

Elektromobilität

Bewertung der Auswirkungen auf
städtische Verteilungsnetze

Workshop – Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

20.09.2017

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Ein Unternehmen von **VATTENFALL** 

Stromnetz
Berlin 

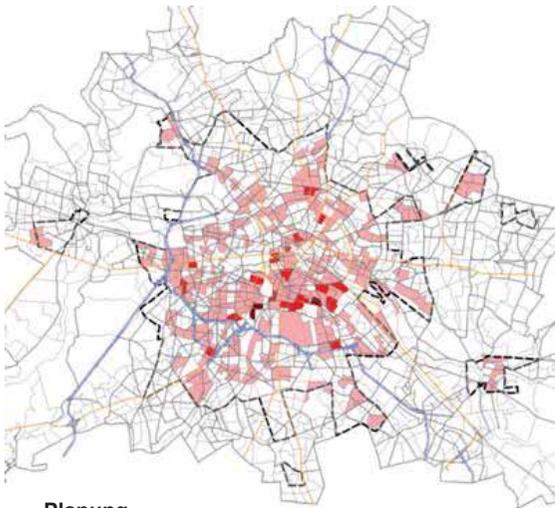
Agenda

- Potentialanalyse
- Niederspannungsnetzstudie

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Ausbaugebiete



Planung

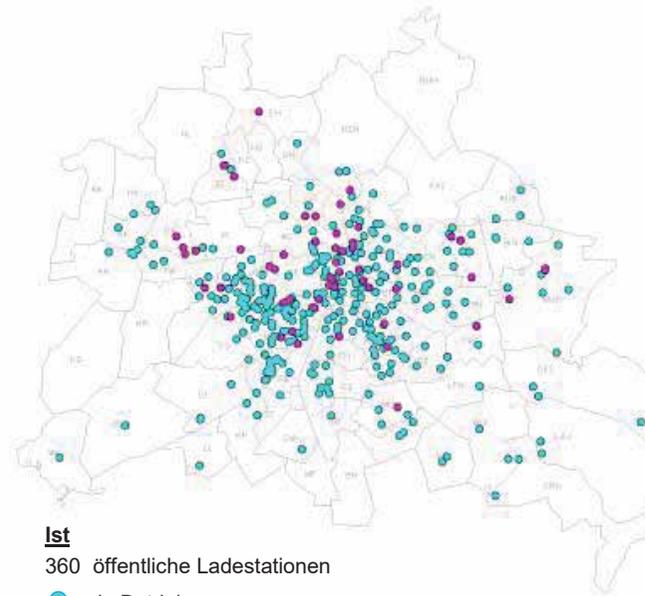
750 öffentliche Ladestationen (1.500 Ladepunkte)

2016: 200 AC (2 x 11 kVA)

2017-2021: 500 AC (2 x 11 kVA)

50 DC (1 x DC 50 kVA, 1 x AC 22 kVA)

Ausbaustand



Ist

360 öffentliche Ladestationen

● : in Betrieb

● : in Planung

Auszug aus NIS



Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse



Die Leistungsbereitstellung ist unmittelbar von der Anzahl der E-Autos sowie von der Leistungsfähigkeit der verbauten Akkus abhängig (Reichweite).

Staatliche Anreize und die Verringerung der Fahrzeugkosten erhöhen die Nachfrage nach E-Autos und bedingen einen größeren Bedarf an Ladeinfrastruktur.

Hinsichtlich des Leistungsbedarfes für „E-Mobility“ ist dementsprechend von einem Anstieg auszugehen. Die Größenordnung ist jedoch ggw. nur schwer abschätzbar.

SNB hat beispielhaft Prognosen für den öffentlichen und privaten Raum erstellt.

Ansatz:

- 20% des Bestandes
- Entnahme zur Hochlastzeit
- Berücksichtigung Gleichzeitigkeitsfaktor

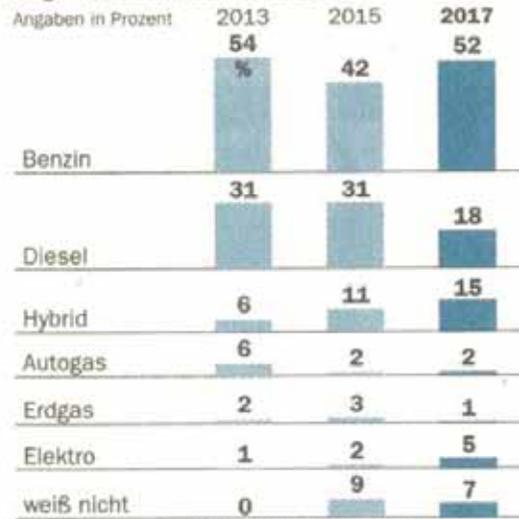
Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

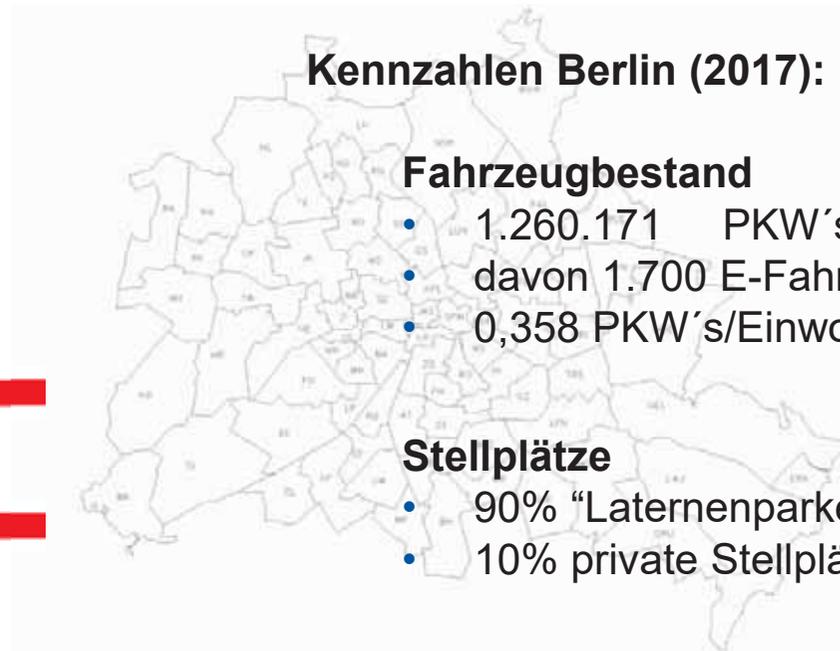
Trend Antriebsart

Welche Antriebsart?

Umfrage: „Mit welchem Kraftstoff wird Ihr nächster Wagen voraussichtlich betrieben?“



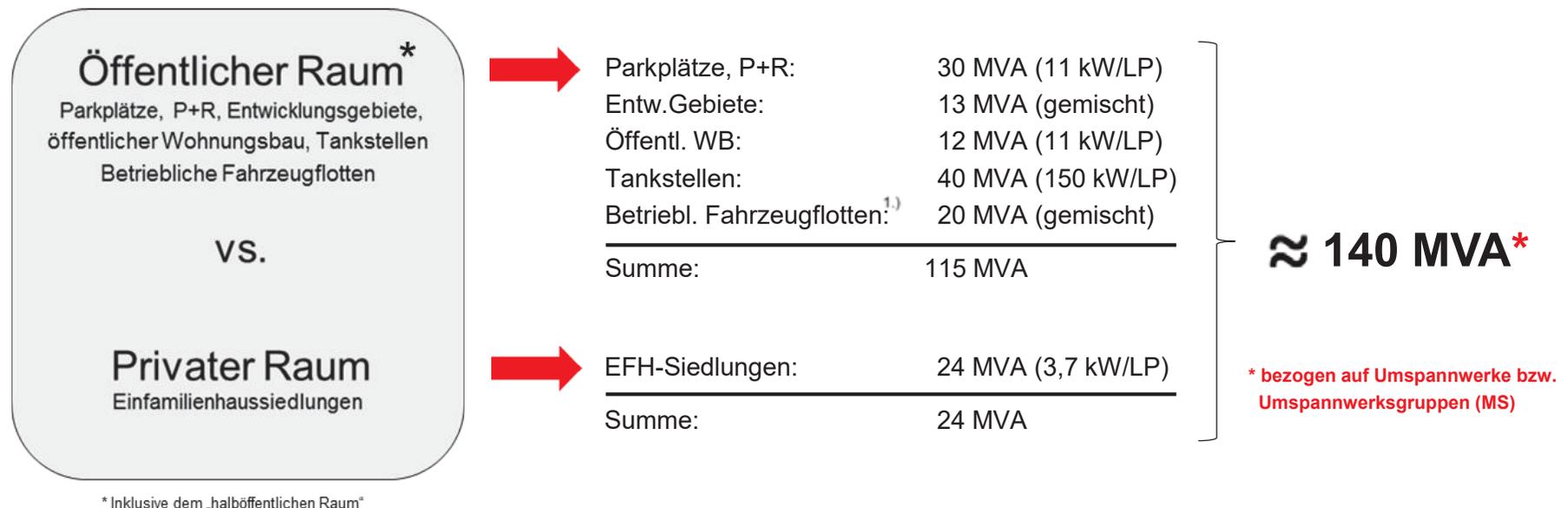
Umfragen unter 1000 Autofahrern, jeweils im März
Quelle: Aral dpa - Tsp/Schmidt



Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Ansatz 20% des aktuellen Fahrzeugbestandes (rd. 250.000 Fahrzeuge)



1.) Fahrzeugflotten der BVG, VF, SNB, BSR, BWB ggw. kumuliert ca. 4 MVA / Offene Anfrage d. BVG über 9 MVA / + Entwicklungspotential: ca. 7 MVA

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Parkplätze/-häuser, P+R



224 Standorte
(Stellplätze: 71.220)
mit kumuliert
ca. 30 MVA*

* Fokus: $t = 10$ a, 20% m. LP, 11 kW/LP, $g = 0,2$

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Tankstellen



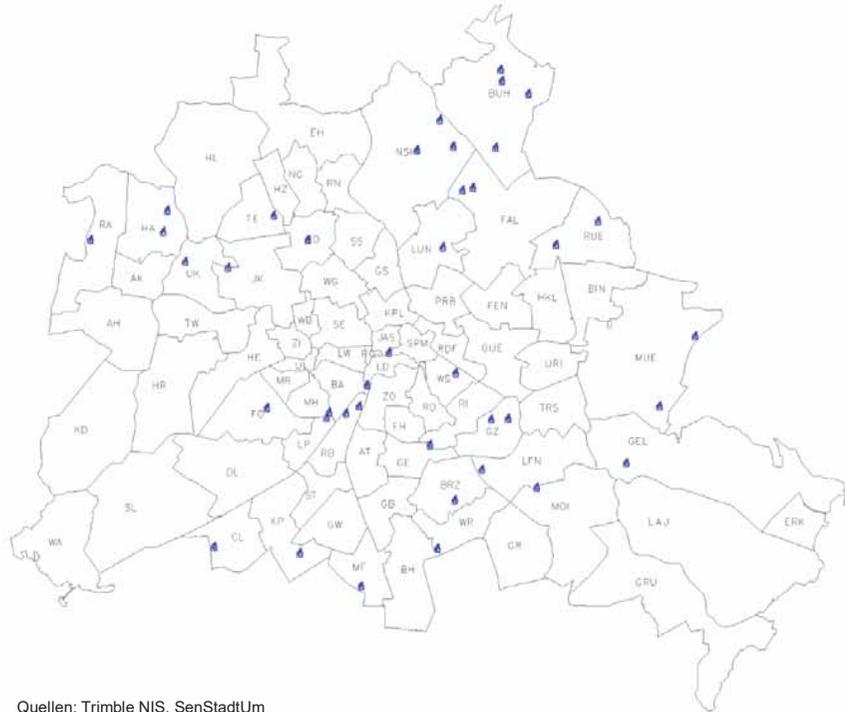
259 Standorte
(je 3 Ladepunkte)
mit kumuliert
ca. 40 MVA*

* Fokus: $t = 10$ a, 150 kW/LP, $g = (0,66 \times 0,5) = 0,33$

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Wohnungsbau



40 Standorte
(ca. 43.500 Wohnungen)
mit kumuliert
ca. 12 MVA*

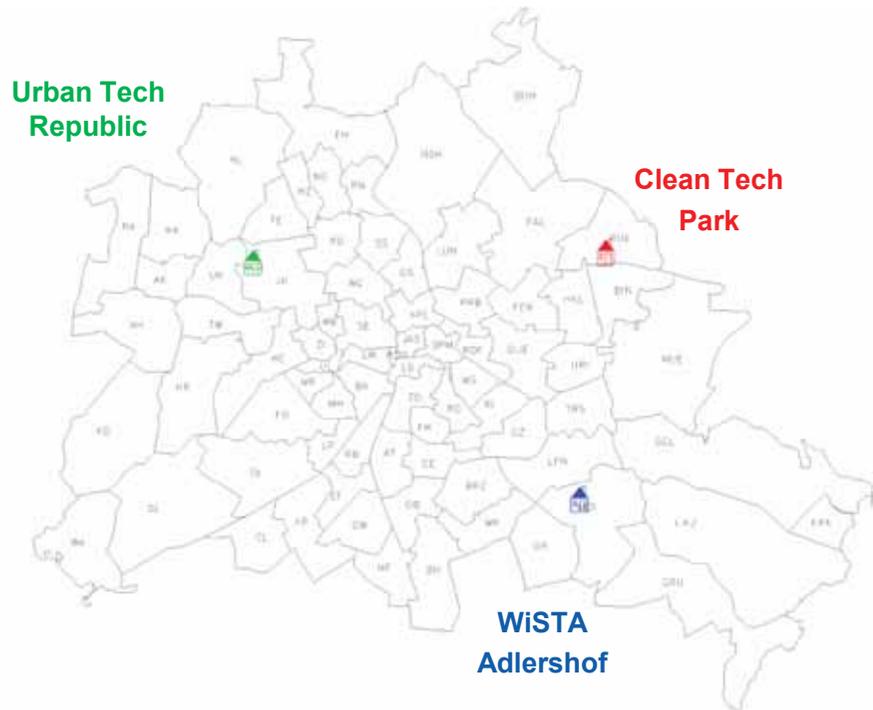
Quellen: Trimble NIS, SenStadtUm

* Fokus: $t = 10$ a, 1,82 Pers./WE, 0,358 Autos/EW, 20% m. LP, 11 kW/LP, $g = 0,2$

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Entwicklungsgebiete



3 Standorte
(Tegel, Marzahn, Adlershof)
mit kumuliert ca.
ca. 13 MVA*

* Fokus: KA bzgl. Tegel ca. 5,0 MVA für E-Mobility, 15.000 Arbeitsplätze
(→ a) Adlershof = ca. 1,0 x Tegel und b) Marzahn = ca. 0,5 x Tegel)

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Einfamilienhausgebiete m. finanzstarker Bevölkerung



18 Standorte
(ca. 233.628 Einwohner)
mit kumuliert
ca. 24 MVA*

Quellen: Trimble NIS, Statistisches Jahrbuch / Internet:https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/produkte/produkte_jahrbuch.asp

* Fokus: $t = 10$ a, $2 \times 0,358$ Autos/EW, 20% m. LP, 3,7 kW/LP, $g = 0,2$

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

BVG / Fahrzeugflotten



2 Standorte
im Fokus
(Bh. Spandau od. Bh. Lichtenberg)
ca. 1 x 9 MVA*

* Gegenwärtig in Abstimmung, es liegt noch keine Anschlussanfrage vor!

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Potentialanalyse

Fazit

- Die Potentialflächen sind annähernd gleichmäßig im Stadtgebiet verteilt, kein Umspannwerk gerät alleinig aufgrund der bilanzierten Ladeleistung in Grenzbereiche
- Dementsprechend bedingt „E-Mobility“ gegenwärtig keine UW-Erweiterungs- bzw. Neubau-maßnahmen, sie führt aber zu punktuellen Verstärkungen im MS/NS-Netz
- Die bilanzierte Ladeleistung von ca. 140 MVA für Berlin führt zu einer durchschnittlichen Mehrbelastung von ca. 1,8 MVA je Umspannwerk

Bsp. Lastanstieg durch Ladeleistung	UW SPM:	2,2 MVA (Innenstadtbereich)
	UW WB:	0,6 MVA (Wilhelminischer Großstadtgürtel)
	UW MUE:	4,5 MVA (Außenbereich)

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

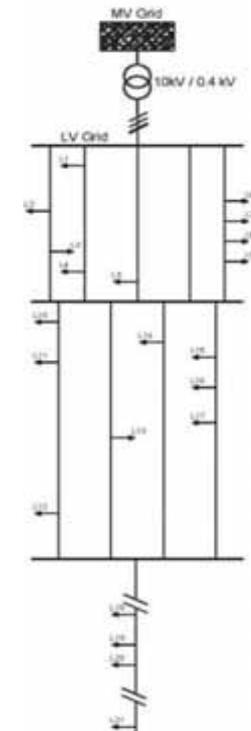
Niederspannungsnetzstudie

Untersuchungsgebiete



Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Innenstadtnetz Charlottenburg



Versorgungsaufgaben des Bestandsnetze

- 21 Wohn- und Gewerbebauten (21 HA's)
 - Gewerbeanteil (4 Restaurants, 3 Cafés, 2 Bäckereien, 2 Läden)

Potential öffentliche Parkplatzflächen

- 72 Fahrzeuge

Netzparameter:

- Standardtrafo: 630 kVA
- Standardleitungen 150 mm², Al
- Mind. 1 Leitung je Straßenseite
- Vorbelastung: 42% (rd. 260 kVA)

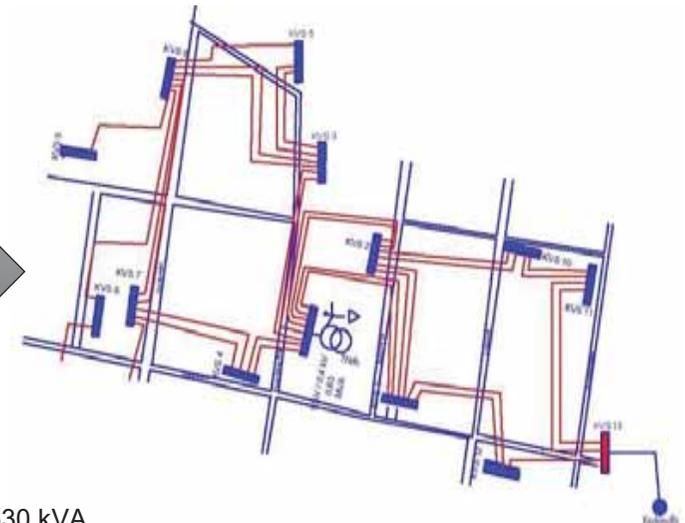
Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Stadtrandnetz

Mahlsdorf-Süd



Modellierung



Versorgungsaufgaben des Bestandsnetze

- 226 Häuser (226 HA's)

Potential private Parkplatzflächen

- 226 Fahrzeuge

Netzparameter:

- Standardtrafo: 630 kVA
- Standardleitungen 150 mm², Al
- ohne Minderquerschnitte, ohne Dreileiterkabel, ohne Freileitungen
- zweiseitige Kabellegung
- Vorbelastung: 42% (rd. 260 kVA)

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Niederspannungsnetzstudie

Hintergrund

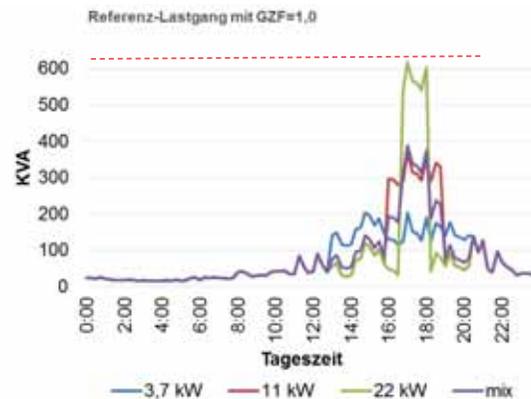
- Im Rahmen der Studie wurden vom DAI-Labor Simulationen durchgeführt, die es ermöglichen die Auswirkungen verschiedener Szenarien der Elektromobilität auf reale städtische Niederspannungs-Verteilungsnetze zu untersuchen.
- Ziel war es die Aufnahmefähigkeit zusätzlicher - durch Ladevorgänge hervorgerufener - Netzlasten in Abhängigkeit von den Parametern
 - Netzgebiet : Innenstadt / Stadtrand
 - Durchdringung : 30%, 50%, 100%
 - Ladeleistung : 3,7 kW, 11 kW, 22 kW (öffentl. Ladeinfrastruktur), 3,7 kW, 11 kW kW (priv. Ladeinfrastruktur)
 - Verteilung der Ladepunkte : gleichmäßig auf Netzabschnitte verteilt, konzentriert auf einzelne Netzabschnitte
 - Gleichzeitigkeitsfaktoren : worst case → 1 bzw. abgeleitet aus Anzahl Fahrzeuge und Ladeleistung → 0,46 – 0,12
 - Unsymmetrie
 - Oberschwingungsströme

zu bewerten.

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

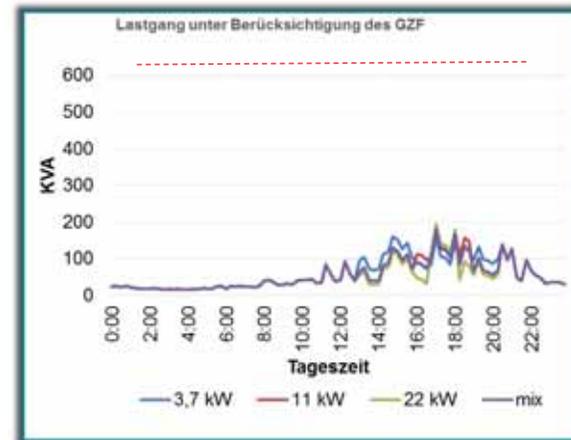
Innenstadtnetz

Ergebnis (30% EV)



Worst case

- 30% (22 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=1; GZF(11kW)=1; GZF(22kW)=1**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich



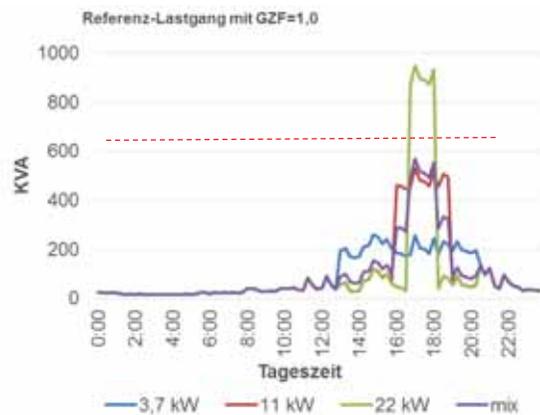
Real case

- 30% (22 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=0,46; GZF(11kW)=0,26; GZF(22kW)=0,15**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

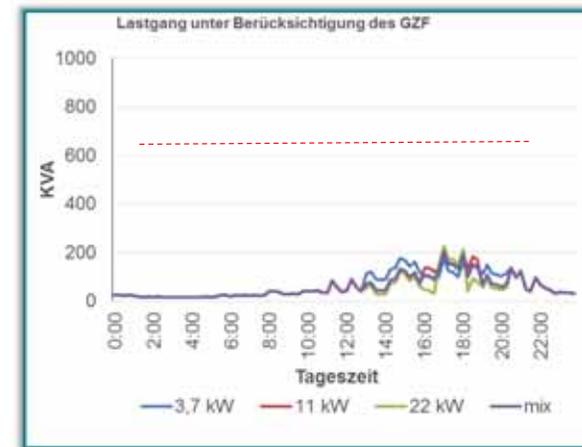
Innenstadtnetz

Ergebnis (50%)



Worst case

- 50% (36 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=1; GZF(11kW)=1; GZF(22kW)=1**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich
 - 22-kW-Ladung allerdings nur 33% des Bestandes



Real case

- 50% (36 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=0,41; GZF(11kW)=0,22; GZF(22kW)=0,12**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

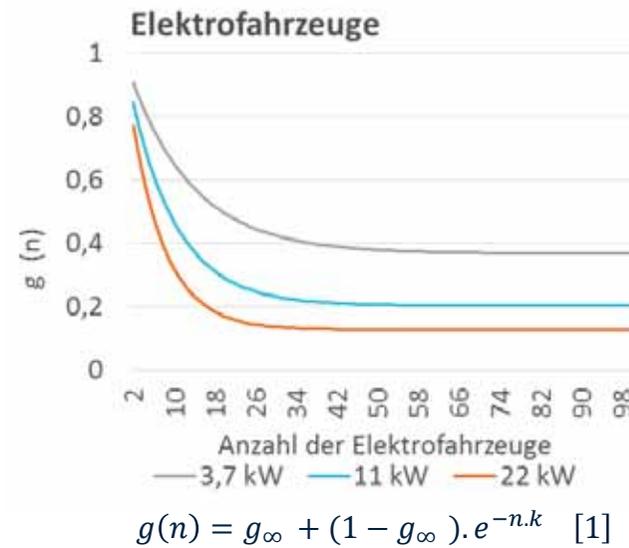
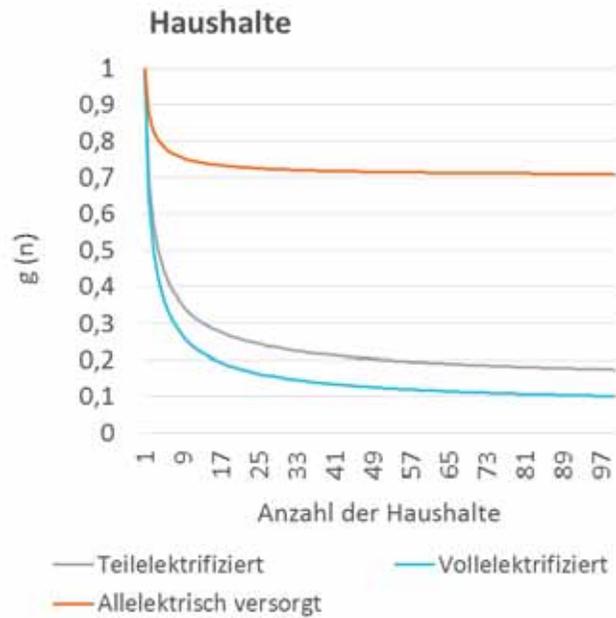
Innenstadtnetz

Ergebnis

- **50% (36 Fahrzeuge) können gleichzeitig (GFZ = 1) mit 11 kW und zeitgleich zur Hochlastzeit geladen werden.**
- **Da sich in der Innenstadt die Ladevorgänge**
 - a) zeitlich nicht nur auf das vierstündige Hochlastzeitfenster (16:00 - 20:00 Uhr) beschränken werden**
 - b) der Gleichzeitigkeitsfaktor bei 11 kW und 36 Fahrzeugen deutlich kleiner 1 ist (Einschätzung GFZ = 0,22)****wird bewertet, dass in der Innenstadt eine Kapazitätsbereitstellung von rd. 70 Ladepunkte je 11 kW je Netzstation i.d.R. problemlos möglich ist.**
- **Bei möglichst gleichmäßiger Verteilung der Ladepunkte auf die einzelnen Netzabschnitte ist kein Netzausbau erforderlich.**
- **Szenarien für 100% des Fahrzeugbestandes in der Hochlastzeit und GZF von 1 sind unrealistische worst case Szenarien, nach denen sich kein Netzausbau ausrichten kann.**

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Gleichzeitigkeitsfaktoren für Haushalte und Elektrofahrzeuge

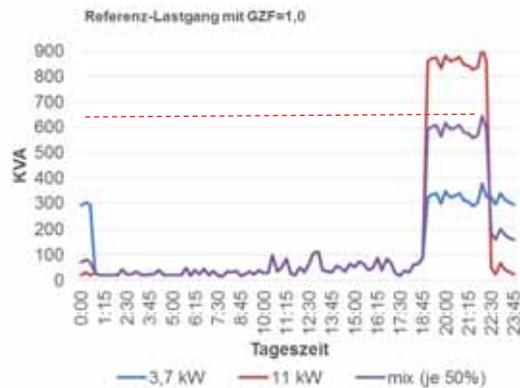


[1] Quelle: Auswirkungen von Elektrofahrzeugen auf das Niederspannungsnetz; Berliner Handbuch zur Elektromobilität; Johannes Rolink; Willi Horenkamp; Christian Rehtanz

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

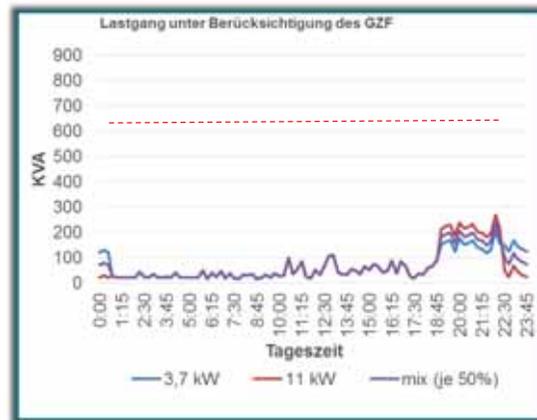
Stadtrandnetz

Ergebnis (30% EV)



Worst case

- 30% (68 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=1; GZF(11kW)=1**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich
 - 11-kW-Ladung allerdings nur 20% des Bestandes



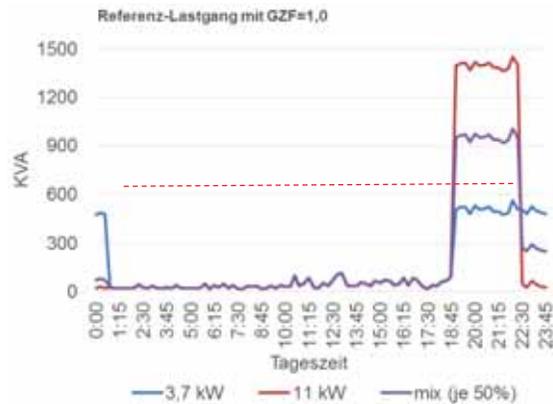
Real case

- 30% (68 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=0,37; GZF(11kW)=0,21**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

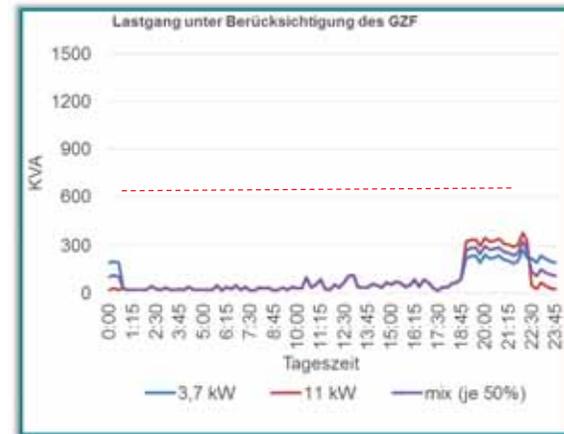
Stadtrandnetz

Ergebnis (50% EV)



Worst case

- 50% (113 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=1; GZF(11kW)=1**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich
 - 11-kW-Ladung allerdings nur 20% des Bestandes



Real case

- 50% (113 Fahrzeuge, verteilt)
 - **GZF(3,7kW)=0,37; GZF(11kW)=0,21**
 - Ladung in der Hochlastzeit möglich

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

Stadtrandnetz

Ergebnis

- **50% (113 Fahrzeuge) können gleichzeitig (GFZ = 1) mit 3,7 kW und zeitgleich zur Hochlastzeit geladen werden (Voraussetzung symmetrische Verteilung der Leistung auf die drei Außenleiter, Unsymmetrie reduziert die maximal Ladeleistung deutlich).**
- **In den Siedlungsgebieten wird - im Gegensatz zur Innenstadt - ein größerer Anteil an Ladevorgängen zeitgleich zur Hochlastzeit erfolgen.**
- **Da sich aber auch in den Siedlungsgebieten die Ladevorgänge**
 - a) zeitlich nicht nur auf das vierstündige Hochlastzeitfenster (16:00 - 20:00 Uhr) beschränken werden**
 - b) der Gleichzeitigkeitsfaktor bei 3,7 kW und 113 Fahrzeugen deutlich kleiner 1 ist (Einschätzung GFZ = 0,36)****wird bewertet, dass in den Stadtrandnetzen eine Kapazitätsbereitstellung von rd. 120 Ladepunkte je 3,7 kW je Netzstation i.d.R. problemlos möglich ist.**
- **Bei möglichst gleichmäßiger Verteilung der Ladepunkte auf die einzelnen Netzabschnitte ist kein Netzausbau erforderlich. Dies bedingt jedoch bereits ertüchtigte Netz (keine Minderquerschnitte, keine Freileitungen, keine Dreileiterkabel, zweiseitige Kabellegung).**
- **Die Nutzung der privaten Ladeinfrastruktur sollte - sofern für den Kunden vereinbar - in der Schwachlastzeit erfolgen.**
- **Szenarien für 100% des Fahrzeugbestandes in der Hochlastzeit und GZF von 1 sind unrealistische worst case Szenarien, nach denen sich kein Netzausbau ausrichten kann.**

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.

... offene Fragestellungen

Ladetechnologie

- Welche Ladezeit und damit Ladeleistungen und Ladeorte sind im öffentlich Raum erforderlich um die Elektromobilität für die breite Masse der städtischen Bevölkerung zu ermöglichen?

Lastcharakteristik

- Welche Gleichzeitigkeiten werden sich in den unterschiedlichen Netzregionen (Innenstadt, Stadtrand, ...) bei der E-Mobilität in der Praxis herausstellen?

Steuerung

- Kann der Kunde in Siedlungsgebieten zu Ladevorgängen in der Schwachlastzeit verpflichtet werden?
- Hat der § 14a in seiner heutigen Form eine Lenkungswirkung?
- Kann der Kunde mit räumlich konzentrierten Ladepunkten (Innenstadt) zu Lastmanagement verpflichtet werden?

Verfügbarkeit

- Mit welcher Verfügbarkeit ist für Flottenbetriebe (insbesondere BVG-Busse) die Leistung bereitzustellen?

Diese Informationen beinhalten vertrauliche Informationen des Netzbetreibers. Sie dürfen nicht an Wettbewerbsbereiche oder Dritte weitergegeben werden.