

Management Summary

**Metastudie Forschungsüberblick
Netzintegration Elektromobilität**

Dezember 2018





Eine Studie im Auftrag von:

VDE FNN

bdew

Energie. Wasser. Leben.

Herausgeber:

FGH e.V.

Anschrift:

Besselstraße 20-22
68219 Mannheim
Deutschland

Telefon: +49 621 976807-10

Telefax: +49 621 976807-70

E-Mail: info@fgh-ma.de

Internet: www.fgh-ma.de

Bearbeiter:


Dr.-Ing. Hendrik Vennegeerts

M. Sc. Jacob Tran

M. Sc. Felix Rudolph

M. Sc. Pascal Pfeifer

Aachen, Dezember 2018



Management Summary

Die gesellschaftlich gewollte und politisch geförderte Energiewende stellt die deutschen Elektrizitätsversorgungsnetze vor große Herausforderungen. Neben dem fortschreitenden Zubau an Erzeugungsleistung erneuerbarer Energien befindet sich zukünftig auch die Lastseite im Wandel. Insbesondere die Auswirkungen der Elektrifizierung des Verkehrssektors sind für die Netzbetreiber aufgrund der dynamischen technologischen Entwicklung im Fahrzeugbereich und des noch unklaren Ladeverhaltens durch die Anschlussnutzer mit großen Unsicherheiten behaftet. Unstrittig ist allein, dass Elektromobilität (E-Mobilität) bei zunehmender Marktdurchdringung einen signifikanten Effekt auf die Lastseite haben wird und dass aufgrund der Langfristigkeit der Netzplanung bereits heute die Weichenstellungen für eine erfolgreiche Netzintegration der E-Mobilität erfolgen sollten.

Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Netze bei gleichzeitig hoher Unsicherheit bezüglich der Entwicklung der E-Mobilität motivieren gegenwärtig und in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Forschungsinitiativen zur E-Mobilität. Der Fokus der Untersuchungen sowie die betrachteten Szenarien sind dabei sehr vielfältig und decken einen weiten Betrachtungsbereich ab.

Als wichtige Ansprechpartner zur Integration der E-Mobilität in das deutsche Stromnetz haben das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE|FNN) und der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) die Forschungsgemeinschaft für elektrische Anlagen und Stromwirtschaft e.V. (FGH) damit beauftragt, im Rahmen einer Metastudie die aktuellen Forschungserkenntnisse zusammenzutragen und vergleichend zu bewerten. Auf dieser Basis sollen Handlungsempfehlungen für die technische Regelsetzung, Netzbetreiber und die Regulierung sowie der weitere Forschungsbedarf abgeleitet werden.

Die Metastudie hat demnach folgende aufeinander aufbauende Ziele:

1. Erarbeitung eines Überblicks über relevante Forschungsprojekte
2. Analyse der Vorgehensweisen und Annahmen zur technischen Ausgestaltung der E-Mobilität in den Studien und die Bewertung des Einflusses auf die Netzbelastung
3. Formulierung von Handlungsempfehlungen für eine erfolgreiche Netzintegration
4. Ableitung von weiterem Forschungsbedarf

284 nationale und 36 internationale Studien und Forschungsprojekte (im Folgenden zusammenfassend mit Studien bezeichnet) liegen der Metastudie zu Grunde. Sie entstammen einer umfangreichen Recherche und Auswertung relevanter Forschungsprojekte, wissenschaftlicher Veröffentlichungen sowie Dissertationen. Anhand der Kriterien Vollständigkeit von Angaben für quantitative Auswertungen sowie Umfang und Klarheit der Schlussfolgerungen wurde danach ein Pool von 60 Studien (52 national und 8 international) aus dem Themenfeld Netzintegration von E-Mobilität ausgewählt. Aufbauend auf einer detaillierten Analyse der Studien wurde anschließend ein Parameterset zur Szenarienbeschreibung erarbeitet. Dieses Parameterset (z.B. Marktdurchdringung der E-Mobilität, Anstieg der Netzbelastung, Steuerbarkeit der Ladeeinrichtungen sowie dessen Einsatzziel) definiert die Grundlage für eine einheitliche Auswertung aller ausgewählten Studien. Da viele Studien aus dem Pool mehrere im Sinne dieses Parametersets unterscheidbare Szenarien betrachten, ergeben sich 157 auswertbare Szenarien. Bei der quantitativen Auswertung wurden die Simulations- und Messer-

gebnisse aus Feldtests in den Studien gegenübergestellt und im qualitativen Teil Erkenntnisse der Studien themenbezogen zusammengefasst.

Zentrale Handlungsempfehlungen der Metastudie für eine erfolgreiche Netzintegration sind:

Gleichzeitigkeit und lokale Netzsituation sind zentrale Kenngrößen

- 1** Die aus der E-Mobilität resultierende Netzbelastung ist im Wesentlichen abhängig von zwei Faktoren:
1. der Anzahl der Elektrofahrzeuge, ihrer Ladekurve und der aus ihrem Ladeverhalten resultierenden Gleichzeitigkeit sowie
 2. die konkrete lokale Situation im jeweiligen Verteilnetz.

Entwicklungspfad E-Mobilität noch nicht erkennbar

- 2** Aus den in den Studien untersuchten Szenarien lassen sich keine belastbaren Entwicklungspfade für die E-Mobilität und ihre technische Ausgestaltung ableiten. Es besteht demnach eine hohe Unsicherheit über die zukünftige Ausgestaltung der E-Mobilität und ihren Auswirkungen. Dies stellt ein hohes Risiko für Netzbetreiber dar. Daher benötigen Netzbetreiber Werkzeuge zum Umgang mit dieser Unsicherheit.

Netzdienliche Steuerbarkeit ist entscheidend

- 3** Eine netzdienliche Steuerbarkeit der Ladeeinrichtungen ist entscheidend für eine erfolgreiche, kurzfristig realisierbare Netzintegration der E-Mobilität.

Flexibilität durch E-Mobilität

- 4** Lokale Synergieeffekte zwischen E-Mobilität und der Einspeisung aus erneuerbaren Energien sind möglich. Für einen höheren Beitrag der E-Mobilität zur Systemintegration der erneuerbaren Energien sind jedoch sowohl die Steuerbarkeit als auch mittelfristig entsprechend ausgebaute Netzerforderlich.

Weiterentwicklung der regulatorischen Rahmenbedingungen

- 5** Eine Anpassung der regulatorischen Rahmenbedingungen ist notwendig zur Ermöglichung von bidirektionalem Laden sowie zur kurzfristig umsetzbaren Implementierung intelligenter Technologien.

Die Metastudie identifiziert folgenden Forschungsbedarf

- 1**

Gleichzeitigkeit muss ausgewiesen werden

Ein zentraler Faktor für die Netzbelastung ist die Gleichzeitigkeit der Ladevorgänge. Diese Kennzahl fasst die Eingangsdaten hinsichtlich der Wirkung auf die Netze vor der tatsächlichen Netzberechnung objektiv zusammen und ist zudem für die Netzplanungspraxis leicht zugänglich. Die Annahmen bezüglich der Gleichzeitigkeit werden in den bisherigen Studien nur selten ausgewiesen.

→ In zukünftigen Studien sollte die Gleichzeitigkeit zur besseren Vergleichbarkeit grundsätzlich berücksichtigt und ausgewiesen werden.
- 2**

Aktuelle Technologien und Entwicklung müssen berücksichtigt werden

Die verfügbaren Studien betrachten oftmals Fahrzeug- und Ladetechnologien, die aufgrund der dynamischen Entwicklung nicht mehr den Stand der Technik abbilden (bspw. Batteriekapazität, Ladeleistung). Zudem wird die Auswirkung zunehmender E-Mobilität im Gewerbesektor kaum betrachtet. Auch finden sich nur wenige Untersuchungen, die das Zusammenwirken unterschiedlicher Lademöglichkeiten (privat, öffentlich, halböffentlich) detailliert nachbilden. Schließlich wird in der Regel die heutige Mobilitätsnutzung unverändert in die Zukunft übertragen.

→ Künftige Forschungsprojekte sollten umfassende, zukunftsgerichtete Modelle von Mobilitätskonzepten verwenden und darauf basierend die Auswirkung auf die unterschiedlichen Spannungsebenen analysieren.
- 3**

Bisher Fokus auf (vor-)städtische Netze – Forschungsbedarf ländliche Netze

Die betrachteten Studien untersuchen überwiegend städtische Niederspannungsnetze, so dass die Herausforderungen in ländlicheren Netzen nicht umfassend untersucht werden.

→ Zukünftige Studien sollten ländliche Netze untersuchen, insbesondere bezüglich der Herausforderungen bei der Spannungshaltung und der Möglichkeit zur Blindleistungsbereitstellung durch Ladeeinrichtungen.
- 4**

Aspekte der Spannungsqualität künftig stärker berücksichtigen

Neben den Grenzen für Strom und Spannung werden nur selten die in Verteilnetzen ebenfalls zu beachtenden Aspekte zur Spannungsqualität adressiert.

→ Künftige Studien sollten auch den Einfluss auf die Spannungsqualität, insbesondere Unsymmetrien bei einphasigem Laden und Netzurückwirkungen (Oberschwingungen), betrachten.
- 5**

Netzausbaubedarf wurde kaum quantifiziert

Nur wenige der untersuchten Studien quantifizieren den Netzausbaubedarf. In den Fällen, in denen dies erfolgt, ist die Aussage auf die ausgewählten Modellnetze beschränkt. Es besteht weiterhin Forschungsbedarf hinsichtlich einer repräsentativen Ermittlung des Netzausbaubedarfs in Abhängigkeit von der Versorgungsaufgabe.