

Berechnung des mindestens zu gewährenden netzwirksamen Leistungsbezugs (Mindestleistung)

Bundeseinheitliche Empfehlung von VDE FNN nach dem Stand der Technik zu Tenorziffer 2f gemäß der Festlegung BK6-22-300 der Bundesnetzagentur

Januar 2025

Inhalt

Bildverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Begriffe	4
Vorwort	6
1 Einordnung in den Kontext von § 14a EnWG	8
2 Ergebnisse der Analysen zu den Auswirkungen der bisherigen BNetzA-Vorgaben	9
3 Stand der Technik bei SteuVE	11
3.1 Ladepunkte für Elektromobile	11
3.2 Wärmepumpen	11
3.3 Anlagen zur Raumkühlung	12
3.4 Stromspeicher	12
4 VDE FNN Empfehlung	13
5 Weiteres Vorgehen	15
6 Literaturverzeichnis	16

VDE FNN Empfehlung

Bildverzeichnis

Bild 1 Vergleich zwischen dem Leistungsbezug im Fall einer netzorientierten Steuerung und dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug – Beispiel für einen Niederspannungs-Netzbereich in einer Millionenstadt.....	9
Bild 2 Vergleich zwischen dem Leistungsbezug im Fall einer netzorientierten Steuerung und dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug – Beispiel für einen ländlichen Niederspannungs-Netzbereich.....	10
Bild 3 Vergleich zwischen dem Leistungsbezug im Fall einer netzorientierten Steuerung und dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug – Beispiel für einen städtischen Niederspannungs-Netzbereich.....	10

Abkürzungsverzeichnis

BNetzA	Bundesnetzagentur
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EMS.....	Energie-Management-System
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EZA.....	Erzeugungsanlage
SteuVE	steuerbare Verbrauchseinrichtung
VDE FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE
VNB	Verteilnetzbetreiber

Begriffe

Abregelbare Leistung

Die abregelbare Leistung beschreibt die Höhe der Leistungsreduktion aller SteuVE im Netzbereich im Rahmen der netzorientierten Steuerung unter Gewährleistung deren Mindestleistung.

Betreiber einer SteuVE

Die Definition eines „Betreibers einer SteuVE“, oder auch nur „Betreiber“ genannt, in diesem Dokument entspricht der Definition der Bundesnetzagentur (BNetzA) gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.5: „Der Betreiber einer steuerbaren Verbrauchseinrichtung im Sinne der Ziffer 2.4, der entweder Letztverbraucher oder Anschlussnehmer im Sinne des § 14a Absatz 1 Satz 1 EnWG ist“. [1]

Energie-Management-System

Über ein „Energie-Management-System“ (EMS) können mehrere steuerbare Einrichtungen gebündelt werden, um die lokale Optimierung in der Kundenanlage zu erreichen.

Kundenanlage

Die Definition einer „Kundenanlage“ in diesem Dokument entspricht der Definition gemäß VDE-AR-N 4100: „Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel hinter der Übergabestelle mit Ausnahme der Messeinrichtung zur Versorgung der Anschlussnehmer und der Anschlussnutzer“. Bei intelligenten Messsystemen beinhalten Messeinrichtungen auch Steuerungseinrichtungen.

Mindestleistung

Die Definition der „Mindestleistung“ in diesem Dokument entspricht der Definition der Bundesnetzagentur gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 4.5: „Auch im Fall der Durchführung der netzorientierten Steuerung hat der Betreiber gegenüber dem Netzbetreiber weiterhin einen Anspruch auf einen mindestens zu gewährenden netzwirksamen Leistungsbezug (Mindestleistung).“

Netzbereich

Die Definition eines „Netzbereichs“ in diesem Dokument entspricht der Definition der BNetzA gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.1: Ein Netzbereich ist „ein durch definierte Trennstellen abgegrenzter Bereich eines Niederspannungsnetzes, der durch eine oder mehrere Trafo-Stationen versorgt wird. Dies kann ein einzelner Strang sein sowie ein kompletter durch einen oder mehrere Trafos versorgter Bereich. Maßgeblich für die Betrachtung ist der Schaltzustand der Trennstellen im Regelbetrieb“. [1]¹

Netzorientierte Steuerung

Gemäß dem Beschluss BK6-22-300 der BNetzA bezeichnet die „netzorientierte Steuerung“ im Kontext § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) die bedarfsgerechte Leistungsreduzierung von SteuVE zur gezielten Abwendung konkret bestimmter Netzüberlastungen oder Verletzungen der Spannungsqualität in der Niederspannung.

¹ In Kapitel 6.1 des VDE FNN Hinweises „Netzbetrieb mit Flexibilitäten“ [3] wird weiterführend auf die Definition eines Netzbereichs eingegangen.

Netzwirksamer Leistungsbezug

In der Festlegung BK6-22-300 zur Integration von SteuVE definiert die BNetzA den netzwirksamen Leistungsbezug als das relevante Kriterium der Steuerung. Der netzwirksame Leistungsbezug ist gemäß Ziffer 2.3 der Festlegung „derjenige Anteil der über den Netzanschluss aus einem Elektrizitätsverteilernetz der allgemeinen Versorgung entnommenen elektrischen Leistung, der zeitgleich durch eine oder mehrere steuerbare Verbrauchseinrichtungen verursacht wird“.²

Steuerbare Einrichtung

Zu „steuerbaren Einrichtungen“ zählen steuerbare Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) im Sinne des § 14a EnWG und steuerbare Erzeugungsanlagen (EZA) im Sinne des § 9 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Aus Sicht einer Steuerungseinrichtung ist ein EMS wie eine steuerbare Einrichtung zu behandeln, weshalb der Begriff „steuerbare Einrichtung“ im vorliegenden Dokument als Oberbegriff für einzelne steuerbare Einrichtungen und EMS zu verstehen ist.

Steuerbare Verbrauchseinrichtung (SteuVE)

Die Definition einer „steuerbaren Verbrauchseinrichtung“ entspricht in diesem Dokument der Definition der BNetzA gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.4: Eine SteuVE ist „ein Ladepunkt für Elektromobile, der kein öffentlich zugänglicher Ladepunkt im Sinne des § 2 Nr. 5 der Ladesäulenverordnung (LSV) ist, eine Wärmepumpenheizung unter Einbeziehung von Zusatz- oder Notheizvorrichtungen (z. B. Heizstäbe)³, eine Anlage zur Raumkühlung sowie eine Anlage zur Speicherung elektrischer Energie (Stromspeicher) hinsichtlich der Stromentnahme (Einspeicherung)“. [1]

² In Kapitel 4.1.2 des VDE FNN Hinweises „Netzbetrieb mit Flexibilitäten“ [3] wird weiterführend auf den netzwirksamen Leistungsbezug eingegangen.

³ Wärmepumpenheizung unter Einbeziehung von Zusatz- oder Notheizvorrichtungen (z. B. Heizstäbe) werden im Folgenden vereinfachend nur „Wärmepumpe“ bezeichnet.

Vorwort

Die Festlegung der Bundesnetzagentur (BNetzA) zur Ausgestaltung von § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) BK6-22-300 vom 27.11.2023 [1] regelt, dass steuerbare Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) und Energie-Management-Systeme (EMS) im Falle einer kritischen Auslastungssituation des vorgelagerten Niederspannungsnetzes ihren netzwirksamen Leistungsbezug entsprechend der Vorgaben des Verteilnetzbetreibers (VNB) reduzieren müssen.

Im Beschluss der BNetzA wird dabei unter der „Tenorziffer 2“ vorgesehen, dass Netzbetreiber Empfehlungen nach dem Stand der Technik erarbeiten. Diese Empfehlungen sollen „zur bestmöglichen Erreichung einer Standardisierung und damit einer massengeschäftstauglichen und effizienten Abwicklung der netzorientierten Steuerung“ [1, S. 83] beitragen. Alle relevanten Marktpartner müssen angemessen beteiligt werden. Diese Empfehlungen sind bis spätestens zum 01.10.2024 bzw. 01.01.2025 der BNetzA vorzulegen.

In Absprache mit der BNetzA hat VDE FNN die Koordination und Erarbeitung der Empfehlungen zu Tenorziffer 2 a, b, c, e, f und g übernommen.

Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN) entwickelt die Stromnetze vorausschauend weiter. Ziel ist der jederzeit sichere Systembetrieb mit 100 Prozent erneuerbaren Energien. VDE FNN macht innovative Technologien praxistauglich und gibt Antworten auf netztechnische Herausforderungen von morgen. Hier arbeiten verschiedene Fachkreise mit unterschiedlichen Interessen gemeinsam an Lösungen. Mitglieder sind über 500 Hersteller, Netzbetreiber, Versorger, Anlagenbetreiber, Behörden und wissenschaftliche Einrichtungen.

Mit diesem Dokument legt VDE FNN der BNetzA die Empfehlung nach dem Stand der Technik zur Tenorziffer 2f vor.

Tenorziffer 2f beinhaltet die Berechnung des mindestens zu gewährenden netzwirksamen Leistungsbezuges (Mindestleistung) für steuerbare Verbrauchsanlagen nach Ziffer 4.5.1. der Anlage 1 und der im Rahmen der Steuerung nach Ziffer 4.5.2. der Anlage 1 von BK6-22-300 anzuwendenden Berechnungsformel nebst Gleichzeitigkeitsfaktor.

Die Empfehlung wurde in den Gremien des VDE FNN erarbeitet.

Während der Erarbeitung der Tenorziffer 2f hat VDE FNN ein Vorgehen zur Analyse und Verifikation der bisherigen Vorgaben der BNetzA als VDE FNN Impuls „Analyse und Verifikation der BNetzA-Vorgaben zur Berechnung der Mindestbezugsleistung aus Sicht eines Verteilnetzbetreibers“ [2] veröffentlicht. VNB wurden aufgerufen, die vorgestellten Berechnungen für Ihr Netzgebiet durchzuführen. Auf Basis dieser Rückmeldungen konnten Rückschlüsse zu den Auswirkungen der aktuellen BNetzA-Regelungen aus BK6-22-300 gezogen werden, die in die Erarbeitung dieser Empfehlung eingeflossen ist.

Zudem fanden im Zuge des Erarbeitungsprozesses der Tenorziffer 2f am 15.02.2024 und am 28.05.2024 unter der Leitung der BNetzA Workshops mit beteiligten Marktakteuren statt, bei denen VDE FNN über die aktuellen Arbeiten informiert hat und Beteiligte die Möglichkeit der Stellungnahme hatten.

Die VDE FNN Empfehlung nach dem Stand der Technik bezieht sich auf den Beschluss der Beschlusskammer 6 der BNetzA zum „Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (BK6-22-300)“ [1] und der darin enthaltenen Anlage 1. Sollte in diesem Dokument nachfolgend bei der Nennung einer

Passage oder Ziffer aus der Festlegung der BNetzA nicht explizit etwas Anderes angegeben sein, bezieht sich diese Angabe stets auf BK6-22-300.

Mit der Einreichung dieses Dokuments bei der BNetzA erfüllen die Netzbetreiber ihre Pflicht aus der Tenorziffer 2f, Empfehlungen nach dem Stand der Technik zu erarbeiten. Die bei der BNetzA eingereichte Empfehlung wird im Anschluss auf der Website der BNetzA veröffentlicht und zur öffentlichen Konsultation gestellt. Nach der Konsultation erfolgt eine Mitteilung der BNetzA zu den finalen Dokumenten.

VDE FNN Empfehlung

1 Einordnung in den Kontext von § 14a EnWG

Gemäß Ziffer 4.1 der Anlage 1 von BK6-22-300 ist der VNB berechtigt und verpflichtet im Fall „einer strom- oder spannungsbedingten Gefährdung oder Störung der Sicherheit oder Zuverlässigkeit seines Netzes [...] den netzwirksamen Leistungsbezug der im Netzbereich angeschlossenen steuerbaren Verbrauchseinrichtungen im notwendigen Umfang zu reduzieren.“ Dabei hat nach Ziffer 4.5 der Anlage 1 der Betreiber „weiterhin einen Anspruch auf einen mindestens zu gewährenden netzwirksamen Leistungsbezug (Mindestleistung).“ Das bedeutet, dass keine SteuVE/kein EMS durch den Steuerbefehl des VNB auf null reduziert werden darf.⁴

Für die Ermittlung der Mindestleistung sind in Ziffer 4.5.1 sowie Ziffer 4.5.2 der Anlage 1 Werte bzw. Berechnungsformeln vorgesehen. Die Mindestleistung unterscheidet sich je nach Art der Ansteuerung (Direktsteuerung oder Steuerung über ein EMS im Sinne Ziffer 4.4 der Anlage 1⁵) sowie in Abhängigkeit der Anzahl und Fallgruppe (im Sinne Ziffer 2.4 der Anlage 1) der SteuVE. Der Umgang mit der Berechnung der Mindestleistung gemäß der bisherigen BNetzA-Vorgaben wird in Kapitel 8 des VDE FNN Hinweises „Netzbetrieb mit Flexibilitäten“ [3] umfassend beschrieben und ist kein Gegenstand dieser Empfehlung.

Ziel der netzorientierten Steuerung ist die Aufrechterhaltung eines sicheren Netzbetriebs und damit die Vermeidung des Überschreitens definierter Grenzwerte, wie sie im Zuge der Erarbeitung zu Tenorziffer 2c [4] definiert wurden. Im Rahmen der Erarbeitung von Tenorziffer 2f wird somit geprüft, ob, unter Berücksichtigung der Mindestleistung der SteuVE, eine kritische Netzsituation bzw. eine Überlastsituation in jedem Fall verhindert bzw. beseitigt werden kann. Sollte dies nicht der Fall sein, muss über eine Anpassung der Berechnung der Mindestleistung diskutiert werden.

In diesem Kontext sind grundsätzlich zwei Fragestellungen zu erörtern:

1. Ist die Mindestleistung für jede SteuVE bei Direktsteuerung in ihrer Höhe technisch sinnvoll festgelegt? (Ziffer 4.5.1 der Anlage 1)
2. Ist die Berechnungsformel bei Steuerung mittels EMS inkl. der Gleichzeitigkeitsfaktoren technisch sinnvoll festgelegt? (Ziffer 4.5.2 der Anlage 1)

Für die Beantwortung dieser Fragestellungen werden zunächst in Kapitel 2 die Ergebnisse der durchgeführten Netzanalysen dargestellt, bevor in Kapitel 3 dargestellt wird, welche Reduzierung des Leistungsbezugs für jede Fallgruppe störungsfrei an der SteuVE umgesetzt werden kann. Darauf basierend folgt in Kapitel 4 die VDE FNN Empfehlung. Einen Ausblick auf das weitere Vorgehen gibt Kapitel 5.

⁴ Dabei ist Ziffer 4.6 Satz 2 der Anlage 1 zu beachten: „Sofern es einer steuerbaren Verbrauchseinrichtung aus technischen Gründen nicht möglich ist, den netzwirksamen Leistungsbezug auf den vom Netzbetreiber vorgegebenen Wert zu reduzieren, muss eine Reduzierung auf den nächstgeringeren Wert, der technisch möglich ist, erfolgen.“ Dies kann in letzter Konsequenz eine Reduzierung des netzwirksamen Leistungsbezugs auf null bedeuten.

⁵ Dabei ist zu beachten, dass der Betreiber nur bei der Steuerung über ein EMS berechtigt ist, den insgesamt gewährten Sollwert für den netzwirksamen Leistungsbezug nach eigener Maßgabe einzusetzen. Bei der Direktansteuerung gelten diese Vorgaben je SteuVE.

2 Ergebnisse der Analysen zu den Auswirkungen der bisherigen BNetzA-Vorgaben

Um zu überprüfen, ob Überlastsituationen mit den in der Festlegung der BNetzA unter Ziffer 4.5 der Anlage 1 vorgesehenen Mindestleistungen für SteuVE in jedem Fall vermieden werden können, müssen zunächst die Auswirkungen dieser Vorgaben auf die Stromnetze in Extremsituationen analysiert werden.

Ein Vorgehen zur Analyse dieser bisherigen Vorgaben wurde in Kapitel 8.3 des VDE FNN Hinweises „Netzbetrieb mit Flexibilitäten“ [3] unterbreitet, welches ebenfalls separat als VDE FNN Impuls [2] veröffentlicht wurde. Auf Basis des vorgestellten Vorgehens wurden VNB aufgefordert, die Berechnungen ebenfalls durchzuführen und an VDE FNN zu übermitteln.

In dem in [2] geschilderten Vorgehen wurde die Situation eines Netzengpass an der Ortsnetzstation betrachtet, der durch hohe Zuwachsraten von SteuVE in sehr kurzer Zeit entsteht, wobei der VNB noch keine geeigneten Netzmaßnahmen einleiten konnte. Für den Fall dieser Extremsituation wurde die Mindestbezugsleistung von SteuVE mit dem planerischen Leistungsbezug verglichen, siehe Bild 1. Die Ermittlung des konventionellen (planerischen) Leistungsbezug der rechten Säule bezieht sich hierbei auf etablierte Netzplanungsprämissen der VNB. Der Leistungsbezug von SteuVE im Fall einer Netzüberlastung der linken Säule setzt sich aus der nicht steuerbaren Last, der Mindestleistung, die den SteuVE auch während einer netzorientierten Steuerung zusteht, und der abregelbaren Leistung zusammen. Es wurde eine typische Transformatorgröße von 630 kVA mit $\cos(\Phi)=0,95$ als Leistungsgrenze angenommen.

In der betrachteten Engpasssituation übersteigt der Leistungsbezug des Netzbereichs die Leistungsgrenze des Transformators bereits mit dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug. Dies ist ein originärer Anwendungsfall der netzorientierten Steuerung nach § 14a EnWG, denn der VNB darf gemäß Ziffer 5 der Anlage 1 den Netzanschluss weiterer SteuVE nicht aufgrund mangelnder Netzkapazität verzögern oder ablehnen. Im Gegenzug darf er den netzwirksamen Leistungsbezug der SteuVE im kritischen Betrieb verringern.

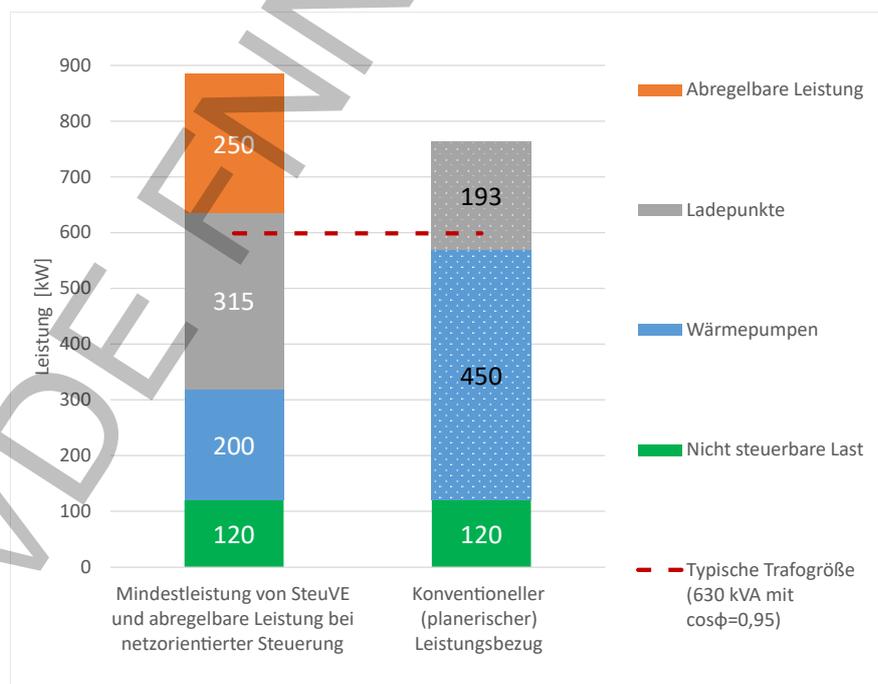


Bild 1 Vergleich zwischen dem Leistungsbezug im Fall einer netzorientierten Steuerung und dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug – Beispiel für einen Niederspannungs-Netzbereich in einer Millionenstadt

Die abregelbare Leistung ergibt sich aus der Differenz zwischen dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug und der Mindestleistung von SteuVE. In Bild 1 beträgt diese Differenz 250 kW, da Wärmepumpen von 450 kW auf 200 kW abgeregelt werden können. Die Mindestleistung von Elektrofahrzeugen liegt im Beispiel aus Bild 1 oberhalb ihres geplanten Leistungsbezugs. Im schlechtesten Fall könnten jedoch alle Ladepunkte ihre Mindestleistung voll ausnutzen – entgegen dem planerischen Leistungsbezug. In diesem Szenario reicht die netzorientierte Steuerung nicht aus, um die Leistungsgrenze des Transformators einzuhalten. Die Analyse stellt eine Extremwertbetrachtung dar, bei der alle SteuVE die kritische Netzsituation verursachen und somit mindestens von ihrer zugestandenen Mindestleistung Gebrauch machen, d. h. die Mindestleistung aller SteuVE tritt gleichzeitig auf. Hierdurch wird die kleinstmögliche abregelbare Leistung aufgezeigt. Mit der Analyse wird letztlich geprüft, ob auch im ungünstigsten Fall Netzengpässe durch die netzorientierte Steuerung vermieden werden können.

Auf Basis der bei VDE FNN eingegangenen Rückmeldungen der VNB kann festgestellt werden, dass in keinem der analysierten Netzbereiche der Netzengpass am Transformator der Ortsnetzstation in der betrachteten Extremsituation durch die netzorientierte Steuerung behoben werden konnte. In keinem Netzbereich hätte genügend abregelbare Leistung zur Verfügung gestanden, um die Überlastsituation aufzulösen. In der Praxis würde dies bedeuten, dass der VNB als Ergebnis seiner Netzanschlussprüfung den Netzanschlussantrag ablehnen muss, um den sicheren Netzbetrieb zu gewährleisten. Sollte die SteuVE dennoch in Betrieb gehen, führt dies im Zweifelsfall dazu, dass es zu einer Schutz- bzw. Sicherungsauslösung kommen kann. Das hätte zur Folge, dass Mitarbeiter des VNB vor Ort die Störung beheben müssten und die netzorientierte Steuerung ihr Ziel verfehlt hätte.

An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ein VNB generell so wenig wie möglich mittels Steuerungsmaßnahmen in den Leistungsbezug von SteuVE eingreifen möchte.

Zusätzlich zu Bild 1, welches bereits als Beispiel eines Niederspannungsnetzbereichs einer Millionenstadt in [2] veröffentlicht wurde, werden in Bild 2 und Bild 3 beispielhaft zwei weitere Ergebnisse der Berechnungen dargestellt, die bei VDE FNN eingegangen sind.

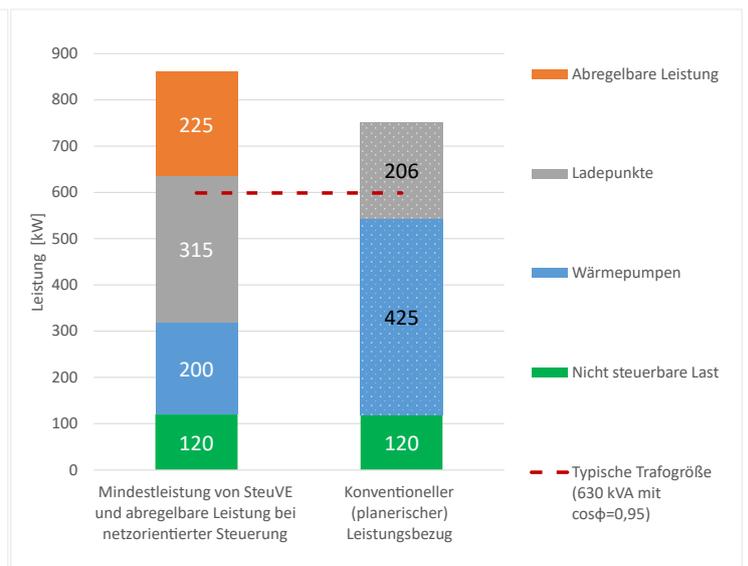
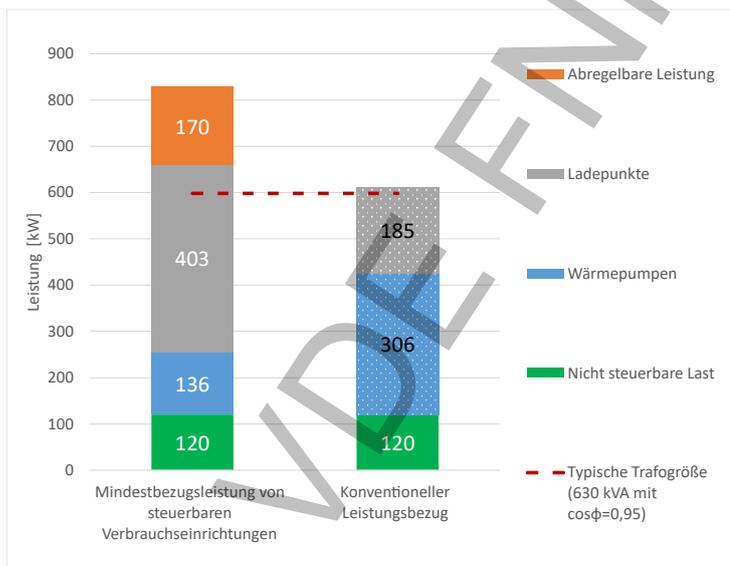


Bild 2 Vergleich zwischen dem Leistungsbezug im Fall einer netzorientierten Steuerung und dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug – Beispiel für einen ländlichen Niederspannungs-Netzbereich

Bild 3 Vergleich zwischen dem Leistungsbezug im Fall einer netzorientierten Steuerung und dem konventionellen (planerischen) Leistungsbezug – Beispiel für einen städtischen Niederspannungs-Netzbereich

3 Stand der Technik bei SteuVE

Bei der Betrachtung zur Höhe der Mindestleistung ist vor allem die Netzsicht relevant. Zusätzlich wird im Folgenden betrachtet, welche Reduzierung des Leistungsbezugs störungsfrei an der SteuVE umgesetzt werden kann. Diese sollen in diesem Kapitel für die vier allgemeinen Fallgruppen von SteuVE gemäß Ziffer 2.4.1 der Anlage 1 betrachtet werden.

3.1 Ladepunkte für Elektromobile

In dem ersten Eckpunktepapier der Beschlusskammer 6 und 8 der BNetzA aus November 2022 [5] waren unter Punkt 4.1 im Fall einer netzorientierten Steuerung für die Einzelsteuerung einer SteuVE 3,7 kW als Mindestleistung vorgesehen.

Für Ladepunkte von Elektromobilen wurde in der Konsultation von zahlreichen Unternehmen und Verbänden, unter anderem auch von VDE FNN, angemerkt, dass eine Mindestleistung von 3,7 kW mit der aktuellen Version der DIN EN 61851-1:2019-12 (Ladestationsnorm) zu Abbrüchen des Ladevorgangs führen könnte. Diese könnten auch nicht automatisch neu gestartet werden. In der DIN EN 61851-1 ist für die Low Level-Steuerung des Ladestroms über das PWM-Signal ein Minimum von 6 A vorgesehen, sodass dreiphasige Leistungen unter 4,14 kW nicht übermittelt werden können.

Basierend auf den eingegangenen Rückmeldungen wurde die Mindestleistung für einzelne SteuVE im zweiten Konsultationsentwurf und in der finalen Festlegung seitens der BNetzA für alle Fallgruppen auf 4,2 kW erhöht. Der Konsultationsbeitrag von VDE FNN bezog sich jedoch lediglich auf Ladepunkte für Elektromobile, da hier mit der Produktnorm DIN EN 61851-1 eine technische Begründung vorlag.

Die DIN EN 61851-1 befindet sich derzeit in Überarbeitung. In der neuen Version der Norm, die voraussichtlich Ende 2025 finalisiert sein wird, ist als Option eine Umschaltung während des Ladevorgangs von drei- auf einphasig vorgesehen. Beim einphasigen Laden sind somit auch kleinere Leistungen bis ca. 1,4 kW ansteuerbar. Diese Phasenumschaltung wird dabei maßgeblich durch den Anwendungsfall der Eigenverbrauchsoptimierung getrieben und soll ein PV-geführtes Laden des Elektroautos im niedrigen Leistungsbereich, insbesondere im privaten Umfeld, ermöglichen.

Neben der DIN EN 61851-1 wird derzeit auch die ISO 15118 überarbeitet. In dieser Norm wird die digitale Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation beschrieben. Mit der digitalen Kommunikation gibt es keine 6A-Begrenzung wie beim PWM-Signal. Leistungsvorgaben können per digitaler Kommunikation feingranular angepasst werden. Auch beim dreiphasigen Laden sind somit niedrigere Vorgaben für die maximale Ladeleistung als die per PWM kodierbaren 4,14 kW möglich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich der Stand der Technik von neu in Betrieb genommenen Ladeeinrichtungen für Elektromobile seit Anfang 2023 weiterentwickelt hat und weiterhin wird. Die digitale Kommunikation wird bei neuen Ladeeinrichtungen zunehmend Stand der Technik sein, insbesondere unter Berücksichtigung zusätzlicher Anwendungsfälle wie zum Beispiel das gesteuerte Laden unter Nutzung zeitvariabler Tarife oder das zunehmend an Bedeutung gewinnende bidirektionale Laden, da hier die digitale Kommunikation nach ISO 15118 ab 2027 nicht mehr optional, sondern normativ gefordert ist.

3.2 Wärmepumpen

Nach dem aktuellen Stand der Technik wird für Wärmepumpenheizungen unter Einbeziehung von Zusatz- oder Notheizvorrichtungen der Mindestbedarf an Komfort mit den bisherigen 4,2 kW Mindestbezugsleistung bei einer Direktsteuerung gedeckt. Einen erhöhten Leistungsbedarf gibt es in Abhängigkeit bestimmter Betriebsprozesse wie bspw. Warmwasseraufbereitung oder dem Enteisen der Wärmepumpe. Der Leistungsbedarf der Wärmepumpe hängt unter anderem von der Vorlauftemperatur und der

Außentemperatur ab. Besonders bei extremen Witterungsbedingungen, wie etwas starken Minusgraden, steigt der Leistungsbedarf erheblich an.

Grundsätzlich gibt es keine Norm, die den Weiterbetrieb mit niedrigeren Leistungsbezügen verhindert.

3.3 Anlagen zur Raumkühlung

Anlagen zur Raumkühlung verfügen häufig über dieselben Eigenschaften wie Wärmepumpen. Da der Bedarf nach Wärme und Kälte nicht zeitgleich besteht, gibt es zahlreiche Geräte am Markt, die beide Anwendungsgebiete abdecken können. Nach dem aktuellen Stand der Technik wird der Mindestbedarf an Komfort mit den bisherigen 4,2 kW Mindestbezugsleistung bei einer Direktansteuerung gedeckt. Einen erhöhten Leistungsbedarf gibt es in Abhängigkeit bestimmter Betriebsprozesse und ist ebenso temperaturabhängig.

Grundsätzlich gibt es keine Norm, die den Weiterbetrieb mit niedrigeren Leistungsbezügen verhindert.

Aus netztechnischer Sicht ist weiterhin davon auszugehen, dass Anlagen zur Raumkühlung nicht von einer Wirkleistungsreduzierung im Rahmen einer netzorientierten Steuerung betroffen sein werden, da sie grundsätzlich eher zu Zeiten (v. a. im Sommer) verwendet werden, zu denen es tendenziell weniger kritische Netzsituationen gibt, die durch Lasten entstehen. Insofern könnten Anlagen zur Raumkühlung bspw. PV-Spitzen entgegenwirken. Weiterhin wäre aufgrund der gegensätzlichen Temperaturziele – und daraus folgend die nicht synchrone Nutzung – bei der Berechnung der Mindestleistung bei gleichzeitigem Vorhandensein einer Wärmepumpe sowie einer Anlage zur Raumkühlung an einem Netzanschluss ebenfalls eine gemeinsame Betrachtung andenkbar. Aus netztechnischer Sicht sollte daher die Mindestleistung für den Temperaturbedarf nur einmal eingerechnet werden.

3.4 Stromspeicher

Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie müssen von ihrem Grundprinzip her nicht zu jeder beliebigen Zeit Strom aus dem Netz beziehen. Aus technischer Sicht ergibt sich keine Begründung für eine Mindestleistung.

Im aktuell dominierenden Anwendungsfall für Heimspeicher dienen diese im Rahmen der Eigenverbrauchsoptimierung zur Einspeicherung des überschüssigen PV-Stroms. In diesem Fall sind auch Einspeicherung mit sehr kleinen Ampere-Werten möglich. Der netzwirksame Leistungsbezug ist hierbei null.

Grundsätzlich gibt es keine Norm, die den Weiterbetrieb mit niedrigeren Leistungsbezügen verhindert.

4 VDE FNN Empfehlung

Die durchgeführten Analysen (Kapitel 2) zeigen, dass bei den betrachteten Netzen die abregelbare Leistung zu gering ist, um die Überlastsituationen in der Extremsituation zu beseitigen. Auf Basis der Ergebnisse müsste daher prinzipiell geschlussfolgert werden, dass eine Anpassung der Mindestleistung erforderlich ist. Ein sicherer Netzbetrieb kann nur gewährleistet werden, wenn die netzorientierte Steuerung als Ultima-Ratio-Maßnahme Wirkung zeigt. Auf Seiten der SteuVE (Kapitel 3) gibt es aktuell nur für dreiphasige Ladeeinrichtungen mit Nutzung von PWM-Signalen, die die Umschaltung auf einen einphasigen Ladebetrieb nicht beherrschen, allgemeingültige technische Einschränkungen, die ein Festhalten an der bisherigen Grenze von 4,2 kW begründen können. Derzeit werden entsprechende Normen für die digitale Kommunikationsschnittstelle weiterentwickelt.

Um den erfolgten Analysen der VNB Rechnung zu tragen, ist eine mögliche Schlussfolgerung, die Mindestleistung und anzuwendende Gleichzeitigkeitsfaktoren gemäß Ziffer 4.5 pauschal oder nach Art der SteuVE anzupassen. Anstatt einer generellen Anpassung ist eine weitere Möglichkeit, die Mindestleistung der steuerbaren Einrichtungen im nachweislichen Einzelfall unterschreiten zu dürfen, wenn die Gefährdung oder Überlastsituation aufgrund der zu geringen abregelbaren Leistung, nicht behoben werden kann. Technisch betrachtet führt diese Möglichkeit jedoch zu Herausforderungen, da bspw. keine Differenzierung der Mindestleistung bei der Verwendung von Relais möglich ist (vgl. [6], Kapitel 6).

Bei Diskussionen zur Anpassung der Mindestleistung ist jedoch zu beachten, dass die dargestellten Ergebnisse aus Kapitel 2 ein Extremszenario mit diversen Annahmen betrachten. Dessen Eintrittswahrscheinlichkeit hängt von zahlreichen externen Faktoren ab, die zum aktuellen Zeitpunkt nur schlecht abgeschätzt werden können. Einerseits muss der angenommene starke Hochlauf von SteuVE innerhalb kurzer Zeitspannen in betrachteten (lokalen) Netzbereichen zunächst realisiert werden. Andererseits gibt es noch weitere, schwierig prognostizierbare Auswirkungen auf Gleichzeitigkeiten der SteuVE durch marktliche Einflüsse, wie z. B. dynamische Tarife, oder Wetterverhältnisse. Die weitere Entwicklung von entsprechenden Konzepten, wie z. B. „Random Delays“, können Einfluss auf die Gleichzeitigkeiten haben.

Um die Energiewende erfolgreich zu gestalten, ist es wichtig, dass verschiedene Branchen, wie die Energie-, Heizungs- und Automobilbranche, konstruktiv zusammenarbeiten. Neben der reinen netztechnischen Betrachtung der Mindestleistung sind die aktuelle Diskussionen, die Marktlage und die Kundenakzeptanz zu betrachten. Nach Einschätzung von VDE FNN muss der Hochlauf der SteuVE auf der einen Seite sowie der Rollout von intelligenten Messsystemen und zugehöriger Steuerungstechnik auf der anderen Seite vorangebracht werden. Notwendige Prozesse zur Etablierung der netzorientierten Steuerung, inklusive der Einführung einer digitalen Schnittstelle (vgl. [6]), müssen vorrangig umgesetzt werden. Alle Beteiligten sollten sich auf diese Themen konzentrieren.

Um dies zu gewährleisten und nicht durch erneute Diskussionen zur Berechnung der Mindestleistung zu Verunsicherungen beizutragen, spricht sich VDE FNN dafür aus, ohne das Vorliegen praktischer Erfahrungen, keine generellen Anpassung der Mindestleistung vorzunehmen.

Anmerkung: Mit Vorankündigung auf Kapitel 5 sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass sich die Mindestleistung inklusive verwendeter Gleichzeitigkeitsfaktoren bei der zyklischen Bewertung verändern kann. Bei Umsetzung des zukünftigen Zielbilds der Steuerung über eine digitale Schnittstelle (vgl. [6]) bestehen keine technischen Hindernisse zur feingranularen Abstufung von Steuerbefehlen. Bei zukünftigen Anpassungen müssen jedoch auch praktikable Lösungen für Bestandsanlagen berücksichtigt werden. Generell ist zu beachten, dass ein VNB generell so wenig wie möglich mittels Steuerungs-

maßnahmen in den Leistungsbezug von SteuVE eingreifen möchte. Der VNB ist verantwortlich die Mindestleistung einzuhalten, daher müssen SteuVE auch mit geringeren Mindestleistungen umgehen können.

Anstelle einer Anpassung der Mindestleistung auf Basis von theoretischen Berechnungen sind VNB aufgerufen, die Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit ihrer Netze zu erhöhen und dadurch bspw. die Auswirkungen externer Faktoren besser einschätzen zu können. Diese Erfahrungswerte sollen zukünftig die Grundlage darstellen, ob und wenn ja, welche Änderungen in Bezug auf die Mindestleistung aus netztechnischer Sicht sinnvoll sind.

VDE FNN empfiehlt daher, dass VNB die Voraussetzungen für ein stetiges Monitoring für Analysezwecke schaffen. Aus Sicht von VDE FNN sollten folgende Informationen für die betroffenen Netzbereiche protokolliert und archiviert werden:

- Allgemeine Daten zum Netzbereich
 - Sicherungsgrößen, z. B. des einzelnen Niederspannungsabgangs
 - Anzahl Netzanschlüsse
 - Anzahl intelligenter Messsysteme sowie Anzahl Steuerungseinrichtungen
 - Anzahl SteuVE
 - Optional: Anzahl EZA
- Leistungsdaten des Netzbereichs
 - Summe der Anschlussleistung der SteuVE
 - Optional: Summe der Anschlussleistung der EZA
 - Summe Mindestleistung SteuVE
 - Maximales Reduktionspotenzial (dimmbarer Verbrauch / reduzierbare Erzeugung)
- Daten der Netzzustandsermittlung
- Dokumentation des VNB gemäß Ziffer 7.1 und Ziffer 8.4 der Anlage 1 unter Berücksichtigung der Empfehlung der Netzbetreiber zur Tenorziffer 2d [7]
- Umsetzung des Steuerbefehls
 - Erreichbarkeit der intelligenten Messsysteme inkl. Steuerungseinrichtung bzw. Zuverlässigkeit der Kommunikationsanbindung
 - Dokumentation auf Betreiberseite gemäß Ziffer 7.2 der Anlage 1 bzw. VDE FNN Hinweis „Mindestanforderungen an die technische Umsetzung und die Dokumentation eines Befehls im Rahmen der Direktsteuerung oder der Steuerung mittels EMS“ [8]
- Externe Faktoren (z. B. Strompreisdaten, Wetterdaten)

Sollten Gefährdungen oder Überlastsituationen auftreten, die nicht mit dem Instrument der netzorientierten Steuerung gemäß § 14a EnWG behoben werden konnten, werden VNB gebeten, diese Information an VDE FNN zu übermitteln.

Abschließend sei an dieser Stelle erwähnt, dass der im Beschluss der BNetzA auf Seite 46 aufgeführte Ausnahmefall von den Ausführungen dieses Dokuments unberührt bleibt. Demnach kann der direkte Netzanschluss von SteuVE in seltenen Fällen verzögert und auf notwendige Netzausbaumaßnahmen verwiesen werden. Eine generelle Ablehnung oder Verschleppung des Netzanschlusses ist nicht zulässig,

siehe Ziffer 5 der Anlage 1. Sollten Netzanschlüsse von SteuVE aufgrund mangelnder Netzkapazitäten verzögert werden, bittet VDE FNN ebenfalls um die Übermittlung dieser Information analog zum vorgeschlagenen Monitoring.

5 Weiteres Vorgehen

Mit diesem Dokument haben die Netzbetreiber mit Beteiligung aller relevanten Marktpartner unter Koordination von VDE FNN ihre Empfehlung zum Stand der Technik fristgerecht zum 01.01.2025 der BNetzA vorgelegt. Die bei der BNetzA eingereichte Empfehlung wird im Anschluss auf der Website der BNetzA veröffentlicht und zur öffentlichen Konsultation gestellt. Nach der Konsultation erfolgt eine Mitteilung der BNetzA zu den finalen Dokumenten.

Mit fortschreitender, praktisch gesammelter Erfahrung müssen die in diesem Dokument genannten Empfehlungen überprüft werden. Dem wird auch im Beschluss BK6-22-300 der BNetzA zur Tenorziffer 2 Rechnung getragen, wonach die Empfehlungen „mindestens alle 3 Jahre durch die Netzbetreiber nach dem Stand der Technik zu überprüfen, erforderlichenfalls zu aktualisieren und der Bundesnetzagentur vorzulegen“ sind.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesnetzagentur, Beschlusskammer 6, „Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (BK6-22-300)“, 27. November 2023. [Online]. Verfügbar: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2022/BK6-22-300/BK6-22-300_Beschluss.html?nn=801456. [Zugriff im September 2024].
- [2] VDE FNN, „Impuls "Analyse und Verifikation der BNetzA-Vorgaben zur Berechnung der Mindestbezugsleistung aus Sicht eines Verteilnetzbetreibers",“ April 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/resource/blob/2307820/3fd7692be83397517ed8a94b0214746b/vde-fnn-impuls-mindestbezugsleistung-download-data.pdf>. [Zugriff im November 2024].
- [3] VDE FNN, „VDE FNN Hinweis "Netzbetrieb mit Flexibilitäten: Umgang mit der kurativen Steuerung über iMSys und Ausblick auf mögliche vorausschauende Steuerungsmaßnahmen",“ April 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/de/fnn/aktuelles/netzorientierte-steuerung-richtig-umsetzen>. [Zugriff im November 2024].
- [4] VDE FNN, „Hinweis "Definition der technischen Parameter zur Annahme einer Gefährdung oder Störung im Netzbereich sowie Vorgaben zur schrittweisen Rücknahme von Steuerungsmaßnahmen",“ Oktober 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/resource/blob/2352676/fb9d28a209dd680ecf5d83c99476087d/vde-fnn-hinweis-parameter-an--und-ruecknahme-von-stoerungen-data.pdf>. [Zugriff im November 2024].
- [5] Bundesnetzagentur, Beschlusskammer 6 und 8, „Eckpunktepapier zum Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz“, 24. November 2022. [Online]. Verfügbar: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2022/BK6-22-300/Anlagen_Konsultation/BK6-22-300_Eckpunktepapier.pdf?__blob=publicationFile&v=1. [Zugriff im November 2024].
- [6] VDE FNN, „Hinweis "Anforderungen an die technische Ausgestaltung der physikalischen und logischen Schnittstellen der Steuerungseinrichtung zum Anschluss und zur Übermittlung des Steuerbefehls an eine steuerbare Verbrauchseinrichtung oder ein EMS",“ Oktober 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/resource/blob/2352664/6599b9aad89846ca5f668ad5f4fc9e64/vde-fnn-hinweis-schnittstellen-steuerungseinrichtung-data.pdf>. [Zugriff im November 2024].
- [7] Bundesnetzagentur, Beschlusskammer 6, „Mitteilung Nr. 1 - Konsultation Tenorziffer 2d zu BK6-22-300“, 2. Oktober 2024. [Online]. Verfügbar: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2022/BK6-22-300/Mitteilung/Mitteilung_Nr_1.html?nn=660086. [Zugriff im November 2024].
- [8] VDE FNN, „Hinweis "Mindestanforderungen an die technische Umsetzung und die Dokumentation eines Befehls im Rahmen der Direktansteuerung oder Steuerung mittels EMS“,“ Oktober 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/resource/blob/2352668/a63cfea14fbbdea4b7ce3b654957f64a/vde-fnn-hinweis-mindestanforderungen-fuer-dokumentation-von-steuerbefehlen-data.pdf>. [Zugriff im November 2024].

VDE FNN Empfehlung

VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.

Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN)
Bismarckstraße 33
10625 Berlin
Tel. +49 30 383868-70
fnn@vde.com
www.vde.com/fnn