

	DIN EN IEC 63244-1 (VDE 0884-244-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.200; 31.080.99

Einsprüche bis 2020-08-26

Entwurf

**Halbleiterbauelemente –
Halbleiterbauelemente für die drahtlose Leistungsübertragung und
Ladung –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Festlegungen
(IEC 47/2592/CD:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Semiconductor devices –
Semiconductor devices for wireless power transfer and charging –
Part 1: General requirements and specifications
(IEC 47/2592/CD:2019);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-06-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 58 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 47/2592/CD:2019-09 "Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging – Part 1: General requirements and specifications" (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 47 "Semiconductor devices" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine "JA/NEIN"-Entscheidung möglich ist, wobei eine "NEIN"-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 631 "Halbleiterbauelemente" der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Inhalt

Seite

1	Anwendungsbereich.....	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Benennungen und Symbole.....	6
3.1	Begriffe	6
3.1.1	Allgemeine Terminologie.....	6
3.2	Symbole und Abkürzungen	9
4	Klassifizierung	9
5	Prüfpunkte für Zuverlässigkeit.....	11
5.1	IP-Bemessung.....	12
5.2	Temperaturprüfung	12
5.3	Feuchtigkeitsprüfung	12
5.4	Mechanische Stoß- und Schwingungsprüfung	12
5.5	EMV-Prüfung.....	12
5.5.1	Elektromagnetische Störfestigkeit.....	12
5.5.2	Elektromagnetische Aussendung	13
6	Punkte zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit.....	13
6.1	Wirkungsgrad	13
6.1.1	Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse.....	13
6.1.2	Wirkungsgrad auf Bauteilebene	14
6.1.3	Wirkungsgrad auf Modulebene	16
6.1.4	Wirkungsgrad der Leistungsübertragung auf Systemebene.....	18
6.2	Beurteilungskomponenten in Leistungsübertrager und -empfänger.....	19
6.2.1	Gleichrichter und Welligkeitsglättungsschaltung	19
6.2.2	Gleichspannungswandler.....	21
6.2.3	Wechselrichter	22
6.2.4	Verstärker mit variabler Verstärkung (VGA)	23
Anhang A (Informativ) Standardisierungsorganisationen für Technologien zur drahtlosen Leistungsübertragung und Ladung		25
A.1	Wireless Power Consortium (WPC).....	25
A.2	AirFuel Alliance	25
Anhang B (Informativ) Feldregionen für elektromagnetisch kurze Antennen		26
Literaturhinweise		27

Bilder

Bild 1	— Klassifizierung der Technologien drahtloser Energieübertragung.....	10
Bild 2	— Beispiel für Bedingungen und zu prüfende Punkte für die Zuverlässigkeitsprüfung	12
Bild 3	— Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse des MF-WPT-Systems.....	13
Bild 4	— Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse des EMW-WPT-Systems	13
Bild 5	— Messaufbau für den Wirkungsgrad der Umrichtung von Wechsel- zu Gleichstrom oder der Gleichrichtung	14
Bild 6	— Messaufbau für den Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Gleichstrom.....	15
Bild 7	— Messaufbau für den Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Wechselstrom	15
Bild 8	— Messaufbau für den Kopplungswirkungsgrad zwischen sendenden und empfangenden Spulen	17
Bild 9	— Messaufbau für den Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen Leistung sendenden und empfangenden Antennen.....	18
Bild 10	— Halbleiterbauteile bei Leistungsübertrager und -empfänger	19

Bild 11 — Halbwellen-Gleichrichter und Eingangs-/Ausgangswellenform	20
Bild 12 — Vollwellen-Gleichrichter und Eingangs-/Ausgangswellenform.....	20
Bild 13 — Dioden-Brückengleichrichter und RC-Glättungsschaltungen	21
Bild 14 — Beispiel für Tiefsetzsteller (Buck converter) und Hochsetzsteller (Boost converter)	21
Bild 15 — Beispiel einer Ersatzschaltung und eines rechteckigen Wechselstrom-Ausgangssignals	22
Bild 16 — Blockschaltbild eines VGA	23
Bild 17 — 3-dB-Bandbreite	23
Bild 18 — P1dB, MDS und dynamischer Eingangsbereich eines Verstärkers mit variabler Verstärkung	24
Bild B.1 — Feldregionen für elektromagnetisch kurze Antennen.....	26

Tabellen

Tabelle 1 — Formelzeichen und Abkürzungen	9
Tabelle 2 — Beispiel für Spezifikationsvordrucke: Klassifizierung der Verfahren zur drahtlosen Leistungsübertragung und der Entfernung nach Produkten und Leistungsaufnahme.....	10
Tabelle 3 — Beispiel eines Spezifikationsvordrucks für eine Gleichrichterdiode	19
Tabelle 4 — Beispiel eines Spezifikationsvordrucks für einen Tiefsetz-Gleichspannungswandlers.....	21
Tabelle 5 — Beispiel für Spezifikationsvordrucke für einen Wechselrichter	22

Halbleiterbauelemente – Halbleiterbauelemente für die drahtlose Leistungsübertragung und Ladung – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Festlegungen

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 63244 enthält allgemeine Anforderungen und Festlegungen für Halbleiterbauelemente zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Systemen für die drahtlose Leistungsübertragung und Ladung. In Bezug auf die Beurteilung der Leistungsfähigkeit umfasst dieser Teil Charakterisierungsparameter und Symbole, allgemeine Systemdiagramme sowie Prüfaufbauten und -bedingungen ab. Dieser Teil enthält zudem normative Verweisungen, Begriffe und Klassifizierungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62969-2, *Semiconductor devices – Semiconductor interface for automotive vehicles – Part 2: Efficiency evaluation methods of wireless power transmission using resonance for automotive vehicles sensors*

IEC 63028, *Wireless Power Transfer – AirFuel Resonant Baseline System Specification (BSS)*

IEC CISPR 11, Ed. 6 / Amendment 2 / Fragment 1, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement – Requirements for air-gap wireless power transfer (WPT)*

IEC 60748-3, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 3: Analogue integrated circuits*

IEC 60747-2, *Semiconductor devices – Part 2: Discrete devices – Rectifier diodes*

IEC 60747-16-1, *Semiconductor devices – Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12 h cycle)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60794-10, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 10: Mechanical shock*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 61967-3, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 3: Measurement of radiated emissions - Surface scan method*

IEC 61967-6, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 6: Measurement of conducted emissions - Magnetic probe method*

IEC 62132-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 4: Direct RF power injection method*

IEC 62132-9, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 9: Measurement of radiated immunity - Surface scan method*

3 Benennungen und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Begriffe

Die folgenden Begriffe sind in Allgemeine Terminologie, Terminologie für die nahfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung und Terminologie für die fernfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung unterteilt.

3.1.1 Allgemeine Terminologie

3.1.1.1

drahtlose Energieübertragung (WET)

Übertragung elektrischer, optischer, akustischer und anderer Arten von Energie von einer Quelle an eine elektrische Last über elektrische und/oder magnetische Felder, elektromagnetische Wellen, Schallwellen usw.

3.1.1.2

drahtlose Leistungsübertragung (WPT; en: wireless power transfer)

Übertragung von elektrischer Energie von einer Stromquelle an eine elektrische Last über elektrische und/oder magnetische Felder oder elektromagnetische Wellen

[QUELLE: CISPR 11]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „drahtloser Stromtransport“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet.

3.1.1.3

Leistungsempfänger (PRx)

Bauelement, das elektrische Leistung von einem oder mehreren übertragenden Bauelementen empfängt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „Energie empfangende Einheit (PRU; en: power receiving unit)“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet. In CISPR 11 wird auch der Begriff „Sekundärgerät“ verwendet.

3.1.1.4

Leistungsübertrager (PTx)

Bauelement, das elektrische Leistung zu einem oder mehreren empfangenden Bauelementen sendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „Energie sendende Einheit (PTU; en: power transmitting unit)“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet. In CISPR 11 wird auch der Begriff „Primärgerät“ verwendet.

3.1.2 Terminologie für die nahfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung

3.1.2.1

Leistung empfangende Spule

Leistung empfangender gewickelter Induktor, der durch ein zeitveränderliches Magnetfeld von einer oder mehreren Leistung sendenden Spulen induziert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „Sekundärspule“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet. In IEC 62969-2 wird auch der Begriff „Resonator-Empfängerspule“ verwendet.

3.1.2.2

Leistung sendende Spule

Leistung sendender gewickelter Induktor, der bei einer oder mehreren Leistung empfangenden Spulen eine Spannung induziert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „Primärspule“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet. In IEC 62969-2 wird auch der Begriff „Resonator-Sendespule“ verwendet.

3.1.2.3

nahfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung (NF WPT)

drahtlose Übertragung elektrischer Leistung von einem oder mehreren Leistungsübertragern an einen oder mehrere Leistungsempfänger, der bzw. die sich innerhalb eines induzierten Magnetfelds oder elektrischen Feldes befindet bzw. befinden

3.1.2.4

magnetfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung (MF WPT)

drahtlose Übertragung elektrischer Leistung von einem oder mehreren Leistungsübertragern an einen oder mehreren Leistungsempfänger, der bzw. die sich innerhalb eines induzierten Magnetfelds befindet bzw. befinden

3.1.2.5

nicht-resonanter Modus der magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragung

drahtlose Übertragung elektrischer Leistung zwischen einem oder mehreren Leistung sendenden gewickelten Induktoren und einem oder mehreren Leistung empfangenden gewickelten Induktoren mittels eines induzierten Magnetfeldes ohne Resonanz

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „induktive drahtlose Stromübertragung“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet.

3.1.2.6

resonanter Modus der magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragung

drahtlose Übertragung elektrische Leistung zwischen einem oder mehreren Leistung sendenden gewickelten Induktoren und einem oder mehreren Leistung empfangenden gewickelten Induktoren mittels eines induzierten Magnetfeldes mit Resonanz

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein System mit vier gewickelten Induktoren verfügt über einen gewickelten Quellinduktor, zwei gewickelt Resonanz-Induktoren und einen gewickelten Lastinduktor. Ein System mit zwei gewickelten Induktoren verfügt nur über zwei gewickelte Resonanz-Induktoren.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der alternative Begriff „drahtlose Magnetresonanz-Stromübertragung“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet.

3.1.2.7

drahtlose Leistungsübertragung basierend auf elektrischen Feldern (EF WPT)

drahtlose Übertragung elektrischer Leistung von einem oder mehreren Leistungsübertragern an einen oder mehrere Leistungsempfänger, der bzw. die sich innerhalb eines induzierten elektrischen Felds befindet bzw. befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „kapazitive drahtlose Stromübertragung“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet.

3.1.2.8

Resonanzfrequenz (f_R)

bestimmte mitschwingende Frequenz, die durch die Induktivität des gewickelten Induktors und die Kapazität des entsprechenden Kondensators im resonanten Modus der magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragung bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: AirFuel verwendet $6,78 \text{ MHz} \pm 15 \text{ kHz}$ als eine Resonanzfrequenz.

3.1.2.9

Kopplungskoeffizient (k)

Koeffizient der den Grad der Magnetkopplung zwischen zwei Spulen angibt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der alternative Begriff „Kopplungsfaktor“ wird ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet, und der Kopplungskoeffizient ist größer gleich 0 und kleiner als 1.

3.1.2.10

höchste gekoppelte Entfernung

optimale Entfernung zwischen einer oder mehreren Leistung sendenden Spulen und einer oder mehreren Leistung empfangenden Spulen, bei der die maximale drahtlose Leistungsübertragung erreicht wird

3.1.2.11

locker gekoppelte Entfernung

Entfernung, die länger ist als die höchste gekoppelte Entfernung, bei der eine geringere Magnetkopplung erreicht wird, da zwischen einer oder mehreren Leistung sendenden Spulen und einer oder mehreren Leistung empfangenden Spulen kein vollständiger magnetischer Fluss erreicht wird

3.1.2.12

übermäßig gekoppelte Entfernung

Entfernung, die näher als die höchste gekoppelte Entfernung ist, bei der eine geringere Magnetkopplung erreicht wird, da die Bildung eines magnetischen Flusses durch den Effekt der Antiresonanz behindert wird

3.1.2.13

eng gekoppeltes System

System zur magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragung mit einem Kopplungskoeffizienten von etwa 1, das einen magnetischen Kern in den Leistung sendenden und den Leistung empfangenden Spulen verwendet

3.1.2.14

Nahbereich der magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragung

Bereich der drahtlosen Leistungsübertragung der magnetfeldbasierten WPT mit einer Entfernung von höchstens 1 cm zwischen einem oder mehreren Leistungsübertragern und einem oder mehreren Leistungsempfängern

3.1.2.15

effektiver Bereich der magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragung

Bereich der drahtlosen Leistungsübertragung der magnetfeldbasierten WPT, der eine Entfernung von höchstens der Größe des Umfangs der empfangenden Spule zwischen einem oder mehreren Leistungsübertragern und einem oder mehreren Leistungsempfängern hat

3.1.3 Terminologie für die fernfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung

3.1.3.1

Leistung sendende Antenne

metallische(r) Leiter, der bzw. die mittels einer sich durch die Luft ausbreitenden elektromagnetischen Welle elektrische Leistung überträgt bzw. übertragen

3.1.3.2

Leistung empfangende Antenne

metallische(r) Leiter, der bzw. die von einer Leistung sendenden Antenne mittels einer sich durch die Luft ausbreitenden elektromagnetischen Welle elektrische Leistung erhält bzw. erhalten

3.1.3.3

drahtlose Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen (EMW WPT)

drahtlose Übertragung elektrischer Leistung von einer oder mehreren Leistung sendenden Antennen an eine oder mehrere Leistung empfangende Antennen mittels der Abstrahlung elektromagnetischer Wellen

3.1.3.4

fernfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung (FF WPT)

Übertragung elektrischer Leistung von einem Leistungsübertrager an einen oder mehrere Leistungsempfänger mittels einer abstrahlenden elektromagnetischen Welle

3.1.3.5

Leistungsübertragungsfrequenz (f_{PT})

Frequenz, bei der die drahtlose Leistung übertragen und empfangen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die alternativen Begriffe „Grundfrequenz“, „Mittelfrequenz“ oder „Betriebsfrequenz“ werden ebenfalls häufig in technischen Unterlagen verwendet.

3.1.3.6

Nahbereich der drahtlosen Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen

Entfernung der Leistungsübertragung bis zu 5 m von einem oder mehreren Leistungsübertragern zu einem oder mehreren Leistungsempfängern

3.1.3.7

mittlerer Bereich der drahtlosen Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen

Entfernung der Leistungsübertragung bis zu 10 m von einem oder mehreren Leistungsübertragern zu einem oder mehreren Leistungsempfängern

Anmerkung 1 zum Begriff: In **CISPR 11** wird auch der alternative Begriff „lokal“ verwendet.

3.1.3.8

lokal

in unmittelbarer Nähe und Entfernungen von bis zu 10 m

[QUELLE: **CISPR 11**]

3.1.3.9

weiter Bereich der drahtlosen Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen

Entfernung der Leistungsübertragung von mehr als 10 m von einem oder mehreren Leistungsübertragern zu einem oder mehreren Leistungsempfängern

3.2 Symbole und Abkürzungen

Die folgenden Formelzeichen und Abkürzungen werden benutzt, wie in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Formelzeichen und Abkürzungen

Benennungen	Formelzeichen	Abkürzungen
Allgemeine Benennungen und Parameter in Bezug auf die drahtlose Leistungsübertragung		
drahtlose Energieübertragung	–	WET
drahtlose Leistungsübertragung	–	WPT
Leistungsempfänger	–	PRx
Energie empfangende Einheit	–	PRU
Leistungsübertrager	–	PTx
Energie sendende Einheit	–	PTU
Allgemeine Benennungen und Parameter in Bezug auf die nahfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung		
magnetfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung	–	MF WPT
drahtlose Leistungsübertragung basierend auf elektrischen Feldern	–	EF WPT
nahfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung	–	NF WPT
Resonanzfrequenz	f_R	–
Kopplungskoeffizient oder Kopplungsfaktor	k	–
Allgemeine Benennungen und Parameter in Bezug auf die fernfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung		
drahtlose Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen	–	EMW WPT
fernfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung	–	FF WPT
Leistungsübertragungsfrequenz	f_{PT}	–

4 Klassifizierung

Die Technologie der drahtlosen Energieübertragung wird, wie in **Bild 1** dargestellt, klassifiziert. Eine Energie kann drahtlos über elektrische und/oder magnetische Felder, elektromagnetische Wellen, Schallwellen usw. übertragen werden.

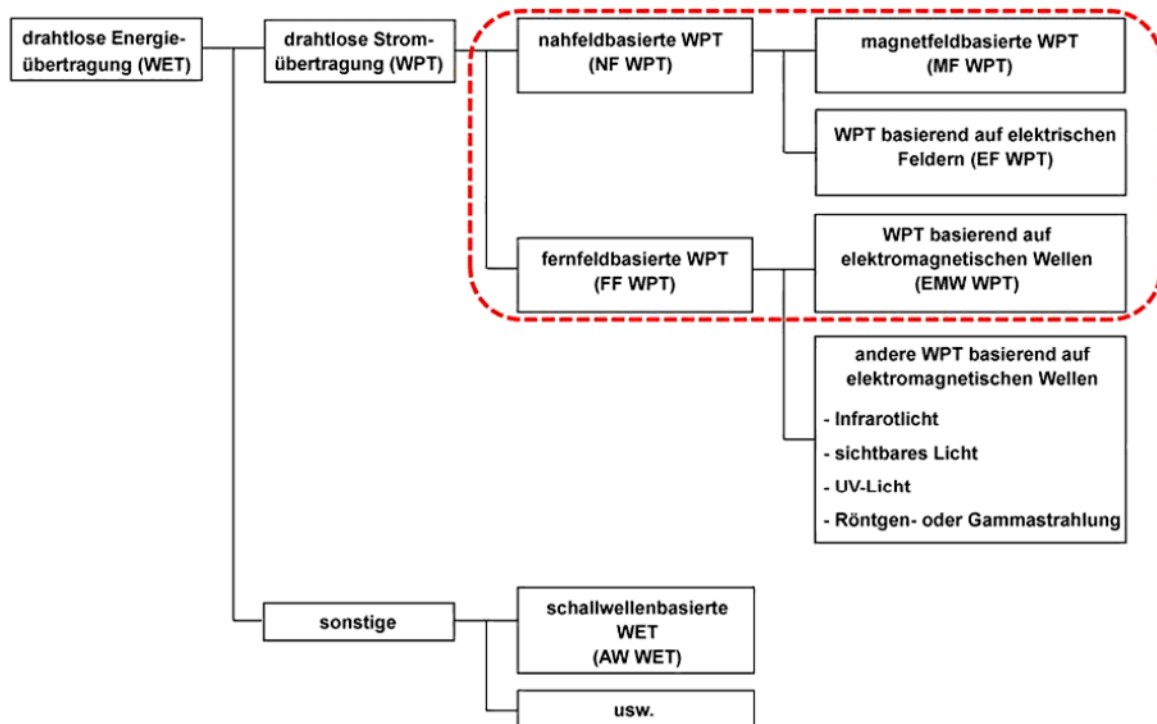


Bild 1 — Klassifizierung der Technologien drahtloser Energieübertragung

ANMERKUNG Die rot gestrichelte rechteckige Linie zeigt kommerzialisierte WPT-Technologien an.

Beispiele für Spezifikationsvordrucke müssen, wie in Tabelle 2 dargestellt, aufgeführt werden. Produkte in Bezug auf die Leistungsaufnahme, die Verfahren zur drahtlosen Leistungsübertragung und die Entfernung der drahtlosen Leistungsübertragung in der Tabelle aufgeführt werden.

Tabelle 2 — Beispiel für Spezifikationsvordrucke: Klassifizierung der Verfahren zur drahtlosen Leistungsübertragung und der Entfernung nach Produkten und Leistungsaufnahme

Produkte	Leistungsaufnahme	Methoden und Distanz der drahtlosen Stromübertragung				
		MF WPT		EMW WPT		
		Näherungsbereich (≤ 1 cm)	Effektiver Bereich (≤ Größe des Durchmessers der empfangenden Spule)	Nahbereich (≤ 5 m)	mittlerer Bereich (≤ 10 m)	großer Bereich (10 m ≤)
Sensoren mit geringer Leistungsaufnahme drahtlose Kommunikation mit geringer Leistungsaufnahme (BLE)	≤ 10 mW					
Sensoren mit mittlerer Leistungsaufnahme drahtlose Kommunikation mit mittlerer Leistungsaufnahme (Zigbee)	≤ 500 mW					

Produkte	Leistungsaufnahme	Methoden und Distanz der drahtlosen Stromübertragung				
		MF WPT		EMW WPT		
		Näherungsbereich (≤ 1 cm)	Effektiver Bereich ($\leq$ Größe des Durchmessers der empfangenden Spule)	Nahbereich (≤ 5 m)	mittlerer Bereich (≤ 10 m)	großer Bereich (10 m $\leq$)
drahtloses Headset oder drahtlose Ohrhörer	≤ 1 W					
Smartphone	≤ 5 -10 W					
Tablet	≤ 15 W					
Laptop	≤ 50 W					
Haushaltsgeräte oder Beleuchtungen mit geringer Leistungsaufnahme	≤ 100 W					
Küchengeräte						
Elektrofahrzeuge mit geringer Leistungsaufnahme	≤ 1 kW					
Elektrofahrzeuge mit mittlerer Leistungsaufnahme	$\leq 7,7$ kW					
Elektrofahrzeuge mit hoher Leistungsaufnahme	≤ 22 kW					
Automatisierte Werkstransportsysteme, -bahnen und -elektrobusse	> 22 kW					

ANMERKUNG Produkte, Leistungsaufnahme und Distanz der drahtlosen Stromübertragung können hinzugefügt und geändert werden.

5 Prüfpunkte für Zuverlässigkeit

Alle vom Hersteller vorgeschlagene Prüfbedingungen und zu prüfende Punkte müssen in einer Tabelle oder einem Diagramm angegeben werden, wie beispielsweise in [Bild 2](#) dargestellt.

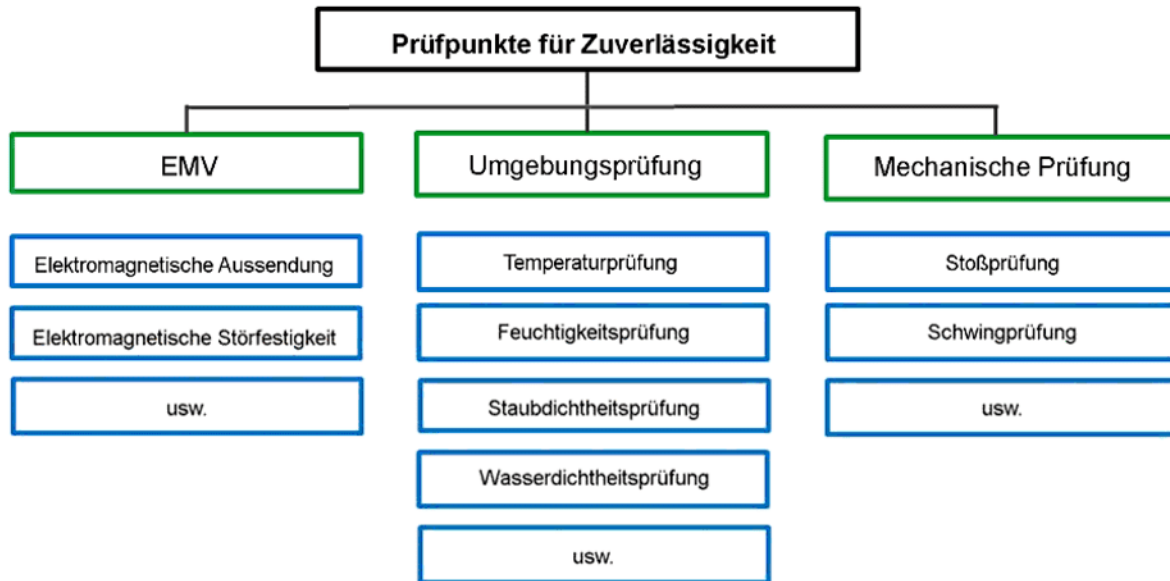


Bild 2 — Beispiel für Bedingungen und zu prüfende Punkte für die Zuverlässigkeitsprüfung

5.1 IP-Bemessung

Das Ergebnis der IP-Bemessung (en: Ingress Protection) eines drahtlosen Stromversorgungssystems und der Bauteile muss von einem Hersteller zur Verfügung gestellt werden, um für Benutzer die Wasser- und Staubdichtheit sicherzustellen.

Die Prüfung muss IEC 60529 entsprechen.

5.2 Temperaturprüfung

Die Temperatur für die Umgebung, tiefste und höchste, einschließlich für feuchte Wärme, und die Ergebnisse bei Temperaturwechsel eines drahtlosen Stromversorgungssystems und der Bauteile, müssen vom Hersteller bereitgestellt werden, um für Benutzer die Zuverlässigkeit in Bezug auf die Temperatur sicherzustellen.

Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2 und IEC 60068-2-14 durchgeführt werden.

5.3 Feuchtigkeitsprüfung

Das Ergebnis der Feuchtigkeitsprüfung eines drahtlosen Stromversorgungssystems und der Bauteile muss von einem Hersteller zur Verfügung gestellt werden, um für Benutzer Zuverlässigkeit in Bezug auf die Feuchtigkeit sicherzustellen.

Die Prüfung muss in einem Bereich von 5 % bis 95 % durchgeführt werden. Die Prüfung muss IEC 60068-2-30 entsprechen.

5.4 Mechanische Stoß- und Schwingungsprüfung

Das Ergebnis der mechanischen Schock-, Stoß- und Schwingungsprüfung eines drahtlosen Stromversorgungssystems und der Bauteile muss von einem Hersteller zur Verfügung gestellt werden, um für Benutzer Zuverlässigkeit in Bezug auf Schocks, Stöße und Schwingungen sicherzustellen.

Die Prüfung muss IEC 62262 und IEC 60749-10 entsprechen.

5.5 EMV-Prüfung

Die EMV-Prüfung der Halbleiterbauteile für die drahtlose Leistungsübertragung muss durchgeführt werden, um für Benutzer Zuverlässigkeit in Bezug auf die EMV sicherzustellen.

5.5.1 Elektromagnetische Störfestigkeit

Die elektromagnetische Störfestigkeit der Halbleiterbauteile im drahtlosen Stromübertragungssystem muss im Hinblick auf Leistungskriterien geprüft werden, um Fehlfunktionen und Schäden zu verhindern.

Die Prüfung muss IEC 62132-4 und IEC 62132-9 entsprechen.

5.5.2 Elektromagnetische Aussendung

Die elektromagnetische Aussendung der Halbleiterbauteile im drahtlosen Stromübertragungssystem muss im Hinblick auf Leistungskriterien geprüft werden, um Fehlfunktionen und Schäden zu verhindern.

Die Prüfung muss IEC 61967-3 und IEC 61967-6 entsprechen.

6 Punkte zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit

6.1 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad auf Systemebene der Leistungsübertragung setzt sich aus drei Wirkungsgraden auf Modulebene zusammen, wie dem Wirkungsgrad der Umrichtung des Leistungsübertragers, dem Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen Leistung sendenden und empfangenden Antennen oder Spulen und dem Wirkungsgrad der Umrichtung des Leistungsempfängers.

Drei Wirkungsgrade auf Modulebene müssen mittels Wirkungsgraden auf Bauteilebene berechnet werden.

6.1.1 Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse

Wirkungsgrade für die Leistungsumrichtung oder -übertragung in jeder Stufe müssen aus den Wirkungsgradschaltbildern, wie in Bild 3 und Bild 4 dargestellt, berechnet werden.

Bild 3 zeigt ein Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse eines magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragungssystems und Bild 4 zeigt ein Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse eines auf elektromagnetischen Wellen basierenden drahtlosen Leistungsübertragungssystems.

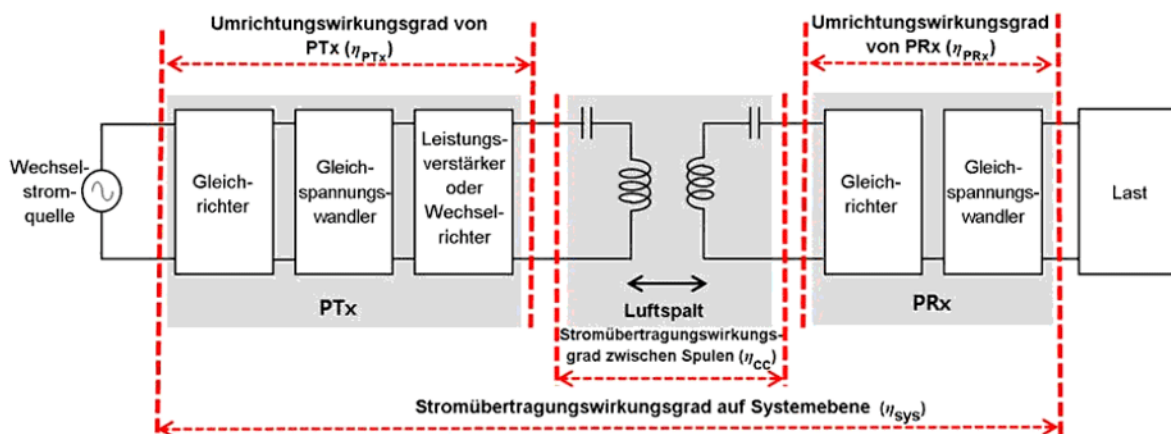


Bild 3 — Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse des MF-WPT-Systems

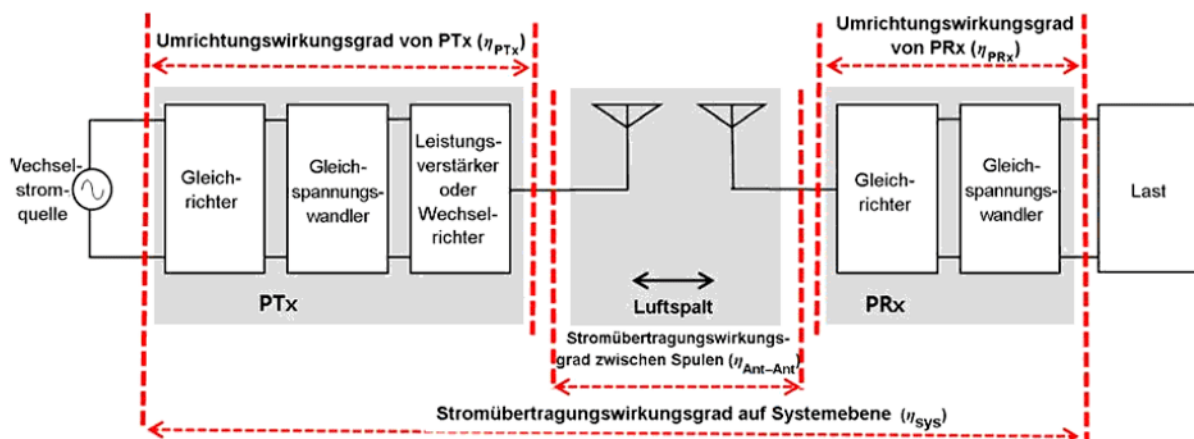


Bild 4 — Blockschaltbild für die Wirkungsgradanalyse des EMW-WPT-Systems

6.1.2 Wirkungsgrad auf Bauteilebene

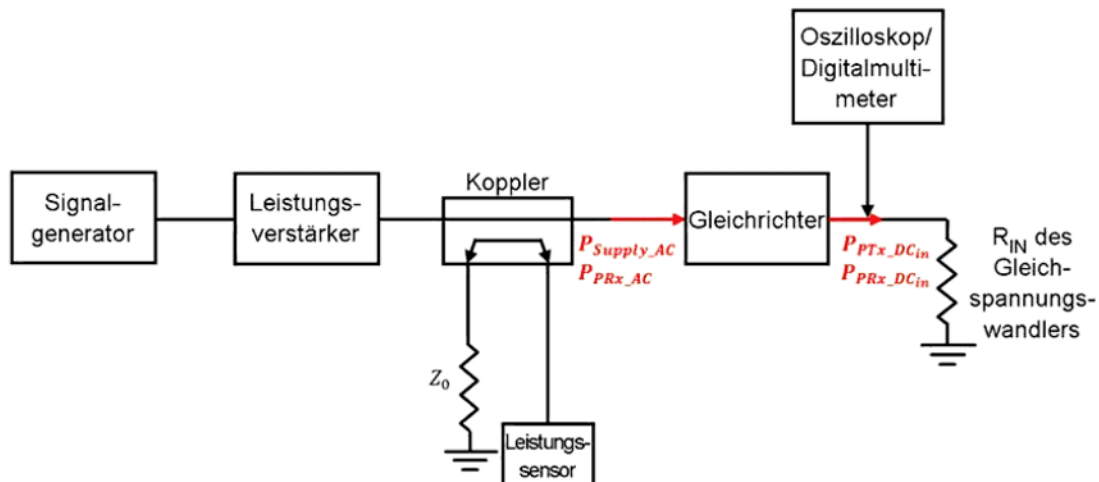
6.1.2.1 Wirkungsgrad der Umrichtung von Wechsel- zu Gleichstrom oder der Gleichrichtung

Im Leistungsübertrager und im Leistungsempfänger muss eine Gleichrichterschaltung zur Umwandlung von Wechsel- in Gleichspannung verwendet werden. Im Leistungsübertrager ist der versorgende Strom aus der Steckdose an der Wand Wechselspannung (von 100 bis 440 V und 50 bis 60 Hz je nach Land). Im Leistungsempfänger ist die von der empfangenden Spule oder Antenne empfangene Leistung ebenfalls Wechselspannung.

Der Wirkungsgrad der Umrichtung von Wechselstrom zu Gleichstrom oder der Gleichrichtung muss, wie in Gleichung (1) und (2) sowie in Bild 5 gezeigt, berechnet werden.

$$\eta_{PTx_rect} = \frac{P_{PTx_DCin}}{P_{Supply_AC}} \quad (1)$$

$$\eta_{PRx_rect} = \frac{P_{PRx_DCin}}{P_{PRx_AC}} \quad (2)$$



Legende

η_{PTx_rect}	Gleichrichtungswirkungsgrad des Leistungsübertragers
P_{PTx_DCin}	Eingangsleistung des Gleichspannungswandlers des Leistungsübertragers
P_{Supply_AC}	Eingangsleistung zum Gleichrichter des Leistungsübertragers
η_{PRx_rect}	Gleichrichtungswirkungsgrad des Leistungsempfängers
P_{PRx_DCin}	Eingangsleistung zum Gleichspannungswandler des Leistungsempfängers
P_{PRx_AC}	Eingangsleistung zum Gleichrichter des Leistungsempfängers

Bild 5 — Messaufbau für den Wirkungsgrad der Umrichtung von Wechsel- zu Gleichstrom oder der Gleichrichtung

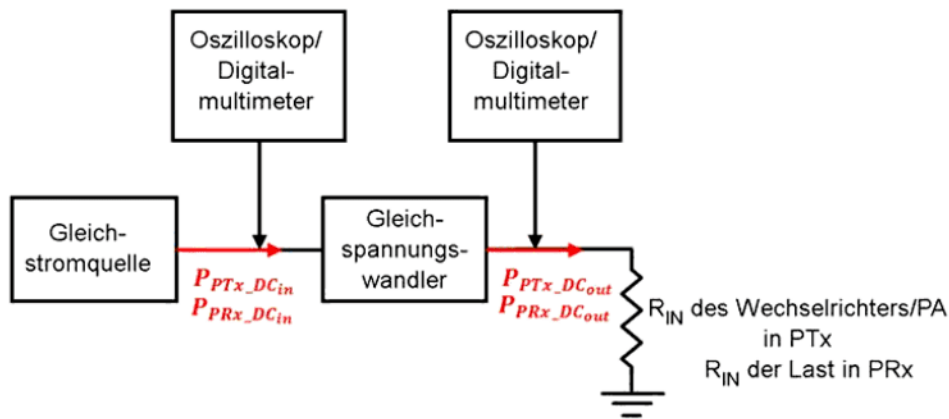
6.1.2.2 Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Gleichstrom

Im Leistungsübertrager und im Empfänger muss eine Schaltung zur Gleichspannungsumrichtung verwendet werden. Im Leistungsübertrager wird der gleichgerichtete Gleichstrom in Gleichstrom umgewandelt, der den erforderlichen Wert hat, um den Wechselrichter oder Leistungsverstärker anzutreiben. Im Leistungsempfänger wird der gleichgerichtete Gleichstrom aus dem Gleichrichter durch eine Last in Gleichstrom mit dem erforderlichen Wert umgewandelt.

Der Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Gleichstrom muss, wie in Gleichung (3) und (4) sowie in Bild 6 dargestellt, berechnet werden.

$$\eta_{PTx_DC} = \frac{P_{PTx_DCout}}{P_{PTx_DCin}} \quad (3)$$

$$\eta_{PRx_DC} = \frac{P_{PRx_DCout}}{P_{PRx_DCin}} \quad (4)$$



Legende

η_{PTx_DC}	Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Gleichstrom des Leistungsübertragers
P_{PTx_DCout}	Ausgangsleistung des Gleichspannungswandlers des Leistungsübertragers
P_{PTx_DCin}	Eingangsleistung des Gleichspannungswandlers des Leistungsübertragers
η_{PTx_DC}	Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Gleichstrom des Leistungsempfängers
P_{PTx_DCout}	Ausgangsleistung des Gleichspannungswandlers des Leistungsempfängers
P_{PTx_DCin}	Eingangsleistung zum Gleichspannungswandler des Leistungsempfängers

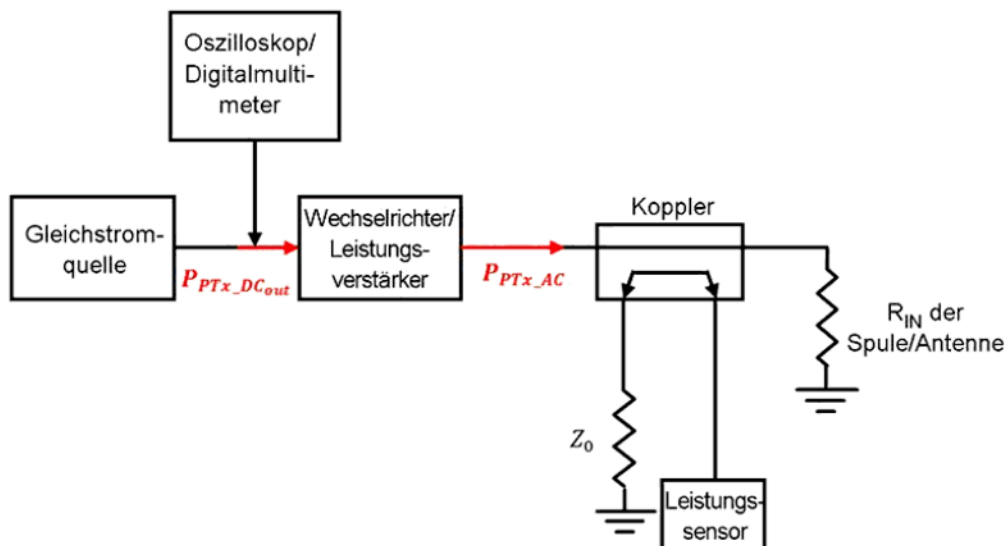
Bild 6 — Messaufbau für den Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Gleichstrom

6.1.2.3 Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Wechselstrom

Ein Wechselrichter oder ein Leistungsverstärker wird im Leistungsübertrager verwendet, um Gleichspannung in Wechselspannung umzuwandeln, und der umgerichtete oder verstärkte Wechselstrom wird zum Betrieb der Leistung sendenden Spule oder Antenne verwendet.

Der Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Wechselstrom muss, wie in Gleichung (5) und Bild 7 dargestellt, berechnet werden.

$$\eta_{DC_AC} = \frac{P_{PTx_AC}}{P_{PTx_DCout}} \quad (5)$$



Legende

η_{DC_AC}	Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Wechselstrom des Leistungsübertragers
P_{PTx_AC}	Ausgangsleistung des Wechselrichters oder Leistungsverstärkers des Leistungsübertragers
P_{PTx_DCout}	Gleichstromausgangsleistung und -eingangsleistung zum Wechselrichter oder Leistungsverstärker des Leistungsübertragers

Bild 7 — Messaufbau für den Wirkungsgrad der Umrichtung von Gleichstrom zu Wechselstrom

6.1.3 Wirkungsgrad auf Modulebene

6.1.3.1 Wirkungsgrad der Umrichtung des Leistungsübertragers

Die Wechselspannung aus der Steckdose an der Wand wird in eine Gleichspannung umgewandelt, dann wird die umgewandelte Gleichspannung in einen Gleichspannungswert umgewandelt, der von einem Wechselrichter im Leistungsübertrager benötigt wird.

Der Wirkungsgrad der Umrichtung des Leistungsübertragers muss, wie in Gleichung (6) sowie in Bild 3 und Bild 4 dargestellt, berechnet werden.

$$\eta_{PTx} = \eta_{PTx_rect} \cdot \eta_{PTx_DC} \cdot \eta_{DC_AC} = \frac{P_{PTx_DCin}}{P_{Supply_AC}} \cdot \frac{P_{PTx_DCout}}{P_{PTx_DCin}} \cdot \frac{P_{PTx_AC}}{P_{PTx_DCout}} \quad (6)$$

6.1.3.2 Wirkungsgrad der Umrichtung des Leistungsempfängers

Der Wechselstrom von der empfangenden Spule wird über einen Gleichrichter in Gleichstrom umgewandelt, dann wird der umgewandelte Gleichstrom durch eine Last im Leistungsempfänger in den benötigten Gleichstromwert umgewandelt.

Der Wirkungsgrad der Umrichtung des Leistungsempfängers muss, wie in Gleichung (7) sowie Bild 3 und Bild 4 dargestellt, berechnet werden.

$$\eta_{PRx} = \eta_{PRx_rect} \cdot \eta_{PRx_DC} = \frac{P_{PRx_DCin}}{P_{PRx_AC}} \cdot \frac{P_{PRx_DCout}}{P_{PRx_DCin}} \quad (7)$$

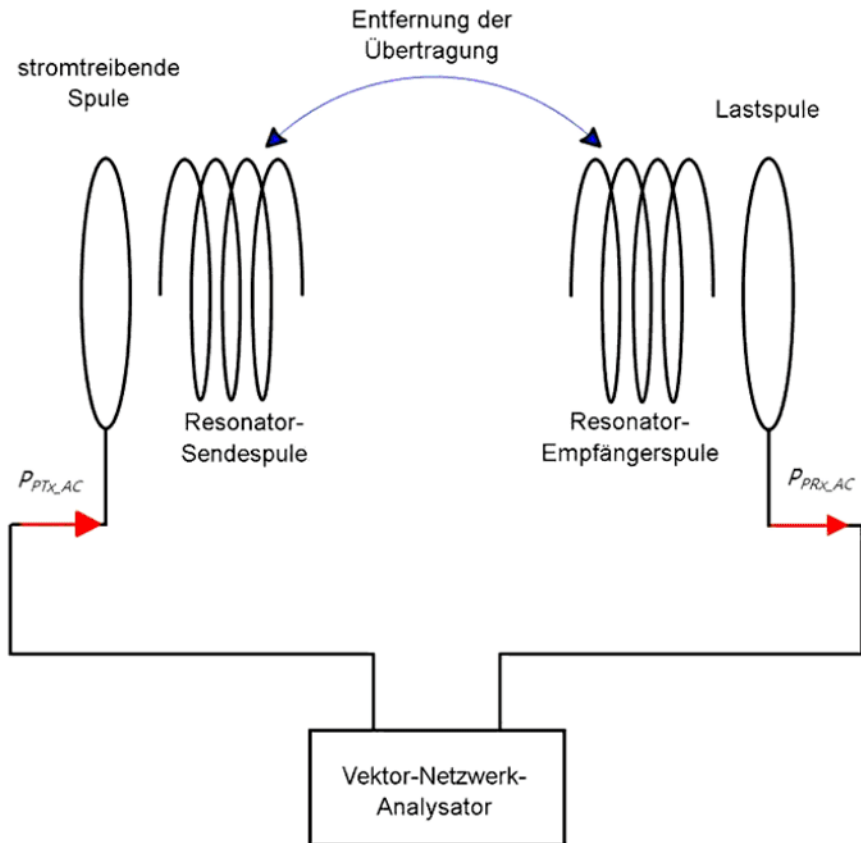
6.1.3.3 Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen sendenden und empfangenden Spulen oder Antennen

6.1.3.3.1 Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen sendenden und empfangenden Spulen

Eine Spule/Spulen muss bzw. müssen zur Übertragung der Leistung drahtlos im Leistungsübertrager und im Leistungsempfänger für die magnetfeldbasierte drahtlose Leistungsübertragung verwendet werden. Bei den Kombinationen der Spulen kann es sich je nach Anwendung um ein System mit zwei oder vier Spulen handeln.

Der Wirkungsgrad der Stromübertragung muss durch Messung des S-Parameters mittels eines Vektor-Netzwerk-Analysators (VNA) bestimmt werden. Der Wirkungsgrad der Stromübertragung muss, wie in Gleichung (8) und Bild 8 dargestellt, berechnet werden. [QUELLE: IEC 62969-2]

$$\eta_{cc} = \frac{P_{PRx_AC}}{P_{PTx_AC}} = |S_{21}|^2 \quad (8)$$



Legende

η_{cc}	Kopplungswirkungsgrad zwischen Leistungsübertrager und -empfänger
P_{PTx_AC}	Ausgangsleistung des Gleichrichters oder Leistungsverstärkers des Leistungsübertragers
P_{PRx_AC}	Eingangsleistung zum Gleichrichter des Leistungsempfängers

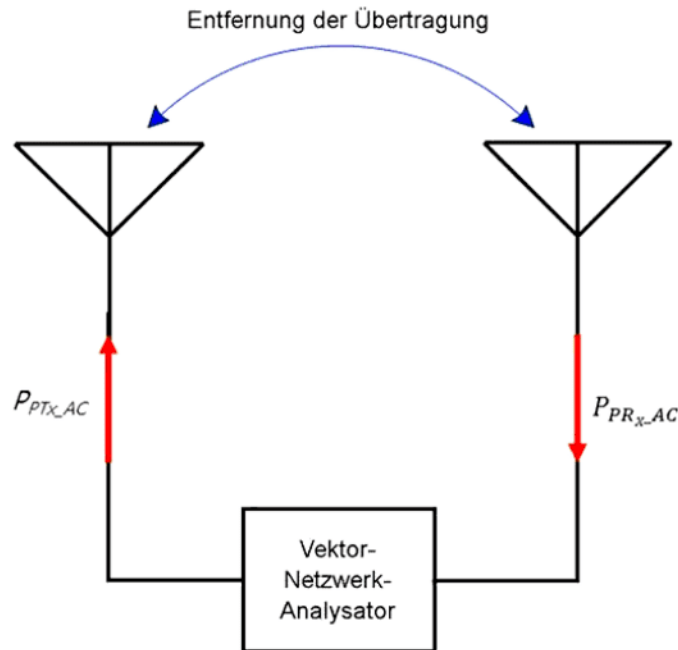
Bild 8 — Messaufbau für den Kopplungswirkungsgrad zwischen sendenden und empfangenden Spulen

6.1.3.3.2 Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen Leistung sendenden und empfangenden Antennen

Eine Antenne/Antennen muss bzw. müssen zur drahtlosen Übertragung der Leistung im Leistungsübertrager und im -empfänger für die drahtlose Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen verwendet werden. Bei der im Leistungsübertrager und im -empfänger verwendeten Antenne kann es sich um eine Einzelantenne oder eine Gruppenantenne handeln.

Der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung von Antenne zu Antenne muss unter Verwendung der empfangenen Antennenleistung berechnet werden, die mit der Friis-Gleichung, wie in Gleichung (9) und Bild 9 dargestellt, berechnet wird.

$$\eta_{Ant_Ant} = \frac{P_{PRx_AC}}{P_{PTx_AC}} = \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R)^2} \quad (9)$$



Legende

G_t	Verstärkung der sendenden Antenne
G_r	Verstärkung der empfangenden Antenne
λ	Wellenlänge
R	Entfernung zwischen den Antennen
η_{Ant_Ant}	Wirkungsgrad der Übertragung zwischen Leistungsübertrager und -empfänger
P_{PTx_AC}	Ausgangsleistung des Wechselrichters oder Leistungsverstärkers Leistungsübertragers
P_{PRx_AC}	Eingangsleistung zum Gleichrichter des Leistungsempfängers

Bild 9 — Messaufbau für den Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen Leistung sendenden und empfangenden Antennen

6.1.4 Wirkungsgrad der Leistungsübertragung auf Systemebene

Der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung auf Systemebene wird dargestellt durch das Leistungsverhältnis zwischen der an eine Last gelieferten Gleichstromeingangsleistung und der von einer Steckdose an der Wand gelieferten Wechselstromausgangsleistung. Der Systemwirkungsgrad kann durch alle Bauteile und Verluste im System beeinflusst werden.

Der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung auf Systemebene eines magnetfeldbasierten drahtlosen Leistungsübertragungssystems muss, wie in Gleichung (10) dargestellt, berechnet werden.

$$\begin{aligned}
 \text{System – level power transfer effieicncy} &= (\text{Conversion efficiency of the power transmitter}) \\
 &\quad \bullet (\text{Power transfer efficiency between transmitting and receiving coils}) \\
 &\quad \bullet (\text{Conversion efficiency of the power receiver}) \\
 &= \eta_{PTx} \cdot \eta_{cc} \cdot \eta_{PRx} \\
 &= \frac{P_{PTx_AC}}{P_{Supply_AC}} \cdot \frac{P_{PRx_AC}}{P_{PTx_AC}} \cdot \frac{P_{PRx_DCout}}{P_{PRx_AC}}
 \end{aligned} \tag{10}$$

Der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung auf Systemebene eines Systems zur drahtlosen Leistungsübertragung basierend auf elektromagnetischen Wellen muss, wie in Gleichung (11) dargestellt, berechnet werden.

$$\begin{aligned}
 \text{System – level power transfer effieicncy} &= (\text{Conversion efficiency of the power transmitter}) \\
 &\quad \bullet (\text{Power transfer efficiency between transmitting and receiving antennas}) \\
 &\quad \bullet (\text{Conversion efficiency of the power receiver}) \\
 &= \eta_{PTx} \cdot \eta_{Ant_Ant} \cdot \eta_{PRx} \\
 &= \frac{P_{PTx_AC}}{P_{Supply_AC}} \cdot \frac{P_{PRx_AC}}{P_{PTx_AC}} \cdot \frac{P_{PRx_DCout}}{P_{PRx_AC}}
 \end{aligned} \tag{11}$$