



Steckdose ↑

~~Tankstelle~~

# Elektromobilität

Einstiegsinformationen und  
Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen  
für Handwerksunternehmen im  
Kammergebiet Oldenburg

09.05.2017

## Gliederung



- Einleitung
- Vorurteile zur Elektromobilität
- Für wen sind Elektroautos eine Gefahr?
- Übersicht Antriebskonzepte
- Elektrofahrzeuge laden
- Ladeinfrastruktur
- Elektroautos im Betrieb
- Übersicht verfügbarer Elektroautos
- Was ist mit Nutzfahrzeugen?
- Fuhrparkstatistik Fa. Barghorn
- Ein paar Videos zum Schluss...

## Einleitung



- Warum ist das Thema Elektromobilität für Handwerker relevant?
  - Fahrverbote in Innenstädten (jetzt Diesell!, wann Benziner?)
  - Imagevorteile (noch!, später Nachteile für die Abwarter)
  - Kostenvorteile durch E-Mobilität (dazu später mehr)
- Warum ist das Thema jetzt relevant?
  - Geschwindigkeit disruptiver Veränderungen (New York 1900/1913)
- Wir stehen vor großen Veränderungen
- Die Haltedauer von Nutzfahrzeugen im Handwerk liegt bei 8-10 Jahren
  - Wir müssen jetzt anfangen umzustellen, sonst überrollen uns irgendwann die Kosten

## Vorurteile zur Elektromobilität

- Geringe Reichweite
- Hoher Stromverbrauch
- Kompliziertes Laden
- Kurze Lebensdauer der Akkus
- Unästhetisch
- Geringer Fahrkomfort
- Reine Vernunftautos
- Zu teuer



**In D A CH:  
165 verschiedene  
Ladekarten  
und Ladeverbünde**

## Für wen sind Elektroautos eine Gefahr?

- Erdölproduzierende Länder
- Mineralölgesellschaften
- Tankstellenpächter
- den Staat (Kfz- & Mineralöl-Steuer)
- Automobilzulieferer (vor allem Aggregate und Antriebsstrang)
- KFZ-Werkstätten (viel weniger Pflege und Ersatzteilaufwand)
- Automobilhersteller (ein wenig)
- ...
  
- ...dann versteht man warum soviel Gegenwind und Negativpublicity besteht/erzeugt wird

### Diese Komponenten fehlen im Elektroauto:

Produkt	Branchenumsatz (2014)
Getriebe / Kupplung	84 Mrd. €
Starter / Lichtmaschine	10 Mrd. €
Abgasanlage	23 Mrd. €
Benzin- Dieselmotoren	157 Mrd. €
Turbolader	8 Mrd. €
Tank – Treibstoffsystem	25 Mrd. €
Kühler / Klimaanlage	27 Mrd. €
Einspritzsystem	12 Mrd. €

## Technik

Antriebskonzepte

Reichweiten

E-Fahrzeuge laden

Ladesäulen

Strombedarf

## Antriebskonzepte (ohne H2)



Verbrennungsmotor

Diesel- und Ottomotoren werden auch in Zukunft weiter optimiert. Ihr Effizienzpotenzial ist noch nicht ausgeschöpft.



Hybrid

In Hybridfahrzeugen kommen Elektromotor und Verbrennungsmotor zum Einsatz. Eine Batterie wird beim Fahren über den Motor aufgeladen. Sie dient auch zur Speicherung von Bremsenergie.



Plug-in-Hybrid

Der Stromspeicher in Plug-in-Hybriden kann zusätzlich über das Stromnetz aufgeladen werden. Auch hier dient die Batterie als Speicher von Bremsenergie.



Range Extended Electric Vehicle

Bei Bedarf erzeugt z.B. ein Verbrennungsmotor mittels eines Generators Strom für den Elektromotor. Die Reichweite wird somit deutlich verlängert.

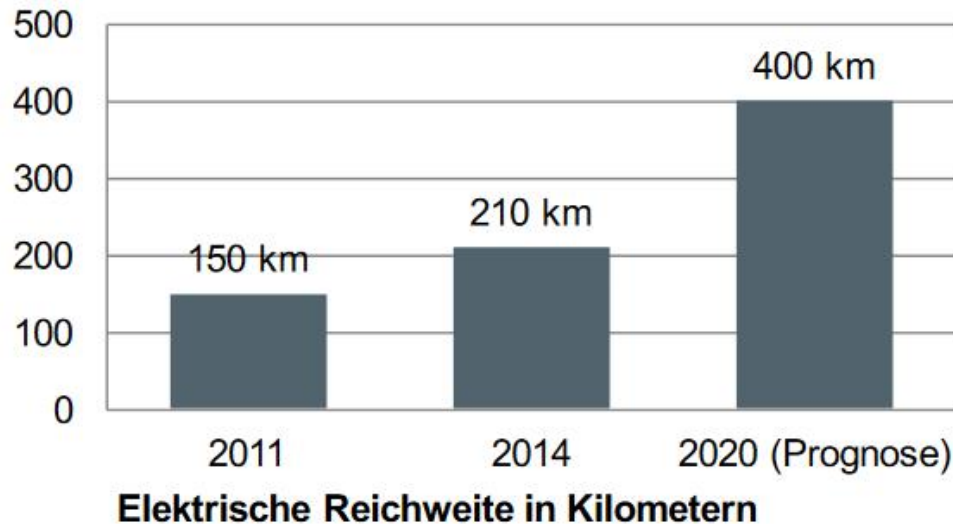


Batteriebetriebenes Fahrzeug

Die Energie für den Antrieb kommt ausschließlich aus der Batterie. Diese wird über das Stromnetz aufgeladen.



## Reichweiten von BEVs



### Bisher:

- ▶ BMW i3 (22 kWh): 190 km
- ▶ Smart fortwo ED: 17,6 kWh, 145 km



### Aktuell:

- ▶ BMW i3 (33 kWh): 312 km
- ▶ VW e-Golf: 24,2 kWh, 190 km



### Angekündigt:

- ▶ Opel Ampera-e: 60 kWh, 500 km
- ▶ Renault Zoe: 41 kWh, 400 km





## E-Fahrzeuge laden

### Steckertypen



#### Typ-1-Stecker

- japanische Lösung (findet sich auch an entsprechenden Fahrzeugen in Europa)
- nicht kommunikationsfähig
- Leistung: bis 7,4 kW/bis 32 A
- einphasig, nur AC-Ladung möglich



#### Typ-2-Stecker

- von den europäischen Fahrzeugherstellern favorisiert
- kommunikationsfähig
- Leistung: bis 43,5 kW/bis 63 A
- ein- bis dreiphasig, AC- und DC-Ladung möglich



#### Combostecker

Combined Charging System (CCS)

- von den europäischen Herstellern als Standard favorisiert
- kommunikationsfähig
- Leistung: bis 170 kW/bis 200 A
- Schnellladung via DC



#### CHAdeMO

- von japanischen Herstellern favorisiert
- kommunikationsfähig
- Leistung: bis 62,5 kW/bis 200 A
- Schnellladung via DC

- Typ2 (AC) und CCS (DC) gem. LSV
- CCS-Buchse kann Typ2 nutzen
- Tesla lädt am SuC mit Typ2 bis 130kW
- MB, VW, BMW favorisieren CCS, da noch höhere Ladeleistung möglich

# E-Fahrzeuge laden

## Steckertypen

...es geht aber auch hiermit:



- CEE-32A, 3-Phasen



- CEE-16A, 3-Phasen



- CEE-16A, 1-Phase



- Schuko 10-16A, 1 Phase

# E-Fahrzeuge Ladeverhalten

- Tägliches Laden (vorw. Zuhause), statt wöchentlichem Tanken
- 70% aller Fahrten sind unter 50km
- Zur Schonung der Akkus werden E-Fahrzeuge gerne oft, aber nur bis 80-90% geladen
- In Einzelfällen, wenn max. Reichweite erforderlich ist, wird auf 100% geladen
- Je leerer der Akku, umso schneller wird geladen
- Je wärmer der Akku, umso langsamer wird geladen

## E-Fahrzeuge Ladeverhalten

- Ladeleistung und Ladedauer von BEVs:

Fahrzeug	Batteriekapazität [kWh]	Maximale Ladeleistung AC [kW]	DC-ladefähig
BMW i3	33	11	ja
Citroen Berlingo	22,5	3,2	
Kia Soul EV	27	6,5	ja
Mitsubishi i-Miev	16	3,7	ja
Ford Focus Electric	23	6,6	
Nissan Leaf	24	3,7	ja
Renault Zoe	22	43	
Peugeot iOn	16	3,7	ja
VW e-Golf	24,2	3,7	ja
Tesla Model X	60/85	22	ja

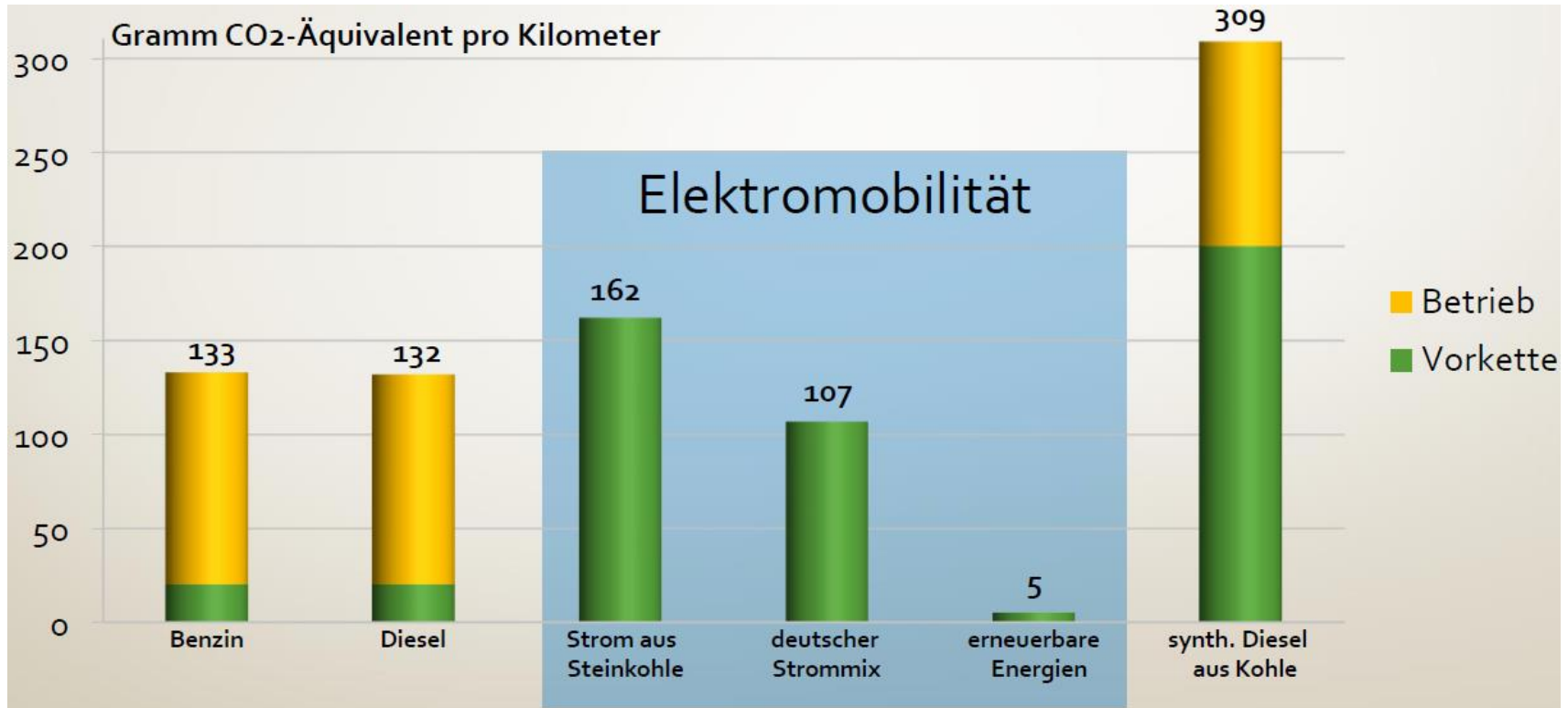
	Strom	Spannung	Stromstärke	Leistung	Ladedauer bei Batteriekapazität 25 kWh	Ladedauer bei Batteriekapazität 60 kWh
Normalladen	AC	230 V	16 A, 1-phasig	3,7 kW	7 Stunden	16 Stunden
		400 V	16 A, 3-phasig	11 kW	2,5 Stunden	5,5 Stunden
		400 V	32 A, 3-phasig	22 kW	1,25 Stunden	3 Stunden
Schnellladen	DC	400 V	63 A, 3-phasig	43 kW	34 Minuten	1,5 Stunden
		400 V	125 A	50 kW	30 Minuten	1,2 Stunden
		500 V	200-250 A	100 kW	15 Minuten	36 Minuten
				150 kW	10 Minuten	24 Minuten

## Alles auf Strom? – Geht das?

- ? Sind E-Autos überhaupt besser für die Umwelt?
- ? Woher soll denn der ganze Strom kommen?
- ! 1 Mio. E-Autos in Deutschland erhöhen den Stromverbrauch um 0,4% (x 41 Mio. PKW = 16% total)
- ! Allein der entfallende Stromverbrauch der Raffinerien (7,2 Billionen kWh, 2005) reicht für über 2 Mio. PKW
- ! Zudem macht die Anschaffung eines E-Autos die Investition in eine PV-Anlage um Faktor 2 wahrscheinlicher (und umgekehrt)
- ! Die Nachnutzung von Fahrzeug-Akkus als Hausspeicher werden diesen Effekt und damit den Gesamt-Solarertrag noch erheblich steigern
- ? Also: Wenn schon Strom, dann möglichst erneuerbar...

## Alles auf Strom? – Geht das?

? Sind E-Autos überhaupt besser für die Umwelt?



Deshalb ist es wichtig darauf zu achten, dass Ladeinfrastruktur möglichst auch Strom aus erneuerbaren Energien liefert:  
=> PV-Anlage für die Firma?

# Ladeinfrastruktur

Entwicklung PKW und Ladepunkte bis 2020

Ladearten (wann wird wo warum geladen?)

Aktueller Bestand an Ladepunkten



## 1 Mio. E-Autos bis 2020? Wie viele Ladepunkte bedeutet das?

- Ist die Zielsetzung der Bundesregierung überhaupt noch erreichbar?
- **Ja**, denn in den entscheidenden Jahren in Norwegen (2011-2014) steigerte sich der Bestand an BEVs in Norwegen jährlich um den Faktor 2,1-2,3.
- Auf deutsche Verhältnisse umgelegt bedeutet dies:

Anzahl PKW (leider nix zu NFZ)		Anteil PKW	Ladepunkte	Faktor
<b>25.500</b>	Bestand BEV = 1/2017	0,76%	7.000	2,2
<b>55.080</b>	Neuzulassungen 2017	1,6%	22.120	2,2
<b>118.973</b>	Neuzulassungen 2018	3,6%	54.779	2,2
<b>256.981</b>	Neuzulassungen 2019	7,7%	125.323	2,2
<b>555.079</b>	Neuzulassungen 2020	16,6%	277.698	1,8
<b>1.011.614</b>	Bestand BEV-PKW in 2020			

# Ladeinfrastruktur

- Es genügt nicht irgendwelche Ladesäulen irgendwo zu installieren
- Wichtig ist Ladebedürfnisse und Ladetechnik zu verstehen
  - Heim- und Arbeitsplatzladen (Home-Charging)
  - Zielortladen: was sind POI? (Destination-Charging)
  - Langstreckenladen: welche Ladetechnik? (Long-Distance-Charging)
  - Wechselstromladen (AC) bis 43kW/63A
  - Gleichstromladen (DC) 50kW-350kW

# Ladesäulen

- Finde ich überhaupt ausreichend Ladesäulen?
- Kosten:
  - Supercharger = 0,- € (ab 2017 Zeitabrechnung)
  - ewe/swb = 150,- € Jahrespauschale
  - Andere Anbieter (RWE, Vatenfall...) = sehr unterschiedlich  
Abrechnung per Zeit, z.B. 3,-€/Std., oder  
Abrechnung nach Verbrauch, z.B. 0,30 €/kWh
- Jeder sein eigenes Bezahl-/Zulassungssystem
  - sms, RFID-Karte, per Anruf, ohne alles...
  - LSV fordert hier Barrierefreiheit!
- Rominganbieter wie [plugsurfing.de](http://plugsurfing.de) bieten hier eine Lösung des Problems

## Ladesäulen

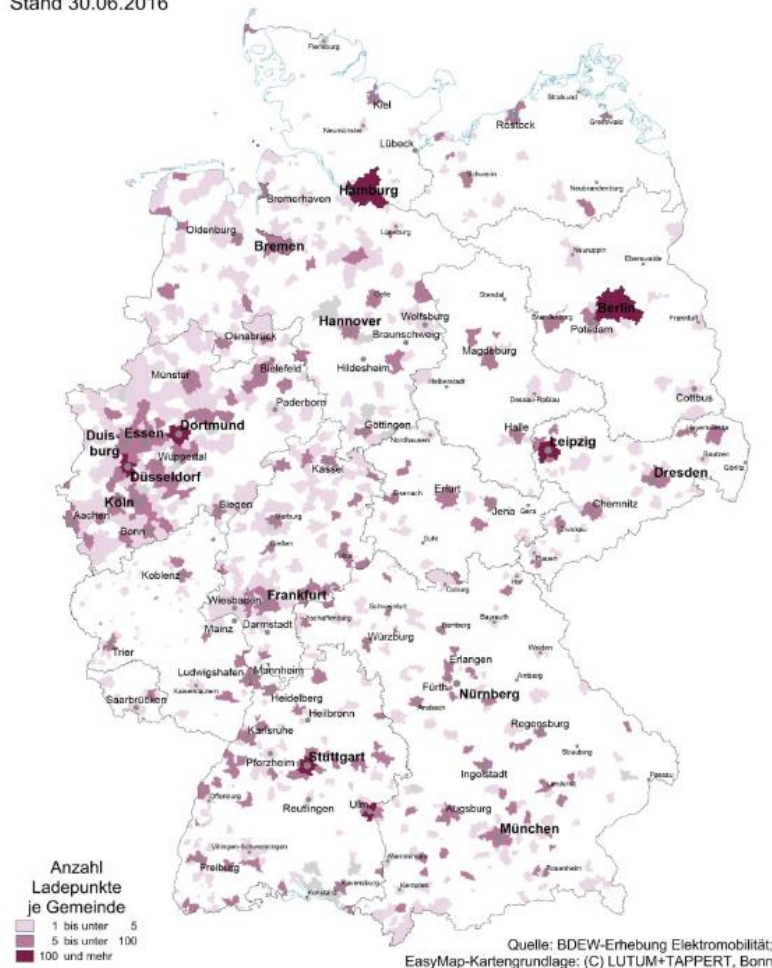
Öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektroautos

je Gemeinde  
Stand 30.06.2016

- ▶ Mitte 2016: 2.859 öffentlich zugängliche Ladestationen (6.517 Ladepunkte)

Andere Länder in Europa (A, CH, NL, N) haben eine 4x höhere Dichte an Ladesäulen/PKW als Deutschland.

Allerdings auch einen entsprechend höheren Bestand an BEVs/PHEVs.



## Ladeinfrastruktur

- Für den aktuellen Bestand an E-Autos ist die bestehende Ladeinfrastruktur gerade noch ausreichend.
- Das eigentliche Problem sind häufig zugeparkte Ladesäulen...
  - durch Verbrenner
  - durch Car-Sharing
  - durch nicht ladende oder längst fertig geladene E-Autos
- Eine Lademöglichkeit vor der Tür des Arbeitgebers, eines Geschäftes, einer Freizeiteinrichtung oder einer Behörde ist
  - ein Kunden-/Mitarbeiterbindungsinstrument
  - ein Imagegewinn
  - bald eine Selbstverständlichkeit
  - ...und kurz darauf ein MUSS

# BEVs im Fuhrpark

BEVs für den Handwerker-Fuhrpark?

Übersicht verfügbarer BEVs

Wirtschaftlichkeitsberechnung

BEV-Nutzfahrzeuge

Praxis-Beispiel: Fuhrpark Fa. Barghorn







## Übersicht Elektroautos

Typ	Leistung	Akku	V max	Reichweite	Preis ab
Renault Twizy	13 kW	6,1 kWh	80 km/h	100 km	7.000 €
Peugeot iOn	49 kW	16 kWh	130 km/h	150 km	25.883 €
smart 4-2 ed	55 kW	17,6 kWh	125 km/h	145 km	18.910 € + Akkumiete
VW E-up	60 kW	18,7 kWh	130 km/h	160 km	26.900 €
BMW i3	125 kW	18,8 kWh	150 km/h	190 km	34.950 €
Renault Kangoo Z.E.	44 kW	22 kWh	130 km/h	170 km	22.660 € + Akkumiete
Ford Focus E	107 kW	23 kWh	137 km/h	160 km	39.900 €
Nissan e-NV200	80 kW	24 kWh	123 km/h	167 km	30.870 €
Nissan Leaf	80 kW	24 kWh	144 km/h	199 km	23.365 € + Akkumiete
VW E-Golf	85 kW	24,2 kWh	140 km/h	190 km	34.900 €
Kia Soul EV	81 kW	27 kWh	145 km/h	212 km	30.790 €
MB B-Klasse ED	132 kW	28 kWh	160 km/h	200 km	39.151 €
Renault ZOE	68 kW	40 kWh	135 km/h	400 km	22.100 € + Akkumiete
Opel Ampera-e	125 kW	60 kWh	150 km/h	500 km	33.416 €
Tesla X 75D	244 kW	75 kWh	250 km/h	417 km	102.500 € inkl. SC
Tesla S P100D	396 kW	100 kWh	250 km/h	613 km	149.620 € inkl. SC



## Wirtschaftlichkeitsberechnung

- Da sich E-Autos sowohl bei der Anschaffung  als auch bei den Unterhaltskosten  wesentlich von Verbrennerfahrzeugen unterscheiden, gilt es die TCO (total cost of ownership) zu berechnen.
- Dabei müssen Sie Annahmen treffen über
  - Energiepreisentwicklung (Sprit zu Strom) [Was ist mit dem Ölpreis?](#)
  - Restwertentwicklung (Wert eines Diesel in 5 Jahren = NOx-Fahrverbote?)
  - Jahres-Fahrleistung
  - Nutzungsdauer
- Da dies anscheinend manchen überfordert, gelten E-Autos gerne schnell als **ZU TEUER**.

# Wirtschaftlichkeitsberechnung

- Über dies gilt es zu bedenken, dass Sie stets Äpfel mit Birnen vergleichen, denn...
  - Ein E-Auto hat immer ein „Automatikgetriebe“
  - E-Autos sind oft höherwertiger als vergleichbare Verbrenner ausgestattet (insbesondere Bedienkonzept, Konnektivität)
  - Häufig genug bekommen Sie Strom zum Laden geschenkt. Haben Sie das schon mal bei Benzin erlebt?
  - Sie werden Ihr gesamtes Mobilitätsverhalten mit einem E-Auto ändern
  - Ein E-Auto zu kaufen ist eine Überzeugungstat **und** wirtschaftlich sinnvoll (zumindest meistens)
  - ...und was kostet eine zerstörte Umwelt?

## Was ist mit Nutzfahrzeugen?

- Leider sieht es hier sehr bedauerlich aus...
- Derzeit als Serienfahrzeuge verfügbar

- Renault Kangoo Z.E.
- Nissan e-NV200

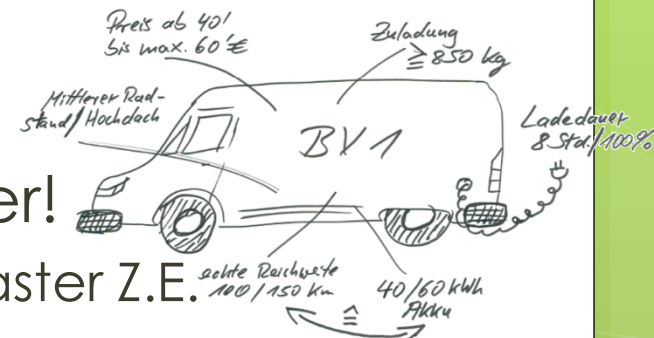
- Nichts in der Klasse Bulli/Crafter!

- Angekündigt für 2017: Renault Master Z.E.

- Gründung einer Selbsthilfegruppe

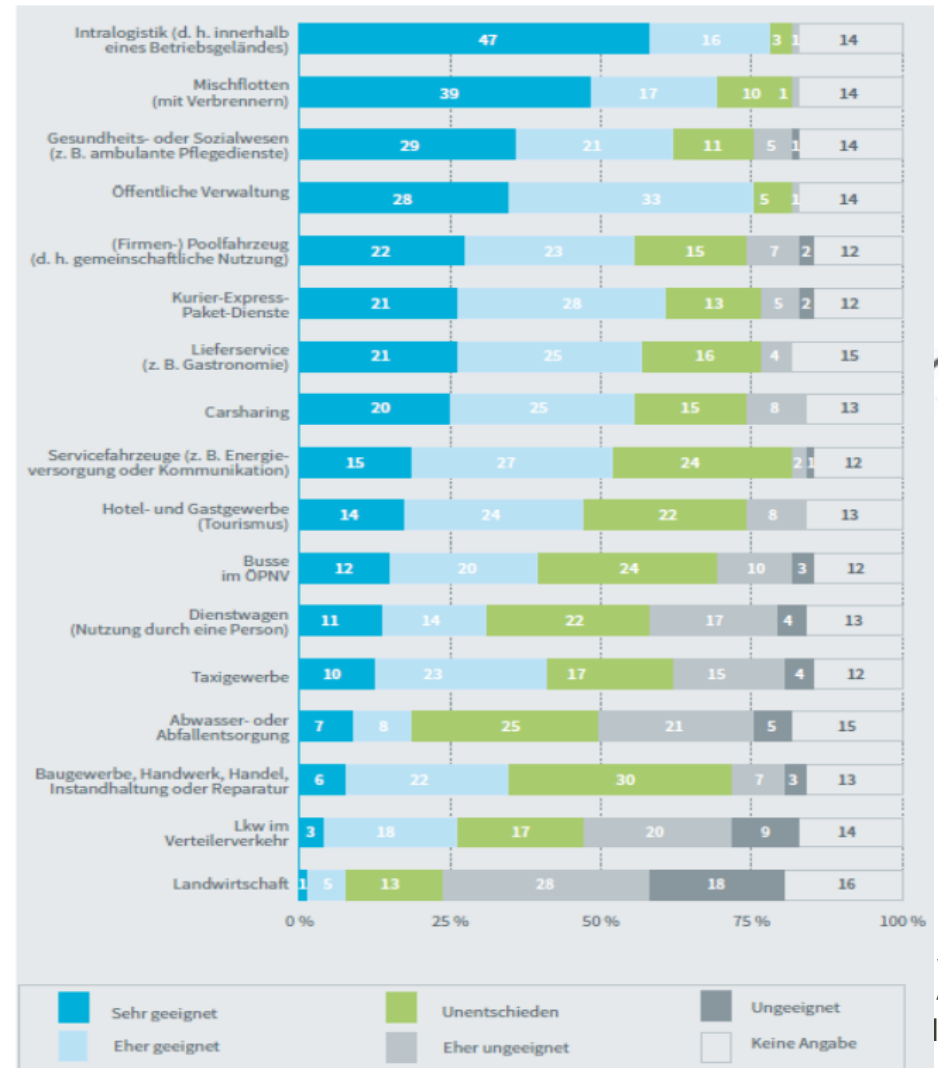
(s. „E-Transporter Selbsthilfegruppe BV1 von Bäcker Roland Schüren“ aus Hilden auf Facebook und anderen Foren)

- In 11 Tagen über 100 verbindliche LOI!!
- Ich habe Reservierungsvereinbarungen dabei...
- Hier ein paar Statistiken aus unserem Fuhrpark 2016:



## Eignung von BEVs für gewerbl. Flotten

- ▶ Intralogistik
- ▶ Mischflotten (mit Verbrennern)
- ▶ Gesundheits- und Sozialwesen
- ▶ Öffentliche Verwaltung
- ▶ Poolfahrzeug
- ▶ Kurier-Express-Paket-Dienste
- ▶ Lieferservice
- ▶ Carsharing
- ▶ Servicefahrzeuge
- ▶ Hotel- und Gastgewerbe
- ▶ Busse im ÖPNV
- ▶ Dienstwagen (Nutzung durch eine Person)
- ▶ Taxigewerbe
- ▶ Abwasser- oder Abfallentsorgung
- ▶ Baugewerbe, Handwerk, Handel, Instandhaltung oder Reparatur
- ▶ Lkw im Verteilerverkehr
- ▶ Landwirtschaft



# Fuhrparkstatistik Fa. Barghorn 2016

km/Tag		
Klassen	Häufigkeit	in %
50	3953	61,7%
100	941	14,7%
200	1271	19,9%
300	179	2,8%
400	32	0,5%
500	16	0,2%
600	7	0,1%
700	1	0,0%
800	2	0,0%
6.402		

km/Fahrt		
Klassen	Häufigkeit	in %
50	25245	91,2%
100	2200	7,9%
200	205	0,7%
300	20	0,1%
400	3	0,0%
500	0	0,0%
600	0	0,0%
700	0	0,0%
800	0	0,0%
27.673		

Standzeit		
Klassen	Häufigkeit	in %
0	11408	41,2%
1	1966	7,1%
3	1820	6,6%
5	1212	4,4%
7	4652	16,8%
9	2952	10,7%
11	1060	3,8%
13	638	2,3%
23	1965	7,1%
27.673		

## Bemerkungen:

### km/Fahrt

Für über 99% aller Fahrten über alle Fahrzeuge ist eine sichere Winter-Reichweite von min. 100km ausreichend. In der Regel ist nach einer betreffenden Fahrt mit einer ausreichenden Standzeit für einen Ladevorgang (z.B. während der Arbeiten auf der Baustelle) von 2-4 Stunden zu rechnen.

### Standzeit

Die Standzeiten teilen sich etwa hälftig auf zwischen < 1 Stunde (für einen Ladevorgang uninteressant) und größer 1 Stunde (für einen Ladevorgang relevant). 45% der Standzeiten sind > 5 Stunden und damit, abhängig von der gegebenen Ladetechnik, für eine Vollaunahme ausreichend.

### km/Tag

Über die hier abgebildete Häufigkeitsverteilung der Tagesfahrleistung ist erkennbar, dass eine sichere Winter-Reichweite von min. 200km an über 96% der Tage über alle Fahrzeuge ausreichend ist.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

...sprechen Sie mich bei Fragen gerne an:

## **Kontakt:**

Gunnar Barghorn  
Barghorn GmbH & Co. KG  
Am Sieltief 1  
26919 Brake  
T: 04401-9808-10  
M: 0163-39808-10  
E: [g.barghorn@barghorn.de](mailto:g.barghorn@barghorn.de)

### **Disclaimer:**

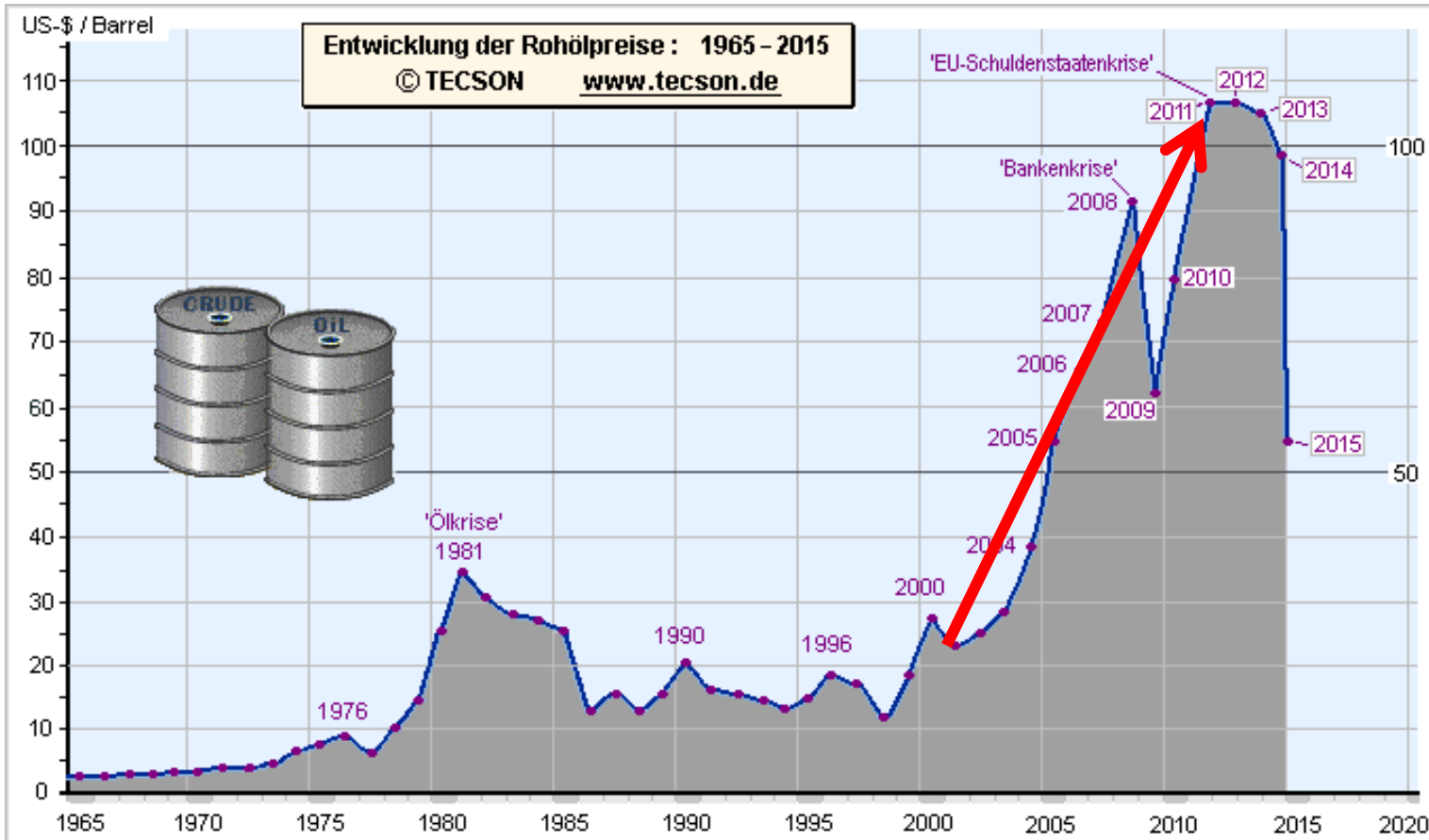
Jegliche Verwendung durch Dritte zu kommerziellen Zwecken ist untersagt. Alle Bilder und Statistiken stammen aus öffentlichen oder eigenen Quellen. Oder wurden privat zur Verfügung gestellt. Und unterliegen Rechten Dritter.  
Für die Richtigkeit und Aktualität genannter Daten kann keine Gewähr übernommen werden.  
Bei nicht benannten Quellen liegen mir die Informationen zur Herkunft dennoch vor.



# Exkurs: Zukunft fossiler Brennstoffe

# Was ist denn nun mit dem Öl?

- Fossile Energieträger, z.B. Erdöl sind endlich
- Der Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors ist mit rund 25% miserabel
- Erdölförderung fördert Kriege
- Erdölförderung und -nutzung zerstört die Umwelt  
=> globale Erwärmung (s. Film „Eine unbequeme Wahrheit“)
- Sollten wir das bisschen Erdöl, das wir noch haben, nicht für anderes als Bewegungsenergie mit einem so schlechten Wirkungsgrad und die Zerstörung unserer Umwelt und Gesundheit nutzen?
- Ist es dann überhaupt wichtig wie lange das Erdöl noch reichen wird?



Was wir seit 2013 erleben ist lediglich ein -relativ kurzfristiger- Preisverfall im Kampf OPEC gegen Fracking (vorw. USA).  
Wie schnell sich das „erholen“ kann zeigt die Phase 2009-2011.

# Exkurs: Stand der Akkuentwicklung

# Akku-Entwicklung

- Heute sind Lithium-Ionen-Akkus gängig
  - Nicht nur im Handy, sondern auch im E-Auto
- Je größer die Stückzahlen, umso mehr verbilligen sich Akkus
- Zukünftig könnten Aluminium-Ionen Akkus mit Graphit-Kathoden eine Lösung sein:
  - In Handygröße lädt er in 60 sec.
  - Kaum brennbar, biegsam
  - 7.500, statt 1.000 Ladezyklen möglich
  - günstig in der Herstellung, viel leichter
- ...aber: heute noch zu geringe Spannung (2V statt 3,7V)

Exkurs:  
Kostenvergleich und 1%-Regel

# Kaufpreis vs. total-cost-of-ownership

- Wir vergleichen:
  - Audi A7
  - Tesla Model S 85D

Tatsächliche Werte

Audi A5 in 2014: 19.250€

Tesla S85D in 2016: 16.030€

Derzeit fahre ich für 0,05€/km

Energiekosten und 0,38€/km

Gesamtkosten

	Audi A7 3.0 TDI	Tesla Model S 85D
Neupreis	(bei 10% Rabatt) 65.495,04 €	83.025,21 €
Restwert (4 Jahre)	26.826,77 €	34.007,13 €
<b>Kosten für 4 Jahre</b>	<b>61.768,27 €</b>	<b>58.194,68 €</b>
Energiekosten	2.275,00 €	1.294,15 €
Service	(zw. 2.500-4.500 p.a.) 3.000,00 €	(vorw. Reifen) 1.000,00 €
Steuern	500,00 €	0,00 €
Leasing p.a.	12.319,32 €	14.947,32 €
<b>Kosten p.a.</b>	<b>18.094,32 €</b>	<b>17.241,47 €</b>



## ...und die 1%-Privatnutzung?

- für Firmenwagen mit Privatnutzung ist der geldwerte Vorteil zu versteuern:
  - 1% vom brutto-Listenpreis  
+ 0,03% je Entfernungskilometer zuhause-Firma
- Bei Elektroautos können die Kosten für den Akku vom Brutto-Listenpreis abgezogen werden
  - allerdings max. 10.000 € in 2014
  - und dann jedes Jahr 500 € weniger Max.-Wert
- Heißt für mich:
  - statt 1.124,50 € / Monat für den Audi
  - sind es 1.160,90 € / Monat für den Tesla
- Der steuerliche Privatnutzungsanteil (15.283€) liegt bei mit fast so hoch wie die Jahreskosten des Fahrzeugs: **Fahrtenbuch?**