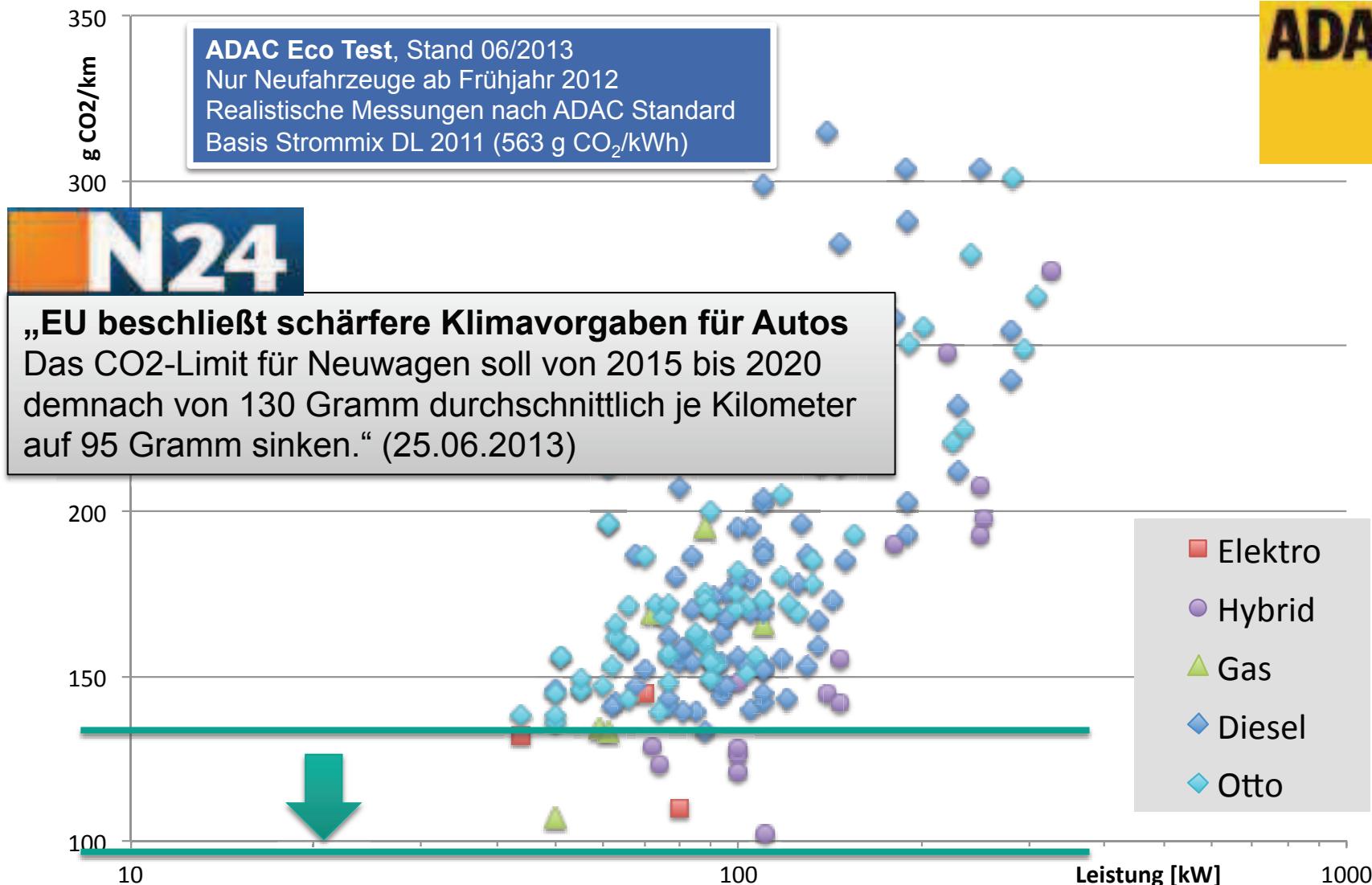


Quelle: Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg

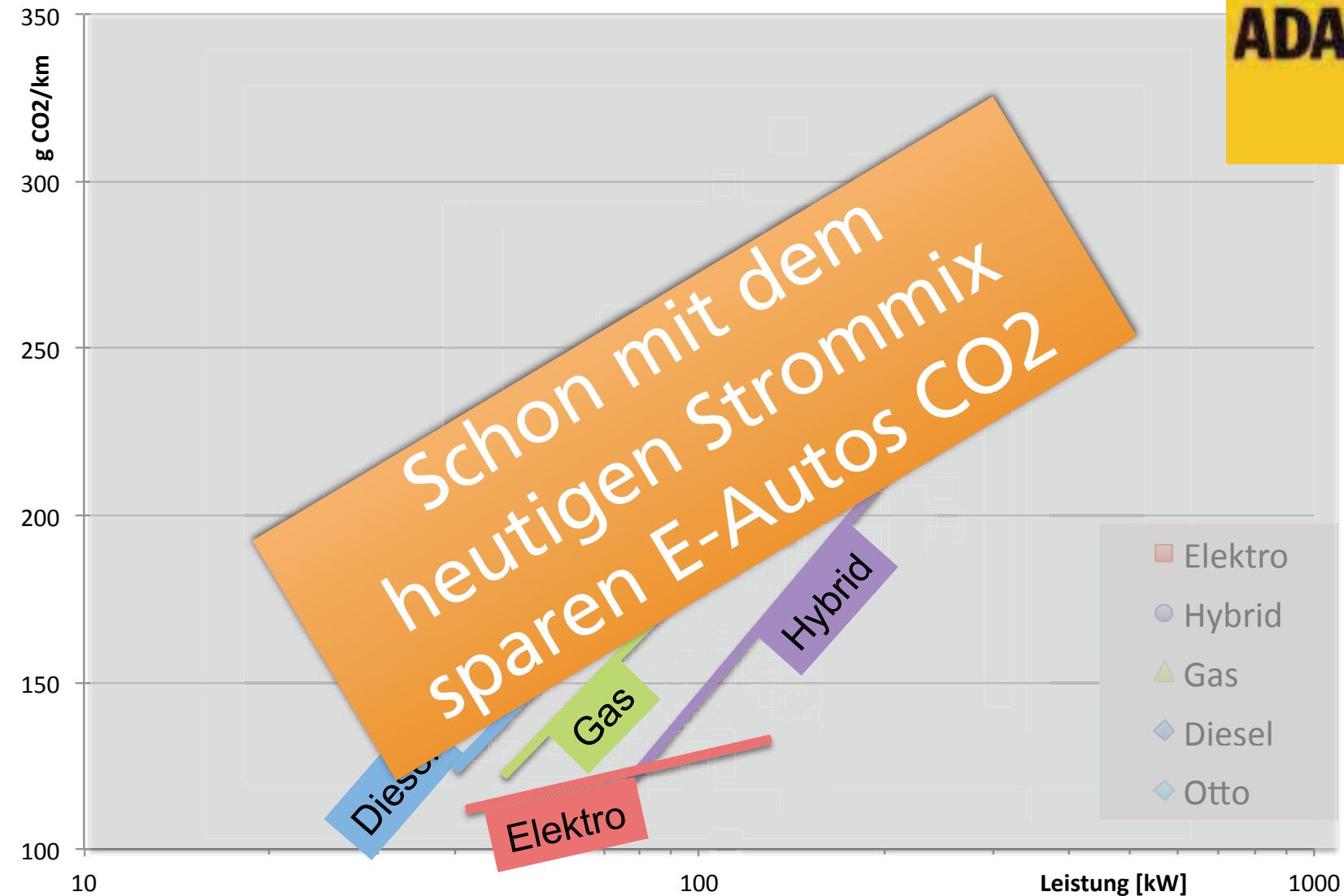
# Globale Luftbelastung ( $\text{CO}_2$ )



# Globale Luftbelastung (CO<sub>2</sub>)



# Globale Luftbelastung (CO<sub>2</sub>)



# Realistischer Vergleich der CO<sub>2</sub> Emission Well-to-Wheel

Fahrzeuge wie VW Golf ... Audi A4, Opel Ampera, Nissan Leaf usw.

Elektroauto	Milde Temperatur ab 10 °C	Kalte Temperatur unter 0 °C	Grenzwert
CO <sub>2</sub> Emission* im Strommix in Deutschland / EU-27 **		576 / 414	gCO <sub>2</sub> /kWh
Elektrischer Energiebedarf pro 100 km	15	25	kWh/100km
Lade-Wirkungsgrad (Ladeelektronik 95%, Batteriezyklus 90%)		86	%
CO <sub>2</sub> Ausstoß Elektroauto	<b>101 / 73</b>	<b>168 / 121</b>	<b>82 / 59</b> gCO <sub>2</sub> /km

(\*) Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Stroms beim Endverbraucher berücksichtigt Eigenverbrauch der Kraftwerke, Leitungsverluste, Pumpverluste

(Pumpspeicherwerk), nicht aber die Bereitstellung des Brennstoffs an konventionelle Kraftwerke

(\*\*) DL-Wert aus 2012; EU-27 Wert aus 2010

VKM-PKW	Sommer	Winter	Grenzwert
CO <sub>2</sub> Emission Benzin		2,32	kgCO <sub>2</sub> /l
Erzeugungs-Wirkungsgrad Hafen bis Tankstelle * (Raffinierung 6-10%, Transport 1%)		91	%
Benzinverbrauch pro 100 km	6	7	4 l/100km
CO <sub>2</sub> Ausstoß VKM-Auto	<b>153</b>	<b>178</b>	<b>102</b> gCO <sub>2</sub> /km

(\*) Wie bei der Stromproduktion ist die CO<sub>2</sub> Erzeugung bei der Bereitstellung des Rohöls nicht berücksichtigt.

**Fazit:** Im Sommer sparen E-Fahrzeuge in DL rund **1/3** CO<sub>2</sub> gegenüber vergleichbaren Otto-Motor PKW, im Winter kaum.

# CO<sub>2</sub> in der Stromproduktion

## Zukünftiger Trend

**„CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilowattstunde Strom steigen nach 2010 wieder an“**

(Zitat Umweltbundesamt 07/2013)



„Die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom verursachte **2010** in Deutschland durchschnittlich **546** Gramm CO<sub>2</sub>. ... Für **2011** hat das UBA auf der Grundlage vorläufiger Daten jedoch einen gestiegenen „Spezifischen Emissionsfaktor“ von **564 g/kWh** errechnet. Grund ist ein **Anstieg der aus Kohle gewonnenen Strommenge**. Schätzungen für **2012** ergeben derzeit einen Wert von **576 g/kWh**.“

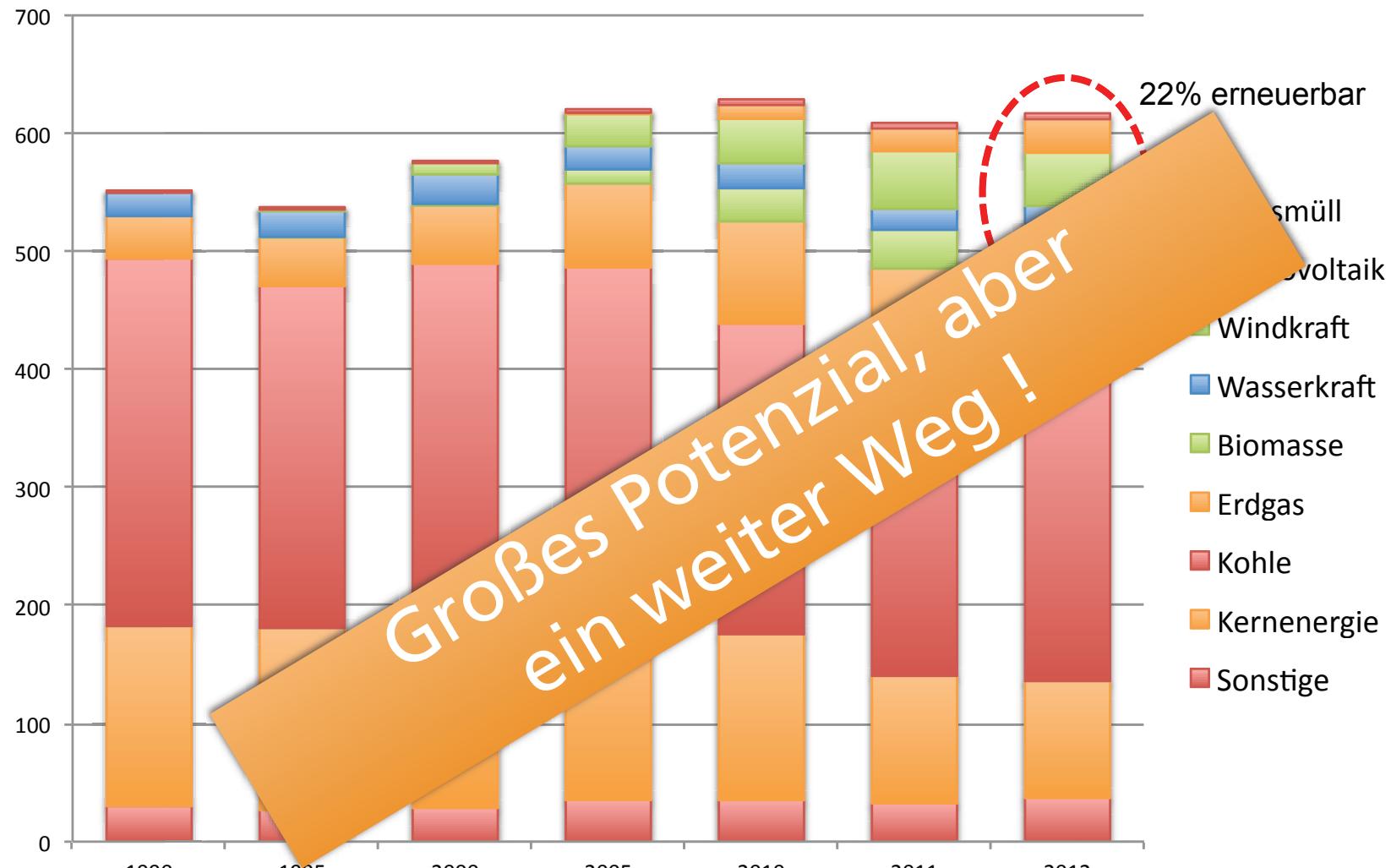
**„Kohlestrom steigert CO2-Ausstoß“**  
(Zitat Zeit-Online, abgerufen am 18.06.2013)



„Altmaier sagte, preiswerte Kohle dränge infolge der Ausweitung der Gasförderung in den USA, bekannt als Fracking, auf die Weltmärkte. Man müsse aufpassen, dass Kohle nicht die klimafreundlichere Energiegewinnung in Gaskraftwerken verdränge.“

# Verbrauch endlicher Ressourcen

## Brutto Stromerzeugung in DL



Ziel Bundesregierung 2020: 35% erneuerbare Energie

Quelle: Statistisches Bundesamt, Stand 06/2013

# 100% Ökostrom?



**StromNatur** **GasNatur**

Strom aus 100% Wasserkraft

**StromNatur für Bretten und den Kraichgau**

Mit unserem günstigen Angebot StromNatur können Sie einfach und bequem einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Denn StromNatur wird zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt. Dadurch wird die Natur nachhaltig entlastet und klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen werden dauerhaft eingespart. StromNatur wird in Wasserkraftwerken erzeugt. Für diese Leistung steht das TÜV Qualitätssiegel, das Ihnen als Kunde die Sicherheit gibt, uns vertrauen zu können – und zwar zu 100 Prozent.

**TÜV NORD**  
TÜV NORD Wasserwirtschaft GmbH & Co. KG  
Qualitätsseiegel

## BAHN.CORPORATE MIT 100% ÖKOSTROM



Ökologischer Meilenstein: Seit dem 1. April 2013 reisen alle bahn.corporate-Kunden ausnahmslos und standardmäßig im DB Fernverkehr mit 100 % Ökostrom. Damit bietet die Bahn deutschlandweit das mit Abstand nachhaltigste Firmenkundenprogramm im Bereich Business Travel in Deutschland an.

Für Firmenkunden der DB stehen die Signale jetzt auf Grün. Bisher konnten nur große Firmenkunden optional ihre Dienstreisen mit Ökostrom durchführen. Ab sofort reisen alle 25.000 bahn.corporate-Kunden innerhalb Deutschlands im Fernverkehr standardmäßig bei jeder Fahrt mit 100 % Ökostrom. Dies gilt auch für Firmen, die das Veranstaltungsticket zu Konferenzen und Meetings nutzen.

Übrigens: Ab sofort werden alle neuen BahnCard Business als Zeichen für die Umstellung auf 100 % Ökostrom in einem neuen grünen Kartenlayout produziert. Inhaber von noch gültigen BahnCard Business reisen seit dem 1. April 2013 selbstverständlich ebenfalls mit 100 % Ökostrom.



## EnBW Elektroauten-Ladekarte

Die Energie-Karte für Ihre E-Mobilität

### Ihre Vorteile

- bargeldlos tanken an allen EnBW-Ladestationen
- emissionsfrei fahren durch 100 % Ökostrom
- einfache Handhabung, für alle mit Elektro-Fahrzeugen nutzbar

# 100% Ökostrom?



## Stadtwerke Aachen

An unseren Ladestationen fließt reiner **Ökostrom**: Unser Fahrstrom mit der deutschlandweit ersten Flatrate bis Ende 2013 stammt zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien. Aufgeladen wird mit einer Ladekarte, die Sie bei unserer [Energieberatung](#) erhalten können.

## SWM Ladestation

### Grüner Sprit aus der Steckdose

#### Pressetext der SWM:

Damit Sie auch zuhause ganz sicher CO2-freien Strom tanken, empfiehlt es sich, das SWM Ökostrom-Angebot M-Natur zu beziehen. Damit erhalten Sie Ökostrom, den die SWM ausschließlich durch Wasserkraft gewinnen. Aus einer Hand bieten Ihnen die SWM für Ihre CO2-freie Mobilität als Basis den M-Natur Vertrag, einen Hausanschluss mit Heimladestation, die Vermittlung eines Vertragsinstallateurs sowie eine Elektro-Tankkarte an, mit der Sie auch an SWM eigenen Stromtankstellen im Stadtgebiet München Ihr Elektrofahrzeug aufladen können. Zudem gewährleistet unser M-Sicherheitsservice rund um die Uhr eine problemfreie Strombetankung.

## Stadtwerke München

## Ist es ökologisch sinnvoll, „Ökostrom“ zu kaufen?

1. Technisch ist es unmöglich, einzelnen Haushalten oder Ladesäulen einen anderen Strom/Strommix zu liefern als allen anderen Stromkunden im gleichen Bilanzkreis.
2. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG\*) legt fest, dass grundsätzlich der gesamte produzierte Ökostrom ins Netz eingespeist und abgenommen werden muss. Bei Überproduktion sind immer konventionelle Kraftwerke zu drosseln (Gas, Kohle), nie Ökostrom. Die daraus entstehenden Mehrkosten werden über die EEG-Umlage (ab 2014 über 6 ct/kWh) von den Verbrauchern bezahlt.

Der Strommix in DL und damit auch die CO<sub>2</sub> Produktion bei der Stromerzeugung ändert sich also durch den Einkauf von mehr oder weniger Ökostrom an der Strombörsen durch einzelne Netzbetreiber überhaupt nicht.

**„Öko“ = Ökologie (Umweltschutz) oder Ökonomie (Aktionärsschutz) ?**

... wenn Sie der Umwelt zusätzlich zur EEG-Umlage helfen wollen:  
Nehmen Sie den billigsten Stromtarif und investieren zusätzlich direkt in den Bau von neuen Solar- oder Windkraftanlagen!

\* Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), §8, Abs.1. Derzeit Verteuerung Strompreis um rund 30% (5,28 ct/kWh in 2013).

# Ist es ökologisch sinnvoll, „Ökostrom“ zu kaufen?

Seriöse Aussagen zum Nutzen von Ökostromtarifen gibt's aber auch:



## COMFORTStrom energreen25

### energreen - Ökostrom in Bestform

Mit **energreen** setzen Sie mit uns ein Zeichen für eine lebenswertere Umwelt. Mit Ihrem Aufpreis gegenüber herkömmlichen Stromprodukten fördern Sie den Bau neuer Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in der Region. Eine Reihe von Photovoltaikanlagen in Bruchsal und ein mit Biogas betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) wurden auf diese Weise bereits finanziert.



#### energreen fördert

- den Ausbau der erneuerbaren Energien – Strom aus Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie
- den aktiven Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz
- Ihre Region – energreen-Anbieter investieren vor Ort.

Quelle: Internetauftritt der Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH, abgerufen am 10.10.2013

## Leserbrief in der Zeitschrift mobility 2.0 (Ausgabe 4.2013)



"Ich bin immer wieder platt, mit welcher Einigkeit und Selbstverständlichkeit der Ladestrom für Elektromobile maximal mit der CO2-Belastung des Strommixes angesetzt wird (immerhin wird nicht mehr so oft von Null-Emission gesprochen).

Wer so argumentiert übersieht, dass das Strommixargument nur angewendet werden darf, wenn sich der grüne Anteil am Strom skalieren lässt, also wenn beispielsweise vor dem Einsticken des Ladesteckers 30 % Grünstrom im Netz war und beim Laden der Prozentsatz erhalten bleibt.

Das ist aber nicht der Fall, weil meistens der Grünstrom nicht weiter erhöht werden kann, denn aufgrund seines Einspeisevorangs läuft er schon auf Vollausschlag. Wenn dann die Elektromobile geladen werden sollen, kann der Grünstrom nicht mehr zulegen. Wenn dann nicht Atomstrom einspringt oder ein Pumpspeicherwerk, dann muss zwangsläufig die fossile Einspeisung ein wenig höher ausfallen. Und schon steigt der CO2-Anteil des Strommixes.

Nach dieser Grenzbetrachtung fahren batterielektrische Fahrzeuge (BEV) also noch viele Jahrzehnte faktisch mit Fossilstrom. ..."

*Herbert Hanselmann, Paderborn*

# Zusammenfassung

## Ökologie

Keine Verbesserung bei Flächeninanspruchnahme,  
wenig Verbesserung bei Lärmbelastung.

Großes Potenzial bei lokaler Luftbelastung.

Langfristig hohes Potenzial bei globaler Luftbelastung,  
derzeit (Strommix) aber noch wenig Effekt.

Langfristig hohes Potenzial bei Verbrauch endlicher  
Ressourcen, derzeit (Strommix) noch wenig Effekt.

„100% Ökostrom“ an einzelnen Zapfsäulen gibt es  
nicht, der Strommix in einem Bilanzkreis ist gleich  
(unabhängig vom individuellen Stromtarif)

# Fünf Fragen

1 Technik – Wie funktioniert ein Elektroauto ?

2 Praxis – Wie gehen wir damit um ?

3 Energie – Woher kommt der Elektro Strom ?

4 Konsequenzen – Was kostet uns das ?

5 Ökologie – Was bringt das für die Umwelt ?

6 Konsequenzen – Was ist zu tun ?

# Warum werden nicht mehr E-Autos verkauft ?

## Thesen

- **Elektromobilität ist teuer**  
(... aber es gibt inzwischen bezahlbare E-Fahrzeuge, ... und es fahren ja auch nicht nur KIAs und Hyundais auf deutschen Straßen)
- **Elektroautos sind keine Allzweckautos**  
(... aber das sind Kleinstwagen (Smart!), Cabrios & Co. auch nicht)
- **Elektroautos sind etwas „Neues“**  
(... man weiß ja nicht ..., ... man hat gehört ..., ... es stand geschrieben ...)

# Was spricht für E-Autos ?

## Thesen

- **E-Autos schonen die Umwelt**  
(Umweltschutz ist nicht sexy, außerdem in DL wenig CO<sub>2</sub> Einsparung verglichen mit sehr guten Diesel-Fahrzeugen)
- **E-Autos machen Spaß !**
  - Einfach und stressfrei zu Fahren, einfach zu Bedienen
  - Bequemes Bremsen mit dem Gaspedal (Rekuperation)
  - Ruckelfreies Beschleunigen
  - Sehr leise im Innenraum (vor allem in der Stadt)
  - Kein Benzingestank im Auto, keine Kopfschmerzen
  - Keine Vibrationen, kein Rappeln bei Ampelstopps
  - Bequemes „Tanken“ zu Hause

CO<sub>2</sub>-Ausstoß

Endliche  
Ressourcen

Regenerative  
Energieträger

Netzausbau

Fein-  
staub

## ***Intelligente Energietechnik***

Dezentrale  
Stromerzeugung

Entkoppelung  
von Erzeugung  
und Verbrauch

Ladestationen

Smart Grids

Induktives  
Laden

# Praktische Demonstration Besichtigung und Probefahrt im Hof



Opel Ampera



Renault Zoe



smart electric drive



Mitsubishi i-MiEV

Quellen: Renault, Opel, Daimler, Mitsubishi