

Kontaktlose Energieübertragung
Verschleißfreie elektrische Verbindung
Let's connect

Whitepaper



Kontaktlose Energieübertragung

Verschleißfreie elektrische Verbindung

Die kontaktlose Energieübertragung über kurze Distanzen basiert auf der induktiven Kopplung zwischen zwei Stromkreisen. Durch den kompletten Verzicht auf elektrische Kontakte und der damit verbundenen Möglichkeit, Quelle und Verbraucher mechanisch voneinander zu trennen, ergibt sich ein breit gefächertes Anwendungsspektrum. Besonders attraktiv ist das System bei mobilen Verbrauchern und bei speziellen Umgebungsbedingungen, die eine erhöhte Schutzart erfordern oder einem hohen mechanischen Verschleiß unterliegen.

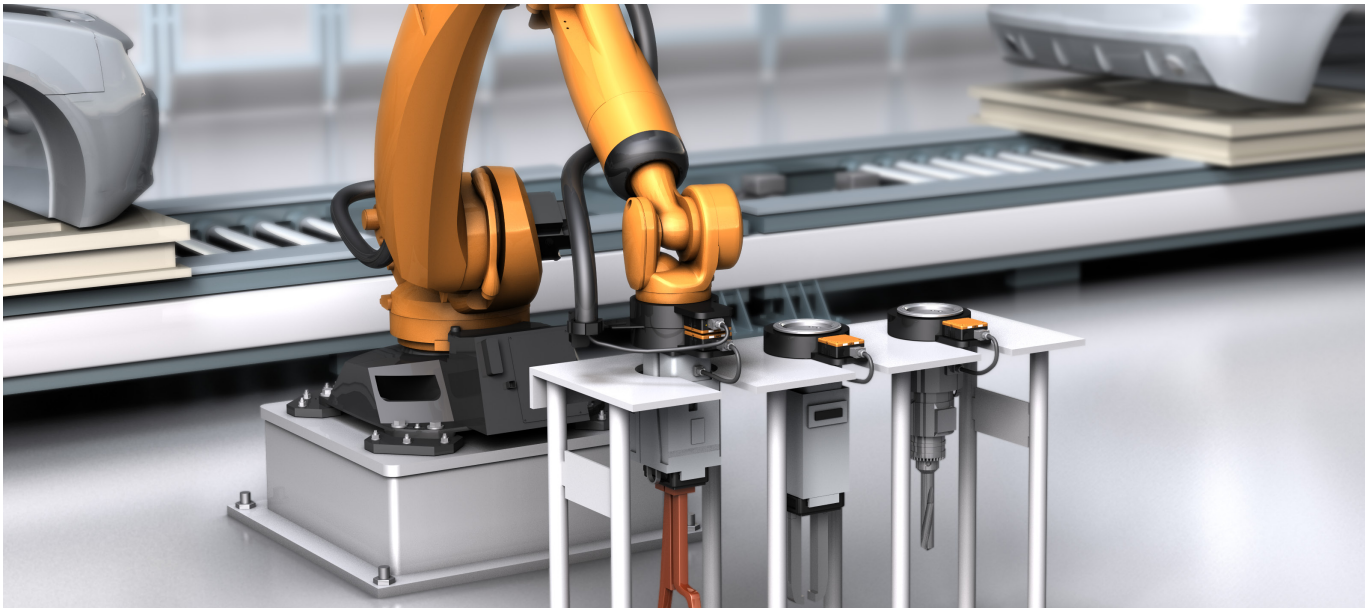
Kurzum: Gegenüber der konventionellen Anschlusstechnik von elektrischen Verbrauchern, wie beispielsweise der Steckverbindung, bietet diese Form der Energieübertragung eine interessante Alternative.

Typische Anwendungsbereiche

- Applikationen, bei denen Energie auf rotierend bewegte Verbraucher zu übertragen ist (Wellen, Drehtische usw.)
- Kabellose Überbrückung eines konstruktiv notwendigen oder erwünschten Abstandes bzw. Luftspalts
- Anwendungen mit hohem geforderten Schutzgrad oder hohen hygienischen Anforderungen (Automobilbereich, Lebensmittelindustrie, Medizintechnik usw.)
- Automatisiertes Aufladen mobiler Systeme

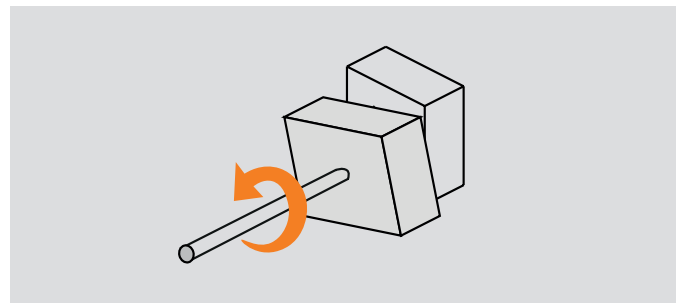
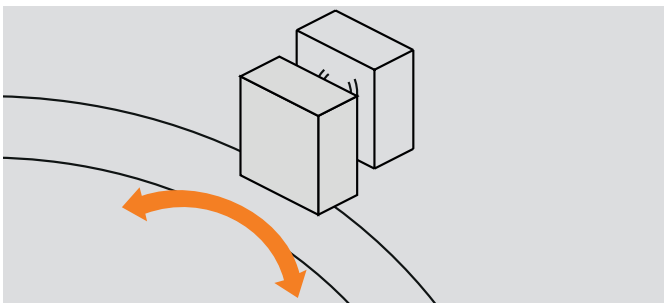
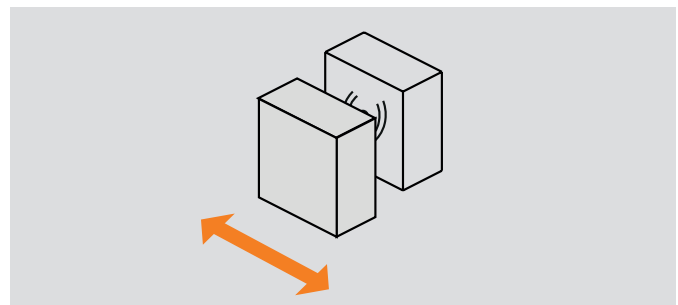
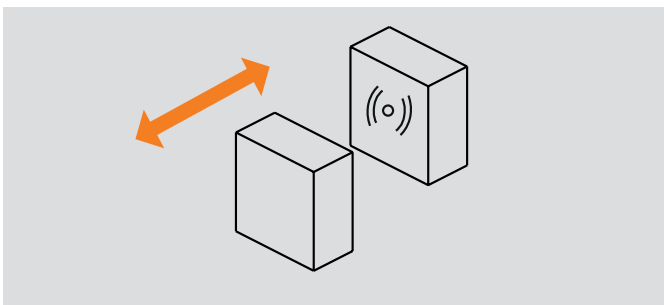


- Applikationen, bei denen aufgrund häufiger Steckzyklen ein erhöhter Wartungsaufwand bzw. eine hohe Ausfallrate besteht (Wechselwerkzeug auf Robotern usw.)



Funktionsbeispiele

Kontaktlose Energieübertragung kann nicht nur eine Steckverbindung ersetzen, es ergeben sich auch neue Möglichkeiten die Verbindung herzustellen. Die Annäherung von Primär- und Sekundärseite kann aus beliebiger Richtung erfolgen und sogar im rotierenden Zustand kann Energie übertragen werden. Ganz neue Applikationen werden möglich, da eine Verbindung durch automatisiertes Zusammenführen der Primär- und Sekundärseite hergestellt werden kann.



Technologie

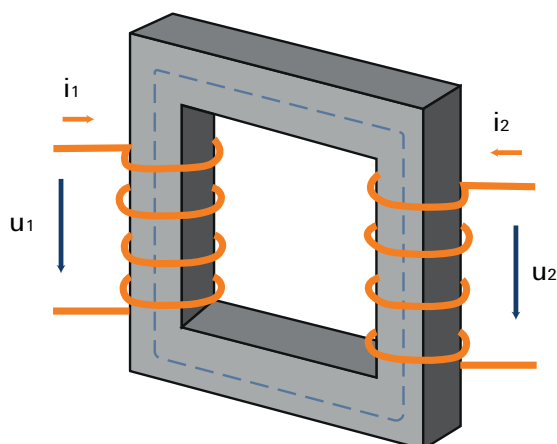
Der wesentliche Bestandteil eines Systems für die kontaktlose induktive Energieübertragung ist eine transformatorische Anordnung aus mindestens zwei Wicklungen. Wie bei klassischen Netz-transformatoren (Abbildung links) wird die im normalen Betrieb der elektrischen Energiequelle zugewandte Wicklung als Primärseite und die der elektrischen Last zugewandte als Sekundärseite bezeichnet.

Im Gegensatz zu klassischen Transformatoren sind die Wicklungen bei einem kontaktlosen Energieübertragungssystem nicht gemeinsam auf einem geschlossenen weichmagnetischen Kern, sondern auf zwei getrennten Kernen verteilt (Abbildung rechts). Primärseite und Sekundärseite sind mechanisch durch einen Luftspalt voneinander getrennt. Abhängig von der jeweiligen Anwendung kann ein solcher Spalt wenige Millimeter groß sein.

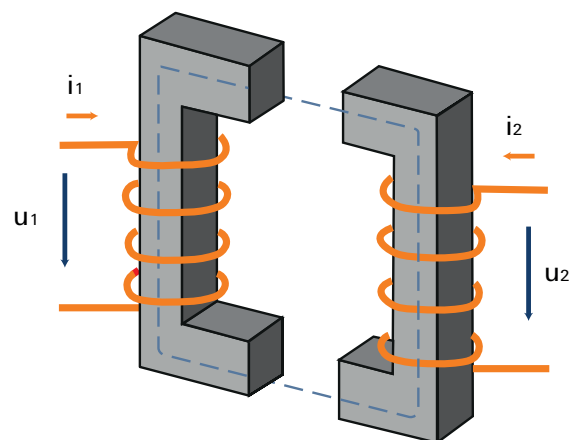
Einen wesentlichen Einfluss auf Effizienz und Leistungsfähigkeit der Übertragungsstrecke hat die magnetische Kopplung zwischen den Wicklungen. Diese ist abhängig vom Abstand der Wicklungen zueinander in Relation zu deren eigenem Durchmesser. Das bedeutet, ein größerer Abstand oder ein horizontaler Versatz der Wicklungen zueinander senkt den Koppelfaktor und reduziert damit die übertragbare Leistung. Zusammen mit dem Koppelfaktor sinken der Wirkungsgrad und das Maximum für die übertragbare Leistung. Die Verluste in den Wicklungen des Überträgers können mithilfe einer Kompensation reduziert werden, beispielsweise indem Kondensatoren in Reihe zu den Streuinduktivitäten angeordnet werden. Sie kompensieren dann den induktiven Anteil der Streuinduktivität durch die kapazitive Spannungskomponente des Kondensators. Durch die Wahl der Betriebsfrequenz kann die übertragbare Leistung je nach Volumen des Kopplers beeinflusst werden. Je höher die Kopplerfrequenz ausfällt, desto höher ist die zu übertragene Leistung des Systems.

Die physikalische Basis der kontaktlosen Energieübertragung, die elektromagnetische Induktion, wurde durch Michael Faraday und Nicols Tesla bekannt und wird beispielsweise in Transformatoren genutzt. Vereinfacht kann man sich kontaktlose Energieübertragung als einen „durchgesägten“ Transformator vorstellen, der aus zwei räumlich voneinander getrennten Teilen besteht: der Primärseite und der Sekundärseite.

Da der Eisenkern Magnetfelder naturgemäß besser leitet als Luft, verringern sich Wirkungsgrad und Leistung je weiter man den Abstand zwischen den beiden Seiten vergrößert. Anwendungen sind also nur möglich bzw. sinnvoll, wenn der Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärseite nur wenige Millimeter groß ist.



klassischer Transformator



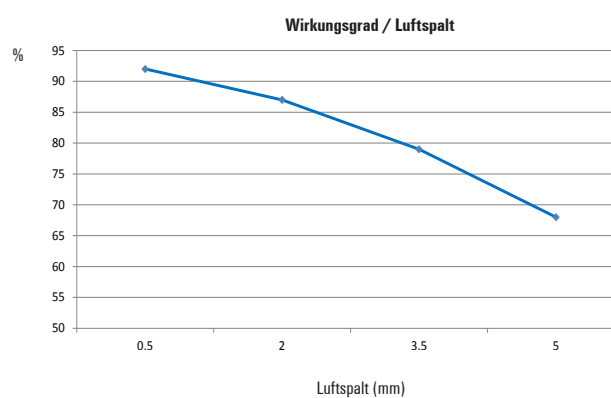
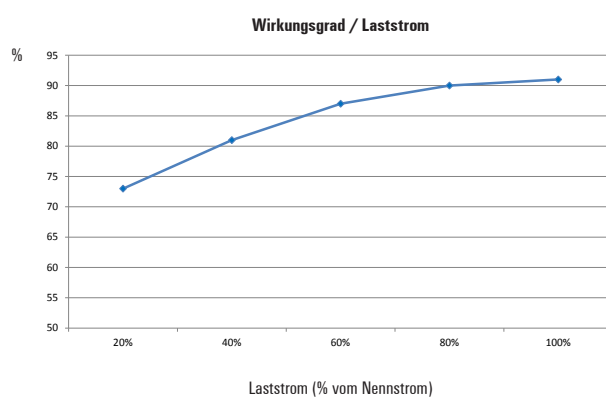
**Transformator mit Luftspalt
(kontaktloses Übertragungssystem)**

Abhängigkeiten von Systemparametern

Die kontaktlose Energieübertragung ist ein System, das von vielen Variablen abhängt. Diese sind in erster Linie: Größe des Luftspalts, Mittenversatz, Umgebungstemperatur, Kühlung, Eingangsspannung und Sekundärstromstärke. Ändert sich eine Variable, so ändert sich ebenfalls das Übertragungsverhalten. Üblicherweise steigt zum Beispiel der Wirkungsgrad, wenn sich der Laststrom erhöht; dagegen sinkt er, wenn sich der Luftspalt oder der Mittenversatz vergrößert.

Natürlich sind diese Zusammenhänge nicht linear. Zur Verdeutlichung eignen sich am besten Diagramme. Im folgenden werden alle Variablen konstant gehalten und nur die Abhängigkeit des Wirkungsgrades vom Laststrom bzw. Luftspalt dargestellt.

Typisches Diagramm zur Kontaktlosen Übertragung



Vorteile der kontaktlosen Übertragung

Der Grund für den Einsatz der kontaktlosen Energieübertragung liegt vor allem darin, dass die konventionelle Verbindung über Steckverbinder in bestimmten Applikationen Probleme bereiten kann. Dazu gehören zum Beispiel Kontaktabbrand bei erhöhtem Übergangswiderstand und die daraus resultierende starke Erwärmung, keine Übertragung aufgrund mangelnden Kontakts wegen des hohen Verschleißes der Kontaktoberfläche oder Ausfälle durch mechanische Probleme wie verbogene Kontakte.

Neben der Möglichkeit diese Probleme zu eliminieren, bietet die kontaktlose Übertragungstechnik auch mehr mechanische Freiheitsgrade und ein Anwendungsspektrum, das durch eine konventionelle Steckverbindung nicht realisierbar wäre.

Im Gegensatz zur konventionellen Steckverbindung kann FreeCon Contactless von Weidmüller erstmals die Verbindung durch eine SPS kontrolliert herstellen. Dazu wird das System über einen Ausgang der SPS angesteuert. Ein zusätzliches Schütz zum Schalten der Last wird überflüssig.

Der Hauptvorteil resultiert naturgemäß daraus, dass kontaktlos übertragen wird. Damit entfallen alle mechanischen Probleme; es gibt keinen Verschleiß. Zusätzlich sind die Verbindungskomponenten, also Primär- und die Sekundärseite, immer IP-geschützt (zum Beispiel nach IP 65) – egal ob die Verbindung geschlossen ist oder nicht. Eine Steckverbindung hingegen ist ungesteckt ungeschützt und verschmutzt daher.

Die Vorteile der kontaktlosen Energieübertragung werden mit einem deutlich höheren Kaufpreis gegenüber dem des Steckverbinders erkauft. In den nachfolgend genannten Applikationen rechnen sich die Mehrkosten jedoch sehr schnell, da im Betrieb deutlich geringere Kosten für Wartung und Austausch anfallen. Speziell im Fall eines Produktionsstopps aufgrund eines defekten Steckverbinders macht sich das kontaktlose System sofort bezahlt.

Was ist zu beachten?

Prinzipbedingt arbeitet die kontaktlose Übertragung mit einem Wirkungsgrad. Das bedeutet, ein Teil der zugeführten Energie wird im Übertragungssystem in Wärme umgewandelt. Aus diesem Grund gibt es nur wenige Systeme für höhere Leistungen von 200 bis 500 W.

Bei der Installation der beiden Übertragungskomponenten ist darauf zu achten, dass die entstehende Wärme über Metallflächen abgeführt wird; eventuell muss ein zusätzlicher Kühlkörper verwendet werden. Für den maximalen Wirkungsgrad sollte der Luftspalt zwischen den Komponenten möglichst gering sein.

Das System kann sich auch im Normalbetrieb stark erhitzen. Deshalb gilt Vorsicht bei direkten Berührungen. Weiterhin ist bei größeren Leistungen auf elektromagnetische Felder hinzuweisen. Insbesondere die berufenossenschaftlichen Regeln BGR B11 sind zu beachten.



Fazit: Neue Perspektiven

Die kontaktlose Übertragungstechnik bietet in vielen Applikationen trotz höherer Einstandskosten deutliche Vorteile. In Fällen, in denen die manuelle Steckverbindung undenkbar ist, sind erweiterte Applikationen mit automatisierten Kopplungen möglich.

Alles mit einberechnet eröffnet die kontaktlose Energieübertragung viele neue Perspektiven in der Automatisierung.

Weitere Informationen zu der kontaktlosen Energieübertragung finden Sie unter www.weidmueller.de/contactless.

Eine ausführliche Übersicht über die Kontaktlose Energieübertragung bietet außerdem die Broschüre "Kontaktlose Energieübertragung - wartungsfrei und bis 240 W" mit der Bestellnummer: 2058460000.

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 16
32758 Detmold, Germany
T +49 5231 14-0
F +49 5231 14-292083
info@weidmueller.com
www.weidmueller.com

Technische Änderungen vorbehalten · 11/2015