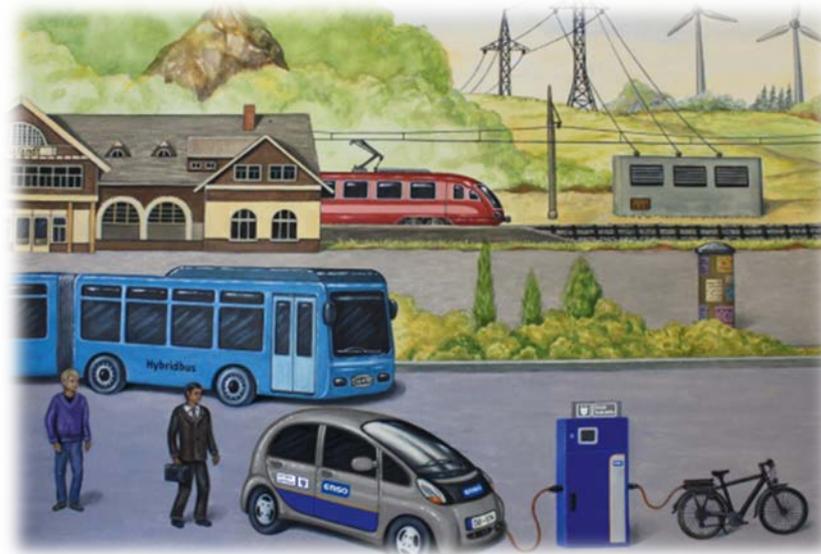


# **E-Mobilität – Praxiserfahrung und Erfolgsfaktoren**

**Carsten Wald**

- Aktivitäten in den Schaufenster- und Modellregionen
- Elektrifizierung Fuhrpark DREWAG/ENSO
- Infrastruktur für Elektromobilität
  - Privat
    - Laden zu Hause – Netztechnische Analysen
    - Laden auf Arbeit – Lastmanagement für Stromtankanlagen
  - Öffentlich
    - Notwendigkeit
    - Standortwahl
    - Perspektiven



## ■ Themenschwerpunkte

- Einsatz von Elektrofahrzeugen im eigenen Fuhrpark
  - Flottentauglichkeit, Wirtschaftlichkeit?

## ■ Infrastruktur für Elektromobilität

- Aufbau öffentlicher und privater Ladeinfrastruktur
- Lastmanagement für Stromtankanlagen
- Zugangs- und Abrechnungssysteme
- Netztechnische Analysen

## ■ Elektromobilität im ländlichen Raum

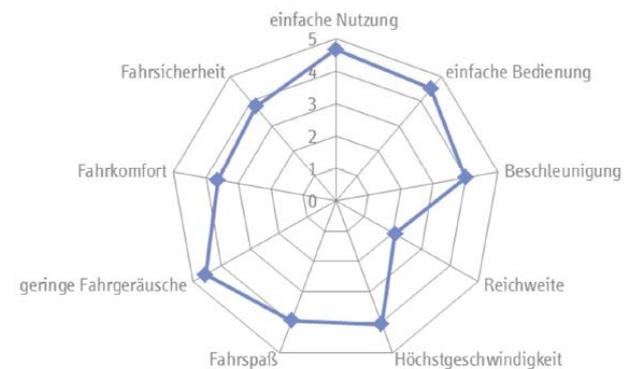
- Erprobung von (teil-)öffentlicher Mehrfachnutzung (Partner TUD)
- Elektromobilität „erfahrbar“ machen

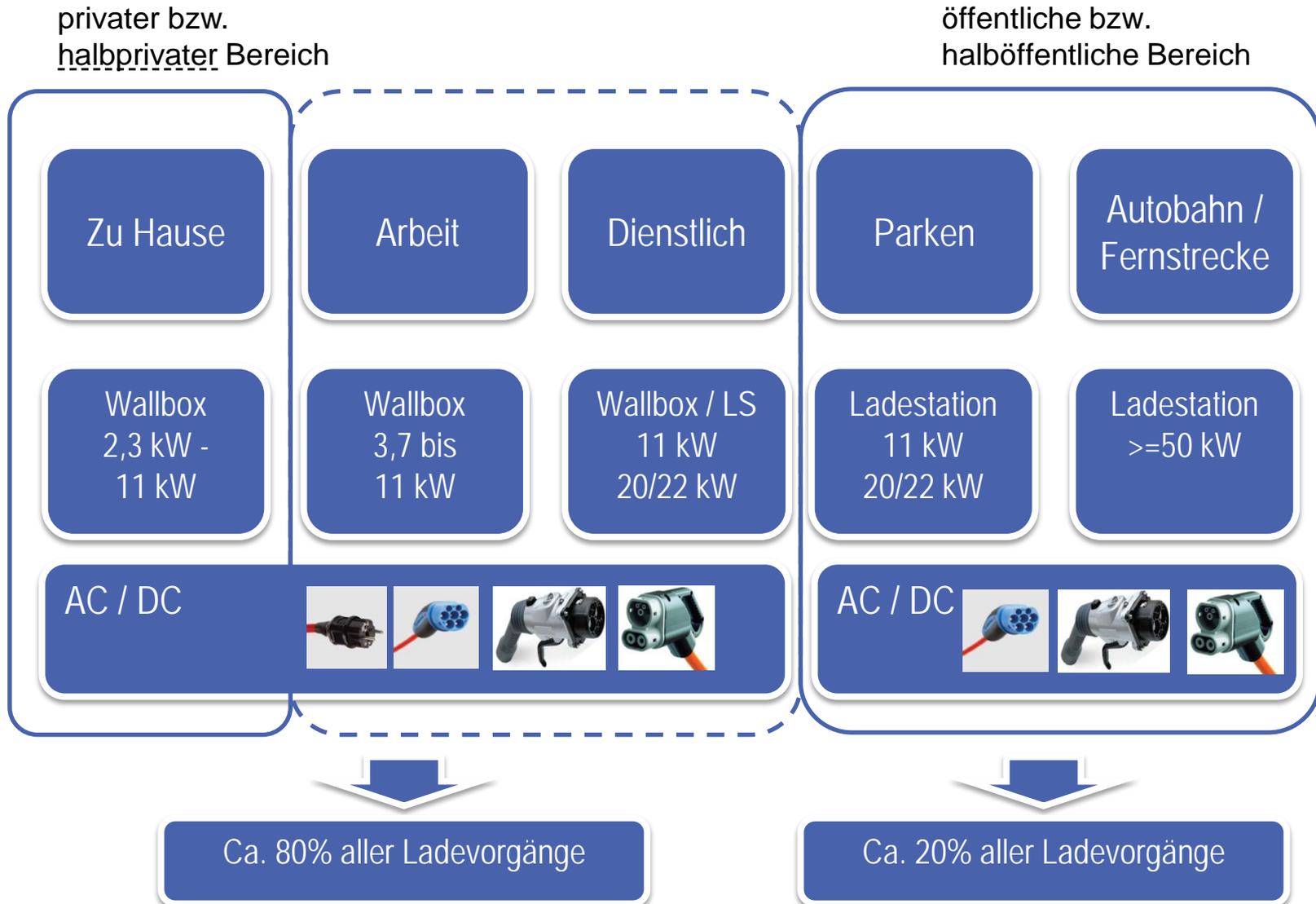


- Seit 2010 – Einsatz von Elektrofahrzeugen
  - Aktuell 90 Elektrofahrzeuge im Fuhrpark
    - Mäßige Auslastung – Ø 10 Tkm/a - Reichweitenangst
    - Geringer Verschleiß – Reibebremsen vs. Rekuperation, kein Ölwechsel ...
    - Unkompliziertes Handling – Automatik ...
    - Keine besonderen Anforderung an Fuhrparkmanagement
    - Eigene Ladeinfrastruktur notwendig!
- = Fazit: Flottenbetrieb unkritisch, mehr Reichweite → größere Auslastung
- ! Wirtschaftlichkeit aktuell noch grenzwertig, trotz Förderung



Wie beurteilen Sie das gefahrene Elektrofahrzeug?





### ■ Netztechnische Analysen

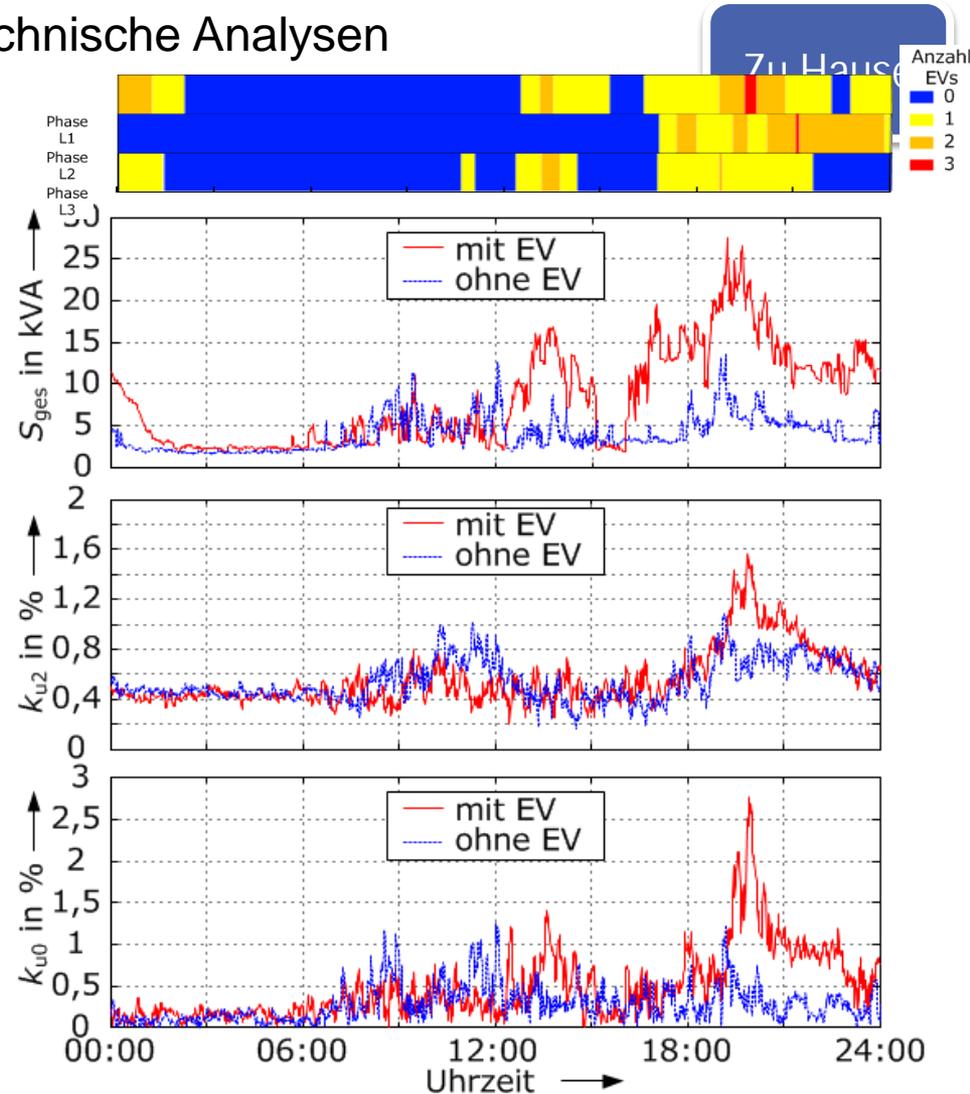
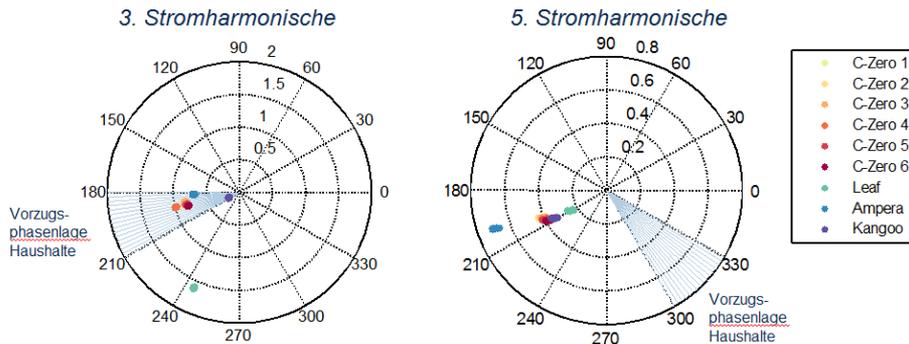
- Kooperation mit DREWAG und TUD
- Feldversuch „Laden zu Hause“ in Einfamilienhaussiedlung in DD

Zu Hause



### Ladeinfrastruktur zu Hause – Netztechnische Analysen

- = Winkeldiversität zwischen den verschiedenen Efz-typen sehr gering
- = Deutlicher Einfluss auf die Spannungsunsymmetrie
- !! Einsatz dreiphasiger Ladegleichrichter zu bevorzugen



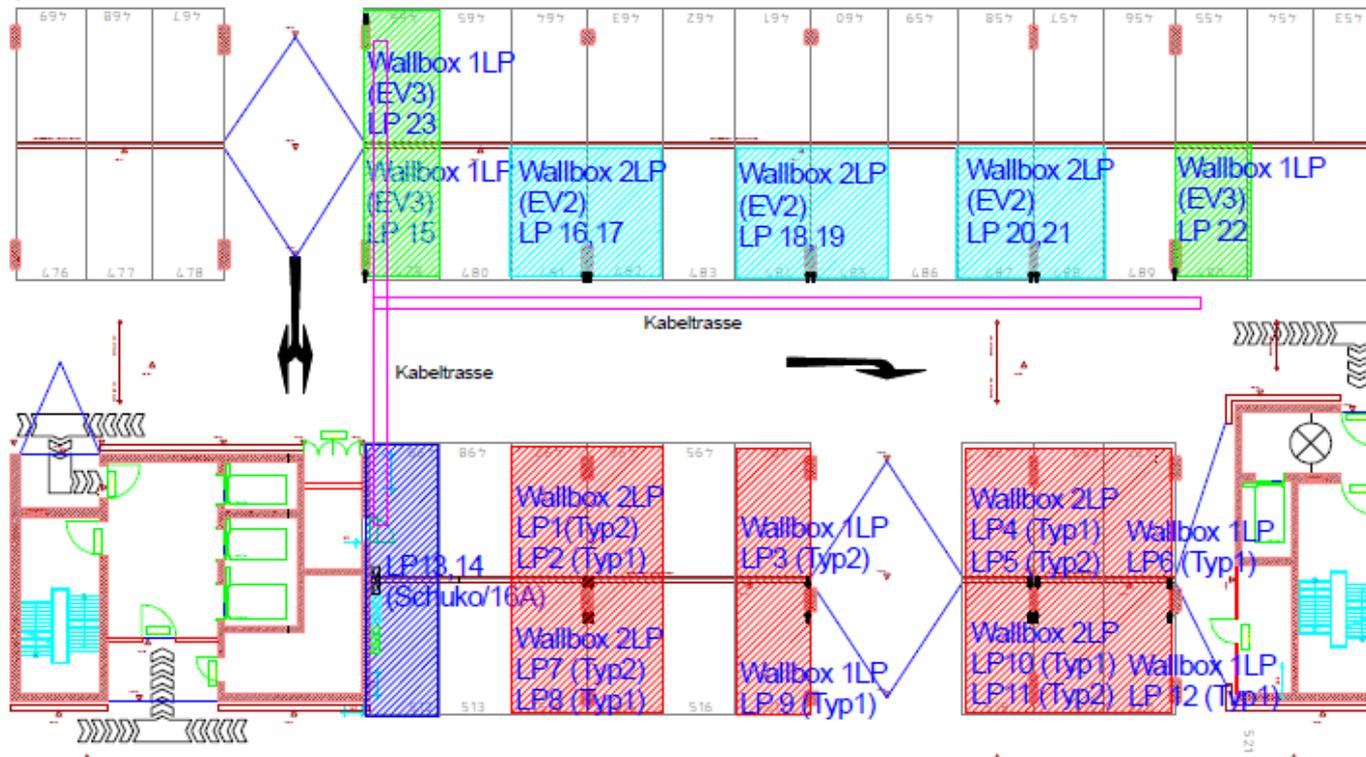
## ■ Fazit

- Bis 11kW - keine besonderen netzseitigen Anforderungen
- Netzurückwirkungen (Unsymmetrie, Oberschwingungen) beachten
  - Für Netzbetreiber frühzeitiger Registrierungsprozess wichtig (z. B. verbindliches Prozedere in TAR und TAB Mitteldeutschland)
- Zu einem späteren Zeitpunkt
  - Intelligent gesteuertes Laden reduziert signifikant die Kosten für Netzausbau – „Netzdienlichkeit“
  - Im Stadtgebiet hat Elektromobilität Potenzial als steuerbare Last (WP/NSH wenig vertreten)
  - Ab ca. 50.000 Elektrofahrzeuge Teilnahme am Regelenergiemarkt (23% des PKW-Bestandes von Dresden)
  - Anreize notwendig – z. B. zeitvariable Tarife
- Hemmnisse
  - Erhebliche rechtliche Hemmnisse – keine Planungssicherheit zur Anschaffung eines Elektrofahrzeuges
  - Gesetzliche Regelungen sowohl im BGB (Mieter) als auch im WEG (Wohneigentümer) notwendig

- Aufbau einer Demonstrator-Stromtankanlage (CityCenter Dresden)
  - Untersuchung der Prinzipien des Lastmanagement

Arbeit

Dienstlich



Grundriss Parkplätze Stromtankanlage für 4 verschiedene Nutzergruppen

Dunkelblau – Besucher

Rot – Mitarbeiter

Hellblau – Dienstfahrzeuge

Grün – Dienstfahrzeuge mit hoher Ladepriorität

- Konzeption Demonstrator-Stromtankanlage (CityCenter Dresden)  
Lastmanagement notwendig, da P\_max begrenzt auf 125 kW
  - Reduzierung des Leistungsbedarfes um 57% durch Lastmanagement!

Arbeit

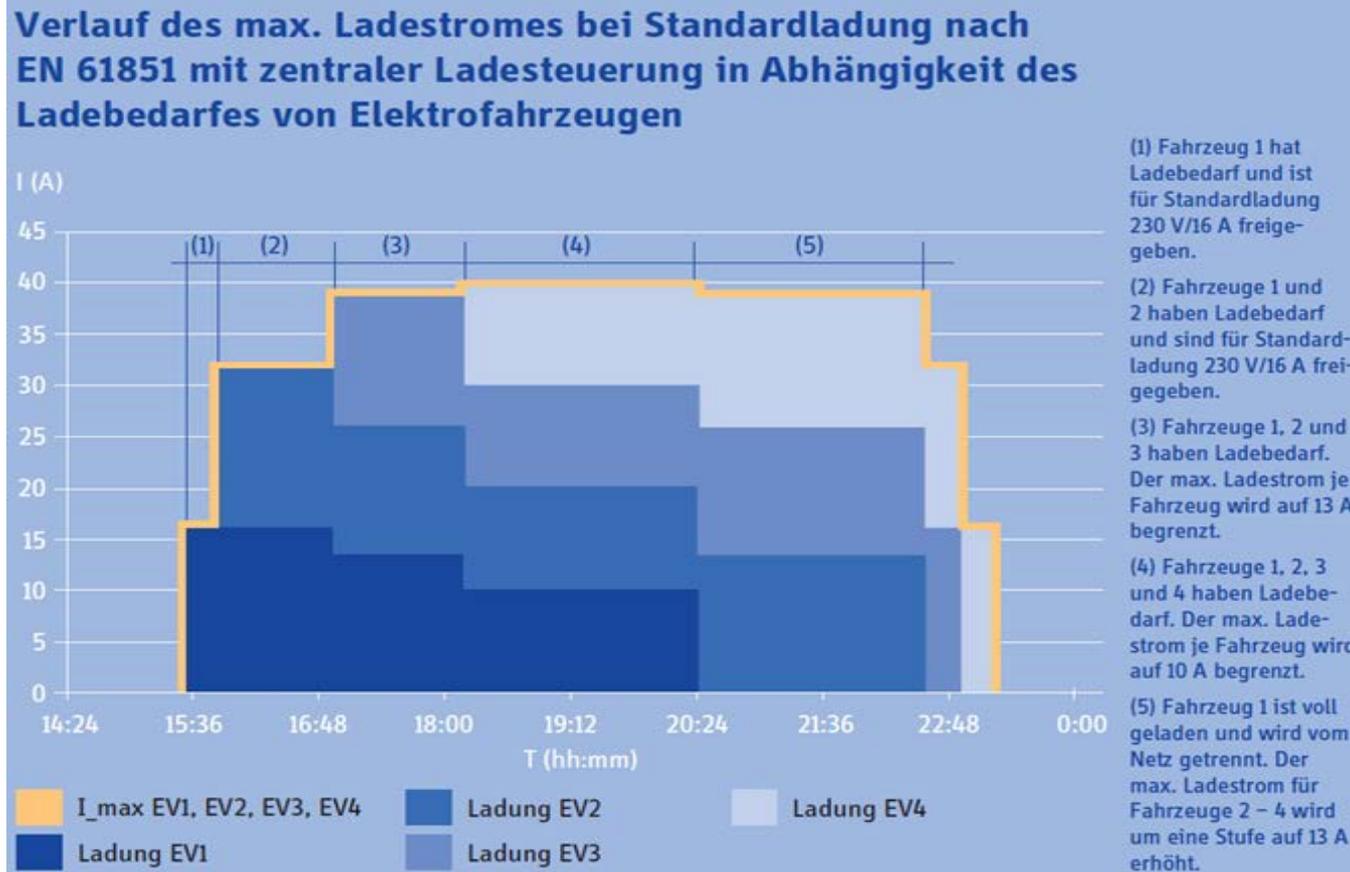
Dienstlich

Lastmanagement Stromtankanlage CityCenter						Fall 1 - Anschlusswert ohne Lastmanagement (g=1)					Fall 2 - Anschlusswert mit Lastmanagement (g=1)				
Stufe	Verteilung	LP	P-Nr.	Ladeart	Ladetyp	U_n	I_L1	I_L2	I_L3	P_n	U_n	I_L1	I_L2	I_L3	P_n
I	EV1	1	497	Mode 3	Typ 2	230 V	16 A			3,7 kW	230 V	10 A			2,3 kW
		2	496	Mode 3	Typ 1	230 V		16 A		3,7 kW	230 V		10 A		2,3 kW
		3	494	Mode 3	Typ 2	230 V			16 A	3,7 kW	230 V			10 A	2,3 kW
		4	493	Mode 3	Typ 1	230 V	16 A			3,7 kW	230 V	10 A			2,3 kW
		5	492	Mode 3	Typ 2	230 V		16 A		3,7 kW	230 V		10 A		2,3 kW
		6	491	Mode 3	Typ 1	230 V			16 A	3,7 kW	230 V			10 A	2,3 kW
		7	514	Mode 3	Typ 2	230 V	16 A			3,7 kW	230 V	10 A			2,3 kW
		8	515	Mode 3	Typ 1	230 V		16 A		3,7 kW	230 V		10 A		2,3 kW
		9	517	Mode 3	Typ 1	230 V			16 A	3,7 kW	230 V			10 A	2,3 kW
		10	518	Mode 3	Typ 1	230 V	16 A			3,7 kW	230 V	10 A			2,3 kW
		11	519	Mode 3	Typ 2	230 V		16 A		3,7 kW	230 V		10 A		2,3 kW
		12	520	Mode 3	Typ 1	230 V			16 A	3,7 kW	230 V			10 A	2,3 kW
		13	499	Mode2	SCHUKO	230 V	10 A			2,3 kW	230 V	10 A			2,3 kW
		14	512	Mode2	SCHUKO	230 V		10 A		2,3 kW	230 V		10 A		2,3 kW
II	EV2	21	488	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	10 A	10 A	10 A	6,9 kW
		16	481	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	10 A	10 A	10 A	6,9 kW
		17	482	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	10 A	10 A	10 A	6,9 kW
		18	484	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	10 A	10 A	10 A	6,9 kW
		19	485	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	10 A	10 A	10 A	6,9 kW
		20	487	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	10 A	10 A	10 A	6,9 kW
	EV3	15	479	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	16 A	16 A	16 A	11,1 kW
		22	490	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	16 A	16 A	16 A	11,1 kW
		23	466	Mode 3	Typ 2	400 V	32 A	32 A	32 A	22,2 kW	400 V	16 A	16 A	16 A	11,1 kW
Gesamt Stromtankanlage						400 V	362 A	362 A	352 A	250,8 kW	400 V	158 A	158 A	148 A	109,5 kW

- Aufbau einer Demonstrator-Stromtankanlage (CityCenter Dresden)
  - Lastmanagement nach dem Prinzip First-Come-First-Serve

Arbeit

Dienstlich



- Umsetzung Demonstrator-Stromtankanlage (CityCenter Dresden)  
Realisierung von BA I in 2012, BA II in 2014

Arbeit

Dienstlich

### ■ BA I



Hauptverteilung



EV – UV1  
mit Sichtfenster  
für Demonstrations-  
zwecke



4x Wallbox  
mit 2 LP (3,7 kW)



4x Wallbox  
mit 1 LP (3,7 kW)

### ■ BA II



EV – UV2 und UV3  
mit ausgelagerten  
Personen- und  
Leitungsschutz



3x Wallbox  
mit 2 LP (22 kW)

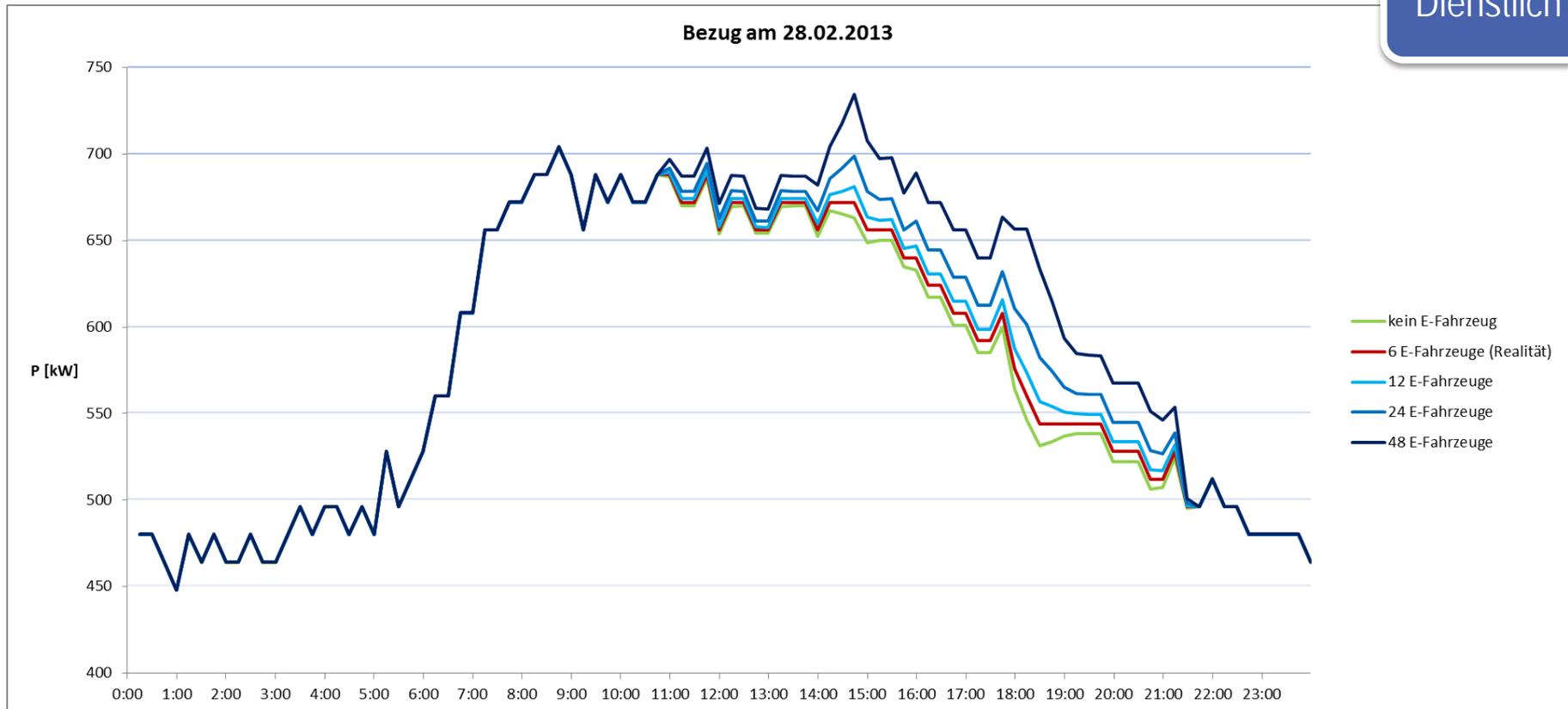


3x Wallbox  
mit 1 LP (22 kW)

- Untersuchungen an der Demonstrator-Stromtankanlage
  - Wie treffen die Tageslastgänge Stromtankanlage und Bürogebäude aufeinander?

Arbeit

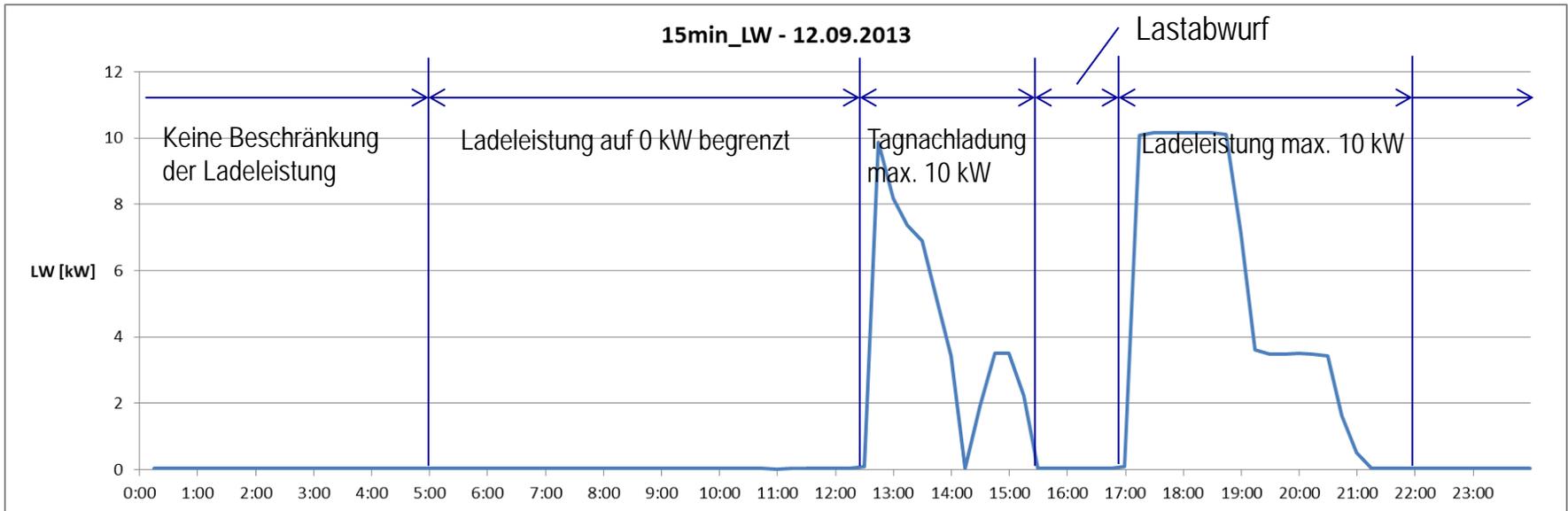
Dienstlich



- Untersuchungen an der Demonstrator-Stromtankanlage
  - Test von Lastprofilen Elektromobilität
  - Wie zuverlässig sind die Protokolle gem. IEC 61851

Arbeit

Dienstlich

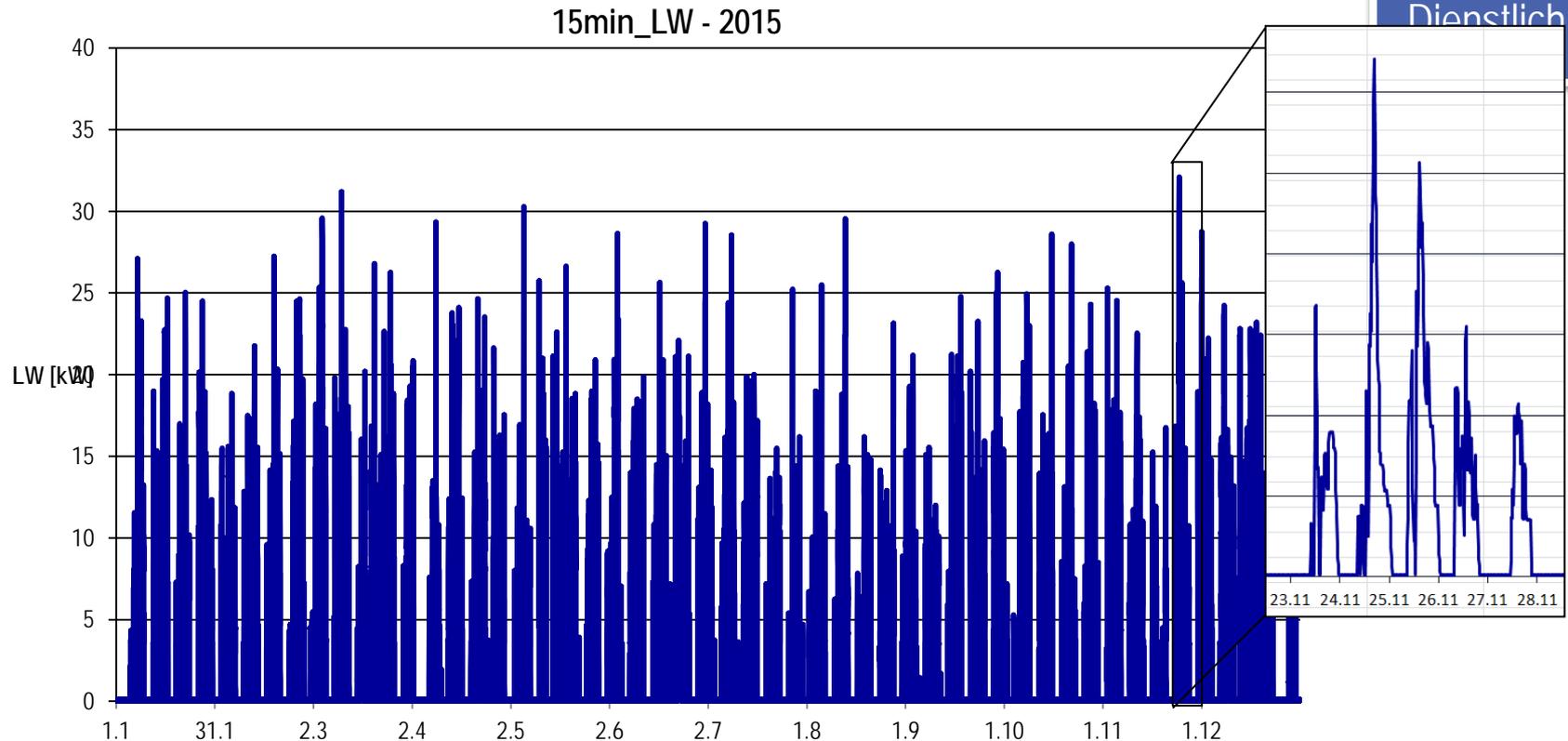


Versuchsbeispiel Lastabwurf und Begrenzung der Ladeleistung

- Untersuchungen an der Demonstrator-Stromtankanlage
  - Wie realistisch ist der Gleichzeitigkeitsfaktor  $g=1$  gem. VDI 2166?
  - = Signifikant Abhängig vom Nutzerverhalten, Bürogebäude  $g \approx 0,5$

Arbeit

Dienstlich



In 2015 waren permanent 15 Elektrofahrzeuge am Standort CityCenter stationiert  
bei  $g = 1$  wäre  $P_i = 83,5 \text{ kW}$  Tatsächlich  $P_{\text{max}} = 32 \text{ kW} \Rightarrow g = 0,38 !$

## ■ Fazit

- Notwendigkeit Lastmanagement bei Häufung von Ladepunkten (z. B. Flottenstützpunkte, TG-Mehrfamilienhaus)
- Gleichmäßigkeitsfaktor signifikanter Abhängigkeit vom Nutzerverhalten
  - Bürogebäude  $g = 0,5$
- Optimierungspotenzial vorhanden
  - Zukünftig mehr Intelligenz und Standardisierung notwendig (ISO 15118)

Arbeit

Dienstlich



Stromtankanlage WTC – Fertigstellung 01/2017

### ■ Notwendigkeit

#### ■ Kontra

- Lediglich 20% der Tankvorgänge im öffentlichen Bereich = an vielen Standorten keine wirtschaftliche Perspektive
- Wege von und zur öffentlichen Ladeinfrastruktur als großes Akzeptanzhindernis – den perfekten Standort gibt es nicht
- Referenzierbarkeit zum Haushaltstarif

#### ■ Pro

- Ohne öffentliche Ladeinfrastruktur keine Entwicklung E-Mobilität
- Backup-Funktion reduziert signifikant Reichweitenangst
- Schnellladestation bietet Nutzer einen deutlichen Mehrwert
- Teilnahme an E-Mobilität auch für Laternenparker ermöglichen

Parken

Autobahn/  
Fernstrecke

### ■ Attraktivität des Standortes

- Tourismus – Parkplätze von Nationalparks, Naturparks, Schlösser, Burgen ... *Alles mit überregionaler Bekanntheit.*
- Ortschaften – zentrale Lage, möglichst eine Mischung aus: Behörden, Banken, Restaurants, Hotels, Museen und Sehenswürdigkeiten... *Alles was zum Verweilen einlädt.*
- Verkehrsknoten – Kombination aus Nähe zu BAB, kreuzende Bundesstraßen, Restaurants, Schnittstelle ÖPNV (P&R) ... *Wo sich auch ohne Elektrofahrzeug ein Zwischenstopp lohnt.*

Parken

Autobahn/  
Fernstrecke



Beispiel P&R + Wanderparkplatz  
Tharandt



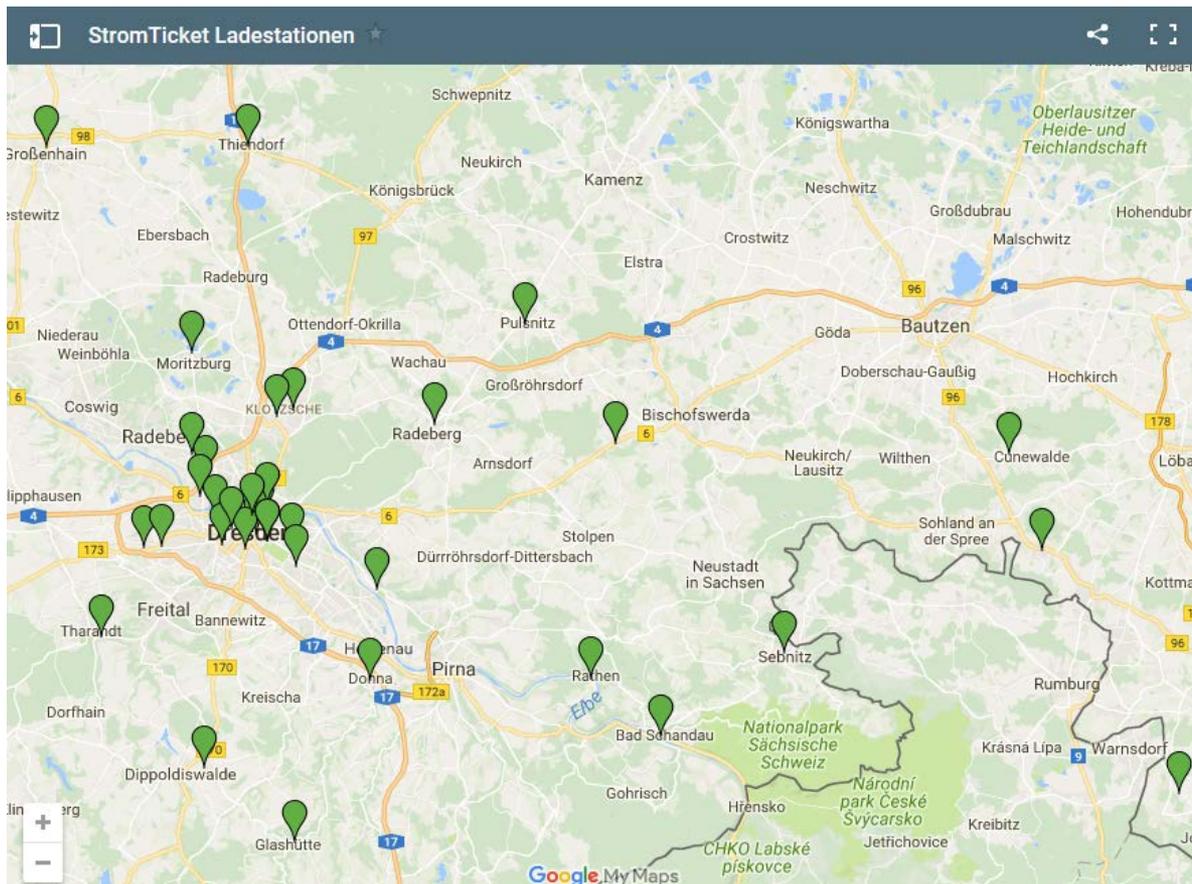
Beispiel Schnellladestation an A13  
(Thiendorf) vis a vis BURGER KING

### ■ Ist-Zustand zum 31.12.2016

- Stadt Dresden (DREWAG) = 30 Normal-Ladepunkte
- Umland (Ostsachsen) = 32 Normal-Ladepunkte, 2 Schnell-Ladepunkte

Parken

Autobahn/  
Fernstrecke



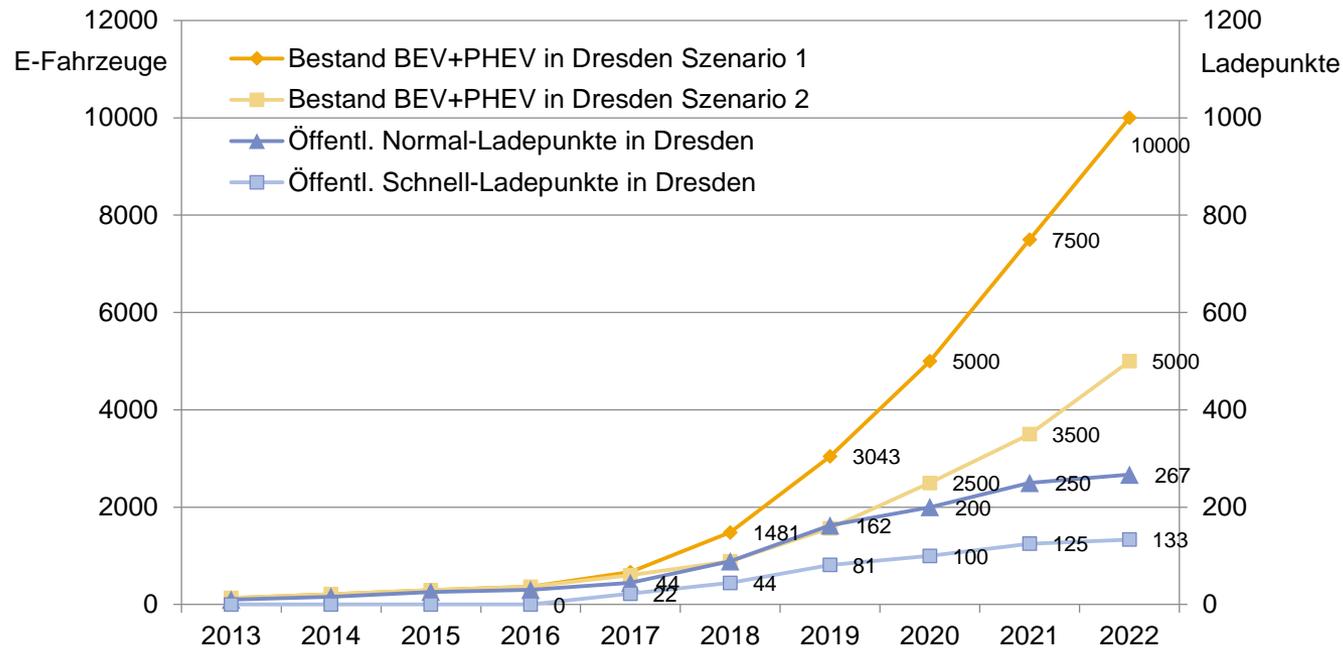
### ■ Entwicklungsperspektiven bezogen auf den Bestand an Elektrofahrzeugen in Dresden bis 2022

- Ca. 5-7 % Normal-Ladepunkte
- Ca. 3 % Schnell-Ladepunkte

Parken

Autobahn/  
Fernstrecke

### Entwicklung Elektrofahrzeuge und Ladepunkte in Dresden

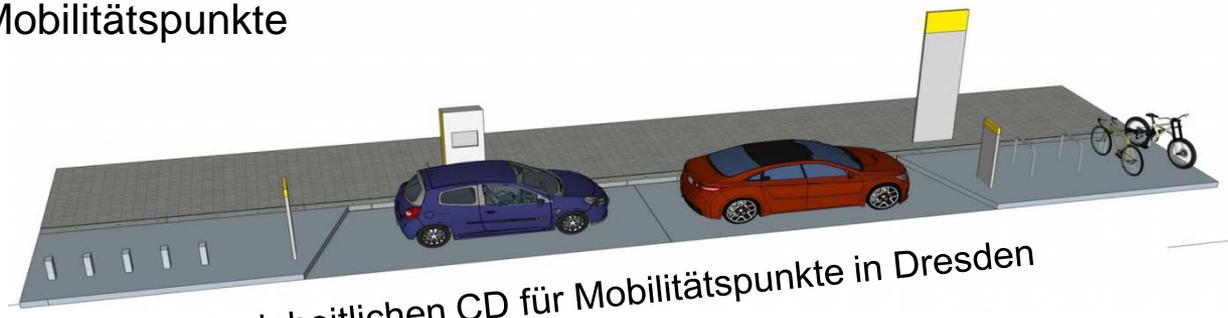


### ■ Herangehensweise der Landeshauptstadt Dresden

- Ladeinfrastruktur koppeln an zentrale Mobilitätspunkte
  - Idee - Bestehende Angebote miteinander vernetzen
    - Infopoint
    - Car-/Bike-Sharing
    - ÖPNV-Knoten
    - Taxi
    - Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge
      - Möglichst Schnellladestationen
      - Einheitlicher Zugang – Adhoc (StromTicket.de + eRoaming)
- 13 zentrale Mobilitätspunkte
- 31 wohnortnahe Mobilitätspunkte
- 11 P&R

Parken

Autobahn/  
Fernstrecke



Konzept mit einheitlichen CD für Mobilitätspunkte in Dresden

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Wald  
Dienstleistungsvertrieb

Telefon 0351 468-43 84  
Carsten.Wald@enso.de

