

Ladeinfrastruktur Integration ins Stromnetz

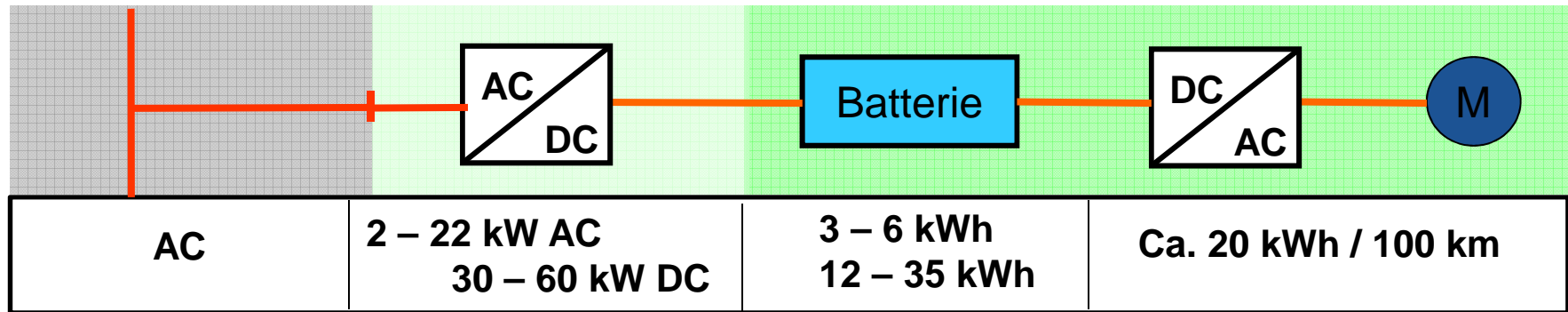
Hans v. Andrian-Werburg
30.11.2016

Öffentlich

Inhalt

- ▶ Grundlagen Ladetechnik
- ▶ Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau
- ▶ Exkurs Netz München
- ▶ Praxisbeispiele und Erfahrungen
- ▶ Ausblick

Grundlagen Ladetechnik



Grundlagen Ladetechnik

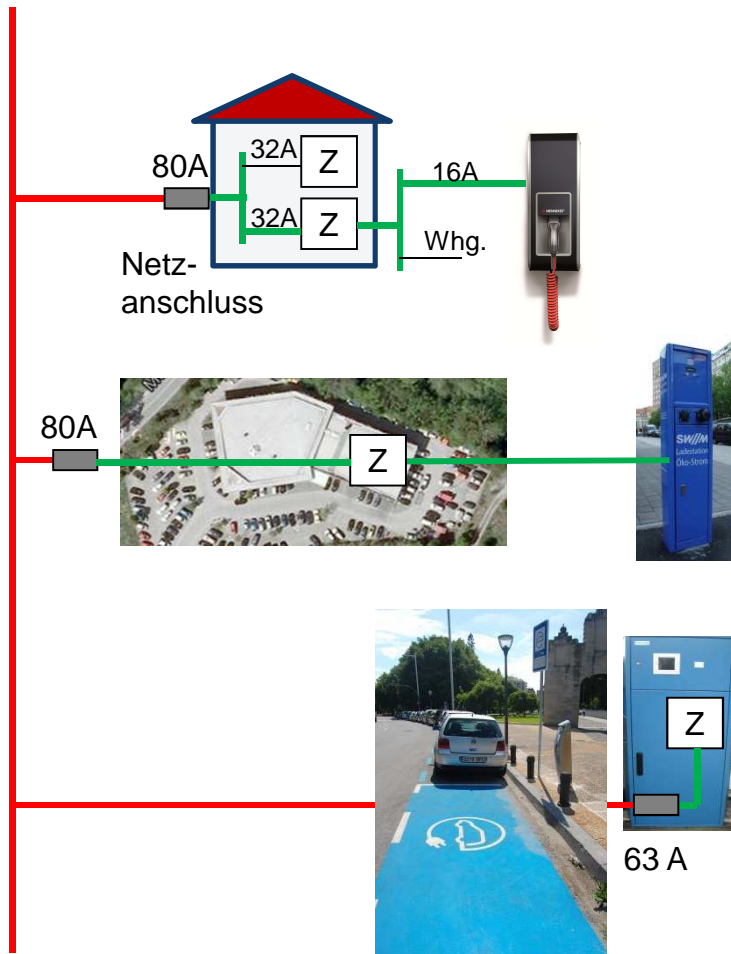
Leistung

- Leistung DC abhängig von Material und Kapazität der Batterie
- Schnelle Ladungen beschleunigen Batteriealterung (Kapazitätsabbau)
- Teilladung bis 80% kann mit höheren Leistungen / Strömen erfolgen
- Leistung im DC (Batterie) \approx Leistung AC (Netz)

Ladedauer

| | | | | |
|--------------------|-------|--------|-----------------|--------------------------------------|
| Schuko Steckdose | 12 A | 2,8 kW | 5,4 h / 100 km | 16 A Nennstrom max. für 2 Stunden |
| Lade-Steckdose | 16 A | 3,7 kW | 3,7 h / 100 km | |
| Drehstrom | 16 A | 11 kW | 1,4 h / 100 km | |
| | 32 A | 22 kW | 0,7 h / 100 km | |
| Gleichstrom (750V) | 160 A | 120 kW | 0,15 h / 100 km | |

Grundlagen Ladetechnik



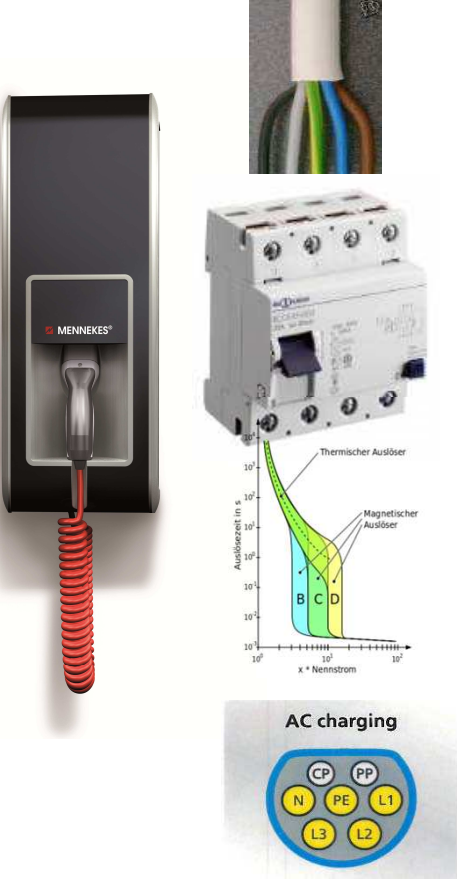
| Anschluss | Zugänglichkeit | Bauart |
|---------------|-------------------|-----------------|
| Kundenanlage | Privat | Heimladestation |
| Kundenanlage | „Halb“ Öffentlich | Ladesäule |
| Netzanschluss | Öffentlich | Ladesäule |

Inhalt

- ▶ Grundlagen Ladetechnik
- ▶ **Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau**
- ▶ Exkurs Netz München
- ▶ Praxisbeispiele und Erfahrungen
- ▶ Ausblick

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau - Installationsanlage

Mindestanforderungen Hausinstallation



- Kabelquerschnitt, Verlegeart
Dauerbelastung mit Nennstrom über 4 h mit z.B. 16A
- RCD-Typ B „Allstromsensitiv“
mögliche Gleichstromfehler in der Ladeelektronik
evtl. neue Vorgaben für Ladeelektronik
- Auslösekennlinie Automat Typ C
hoher Strom beim Einstecken durch Glättung
im Gleichspannungskreis
- Belastung der Steckvorrichtungen
Normprüfung nur über 2 Stunden Nennstrom
Ladung über Schuko-Steckdose nur bis 13 A

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau

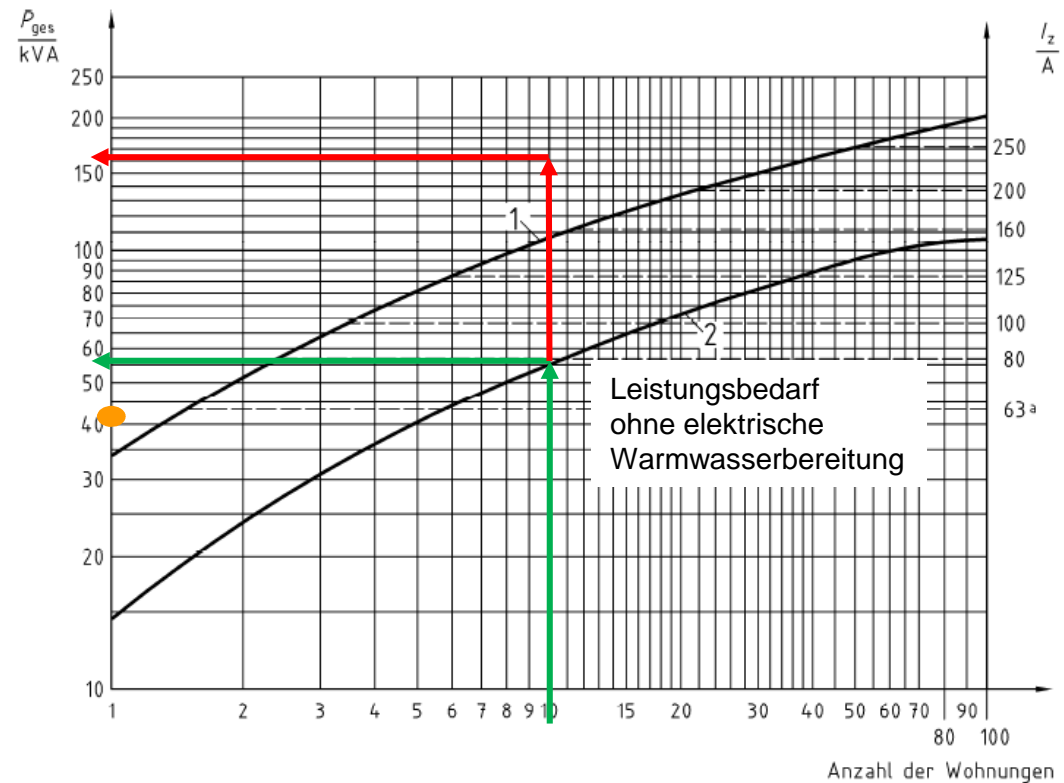
DIN 18015-1:2007-09

Mehrfamilienhaus, 10 WE

10 Ladestationen à 11 kW:
110 kW; $g = 1$
Netzanschluss : 166 kW

Hausanschluss (MFH 10):
ca. 56 kW = 80 A Sicherung
(5,5 kW / Wohnung)
 $g = 56 \text{ kW} / 240 \text{ kW} = 0,23$

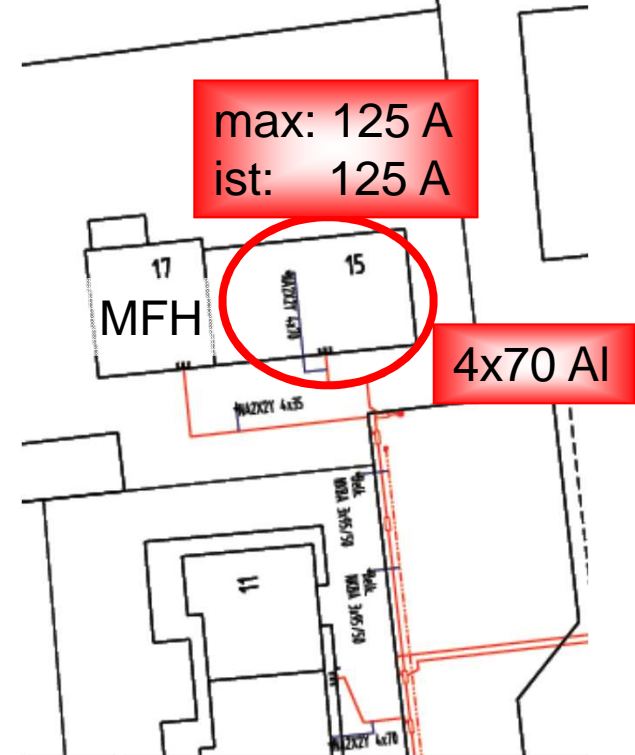
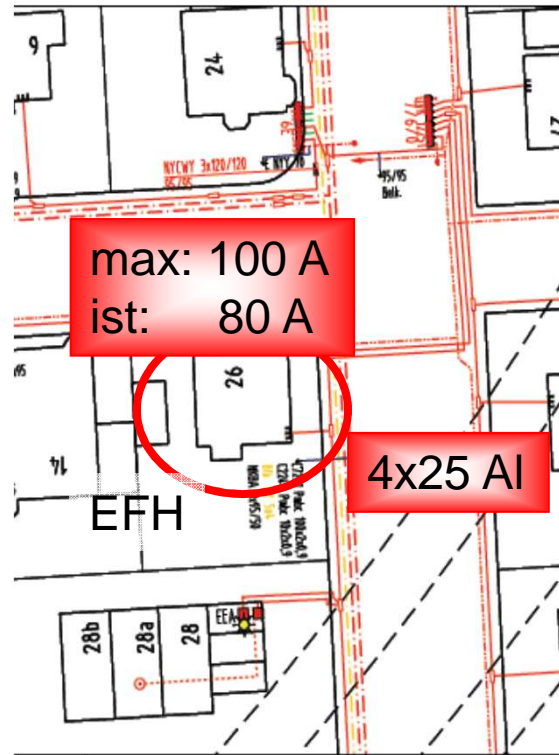
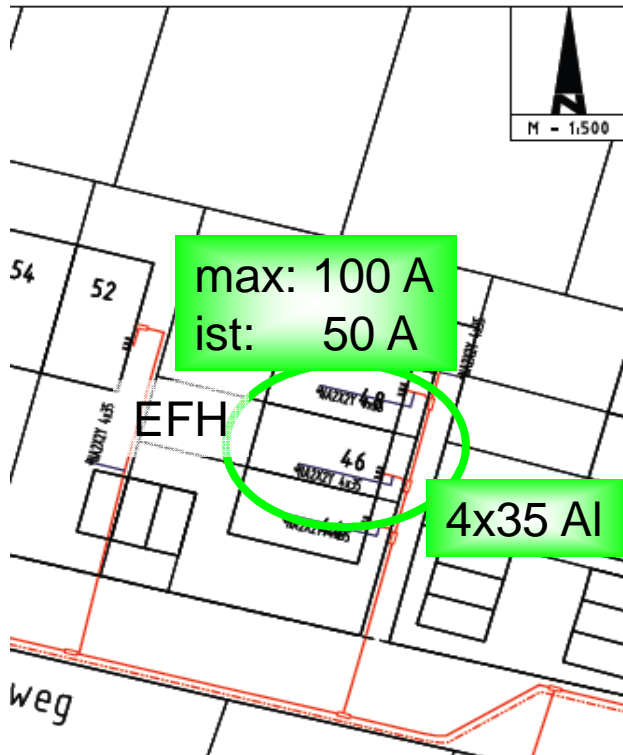
Wohnung:
ca. 24 kW = 35 A Sicherung
 $g = 0,9 - 1$



- Keine Gleichzeitigkeit für Ladepunkte allgemein ansetzbar
- Verdopplung der Anschlussleistung

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau - Netzanschluss

Modellregion München (2010):
Errichtung von Heimpladestationen in Bestandsgebäuden (7,4 kW / 32A)



- Netzanschluss bei mehr als 50% der Interessenten nicht ausreichend
- Hausinstallation ist immer anzupassen

Inhalt

- ▶ Grundlagen Ladetechnik
- ▶ Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau
- ▶ **Exkurs Netz München**
- ▶ Praxisbeispiele und Erfahrungen
- ▶ Ausblick

Netz München - Prognose

München 2013

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Anzahl zugelassener Fahrzeuge | 794.000 PKW (1.1.2016) |
| Elektrische Arbeit (Jahresarbeit) | 7.235 GWh/a |
| Leistungsspitze (Jahreshöchstlast) | 1.250 MW |

E-Fahrzeuge in München

Abschätzung elektrische Arbeit

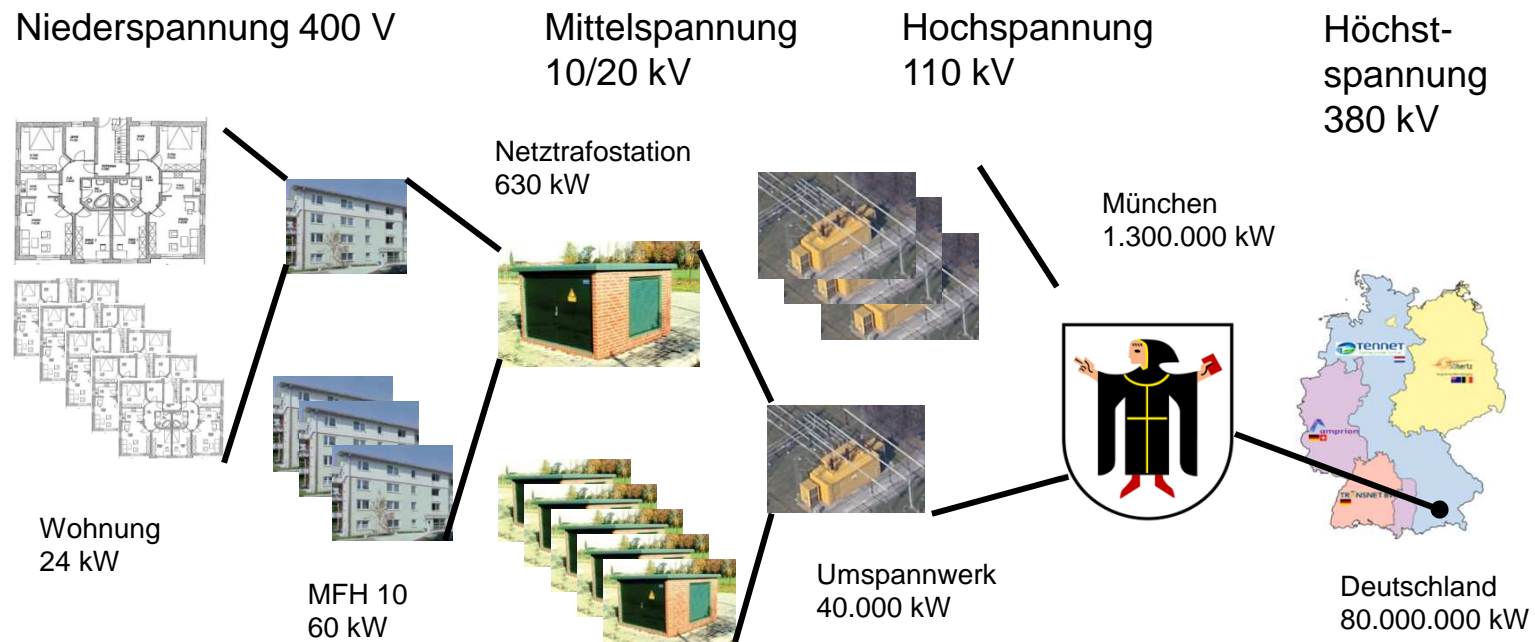
10.000 km/a x 20 kWh/100km = 2.000 kWh/a je Fahrzeug
100.000 Fahrzeuge x 2.000 kWh/a/Fzg = 200 GWh/a → + 2,76%

Abschätzung Leistung

100.000 Fahrzeuge x 3 kW = 300 MW → + 25%
 x 11 kW = 1.100 MW → + 88%
 x 30 kW = 3.000 MW → + 240%

- Jahresarbeit problemlos möglich
- Leistungsspitze muss betrachtet werden

Netz München - Prognose



1. Minimale Gleichzeitigkeit $\frac{200 \text{ GWh/a}}{8.750 \text{ h/a}} = 23 \text{ MW}$
2. Stochastische Gleichzeitigkeit: Keine Erfahrungswerte
3. Steuerung der Ladevorgänge nach Zeitpunkt und Leistung

Netz München – Steuerung der Ladezeiten

Steuerung der Ladevorgänge nach Zeitpunkt und Leistung

Schwachlast: Netzlast < 1.000 kW

→ Laden (ca. 10 h/d)

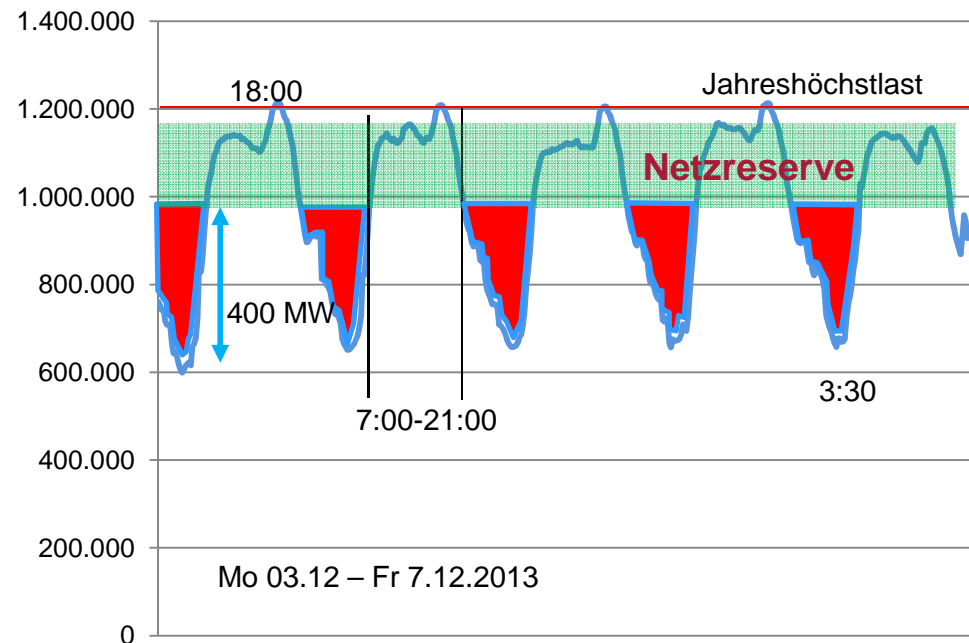
Elektrische Leistung: (max. 400 MW)

→ 4 kW/Fzg.

Elektrische Arbeit: ca. 2 GWh/d

→ 20 kWh/Fzg

→ 130 km/d



- Intelligente Steuerung hat großen Effekt
- Mehr als 100.000 Fahrzeuge können schon heute geladen werden
- Netzreserven für Schnellladung vorhanden

Laternenparker in München – eine Alternative?

Laternenparker:

Nutzer ohne privaten Stellplatz mit Ladepunkt

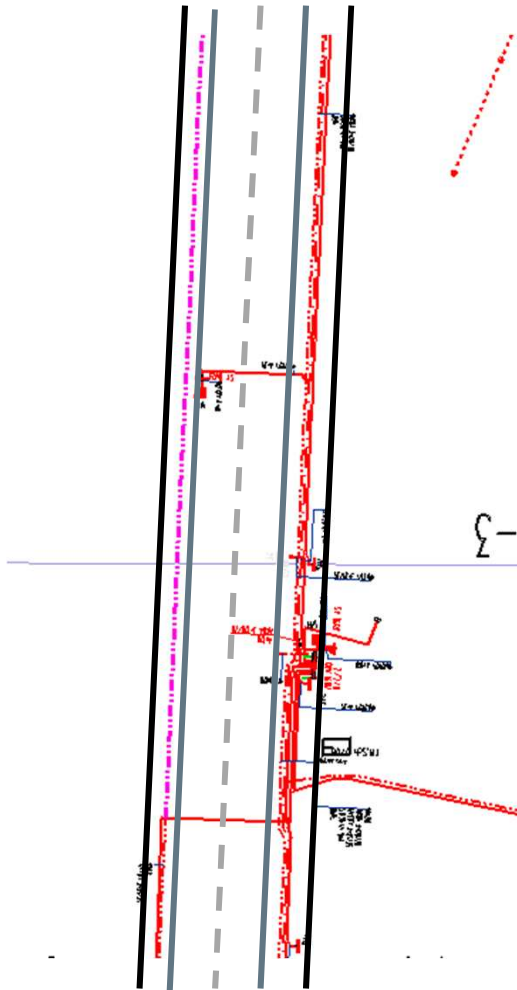


Fakten

- Stromkreislänge 450-600 m
- Leuchtenabstand 30-40 m
(15 Leuchten/Kabel)
- Leistung 2 x 40 W 1,2 kW
- Querschnitt 4 x 10/10
- Absicherung 20A 14 kW



Laternenparker in München – eine Alternative?



Rechnerische Überprüfung

Annahme: Stromkreislänge 500 m

Ladeleistung 230V, 16A (3,7 kW)

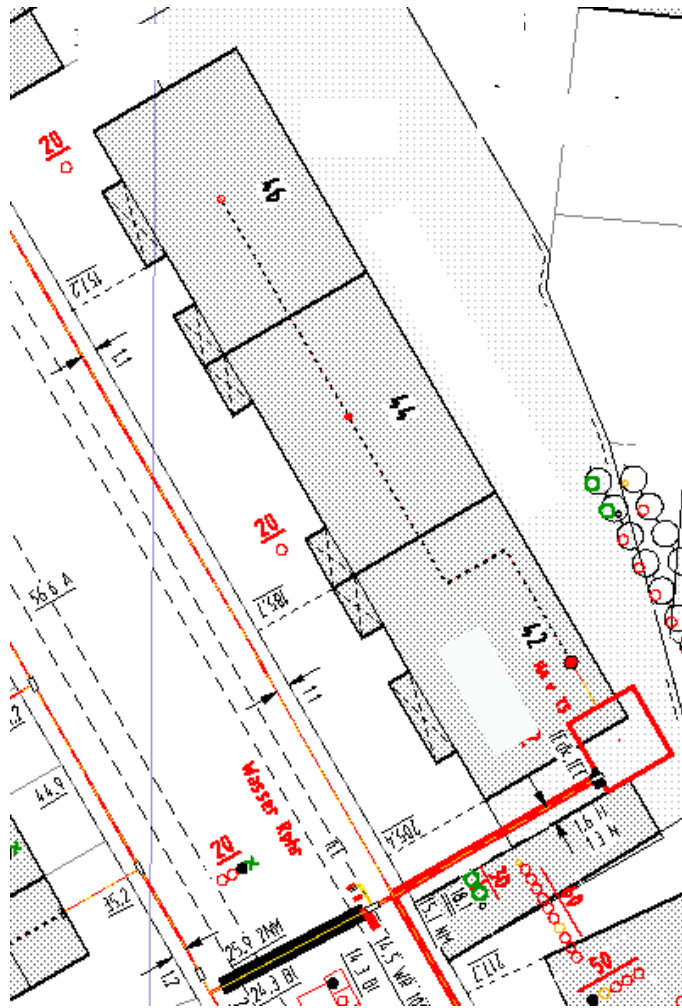
- Spannungsfall $u = 6,3 \%$
- Kurzschlussstrom $I_k = \text{ca. } 140 \text{ A}$

- Maximal ein Fahrzeug / Phase beim Laden
- Maximal 2 Phasen stehen zum Laden zur Verfügung (→ 7,4 kW)
- Schiefast im Netz muss durch Phasenwahl begrenzt werden
- Im Bestand nicht sinnvoll realisierbar

Inhalt

- ▶ Grundlagen Ladetechnik
- ▶ Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau
- ▶ Exkurs
- ▶ **Praxisbeispiele und Erfahrungen**
- ▶ Ausblick

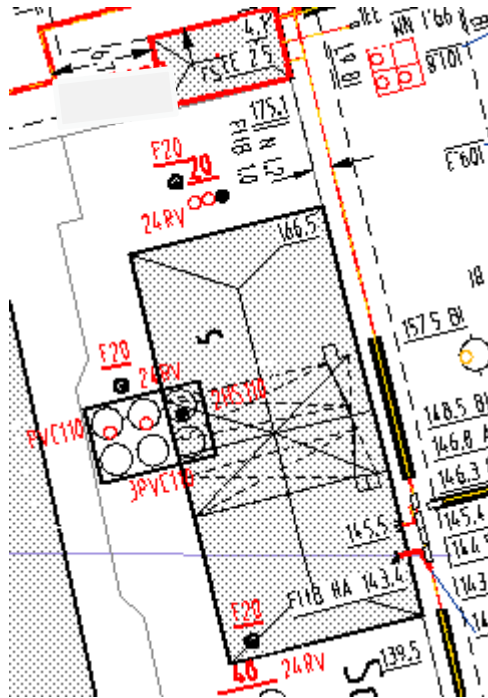
Praxisbeispiele und Erfahrungen - Bestandsgebäude



Einzelner Ladepunkt

- 3 MFH mit insg. 24 WE
- Ladepunkt 22 kW in gemeinsamer Tiefgarage
- Prüfung Kundenanlage durch Installateur (Auslastung, Installation)
- Anmeldung Ladepunkt bei SWM ohne Änderung des Netzanschlusses

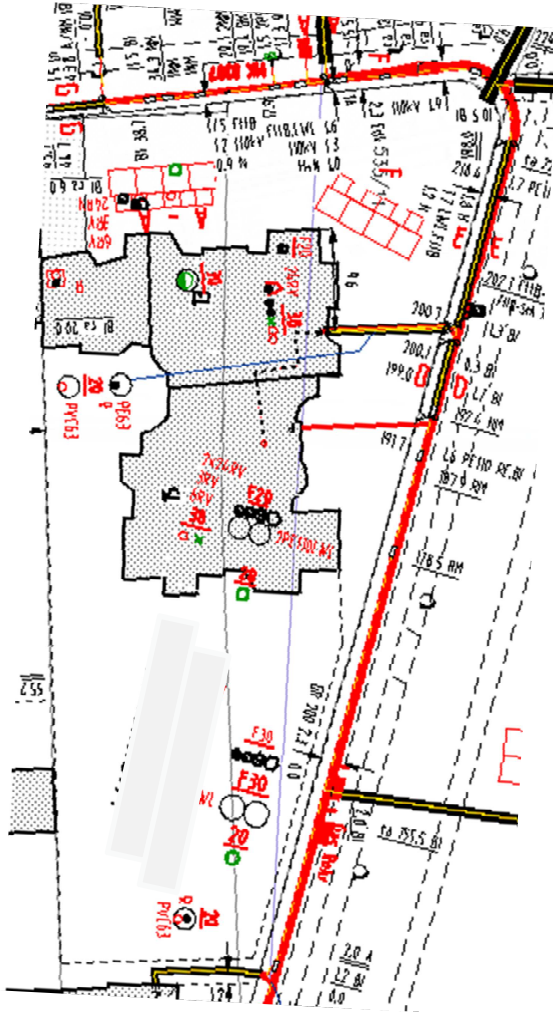
Praxisbeispiele und Erfahrungen - Bestandsgebäude



Einzelner Ladepunkt

- Ladepunkt 22 kW im Aussenbereich gewünscht (keine Änderung des Netzanschlusses notwendig)
- Prüfung Kundenanlage durch Installateur
- Reduktion auf 11 kW wegen Umbaukosten der Kundenanlage

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau - Bestandsgebäude



Möglichst viele Ladepunkte (ohne Erweiterung)

- 2 MFH mit 80 WE
- Gemeinsame Tiefgarage mit 50 Stellplätzen
- Anschlusskabel mit 160 A (150 m)

Lösung:

- max. 200A möglich → 40A je Phase
- Max. 9 x 3,6 kW an bestehendem Kabel

Alternative:

- Laststeuerung innerhalb der Kundenanlage
- Zusätzliches Anschlusskabel

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau - Neubau

Leistung:
55 kW nach DIN



Verteilnetzkabel (max 180 kW)

10 Ladestationen
+ 110 kW Ladeleistung
= 165 kW Leistungsbedarf

Zusätzliche
Trafostation



- Zusätzliche Netzverstärkungen (Leistungserhöhung) bei geringem Stromabsatz (Arbeitsmenge)
- Höhere Kosten für alle Beteiligten

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau - Neubau

Netzanschluss aus Kundensicht



Mehrfamilienhaus mit 10 WE
Leistung: 55 kW nach DIN 18015

BKZ: 1.400 €



10 Ladestationen
à 11 kW + 110 kW

BKZ: 7.980 €

Empfehlung:

- Vorrüstung auf Privatgrund
(z.B. Leerrohre oder größerer Kabelquerschnitt für Netzanschluss)
- Ausbau bei Bedarf

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau

Bestandsgebäude

- Eigentümer: Bedarf benennen
- Installateur: Installation prüfen, Aufwand abschätzen
- SWM: Netzanschluss prüfen



Neubau

- Bauherr: Anforderungen definieren
- Planer: Planerische Umsetzung

Inhalt

- ▶ Grundlagen Ladetechnik
- ▶ Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau
- ▶ Exkurs
- ▶ Praxisbeispiele und Erfahrungen
- ▶ **Ausblick**

Ausblick auf zukünftige Themenfelder

- ▶ Änderung Gesetzgebung / Vorschriften:
 - Umbauten im Gemeinschaftseigentum
 - Zuordnung Stellplätze / Stellplatzschlüssel
 - Verpflichtender Einbau von Ladeinfrastruktur ?

- ▶ Technik: Leistungssteuerung
 - Fahrzeug
 - Innerhalb der Installationsanlage
 - Fahrzeuge untereinander
 - Netzbetreiber

- ▶ Smart Grid Anwendungen

Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau – Was ist zu klären?

- **Leistung**

Wie viele Ladepunkte sollen vorgesehen werden?

Welche Leistung soll der einzelne Ladepunkt haben?

Welche (Lade-) leistung wird insgesamt benötigt?

- **Platzbedarf**

Messung aus den Wohnungszählern oder separat? Zusätzliche Zähleranlage!

Zusätzliche Trassen notwendig?

- **Brandlast**

Nachfrage Brandschutzsachverständiger?

Brandlast in Fluchtwegen $< 7 \text{ kWh/m}^2$? (z.B. NYM 3 x 2,5: 0,58 kWh/m)

- **Eigentümer**

Einbau in Gemeinschaftseigentum? Zustimmung der WEG erforderlich!

Bei Teilausbau: Feste Zuordnung der Stellplätze möglich?

Ladeinfrastruktur

- ▶ Backup

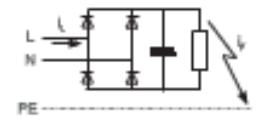
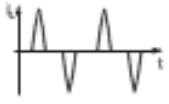

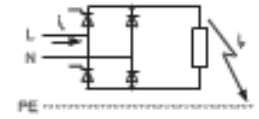
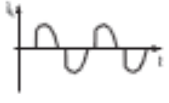

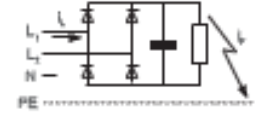
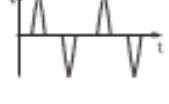

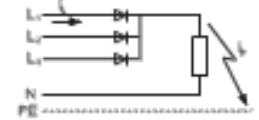

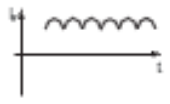
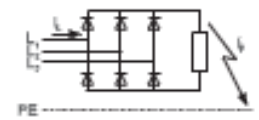
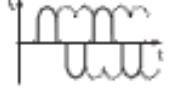

Wirtschaftlichkeit Ladesäulen

- ▶ Invest Ladesäule (ohne Netzanschluss) 7.000 €
- ▶ Nutzungsdauer 10 a
- ▶ Jährliche Investkosten $7.000\text{€} / 10 \text{ a} = 700 \text{ €/a}$
- ▶ Marge 1 ct/kWh
- ▶ benötigte Absatzmenge $700\text{€/a} \times 0,01 \text{ €/kWh} = 70.000 \text{ kWh/a}$
 $70.000 \text{ kWh/a} / 365 \text{ d/a} = 192 \text{ kWh/d}$
- ▶ Ladedauer bei 11 kW $192 \text{ kWh/d} / 11 \text{ kW} = 17,5 \text{ h/d}$
inkl. Wochenende & Feiertag
exkl. Betriebs- und Unterhaltskosten Säule
exkl. Wechsel- und Blockierzeiten

75% Notwendige Auslastung
öffentlicher Ladesäulen

Fehlerströme

Darstellung der Erdfehlerströme verschiedener Gleichrichterschaltungen

| | | | A | AC | B | |
|---|---|---|---|----|---|---|
| 3 | <p>Voßbrückenschaltung</p>  |  |  | | • | • |
| 4 | <p>Voßbrückenschaltung, halb gesteuert</p>  |  |  | | • | • |
| 5 | <p>Voßbrückenschaltung zwischen Außenleitern</p>  |  |  | | • | • |
| 6 | <p>Drehstrom-Glückschaltung</p>  |  |  | | | • |
| 7 | <p>Drehstrom-Voßbrückenschaltung</p>  |  |  | | | • |