

# Elektromobilität im Handwerksbetrieb

Dr. Wolfgang Christl, Handwerkskammer für München und Oberbayern  
30.11.2016 im Bauzentrum München  
Fachforum Errichtung von Ladestationen

## Referat Sonderprojekte der Handwerkskammer für München und Oberbayern

**Dr. Ing. Wolfgang Christl**

Dipl. Ing. Werkstoffwissenschaften

- 21 Jahre Mitarbeiter der BMW AG in wechselnder Verantwortung mit wiederkehrendem Bezug zu Innovationsprojekten im Bereich Elektromobilität.
- Seit 2008 Beauftragter für Innovation und Technologie der Handwerkskammer für München und Oberbayern (Beratung, Sonderprojekte E-Mobilität).



## Mögliche Themen – Ihre Fragen zu Elektromobilität?



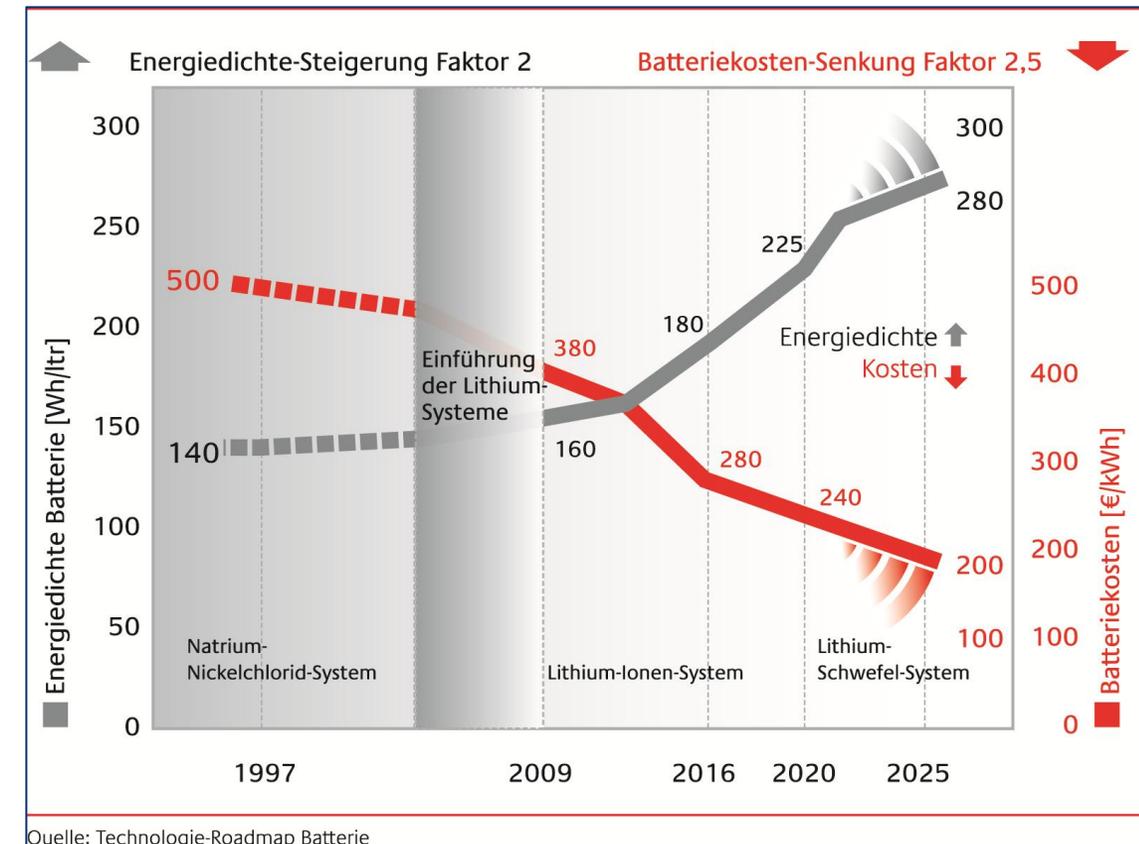
# Perspektive Elektromobilität – nicht ob sondern wann?

## Positives Szenario für Elektromobilität nach 2020

- Halbierung der Kosten => Kostenparität ist in Sicht.
- Reichweiten bis 500 km sind möglich.
- Dekarbonisierung – Druck auf CO<sub>2</sub>-Senkung steigt.
- Optimierung Verbrennungsmotor ausgereizt – erreicht physikalische Grenzen.
- Electric Natives haben wachsende Bedeutung.

=> **Signifikante Durchdringung des Marktes zwischen 2020 und 2030.**

Quelle: Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse, Fh-IFAM, Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität – Ergebnisse und Perspektiven, Forum Elektromobilität, März 2016, Berlin



Quelle: NPE, Fortschrittsbericht 2014 – Bilanz der Marktvorbereitung, Berlin 12/2014, Seite 56, Abbildung 29, Entwicklung Batterietechnologie hinsichtlich Energiedichte und Kosten

## Elektromobilität heute – Wann beginnen Sie?

### Aktueller Stand:

- Die Elektromobilität ist bereits heute alltagstauglich.
- Eine zunehmende Anzahl von Anwendungsszenarien ist bereits heute wirtschaftlich.
- Rechtliche Hemmnisse wurden und werden abgebaut
- Die automobiler Zukunft ist elektrisch.

**=> Ist Ihr nächstes Fahrzeug ein Elektrofahrzeug?**



Quelle: Dr.-Ing. Bertram Harendt, DDI, Ergebnisse der Begleit- und Wirkungsforschung zum Schaufensterprogramm Elektromobilität, Forum Elektromobilität, März 2016, Berlin

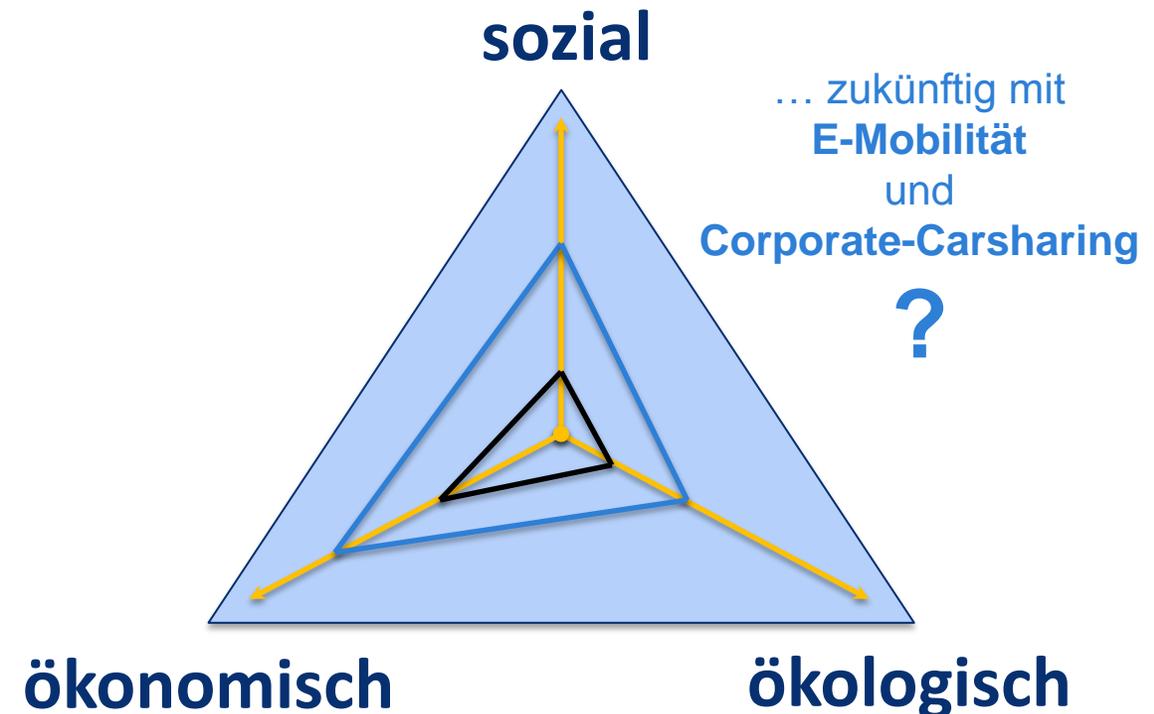
Bildquelle: Vertiefungskurs „Elektromobilität erleben“ – Handwerkskammer für München und Oberbayern, Bildungszentrum München, 24.09.2016

# Elektromobilität in Ihrem Betrieb – Sie tragen die Verantwortung!

**Elektromobilität erfordert einen gesamthaften Ansatz,**

- im Zieledreieck der Nachhaltigkeit,
- als Baustein der Energiewende,
- intelligent vernetzt,
- die Mitarbeiter integrierend.

**=> Denken Sie nur wirtschaftlich?**



Quelle: Dr. Wolfgang Christl, Verbundprojekt Smart Advisor, Lehrgangsunterlagen M3, München, 09/2015, LE 3.1

## Die Stumbaum GmbH stellt sich vor:

### stumbaum – IHR HAUSFREUND

Strom. Wasser. Wärme. Bad.



**stumbaum**  
IHR HAUSFREUND

### Mitarbeiter

- Techniker – Projekt 45
- Techniker – Kundendienst 15
- Geschäftsführung, Abteilungsleiter 5

### Fahrzeuge

	Anzahl	Jahresfahrleistung	Realverbrauch	CO <sub>2</sub> -Emission
▪ Kleinbus (VW T5, Renault Traffic)	27	582.579 km/a	12,5 l/100km	192,3 t/a
▪ Lieferwagen (VW Caddy)	2	33.604 km/a	8,5 l/100km	7,4 t/a
▪ Elektro-Kleinwagen (Mitsubishi iMiev)	1	4.794 km/a	15 kWh/100 km	0 t/a
▪ PKW Mittelklasse (VW Touran)	2	73.666 km/a	8,5 l/100 km	16,5 t/a
Summe:	32	694.643 km/a		216,2 t/a

### Standorte

- Schöngesing, Hauptsitz
- MGH - Münchener Gewerbehof Westend , Niederlassung

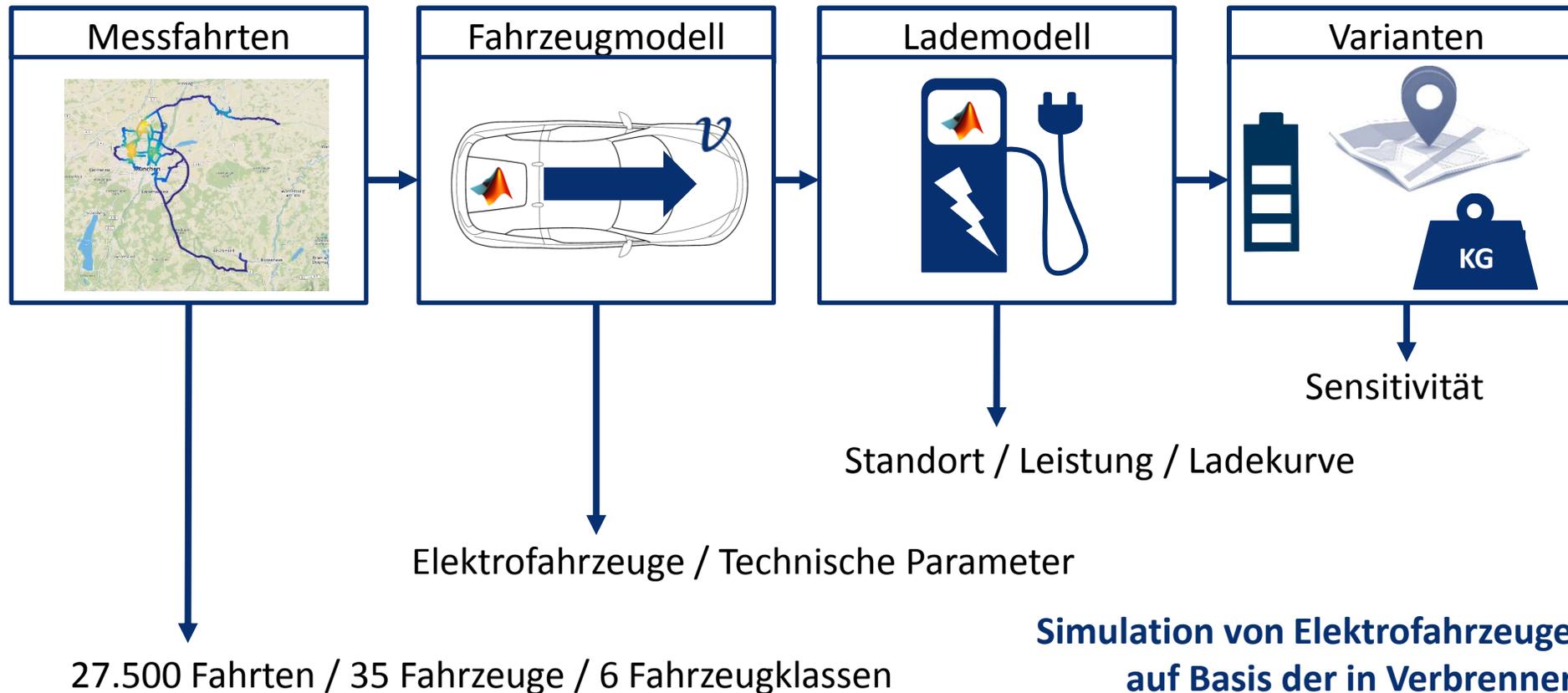


VEM – Startgespräch 22.05.2013

Bild: Christl

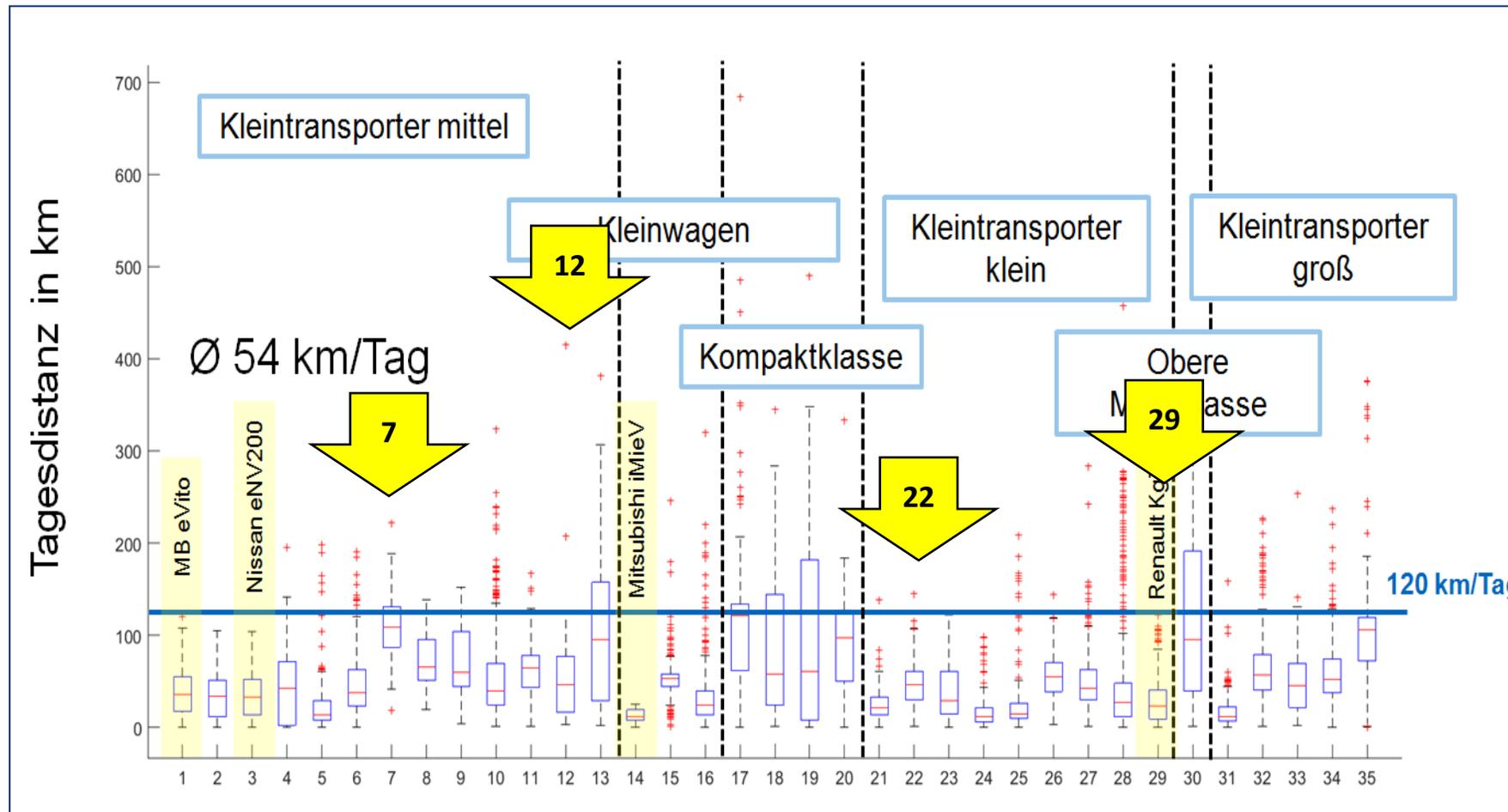
Entspricht dem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von:  
13 Amerikanern  
23 Bundesbürgern  
oder 35 Chinesen bzw. 131 Indern

## Projekt VEM – Virtuelle Elektromobilität im Taxi- und Gewerbeverkehr München



**Simulation von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur  
auf Basis der in Verbrennern aufgezeichneten  
Fahrprofile.**

# Projekt VEM: Tagesfahrleistungen im Handwerksverkehr

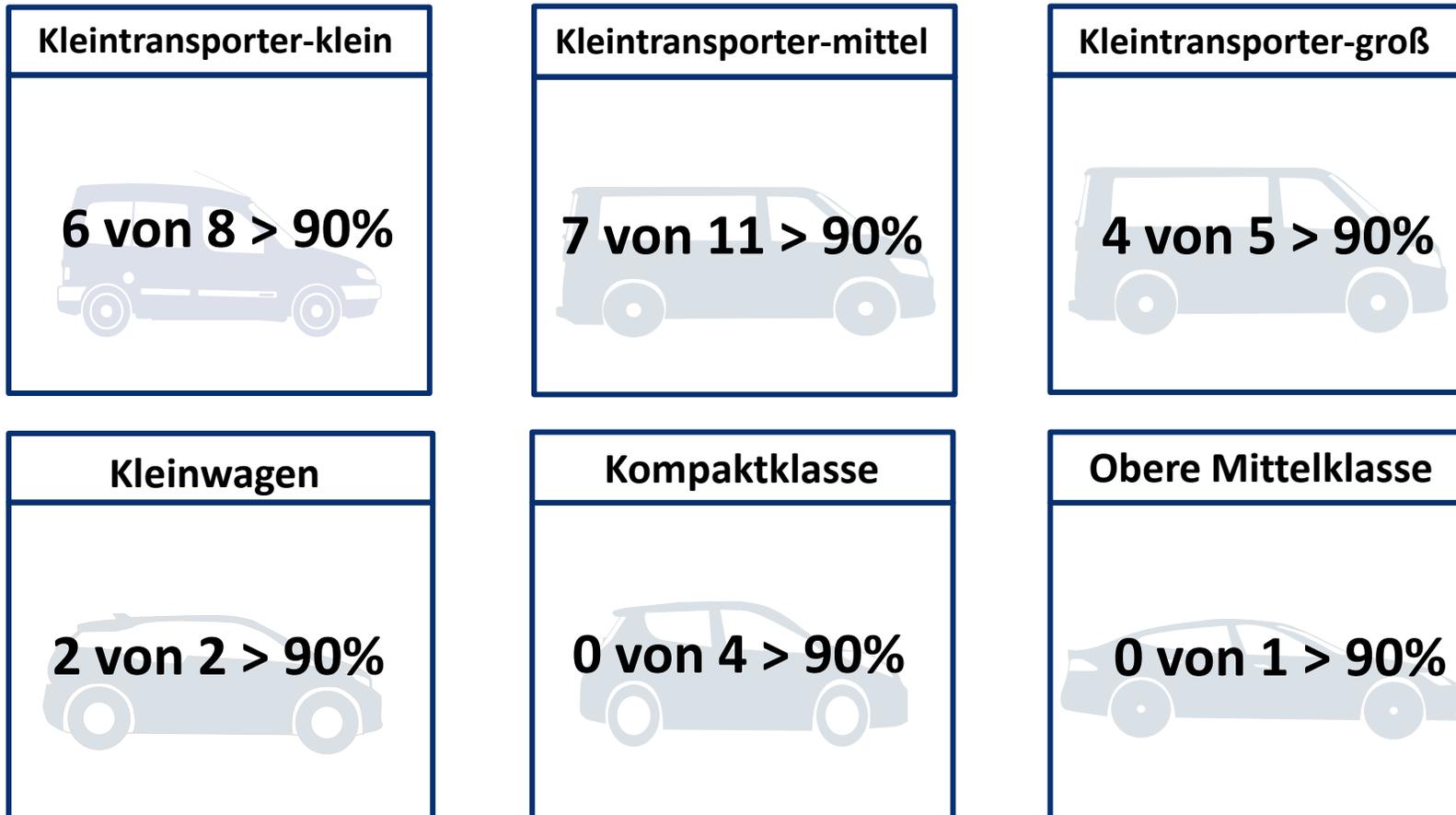


## Ergebnis:

- 19 von 31 Verbrenner-Profilen erscheinen geeignet.
- 4 Elektrofahrzeuge bleiben mit ihrer Tagesfahrleistung unter Reichweite.

→ **Detailanalysen und Simulationen sind empfehlenswert.**

## Projekt VEM: Potenzieller Elektrofahrzeug Einsatz im Handwerk

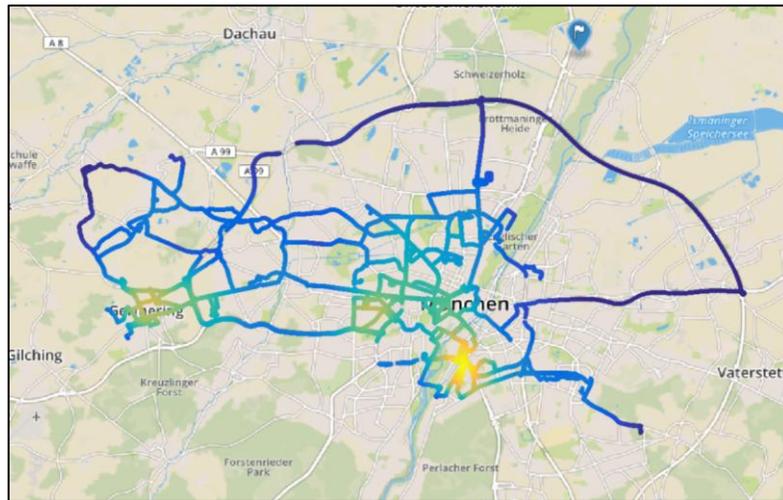


### Analyseergebnis im Überblick:

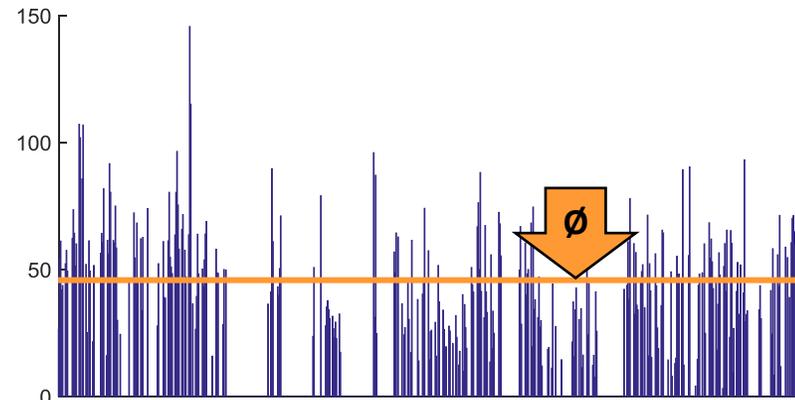
- 19 von 31 Verbrenner-Profilen erscheinen geeignet.
- Laden bei Stopp >30 Minuten.
- Erstsimulation mit individuell eingestellter Ladeinfrastruktur.

→ Detailanalysen mit definierten Ladeorten und Ladeleistung wurden für ausgewählte Fahrprofile durchgeführt.

# Projekt VEM: Fahrzeug 22 - ein ideales Fahrprofil



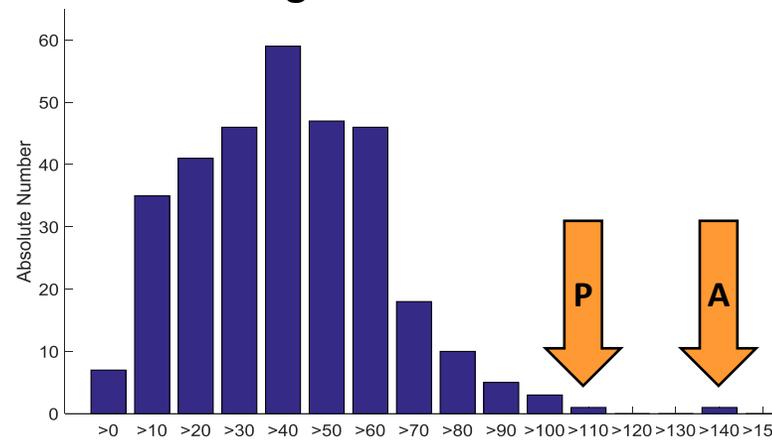
1 Monat unterwegs in München



Tagesdistanzen in km



∅ / Plan / Ausreißer [km/d]  
**46 / 120 / 140**



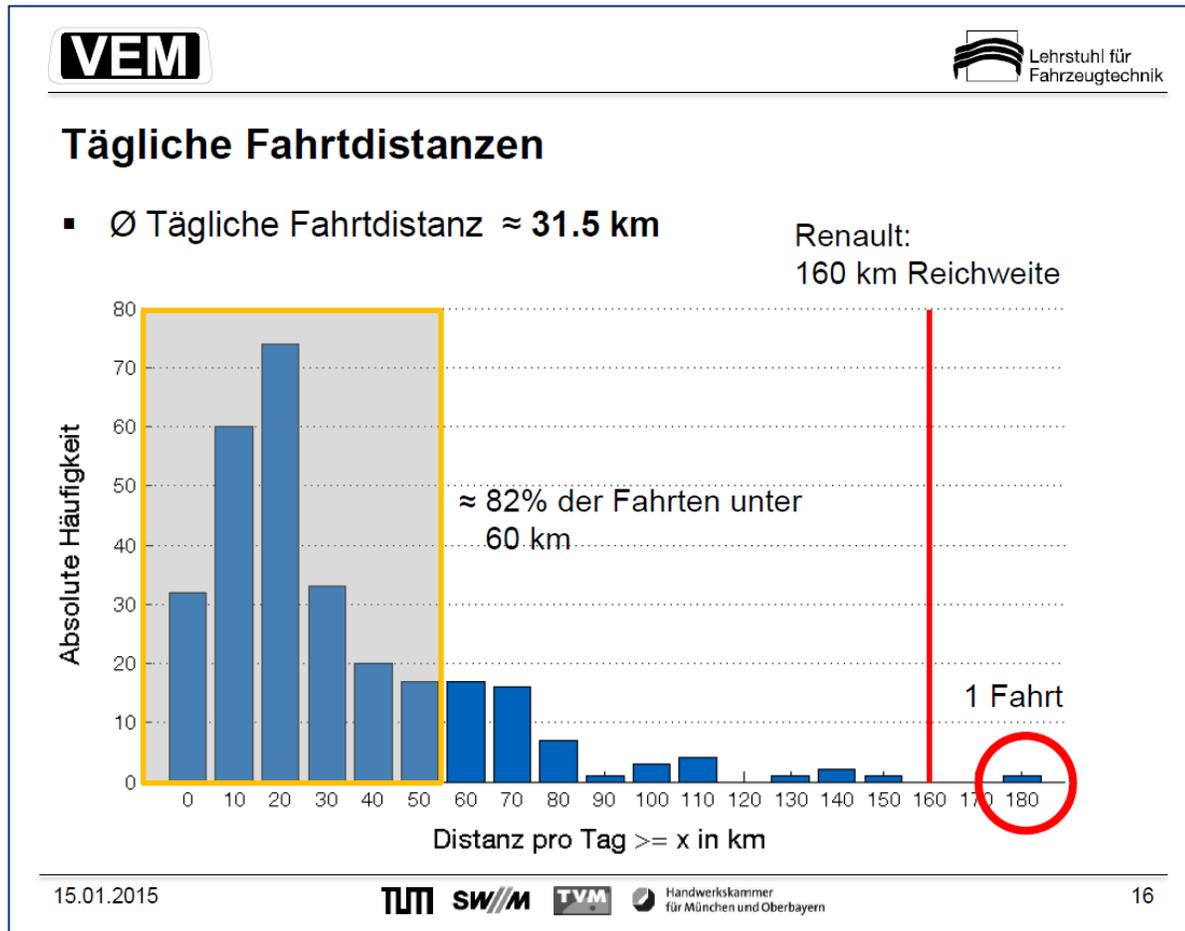
Verteilung der Tagesdistanzen

## Detailanalyse Fahrprofil:

- Überwiegend Stadtgebiet
- Drei Fokuspunkte
- Homogene Verteilung
- Mittlere Tagesfahrleistungen

→ 98,7 % der Fahrten wären mit einem Elektrofahrzeug durchführbar

# Projekt VEM: Fahrleistungen Realversuch Renault Kangoo Maxi Z.E. – Fzg. 29

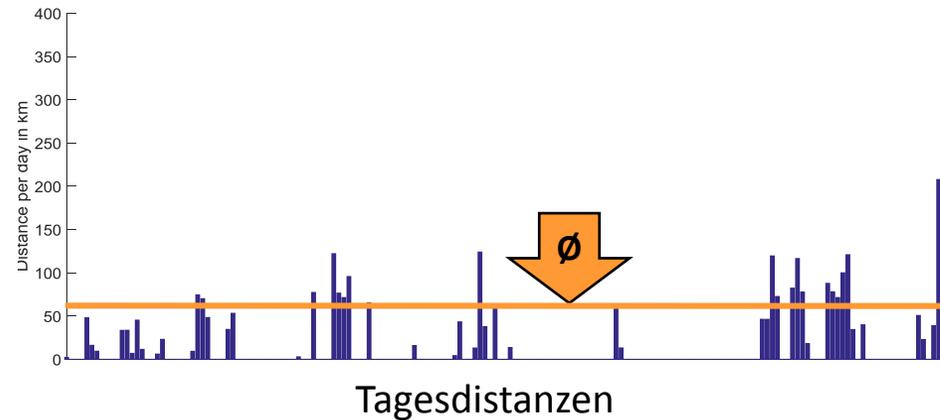
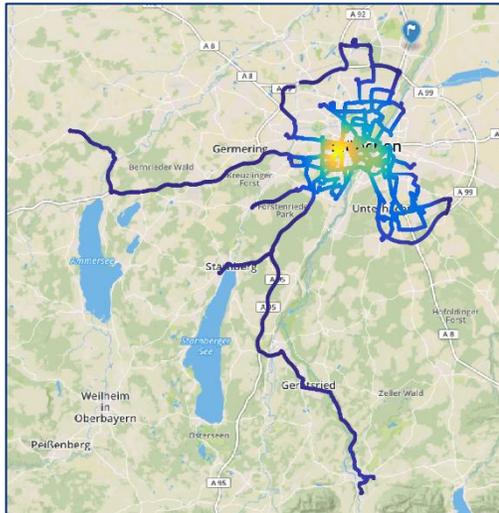


### Ergebnis Realversuch:

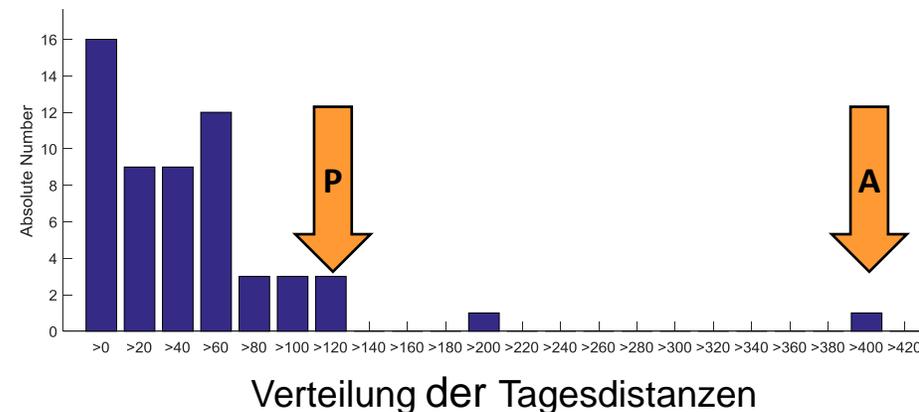
- Reichweiten-Angst bestimmt das Nutzungsverhalten.
- Tagesfahrleistungen sind deutlich niedriger als bei Verbrennern beobachtet (Wirtschaftlichkeit leidet).
- Vermutlich kein Zwischenladen untertags.

➔ Elektromobilität erfordert andere Verhaltensweisen.

# Projekt VEM: Fahrzeug 12 – Sind die Ausreißer vermeidbar?



Ø / Plan / Ausreißer [km/d]  
**59 / 130 / 415**



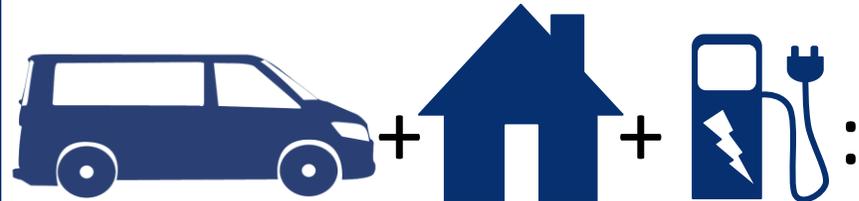
## Detailanalyse Fahrprofil 12:

- Weiträumiges Fahrprofil
- Fahrten zum Stammsitz in Schöngesing
- Eine weite Ausreißerfahrt
- Ungleichmäßig verteilte Tagesdistanzen

→ Meist niedrige mittlere Fahrleistung,  
zweimal hohe Fahrleistungen pro Tag

## Projekt VEM: Fahrzeug 12 - Simulation Laden und Batteriekapazität?

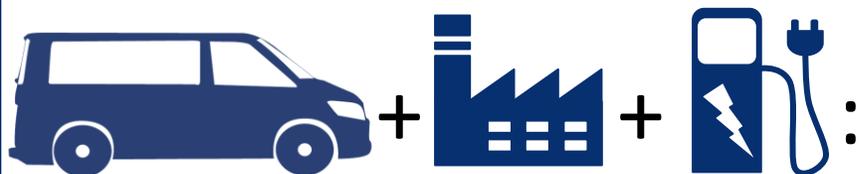
Simulation: Ladestandort nur zu Hause



Simulation: Variation der Batteriekapazität



Simulation: Ladestandort nur an der Firma



Simulation: Variation der Batteriekapazität



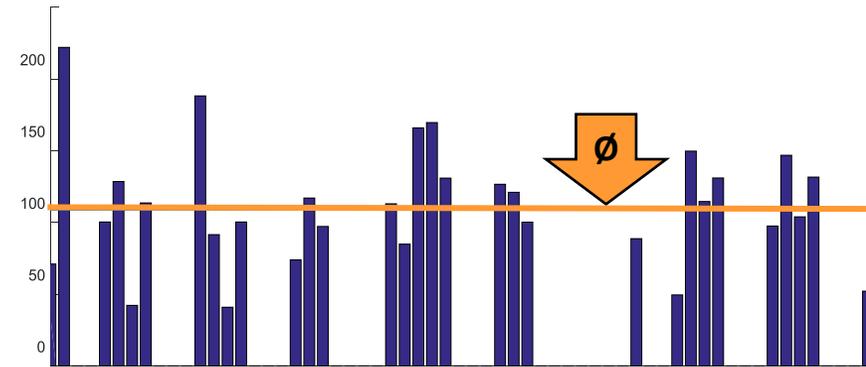
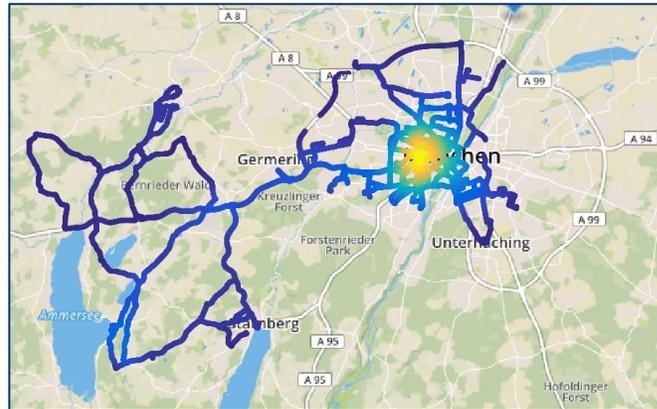
Simulation: Ladestandort Firma + zu Hause



Simulation: Variation der Batteriekapazität

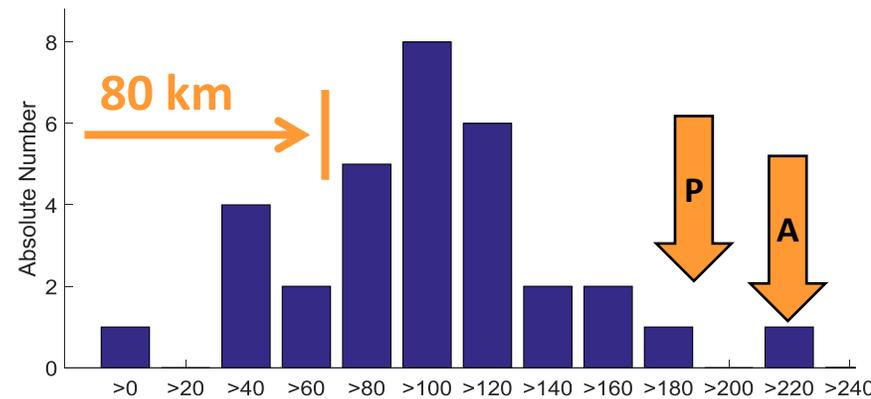


# Projekt VEM: Wäre Fahrzeug 7 auch geeignet?



Ø / Plan / Ausreißer [km/d]  
**109 / 190 / 230**

Tagesdistanzen



Verteilung der Tagesdistanzen

## Detailanalyse Fahrprofil 7:

- wenige Tage mit hohen Fahrleistungen.
- Sehr hohe durchschnittliche Fahrleistungen bedingt durch Wohnsitz Mitarbeiter Nähe Herrsching (39 km)

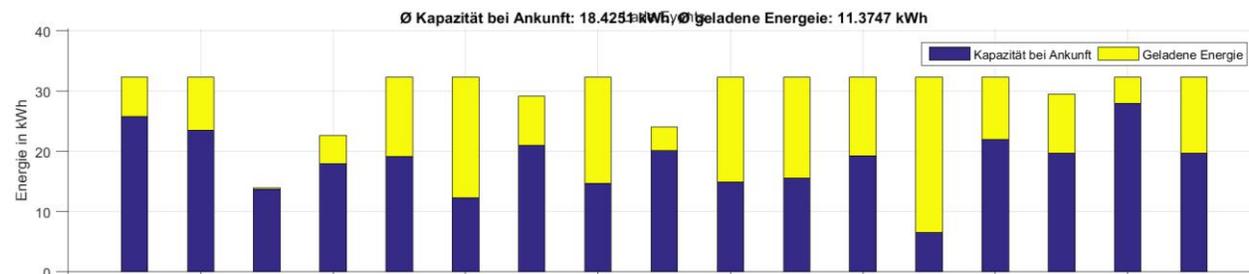
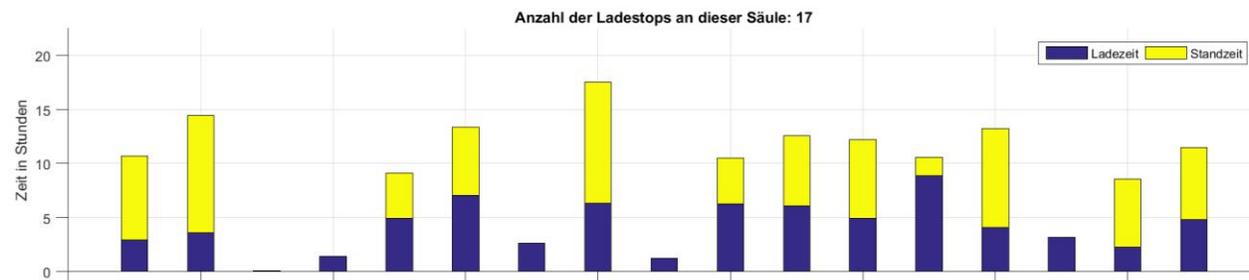
→ Seitenversatz 80 km wegen Anfahrt bei sonst eher homogenem Fahrprofil mit beherrschbaren Tagesfahrleistungen.

# Projekt VEM: Fahrzeug 7 – Normalladen 3,6 kW am Wohnort



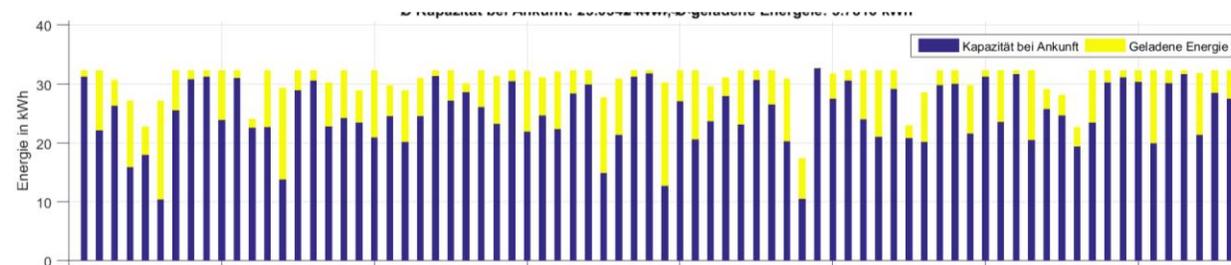
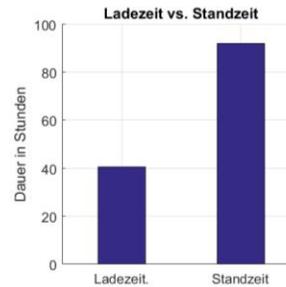
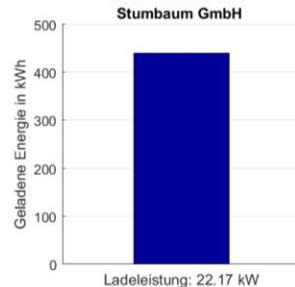
## Beobachtung Wohnort Mitarbeiter:

- Der Wohnort des Mitarbeiters wird regelmäßig angefahren (39 km außerhalb M).
- Standzeiten 8 – 13 h.
- Der Ladezustand des Fahrzeuges ist bei Ankunft häufig gering.



- Mit Normalladen über Nacht wird die Batterie wieder voll aufgeladen
- Bei diesem Fahrprofil besteht die Herausforderung darin, dass der Mitarbeiter am Abend wieder nach Hause kommt. Er wird dem Sachverhalt Sorge tragen (Zwischenladen in der Stadt).

# Projekt VEM: Fahrzeug 7 - Simulation Schnellladen 22kW am Betriebshof



## Beobachtung Firmensitz im MGH Westend:

- ST688 besucht mehrmals täglich den MGH (76 Stopps an 32 Tagen)
- Standzeiten betragen meist nur wenige Minuten bis max. 2 h
- Vier mal steht Fahrzeug nachts am MGH

→ Mit einer Schnellladestation im MGH kann das Fahrzeug jedes Mal wieder voll aufgeladen werden (u.a. Nachladen der für die Anfahrt verbrauchten Energie)

→ Normalladen ist hier nicht ausreichend

→ Bei niedrigen SOC genügen wenige Minuten mehr für Vollladen

## Projekt VEM: Welche Abdeckung des Fahrprofils ist realisierbar?

Erfüllungsgrad in nachsimulierten Ladeszenarien

Fahrzeug	Fahrleistung [km/a]	Anfahrt [km]	Fahrprofil-Kennzahlen Ø/P/A [km/d]	Empfohlene Batterie-Kapazität [kWh]	Nur Heim 3,6 kW	Nur Arbeitgeber 22 kW	Heim, Arbeitgeber 3,6/22 kW	Heim, Arbeitgeber, Kunde 3,6/22/3,6 kW	Anmerkung
<b>12</b>	19386	6	56/130/415	24	<b>84,39%</b>	<b>81,73%</b>	<b>90,70%</b>	<b>93,02%</b>	Inhomogenes Fahrprofil
<b>8</b>	17189	21	73/140/140	24	<b>75,95%</b>	<b>80,38%</b>	<b>83,54%</b>	<b>91,77%</b>	Tage mit hohen Fahrleistungen hinterfragen
<b>7</b>	24884	39	109/190/230	24	<b>51,39%</b>	<b>91,67%</b>	<b>97,22%</b>	<b>97,22%</b>	wenige Ausreißer hinterfragen
<b>9</b>	15470	7	70/120/160	29	<b>81,93%</b>	<b>91,97%</b>	<b>95,98%</b>	<b>95,98%</b>	wenige Ausreißer hinterfragen

# Welche Ladeinfrastruktur benötigt der Münchener Gewerbehof Westend?



Gollierstraße 70, 80339 München



Öffentlicher Parkraum im Umfeld



Parkhaus und Parkrundell im Innenraum



Schranke Nord – Umwidmung Fläche?

## Ausgangslage / Quantität

- 130 Betriebe angeschrieben in 03/2016:
  - 6 Betriebe haben Interesse (Stand: 06.04.2016).
  - Sie betreiben ca. 25 konventionelle Fahrzeuge und ein Elektrofahrzeug; Interesse an Fahrrädern.

## Ladeinfrastruktur heute:

- 5 priv. Stellplätze Parkhaus MGH (230 V, 10 A = 2,3 kW)
- Ladepunkte öffentlicher Raum:
  - ADAC (1,0 km; 2\*Typ2)
  - Verkehrszentrum (1,2 km; 6 Schuko)

## Perspektive Ausbau Ladeinfrastruktur

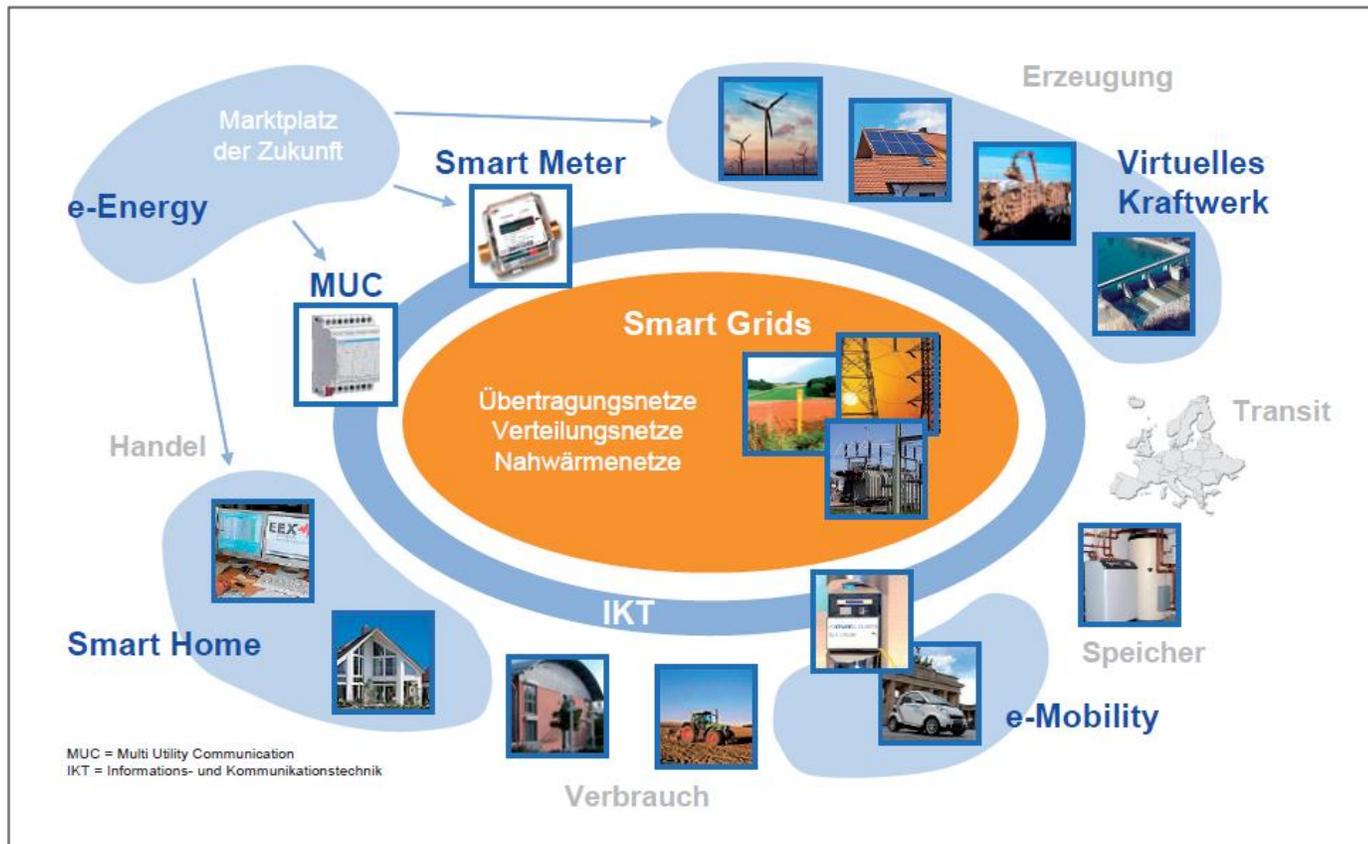
- **Vorrüsten von Ladezonen in 4 Gewerbehöfen (ca. 40 Stellplätze mit Anschlussleistung 22 kW)**
- Weitere Normalladepunkte im öffentlichen Parkraum in Planung (IHFEM).
- Öffentliches Schnellladen vor Schranke Nord wird geprüft.

## Elektromobilität im Handwerksbetrieb – Erkenntnisse bisher:

- Jedes Fahrprofil im Handwerk ist anders – mehr als 2/3 sind bereits heute auf Elektromobilität umstellbar.
- Mit Förderung der LHM sollte Wirtschaftlichkeit in den meisten Fällen gegeben sein.
- Mit steigender Batteriekapazität verschwindet die Reichweiten-Angst, diese kostet jedoch Geld.
- Schlüsselfaktor ist die Ladeinfrastruktur, sie sollte mit Weitsicht konzipiert werden.
- Wir sollten die Ökobilanz nicht länger ignorieren, erkennbare Restriktionen könnten überraschen.

**=> Lassen Sie uns Ihren Einstieg mit Weitsicht ins Auge fassen.**

# Elektromobilität – Baustein auf dem Weg zur Energieversorgung der Zukunft



Förderprojekt  
**Smart Advisor**  
-  
„Die smarte Zukunft braucht  
smarte Berater!“  
Weiterbildung zu  
**Berater/in für  
Elektromobilität (HWK)**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Handwerkskammer für München und Oberbayern  
Sonderprojekte E-Mobilität  
Dr. Wolfgang Christl  
Max-Joseph-Str. 4  
80333 München

Telefon: 089 5119 239  
Fax: 089 5119 311  
E-Mail: [wolfgang.christl@hwk-muenchen.de](mailto:wolfgang.christl@hwk-muenchen.de)