



NETZINTEGRATION VON ELEKTROMOBILITÄT - BASIS FÜR EINE ERFOLG- REICHE SEKTORKOPPLUNG. EINE DEFINITION

ARBEITSGRUPPE 5
VERKNÜPFUNG DER VERKEHRS-
UND ENERGIENETZE,
SEKTORKOPPLUNG



NPM

Nationale Plattform
Zukunft der Mobilität



INHALT

EXECUTIVE SUMMARY	4
1 MOTIVATION – BEDARF FÜR EIN GEMEINSAMES VERSTÄNDNIS VON NETZINTEGRATION	5
2 DEFINITION VON NETZINTEGRATION, NETZVERTRÄGLICHKEIT UND NETZDIENLICHKEIT	6
3 NETZVERTRÄGLICHKEIT UND NETZDIENLICHKEIT – EINORDNUNG DES STATUS QUO	8
4 ÜBERBLICK ÜBER WEITERFÜHRENDE LITERATUR	9
5 ANHANG	11
Abkürzungsverzeichnis	11
Literaturverzeichnis	12
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	12
IMPRESSUM	13

EXECUTIVE SUMMARY

Eine erfolgreiche Netzintegration stellt einen zentralen Bestandteil für den zukünftigen Hochlauf der Elektromobilität und die Sektorkopplung dar. Dabei findet derzeit eine vielstimmige Diskussion statt, wie das **Zusammenspiel zwischen dem Netz und der genutzten Kapazität** organisiert werden kann.

Dieser Bericht liefert eine stakeholderübergreifende Definition von Netzintegration, um eine gemeinsame Grundlage für die Diskussion bereitzustellen und eine Basis zur Einordnung neuer Themen beziehungsweise Ansätze (beispielsweise „Vehicle2Grid“) zu liefern.

Netzintegration von Elektromobilität wird derart definiert, dass sie sich immer auf das **konkrete lokale Netz** bezieht, an das die jeweilige Ladeeinrichtung angeschlossen ist, dass der Netzbetreiber **Kenntnis** von der Installation hat und dass das Zusammenspiel zwischen dem Netz und der genutzten Kapazität organisiert werden kann. Letzteres kann sowohl allein kundenseitig zur Einhaltung der mit dem Netzbetreiber vertraglichen vereinbarten Verpflichtungen stattfinden (d. h. „**netzverträglich**“) als auch durch eine Beeinflussung des Lastverhaltens des Anschlussnehmers durch den Netzbetreiber z. B. mit Hilfe von Zeit-/ Lastfenstern, ad-hoc Steuerungssignalen und finanziellen Anreizen (d. h. „**netzdienlich**“).

1 MOTIVATION – BEDARF FÜR EIN GEMEINSAMES VERSTÄNDNIS VON NETZINTEGRATION

Bis 2030 sollen 7 bis 10,5 Millionen Elektrofahrzeuge auf den deutschen Straßen unterwegs sein. Im *Red-Flag-Bericht 10 % EV-Neuzulassungen* wurden von den Mitgliedern der Arbeitsgruppe (AG) 5 der *Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität* (NPM) im letzten Jahr zentrale Punkte identifiziert, die für einen erfolgreiche Hochlauf der Elektromobilität von entscheidender Bedeutung sind.

Ein großes Risiko für den Netzbetrieb stellen dabei neu auftretende Lasten durch z. B. nicht beeinflussbare Zeiten von Ladevorgänge der Elektrofahrzeuge dar. Daher ist es für den Netzbetreiber ausschlaggebend zu wissen, wie viele Elektrofahrzeuge in seinem Netz laden. Außerdem kann das Monitoring der auf dem Markt befindlichen EV-Modelle beziehungsweise des Markthochlaufs dazu beitragen, dass die Netzbetreiber ihre Netze entsprechend auf den Hochlauf der Elektrofahrzeuge vorbereiten können und über eine besser Planungssicherheit verfügen. Da aber nicht alle Ladevorgänge und die daraus resultierenden Lasten für den Netzbetreiber planbar sind, bezieht sich der letzte Punkt im *Red-Flag-Bericht* auf die Schaffung der rechtlichen und technischen Möglichkeiten zur Integration eines intelligenten Lade- beziehungsweise Lastmanagements. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Ladevorgänge zeitlich zu verschieben und bei Bedarf das Netz zu entlasten. Für diese Beeinflussung der Ladevorgänge wird eine große Anzahl von Ansätzen von lokalem Lastmanagement bis hin zu bidirektionalem Laden diskutiert (vgl. den Überblick in Kapitel 4).

Da die erfolgreiche Netzintegration einen zentralen Bestandteil des zukünftigen Hochlaufs der Elektromobilität darstellt, ist es das Ziel dieses Arbeitspakets, vor dem Hintergrund des *Red-Flag-Berichts* und der vielstimmigen Diskussion des Themas Lademanagement eine gemeinsame, stakeholderübergreifende Definition von Netzintegration zu entwickeln und damit ein gemeinsames Verständnis zu schaffen.

2 DEFINITION VON NETZ- INTEGRATION, NETZ- VERTRÄGLICHKEIT UND NETZDIENLICHKEIT

Die Definition der Netzintegration von Elektromobilität muss drei Bausteine berücksichtigen:

1. Startpunkt der Definition ist, dass es immer um die Integration einer bestimmten Anlage oder Ladeeinrichtung in ein bestimmtes Netz geht. Das heißt, unabhängig davon, ob es sich um einen öffentlich zugänglichen Pkw-Schnellladehub, ÖPNV-Depotladen oder die private Wallbox im Einfamilienhaus handelt, fokussiert die Frage einer erfolgreichen Integration dieser Anlage auf das jeweilige Netz, an das diese Anlage angeschlossen ist – von der Hochspannungsleitung bis zum Ortsnetz in der Niederspannung. Dies lässt sich anhand des folgenden Schaubilds verdeutlichen.

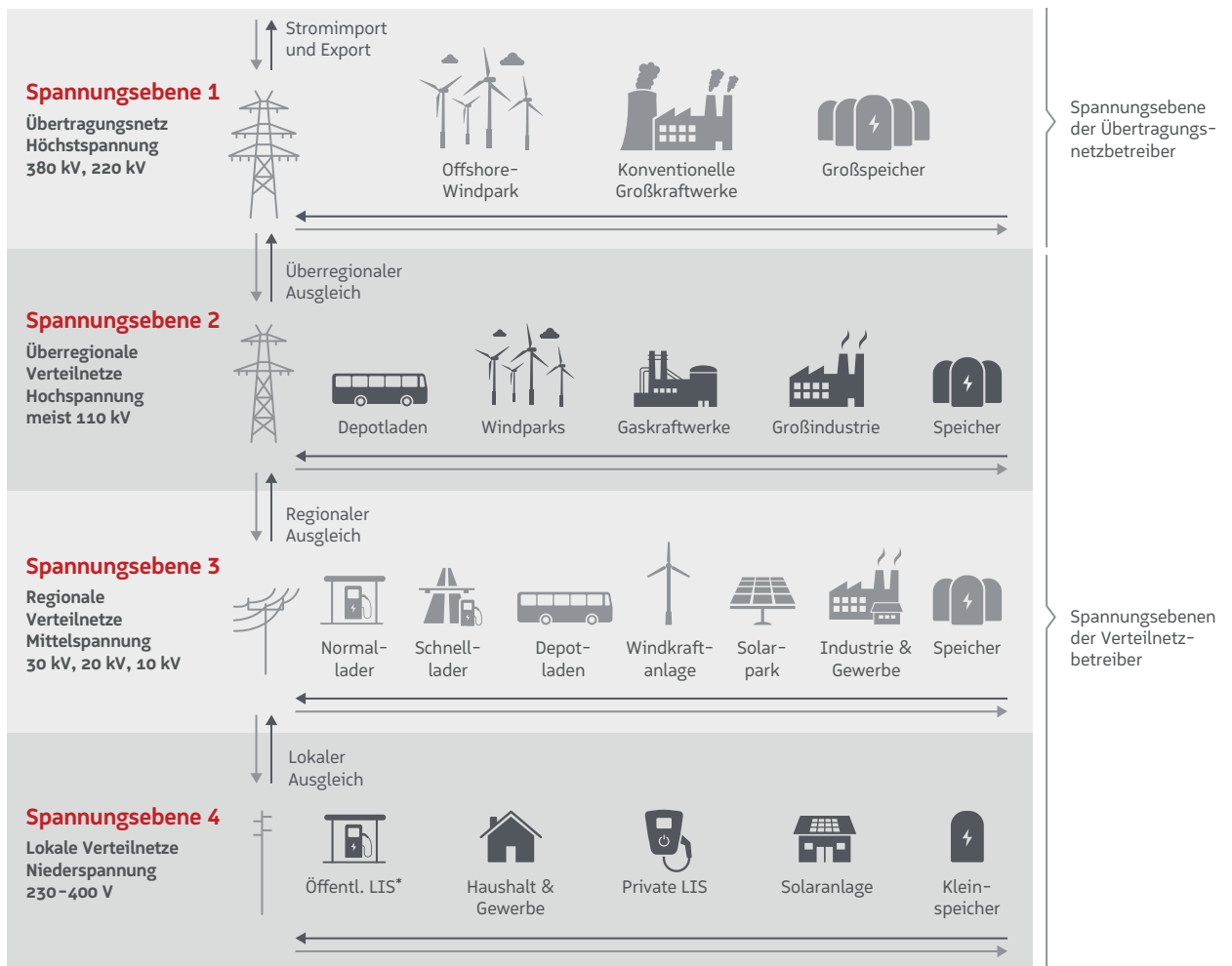


Abbildung 1: Elektromobilität im deutschen Stromnetz (eigene Darstellung)

2. Der zweite Punkt ist, dass, um für eine erfolgreiche Netzintegration sorgen zu können, der Netzbetreiber Kenntnis von der installierten Ladeeinrichtung haben und diese ordnungsgemäß angeschlossen sein sollte.
3. Der dritte Punkt ist, dass, wie oben schon dargelegt, Lade- beziehungsweise Lastmanagement ein wichtiger Bestandteil der Netzintegration sein kann. Dieses kann technisch grundsätzlich aufseiten des Kunden, also „hinter dem Netzanschlusspunkt“, oder durch den Netzbetreiber „vor dem Netzanschlusspunkt“ erfolgen.

Auf Basis dieser drei wesentlichen Punkte definiert die NPM (AG 5) eine erfolgreiche Netzintegration wie folgt:

Die Netzintegration von Elektromobilität ...

... bezieht sich immer auf das **konkrete lokale Netz**, an das die jeweilige Ladeeinrichtung angeschlossen ist.

... setzt voraus, dass der Netzbetreiber über die Installation einer Ladeeinrichtung in seinem Netz **in Kenntnis gesetzt** wird. Die Ladeeinrichtung muss gemäß den Regeln der Technik angeschlossen und betrieben werden.

... umfasst auch die **Organisation des Zusammenspiels zwischen dem Netz und der genutzten Kapazität** im Sinne einer Netzverträglichkeit und einer Netzdienlichkeit.

Die **Netzverträglichkeit** beschreibt dabei den Fall, dass die vertraglichen Verpflichtungen mit Blick auf den Netzanschlusspunkt durch den Anschlussnehmer eingehalten werden (beispielsweise durch ein kundeneigenes Last- beziehungsweise Flexibilitätsmanagement). Dabei finden keine Eingriffe/Ansteuerungen durch den Netzbetreiber statt.

Die **Netzdienlichkeit** dagegen beschreibt den Einsatz von Flexibilität eines Anschlussnehmers zur Umsetzung der statischen oder dynamischen Signale (Steuerungsvorgaben, beispielsweise auch Anreize) des Netzbetreibers.

Die Netzverträglichkeit und Netzdienlichkeit sind aber nicht nur getrennt voneinander zu betrachten. Im Rahmen der Netzverträglichkeit kann auch eine Netzdienlichkeit stattfinden.

Eine erfolgreiche Netzintegration ist damit auch eine zentrale Basis für das marktorientierte Lademanagement zur Preisoptimierung oder das systemdienliche Lademanagement von Elektrofahrzeugen zur Bereitstellung von Flexibilitäten beispielsweise zur optimierten Integration Erneuerbarer Energien / Systemstabilität (Regelenergie).

3 NETZVERTRÄGLICHKEIT UND NETZDIENLICHKEIT – EINORDNUNG DES STATUS QUO

Zur Veranschaulichung der oben ausgeführten Definition von Netzintegration werden in diesem Kapitel die beiden Begriffe **Netzverträglichkeit** und Netzintegration auf den heutigen Status quo angewendet (vgl. Tabelle 1).

Im Fall der **Netzverträglichkeit** findet bereits heute auf Seite des Kunden – vor allem im gewerblichen Bereich – ein Last- beziehungsweise Lademanagement statt, um die mit dem Netzbetreiber vereinbarten vertraglichen Verpflichtungen durch den Anschlussnehmer einzuhalten. In diesem Fall erfolgt kein Eingriff beziehungsweise keine Ansteuerung der Kundenanlage durch den Netzbetreiber, sodass dieser die aktuelle Leistung nicht beeinflusst.

Die **Netzdienlichkeit** wird heute in der Regel auf Basis einer Vereinbarung gemäß §14a EnWG zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer umgesetzt. Dabei beeinflusst der Netzbetreiber vor dem Hintergrund seines Lastmonitorings das Lastverhalten des Anschlussnehmers zum Beispiel durch Zeit-/Lastfenster, Ad-hoc-Steuerungssignale und finanzielle Anreize. In diesem Fall setzt die Kundenanlage die entsprechenden Informationen des Netzbetreibers um. Die finanziellen Anreize des Netzbetreibers werden in Form von reduzierten Netznutzungsentgelten durch den Lieferanten/Aggregator an den Anschlussnehmer weitergegeben. Eine §14a-Vereinbarung erfolgt freiwillig.

	Netzbetreiber	Kunde/Lieferant
Netzverträglich	Der Netzbetreiber beeinflusst die Leistung nicht.	Die Kundenanlage hält sich an die mit dem Netzbetreiber vertraglich vereinbarten Verpflichtungen, ggf. mithilfe eines Last-/Lademanagements.
Netzdienlich (aktuell: primär auf Basis §14 a-Vereinbarung)	Vor dem Hintergrund seines Lastmonitorings beeinflusst der Netzbetreiber das Lastverhalten des Anschlussnehmers z. B. durch: <ul style="list-style-type: none"> a) Zeitfenster b) Ad-hoc-Steuerungssignale c) finanzielle Anreize¹ 	Die Kundenanlage setzt Informationen des Netzbetreibers um.

Tabelle 1: Technische Abbildung von Netzverträglichkeit und Netzdienlichkeit

¹ Finanzielle Anreize werden indirekt durch den Lieferanten/Aggregator und nicht durch den Netzbetreiber ausgezahlt.

4 ÜBERBLICK ÜBER WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Name der Studie	Art der Betrachtung	Kernaussage	Link
Netzflexstudie – Deutsche Energie-Agentur (2017)	<ul style="list-style-type: none"> Analyse von Flexibilitäts-Optionen (Multi-Use-Ansätze) Case I: E-Mobility-Producer in der Niederspannung (Batterie wird im Spotmarkt-Trading, zur Regelleistungserbringung und Netzdienlichkeit eingesetzt) 	Minimaler Eingriff in das Ladeverhalten durch den Netzbetreiber ist effizienter/kostengünstiger als konventioneller Netzausbau.	https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9191_dena_Netzflexstudie.pdf
Forschungsüberblick Netzintegration Elektromobilität – BDEW, VDE FNN (2018)	<ul style="list-style-type: none"> Analyse verschiedener Studien zur Netzintegration und Netzbelastung durch E-Mobilität Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen für Netzbetreiber 	Netzdienliche Steuerbarkeit ist für Netzbetreiber entscheidend für eine erfolgreiche, kurzfristig realisierbare Netzintegration.	https://www.bdew.de/media/documents/20181210_Metastudie-Forschungsueberblick-Netzintegration-Elektromobilitaet.pdf
Elektromobilität als Anwendungsfall – BDEW (2018)	<p>Rot – Netzstabilität gefährdet: Steuersignal zur direkten Steuerung der Kundenanlage</p> <p>Gelb – Abzeichnung Engpässe: Anlagenfahrplan und anschließende Steuerung LIS</p> <p>Grün – Stromnetz ohne Einschränkungen: Vertr. festgelegte LIS Standardbelieferung</p>	Netzausbau lässt sich durch die Beschaffung netzdienlicher Flexibilität reduzieren/zeitlich verschieben.	https://www.bdew.de/media/documents/Stn_20180419_BDEW-Diskussionspapier-Elektromobilit%C3%A4t-Ampepkonzept-Verteilnetze.pdf

Name der Studie	Art der Betrachtung	Kernaussage	Link
Netzbelastungen und Netzdienstleistungen durch Elektrofahrzeuge – Metastudie der Universität Stuttgart (2019)	Vorstellung verschiedener Netzdienstleistungen zur Integration der Elektromobilität (Unterteilung in uni- und bidirektionales Laden) und deren Potenziale	EVs können in Zukunft einen großen Beitrag zur System-sicherheit leisten. Insbesondere bidirektionales Laden kann bei ausreichender Anzahl an Fahrzeugen theoretisch alle Netzdienstleistungen erbringen.	https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10624/3/2019_G%c3%b6hler_Netzbelastungen_und_Netzdienstleistungen_durch%20Elektrofahrzeuge.pdf
Netzintegration Elektromobilität – VDE FNN (2019)	Hinweise für Netzbetreiber, CPOs etc. bezüglich Netzan-schluss LIS und Kommunikation/Steuerung Ladevorgänge	<ul style="list-style-type: none"> • Verweis auf fünf Stufen der Netzintegration von CharIN • Sowohl netz- als auch fahrzeugseitig umfangreiche Entwicklungsstufen zur vollständigen Netzintegration nötig 	https://www.vde.com/resource/blob/1896384/8dc2a98adff3baa259dbe-98ec2800bd4/e-mobilitaet-fnn-hinweis-download-data.pdf
The five levels of Grid Integration – CharIN (2019)	Fünf verschiedene Stufen für die technische Netzintegration von E-Fahrzeugen (von netzkonformen Laden bis zu aggregiertem bidirektionalem Laden)	Das kombinierte Ladesystem (CCS) und die ISO 15118 bilden die Basis für eine erfolgreiche Netzintegration	https://www.charinev.org/fileadmin/Downloads/Papers_and_Regulations/CharIN_Levels_Grid_Integration_v5.1.pdf

Tabelle 2: Überblick über weiterführende Literatur



5 ANHANG

Abkürzungsverzeichnis

BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
CharIN	Charging Interface Initiative e. V.
CPO	charge point operator
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EV	electric vehicle
LIS	Ladeinfrastruktur
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
VDE FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Literaturverzeichnis

BDEW, VDE|FNN (2018): Metastudie Forschungsüberblick Netzintegration Elektromobilität.

URL: https://www.bdew.de/media/documents/20181210_Metastudie-Forschungsueberblick-Netzintegration-Elektromobilitaet.pdf.

BDEW (2018): Elektromobilität als Anwendungsfall des Ampelkonzepts im Verteilnetz.

URL: https://www.bdew.de/media/documents/Stn_20180419_BDEW-Diskussionspapier-Elektromobilit%C3%A4t-Ampelkonzept-Verteilnetze.pdf.

Deutsche Energie-Agentur (2017): Netzflexstudie. Optimierter Einsatz von Speichern für Netz- und Markt-anwendungen in der Stromversorgung. URL: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9191_dena_Netzflexstudie.pdf.

Göhler, G.; Schmaus, C.; Klingler, A.-L. (2019): Netzbelastungen und Netzdienstleistungen durch Elektrofahrzeuge.

Metastudie. URL: https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10624/3/2019_G%c3%b6hler_Netzbelastungen_und_Netzdienstleistungen_durch%20Elektrofahrzeuge.pdf.

VDE|FNN (2019): Netzintegration Elektromobilität. Leitfaden für eine flächendeckende Verbreitung von

E-Fahrzeugen. URL: <https://www.vde.com/resource/blob/1896384/8dc2a98adff3baa259dbe98ec2800bd4/e-mobilitaet-fnn-hinweis-download-data.pdf>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elektromobilität im deutschen Stromnetz

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Abbildung von Netzverträglichkeit und Netzdienlichkeit

Tabelle 2: Überblick über weiterführende Literatur

IMPRESSUM

Verfasser

Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
Arbeitsgruppe 5 "Digitalisierung für den Mobilitätssektor"

Berlin, Juli 2020

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Redaktionelle Unterstützung

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V.
ifok GmbH

Satz und Gestaltung

ifok GmbH

Lektorat

Nikola Klein, e-squid text konzept lektorat

Die Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) ist per Kabinettsbeschluss von der Bundesregierung eingesetzt und wird vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur federführend koordiniert.

Sie arbeitet unabhängig, überparteilich und neutral. Alle Berichte spiegeln ausschließlich die Meinungen der in der NPM beteiligten Expertinnen und Experten wider.

NPM

**Nationale Plattform
Zukunft der Mobilität**

