

## Positionspapier

### Herausforderungen beim Hochlauf der Elektromobilität durch Anforderungen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

#### Wie kann die Elektromagnetische Verträglichkeit beim Hochlauf der Elektromobilität gewährleistet werden?

Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bezieht sich auf die Fähigkeit eines elektrischen Geräts, nur akzeptable elektromagnetischen Störungen auszusenden und gleichzeitig auch gegen solche Störungen immun zu sein. Im Falle der Ladeinfrastruktur sowie der Fahrzeuge im Anwendungsgebiet der Elektromobilität sind gute EMV-Eigenschaften von hoher Bedeutung, um sicherzustellen, dass beim Lade- und zukünftig auch Rückspisevorgang keine leitungsgebundenen oder gestrahlten elektromagnetischen Störungen auftreten, die andere Geräte oder Systeme beeinträchtigen könnten. Damit ist die Einhaltung von EMV-Normen und -Vorschriften wesentlich, um eine zuverlässige und störungsfreie Elektromobilität und den Betrieb elektronischer Systeme in allen Bereichen der Gesellschaft zu gewährleisten.

Die Industrie der Hersteller von Ladeinfrastruktur für PKW hat seit mehreren Jahren Systeme auf Basis existierender Normen der EN IEC 61851-Reihe entwickelt, die im Einklang mit den geltenden EMV-Fachgrundnormen und weiteren regulatorischen und funktionalen Vorgaben stehen und ständig z. B. für höhere Ladeleistungen sowie einen zukünftig angedachten bidirektionalen Energiefluss weiterentwickelt werden. Natürlich haben sich auch die Hersteller der zu ladenden Fahrzeuge, PKW oder Nutzfahrzeuge, an diese Vorgaben angelehnt und haben ihre internen Spezifikationen, wie auch die allgemeinen Homologationsvorgaben, für EMV beispielsweise die UN ECE Regulation ECE R10 Ed. 6, entsprechend angepasst. Nur so können reibungslose und sichere Ladevorgänge gewährleistet werden.

Trotz dieser Grundlagen steht die Elektromobilitätsbranche immer wieder Positionen anderer Industrien oder Interessensverbänden gegenüber, die durch erhöhte oder rein national wirkende Anforderungen den Hochlauf der Elektromobilität sowohl auf Fahrzeug- als auch auf Ladestationsseite erschweren bzw. verhindern könnten. Innerhalb dieses Positionspapieres sollen die für die gesamte Branche kritischen Punkte angesprochen und ein aus Sicht der Elektromobilitätsbranche zielführendes Vorgehen abgeleitet werden.

# Mögliche Verschärfung der nationalen Anforderungen zur Einhaltung der Netzanschlussrichtlinien

## Ausgangssituation

Grundsätzlich gilt dabei, dass EMV-Anforderungen der Produktnormen aus den übergeordneten Fachgrundnormen abgeleitet werden (EN 61000-6-X-Reihe), die als Horizontalnormen für verschiedenste elektronische Produkte anzuwenden sind. Im Bereich der Ladeinfrastruktur ist hier insbesondere die EN IEC 61851-21-2: 2021 [1] zu nennen, die als Produktnorm die wesentlichen EMV-Anforderungen festlegt. Damit sollte diese Norm in der Europäischen Union als Basis für eine Konformitätsbewertung zur CE-Kennzeichnung von Ladestationen herangezogen werden. Aktuell ist eine Listung und Harmonisierung im Amtsblatt der EU erst für die 2. Edition (geplant für 2025) angedacht. Nichtsdestotrotz muss die aktuelle Version als die den „Stand der Technik“ darstellende EMV-Norm für Ladeinfrastruktur betrachtet und berücksichtigt werden. Dies kann nach der EMV-Richtlinie 2014/30/EU durch eine Risikobetrachtung im Rahmen einer Herstellererklärung durchgeführt werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass, wenn eine AC- oder DC-Ladestation zur externen Kommunikation Funkkomponenten beinhaltet, diese zwingend nach der Funkanlagenrichtlinie (RED) 2014/53/EU zu behandeln sind. Kann, beispielsweise aufgrund von neuartigen Funktechnologien, die Konformität nicht anhand von harmonisierten Normen nachgewiesen werden, so müssen notifizierte Stellen gemäß der Funkanlagenrichtlinie beauftragt werden, um eine entsprechende Konformitätsaussage des Herstellers zu komplettieren.

Zurzeit befinden sich die Energieversorgungsnetze, vornehmlich in Deutschland, in der „Planung einer Transformation“, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, die Umweltauswirkungen der Energieerzeugung zu reduzieren und eine nachhaltigere Energiezukunft zu schaffen. Dazu ist ein Umbau oder eine grundlegende Veränderung von Struktur und Funktionsweise von traditionellen, zentralisierten Energieinfrastrukturen hin zu modernen, dezentralisierten und nachhaltigen Systemen erforderlich. Diese Transformation der Energieversorgungsnetze kann verschiedene Aspekte umfassen, wie z.B. die Integration erneuerbarer Energiequellen, den Einsatz intelligenter Technologien für die Steuerung und Überwachung des Netzbetriebs, die Einführung von Energiespeichertechnologien (u.a. der Fahrzeugbatterien) und die Förderung von Energieeffizienz mit dem übergeordneten Ziel eines flexibleren und widerstandsfähigeren Energiesystems.

Mit dieser Transformation parallel läuft der Ausbau der Ladeinfrastruktur, der in Deutschland weit hinter den gesteckten Zielen der Bundesregierung zurückfällt und auch noch weiter zurückfallen wird, da diverse Förderprogramme durch die seit Ende 2023 förderpolitisch sehr ungünstige Gesamtsituation überdacht, bzw. eingestellt wurden. Dieser Ausbau der Ladeinfrastruktur und auch der Umbau der Netzinfrastruktur stößt in einer eher kleinteiligen deutschen Netzbetreiberwelt (viele Regionalversorger und Stadtwerke) naturgemäß auf Widerstand. Natürlich werden vordergründig Kostengründe herangezogen, was bei der aktuellen Strompreisproblematik nicht verwundert. Doch hinter dieser Argumentation liegt auch ein eher zurückhaltender Umgang mit dem Wandel in einer eher konservativ denkenden Energieversorgungsbranche, die aus Gründen der Versorgungssicherheit von jeher vom Kraftwerk zum Kunden geplant hat und nicht umgekehrt. So werden aktuell die Zahl der 11 kW oder 22 kW-Wallboxen z.B. in einem Straßenzug beschränkt, um die versorgenden Netze nicht zu überlasten. Insgesamt erfordert der vermehrte Einsatz von Ladestationen die oben genannte Transformation als strategische Anpassung der Energieversorger an die sich verändernde Landschaft der Energieerzeugung und -nutzung, um den steigenden Bedarf effizient und nachhaltig zu decken.

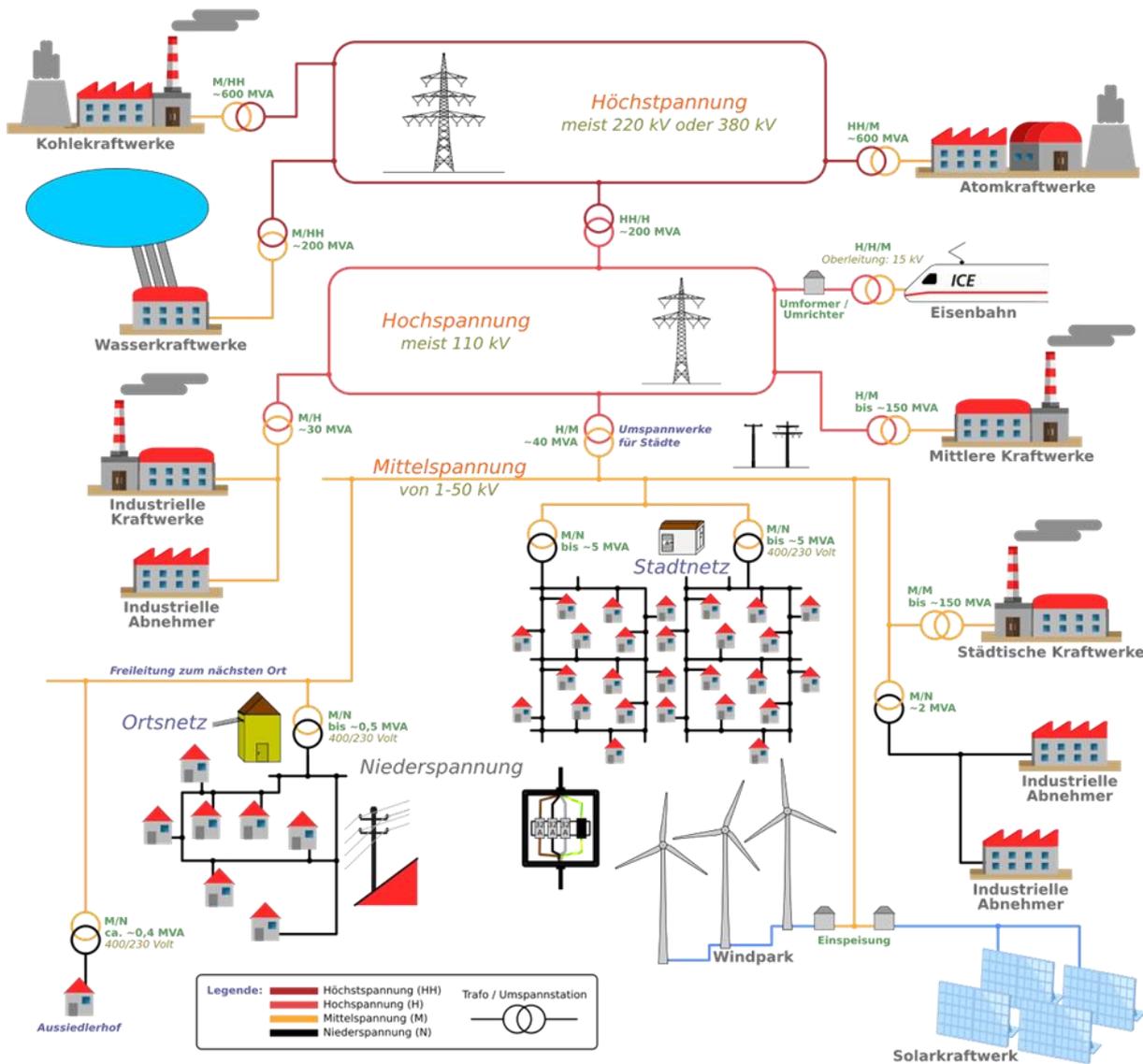


Abbildung 1: Grobe Struktur eines typischen europäischen Energieversorgungsnetzes  
 (Quelle: Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Benutzer:Quark48/Galerie#/media/Datei:Stromversorgung.png>)

Insgesamt hat also der vermehrte Einsatz von Ladestationen, insbesondere für Elektrofahrzeuge, mehrere Auswirkungen auf Energieversorgungsunternehmen und ihre Netze, wie beispielsweise:

- **Erhöhter Energiebedarf:** Mit mehr Ladestationen steigt der Bedarf an elektrischer Energie. Energieversorgungsunternehmen müssen sicherstellen, dass sie die zusätzliche Nachfrage bewältigen können, indem sie ihre Erzeugungskapazitäten und Netzinfrastruktur entsprechend ausbauen (im Bild vornehmlich Stadtnetz / Ortsnetz).
- **Notwendigkeit für Netzoptimierung:** Die Einführung von Ladestationen erfordert oft eine Optimierung des Stromnetzes. Dies kann den Ausbau und die Modernisierung der Stromübertragungs- und Verteilungsinfrastruktur sowie die Integration von intelligenten Netztechnologien einschließen, um den Energiefluss effizienter zu steuern.
- **Erforderliches Lastmanagement:** Energieversorger müssen effektive Lastmanagementstrategien implementieren, um Spitzenlasten zu bewältigen, die durch das gleichzeitige Laden mehrerer Elektrofahrzeuge entstehen können. Dies kann den Einsatz von intelligenten Netztechnologien und Tarifstrukturen umfassen, um die Last auf verschiedene Zeiten zu verteilen (im Bild vornehmlich Stadtnetz / Ortsnetz).

- **Erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit:** Der vermehrte Einsatz von Ladestationen bietet die Möglichkeit, erneuerbare Energien in das Stromnetz zu integrieren. Energieversorger können durch den verstärkten Einsatz von Solar- oder Windenergie die Umweltauswirkungen reduzieren und ihre Energieversorgung nachhaltiger gestalten (im Bild vornehmlich Stadtnetz / Ortsnetz).

In Deutschland werden die Technischen Anschlussregeln (TAR) durch das „Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN)“ entwickelt. Damit ist für den Netzanschluss auf allen Spannungsebenen ein bundesweit einheitliches Regelwerk gegeben, das für eine sichere Netzintegration erneuerbarer Energien, Interoperabilität der Netze sowie Investitions- und Planungssicherheit steht.

Im Rahmen der AC-Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität, die mehrheitlich Anschluss an das Niederspannungsnetz findet, sind die folgenden beiden Regeln zu nennen:

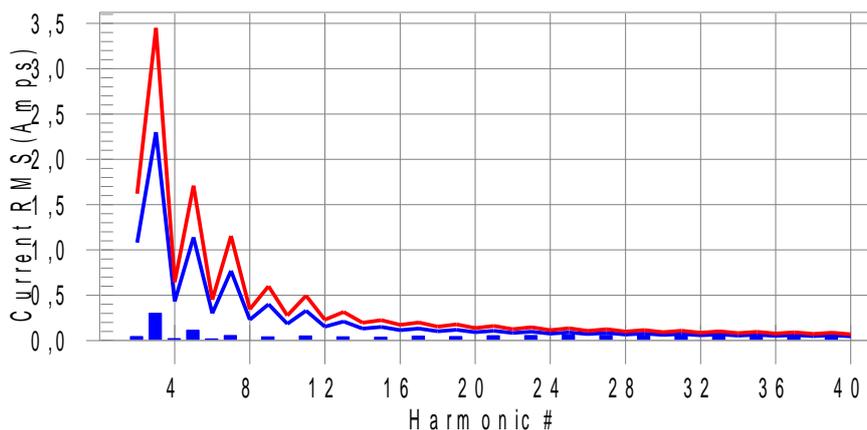
- Technische Anschlussregel für die Niederspannung (VDE-AR-N 4100) und
- Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105).

Für DC-Ladeparks kann infolge des hohen Energiebedarfs von einem direkten Mittelspannungsanschluss ausgegangen werden. Dann wird die Technische Anschlussregel Mittelspannung (VDE-AR-N 4110) Anwendung finden.

Im VDE FNN erarbeiten verschiedene Fachkreise mit verschiedenen Interessen gemeinsam die o.g. Regeln. Laut FNN sind Mitglieder über 480 Hersteller, Netzbetreiber, Versorger, Anlagenbetreiber, Behörden und wissenschaftliche Einrichtungen. Da diese Gruppe sich nachvollziehbarerweise sehr stark auf die Versorgungssicherheit und damit Stabilität der Netze fokussiert, können u.a. strengere Anforderungen für den Anschluss von Ladeinfrastruktur oder auch für das Rückspeisen aus Fahrzeugbatterien über die am Netz angeschlossene Ladeinfrastruktur entstehen.

Es ist dabei offensichtlich, dass diese nationale Regelsetzung deutlich schneller zu realisieren ist als eine internationale Norm für die Ladeinfrastruktur (EN IEC 61851-21-2) oder gar eine internationale Homologationsvorgabe (ECE R10 [2]) für die Fahrzeughersteller.

Entsprechend herausfordernd ist es für die Hersteller von Ladeeinrichtungen und auch Elektrofahrzeugen, wenn innerhalb der rein national geltenden Netzanschlussregeln weitere und durchaus strengere Anforderungen an die am Netz festangeschlossenen Geräte, wie z.B. strengere Oberschwingungs- und Flicker-Anforderungen gestellt werden, die noch nicht in den internationalen Fachgrundnormen oder auch Produktnormen im Konsens verabschiedet wurden (Zwischenharmonische / Supraharmonische bis 9 kHz).



**Abbildung 2:** Beispielhafte Oberschwingungsmessung an einem Elektrofahrzeug bis 2 kHz  
(Test result: Pass, worst harmonic #37 with 55,88% of the limit, Quelle: EMC Test NRW GmbH)

Weiterhin ist in der Diskussion, inwiefern mögliche Netzanschlussanforderungen, wie z.B. Oberschwingungen und Spannungsschwankungen/Flicker beim Laden von Elektrofahrzeugen auch > 75 A Phasenstrom normativ berücksichtigt werden sollen. Bislang musste für derartige Anschlussleistungen stets der Betreiber des öffentlichen Niederspannungsversorgungsnetzes im Vorfeld kontaktiert werden, um die technischen Rahmenbedingungen des Netzanschlusses mit Produkthersteller und Betreiber abzustimmen.

Es bleibt abzuwarten, was innerhalb der internationalen Expertenkreise geklärt und entschieden wird. Glücklicherweise handelt es sich hierbei um EN IEC Normen der 61000-3er-Reihe, so dass eine Abstimmung mit den o. g. Produktnormen zeitlich eher möglich ist. Weiterhin ist den Normungsmitarbeitern insgesamt mehr als deutlich, dass diese Normenreihe die Vorgaben für alle Geräte festlegt, die an ein öffentliches Niederspannungsversorgungsnetz angeschlossen werden. Damit sind weltweit Millionen von Produkten betroffen. Deshalb ist hier eine sehr gut durchdachte und ausgewogene Entscheidung zu erwarten.

## Handlungsempfehlung

Es ist darauf hinzuwirken, dass die Netzanschlussrichtlinien erhöhte Anforderungen an Produkte erst dann stellen dürfen, wenn die zuvor beschriebene Normungskette eingehalten wird. Dieses Vorgehen muss für die Energieentnahme und auch für die Energierückspeisung gelten. Nur so kann sichergestellt werden, dass die deutsche Industrie im internationalen Wettbewerb auf Basis international gültiger Normen wettbewerbsfähige Produkte entwickeln kann und keine Benachteiligung einer Branche stattfindet.

Daher sollten nur die aktuell auch in den benannten Normen und Regulierungen geforderten Normen und Grenzwerte gefordert werden:

Anschluss	Elektromagnetische Größe	Referenznorm
Stromeingang (Wechselstrom)	Oberschwingungsströme <sup>a)</sup>	IEC 61000-3-2:2014 ( $\leq 16$ A/Leiter) IEC 61000-3-12:2011 ( $> 16$ A, $\leq 75$ A/Leiter)
	Spannungsschwankungen und Flicker <sup>a)</sup>	IEC 61000-3-3:2013 ( $\leq 16$ A/Leiter) IEC 61000-3-11:2017 ( $> 16$ A, $\leq 75$ A/Leiter) <sup>b)</sup>
<sup>a)</sup> Gilt für Ladeeinrichtungen, die in den Anwendungsbereich von IEC 61000-3-2:2014, IEC 61000-3-3:2013, IEC 61000-3-11:2017 und IEC 61000-3-12:2011 fallen. <sup>b)</sup> Einrichtungen, die die Anforderungen von IEC 61000-3-3:2013 erfüllen, sind von der Anwendung von IEC 61000-3-11:2017 ausgenommen		

**Tabelle: Aktuelle Oberschwingungs- und Spannungsschwankungen/Flicker-Normen für Geräte, die an das öffentliche Niederspannungsversorgungsnetz angeschlossen werden können**

# Herausfordernde Grenzwertanforderungen: Positionierungen von Behörden, Funkdiensten und Normungsorganisationen (CISPR)

## Ausgangssituation

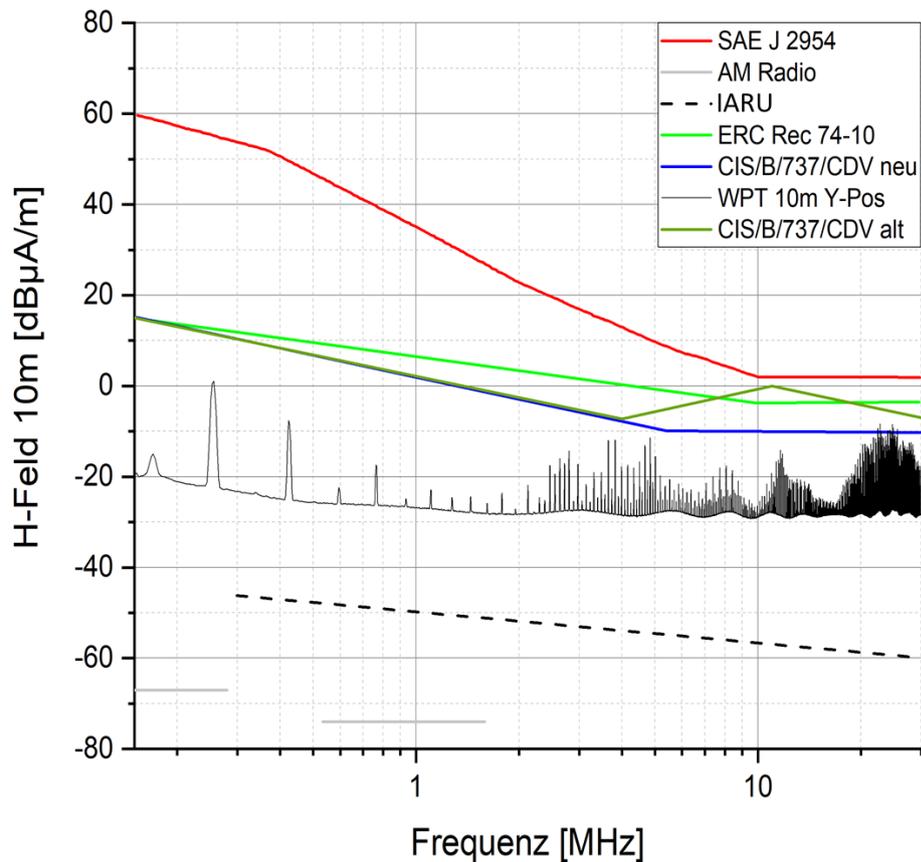
Beim Laden von Elektrofahrzeugen bezieht sich der gemeinhin verwendete Begriff "Funkschutz" auf die Maßnahmen, die ergriffen werden, um zu verhindern, dass elektromagnetische Interferenzen (EMI) während des Ladevorgangs z. B. Funksignale oder andere Geräte unzulässig stören. Urheber solcher, vornehmlich gestrahlten Störungen, können sowohl die Ladestationen als auch die Fahrzeuge sein.

Ladestationen und Elektrofahrzeuge sind in der Regel mit einer Vielzahl von Elektronikkomponenten und -systemen ausgestattet, die elektromagnetische Felder erzeugen können. Wenn ein Elektrofahrzeug mitsamt Ladestation während des Ladevorgangs in der Nähe eines anderen elektronischen Geräts, insbesondere eines Rundfunkempfängers, steht, kann es theoretisch zu Empfangsstörungen kommen. Um sicherzustellen, dass die Funktionalität von Funkgeräten und anderen elektronischen Geräten in der Umgebung nicht beeinträchtigt wird, verfügen moderne Geräte über einen integrierten Funkschutz. Dieser Schutz kann in Form von Abschirmungen und Filtern im Ladegerät oder in der Ladeinfrastruktur enthalten sein, um elektromagnetische Störungen zu minimieren oder zu verhindern.

Alle europäischen Hersteller testen ihre Fahrzeuge und Ladestationen gemäß den vorgenannten Normen, Richtlinien und Regulierungen auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), um sicherzustellen, dass die Produkte die erforderlichen Emissions- und Immunitätsanforderungen erfüllen. Inwieweit Hersteller in anderen Regionen oder Ländern dieses entsprechend durchführen, bzw. durchführen müssen, hängt von den jeweiligen nationalen Vorgaben ab. In jedem Fall müssen die grundlegenden Anforderungen in der EU, aber auch in den USA (FCC), sowie den meisten anderen Ländern (Zollvorgaben!) eingehalten werden. In den meisten Fällen finden dann IEC-Normen oder weltweite Regulierungen, basierend auf diesen IEC-Normen Anwendung. Ein entsprechender Nachweis ist immer durch den Hersteller oder verantwortlichen Importeur zu erbringen.

Seit geraumer Zeit gibt es ausgeprägte Diskussionen über die Grenzwertvorgaben von induktiven Ladegeräten für Fahrzeuge (WPT-Systeme – wireless power transfer). Hier wird insbesondere für die Emissionsgrundnorm CISPR 11 eine sehr strenge Grenzwertvorgabe von Funkamateuren (IARU: International Amateur Radio Union, national: DARC) und Rundfunkbetreibern (stellvertretend hier die EBU: European Broadcasting Union) für das magnetische Feld zwischen 9 kHz und 30 MHz gefordert, die technisch, insbesondere mit Blick auf den Wirkungsgrad, nicht umzusetzen ist.

Aktuell gibt es als „Stand der Technik“ die Normen der IEC 61980-Reihe [3,4], welche den Messaufbau und sinnvolle Grenzwerte beschreiben, die jedoch von den vorgenannten Organisationen strikt abgelehnt werden. Obschon beispielsweise in der amerikanischen SAE J2954 [5] ein sehr moderater Grenzwert gefordert wird, der zwischen 45 dB bis 13 dB von den aktuellen Vorschlägen der CISPR 11 (Entwurf CIS/B/737/CDV [6]) nach oben abweicht. Aus diesem Grund wird aktuell eine Kommerzialisierung von WPT-Systemen im Fahrzeugbereich, nicht zuletzt in Deutschland auch durch den Umgang der Bundesnetzagentur mit Anfragen hierzu (BNetzA) deutlich erschwert. Hinzu kommen die vorgenannten weltweit unterschiedlichen Grenzwertansätze, die dazu führen, dass eine wirtschaftliche Nutzung von WPT-Systemen im amerikanischen Raum möglich ist, in Europa aber eher nicht.



**Abbildung 3:** Aktuelle Grenzwertvorschläge für Magnetfeldemissionen von WPT-Systemen  
 (Emissionen: WPT Forschungssystem mit 3 kW Ladeleistung, Quelle: EMC Test NRW GmbH)

Aus dieser Diskussion heraus ist zum Teil sicher auch der Ansatz eines DC-Dokumentes (DC: Document for Comments, [7]) vorangetrieben durch die IARU, welches über CISPR (Comité international spécial des perturbations radioélectriques, offizielle Übersetzung: Internationales Sonderkomitee für Funkstörungen) verteilt wurde. Dieses Dokument mit dem Titel: "Increased number of devices" folgt einem Dokument, welches im Jahr 2020 (CISPR/1446/DC) ebenfalls als DC verteilt wurde. Auch hier ist der Hintergrund im Wesentlichen eine Argumentation, dass die aktuellen Grenzwerte, erarbeitet durch CISPR, mit Blick auf die weiter ansteigende Anzahl an elektrischen Geräten im Haushalt zu hinterfragen sind, da der statistische Abstand zwischen elektronischen Geräten im Haushalt sich über die zunehmende Anzahl derselben signifikant verringert hat.

Zwar wird im Dokument behauptet, dass die ermittelten Ergebnisse nicht die Grenzwerte beeinflussen sollen, es bleibt aber zu hinterfragen, warum denn dann eine derartige Untersuchung durchgeführt wird. Zudem ist in der Zusammenfassung klar dargelegt, dass die Ergebnisse in die CISPR TR 16-4-4 [8] einfließen sollen, die genau die CISPR Vorgabe darstellen wird, nach der zukünftige Grenzwerte kalkuliert werden sollen.

Aktuell hat das dafür zuständige deutsche Spiegelgremium K767 im DKE mit breiter Mehrheit das Dokument als unzureichend abgelehnt und eine Bildung einer CISPR Gruppe angeregt, die sich mit dieser Thematik beschäftigen soll.

## Handlungsempfehlung

Hier besteht die Möglichkeit, durch engagierte Normungsarbeit in nationalen und insbesondere internationalen Gremien unter Beteiligung von Industrievertretern einen konstruktiven Beitrag zur Entwicklung konsensbasierter Grenzwerte auszuüben. Um dies zu realisieren, ist es notwendig, dass sowohl große Konzerne als auch kleine Unternehmen, unterstützt durch entsprechende Fördermaßnahmen (vgl. auch ZVEI-Dokument), sich verstärkt in die Normungsprozesse einbringen. Andernfalls ist zu erwarten, dass lediglich die Sichtweisen staatlich finanzierter Vertreter und auch Repräsentanten der genannten Organisationen (z. B. EBU, IARU) in die Grenzwertentscheidungen einfließen, was bei einem somit fehlenden konsensbasierten Interessensausgleich aller betroffenen Akteure die wirtschaftliche Umsetzung der Transformation im Transportwesen und die Schaffung neuer Ökosysteme im Energie- und Verkehrssektor beeinträchtigen könnte.

### Kontakt

Hans-Martin Fischer • Referent • Fachverband Automotive •  
Tel.: +4969 6302 450 • Mobil: +49162 2664 920 • E-Mail: Hans-Martin.Fischer@zvei.org

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Lyoner Straße 9 • 60528 Frankfurt am Main  
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • www.zvei.org

Datum: 08.03.2024

# APPENDIX:

## Literatur

- [1] EN IEC 61851-21-2:2021, Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 21-2: EMV-Anforderungen an externe Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
- [2] ECE R10 Revision 6, Electromagnetic compatibility, 11/2019
- [3] EN IEC 61980-1:2021, Kontaktlose Energieübertragungssysteme (WPT) für Elektrofahrzeuge, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [4] EN IEC 61980-3:2022, Kontaktlose Energieübertragungssysteme (WPT) für Elektrofahrzeuge, Teil 3: Besondere Anforderungen für die kontaktlosen Energieübertragungssysteme mit Magnetfeld
- [5] SAE J 2954, Wireless Power Transfer for Light-Duty Plug-in/Electric Vehicles and Alignment Methodology, SAE International, 10/2020
- [6] CISPR 11 CIS/B/710/CD, Amendment 3 Fragment 1 to CISPR 11 Ed. 6: Industrial, scientific and medical equipment – Radiofrequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement - Requirements for airgap wireless power transfer (WPT), DKE 08/2018
- [7] CISPR/1497/DC, 2023-03, Subject: Increased number of devices
- [8] CISPR TR 16-4-4 ED3, CD, 11-2023, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 4-4: The CISPR model for the calculation of limits for the protection of radio services