

Die Individual Mobilität von Morgen

**Fahren wir bald elektrisch
oder hat der Verbrennungsmotor eine Zukunft**

Rudolf W. Thom

C Consultant for

A Automotive

R Regulations

Inhalte und Gliederung

- 1. Einleitung**
- 2. Individuale Automobil Mobilität Heute und Morgen**
- 3. Der Bestand an Kraftfahrzeugen in wichtigen Märkten**
- 4. Die weltweite Fahrzeugproduktion; Ausblick bis 2020**
- 5. Energievorräte**
- 6. Verbrennungsmotoren und deren Weiterentwicklung**
- 7. Die Hybridisierung von Kraftfahrzeugen**
- 8. Das Batterie Elektrische Fahrzeug BEF**
- 9. Zusammenfassung**

Individualmobilität HEUTE (Fahrten mit dem Auto)

Als „notwendig“ anerkannte Mobilität

- Fahrten zum und vom Arbeitsplatz (eingeschränkt)
- Transporte von Menschen und Gütern (eingeschränkt)
- berufliche Fahrten von Ärzten, Handwerkern, Vertretern

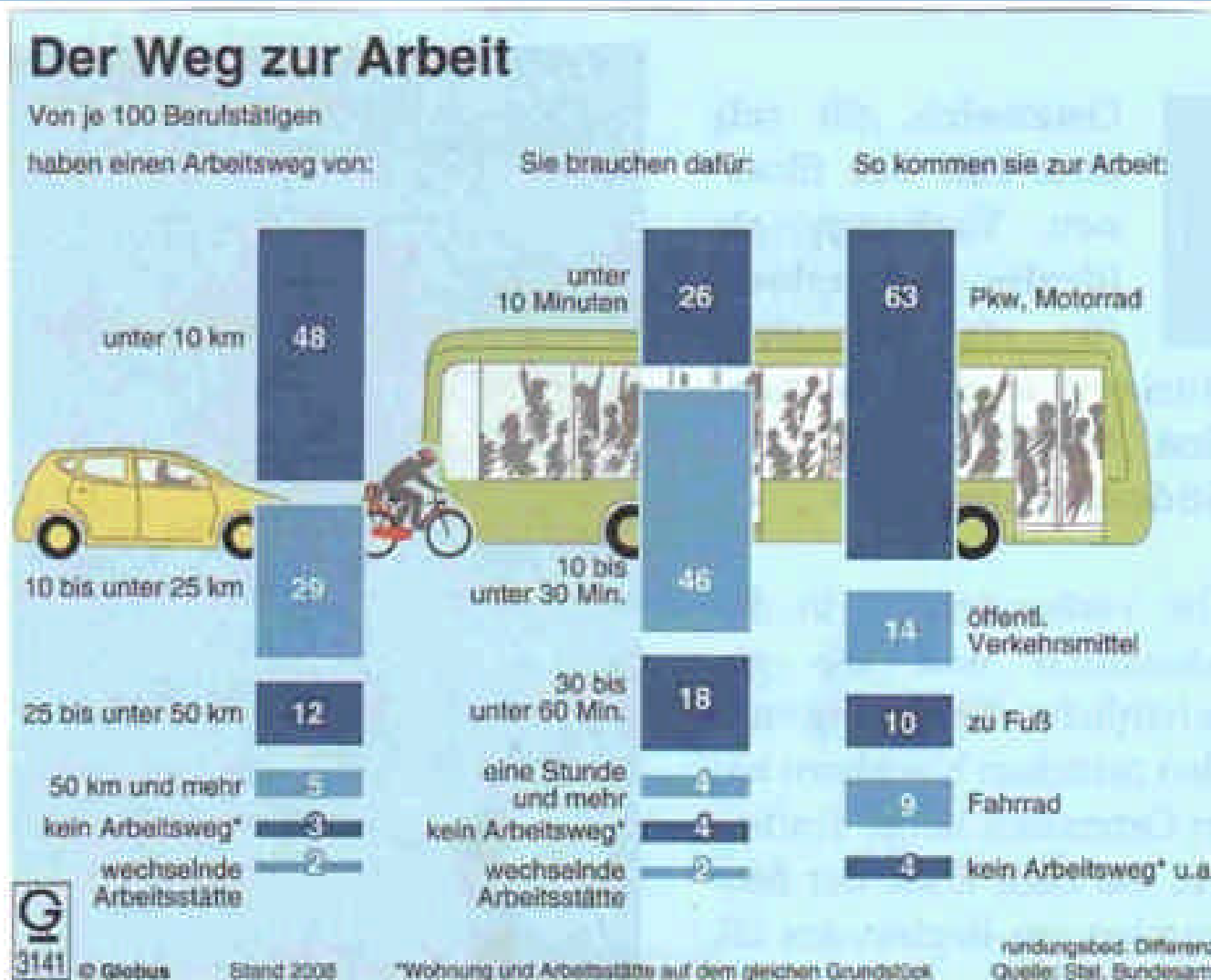
Als „teilweise notwendig“ anerkannte Mobilität

- Einkaufsfahrten
- Kindertransporte zu Schulen, Weiterbildung, Vereine
- Familienbesuche
- Alles rund um das Thema **Gesundheit**

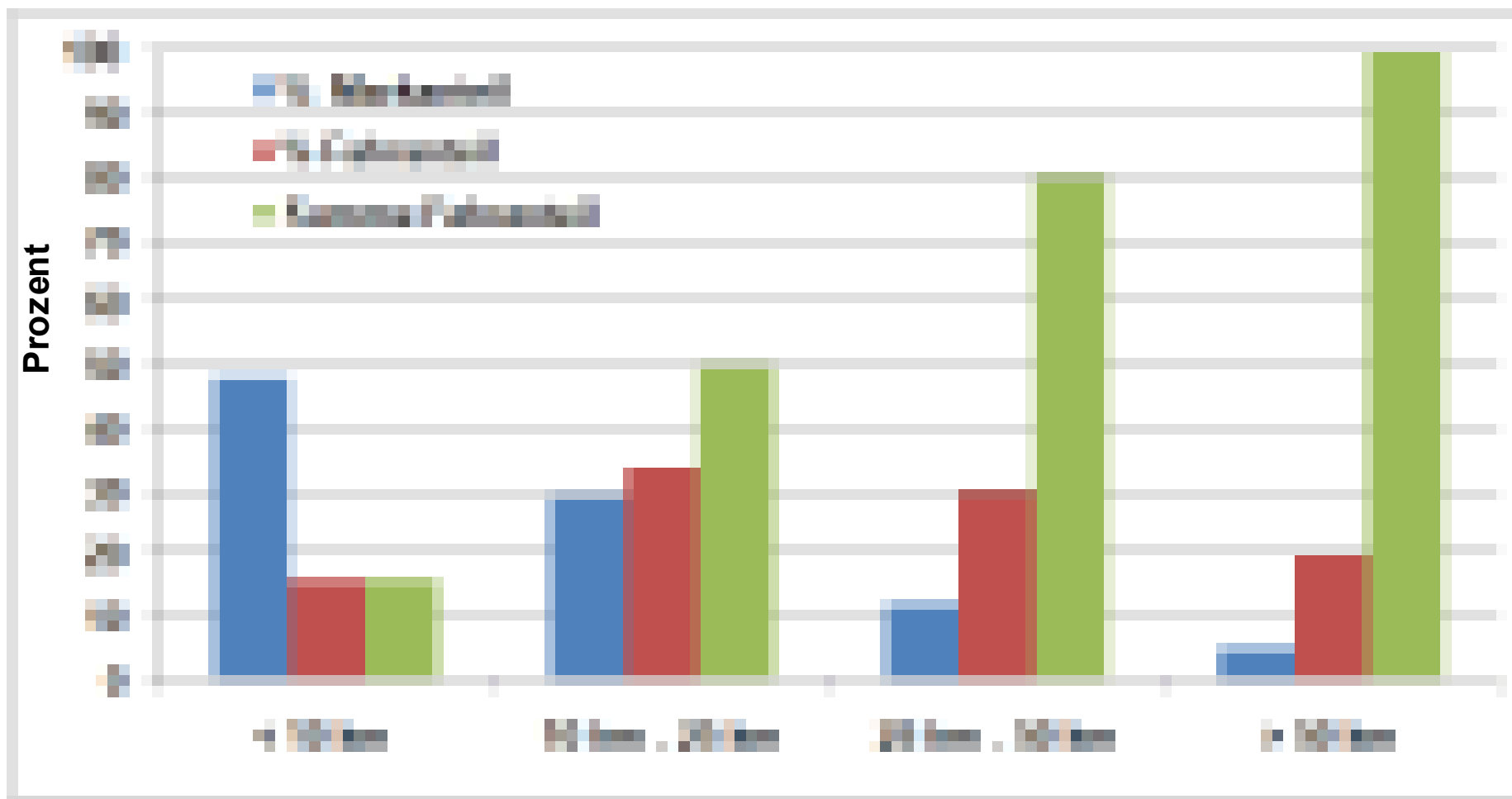
Als „reiner Luxus“ bewertete Mobilität

- Wochenendfahrten
- Urlaubsfahrten
- Sport, Freizeit, Kultur
- zum Essen fahren
- u. v. m.

Individualmobilität; der Weg zur Arbeit



Individualmobilität; der Weg zur Arbeit; Fahranteile



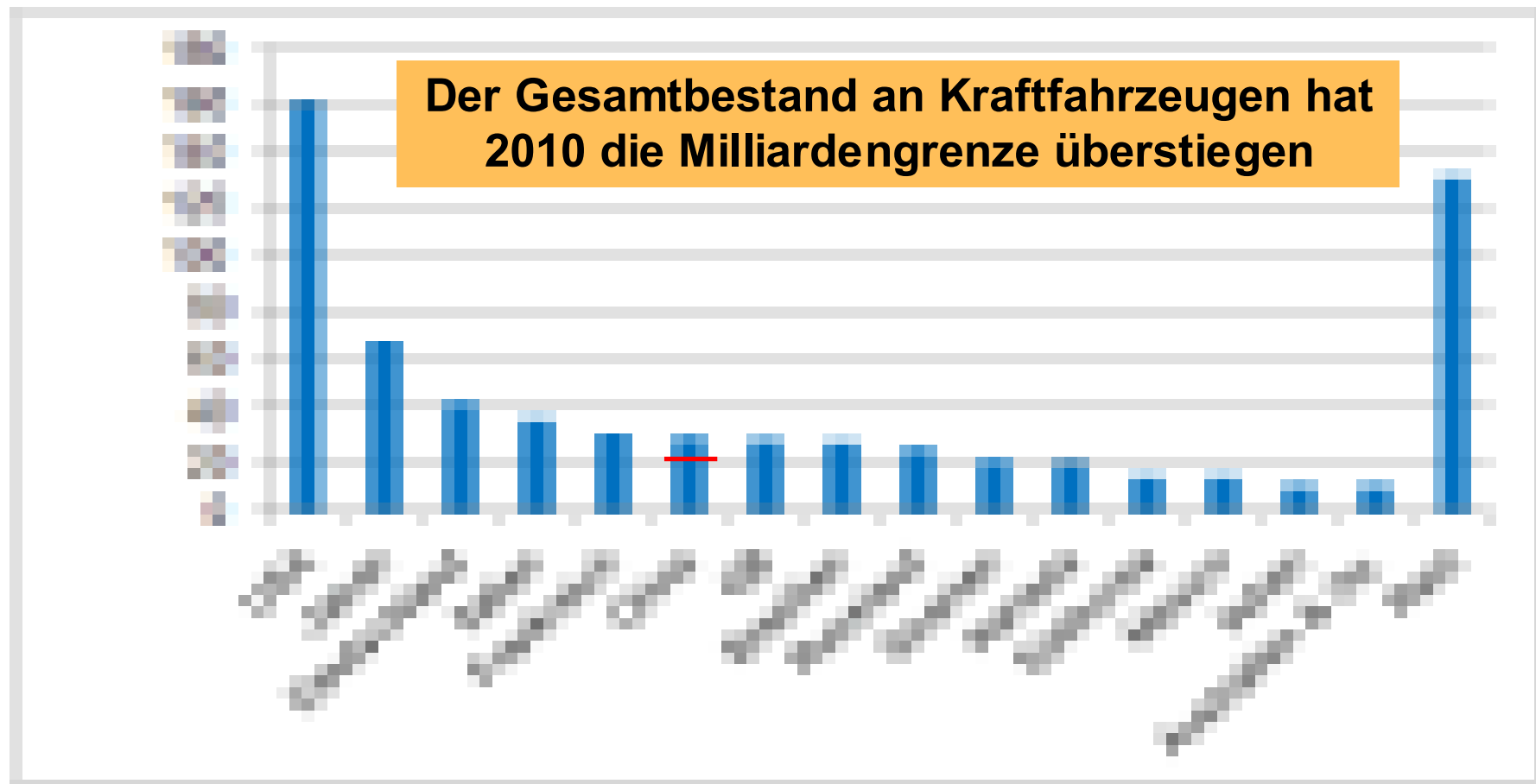
Zahlen, Daten, Fakten zur Jahresfahrleistung

- In Deutschland sind etwa 42 Mio. PKW's zugelassenen
- Davon sind ca. 8 Mio. sogenannte Zweitwagen
- ca. 94 % der Familien mit Kindern haben einen PKW
- bei den Singles sind es ca. 72 %
- in den Städten liegt die Quote unter 50 %

- die Jahresdurchschnittsfahrleistung liegt bei 12700 km (14300 km Infas)
 - bei Mercedes Fahrzeugen sind es ca. 22000 km/Jahr
- bei den Zweitwagen sind es ca. 6000 km/Jahr

- Halterangaben zur Nutzung des Fahrzeugs
 - 22 % für Fahrten zur Arbeit
 - 37 % für Freizeit (Wochenende/Urlaub)

Der PKW Bestand in verschiedenen Ländern (2010)

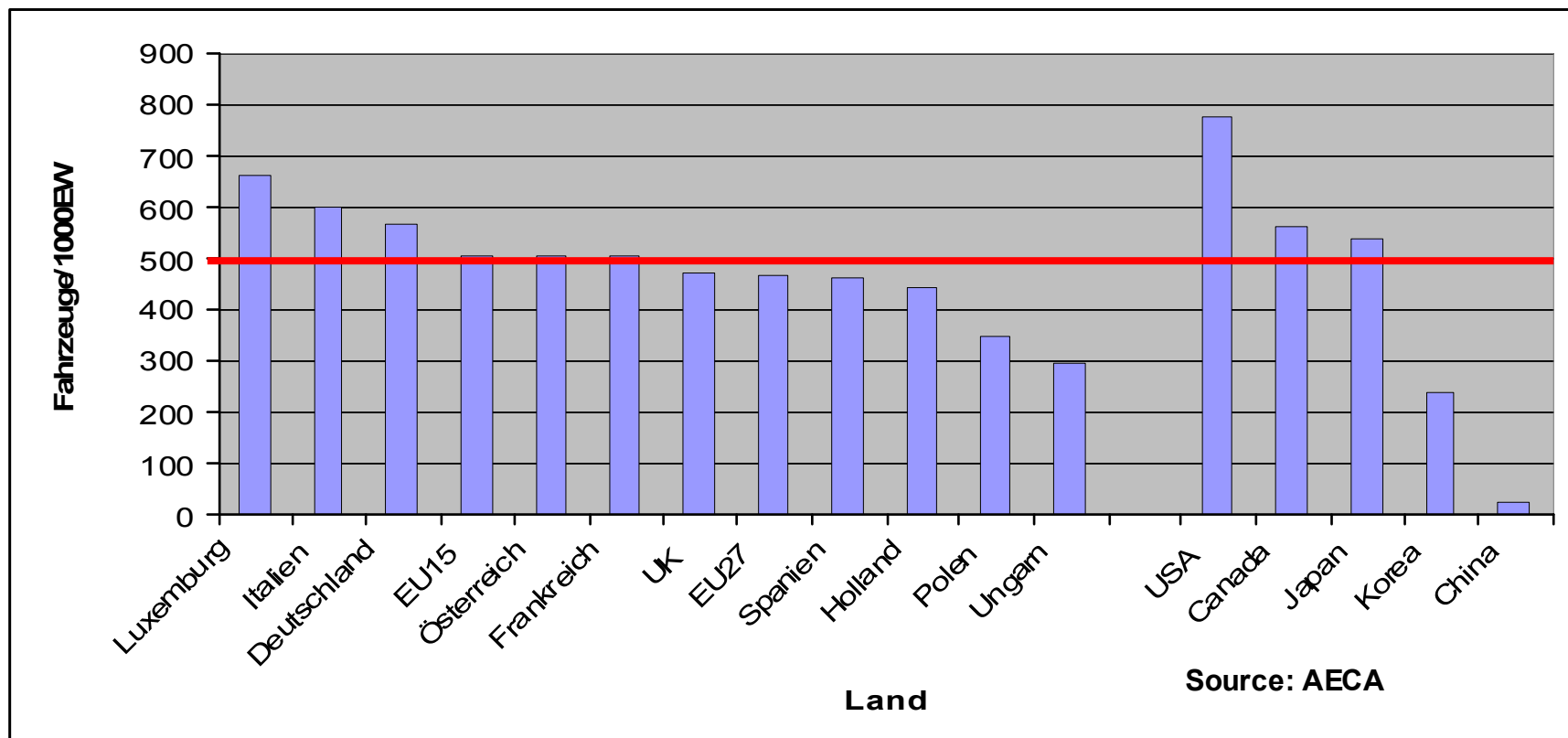


Zulassungsdichte in ausgewählten Ländern

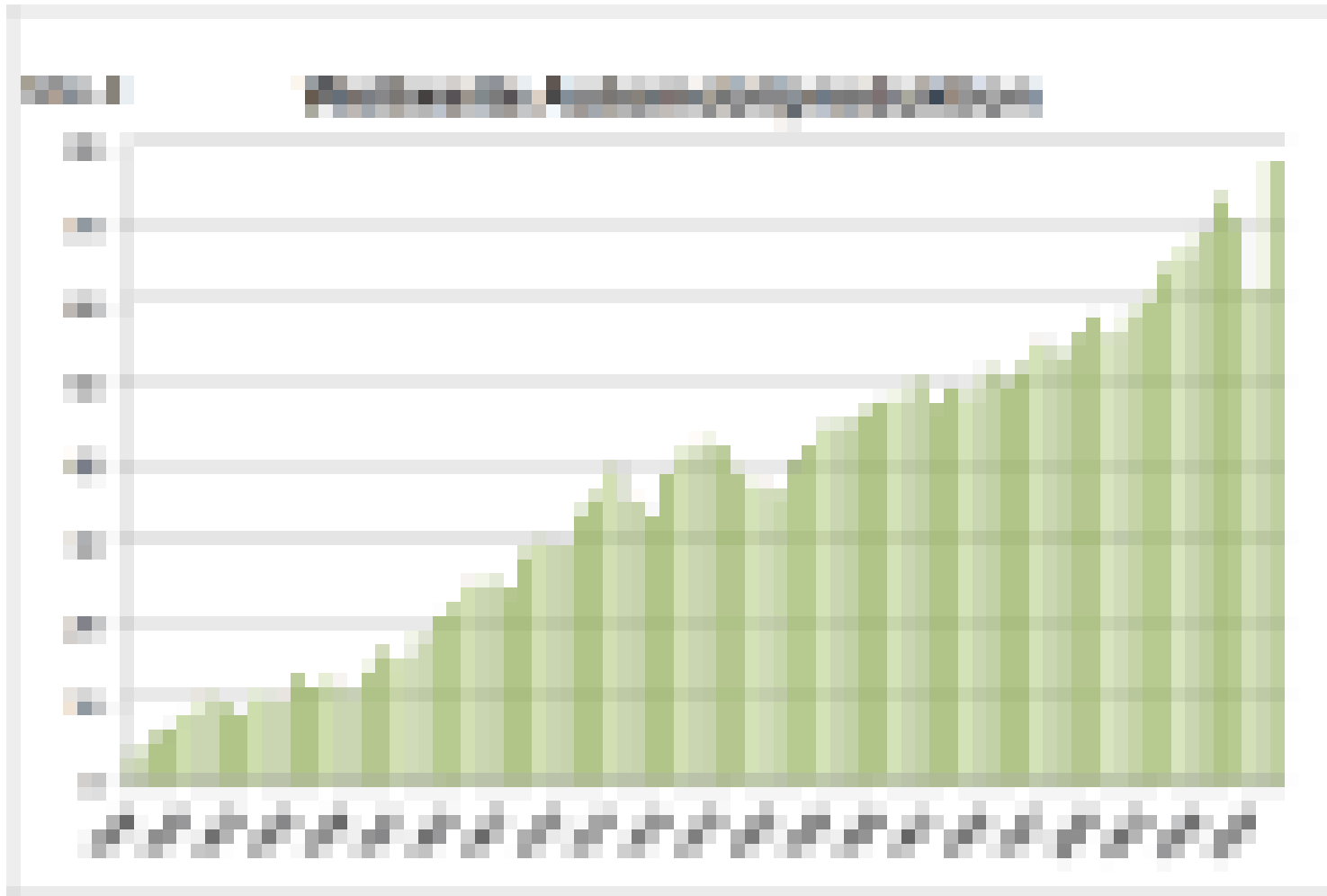
Was würde es bedeuten, wenn bevölkerungsreiche Staaten wie

- China Indien Indonesien

auch 500 Fahrzeug / 1000 Einwohner haben wollen?



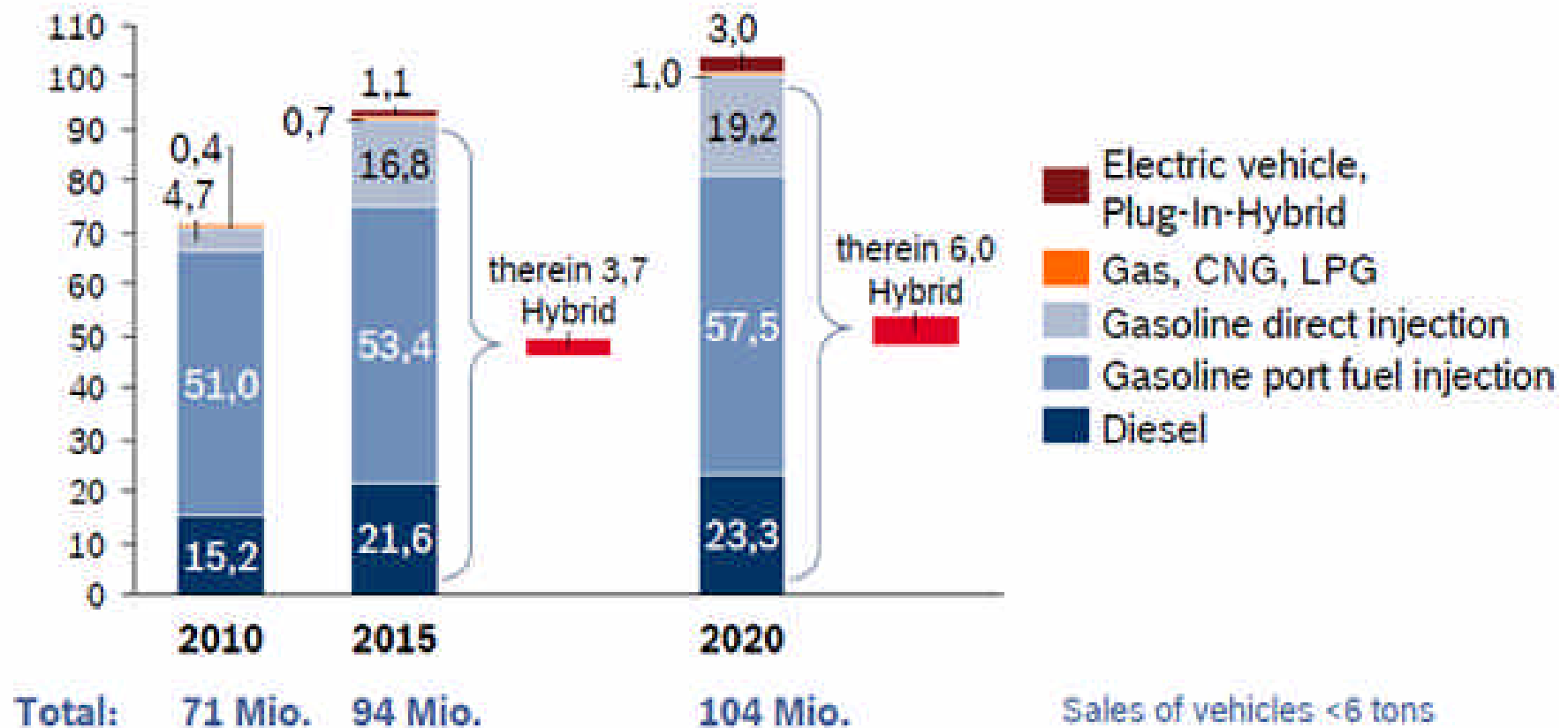
Die Entwicklung der weltweiten Fahrzeugproduktion



Produktionserwartungen bis 2020

Quelle:
BOSCH, Fehrenbach

in Mio. vehicles



Bestand an Fahrzeugen weltweit 2010 und Ausblick auf 2020

Bestand an Personenwagen 2010

1 000 000 000 Einheiten

Produktion von 2010 bis 2020

580 000 000 Einheiten

Davon werden mit Gas (LPG/CNG) betrieben

3 000 000 Einheiten

mit H₂ betrieben

3 000 Einheiten

als Elektrofahrzeuge betrieben

30 000 000 Einheiten

mit Benzin oder Diesel betrieben

547 000 000 Einheiten

(incl. aller Hybridvarianten)

Bestandserwartung 2020

1 300 000 000 Einheiten

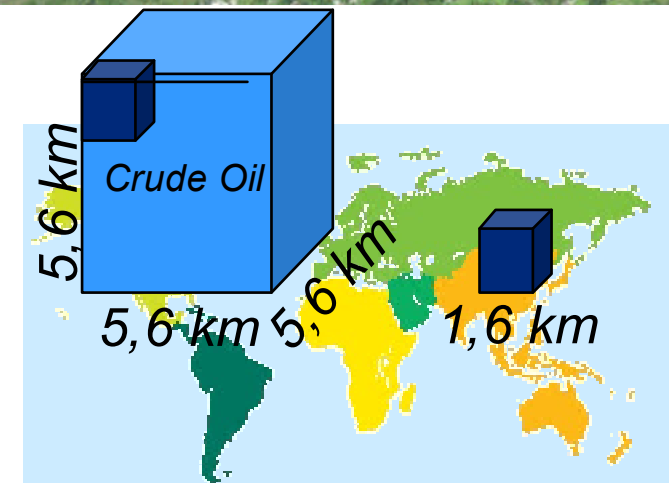
mit Benzin oder Diesel betrieben

1 270 000 000 Einheiten

(incl. aller Hybridvarianten)

Erdölvorräte; heute bekannter Bestand

- Die weltweiten bekannten Ölvorräte in 2006 betrugen 178 km^3
- Der Wasserinhalt der Genfer See beträgt 89 km^3
- Wir haben also 2 Mal den Inhalt des Sees an Öl zur Verfügung
- Man kann die Vorräte sich aber auch als Würfel vorstellen
- Ein Würfel mit 5,6 km Kantenlänge entspricht den 178 km^3
- Der derzeitige Jahresweltbedarf an Öl beträgt ca. 4 km^3
- Dies entspricht einem Würfel mit einer Kantenlänge von 1,6 km



Das jährlich neu gefundene Öl ist derzeit aber mehr als das jährlich verbrauchte Öl

Quelle: Mercedes Dr. Weber

Die wichtigsten Hybridvarianten

Mild Hybrids

- vom intelligenten Generatormanagement
- bis zum ISG Integrierter Starter Generator
- Rekuperation
- Boostfunktion
- Nebenverbraucher
- kein elektr.. Fahren

Full Hybrids

- mit Elektromotor >30 kW
- wie oben
- rein elektr. Fahren möglich
- Reichweite f (Batterie)

Plug in Hybrids

- wie ein Full Hybrid, aber mit größerer oder mit einer zweiten Batterie
- wie ein Full Hybrid mit externer Batterie ladung

Range Extender

- mit Verbrennungs- und Elektromotor wobei der Antrieb immer elektrisch erfolgt
- Verbrennungsmotor zur Stromerzeugung während der Fahrt

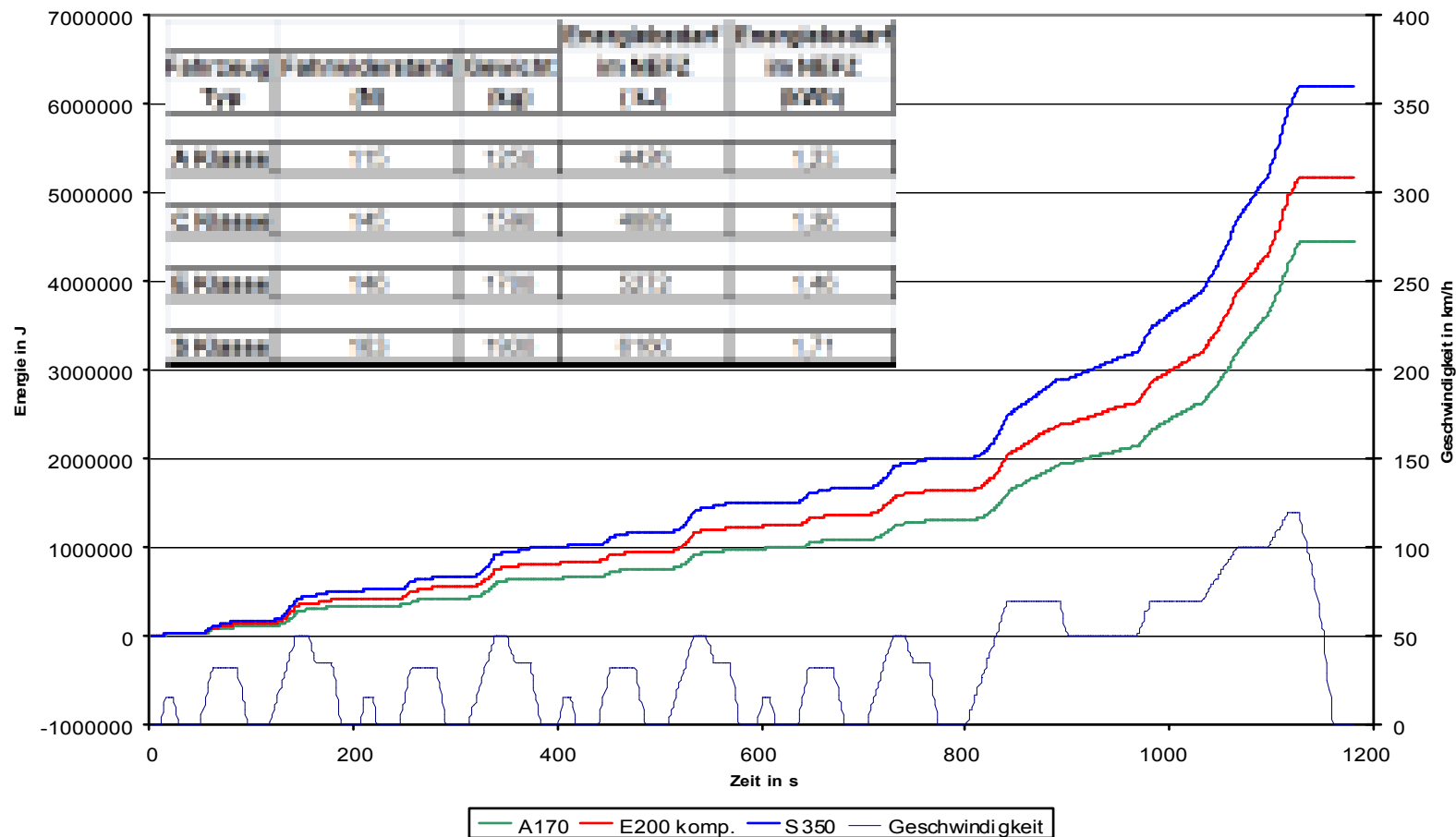
Der OPEL Ampera

Einige Daten zum Fahrzeug

- Preis ab 42900 Euro
- Batterie 16 kWh
- Batteriegewicht 198 kg
(80Wh/kg)
- Energiebedarf NEFZ
je 100 km 16,9 kWh
- reale el. Reichweite in Tests 60 bis 73 km
- Leergewicht 1732 kg zul. Gesamtgewicht 2000 kg



Energiebedarf im NEFZ mit verschiedenen Fahrzeugen



Energiedichte unserer Energiespeicher im Pkw

Energiedichte in Wh /kg

„Kraftstoffe“

• Benzin	11950	Wirkungsgrad 20%	2390 Wh/kg
• Diesel	11700	Wirkungsgrad 25%	2925 Wh/kg
• Ethanol	7440		
• Wasserstoff	33000	Speichervolumen	

„Batterien“

• Batterie Blei	40		
• Batterie NiMH	120		
• Batterie Li Ion	170	Nutzbarkeit und Wirkungsgrad	122 Wh/kg

**In den konventionellen Kraftstoffen haben wir wirkungsgradbereinigt
ca. 25 Mal mehr Energie und damit Reichweite gespeichert**

Erforderliche Batteriegrößen für Elektrofahrzeuge

- ein Fahrzeug „C-Klasse“ verbraucht für einen NEF-Zyklus (11km) ca. 1,36 kWh
- durch Hybridisierung können „best case“ 23% gespart werden
- dadurch ergeben sich Leistungsbedarfe von

Fahrstrecke	50 km	100km	200km
erforderl. Leistung	4,8 kWh	9,6 kWh	19,2 kWh
Installierte Leistung	6 kWh	12 kWh	24 kWh

- 1 kWh Lithium Ionen Batterie incl. Kühlung, Ladestrategie,... kostete 2009 1200.-€
(Herr Bohr, BOSCH sagte, dass 400-500 € denkbar wären, wenn...)
- „Better Place“, Herr Agasi , verkündete das die Batterien 400.000 bis 500.000 km halten würden!!
- Wer kennt die Betriebsstrategie des Prius 3 um 8 Jahre Lebensdauer für die Batterie zu erreichen?
- Wer hat heute „real life“ Erfahrung mit mehr als 2000 Ladezyklen „voll – leer“?

Reichweitenerwartung, Gewicht und Kosten

- Welche Reichweiten erwarten Kunden von einem Elektrofahrzeug?

min. Reichweite	50 km	100 km	150 km	200 km	>250 km
Automobilwoche	1,4	9,9	16,8	23,2	48,7
auto motor sport	5,0	13,0	18,0	64,0	
Aral Studie	2,0		25,0		71,0

% der Befragten

- Welcher Leistungsbedarf / Gewicht entstehen aus diesen Erwartungen?

min. Reichweite	50 km	100 km	150 km	200 km	>250 km
Leistungsbedarf (kWh)	6	12	18	24	30
Batteriegewicht (kg)	48	96	144	192	240

- Zu welchen Batteriekosten führt das?

min. Reichweite	50 km	100 km	150 km	200 km	>250 km
Kosten Heute (€)	7200	14400	21600	28800	36000
Kosten "Hoffnung"	3000	6000	9000	12000	15000

Die Konsequenz: Aus Kostengründen nur reiner Kurzstreckenbetrieb

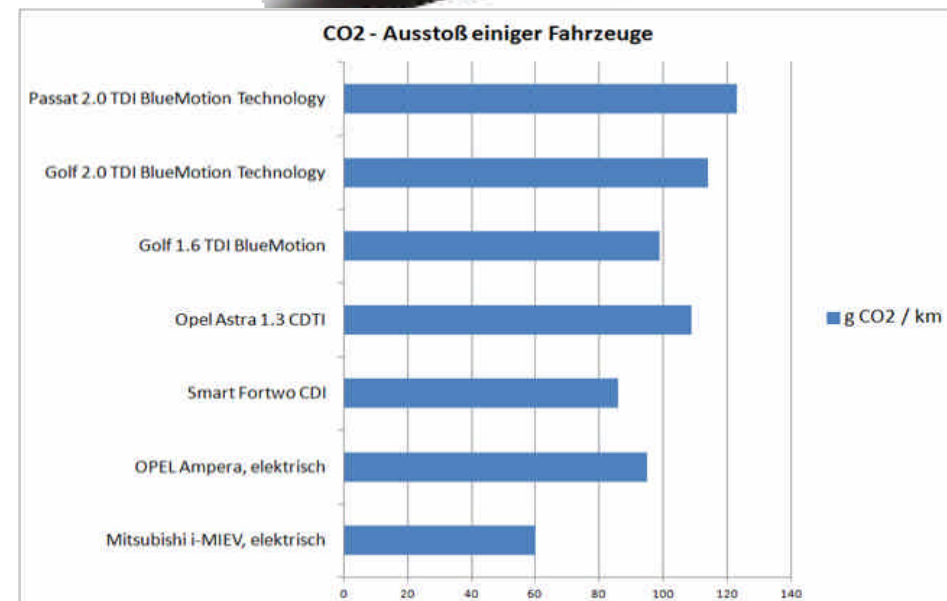
IAA 2011; Elektroautos bleiben in der Nische stecken



AUTOMOBILE Das Strom-Phantom



Betrachtet man sich diese Grafik, fällt auf, dass beim derzeitigen Strommix in Deutschland nahezu kein Unterschied zwischen einem Golf 1.6 TDI BlueMotion und einem Opel Ampera liegt. Der Golf kostet allerdings **22.150 Euro** und für den Ampera muss man derzeit mindestens **42.900 Euro** hinlegen.



Ein neuer Baustein für den Elektro Hype von DBM; Okt. 2010

- **Fahrzeug**
- **Basis AUDI A2 1,4 l Benzin**
- **55 kW Elektromotor statt Verbrenner**
- **E-Motor direkt an original 5 Gang Getriebe mit el. Lasttrennung angeb.**
- **1260 kg Gesamtgewicht**
- **Batterie**
- **Lithium Metall Polymer Batterie**
- **350 kg Batteriegewicht**
- **380 V 260 Ah**
- **Nutzungsgrad 97 %**
- **283 Wh/kg**
- **Gesamtleistung 98,9 kWh**
- **Fahrstrecke**
- **Fahrstrecke ca. 600 km**
- **Energiebedarf je 100 km 14,37 kWh**
- **Bedarf für die 600 km 86 kWh**
- **Restladung ca. 13%**
- **Ladedauer**
- **Ladedauer ca. 10 Stunden bei 10 kWh**
- **Ladedauer ca. 4 Stunden bei 25 kWh**
- **Batterie Kosten**
- **Kosten ca. 1500 €/kWh**

Elektroauto holt Streckenrekord

Batterie hält über 600 Kilometer – Wirtschaftsminister Brüderle spricht von Durchbruch

VON GEORG ISMAR

BERLIN. Nur ein lautes Hupen ist zu hören, als das Auto mit dem Kennzeichen B-MB-6331 in den Hof des Wirtschaftsministeriums einbiegt. Nach 626 Kilometern von München nach Berlin hat die Batterie unter dem Kofferraum des gelb-lila-farbenen Elektroautos noch 18 Prozent Leistung. „Jetzt müssen wir aber dringend mal aufladen“, sagt Fahrer Mirko Hannemann, der als Chef des Unternehmens DBM die Batterie mit 50 Mitarbeitern entwickelt hat.

Bundeswirtschaftsminister Rainer Brüderle (FDP) trifft mit seiner konventionellen Limousine ein. Er spricht von einem „Durchbruch“ für das Elektroauto. Noch nie hat ein alltagstaugliches E-Auto so eine lange Strecke ohne Aufladen bewältigt. Als Lohn wird ein Lorbeerkranz aus Plastik aufs Autodach gelegt.

Vier Leute können in dem umgebauten Audi A2 sitzen, der Kofferraum ist voll beladbar, und bei der Fahrt von München nach Berlin musste nicht auf Annehmlichkeiten wie eine Sitzheizung verzichtet werden. Im Schnitt 90 km/h fuhr der Wagen. „Jetzt müssen alle umrüsten auf die Technik, dann haben wir es geschafft“, sagt Brüderle zum Weltrekord. Der Schlüssel beim Elektroauto sei die Batterietechnik. 600 Kilometer Reichweite entspreche der Distanz für ein vollgetanktes Auto.

Das junge Unternehmen DBM hat seit einem Jahr an der Batterie auf Lithium-Metall-Polymer-Basis gearbeitet. Anleihen wurden auch beim Gabelstapler gemacht,



Das E-Auto auf Basis des Audi A2 dpa

„der seit hundert Jahren elektrisch fährt“, wie Firmenchef Hannemann sagt. Sechs Wochen lang wurde zuletzt fast rund um die Uhr geschuftet. Hannemann sagt, kaum jemand habe an die Fahrt geglaubt, deshalb ist der 27-Jährige erleichtert, dass sie tatsächlich auch geklappt hat.

Aber: Einmal 600 Kilometer fahren sei ja eine schöne Sache, sagt Autoexperte Ferdinand Dudenhöffer. „Aber was man braucht, ist, über 15 Jahre 600 Kilometer fahren zu können.“ Zusammen mit dem Partner und Förderer Lekker Energie will DBM nun die Technik weiter verfeinern. Der Geschäftsführer des Stromanbieters Lekker Energie, Thomas Mecke, kündigt an, dass man auch auf die Größen aus der Autoindustrie als Interessenten hoffe: „Die Forschung ist abgeschlossen, jetzt geht das Verkaufen los.“ 15 000 Zellen werden derzeit pro Tag produziert. Die Bundesregierung hatte in ihrem

Nationalen Entwicklungsplan erst für 2015 Fahrten mit alltagstauglichen E-Autos von mehr als 300 Kilometer Reichweite ohne Aufladen angepeilt. Dementsprechend sieht Brüderle nun schon Chinesen, Japaner und Koreaner bei der E-Auto-Entwicklung klar distanzieren. Bis 2020 sollen in Deutschland eine Million E-Autos rollen, bis 2030 sogar sechs Millionen.

DBM-Chef Hannemann erklärt, die Batterie des „Lekker Mobils“ brauche vier Stunden zum Aufladen – wegen des veralteten deutschen Stromnetzes, sonst sei das auch in ein paar Minuten möglich. Bis zu 500 000 Kilometer schaffe die Batterie. Sie wiegt etwa 100 Kilogramm, insgesamt kann der Wagen ein Gesamtgewicht mit Insassen von bis zu 1600 Kilogramm haben.

Das E-Auto dürfte nur eine Chance haben, wenn in den nächsten Jahren eine Serie von mehreren Hunderttausend Stück produziert werden kann. „Wenn die Fahrzeuge erst mal auf der Straße sind, wird es eine Art Dominoeffekt geben“, betont der Geschäftsführer des Bundesverbandes eMobilität, Frank Müller. Er rechnet sogar mit 4,5 Millionen E-Autos bis 2020 und sieht die Industrie in der Pflicht.

Diese fände alles leichter, wenn es – wie bei der Abwrackprämie auch – eine Kaufprämie von 5000 Euro pro gekauftem E-Auto gäbe. Als Vorbild wird Frankreich genannt. Aber mit Brüderle ist das nicht zu machen: „Ganz bewusst haben wir in Deutschland im Gegensatz zu anderen Ländern auf eine Kaufprämie verzichtet. Denn das verzerrt den Markt.“

Die hier angegebenen Daten stammen aus einem direkten Mail Austausch mit Herrn Mirko Hannemann, DBM.

Die Energiekosten beim „Nachtanken“

Basisdaten für die Kostenberechnung:

Basisdaten:	Benzin	Diesel	Strom
Kosten	1,449 €/l	1,249 €/l	0,20 €/kWh
Mineralölsteuer	0,655 €/l	0,471 €/l	
MWSt.:	19%	19%	19%

Kostenvergleich ohne Steuerbetrachtung

	A - Klasse	C - Klasse	E - Klasse
Verbrauch	5 l/100 km	7,5 l/100 km	10 l/100 km
Stromverb.	10,8 kWh	12 kWh	12,8 kWh
Benzin	7,25	10,87	14,49
Diesel	6,25	9,37	12,49
Strom	2,16	2,40	2,56

**Das sieht auf den
Ersten Blick nach
großen Einspar-
ungen aus!!!**

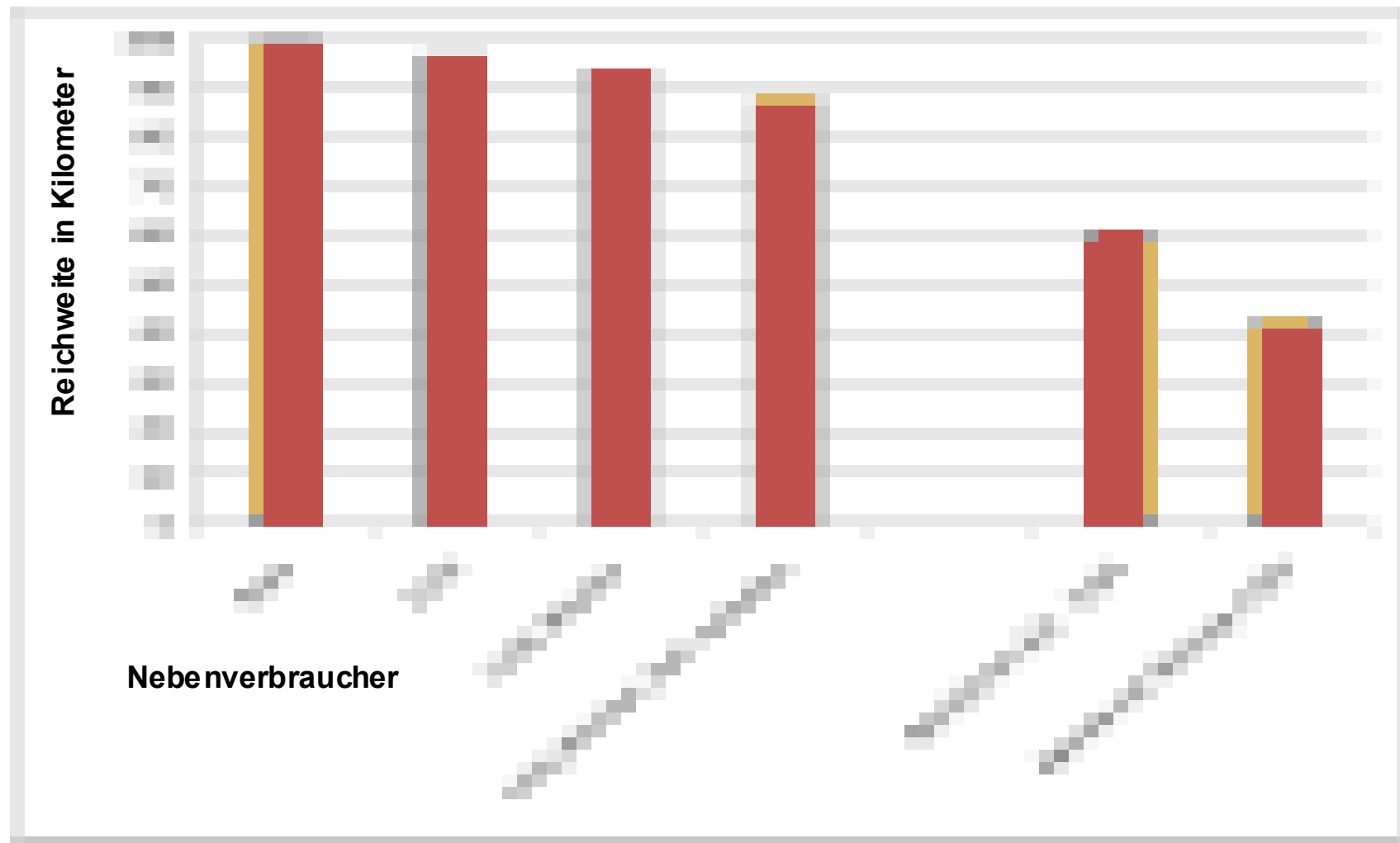
Kostenvergleich mit Energie und Steueranteile

	A - Klasse		C - Klasse		E - Klasse	
	5 l/100 km		7,5 l/100 km		10 l/100 km	
	10,8 kWh		12 kWh		12,8 kWh	
	Energiekosten	Steueranteil	Energiekosten	Steueranteil	Energiekosten	Steueranteil
Benzin	3,33	3,91	6	5,87	8,89	7,92
Diesel	3,37	2,98	4,81	4,47	8,54	5,98
Strom	1,82	0,35	2,82	0,58	2,76	0,41

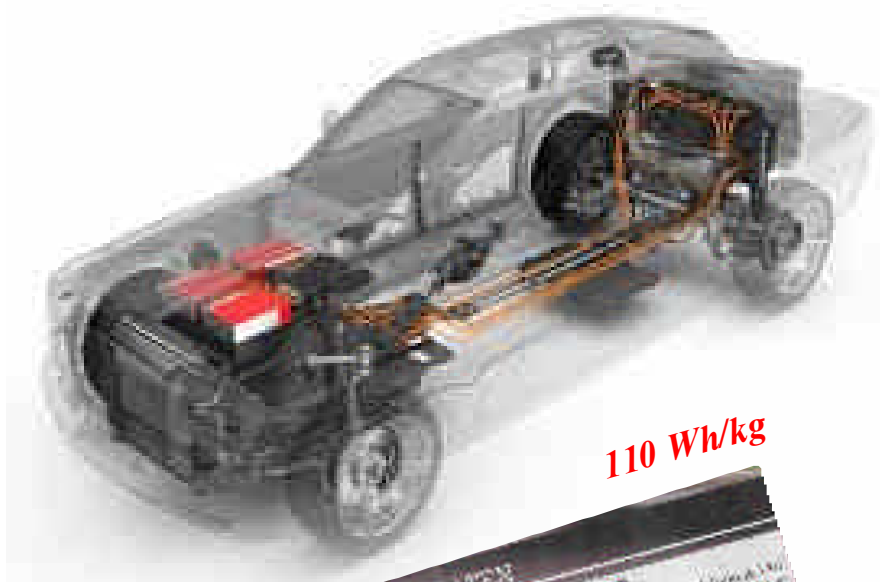
**und was bleibt
wirklich übrig ?**

Mit 1,45 €/100 km Einsparung kann man über 12 Jahre / 100.000km maximal 1450 € sparen

Reichweitenreduzierung durch Nebenverbraucher



Der stumme Diener; Luxus Fahrzeug mit E Antrieb Rolls Royce 102EX



110 Wh/kg



High End Elektromobilität



Schlussfolie

**Herzlichen Dank
für Ihre Geduld und Ihre
Aufmerksamkeit**

**Ich freue mich auf eine
spannende Diskussion**