

Kontaktlose Energieübertragung

Für Anwendungen mit höherer Leistung



(Bild: ra2 studio | Shutterstock)

Neue Wireless-Power-Techniken bieten neben einem höheren Wirkungsgrad auch eine größere Reichweite. Beides ist Voraussetzung für das Laden von Geräten und Elektrofahrzeugen mit hoher Leistung. Von Igor Spinella

Die kontaktlose Energieübertragung zum Laden von Akkus (Wireless Charging) auf Basis von Standards wie Qi ist für kleine, tragbare Geräte alltäglich geworden. Um diese Art der Energieübertragung auf höhere Leistungsstufen auszuweiten, sind noch einige Herausforderungen zu meistern. Dies

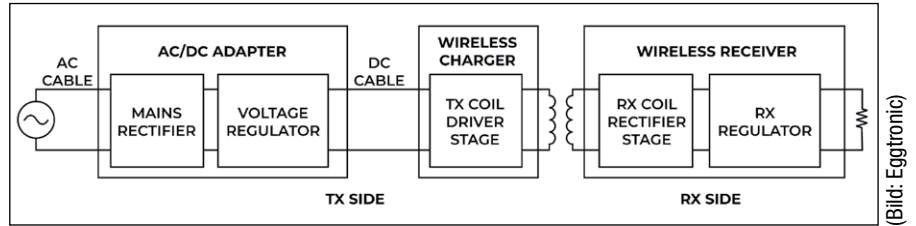
wird sich nun mit neuen Techniken ändern, die nicht nur die Einschränkungen herkömmlicher Wireless-Charging-Standards in Bezug auf Stromaufnahme, Wirkungsgrad, Größe und Kosten überwinden, sondern auch die Abwärtskompatibilität mit diesen Standards beibehalten.

Laden ohne Kabel – Wachstum und Herausforderungen

Laut dem jüngsten Bericht der Analysten von Research and Markets soll der weltweite Markt für Wireless Charging bis 2027 jährlich um fast 20 % wachsen [1]. Ein Großteil dieses Wachstums

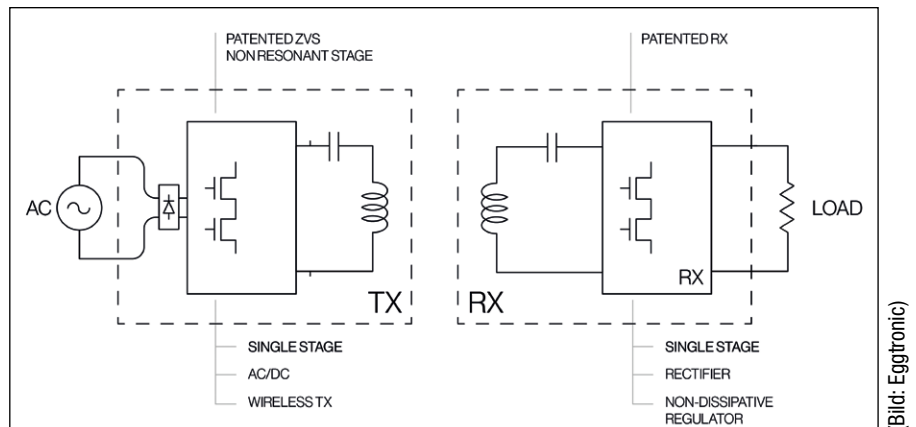
wird durch Ladepads und -oberflächen für Smartphones und andere tragbare Geräte erzielt. Es wird jedoch erwartet, dass auch Anwendungen mit höherer Leistung – von Küchengeräten bis hin zu Elektrofahrzeugen – einen größeren Beitrag leisten werden. Um dieser Nachfrage gerecht zu werden, sind neue Techniken erforderlich, die eine höhere Leistung und einen sehr hohen Wirkungsgrad bei größeren Distanzen zwischen Sender und Empfänger liefern können, als dies mit den bestehenden Wireless-Power-Standards möglich ist.

Bild 1 zeigt die Blockschaltung einer herkömmlichen induktiv gekoppelten Energieübertragung zum Laden von Akkus, wie es beispielsweise im Qi-Standard für Mobilgeräte genutzt wird. In dieser Schaltung wandelt ein externes Netzteil die Netzspannung in eine Gleichspannung um, die den Sender (Tx) des Ladegeräts (Ladepad) über ein externes Gleichstromkabel versorgt. Die Spule im Sender überträgt die



(Bild: Eggtronic)

Bild 1. Blockschaltung eines herkömmlichen kontaktlosen Energieübertragungssystems, wie es zum Laden von Akkus eingesetzt wird – mit vereinfacht als Lastwiderstand dargestelltem Akkusatz.



(Bild: Eggtronic)

Bild 2. Eggtronic fasst in seiner E²Watt-Technik mehrere Stufen des klassischen Wireless-Power-Systems (oben) zusammen und kann so Komponenten einsparen sowie den Gesamtwirkungsgrad steigern.

TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

www.tracopower.com

TXLN-Serie

18 bis 960 Watt AC/DC-Netzteile in kompaktem Metallgehäuse für Industrieanwendungen

- Kompaktes Metallgehäuse mit Schraubklemmenblock
- Universaleingang 85-264 VAC
- Lösungen mit Einzel-, Dual- und Dreifachausgängen
- Hoher Wirkungsgrad von bis zu 91 %
- Aktive PFC >0,95 (ab 100 Watt)
- 3 Jahre Produktgarantie



CE CB cULus
 Scheme
 IEC 62368-1 UL 62368-1

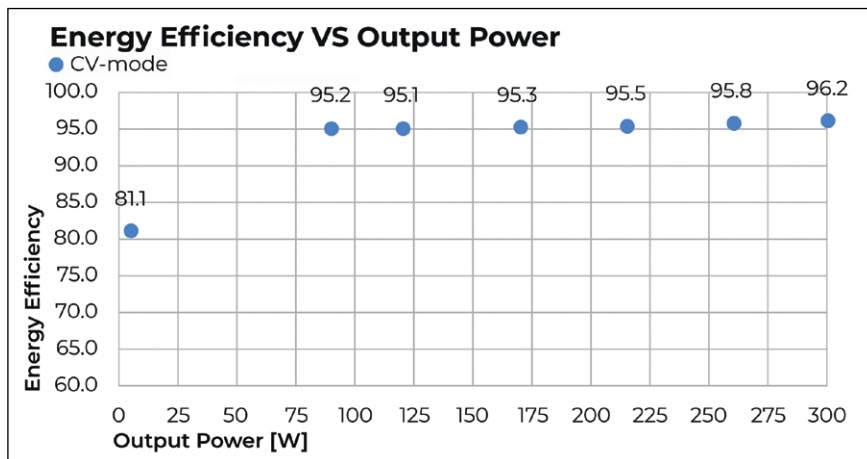


Bild 3. Der Wirkungsgrad der E²Watt-Senderstufe bleibt über einen weiten Ausgangsleistungsbereich nahezu konstant hoch. (Bild: Eggtronic)

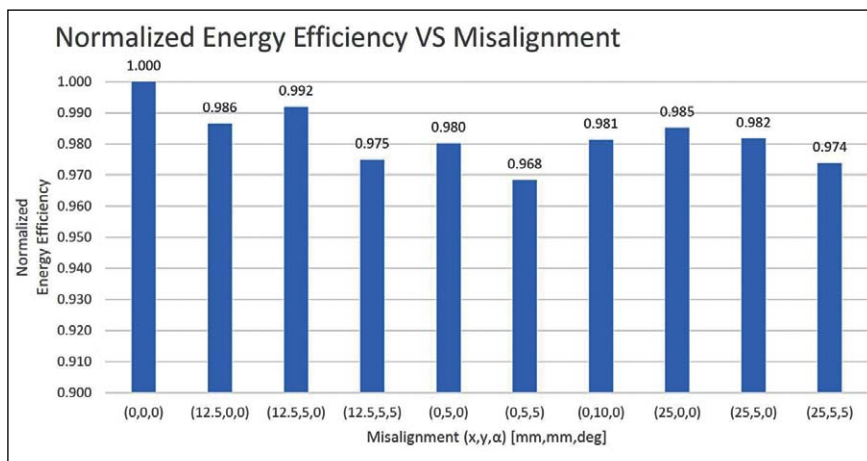


Bild 4. Der normierte Wirkungsgrad zeigt die Abhängigkeit von der Fehlausrichtung der Spulen unabhängig von der Höhe der übertragenen Leistung. (Bild: Eggtronic)

Energie dann an den im Mobilgerät eingebauten Empfänger (Rx). Bei solchen Energieübertragungssystemen beträgt der typische maximale Abstand zwischen den Spulen (Tx/Rx) etwa 5 mm und die maximale Leistung etwa 30 W. Aus Systemsicht sind dafür mindestens drei verschiedene Blöcke mit fünf verschiedenen Stufen in Kaskade erforderlich:

- Ein Netzgleichrichter zum Gleichrichten der Eingangnetzspannung. Für Anwendungen mit geringer Leistung kann dies ein einfacher Brückengleichrichter sein; bei höheren Leistungen ist eine Stufe mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC) erforderlich.
- Ein Sender-Spannungsregler – ein Abwärtswandler mit zwei aktiven Bauelementen und einer Hochstrom-Induktivität – zur Steuerung der zu übertragenden Leistung.

- Eine Sendespulen-Treiberstufe (DC/AC-Wandler) zum Ansteuern der Spule. Sie arbeitet resonant und kann als Halbbrücke mit zwei aktiven Bauelementen oder als Vollbrücke mit vier aktiven Bauelementen realisiert werden. In beiden Fällen ergibt sich eine lastabhängige Wirkungsgradkurve, die ZVS (Zero Voltage Switching) nur bei Vollast erreicht, mit einer Verschlechterung des Wirkungsgrades bei geringerer Last bzw. wenn die Kopplung zwischen Empfänger und Sender abnimmt weil die Positionierung der Spulen nicht den Nennbedingungen entspricht.
- Eine AC/DC-Vollbrücken-Gleichrichterstufe für den Empfänger, um die Wechselspannung an der Empfängerspule gleichzurichten.
- Ein DC/DC-Spannungsregler – für hohe Leistung ein Abwärtswandler mit zwei aktiven Bauelementen und einer

Induktivität – im Empfänger, um die Ausgangsspannung zu regeln. Ein herkömmliches System für die kontaktlose Energieübertragung zum Laden von Akkus besteht aus zwölf bis 16 aktiven Bauelementen, mindestens zwei Induktivitäten, zwei Spulen für die induktive Übertragung, einem AC- und einem DC-Kabel. Diese Anzahl von Komponenten trägt nicht nur zu hohen Materialkosten bei, sondern wirkt sich auch auf den Gesamtwirkungsgrad aus.

Reduktion ermöglicht hohen Wirkungsgrad

Um die Nachteile herkömmlicher Wireless-Charging-Systeme zu vermeiden hat Eggtronic eine neue Technik entwickelt, E²Watt genannt. Ein hybrides AC-System, das sowohl die Stromversorgung als auch die kontaktlose Energieübertragung zum Laden von Akkus abdeckt. Basierend auf einer proprietären induktiven Technik ermöglicht E²Watt höhere Leistungsdichten und größere Entfernungen als bisherige Wireless-Power-Konzepte. Der Wirkungsgrad ist vergleichbar zu den besten herkömmlichen Ladegeräten mit Netzteil. E²Watt legt damit den Grundstein, um kabelloses Laden von wenigen Watt auf sogar zweistellige kW-Werte zu bringen.

Das Blockschalbild in **Bild 2** zeigt, wie E²Watt die Gesamtzahl der für ein vollständiges Ladesystem mit kontaktloser Energieübertragung erforderlichen Stufen auf nur zwei reduziert. Dafür werden mehrere Stufen zu einem multifunktionalen, einstufigen ZVS-ZCS-Wandler (Zero Voltage Switching, Zero Current Switching) zusammengeführt. Die beiden Stufen des kontaktlosen Energieübertragungssystems E²Watt zum Laden von Akkus sind:

- Eine netzgespeiste Senderstufe (AC/AC-Wandler), die als AC-Wandler ohne Brückengleichrichter ausgelegt ist. Sie steuert die Sendespule mit einer neuen, proprietären Halbbrückenschaltung an, die auf zwei Galliumnitrid-Leistungs-ICs – GaN-Leistungs-MOSFET plus Treiber – von Navitas Semiconductor und zwei Dioden basiert. Die Schaltung ermöglicht

eine genaue Regelung der durch die Spulen übertragenen Energie und sorgt sowohl für eine gute Spannungsregelung als auch – falls erforderlich – für eine Leistungsfaktorkorrektur.

→ Ein einstufiger Empfänger in Form eines Halbbrücken-AC/DC-Wandlers. Der Wandler benötigt nur zwei aktive Bauelemente und fungiert gleichzeitig als sekundärseitiger Gleichrichter und verlustfreier Ausgangsregler.

In der Senderstufe sind die Schaltverluste durch eine Kombination aus ZVS- und ZCS-nahen Bedingungen und der Robustheit gegenüber Eingangs- und Lastschwankungen nahezu Null. Weil die Sendestufe bei E²Watt nicht resonant arbeitet, wird der ZVS-Betrieb bei jedem Lastzustand erreicht. Dadurch bleibt der Wirkungsgrad des Senders über einen weiten Ausgangsleistungsbereich hoch (**Bild 3**).

Der einstufige Empfänger arbeitet stets unter ZVS-Bedingungen und basiert auf zum Patent angemeldeter Technik, darunter ein Datenaustauschschemata mit niedriger Latenz, das es Eggtronic ermöglicht, die Empfängertemperatur im Vergleich zu herkömmlichen Wireless-Power-Schaltungen um bis zu 30 °C bei 30 W zu senken. Durch die Steuerung des Verhältnisses zwischen der an die Last abgegebenen Wirkleistung und der an der Primärseite reflektierten Blindleistung bietet die Empfängerstufe einen schnellen Regelkreis, der eine genaue Regelung der Ausgangsspannungen ermöglicht, ohne zusätzliche Abwärtswandler oder

in Reihe geschaltete Linearregler (LDO, Low Dropout) einzubinden.

Die proprietäre Schaltung von Eggtronic enthält auch einen zweiten Regelkreis, der den Wirkungsgrad weiter verbessert, indem er die Blindleistung im gesamten Sender- und Empfängersystem minimiert. Neben den GaN-ICs von Navitas Semiconductor setzt Eggtronic auch auf den dsPIC33-Mikrocontroller von Microchip Technology, um die Energieübertragung über eine große Distanz zwischen den Spulen (z-Achse) zu ermöglichen.

Die Spulen für die Energieübertragung werden je nach den für die Anwendung erforderlichen elektrischen und mechanischen Spezifikationen maßgeschneidert. Der Spulenaufbau konzentriert sich auf maximalen Wirkungsgrad, um die Robustheit gegenüber Ausrichtungsfehlern zwischen den Sender- und Empfängerspulen zu gewährleisten (**Bild 4**).

Wesentliche Leistungsmerkmale der E²Watt-Technik:

→ Übertragungsfrequenz: zwischen 100 – 150 kHz, je nach Anwendung.

→ Distanz (z-Achse): Mit E²Watt lassen sich im Vergleich zu anderen Techniken deutlich größere Abstände zwischen Sender- und Empfängerspule erzielen. Das in **Bild 5** dargestellte Eggtronic-Ladegerät ermöglicht das Aufladen bei einem vertikalen Abstand zwischen Tx/Rx von 5 bis 40 mm. Das Verhältnis Ladeabstand zu Ladefläche beträgt 0,33 mm/cm² und ist somit achtmal besser als beim Qi-Standard.

DC-DC Converter



RECOM

Recom Power Supplies Serie R05CT05S

- 0,5 Watt Leistung
- SOIC SMD-Gehäuse 10,3x7,5x2,6 mm
- 3D Power Packaging
- Für medizinische Anwendungen, 5kV AC Isolation, 2x MOPP
- 3 Jahre Herstellergarantie

Distribution by Schukat electronic

- Über 250 Hersteller
- 97 % ab Lager lieferbar
- Top-Preise von Muster bis Serie
- Persönlicher Kundenservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

schukat.com

SCHUKAT
electronic

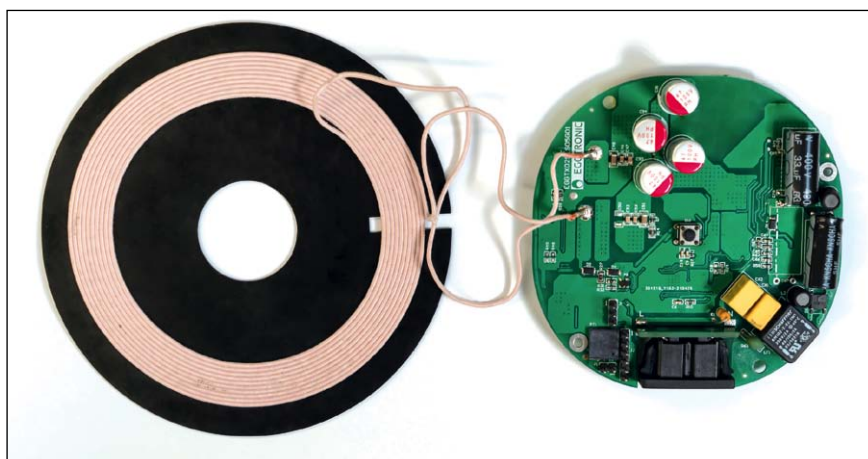


Bild 5. Senderschaltung und -spule eines kontaktlosen Akkuladegeräts (Wireless Charger) von Eggtronic auf Basis der E²Watt-Technik. (Bild: Eggtronic)