

**Elektrisch In Die Zukunft – Aber Richtig!**

**Analyse zur Wirtschaftlichkeit von Elektroautos**

**Robin Engelhardt**

Mail: [robin@elektromobilitaet-engelhardt.de](mailto:robin@elektromobilitaet-engelhardt.de)

Tel: 0174 – 84 94 000

## **Inhalt**

Vorwort .....	2
Anforderungen an die Fahrzeuge.....	3
Fahrprofil A.....	3
Fahrprofil B.....	3
Vergleich zum Fahrprofil A .....	4
Auswertung des Vergleichs zum Fahrprofil A .....	5
Vergleich zum Fahrprofil B .....	6
Auswertung des Vergleichs zum Fahrprofil B.....	7
Anforderungen an die Ladeinfrastruktur .....	8
Firmensitz (Münchingen) .....	8
Wohnsitz (Ditzingen) .....	8
Mobil .....	8
Vergleich zur Ladeinfrastruktur.....	9
Auswertung des Stromtankstellenvergleichs.....	10
Fazit .....	11

## Vorwort

Was bedeutet unser Fuhrpark für unser Unternehmen? Lärm, Dreck, Umweltbelastung, Ausfälle durch Werkstattaufenthalte, hohe Wartungskosten sowie ständig steigende Kraftstoffpreise! Wir möchten in Zukunft leiser, mit weniger Umweltbelastung und niedrigeren Kosten unterwegs sein. Die einzige Alternative zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren sind Elektroautos. Die Vorteile für unser Unternehmen liegen hierbei klar auf der Hand:

- Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß liegt bei 0g/km – bei konsequentem Einsatz von Ökostrom
- Elektromotoren arbeiten um ein vielfaches effizienter als Verbrennungsmotoren, dadurch sind die Treibstoffkosten bei Elektroautos niedriger
- Der Reisekomfort auf langen Strecken steigt durch den laut- und vibrationslosen Motor
- Geringere Wartungskosten und Ausfallzeiten durch weniger Verschleißteile
- Auch Geschäftspartner werden einen umweltfreundlicheren Fuhrpark würdigen

Ziel der Analyse ist es deshalb, die E-Mobile herauszuarbeiten, die am besten zu unserem Unternehmen passen. Hierfür werden Anforderungen an Fahrzeuge für verschiedene Fahrprofile gestellt. Im nächsten Schritt werden dann einige in Frage kommenden Elektroautos tabellarisch verglichen, schlussendlich wird in der Auswertung erläutert welche E-Mobile die besten Fahrzeuge für uns sind und warum.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Ladeinfrastruktur hier wird (wie auch bei den Fahrzeugen) in den drei Schritten Anforderungen, tabellarischer Vergleich und Auswertung vorgegangen.

In einem Fazit wird die optimale Kombination aus Ladeinfrastruktur und Fahrzeugen aufgezeigt

Als letztes folgt eine Kostenaufstellung zur Wirtschaftlichkeit des im Fazit vorgeschlagenen Fuhrparks.

# **Anforderungen an die Fahrzeuge**

## **Fahrprofil A**

### **Elektroauto für die Verwaltung**

1. Amortisierung nach spätestens acht Jahren
2. Reichweite unter worst-case Bedingungen min. 110km, um in den Landkreisen Ludwigsburg, Stuttgart und Böblingen alle Ziele sicher erreichen zu können
3. Mitteltgroßer Kofferraum (im Normalfall werden nur kleine Gegenstände transportiert, jedoch sollten auch sperrige Gegenstände Platz finden)
4. Drehstromladung mit 32A, da dieser Anschluss am Firmensitz zur Verfügung steht und durch eine Schnellladung die Flexibilität erhöht wird

## **Fahrprofil B**

### **Elektroauto als Fahrzeug für den Außendienst (Kaufberatung und Maschinenservice)**

1. Hohe Reichweite, da lange Strecken in ganz Europa zurückgelegt werden
2. Großer Kofferraum, da Werkzeuge, Montagevorrichtungen, Ersatzteile und auch Kleinmaschinen transportiert werden
3. Hohes Zuladungsgewicht, weil Werkzeuge teilweise sehr schwer sein können
4. Europaweite, zuverlässige Ladeinfrastruktur
5. Drehstromladung mit 32A, weil dieser Anschluss bei fast allen Kunden zur Verfügung steht
6. Amortisierung nach spätestens acht Jahren
7. Hohe Vmax, um den Kunden schnell erreichen zu können
8. Kofferraumabmessungen müssen mindestens denen einer Europalette entsprechen – Beispiel Projekt KME Locsa Barcelona

## Vergleich zum Fahrprofil A

Modell	Renault Zoe	Mercedes B-Klasse	VW E-Golf	BMW i3	Tesla Model S 60
Preis (Topmodell/ Einstieg)	25.834,80€/21.700€	ca.50.000€/39.151€	44.000€/34.900€	56.000€/39.900€	100.000€/69.790€
Batterie in kWh	22kWh	28kWh	24,2kWh	18,8kWh	60kWh
Preis pro kWh	986€	1398€	1416€	1861€	1163€
Systemleistung	88PS	179PS	115 PS	170 PS	380 PS
Höchstgeschwindigkeit	140km/h	160km/h	140km/h	150km/h	225km/h
Reichweite (NEFZ)	210km	190km	180km	180km	390km
Reichweite (130km/h)	150km	130km	120km	140km elektrisch	270km
Verbrauch (100km)	11,9kWh	16kWh	12,7kWh	13,5kWh 4,5l	17,9kWh
Garantie Batterie	Batterie wird gemietet und gratis ersetzt	8a, 100.000km	8a, 160.000km	8a, 100.000km	8a, unendlich Kilometer
Ladeleistung Gleichstrom	-	-	50kW (CCS)	50kW (CCS)	120-135kW (Supercharger)
Ladeleistung Wechselstrom	43kW 3-Phasig	11kW 3-Phasig	3,7kW 1-Phasig	7,4kW 1-Phasig	22kW 3-Phasig
Ladezeit Schuko	17h	9h	9,5h	6-9h	20-36h
Ladezeit CEE 400V/32A	1h	3h	6,5h	4h	4,5h
Ladezeit Typ 2 (22kW)	1h	3h	6,5h	4h	4,5h
Schnellladung	Ja, 420km/h (64A/400V Drehstrom)	Nein	Ja, 380km/h, Aufpreis (CCS)	Ja, 320km/h, Aufpreis (CCS)	Ja, 600km/h (Supercharger, <b>kostenlos</b> )
Zuladung	440kg	445kg	450kg	425kg	500kg
Kofferraumvolumen	338l	500l	341l	260l	700l
Lackierung inklusive	schwarz, weiß	schwarz, weiß, rot	schwarz	weiß, grau	weiß, schwarz
Wunschlackierungsaufpreis	470-570€	620€	150-995€	660€	700-1400€
Extras Antrieb	Wärmepumpe, beste Rekuperation	Einstellbare Rekuperation	Eco-Modus	Eco-Modus	fremderregter Motor ohne seltene Erden

## Auswertung des Vergleichs zum Fahrprofil A

1. Eine Amortisierung nach spätestens acht Jahren kann durch die wenigen Jahreskilometer im Fahrprofil A nur durch einen niedrigen Kaufpreis realisiert werden. In dieser Anforderung liegt also der Zoe von Renault mit seinem Einstiegspreis von 21.700€ vorne.
2. Das Model S 60kWh von Tesla kommt nach NEFZ 390km weit und liegt somit weit vorne. Allerdings erfüllen auch alle anderen Fahrzeuge im Vergleich die Anforderung an die Reichweite.
3. Beim Kofferraumvolumen liegt der Tesla weit vorne, dahinter liegen Mercedes und Renault. Für das Fahrprofil A ist der Kofferraum des Zoe vollkommen ausreichend.
4. Eine Drehstromladung mit 32A, also 22kW Leistung ist nur mit dem Tesla und dem Renault möglich.

Es ist ersichtlich geworden, das Model S und Zoe und Mercedes B-Klasse nach Anforderungen gleichauf liegen. Allerdings ist der Renault die beste Wahl für uns, da er der preislich günstigste verfügbare Elektrowagen ist und gleichzeitig mit bis zu 43kW Drehstrom laden kann.

## Vergleich zum Fahrprofil B

Modell	Renault Kangoo Z.E.	Mercedes B-Klasse	Nissan e-NV200	Citroen Berlingo	Tesla Model S 85
Preis (Topmodell/Einstieg)	ca 25.000€/20.300€	57.102€/39.151€	34.970€/30.870€	ca 25.000€/19.700€	130.000€/69.790€
Batterie in kWh	22kWh	28kWh	24kWh	23,5kWh	85kWh
Preis pro kWh	922€	1398	997€	1051€	821€
Systemleistung	60PS	179PS	109PS	57 PS	390 PS
Höchstgeschwindigkeit	130km/h	160km/h	123km/h	110km/h	250km/h
Reichweite (NEFZ)	170km	190km	163km	170km	500km
Reichweite (130km/h)	100km	130km	?	?	380km
Verbrauch (100km)	15,5kWh	16kWh	16,5kWh	21kWh	18,1kWh
Garantie Batterie	Batterie wird gemietet und gratis	8a, 100.000km	Batterie wird gemietet	Batterie wird gemietet	8a, unendlich Kilometer
Ladeleistung Gleichstrom	-	-	50kW (Chademo)	-	120-135kW
Ladeleistung Wechselstrom	3,7kW 1-Phasig	11kW 3-Phasig	6,6kW 1-Phasig	43kW 3-Phasig	22kW 3-Phasig
Ladezeit Schuko	9-12h	9h	7h	8,5h	20-36h
Ladezeit CEE 400V/32A	6h	3h	4h	7h	4,5h
Ladezeit Typ 2 (22kW)	6h	3h	4h	7h	4,5h
Schnellladung	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja, 600km/h (Supercharger, <b>kostenlos</b> )
Zuladung	632kg	445kg	770kg	500kg	500kg
Kofferraumvolumen	3000l	1100l	3100l	4000l	700l
Lackierung inklusive	?	schwarz, weiß, rot	?	weiß, grau	weiß, schwarz
Wunschlackierungsaufpreis	?	620€	?	660€	700-1400€

## Auswertung des Vergleichs zum Fahrprofil B

1. Das Tesla Model S 85kWh ist das einzige Elektroauto mit einer NEFZ-Reichweite von 500km. Alle anderen Vergleichsfahrzeuge kommen nicht über 200km.
2. Über einen großen Kofferraum verfügen alle Fahrzeuge im Vergleich, mit Ausnahme der B-Klasse.
3. Bis auf den Mercedes haben alle Wagen maximales Zuladungsgewicht von 500kg oder mehr.
4. Eine europaweite Ladeinfrastruktur gibt es für alle Fahrzeuge, allerdings wird diese durch Drittanbieter betrieben und ist deswegen nicht 100% zuverlässig. Eine Ausnahme stellt hier Tesla mit seinem Superchargern da, diese Schnellladestationen werden von Tesla betrieben und sind nur für Tesla Fahrzeuge zugänglich.  
Bei der Ladegeschwindigkeit ist Tesla ebenfalls Vorreiter, an den Superchargern ist ein Model S in 40 Minuten zu 80% vollgeladen.
5. Außer dem Tesla kann kein Fahrzeug mit 32A Drehstrom laden.
6. Eine Amortisierung nach spätestens acht Jahren findet bei allen Fahrzeugen statt, beim Tesla wird diese jedoch durch Gratis-Strom an den Superchargern beschleunigt.
7. Die Höchstgeschwindigkeit liegt bei Renault Kangoo, Citroen Berlingo und Nissan E-NV 200 unter 130km/h, bei der B-Klasse beträgt sie 160km/h. Der Tesla liegt mit seinen 225km/h vorne.
8. Bei allen Fahrzeugen entspricht der Kofferraum den Abmessungen einer oder mehr Europalletten.

Bei Zuladung und Kofferraum liegen Nissan, Renault und Citroen vorne, Tesla im Mittelfeld und Mercedes auf dem letzten Platz.

Bei Reichweite, Höchstgeschwindigkeit, Wechselstrom- und Gleichstromschnelladen sowie bei der Ladeinfrastruktur liegt Tesla weit vor allen anderen.

Auch wenn die Kastenwägen einen größeren Laderaum und ein höheres Zuladungsgewicht bieten, ist der Tesla das optimale Auto für Fahrprofil B da sein Laderaum noch akzeptabel ist und er in allen anderen Bereichen weit vorne liegt.



## Anforderungen an die Ladeinfrastruktur

### **Firmensitz (Münchingen)**

- Da aus dem Vergleich Renault Zoe und Tesla Model S als die für uns besten Elektroautos hervorgingen, muss die Wallbox mindestens 22kW leisten.
- Anschluss netzseitig CEE/32 (rot)
- Anschluss fahrzeugseitig Mennekes Typ-2
- Eine Monitoringsoftware – am besten mit Android App – muss enthalten sein, so können wir unseren Stromverbrauch und unser Mobilitätsverhalten am besten erfassen.
- Ein FI Typ B Schutzschalter muss integriert sein, um den Installationsaufwand zu minimieren.

### **Wohnsitz (Ditzingen)**

Selbige Anforderungen wie Münchingen

### **Mobil**

Selbige Anforderungen wie Münchingen, allerdings muss die Box tragbar sein.

## Vergleich zur Ladeinfrastruktur

Bezeichnung	crOhm EVSE1H32	crOhm EVSE1M40	Mennekes Amtron Premium	Keba KeContact P20	Wallb-e 22kW
<b>Preis</b>	1800€	2000€	1705€	859€	1275€
<b>Wand/Mobil</b>	Wand	Mobil	Wand	Wand	Wand
<b>Ampere</b>	32	40	32	32	32
<b>Kilowatt</b>	22	28	22	22	22
<b>Volt</b>	400	400	400	400	400
<b>FI-B</b>	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
<b>Vernetzung</b>	Bluetooth 111€	Bluetooth 111€	RFID, App	Ethernet, RFID	NFC, GPSR, LAN, WLAN
<b>Stromzähler</b>	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
<b>Anschlüsse</b>	Typ 2	CEE16, CEE32, Camping, Schuko, Typ 2	Typ 2	Typ 2	Typ 2
<b>Gehäuseschutz</b>	IP 44 (54 opt.)	IP 44 (54 opt.)	IP 44	IP54	?
<b>Steckerverriegelung</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

## Auswertung des Vergleichs zur Ladeinfrastruktur

Bis auf Keba und Wallb-e erfüllen alle Wallboxen die Anforderungen

Die Entscheidung zwischen den Wallboxen, die die Anforderungen erfüllen, ist deshalb nur noch eine Frage des Preises. Die **crOhm EVSE1H32** liegt hier klar vorn, deshalb werden für Münchingen und Ditzingen je eine bestellt.

Die **crOhm EVSE1M40** ist die einzige tragbare Box im Vergleich, deshalb wird ein Exemplar zur ständigen Mitführung im Tesla gekauft. Mit je einer Stromtankstelle in der Firma und am Wohnsitz ist für den Renault Zoe vermutlich keine mobile Ladebox nötig. Sollte die Praxis anderes ergeben, wird eine zweite **crOhm EVSE1M40** gekauft.

## Fazit

Der Vergleich der Elektrofahrzeuge hat ergeben, dass Renault Zoe im Fahrprofil A und Tesla Model S im Fahrprofil B die einzigen für unsere Firma wirtschaftlich sinnvollen Fahrzeuge sind. Darum werden wir diese beiden Fahrzeuge beschaffen.

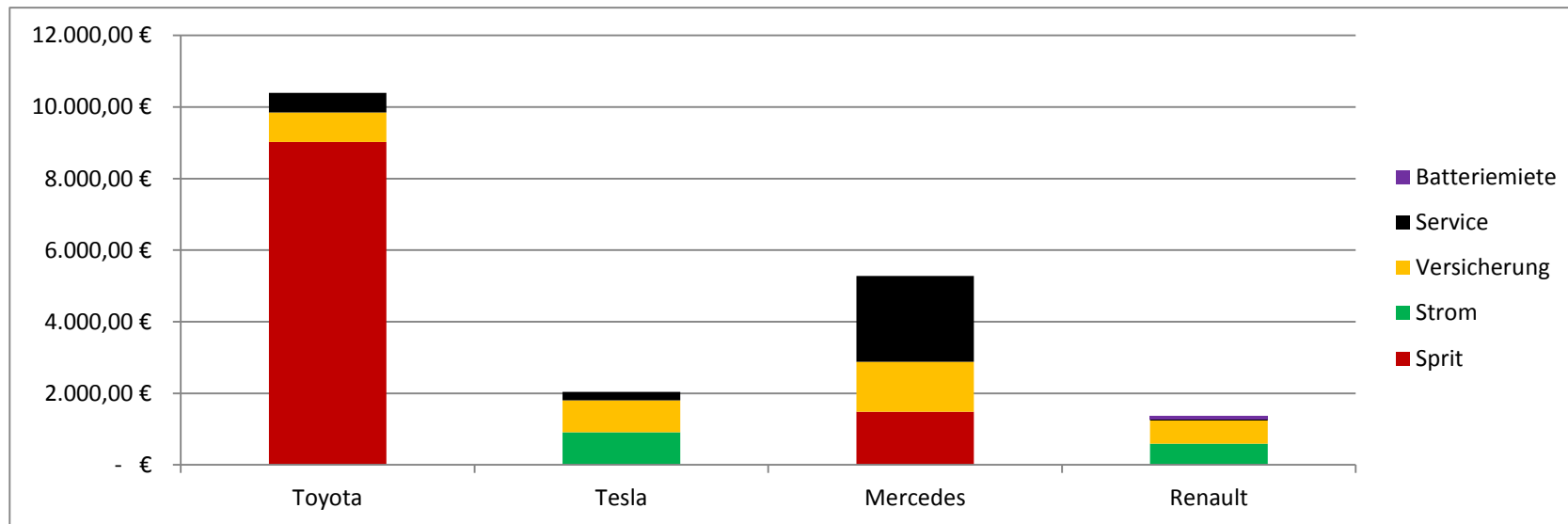
Technisch ähneln sich alle Ladestationen sehr, preislich gibt es allerdings große Differenzen. Aufgrund des Vergleichs zu den anderen Ladestationen recht niedrigen Preises wird für die Wallboxen in Münchingen und Ditzingen, und zur Mitführung in den Fahrzeugen die Firma crOhm beauftragt.

## Anhang

Das Diagramm auf Seite 12 zeigt eine Aufschlüsselung der Kosten nach Fahrzeug sowieso die daraus resultierenden jährlichen Ersparnisse.

Das Diagramm auf Seite 13 vergleicht die Kosten, die über die Lebensdauer des Fahrzeugs durch Anschaffung und Unterhalt anfallen (TCO = **T**otal **C**ost of **O**wnership = Gesamtbetriebskosten)

	Toyota	Tesla		Mercedes	Renault
Verbrauch auf 100km	20l/148kWh	2,4l/22kWh	Verbrauch auf 100km	10l/90kWh	1,7l/16kWh
Fahrtkosten 100km	36,10 €	3,63 €	Fahrtkosten 100km	14,80 €	5,92 €
Fahrtkosten pro Jahr	9.025,00 €	907,50 €	Fahrtkosten pro Jahr	1.480,00 €	592,00 €
Servicekosten im Monat	45,00 €	50,00 €	Servicekosten im Monat	200,00 €	120,00 €
Servicekosten im Jahr	540,00 €	600,00 €	Servicekosten im Jahr	2.400,00 €	1.440,00 €
Versicherung	827,00 €	892,00 €	Versicherung	1.400,00 €	650,00 €
Gesamtkosten pro Jahr	10.392,00 €	2.339,50 €	Gesamtkosten pro Jahr	5.280,00 €	2.682,00 €



**Jährliche Ersparnis Tesla anstelle von Toyota: 8.052,50 €**

**Jährliche Ersparnis Renault anstelle von Benz: 2.598,00 €**

**Jährliche Gesamtersparnis: 10650,50 €**

