



Netzintegration der Elektromobilität

Vortrag zur Energierechtlichen Jahrestagung 2019

David Kemnitz | Köln | 31.10.2019

Consentec GmbH

Kurzvorstellung der Consentec GmbH

- Etablierte Fachberatung seit 20 Jahren
 - 1999 gegründet als Spin-off der RWTH Aachen
 - Spezialisierung auf ingenieurwissenschaftliche und ökonomische Fragestellungen im Bereich Energieversorgung
 - Thematische Schwerpunkte: Fragen der Netzplanung und des Netzbetriebs, der Versorgungssicherheit, der Netz- und Systemintegration von EE-Anlagen, des Marktdesigns und der Regulierung in der Strom- und Gasversorgung
 - Geschäftsführer: Dr.-Ing. W. Fritz und Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. C. Maurer

- Unabhängig seit 20 Jahren
 - Geschäftsanteile vollständig in Händen der Geschäftsführer/Gesellschafter
 - breites Auftraggeberspektrum:
 - Netzbetreiber, Versorger, Verbände
 - Ministerien, Regulierungsbehörden
 - energietechnische Industrie

Überblick

Entwicklung der Elektromobilität

- Marktanteile der Elektromobilität
- Annahmen für Untersuchungen

Entwicklung der Ladeinfrastruktur

- Private und öffentliche Ladeinfrastruktur
- Leistungsklassen von Ladepunkten
- Gleichzeitigkeit von Ladevorgängen

Netzintegration der Ladeinfrastruktur

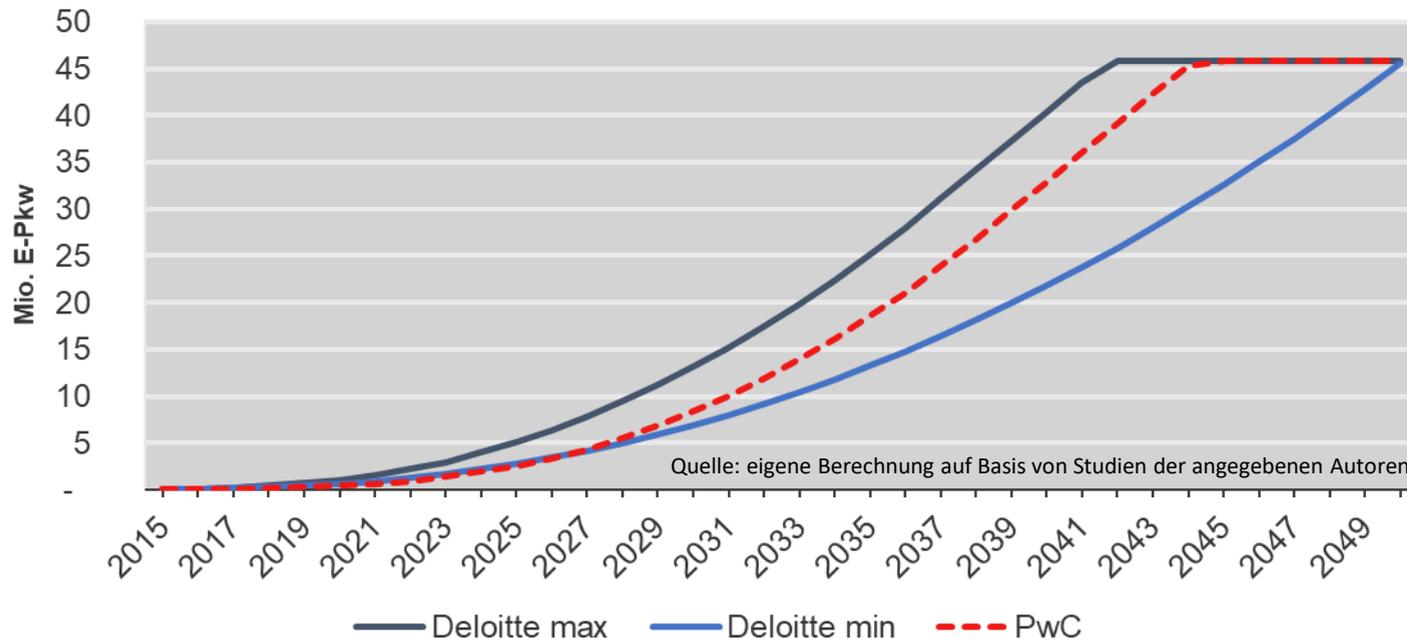
- Herausforderungen für Verteilungsnetzbetreiber
- Kosten für den Netzausbau am Beispiel ländlich geprägter Versorgungsgebiete

Einfluss von Ladesteuerung

- Netzorientierte Ladesteuerung
- Marktorientierte Ladesteuerung

Entwicklung der Elektromobilität

Annahmen für Untersuchungen im Sinne eines „Netz-Stresstests“



Davon ca.
83.000 E-PKW

- Anzahl aktuell in Deutschland zugelassener PKW: 47 Mio. (Stand 01.01.2019)
- Stresstest: Hochlaufprognosen für die Annahme einer **Vollelektrifizierung** des PKW-Verkehrs bis spätestens 2050 → Größtmögliche Belastung für Stromnetze!

Entwicklung der Ladeinfrastruktur

Private Ladeinfrastruktur

- Heimpladepunkte: vorwiegend an Ein- und Zweifamilienhäusern
- Ladeleistung 3,7 bis 22 kW
- Anschluss in Niederspannungsebene
- Anzahl bei Vollelektrifizierung ca. 15 Mio. Stück deutschlandweit

Öffentliche und halböffentliche Ladeinfrastruktur

- Öffentliche „Standard“-Ladepunkte: Laternenlader mit 22 kW bis 50 kW → bei Vollelektrifizierung ca. 3 Mio. Stück deutschlandweit
- Öffentliche Schnellladepunkte: Ladeleistung ab 150 kW → bei Vollelektrifizierung ca. 300.000 Stück deutschlandweit
- Halböffentliche Ladepunkte: Parkhäuser, Laden am Arbeitsplatz, etc.
- Direktanschluss an Ortsnetzstation oder Mittelspannungsebene

Ladepunkte an Raststätten und Autobahnparkplätzen

- Perspektivisch Schnellladepunkte mit Ladeleistungen ab 150 kW
- Lade-“Hot Spots“ mit vielen Ladesäulen und hoher Leistungskonzentration
- Singuläre Anschlüsse mit Direktverbindung zu Hochspannungsumspannwerk

**Unterschiedliche Netzebenen in unterschiedlicher Weise betroffen
Potenzial für Ladesteuerungen deutlich unterschiedlich**

Gleichzeitigkeiten von Ladevorgängen

- Entwicklung eines mathematischen Modells zur Berücksichtigung unterschiedlicher Gleichzeitigkeitsfaktoren je Spannungsebene mit folgenden Annahmen:
 - Fahrzeuge werden täglich geladen → ungesteuertes Laden
 - Durchschnittliche Tagesfahrleistung 45 km, Verbrauch 15 kWh/100 km → Ladedauer beträgt ca. 45 min bei einer Ladeleistung von 11 kW.
 - Höchstbelastung durch Ladevorgänge im „typischen Feierabendzeitfenster“ von 16:00 bis 18:00 Uhr → Im Wesentlichen die „Nine-to-Fiver“
 - 50 % der Fahrzeuge im Betrachtungsbereich werden innerhalb des Feierabendzeitfensters geladen. 50 % über 24 h des Tages.
 - Gleichzeitigkeiten abhängig von Kollektivgröße. Je mehr Ladepunkte vorhanden sind, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit dass alle gleichzeitig laden.
 - Über statistische Modelle ermittelte Gleichzeitigkeiten für Heimplader: 40 % bei Niederspannungsnetzen, 20 % bei Mittelspannungsnetzen
 - Öffentliche Ladepunkte im Feierabendzeitfenster 70 % bis 80 % für „Standardladepunkte“ und 80 % bis 90 % für Schnellladepunkte

Vergleichbare Werte finden sich zum Beispiel in dena-Leitstudie Integrierte Energiewende 2018 (Abschn. 4.5.2.4).

Kunden nutzen das Netz nicht gleichzeitig. Deshalb dürfen Leistungen nicht addiert werden. Maximal 4 von 10 E-PKW laden gleichzeitig.

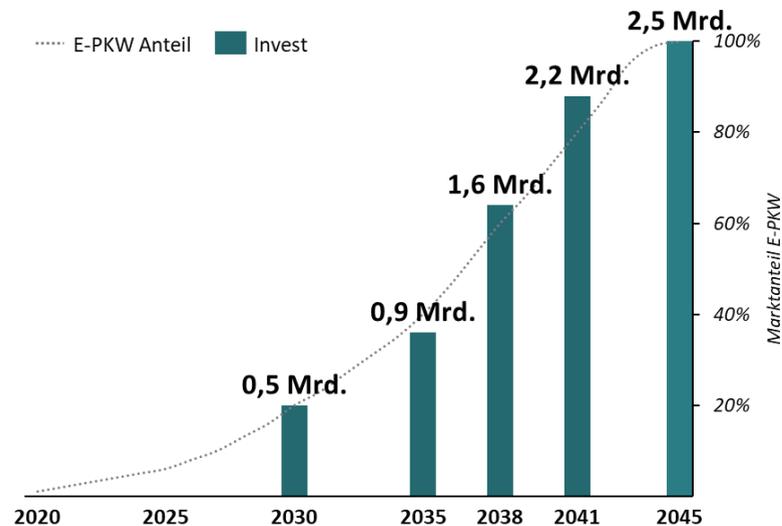
Herausforderungen für Verteilungsnetzbetreiber

- Netzausbaubedarf durch Lastzuwachs aufgrund von Ladevorgängen → Berücksichtigung der Elektromobilität in Planungsrichtlinien der Netzbetreiber:
 - Erschließung neuer Versorgungsbereiche in Neubaugebieten „unproblematisch“ da Ladeinfrastruktur durch den Einsatz entsprechend groß dimensionierter Betriebsmittel gedeckt werden kann.
 - Herausforderung besteht im Verstärkungs- und Ausbaubedarf der Bestandsnetze
 - Vorausschauende Netzplanung beim altersbedingten Ersatz von Betriebsmitteln
 - Zum Teil vorzeitiger Ersatz von Betriebsmitteln durch schnellen Ausbau der Ladepunkte erforderlich
- Hilfreich für Netzbetreiber: Beobachtbarkeit des Hochlaufs der (privaten) Ladeinfrastruktur → Anpassung der TAB Meldepflicht für Ladeeinrichtungen ab bestimmter Leistungsklasse

Kosten für den Netzausbau

Consentec-Studie für die vier Verteilungsnetzbetreiber von E.ON SE

- Gesamtinvestitionen für den Netzausbau bis zur Vollelektrifizierung des PKW-Verkehrs bei **ungesteuertem** Laden betragen ca. 2,5 Mrd. € zusätzlich
- Investitionen für den ohnehin erforderlichen Netzausbau (altersbedingter Ersatz) bereits berücksichtigt



Quelle: E.ON SE, gemeinsame Veröffentlichung mit Consentec in et 9/19

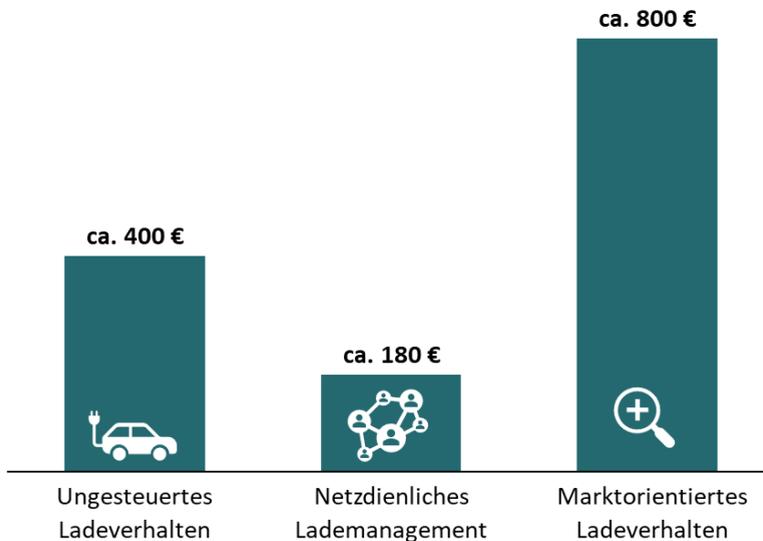
- In betrachteten Versorgungsgebieten sind heute ca. 6,5 Mio. PKWs zugelassen
- Überwiegend ländlich geprägte Versorgungsgebiete
- Ausschließlich Betrachtung von Nieder- und Mittelspannungsebene (Leitungs- und Umspannebenen). **Hoch**spannungsebene war **nicht** Teil der Analysen!

E-Mobilitätsbedingter Ausbau der Verteilungsnetze stellt Netzbetreiber vor Herausforderungen, die im ländlichen Raum beherrschbar sind

Einfluss der Ladesteuerung

Investitionskosten pro Elektrofahrzeug bei Vollelektrifizierung des PKW-Verkehrs

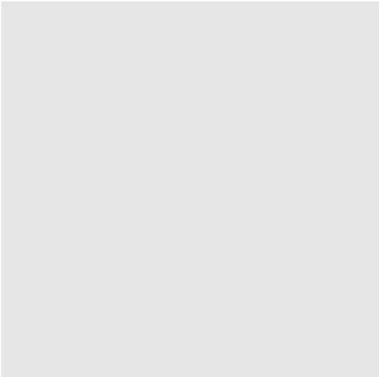
- Ausschließlich Kosten für den Ausbau der Verteilungsnetze
- Kosten für die Errichtung erforderlicher Steuerungsinfrastruktur **nicht** enthalten
- Investitionen bis 2045!



Quelle: E.ON SE, gemeinsame Veröffentlichung mit Consentec in et 9/19

- Netzdienstliches Lademanagement: Ladesteuerung zur Entlastung der Verteilungsnetze
- Marktorientierte Steuerung: Aggregator steuert Ladevorgang als Reaktion auf Preissignale → höhere Gleichzeitigkeit als bei ungesteuertem Laden
- Ausschließlich Steuerung von privaten Ladeeinrichtungen!

Netzdienstliche Ladesteuerung sinnvoll zum Abfangen extremer „Ladespitzen“
Finanzielle Anreizwirkung für Fahrzeugnutzer zur Abgabe der „Ladehoheit“ eher gering!



consentec

Consentec GmbH
Grüner Weg 1
52070 Aachen
Deutschland

Tel. +49 241 93836-0
Fax +49 241 93836-15
info@consentec.de
www.consentec.de