

Was ist Netzdienlichkeit?

Von:

Yannic Schulze (FfE), Mathias Müller (FfE), Sebastian Faller (FfE),
Wolfgang Duschl (Bayernwerk Netz GmbH),
Dr. Frank Wirtz (Bayernwerk Netz GmbH)

Was ist Netzdienlichkeit?

Mit der zunehmenden Digitalisierung im Energiesystem können neue Verbraucher, wie beispielsweise Elektrofahrzeuge und dezentrale Erzeuger, zukünftig flexibel gesteuert werden. Die „Flexibilität beschreibt die technische Fähigkeit einer Anlage, die aktuelle und/oder prognostizierte Leistung $[P, Q]$ zu verändern.“ [1]. Hierdurch werden neue Betriebsweisen (z. B. preisorientiert) sowie auch eine Überwachung oder Steuerung durch die Netzbetreiber ermöglicht. Aufgrund dieser Entwicklungen eröffnet sich die Frage, ob oder wann eine Anlage (hier: Verbraucher, Erzeuger oder Speicher) netzdienlich ist. Da der Begriff **Netzdienlichkeit** aktuell einen großen Interpretationsspielraum offenlässt, führt dieser Beitrag zu einer Definition des Begriffs. Hierzu werden zunächst Begriffe aus der Literatur geordnet und eine Definition abgeleitet, welche anschließend durch Anwendungsfälle verdeutlicht wird. In einem Exkurs werden abschließend die Anschlussbedingungen von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge auf Netzdienlichkeit analysiert.

Abgrenzung zu Netzverträglichkeit und Systemdienlichkeit

Das Stromnetz kann in Verteil- und Übertragungsnetz aufgeteilt werden. Das Verteilnetz, zu dem die Nieder-, Mittel- und Hochspannung gehören, obliegt der Verantwortung eines Verteilnetzbetreibers (VNB). Für das Übertragungsnetz, zu dem die Höchstspannung gezählt wird, ist ein Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) zuständig. Bei der Definition von Netzdienlichkeit müssen sowohl die aus den Netzebenen stammenden unterschiedlichen Zuständigkeiten als auch potenzielle Wechselwirkungen zwischen den Netzebenen berücksichtigt werden.

Durch eine Literaturrecherche, mit einem Fokus auf den deutschsprachigen Raum, wurde festgestellt, dass neben dem Begriff Netzdienlichkeit auch häufig die Begriffe Netzverträglichkeit und Systemverträglichkeit verwendet werden. Diese wurden überwiegend in eine hierarchische Beziehung zur Netzdienlichkeit gesetzt, wonach Netzverträglichkeit die Grundlage für Netzdienlichkeit und Netzdienlichkeit die Grundlage für Systemdienlichkeit darstellt. [2], [3]

Netzverträglichkeit wird als Grundvoraussetzung für den Anschluss einer Anlage an das öffentliche Stromversorgungsnetz definiert [4], [2]. Ein systemdienlicher Anlageneinsatz trägt weiterhin zum Erhalt der Systemstabilität bei und wird in erster Linie durch Übertragungsnetzbetreiber initiiert (ÜNB), welche nach § 13 EnWG zur Wahrung der Systemverantwortung verpflichtet sind [5], [6]. Maßnahmen zur Wahrung der Systemverantwortung umfassen dabei die Systemdienstleistungen Frequenzhaltung, Spannunghaltung, Betriebsführung und den Versorgungswiederaufbau. Im Rahmen der Betriebsführung können weiterhin Netzengpassmanagementmaßnahmen durchgeführt werden, zu denen nach Ausschöpfen von netz- und marktbezogenen Maßnahmen Anpassungsmaßnahmen zählen, wie es das Einspeisemanagement (EinsMan) darstellt [7]. Da nach § 14 EnWG auch Verteilnetzbetreiber zur Durchführung von Einspeisemanagement berechtigt sind, kann es demnach auch durch Verteilnetzbetreiber initiierten, systemdienlichen Anlageneinsatz geben. Hieraus wird abgeleitet, dass bei der Einordnung der Begrifflichkeiten keine klare Linie zwischen Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber gezogen werden und dementsprechend auch netzdienliches Anlagenverhalten durch Übertragungsnetz- sowie Verteilnetzbetreiber initiiert werden kann.

Die aus den Definitionen von Netzverträglichkeit und Systemdienlichkeit abgeleitete Beziehung zur Netzdienlichkeit ist in Abbildung 1 dargestellt. Da der Abruf von Systemdienstleistungen netzebenenübergreifend nicht netzdienlich sein muss, ist ein netzdienlicher Anlageneinsatz weiterhin keine Grundvoraussetzung mehr für Systemdienlichkeit, sondern kann ebenfalls separat erfolgen. Demnach können netzverträgliche Anlagen zusätzlich auch netz- und/oder systemdienlich sein. Die anfangs genannte hierarchische Beziehung wurde somit abgeändert.



Abbildung 2: Die Grundlage für Netz- und/oder Systemdienlichkeit wird durch die Netzverträglichkeit gewährleistet

Bestehende Definitionen zu Netzdienlichkeit

Um den Begriff Netzdienlichkeit weiter systematisch zu analysieren wurden im Rahmen der Literaturrecherche die zu unserem aktuellen Kenntnisstand relevanten Definitionen herausgearbeitet, welche in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dargestellt sind.

Tabelle 1: Verschiedene Definitionen von Netzdienlichkeit in der Literatur

Definition	Quelle
„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.“	[8]
„Beim Laden von Elektrofahrzeugen wird ein netzdienlicher Betrieb durch die Adaptierung der aus dem PV Sektor bekannten Spannungshaltungsverfahren erreicht. Für DC-Ladesäulen/Wallboxen mit Ladeleistungen größer 12 kVA ist zusätzlich laut VDE-AR-N-4105 die Regelung der Wirkleistung erforderlich, um einen Beitrag zur Frequenzhaltung zu liefern.“	[3]
„Die Netzdienlichkeit beschreibt die Überwachung und den Einsatz von Erzeugern, Verbrauchern, Speichern und/oder Dienstleistungen, die/der zur Verringerung oder gar Vermeidung von Netzengpässen, Netzausbau und/oder sonstigen Netzkosten beiträgt.“	[9]
„Netzdienlichkeit: Einen Beitrag zur Netzstabilität und Netzstützung können Elektrofahrzeuge liefern, indem der Netzbetreiber das am öffentlichen Versorgungsnetz angeschlossene Elektrofahrzeug kennt und im kritischen Falle eine Lastreduktion vornehmen kann.“	[10]
„Netzdienliche Nutzung: In anderen Fällen [adv. Es ging um uneingeschränkte und netzverträgliche Netznutzung] ist die Flexibilität der Nutzer in der Lage, Probleme des Netzes zu lösen, die durch andere Netznutzer verursacht werden. Hier besteht zwischen Netz und Flexibilität eine Win-Win-Situation.“	[11]
In dieser Studie wird "Netzdienlichkeit" („grid support“) als sein Maß dafür verstanden, wie sehr das Stromverbrauchsprofil des Kunden mit der Verfügbarkeit von Strom übereinstimmt. Dies wird anhand einer netzabhängigen Bezugsgröße beurteilt. Stromverbrauchsprofile, welches ein hohes Maß an Übereinstimmung aufweisen, werden als "netzdienlich" („grid-supportive“) bezeichnet, wohingegen eine geringe Übereinstimmung als "netzschädlich" („grid-adverse“) bezeichnet wird. Das wünschenswerteste Stromverbrauchsprofil wird als "netzoptimal" („grid-optimal“) bezeichnet. (Aus dem Englischen übersetzt)	[12]

Bei der Auswertung der in der Tabelle dargestellten Definitionen wird ersichtlich, dass die Definitionen auf sehr unterschiedlichen Ansätzen oder Bezugsgrößen, wie beispielsweise einer Steuerbarkeit von Anlagen und/oder der Reduzierung von Kosten oder Netzengpässen, basieren. Die Verwendung gemeinsamer Ansätze oder Bezugsgrößen findet im Kontext der identifizierten Definitionen nicht statt. Es lässt sich lediglich das Stromnetz mit dem Fokus auf Betriebsmittel als Wirkungsraum ableiten in dem „dienlich“ gehandelt werden soll und auf den sich die Definitionen mit den Vorschlägen für das Verhalten elektrischer Anlagen beziehen.

Herleitung einer einheitlichen Definition für Netzdienlichkeit

Neben den oben genannten Definitionen konnten im Rahmen der Literaturrecherche weiterhin eine Vielzahl unterschiedlicher Parameter identifiziert werden, welche wiederum mehrfach in unterschiedlichen Quellen mit

Bezug zur Netzdienlichkeit genannt werden. In Tabelle 2 sind die einzelnen Parameter den entsprechenden Quellen zugeordnet.

Tabelle 2: Parameter und Clustering zur Netzdienlichkeit

	Übergeordnetes Cluster	Parameter	[9]	[11]	[3]	[10]	[12]	[8]	[2]	[13]	[14]	[4]
netzverträglich	Technik	Technische Anschlussbedingungen erfüllt							✓			✓
	Technik	Vertraglichen Verpflichtungen des Netzanschlusspunkts sind eingehalten						✓				
	Kontextbezug	Definierte und geeignete Einspeisepunkte								✓	✓	
netzdienlich	Technik	Gesicherte Mindestleistung und/oder begrenzte Maximalleistung				✓				✓		
	Technik	Robuste und einfache Integration in die Netzbetriebsführung								✓		
	Technik	Steuerbare oder planbare Wirkleistungscharakteristik			✓			✓		✓	✓	
	Technik	Robustes und einstellbares Verhalten im Fehlerfall								✓		
	Netzbetreiber Information/Steuerung	Wissen über Verbraucher				✓					✓	
	Netzbetreiber Information/Steuerung	Überwachung von Anlagen und Dienstleistungen		✓							✓	
	Netzbetreiber Information/Steuerung	Lastreduktionsmöglichkeiten des NB						✓			✓	
	Netz-Kosten	Verringerung/Vermeidung von Netzengpässen	✓							✓		
	Netz-Kosten	Verringerung/Vermeidung von Netz-Kosten	✓							✓		
	Kontextbezug	Probleme, welche durch andere verursacht wurden werden gelöst		✓								
	Kontextbezug	Vermeidung von Gleichzeitigkeit mit Schwerpunkt der Netzlast					✓					
	systemdienlich	Netzbetreiber Information/Steuerung	Beitrag zur Frequenzhaltung			✓				✓		
Netzbetreiber Information/Steuerung		Beitrag zu Systemdienstleistungen							✓	✓		

Die analysierten Quellen enthalten ebenfalls Parameter, welche nach oben erfolgter Einordnung auch als netzverträglich sowie systemdienlich gewertet werden können und in Tabelle 3 entsprechend eingeordnet worden sind. Die identifizierten Parameter werden in der Regel nur in je ein bis zwei Quellen inhaltlich wiedergegeben, was die Diversität der vorgestellten Definitionen und Quellen widerspiegelt. Ausschließlich der Parameter „Steuerbare oder planbare Wirkleistungscharakteristik“ wurde häufiger als zwei Mal genannt. Um die Inhalte der Parameter weiter erfassen zu können, wurden aus den Parametern vier Cluster abgeleitet, die sich inhaltlich voneinander abgrenzen aber elementare Bestandteile der Netzdienlichkeit wiedergeben:

- Technik: Alle technischen Parameter der Definition zur Netzdienlichkeit. Der Fokus liegt hier auf der Wirkleistungscharakteristik von Anlagen, dem Verhalten im Fehlerfall sowie der Integration in die Netzbetriebsführung. Anlagen können hierbei Erzeuger, Verbraucher und Speicher umfassen.
- Netzbetreiber Information/Steuerung: Informationsflüsse zwischen Anlage und Netzbetreiber oder Steuerbarkeit der Anlage durch den Netzbetreiber.
- Netz-Kosten: U. a. Reduktion oder Vermeidung von Netzengpässen oder Netzausbaubedarf sowie eine optimierte Netzbetriebsführung.
- Kontextbezug: Kontextabhängiges Verhalten der Anlage im Vergleich zur derzeitigen Situation im Netz, Wetter oder sonstigem Verbrauchsverhalten weiterer im Netz vorhandener Anlagen.

Auf Grundlage der genannten Cluster und den zugrundeliegenden Parametern je Cluster wird folgende Definition von Netzdienlichkeit abgeleitet.

Definition Netzdienlichkeit
 Netzdienlich sind einzelne oder mehrere elektrische Anlagen (Erzeuger, Verbraucher oder Speicher), welche dazu beitragen Netzkosten (u. a. Reduktion von Netzengpässen, Netzausbaubedarf oder optimierte Netzbetriebsführung) zu verringern. Dies kann durch Kenntnis, Plan- oder Steuerbarkeit der Anlagen durch den Netzbetreiber und/oder einen Beitrag zur Vergleichmäßigung der Netzlast erreicht werden. Hierzu ist je nach Netzsituation ein kontextabhängiges Verhalten notwendig. Ferner darf kein zusätzlicher Netzausbau in derselben bzw. anderen Netzebenen verursacht werden. Generell muss die Anlage netzverträglich sein.

Beispielhafte Anwendungsfälle im elektrischen Energieversorgungssystem

Die Anwendbarkeit der vorgestellten Definition des Begriffs Netzdienlichkeit sowie der zugehörigen Parameter wird im Rahmen folgender Anwendungsfälle für mögliche, zukünftige und aktuell diskutierte Anlageneinsätze vorgestellt. Die Anwendungsfälle sind in Abbildung 3 dargestellt.

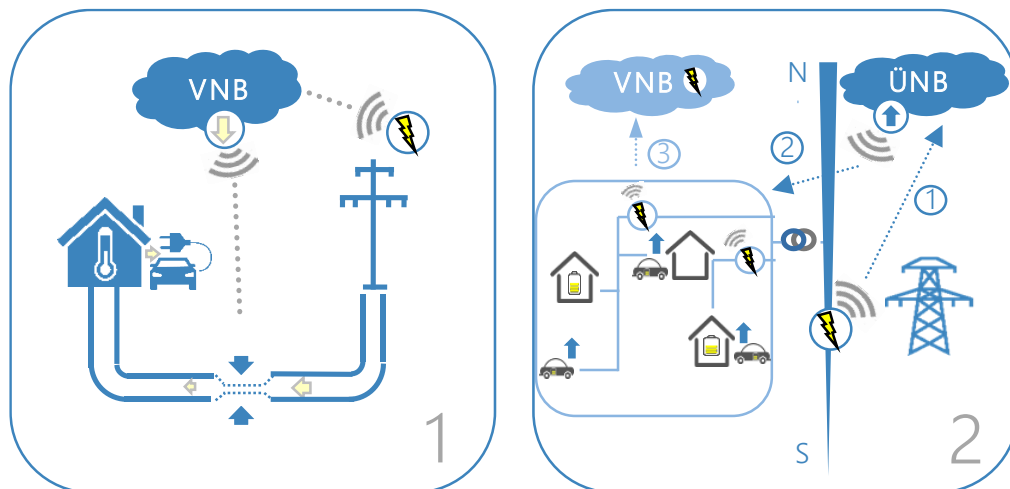


Abbildung 4: Zwei exemplarische Anwendungsfälle zur Verdeutlichung von netzdienlichen und nicht netzdienlichen Anlageneinsatz

Der erste Anwendungsfall beruht auf dem Modell der "Spitzenglättung", welches im Rahmen der Weiterentwicklung des § 14a EnWG für steuerbare Verbrauchseinrichtungen entwickelt wurde. Auf Grundlage einer vertraglichen Vereinbarung und eines intelligenten Messsystems (iMSys) bestünde für den VNB die Möglichkeit, zu netzkritischen Zeitpunkten die Verbrauchsleistung (z.B. eines Elektrofahrzeugs) im Rahmen der „bedingten Leistung“ zu reduzieren. Hierdurch kann unter Annahme geringerer maximaler Leistungen in der Netzausbauplanung eine Verringerung von potenziellem Netzausbau ermöglicht werden. [15] Ein derartiger

Anlageneinsatz wird dementsprechend als netzdienlich angesehen, da durch eine plan- oder steuerbare Wirkleistungscharakteristik Netzengpässe gesichert reduziert und Netzausbau verhindert werden können.

Der zweite Anwendungsfall zeigt ein Beispiel für einen systemdienlichen Anlagenabruf durch einen ÜNB. Ausgehend von einem typischen Nord/Süd-Engpass im Übertragungsnetz greift der ÜNB (dunkelblau) zu Netzengpassmanagementmaßnahmen (1). Dementsprechend würden Erzeugungsanlagen vor dem Engpass im Norden abgeregelt und im Süden hochgefahren werden. [16] Statt der Abregelung von Erzeugungsanlagen vor dem Engpass könnten zukünftig dezentral im Verteilnetz (hellblau) verortete Verbraucher zugeschaltet werden (2). Entsprechende Verbraucher verhalten sich in diesem Fall systemdienlich. Führen die im Verteilnetz aggregierten Verbraucher jedoch lokal zu Engpässen, liegt kein netzdienliches Anlagenverhalten vor (3).

Die Anwendungsfälle zeigen, dass Bedarf nach einer einheitlichen Definition des Begriffs Netzdienlichkeit im Rahmen der Transformation des Energiesystems besteht, um bei der effizienten Integration zukünftiger Verbraucher, Erzeuger und Speicher im Stromnetz eine gemeinsame Sprache zu sprechen.

Exkurs: Netzdienlichkeit von Ladeinfrastruktur in der aktuellen Regulatorik

Der Begriff Netzdienlichkeit wird auch im Rahmen der Integration von Elektromobilität in die Verteilnetze verwendet. In der, dem für die Niederspannung zugrundeliegenden, VDE Anwendungsregel N 4100 wird der Begriff nicht ausdrücklich verwendet, jedoch wurden eindeutige inhaltliche Überschneidungen für die Anschlussbedingungen von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeugen mit der in diesem Beitrag aufgestellten Definition festgestellt. So müssen beispielsweise Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit einer Anschlussleistung $\geq 3,6$ kVA beim VNB angemeldet und Ladeeinrichtungen > 12 kVA durch den VNB genehmigt werden sowie steuerbar sein [14]. Die aktuellen Anschlussbedingungen für Ladeeinrichtungen weisen somit bereits einen netzdienlichen Charakter auf, welcher für Verbrauchseinrichtungen in der genannten Leistungsklasse bisher nicht verlangt worden ist.

Förderung

Die Bearbeitung der beschriebenen Inhalte erfolgt im Forschungsprojekt Bidirektionales Lademanagement (BDL) welches vom Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird. (Förderkennzeichen: O1MV18004F bzw. O1MV18004E).

Literaturverzeichnis

- [1] Müller, Mathias et al.: Dezentrale Flexibilität für lokale Netzdienstleistungen - Eine Einordnung des Flexibilitätsbegriffs als Grundlage für die Konzipierung einer Flexibilitätsplattform in C/sells. In: BWK - Das Energie-Fachmagazin 6/2018. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2018.
- [2] Suckow, Jan: Weiterentwicklung der Stromnetze - Forum Netztechnik/ Netzbetrieb im VDE. Berlin: Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN), 2015.
- [3] Ries, Jonathan et al.: Prosumer im Netzbetrieb der Zukunft - Deutschland. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2020.
- [4] Sterner, M.; Eckert, F.; Thema, M.; Bauer, F.: Der positive Beitrag dezentraler Batteriespeicher für eine stabile Stromversorgung, Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) OTH Regensburg, Kurzstudie im Auftrag von BEE e.V. und Hannover Messe, Regensburg / Berlin / Hannover, 2015
- [5] Lehmann, Nico et al.: Definition von Flexibilität in einem zellulär geprägten Energiesystem. In: Zukünftige Stromnetze; Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2019.
- [6] Zacharias, Jan: Konkretisierung des Ampelkonzepts im Verteilungsnetz - Diskussionspapier. Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2017.
- [7] Hirth, Lion: Engpassmanagement - Strommarkttreffen 13. Januar 2017. Berlin: Neon Neue Energieökonomik GmbH, 2017.

- [8] Netzintegration von Elektromobilität - Basis für eine erfolgreiche Sektorkopplung. Eine Definition - Arbeitsgruppe 5 Verknüpfung der Verkehrs- und Energienetze, Sektorkopplung. Berlin: Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, 2020.
- [9] Schlaak, Thomas et al.: Smart Grid 2019 - Netzdienliche Leistungen über Smart Metering als neues und standardisiertes Instrument im Verteilnetz. o.O.: Deloitte, 2019.
- [10] Voelkel, Jan: Das IT-Backend der SNH als Plattformlösung für die Elektromobilität. In: Aktuelle Infrastruktur- und Technologieansätze in den Bereichen Strom- und Gasnetz, Elektromobilität und Wasserstoffwirtschaft; Hamburg: Schulz, 2019.
- [11] dena-Netzflexstudie - Optimierter Einsatz von Speichern für Netz- und Marktanwendungen in der Stromversorgung. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2017
- [12] Klein, Konstantin et al.: Grid support coefficients for electricity-based heating and cooling and field data analysis of present-day installations in Germany. In: Applied Energy 162 (2016) 853-867. Freiburg im Breisgau: Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems ISE, Karlsruhe Institute of Technology, 2016.
- [13] Henninger, Stefan: Netzdienliche Integration regenerativer Energiequellen über stromrichtergekoppelte Einspeisenetze mit integrierten Energiespeichern . Dissertation. Herausgegeben durch Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, geprüft von Lerch, Reinhard und Jäger, Johann und Gawlik, Wolfgang; Erlangen-Nürnberg, 2019.
- [14] Netzintegration Elektromobilität - Leitfaden für eine flächendeckende Verbreitung von E-Fahrzeugen. Berlin: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2019.
- [15] Zander, Wolfgang et al.: Gutachten Digitalisierung der Energiewende Topthema 2: Regulierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung. Aachen, Berlin: B E T Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, 2018.
- [16] Klempp, Nikolai et al.: Strategisches Gebotsverhalten im Kontext der C/sells FlexPlattform - Ein Diskussionspapier aus dem Projekt C/sells erschienen als FfE Discussion Paper 2020-02. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft, 2020.

Kontakt:

Yannic Schulze; Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.; E-Mail: yschulze@ffe.de :

Mathias Müller; Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.; E-Mail: mmueller@ffe.de :