

Oesterreichs Energie
EP Elektromobilität im AK Verteilernetze

Leitfaden

Aktuelle und zukünftige Anforderungen an Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge

Version 1.0: 22.08.2018

Die Inhalte dieses Leitfadens sollen als Grundlage für die Berücksichtigung der Elektromobilität in den TOR dienen.

Inhalt

1. Einführung.....	3
2. Begriffsbestimmungen.....	3
3. Anmeldung elektrischer Anlagen und Geräte [aktuelle Anforderung].....	4
4. Anforderungen an Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge.....	5
4.1. Symmetrie [aktuelle Anforderung]	5
4.1.1. Symmetrischer Anschluss	5
4.1.2. Symmetrischer Betrieb	6
4.2. Wirkleistungsmanagement	7
4.2.1. Lokales Wirkleistungsmanagement des Kunden [aktuelle Anforderung].....	7
4.2.2. Lokale Regelungsfunktion in der Ladeeinrichtung [aktuelle Anforderung].....	7
4.2.3. Ferngesteuertes Wirkleistungsmanagement [aktuelle Anforderung]	9
4.3. Blindleistungsmanagement	10
4.3.1. Lokales Blindleistungsmanagement [aktuelle Anforderung]	10
4.3.2. Entwicklungsansätze erweitertes Blindleistungsmanagement [zukünftige Anforderung] ..	11
4.4. Wirkleistungsverhalten bei Über- und Unterfrequenz [zukünftige Anforderung]	11
4.5. Dynamische Netzstützung - Low Voltage Ride Through – LVRT [zukünftige Anforderung] .	12
4.6. Zu- und Abschaltbedingungen [aktuelle Anforderung]	13
5. Nachweis der Erfüllung der technischen Anforderungen [aktuelle Anforderung].....	14
6. Anhang B: Datenblatt „Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ [aktuelle Anforderung].....	14

1. Einführung

Die Elektromobilität ist eine neue Form der Verteilernetzbeanspruchung und bisher in den Regelwerken nicht abgebildet. Aufgrund der Charakteristik der Elektromobilität beim Laden (verhältnismäßig hoher Leistungsbezug über einen langen Zeitraum) besteht eine starke Rückwirkung auf die Verteilernetze. Um die Netzintegrationskosten der Elektromobilität zu minimieren und somit deren Entwicklung zu fördern ist ein spezifisches Regelwerk erforderlich, welches die Anforderungen an das Ladeverhalten von Elektrofahrzeugen am öffentlichen Verteilernetz festlegt. Das soll in diesem Leitfaden von Oesterreichs Energie erstmalig verfasst und dann als Grundlage für die Überführung in ein nationales Regelwerk dienen.

Die Aufgabe netzfreundlichen Ladens der Elektromobilität ist sehr vielschichtig und bedarf einer ausgeklügelten Gesamtstrategie, die auf mehreren Maßnahmen aufsetzt:

1. Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen
2. Verursachergerechte Netzentgelte, die maßvollen Leistungsbezug fördern
3. Zukunftsfähige Installationsregeln mit klarer Beschreibung der Maßnahmen
4. Verständnisvolles und angepasstes Nutzerverhalten der Kunden
5. Intelligente Maßnahmen der Netzbetreiber in den Verteilernetzen
6. Netzfremdliche Funktionen der Ladetechnik in Fahrzeugen und Ladestellen
7. Zuverlässig funktionierende Kommunikationstechnik und entsprechende Applikationen

In diesem Leitfaden wird eine Beschreibung der zukunftsfähigen technischen Maßnahmen in Kundenanlage, Ladeinfrastruktur und Fahrzeugen vorgenommen, die helfen sollen, zusätzliche Netzkosten möglichst gering zu halten.

2. Begriffsbestimmungen

Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge

Einrichtung nach ÖVE/ÖNORM EN 61851 (alle Teile) oder nach IEC 61980 (alle Teile), mit der ein Energieaustausch eines Elektrofahrzeuges zwischen einem Niederspannungsnetz/ einer Elektroinstallation und einer Stromquelle oder einer Last hergestellt werden kann.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ladeeinrichtung besteht entweder aus stationären Komponenten wie einer AC- oder einer DC-Ladestation oder einem nach ÖVE/ÖNORM E 8001-4-722 errichteten Stromkreis, der für den Anschluss von ladeleitungsintegrierten Steuer- und Schutzeinrichtungen für die Ladebetriebsart 2 von Elektrofahrzeugen nach ÖVE EN 62752 installiert worden ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine AC-Ladeeinrichtung versorgt das Elektrofahrzeug mit Wechsel-/Drehstrom (Umrichter im Fahrzeug), eine DC-Ladeeinrichtung versorgt das Elektrofahrzeug mit Gleichstrom (Umrichter in der Ladeeinrichtung).

Symmetrieeinrichtung

Einrichtung zur Steuerung oder Regelung von Leistungsflüssen für die Einhaltung der Symmetriegrenze innerhalb einer Kundenanlage oder einer Anschlussnutzeranlage, z. B. von elektrischen Verbrauchsmitteln, Erzeugungsanlagen und/oder Speichern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Realisierung erfolgt in der Regel über eine informationstechnische Kommunikation in Verbindung mit einer zentralen Einheit (Steuerlogik), die elektrische Verbrauchsmittel, Erzeugungsanlagen und/oder Speicher steuert und regelt.

Unsymmetrieleistung, resultierende

Resultierende geometrische Summe in kVA nur der unsymmetrisch wirkenden Phasenleistungen je Außenleiter L1, L2, L3 in kVA der zu berücksichtigenden Geräte mit Berücksichtigung des Verschiebungsfaktors.

Als ausreichende Näherung für die Einhaltung der Symmetriebedingung kann stark vereinfachend folgende Abschätzung mit der Wirkleistung P verwendet werden:

$$\text{Unsymmetrie} = \text{MAX} \{ | \text{PL1-PL2} | ; | \text{PL2-PL3} | ; | \text{PL3-PL1} | \}$$

mit den Einzelleistungen PL1, PL2, PL3 der Außenleiter L1, L2, L3 gegen N
Leistungsentnahmen aus dem Netz sind mit pos. Vorzeichen und Rückspeisungen in das Netz sind mit negativem Vorzeichen zu berücksichtigen.

Beispiel:

L1-N	Ladeeinrichtung mit E-Auto 1phasig	3,7kW
L2-N	Keine zu berücksichtigende einphasige Last	0
L3-N	PV-WR 1phasig	-3,7kW

$$\text{Unsymmetrie} \approx \text{MAX} \{ | 3,7 - 0 | ; | 0 - (-3,7) | ; | -3,7 - 3,7 | \} = \text{MAX} \{ | 3,7 | ; | +3,7 | ; | -7,4 | \} = \text{MAX} \{ 3,7; 3,7; 7,4 \} = 7,4 \text{ (als Abschätzung ausreichend genau)}$$

In diesem Beispiel ist die resultierende Unsymmetrie unzulässig hoch: $7,4 \gg 3,68$
Abhilfe (auch gemäß Vorgabe in 4.1.1):

L1-N	Ladeeinrichtung mit E-Auto 1phasig + PV WR im Einspeisebetrieb	$3,7\text{kW} - 3,7\text{kW} = 0$
L2-N	Keine zu berücksichtigende einphasige Last	0
L3-N	Keine zu berücksichtigende einphasige Last	0

3. Anmeldung elektrischer Anlagen und Geräte [aktuelle Anforderung]

Damit der Netzbetreiber das Niederspannungsnetz, den Netzanschluss (Hausanschluss) sowie die Messeinrichtungen leistungsgerecht auslegen und mögliche NetZRückwirkungen beurteilen kann, sind vom Anschlussnehmer, Planer oder Errichter zusammen mit der Anmeldung die erforderlichen Angaben gleichzeitig benötigte elektrische Leistung, Bedarfsart, gewerbeartspezifische Nutzung) über die anzuschließenden Kundenanlagen und elektrischen Verbrauchsmittel anzugeben.

Zur Wahrung der Versorgungsqualität sind Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit Bemessungsleistungen $\geq 3,6$ kVA beim Netzbetreiber anzumelden. Bei Leistungen ab 12 kVA bedarf es jedenfalls der vorherigen Beurteilung und Zustimmung des Netzbetreibers. Mode 2-Ladekabel (ICCB) sind analog o.a. Leistungsgrenzen ebenfalls anzumelden. Die hierfür erforderlichen Unterlagen werden dem Netzbetreiber vom Anschlussnehmer bzw. dessen Beauftragten zur Verfügung gestellt. Die Anmeldung erfolgt gemäß dem beim Netzbetreiber verwendeten Verfahren über die dafür vorgesehenen Vordrucke bzw. über ein Webformular.

Ein Musterformular „Datenblatt für Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ steht auf der Homepage von Oesterreichs Energie zum Download bereit:

<https://oesterreichsenergie.at/die-welt-des-stroms/stromnetze/e-mobilitaet.html>

Die Bedingungen für den Anschluss und Betrieb werden im Rahmen des üblichen Netzzugangsverfahrens vereinbart.

Anmerkung: Notladekabel mit Schutzkontaktstecker bis einschließlich 10A Ladestrom sind von den Regelungen betreffend Anmeldung ausgenommen.

4. Anforderungen an Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge

Die folgenden besonderen Anforderungen gelten für den Betriebsmodus „Energiebezug“ von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge (Ladevorgang) auf den Netzebenen 6 und 7 für AC und DC. Für den Betriebsmodus „Energiefreisetzung“ (Entladevorgang) gelten immer die Regelungen der TOR D4.

4.1. Symmetrie [aktuelle Anforderung]

4.1.1. Symmetrischer Anschluss

Allgemein sind Kundenanlagen wie folgt an das Niederspannungsnetz anzuschließen:

- alle Geräte, also elektrische Verbrauchseinrichtungen (wie z. B. Wärmepumpen, Durchlauferhitzer), Erzeugungsanlagen, Speicher, Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, mit einer Bemessungsleistung von jeweils $> 3,68$ kVA sind dreiphasig im Drehstromsystem anzuschließen;
- alle Geräte mit einer Bemessungsleistung $\leq 3,68$ kVA dürfen einphasig angeschlossen werden und sind gleichmäßig auf die Außenleiter zu verteilen;
- Der Anschluss einphasiger Erzeugungsanlagen, Speicher und Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge ist auf eine Bemessungsleistung von jeweils $\leq 3,68$ kVA je Geräteart begrenzt und hat an einem gemeinsamen Außenleiter zu erfolgen.

Anmerkung: Beim Drehstromanschluss von Ladeeinrichtungen für E-Fahrzeuge ist zu beachten dass ihre Klemme mit der Bezeichnung L1 am Typ 2 Stecker (wird bei einphasigen E-Fahrzeugen verwendet) mit derselben Phase einer Erzeugungsanlage oder eines Speichers verbunden wird (unabhängig von der absoluten Phasenbezeichnung im öffentlichen Verteilnetz).

- Werden je Kundenanlage mehrere Ladeeinrichtungen für E-Fahrzeuge angeschlossen, sind die Außenleiter so zuzuweisen, dass möglichst keine unzulässigen Unsymmetrien entstehen können (z. B. durch zyklisches Tauschen der Außenleiter).

4.1.2. Symmetrischer Betrieb

Beim Betrieb von Kundenanlagen (Bezugspunkt ist der Zähler) darf durch

- die Einspeisung (Erzeugungsanlagen, Speicher, Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge),
- das Laden (Elektrofahrzeuge, Speicher)

eine durch diese Geräte verursachte resultierende Unsymmetrieleistung von insgesamt 3,68 kVA nicht überschritten werden (Definition siehe Begriffsbestimmungen).

Die Anforderungen nach 4.1.1 müssen nicht erfüllt werden, wenn sichergestellt wird, dass die Unsymmetrie von 3,68 kVA aller in eine Symmetrieeinrichtung eingebundenen Geräte nicht überschritten wird. Für die Einhaltung dieser Symmetriebedingungen ist der gleitende 1-Minuten-Leistungswert zugrunde zu legen. Bei Verletzung ist innerhalb einer Reaktions- und Auslösezeit von 100 ms die zulässige Unsymmetrie von 3,68 kVA wieder einzuhalten. Die maximal einphasig anschließbare Summenleistung aller in die Symmetrieeinrichtung eingebundenen Geräte ist auf 11 kVA je Außenleiter zu begrenzen. Bei Ausfall der Symmetrieeinrichtung ist die verbleibende Betriebsleistung aller in die Symmetrieeinrichtung eingebundenen Geräte auf 3,68 kVA zu begrenzen.

ANMERKUNG 1 Wenn an einer Übergabestelle mehrere Kundenanlagen mit einer Symmetrieeinrichtung ausgestattet sind und die Symmetriebedingung von $\leq 3,68$ kVA an allen beteiligten netzseitigen Anschlussräumen der Zählerplätze eingehalten wird, kann eine Summenunsymmetrie von 3,68 kVA an der Übergabestelle überschritten werden. Dies wird akzeptiert, solange keine Unsymmetrieprobleme auftreten.

Der Netzbetreiber kann im Anlassfall auch eine Änderung der Phasenweisung von Einzelgeräten in Kundenanlagen anordnen, um allfällige Systemhäufungen in Elektroinstallationen zu entschärfen (z. B. gleichartige Verdrahtungen auf L1 in einer Wohnanlage).

ANMERKUNG 2 Die Symmetrieeinrichtung kann auch Bestandteil einer Erzeugungseinheit oder eines Speichers oder einer Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge sein.

Weitere geeignete Symmetriemaßnahmen (z. B. Phasenwahlenschaltung auf Basis der Netzspannung oder des Stromes der Kundenanlage) sind nach Absprache mit dem Netzbetreiber ebenfalls zulässig.

Eine Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge hat die Einhaltung der Symmetrieanforderungen im AC- und DC-Betrieb sicherzustellen. Im AC-Betrieb regelt die Ladeeinrichtung dies über die Kommunikation mit dem Fahrzeug. Eine allfällige Priorisierung von Maßnahmen zur Herstellung zulässiger Symmetriewerte im Betrieb liegt im Ermessen des Kunden.

Bei Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit einer ein- oder zweiphasigen Bemessungsleistung $> 3,68$ kVA je Phase und mit eigenem Netzanschluss ist an der Übergabestelle immer eine Symmetrieeinrichtung erforderlich. Die Überwachung muss dreiphasig erfolgen. Für die Einhaltung dieser Symmetriebedingungen ist der gleitende 1-Minuten-Leistungswert zugrunde zu legen.

Wenn in einer Kundenanlage zusätzlich zu einer Ladeeinrichtung ein 1~ Batteriespeicher verbaut ist muss entweder der Batteriespeicher oder die Ladeeinrichtung die Unsymmetrie am Übergabepunkt überwachen und auf 3,68 kVA begrenzen.

Wenn mehr als eine Drehstromladeeinrichtung in einer Kundenanlage installiert ist, muss die Einhaltung der Symmetriebedingung durch eine Symmetrieeinrichtung sichergestellt werden. Dies kann auch durch eine interne Funktion der Ladeeinrichtung erfolgen.

Anmerkung: Beim Anschluss eines einphasig und eines zweiphasig mit je 16A ladenden Fahrzeuges können auf einer Phase bis zu 32A auftreten, auch bei vertauschten Phasen beider Ladeeinrichtungen

Es kann alternativ auch zentral über mehrere Verbraucher und Erzeugungsanlagen (z. B. PV, Speicher, E-Mobilität, Wärmepumpe, Boiler, usw.) die Symmetrie in einem Gerät geregelt werden (ein „Master“ entscheidet welches Gerät die Leistung reduzieren oder erhöhen muss, um die Symmetriebedingung in der Kundenanlage zu erfüllen).

4.2. Wirkleistungsmanagement

4.2.1. Lokales Wirkleistungsmanagement des Kunden [aktuelle Anforderung]

Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge können bei Konformität mit geltenden oder vereinbarten Auflagen Teil eines kundeneigenen Lastmanagementsystems sein.

4.2.2. Lokale Regelungsfunktion in der Ladeeinrichtung [aktuelle Anforderung]

Bei AC-Ladeeinrichtungen wird als sinnvolle technische Lösung bis auf Weiteres von einer I(U)-Regelungsfunktion ausgegangen, bei DC-Ladeeinrichtungen von einer P(U)-Funktion.

Vereinfachend wird nachfolgend der häufigere Fall AC-Ladung mit einer I(U)-Funktion beschrieben.

Für Ladeeinrichtungen bis einschließlich 22 kVA ist das nachfolgend beschriebene Verhalten vorzusehen.

Zur Vermeidung unzulässiger Systemzustände bei Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge sind Ladestellen im Auslieferungszustand mit einer aktiven I(U) Funktion manipulationssicher ausgestattet. Dabei wird der Ladestrom abhängig von der Spannung nach folgender Kennlinie gesteuert (im Idealfall der Wirkladestrom).

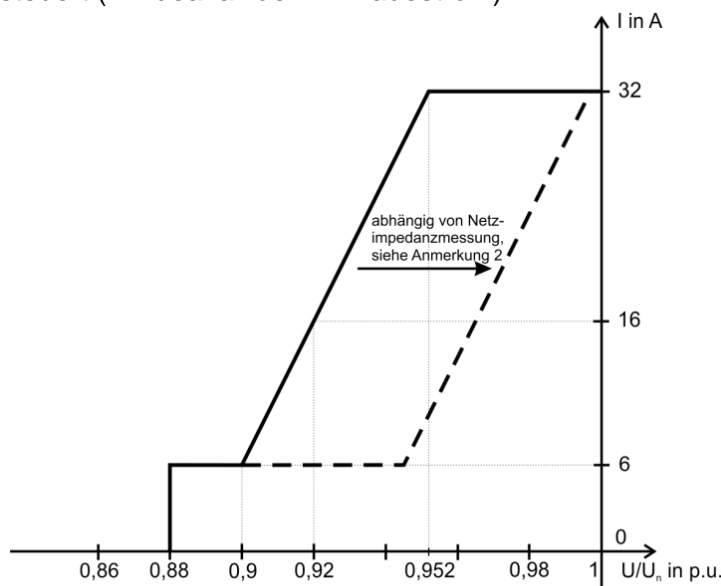


Abbildung: Zulässiger Ladestrom in Abhängigkeit der Spannung an der Übergabestelle

U_n ... Nennspannung des Netzes, gemessen L-N (z. B. 230 V)

Abhängig von Netztopologie und Netzbelastung kann der Netzbetreiber eine abweichende Einstellung fordern bzw. zulassen.

Die Messstelle der Spannung U für die Umsetzung dieser Anforderung ist grundsätzlich die Anschlussklemme der Ladeeinrichtung. Alternativ kann auch eine andere geeignete Messstelle in der Kundenanlage gewählt werden (z. B. Zählerverteiler).

Als Führungsgröße wird grundsätzlich die niedrigste der durch die Ladung belasteten Außenleiterspannungen herangezogen.

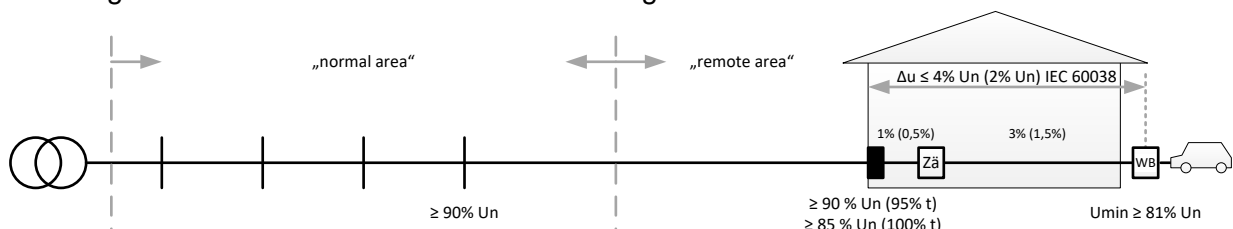
Die Verstellung des Ladestromes erfolgt stetig (Fahren auf der Kennlinie). Ein sporadisches Unterbrechen der Ladung ist z. B. unter einer technisch vorgegebenen Minimalschwelle der Wirkleistung des Laders im Fahrzeug (z. B. 6 A gem. ÖVE/ÖNORM EN 61851 Tab. A.7) ebenfalls akzeptabel, wenn dabei die Häufung gering bleibt und keine unzulässigen Netzurückwirkungen (z. B. Flicker) entstehen. Nach einem Pausieren der Ladung wegen Unterschreitung des Spannungswertes von $0,88 U_n$ sind die später beschriebenen „Freigabebedingungen für die Ladung“ für die Fortsetzung der Ladung einzuhalten. Die Dämpfung der $I(U)$ -Funktion in der Ladeeinrichtung, zur Vermeidung von Schwingungen der Wirkleistungsflüsse, erfolgt mit einem Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied), Zeitkonstante $\tau=10$ s.

ANMERKUNG 1: Erfahrungsgemäß liegt die Reaktionszeit der Regelstrecke von Ladeeinrichtung und Fahrzeug bei über einer Sekunde. Um Schwingungen zu vermeiden wird die Zeitkonstante sicherheitshalber mit 10 s gewählt.

Anmerkung 2: Physikalisch bedingt erfolgt beim beschriebenen Regelungsansatz die Abregelung tendenziell stärker an den Netzrändern.

Als weitere Verfeinerung ist eine Berücksichtigung der bei jedem Ladevorgang ermittelten Kurzschlussleistung S_k als zusätzliche Führungsgröße für das Regelverfahren bei technischer Umsetzbarkeit vorstellbar.

Nachfolgendes Übersichtsbild soll der Erläuterung dienen:



Gem. IEC 60038 sind bis zu 4% U_n Spannungsfall in der Hausinstallation anzusetzen.

Anmerkung: Ein typischen Wert in der Praxis liegt bei etwa 2% $U_n = (0,5\% + 1,5\%)U_n$

Eine Einschränkung der Ladung erfolgt nur bei sehr tiefen Spannungen. Es ist auch zulässig, die Spannung an der Übergabestelle als Führungsgröße für die $I(U)$ -Funktion heranzuziehen.

4.2.3. Ferngesteuertes Wirkleistungsmanagement [aktuelle Anforderung]

Der Netzbetreiber hat den gesetzlichen Auftrag, eine stabile Stromversorgung zu gewährleisten.

In folgenden Fällen ist der Netzbetreiber berechtigt, einzugreifen:

- potenzielle Gefahr für den sicheren Systembetrieb;
- bei betriebsnotwendigen Arbeiten bzw. Gefahr von Überlastungen im Verteilernetz des Netzbetreibers;
- Gefährdung der statischen oder der dynamischen Netzstabilität; er kann auch bei Kunden eingreifen, die mit Verursacher sind, Spannungsgrenzwerte an Netzrändern zu verletzen. Der Kunde selbst ist von diesen Verletzungen nicht betroffen.
- systemgefährdende Frequenzänderung;
- Instandsetzungen bzw. Durchführung von Baumaßnahmen im Verteilernetz.

Diese Maßnahmen werden einschließlich des Anlasses vom Netzbetreiber in geeigneter Form dokumentiert (z. B. Eintrag ins Betriebsbuch) und betroffenen Anlagenbetreibern auf Anfrage Auskunft erteilt.

Ladeeinrichtungen, die eine maximale Bemessungsscheinleistung von 3,68 kVA überschreiten, müssen eine geeignete Schnittstelle haben, über die der Netzbetreiber eine aktuell systemverträgliche Leistungsgrenze vorgeben kann. Der Netzbetreiber greift dabei nicht in die Steuerung der Ladeeinrichtung ein. Er ist lediglich für die Sollwertvorgabe¹ verantwortlich.

Die Leistungsreduktion muss bei jedem Betriebszustand und bei jedem Betriebspunkt auf den vom Netzbetreiber vorgegebenen Sollwert möglich sein. Dieser Sollwert wird in der Regel am Netzanschlusspunkt stufenlos vorgegeben und entspricht einem Prozentwert bezogen auf I_r bzw. P_r .

Wenn technisch nicht anders möglich (z. B. Minimalschwelle der Wirkleistung des Laders im Fahrzeug von 6 A gem. ÖVE/ÖNORM EN 61851) kann die Leistungsreduktion auch durch Abschaltung der Ladeeinrichtung realisiert werden.

Die Umsetzung der Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung erfolgt in Eigenverantwortung des Anlagenbetreibers. Die vertraglichen Bedingungen sind zu beachten, insbesondere bei einer dadurch entstehenden Leistungseinspeisung der Kundenanlage.

Ladeeinrichtungen müssen die Reduzierung der Leistungsabgabe auf den jeweiligen Sollwert unverzüglich vornehmen. Wird der Sollwert nicht innerhalb von fünf Minuten erreicht, ist die Ladeeinrichtung abzuschalten.

¹ Inwiefern eine bidirektionale Kommunikation zwischen Netzbetreiber und Ladeeinrichtung mit der Rückmeldung des Sollwertvollzuges, Spannungs- oder Leistungswerten sinnvoll ist, muss noch geklärt werden.

Sind mehrere Ladepunkte über dieselbe Übergabestelle mit dem Netz verbunden, können diese mit einer gemeinsamen fernwirktechnischen Schnittstelle ausgestattet sein, mit welcher der Netzbetreiber jederzeit den Sollwert für die gesamte Ladeleistung vorgeben kann.

Bei P-Vorgabe durch den Netzbetreiber setzt die Kundenanlage diese unter Einhaltung sonstiger Randbedingungen um. Die Vorgaben aus $I(U)$, $P(f)$, ggf. $P(\text{Kundenwunsch})$ dürfen dabei nicht überschritten, aber unterschritten werden. $P(\text{Kundenwunsch})$ könnte dabei eine Ladeleistungsvorgabe einer Kundensteuerung für eine PV-Anlage und ein Elektrofahrzeug sein (z. B. Vorgabe Laden E-Auto mit 10 kW aktueller PV-Einspeisung zur maximalen Eigenstromnutzung).

Der Kunde kann die P-Vorgabe der Leistungsgrenze durch den Netzbetreiber auch an der Übergabestelle umsetzen (Eigenstromnutzung, Smart-Home-Lösungen).

Eine Sollwertvorgabe der Leistungsgrenze durch den Netzbetreiber hat immer Vorrang gegenüber anderen externen Sollwertvorgaben (auch von Dritten).

4.3. Blindleistungsmanagement

4.3.1. Lokales Blindleistungsmanagement [aktuelle Anforderung]

Für den Betriebsmodus „Energiefieferung“ (Entladevorgang) gelten die Regelungen der TOR D4.

Für den Betriebsmodus „Energiebezug“ (Ladevorgang) ist im Sinne der ISO 17409 bei P_r ein $\cos \varphi$ von $\geq 0,95$, im Leistungsbereich $5\% \leq P_r < 100\% P_r$ ein $\cos \varphi = 0,90$ bis 1 einzuhalten. Unterhalb von 5% der Nennleistung P_r wird die exakte Einhaltung der Vorgaben nicht gefordert.

Dieser Wertebereich ist im Falle des DC-Ladens durch die DC-Ladeeinrichtung und im Falle des AC-Ladens durch das Elektrofahrzeug sicherzustellen.

Im Falle von DC-Ladeeinrichtungen sowie induktiven Ladeeinrichtungen von Elektrofahrzeugen mit einer Bemessungsleistung $> 3,68$ kVA kann der Netzbetreiber im Betriebsmodus „Energiebezug“ zusätzlich eine Blindleistungsstellfähigkeit (z. B. $Q(U)$), eine $\cos \varphi(P)$ -Kennlinie oder einen Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$, oder einen fixen Q-Wert) in dem Bereich zwischen $0,436 Q/Sr_{\text{induktiv}}$ und $0,436 Q/Sr_{\text{kapazitiv}}$ vorgeben, ggfs. über eine Schnittstelle.

Die Dämpfung von Blindleistungsregelfunktionen in der Ladeeinrichtung, zur Vermeidung von Schwingungen der Wirkleistungsflüsse, erfolgen mit einem Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied), Zeitkonstante $\tau=10$ s.

ANMERKUNG 1 Die Q(U)-Regelung bietet für die lokale Spannungshaltung den Vorteil eines treffsicheren und damit sparsamen Blindleistungsmanagements. Diese Regelung kann lokal ohne Kommunikationsverbindung zum Netzbetreiber arbeiten oder auch als Rückfallebene dienen.

4.3.2. Entwicklungsansätze erweitertes Blindleistungsmanagement [zukünftige Anforderung]

Als lokale Funktion kann eine Q(U)-Regelung (s. Grafik) vorgesehen werden. Der Blindleistungsregler sitzt in der Ladeeinrichtung, dieser teilt dem Lader einen Strom und einen Lastwinkel mit. Die Regelung kann lokal ohne Kommunikationsverbindung zum Netzbetreiber arbeiten oder auch als Rückfallebene dienen, wenn eine bestehende Kommunikationsverbindung zum Netzbetreiber nicht verfügbar ist.

Die nächste Stufe ist eine Q-Fernvorgabe durch den Netzbetreiber. Dazu ist eine bidirektionale Kommunikation zwischen Netzbetreiber und der Ladeeinrichtung (bzw. dem Fahrzeug) Voraussetzung. Je nach Ladesystem kann durch den Netzbetreiber dann eine $\cos \varphi$ - oder eine direkte Q-Vorgabe erfolgen. Dabei wird von der Anlagensteuerung der zulässige erweiterte Arbeitsbereich gemäß Grafik (s.u.) nicht verlassen, auch wenn die Netzbetreibervorgabe außerhalb liegen sollte.

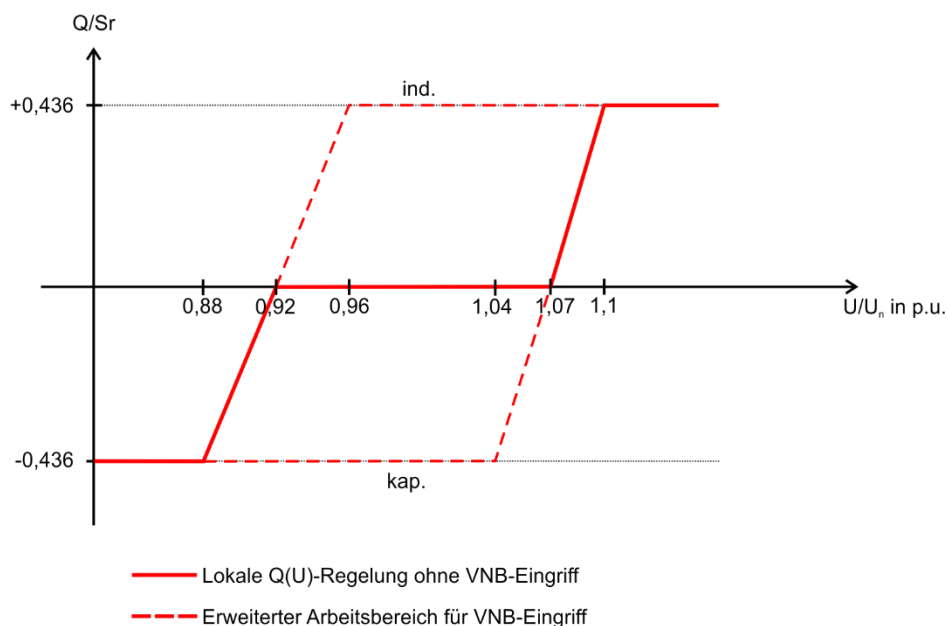


Abbildung: Zukünftige erweiterte Blindleistungsbereitstellung durch Ladeumrichter

4.4. Wirkleistungsverhalten bei Über- und Unterfrequenz [zukünftige Anforderung]

Liegt die Netzfrequenz außerhalb des Toleranzbandes von ± 200 mHz um die Netznennfrequenz von 50,0 Hz, liegt ein kritischer Systemzustand im Verbundnetz vor und alle regelbaren Erzeugungsanlagen, Speicher und regelbaren Lasten müssen zur Stützung der Netzfrequenz beitragen.

Bei Überfrequenz steht ein Überschuss an Erzeugungsleistung einem Defizit an Bezugslast gegenüber. Bei Unterfrequenz steht ein Defizit an Erzeugungsleistung einem Überschuss an Bezugslast gegenüber.

Elektrofahrzeuge stellen eine regelbare Last dar und können wegen der zukünftig erwarteten großen Anzahl dann einen nennenswerten Beitrag zum Erhalt der Frequenzstabilität leisten. Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit Bemessungsleistungen > 3,68 kVA sollten deshalb in ihrer Leistung regelbar ausgeführt sein und sich beispielsweise auf nachfolgender Frequenz-Kennlinie auf- und ab bewegen können („Fahren auf der Kennlinie“). Bei einer Unterschreitung von 49,4°Hz erfolgt kein Energiebezug (durchgezogene Linie) aus dem Netz mehr. Rückspeisefähige Fahrzeuge sollen sich bei einer Unterschreitung von 49,4°Hz an der Netzstützung beteiligen (strichlierte Linie – Vehicle to Grid).

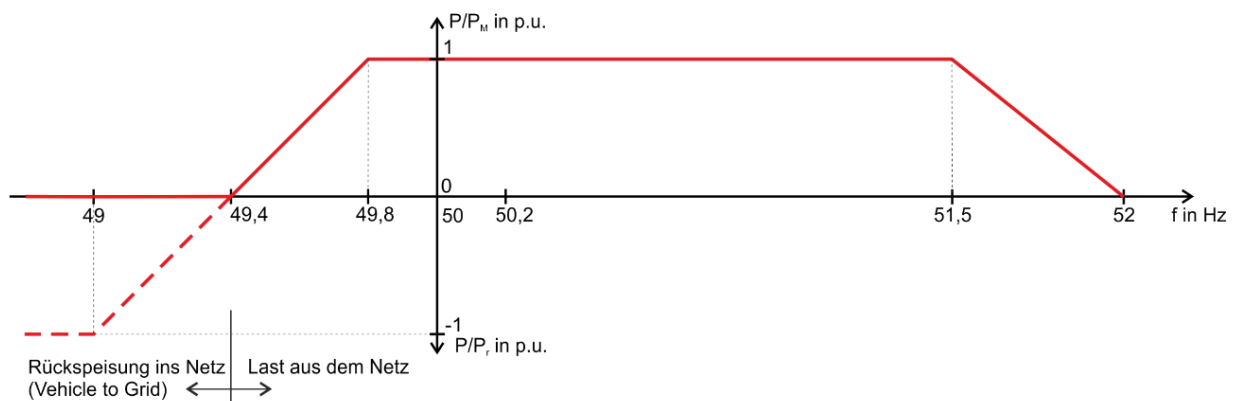


Abbildung: Kennlinie Frequenzverhalten von Ladeeinrichtungen

P_M ... momentane Ladeleistung zum Zeitpunkt der Unterschreitung der Netzfrequenz 49,8 Hz bzw. Überschreitung von 51,5 Hz

P_r ... maximal mögliche Rückspeiseleistung beim Betriebsmodus „Vehicle to Grid“.

ANMERKUNG 1 Wenn die Ladung wegen technischer Erfordernisse nicht auf Null reduziert werden kann, ist auch von einer technisch vorgegebenen Minimalleistung P_{min} eine Auslösung mit Sprung auf Null zulässig.

ANMERKUNG 2 Im Frequenzbereich 51,5 Hz bis 52,0 Hz ist die Ladeleistung linear zu reduzieren, um bei Aggregatbetrieb für Ersatzversorgung im Inselbetrieb spontane Lastwechsel etwa durch den Abwurf von Ladeeinrichtungen zu vermeiden. Da sich über 51,5 Hz bereits alle dezentralen Erzeugungsanlagen bereits entkuppelt haben, besteht für das Aggregatbedienpersonal im Bereich bis 52 Hz eine begrenzte Lastregelmöglichkeit durch Verstellung der Ladeeinrichtungen. Somit sind bei $f=52,0$ Hz nur noch die Restlasten ohne Erzeugungsanlagen und Ladeeinrichtungen vom Aggregat zu versorgen.

4.5. Dynamische Netzstützung - Low Voltage Ride Through – LVRT [zukünftige Anforderung]

Im Hinblick auf die erwartete steigende Anzahl im Verteilernetz anzuschließender Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge kann die Einbeziehung dieser zur dynamischen Netzstützung an Bedeutung gewinnen. Daher sollten sich Elektrofahrzeuge grundsätzlich an der dynamischen Netzstützung beteiligen können.

Damit soll vermieden werden, dass bei überregionalen Spannungseinbrüchen im Höchstspannungsnetz große Lastabwürfe vieler E-Autos zu Stabilitätsproblemen im System führen.

Dies bedeutet, dass Elektrofahrzeuge technisch dazu in der Lage sein müssen:

- sich bei Fehlern im Netz nicht sofort vom Netz zu trennen;
- nach kurzzeitigen Netzfehlern den Ladevorgang fortzusetzen.

Erwartet wird, dass sich Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge bei der dynamischen Netzstützung analog den Erzeugungsanlagen verhalten, z. B. Low Voltage Ride Through (LVRT).

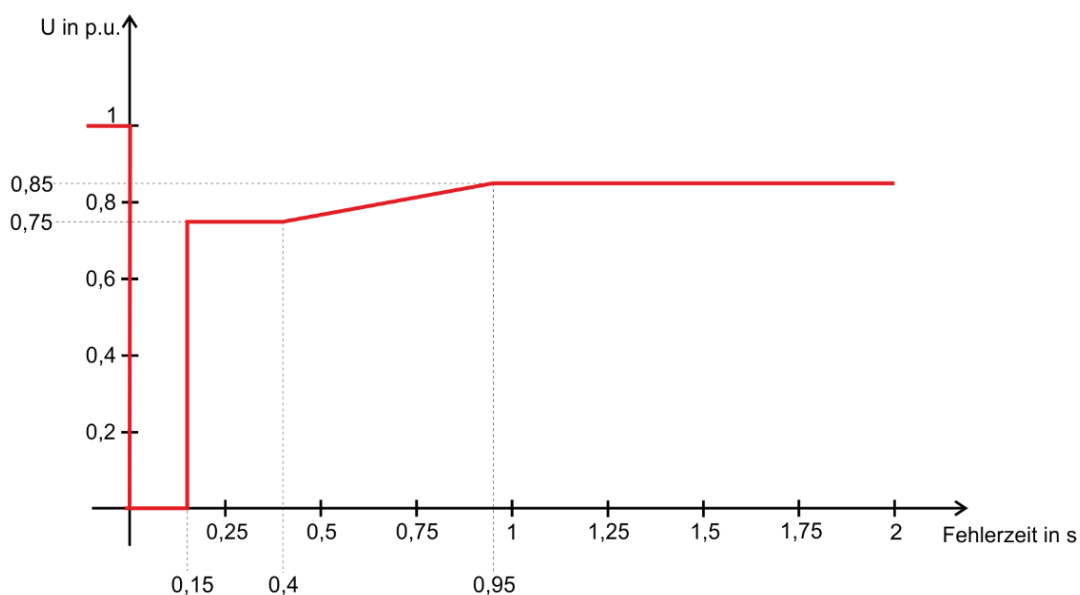


Abbildung: Beispiel für ein LVRT-Verhalten von Ladeeinrichtungen

4.6. Zu- und Abschaltbedingungen [aktuelle Anforderung]

4.6.1. Freigabebedingungen für die Ladung

Eine Freigabe bzw. Fortsetzung einer Ladung darf durch die Ladeeinrichtung erfolgen, wenn während der vergangenen 30 s die Netzspannung

- $U \geq 0,90 U_n$ sowie $\leq 1,10 U_n$
- und die Netzfrequenz zwischen 49,95 Hz und 51,5 Hz lag.

4.6.2. Abschaltbedingungen für reine Ladeeinrichtungen

Bei Netzspannungen $0,8 U_n \leq U$ bzw. $U \geq 1,15 U_n$ ist die Ladung durch die Ladeeinrichtung innerhalb 1 s zu beenden.

Netzfrequenzen $f < 47,5 \text{ Hz}$ oder $f > 52,0 \text{ Hz}$ haben innerhalb von 0,2 s zum Beenden des Ladevorganges zu führen.

4.6.3. Zu- und Abschaltbedingungen für Kombinationsgeräte

Unter Kombinationsgeräte ist hier eine Kombination aus Erzeugungsanlage (z. B. PV-Wechselrichter oder „vehicle to grid“) und Ladeeinrichtung zu verstehen, die über eine gemeinsame Entkopplungsstelle mit dem Netz verbunden sind.

Für diese Entkopplungsstelle gelten die Netzbetreibervorgaben für die Zuschalt- und Auslöseschwellen auf Basis der TOR D4. Zusätzlich gelten die Freigabebedingungen für die Ladung gem. 4.6.1.

4.6.4. Hochlaufvorgang nach Netzfehler

Nach allfälliger Abschaltung wegen 4.6.2 bzw. 4.6.3 beginnt die Zuschaltung mit 10% Pr/min erst, wenn die Freigabebedingungen gem.4.6.1 über 5 Minuten eingehalten sind. Bei AC-Ladeeinrichtungen, die auf den Strom I regeln, kann die Zuschaltung mit 10% I_r/min erfolgen. Dabei ist ein Sprung von Null auf eine allfällige technisch minimale Ladeleistung zulässig (z. B. 6 A gem. ÖVE/ÖNORM 61851-1).

4.6.5. Genauigkeitsklassen

Für die Ermittlung der aktuellen Netzspannung und Netzfrequenz muss die Messzeit kürzer als 100 ms sein. Die Genauigkeit der Frequenzmessung muss $\leq 50 \text{ mHz}$ sein. Die Genauigkeit der Spannungsmessung muss $\leq 1\%U_n$ sein. Sämtliche Anforderungen gelten im Bereich 45 Hz bis 55 Hz.

5. Nachweis der Erfüllung der technischen Anforderungen [aktuelle Anforderung]

Ladeeinrichtungen sind von hierzu befugten Fachkräften zu errichten und in Betrieb zu nehmen. Zur Sicherstellung der Netzfunktionen ist bei Inbetriebnahme ein Report mit den Einstellparametern zu erstellen und auf Verlangen dem Netzbetreiber unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

6. Anhang B: Datenblatt „Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ [aktuelle Anforderung]

Entnommen aus der E VDE AR-N 4100 zur Anwendung auch für Österreich, Stand 2018.03.22 (siehe Folgeseite)

Datenblatt „Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ (vom Anschlussnehmer oder seinem Beauftragten auszufüllen)		
Anschlussnehmer	Vorname, Name _____	
	Straße, Hausnummer _____	
	PLZ, Ort _____	
Betreiber	Vorname, Name _____	
	Straße, Hausnummer _____	
	PLZ, Ort _____	
Angaben zum Anschlussobjekt	Straße, Haus-Nr. _____	
	PLZ/Ort _____ / _____ Standort: <input type="checkbox"/> öffentlich <input type="checkbox"/> nicht öffentlich (privat)	
Anschlussnehmer	Lageplan vorhanden ? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Hersteller	Hersteller/Typ: _____ Anzahl der Ladepunkte: _____	
	Anzahl baugleicher Ladeeinrichtungen: _____	
Ausführung der Ladeeinrichtung (Angaben bezogen auf 400/230V)	Max. Netzbezugsleistung: _____ kVA Max. Netzeinspeiseleistung: _____ kVA	
	Regelbereich der Ladeleistung _____ kVA bis _____ kVA	
	Wirkleistung steuerbar ? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
	Art der Ladung <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC	
	<input type="checkbox"/> Wechselstrom <input type="checkbox"/> L1 <input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3 <input type="checkbox"/> Drehstrom	
Dokumentation	Ladeeinrichtung im Übersichtsschaltplan zur Kundenanlage dargestellt? <input type="checkbox"/> ja	
Errichter (eingetragenes Elektroinstallationsunternehmen)	Firmenname _____	Ausweis-Nr. _____
	Straße, Haus Nr. _____	_____
	PLZ, Ort _____	beim _____
	Telefonnummer _____	Netzbetreiber _____
	E-Mail Adresse _____	_____
Bemerkungen	_____ _____	
Der Elektrofachbetrieb bestätigt mit seiner Unterschrift die Richtigkeit der Angaben.		
Ort, Datum _____	Unterschrift Elektrofachbetrieb _____	