

APPLICATION NOTE

ANP014 | Kabellose Energieübertragung Die Spulen als zentrale Bauelemente



Jörg Hantschel

1. EINLEITUNG

Warum gewinnt gerade jetzt die kabellose Energieübertragung so an Bedeutung, obwohl das technische Prinzip schon über 120 Jahre alt ist? Das Nutzerverhalten von Smartphone und Tablet-Besitzern hat sich in den letzten Jahren dramatisch verändert. Always online durch soziale Netzwerke, Push E-Mail, Spiele, große Displays, schnelle Prozessoren und HD Graphik führen dazu, dass der Nutzer mit einer Batterieladung seines Gerätes kaum über den Tag kommt. Kabellose Ladeangebote an öffentlichen Plätzen bieten hier eine sehr kundenfreundliche Lösung für dieses Problem. Während eines Restaurantbesuches kann z.B. das Smartphone bequem geladen werden, indem es einfach auf den entsprechenden Platz auf dem Tisch gelegt wird. Voraussetzung ist natürlich, dass das Gerät die passende kabellose Ladetechnik integriert hat. Weitere nötige Erfolgsfaktoren sind einfache und bequeme Bedienung für den Nutzer sowie eine Ladeperformance (Ladezeit, Effizienz), die vergleichbar mit der herkömmlichen drahtgebundenen Technologie ist.

Auch getrieben durch den Beitritt von Apple zum Wireless Power Consortium (WPC) hat sich die Technik, speziell im Smartphonebereich, etabliert. Daneben werden viele verschiedene Anwendungen in weiten Bereichen der Industrie folgen. In der Medizintechnik, wo durch sehr aggressive Desinfektionsmittel Ladekontakte angegriffen werden, können Geräte vollständig verkapselt werden, wenn kabellose Ladetechnik eingebaut wird. Auch im Industriebereich bei schmutzigen, staubigen oder explosionsgefährdeten Umgebungen bietet kabellose Energieversorgung die Lösung für viele Probleme, die heute in Geräten mit Ladekontakten auftreten.

Die Entwicklung im Bereich von autonomen mobilen Fahrzeugen in der Industrie (AMR, AGV) sowie den Elektroautos lässt erwarten, dass die Technologie auch hier für höhere Leistungsklassen (bis 11kW) Einzug finden wird.

2. DIE STANDARDS FÜR KABELLOSE ENERGIE-ÜBERTRAGUNG (STAND 5/2026)

Der Erfolg dieser Lösungen hängt natürlich vom Einhalten eines Standards auf der Sender- und Empfängerseite ab. Nur wenn gewährleistet ist, dass das Gerät herstellernunabhängig an jeder dem Standard entsprechenden Ladestation problemlos geladen werden kann, wird sich das System im Markt durchsetzen.

Welche Standardansätze gibt es und welche Technik steckt dahinter?

2.1 Close coupled Qi Standard - Wireless Power Consortium (WPC) (Stand 2026)



- Energieübertragung mit induktiver Kopplung über kurze Distanz (mm Bereich).
- Sender (Tx) und Empfänger (Rx) -spulen sind induktive gekoppelte Spulen.
- Das Magnetfeld ist konzentriert in dem schmalen Bereich zwischen Sende- und Empfängerspule.
- Jeder Sender kann nur einen Empfänger bedienen
- Frequenzbereich 100 – 360 kHz.
- Spulenformen: gewickelt auf Ferrit oder gedruckt auf Leiterplatte.
- Heute (5/2026) hat das WPC drei Leistungsprofile im Bereich der Smartphones festgelegt
 - **Baseline Power Profile (BPP):**
Unterstützt bis zu 5 W.
 - **Extended Power Profile (EPP):**
Unterstützt bis zu 15 W.
 - **Magnetic Power Profile (MPP / Qi2):**
Bietet bis zu 25 W (in zukünftigen Versionen bis zu 50 W geplant).

- **KI-Standard für kabellose Küchengeräte:**
 - Leistung 100 W bis zu 2,2 kW
 - Erste Geräte sollen 2026 in den Markt kommen
- **Standard für mittlere Leistung:** Das WPC arbeitet auch an einem zukünftigen Standard für Geräte oder Fahrzeuge (Laptop, Drohnen, E-Scooter) im Bereich 30 – 200 W

2.2 Loosely coupled (magnetic resonance) – Airfuel Alliance



- Ladeprinzip Magnetische Resonanz: Dabei stellt ein Sendeschwingkreis bei einer Resonanzfrequenz die Energie zur Verfügung. Entsprechend auf die Resonanzfrequenz abgestimmte Empfänger können die Energie übernehmen.
- Größerer Abstand in z-Richtung (50 mm) und keine genaue Positionierung des Empfängers nötig.
- Ein Sender kann mehrere Empfänger gleichzeitig versorgen.
- Frequenzbereiche: Energie 6,78 MHz (ISM Band), Daten 2,4 GHz (LP Bluetooth).
- . Noch keine kommerziellen Produkte im Markt.
- Keine Kompatibilität mit Qi Standard vom WPC
- Es gibt zwei Leistungsklassen:
 - **AirFuel Resonant:** Ermöglicht das gleichzeitige Laden mehrerer Geräte auf einer Fläche mit Leistungen bis zu 50 W.
 - **AirFuel RF:** Spezialisiert auf sehr niedrige Leistungen (mW bis wenige W) über größere Distanzen für IoT-Sensoren und Wearables.

2.3 NFC Forum

- **NFC Wireless Charging (WLC):** Ein Standard des NFC Forums für extrem kompakte Geräte (z. B. Stylus-Stifte, Tracker, elektronische Preisschilder im Supermarkt) mit Leistungen von meist unter 1 W bis zu 3 W.
- Energieübertragung durch Standard NFC Antennen und Chipsätze.

- Die NFC Wireless Charging 2.0 Spezifikation hat kürzlich den Final Draft für Internationale Standards(FDIS) in ISO erreicht und wird demnächst von der International Electrotechnical Commission (IEC) / Technical Committee 100 adaptiert werden und damit weltweit als Teil des IEC Standard 63652 angenommen werden.

2.4 Standard für Elektroautos (EV)

Für das Laden von Elektrofahrzeugen (EV) existieren spezifische Normenreihen, die den Bereich bis 11 kW (und darüber hinaus) definieren.

- **SAE J2954:** Der führende Standard der [SAE International](#) für PKW.
 - **WPT1:** Bis zu 3,7 kW.
 - **WPT2:** Bis zu 7,7 kW.
 - **WPT3:** Bis zu 11 kW.
- **IEC 61980:** Eine internationale Normenreihe (oft als **EN IEC 61980** übernommen), die allgemeinen Anforderungen und Kommunikationsprotokolle für WPT-Systeme bei Elektrofahrzeugen festlegt.

Bei den EV sind z.Z. (2026) kommerziell noch keine Fahrzeuge im Markt, die dem Standard folgen. Die Industrie konzentriert sich auf Ladesäulen mit Kabel. Zunehmende Schäden durch z.B. Vandalismus und die mechanische Robustheit von WPT Lösungen (Sendespule unter dem Teer) könnten zu einem Umdenken führen. Allerdings müssten dazu auch die EV-Hersteller aus Asien ins Boot geholt werden.

Daneben gibt es heute eine Vielzahl von kundenspezifischen Lösungen mit unterschiedlichen Leistungen im Markt. Energieversorgung von industriellen Geräten und das Laden von größeren Batterien sind die hauptsächlichen Anwendungsgebiete. Dabei handelt es sich meist um induktive Lösungen mit kleinen und mittleren Stückzahlen, die untereinander nicht kompatibel sind und eigene Zulassungen erfordern.

3. DAS QI-SYSTEM

Wie ist das Gesamtsystem der induktiven Lösung nach dem Qi Standard des WPC aufgebaut?

Bei der Qi Lösung des WPC stellt der Sender in der Low Power Klasse an der Sendespule 5 W zur Verfügung.

APPLICATION NOTE

ANP014 | Kabellose Energieübertragung – Die Spulen als zentrale Bauelemente

Über ein Power Management Protokoll kommunizieren Sender und Empfänger miteinander (Abbildung 1).

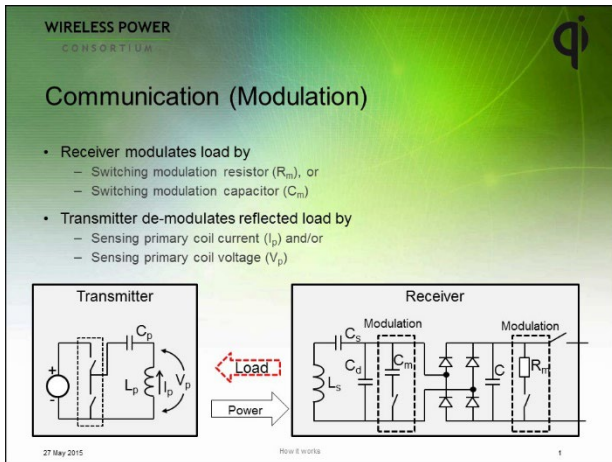


Abbildung 1: Prinzip nach dem Qi Standard des WPC.

Dies geschieht über die Spulen bei der Betriebsfrequenz von 100 – 360 kHz. Der Empfänger fordert die benötigte Energie beim Sender an und der Sender stellt sie zur Verfügung. Die Energieübertragung wird über das Power Management ständig überwacht und angepasst. Benötigt der Empfänger keine weitere Energie geht das System in einen Stand-by-Modus.

Für den Geräteentwickler bieten die Halbleiterhersteller entsprechende Evaluierungskits und Referenz-designs an. Als Beispiel hier ein Bild des Receiverboards WPR1500-HVMPP von NXP (Abbildung 2). Die für die Anwendung passenden Receiverspulen sind aus dem Produktspektrum von Würth Elektronik erhältlich.

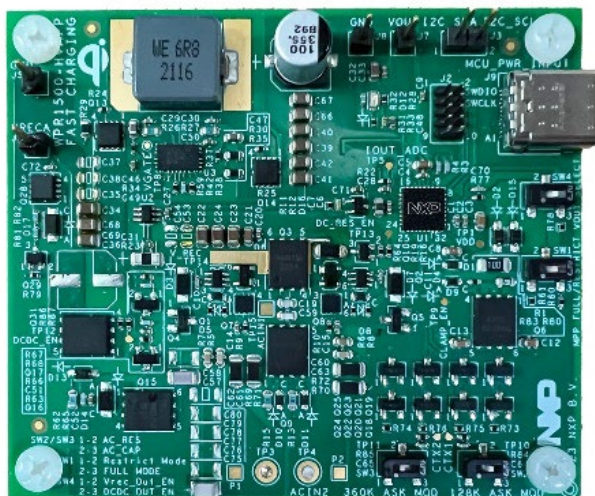


Abbildung 2: Receiverboard WPR1500-HVMPP von NXP.

Den Sender- und Empfänger-spulen kommt in den induktiven Lösungen eine zentrale Bedeutung zu, da sie über eine möglichst verlustfreie, optimale Energie-übertragung entscheiden. Die Auswahl der Spulen und die Art der Positionierung von Sende- und Empfangsspulen haben einen großen Einfluss auf die Effizienz der Energieübertragung.

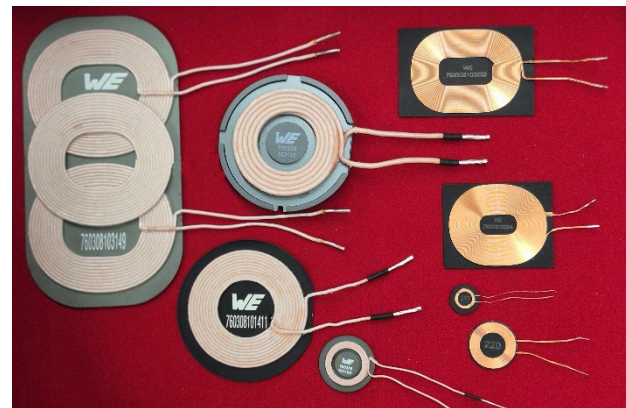


Abbildung 3: Auswahl von Sende- und Empfangsspulen nach dem Qi Standard des WPC.

4. EINFLUSSFAKTOREN FÜR DIE SPULEN

Eine Reihe von Einflussfaktoren entscheiden über eine möglichst verlustfreie Energieübertragung.

4.1 Platzierung der Spulen

Sind die Sende- und Empfangsspulen nicht korrekt zueinander platziert, so kommt es zu Verlusten.

Man unterscheidet laterale, verkantete und vertikale Fehlausrichtung (Abbildung 4). Die gute Kopplung und verlustminimierte Energieübertragung hängt von der maximalen wirksamen Fläche der Empfängerspule im Magnetfeld der Sendespule und vom geringen Abstand in z-Richtung ab. Ist die Empfängerspule ohne Verkantung mit der Sendespule zentriert und der Abstand in z Richtung möglichst gering, so entstehen minimale Verluste durch die Kopplung. Ideal ist ein Kopplungsfaktor von 1.

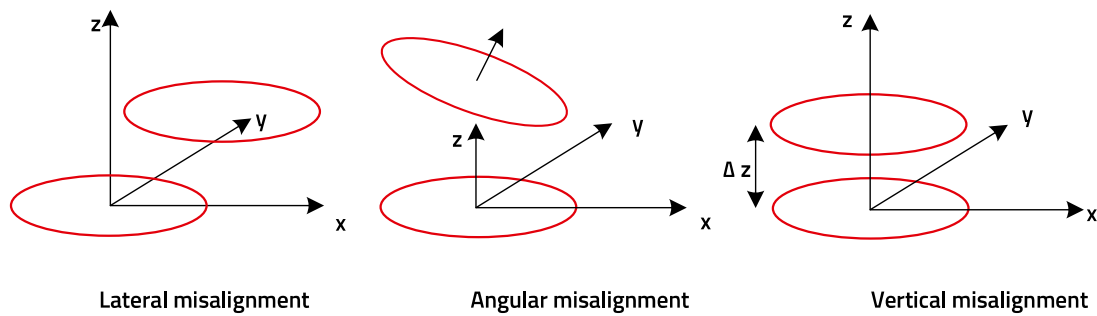


Abbildung 4: Arten der Fehlausrichtung von Senden – und Empfangsspulen.

4.2 Die Kopplung

Um Fehlausrichtungen zu kompensieren sind hohe Gütewerte der Spulen und Effizienz der Kopplung von großem Vorteil.

Der Koppelfaktor zwischen Sende- und Empfangsspulen folgt:

$$k = \sqrt{k_1 \cdot k_2} = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}} \quad (1)$$

L_1 und L_2 sind die Selbstinduktivitäten der Spulen, M ist die Gegeninduktivität zwischen den beiden Spulen. Die Güte der Spulen ist abhängig vom Verlustwiderstand R_L und dem Blindwiderstand X_L .

$$Q_L = \frac{X_L}{R_L} = \frac{\omega_0 L}{R_L} \quad (2)$$

Luftspulen mit einer Ferritplatte weisen typischerweise Gütewerte zwischen 100 bis 300 auf. Der Widerstand in den Spulen wird neben dem ohmschen Widerstand des Drahtes von verschiedenen Faktoren beeinflusst.

4.3 Skin Effekt

Der Skin-Effekt (Stromverdrängung) tritt in elektrischen Leitern auf, die von höherfrequentem Wechselstrom durchflossen werden und hängt von der Frequenz des Wechselstroms ab. Mit zunehmender Frequenz des Wechselstroms steigt auch die Konzentration des Stroms an der Oberfläche des Leiters. Daher verdrängen bzw. „schieben“ hochfrequente Wechselströme den größten Teil des Stroms an die Oberfläche. In solchen Fällen ist die Stromdichte im Zentrum des Leiters geringer als an seiner Oberfläche.

Die Eindringtiefe δ kann mit folgender Formel gut beschrieben werden:

$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\omega\mu}} \quad (3)$$

ρ Spezifischer Widerstand
 ω Kreisfrequenz
 μ gescherte effektive Permeabilität (Bsp.: 100)

Die Eindringtiefe wird gemessen vom Außendurchmesser hin zum Leiterzentrum und beträgt bei 50 Hz ca. 10,4 mm, bei 10 kHz 0,73 mm und bei 100 kHz 0,23 mm. Dadurch verringert sich die Fläche, durch die der Strom tatsächlich fließt und folge dessen erhöht sich der Widerstand und damit der Energieverlust.

Durch den Einsatz von HF Litze in den Sende- und Empfangsspulen kann der negative Einfluss des Skin Effekts deutlich verringert werden. Hochfrequenzleiter setzen sich aus mehreren dünnen, miteinander verflochtenen Einzeldrähten zusammen, von denen jeder einen Anteil des Gesamtstroms überträgt. Diese Ausführung reduziert den Skin-Effekt und verbessert dadurch die effektive Energieübertragung.

4.4 Proximity Effekt

Ein weiterer Faktor, der die Verluste in den Spulen beeinflusst, ist der Proximity Effekt.

Dabei kommt es zu Stromeinschnürungen bzw. Stromverdrängung in dicht beieinander liegenden Leitern aufgrund des magnetischen Streuflusses. Litzdrahtgestaltung, Wickeltechnologie und Ausführung der Isolation des Spulendrahtes können die unerwünschten Wirbelströme in den Spulen reduzieren.

APPLICATION NOTE

ANP014 | Kabellose Energieübertragung – Die Spulen als zentrale Bauelemente

4.5 Verlustfaktor

Die kabellose Energieübertragung wird durch den Verlustfaktor im System begrenzt.

Der Verlustfaktor λ ergibt sich aus:

$$\lambda = \frac{P_{\text{loss}}}{P_{\text{out}}} \quad (4)$$

Und drückt das Verhältnis des Gesamtverlustes zur übertragenen Energiemenge aus.

Ziel ist ganz klar den Verlustfaktor zu minimieren. Ist das System aus Sende- und Empfangsspulen optimiert, kann ein minimaler Verlustfaktor, beeinflusst von Güte und Kopplungsfaktor des Systems, erreicht werden.

$$\lambda_{\min} = \frac{2}{(k \cdot Q)^2} \left(1 + \sqrt{1 + (k \cdot Q)^2} \right) \quad (5)$$

Die Gleichung zeigt, dass das Produkt aus Güte und Kopplungsfaktor als Systemgüte (figure of merit = FOM) herangezogen werden kann. Eine Verschlechterung des Verlust-faktors z.B. durch einen schlechten Koppelfaktor kann durch eine Erhöhung der Güte der Spulen kompensiert werden. (Abbildung 5)

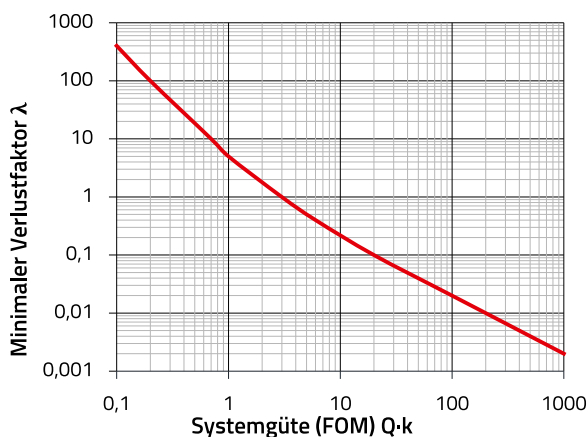


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Verlustfaktor und Systemgüte.

4.6 Feldverlauf

Ein weiteres wichtiges Element, das die Spulen maßgeblich beeinflussen, ist der magnetische Feldverlauf. Neben dem Einfluss auf die Kopplung ist hier die ungewünschte Abstrahlung in die Umgebung entscheidend.

Abbildung 6 zeigt die magnetische Feldstärke und Abbildung 7 magnetische Flussdichte von Sende- und Empfangsspule in optimaler Kopplung.

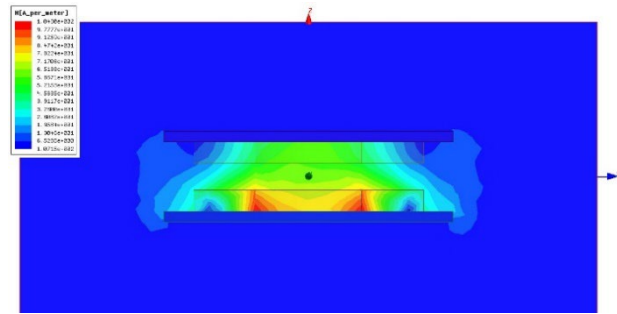


Abbildung 6: Simulation der magnetischen Feldstärke in induktiv gekoppelten Spulen auf Ferrit.

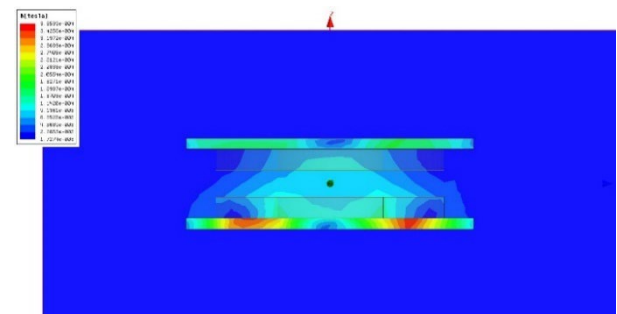


Abbildung 7: Simulation der magnetischen Flussdichte in induktiv gekoppelten Spulen auf Ferrit.

Es wird deutlich, dass das magnetische Feld durch die Ferritschirmung gezielt auf den Raum zwischen den Spulen begrenzt wird und eine Beeinflussung der Umgebung quasi nicht stattfindet. Die Simulation der Flussdichte macht die Wirkung der Ferritplatte sichtbar. Hier konzentriert sich der magnetische Fluss. Abbildung 8 zeigt die magnetische Feldstärke und Abbildung 9 Flussdichte bei einer lateralen Fehlausrichtung (28%) von Sende- und Empfangsspule.

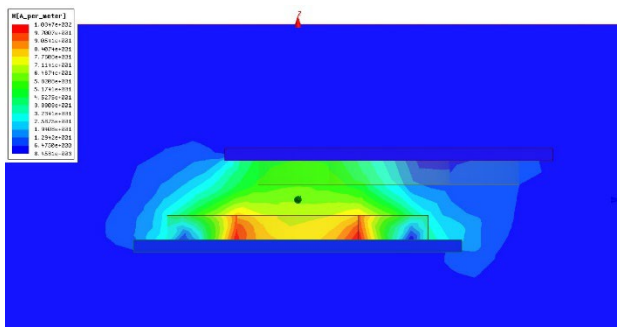


Abbildung 8: Magnetische Feldstärke bei einer lateralen Fehlausrichtung (28%) von Sende- und Empfangsspule.

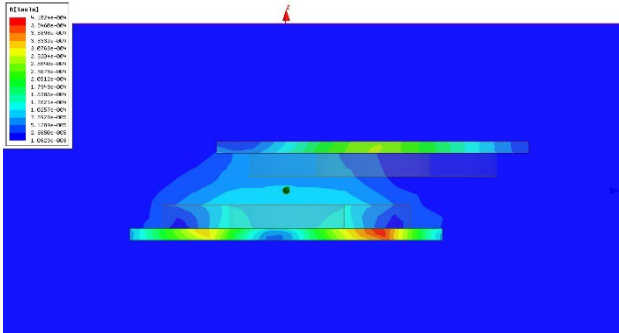


Abbildung 9: Magnetische Flussdichte bei einer lateralen Fehlausrichtung (28%) von Sende- und Empfangsspule

Magnetisches Feld und magnetischer Fluss sind bei dieser Fehlausrichtung hauptsächlich auf das Gesamtsystem der beiden Spulen beschränkt. Es findet keine Vergrößerung des Feldes in z-Richtung statt. Daraus lässt sich ableiten, dass das magnetische Feld in der induktiven Kopplung durch die Verwendung geeigneter Ferritabschirmung auf den Bereich zwischen den Spulen beschränkt wird. Zusätzliche Abschirmmaßnahmen sind nicht von Nöten.

Außerdem verhindert der Qi Standard zu große Verluste durch Fehlausrichtung der Spulen. Sinkt die Effizienz der Verbindung unter 70% beendet das Power Management die Energieübertragung. Erst wenn die Ausrichtung der Spulen eine Übertragung mit einer Effizienz >70% ermöglicht, wird die Energieübertragung gestartet.

Im Qi Standard des WPC sind die Geometrien und Materialien der Sendespulen genau spezifiziert. Dies hat den großen Vorteil, dass durch die Verwendung von dem Standard entsprechenden Komponenten (Sende Spulen, Power Management Chipsatz) die Interoperabilität des Gesamtsystems gewährleistet werden kann. Bei der Qi Zertifizierung der Geräte wird die Interoperabilität mit bereits zertifizierten Geräten von unabhängigen Testlaboren geprüft und bestätigt.

Das WPC hat für die verschiedenen Leistungsklassen und Anwendungen unterschiedliche Designs für die Sendespulen im Qi Standard festgelegt, die sich in zwei Klassen aufteilen. Einerseits Ferritplatten mit gewickelten Drahtspulen, andererseits Leiterplatten mit gedruckten Wicklungen oder Hybridlösungen. Innerhalb der Klassen sind Unterscheidungskriterien Anzahl der Spulen (Single, Array), Größe, Form, Spannungsklasse und Art der Kontrolle (Spannung, Duty Cycle, Frequenz). Außerdem gibt es für Qi2 (MPP) Designs mit einem Ring aus Magneten um die Spule herum. Dies basiert auf dem Magsafe Prinzip von Apple. Der Ring ist dafür gedacht, die Empfänger automatisch auf der Sendespule zu zentrieren.

4.7 Verbesserung bzw. Optimierung der Standardspulen

Durch die Verwendung hochwertiger Materialien, Ausführung der Litzdrahtisolierung und Wickeltechnologie können die parasitären Widerstände in den Spulen minimiert und die Güte erhöht werden. Solche Spulen geben dem Gesamtsystem in Anwendungen aus Industrie oder Medizintechnik erhöhte Reserven in der Performance. Das Sende- und Empfangsspulen Spektrum von Würth Elektronik erfüllen mit niedrigem R_{DC} und hoher Güte diese Anforderungen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die erfolgreiche kabellose Energieübertragung muss durch einen Standard beschrieben sein. Im Standard ergeben sich viele Möglichkeiten auf der Spulenseite die Energieübertragung positiv zu beeinflussen. Die Auswahl optimierter Spulen, ein sorgfältiges Systemdesign und eine sehr gute Nutzerführung bei der Platzierung des Gerätes auf der Sendestation können einen Wettbewerbsvorteil für den Gerätehersteller ausmachen. Auf der Seite der Standardisierungs-Gremien wird an Optimierungen gearbeitet, die eine Verbesserung der Performance in den nächsten Generationen erwarten lassen.

Die Sende- und Empfangsspulen bleiben trotzdem zentrale Bauelemente in der kabellosen Energieübertragung, und sind maßgeblich für die gesamte Systemeffizienz.

Für weitergehende, detaillierterer Informationen zum Thema empfehlen wir auch einen Blick in die „Trilogy of Wireless Power Transfer“ der Würth Elektronik.

APPLICATION NOTE

ANP014 | Kabellose Energieübertragung – Die Spulen als zentrale Bauelemente

A. Anhang

A.1 Literatur

[1] Elektroniknet.de. Peter Wambsganß and Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour, Power supply from the HF field (in German). URL: <http://www.elektroniknet.de/power/power-management/artikel/1644/1/>

[2] RRC power solutions: Workshop: Basic principles of inductive energy transmission, Qi standard and system design, 2012

[3] Würth Elektronik, Trilogy of Inductive Components, 2008.

[4] Würth Elektronik, Datasheets 760308111, 760308201, 760308106.

[5] Würth Elektronik, Wireless Power Coils: https://www.werth-electronic.com/de/components/products/pbs/power_magnetics/wireless_power_transmission

[6] NFC Forum

<https://nfc-forum.org/news/2026-02-roadmap-wireless-power-evolution/>

[7] Würth Elektronik, Trilogy of Wireless Power Transfer, 2024

APPLICATION NOTE

ANP014 | Kabellose Energieübertragung - Die Spulen als zentrale Bauelemente

WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von www.we-online.com heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen. Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden

hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfälle ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt.

Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

NÜTZLICHE LINKS



Application Notes

www.we-online.com/appnotes



REDEXPERT Design Platform

www.we-online.com/redexpert



Toolbox

www.we-online.com/toolbox



Produkt Katalog

www.we-online.com/products

KONTAKT INFORMATION



appnotes@we-online.com

Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1 74638 Waldenburg Germany

www.we-online.com

APPLICATION NOTE

ANP014 | Kabellose Energieübertragung – Die Spulen als zentrale Bauelemente

REVISIONSHISTORIE

Dokument Version	Veröffentlichungsdatum	Änderungen
ANP014a	2013/04/19	Ursprüngliche Version der Application Note
ANP014b	2013/08/30	Überführung in ein neues Grafikdesign ohne Änderungen an den Inhalten
ANP014c	2026/07/19	Überführung in ein neues Grafikdesign und umfangreiche Aktualisierung der Standards

Hinweis: Die aktuelle Version des Dokuments und das Veröffentlichungsdatum sind in der Fußzeile jeder Seite dieses Dokuments angegeben.