

# Application Note



## Funkprodukte flexibel geschirmt

ANP016 VON JORGE VICTORIA AHUIR

### 1. Warum eigentlich magnetische Schirmung?

Gegenwärtig ist eine Zunahme von Störungen durch Magnetfelder aufgrund des geringeren Abstands zwischen Leiterplatten, integrierten Schaltungen (ICs) und anderen empfindlichen Geräten bei gleichzeitig zunehmender Verbreitung von Kommunikationstechnologien auf Magnetkopplungsbasis für die Energie- und Datenübertragung (Qi-WPC, NFC, RFID, PMA, A4WP, WCT usw.) festzustellen.

Mit Ferritmaterialien kann der Magnetfluss gesteuert werden. Hierdurch lassen sich die Effizienz der Energieübertragung verbessern, Zuverlässigkeit und Reichweite bei der Datenübertragung erhöhen und unerwünschte Störmagnetkopplungen vermeiden.

### 2. Schirmung mit Ferriten

Wie nun können Ferritmaterialien Magnetfelder so umleiten, dass die Leistungsfähigkeit der HF-Kommunikation verbessert wird und elektromagnetische Störungen unterdrückt werden?

Ferritmaterialien weisen, wenn sie in einem Magnetfeld  $H$  platziert werden, die Fähigkeit zur Konzentration des Magnetflusses auf. Diese Fähigkeit wird durch die relative Permeabilität quantifiziert:

$$\mu_r = \frac{B}{B_0}$$

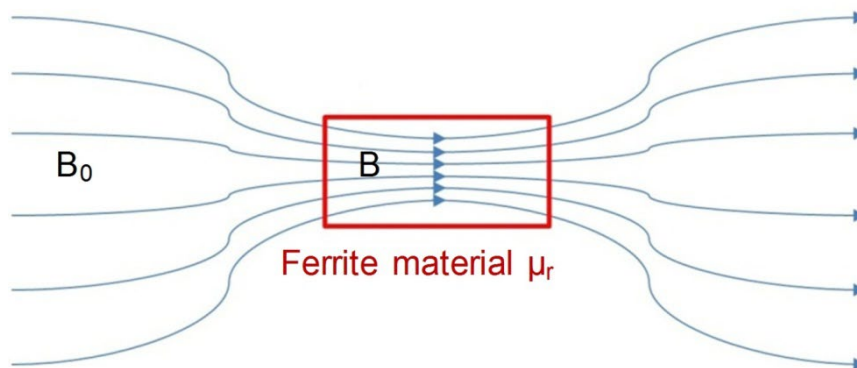


Abbildung 1: Wirkung des Ferritmaterials

Wir können nun nützliche ebenso wie unerwünschte Magnetfelder (Störfelder) steuern, indem wir die Ferrite gezielt platzieren und formen.

Ein Teil des konzentrierten Flusses wird aufgrund von Ummagnetisierungsverlusten und Wirbelströmen in Wärme umgewandelt. Zur Quantifizierung dieser Verluste und der Effizienz der Flussumleitung können wir die Permeabilität in den Idealanteil  $\mu'$  und den Verlustanteil  $\mu''$  unterteilen. Dies kennen wir als komplexe Permeabilität:

$$\mu_r = \mu' - j\mu''$$

## Application Note



### Funkprodukte flexibel geschirmt

Ferritmaterialien mit einem hohen  $\mu''$ -Wert sind nützlich beim Umgang mit Störungen, während ein hoher Wert für  $\mu'$  zur Maximierung der Magnetflusssteuerung erforderlich ist. Beide Parameter hängen von der Frequenz (Abb. 4) ab, d. h., das Material muss so ausgewählt werden, dass es in dem von der Anwendung vorgegebenen Frequenzbereich auch funktioniert.

Technologien wie NFC und die drahtlose Energieübertragung stellen für Effizienz und Schirmung eine Herausforderung dar. Sie funktionieren mit magnetischer Kopplung bei geringen Abständen und sind in der Regel von hochintegrierten elektronischen Schaltungen umgeben, bei denen Platz und Gewicht begrenzt sind.

Zwar können klassische leitfähige Schirmungen gegen unerwünschte Störkopplungen schützen, indem sie ein Gegenfeld erzeugen, doch fällt die Effizienz der gewünschten Übertragung in diesem Fall drastisch ab.

Am besten ist es natürlich, das Magnetfeld dort zu konzentrieren, wo es benötigt wird. So schützt man das Umfeld und erhöht seine Wirksamkeit. Dann werden Materialien mit hohem  $\mu'$ - und niedrigem  $\mu''$ -Wert im Bereich der Kommunikationsfrequenz benötigt.

Würth Elektronik eiSos bietet verschiedene Ferrittypen an, die diese Anforderungen erfüllen:

WE-FAS, Dielektrisch-magnetische Folie (**Abbildung 3**):

Dieses Verbundmaterial ist aus einem Polymer geformt, der mit Ferritpulver gefüllt ist. Es bietet maximale Flexibilität, weist jedoch aufgrund des Polymers reduzierte magnetische Eigenschaften auf. Der  $\mu''$ -Wert erstreckt sich bis hinauf zu mehreren Gigahertz, und die Folie kann zudem das elektrische Feld abschwächen, sodass es sich hierbei um eine empfehlenswerte Option für die Reduzierung hochfrequenter EMI handelt.



Abbildung 2: WE-FAS, Flexible Absorberfolie

WE-FSFS, Flexible Folie aus gesintertem Ferrit (**Abbildung 3**):

Diese neue Materialserie bietet hohe Permeabilität und niedrige Verluste bei sehr geringer Stärke (ab 0,1 mm). Das Material setzt sich aus angerissenen dünnen Ferritplatten zusammen, die jeweils zwischen einer Schicht Selbstklebeband und einer Außenbeschichtung aus PET angeordnet werden, die Materialschutz, einen hohen Oberflächenwiderstand und eine gute Up/Down-Isolierung bietet. Hierbei handelt es sich um die beste Option zur Steuerung des Magnetflusses.



Abbildung 3: WE-FSFS, Flexible Folie aus gesintertem Ferrit

# Application Note



## Funkprodukte flexibel geschirmt

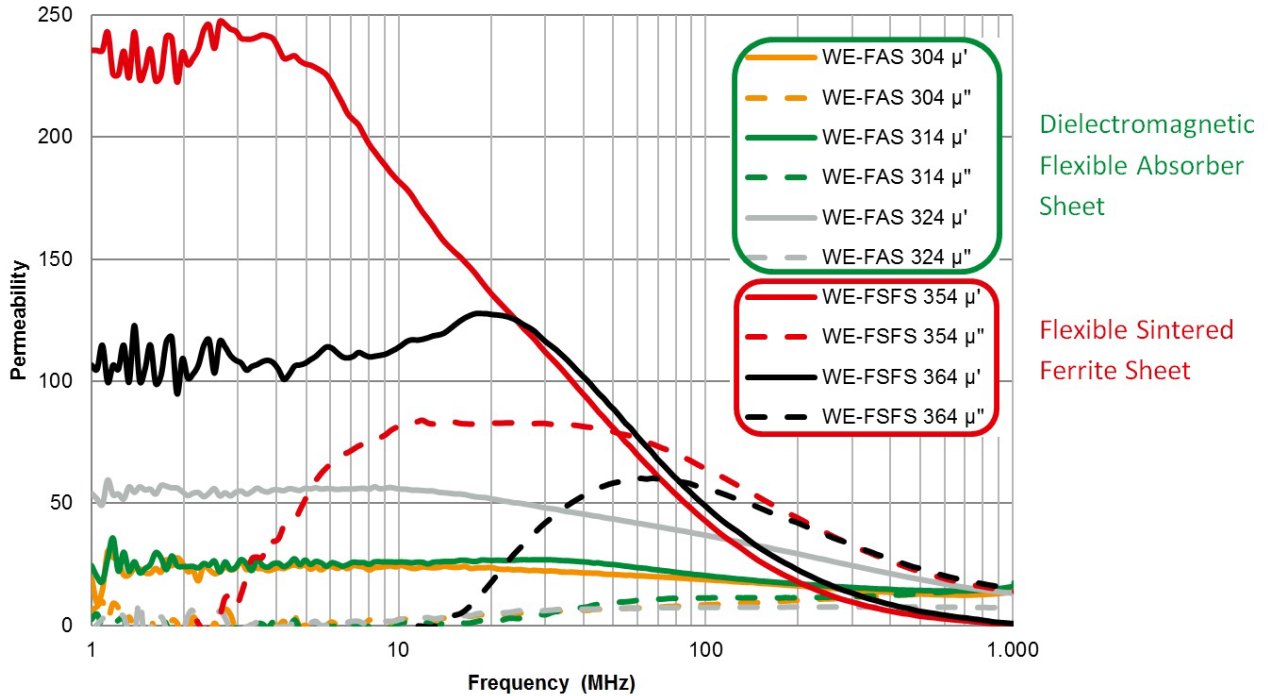


Abbildung 4: Komplexe Permeabilität bei Ferritmaterialien

### 3. Drahtlose Energieübertragung

Wenn große Leistungen durch Magnetkopplung übertragen werden, durchfließt der vom Sender generierte Magnetfluss den Empfänger, gleichzeitig aber auch die Ladeeinheit und das mobile Gerät (Abbildung 5). Durch die Streufelder erwärmen sich die benachbarten leitfähigen Komponenten (d. h. der Akku) und induzieren Störungen in die Stromschleifen (ICs, Leiterbahnen).

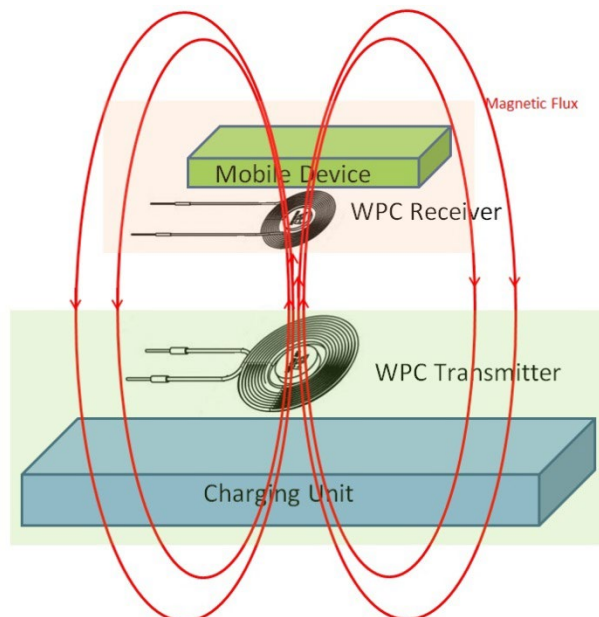
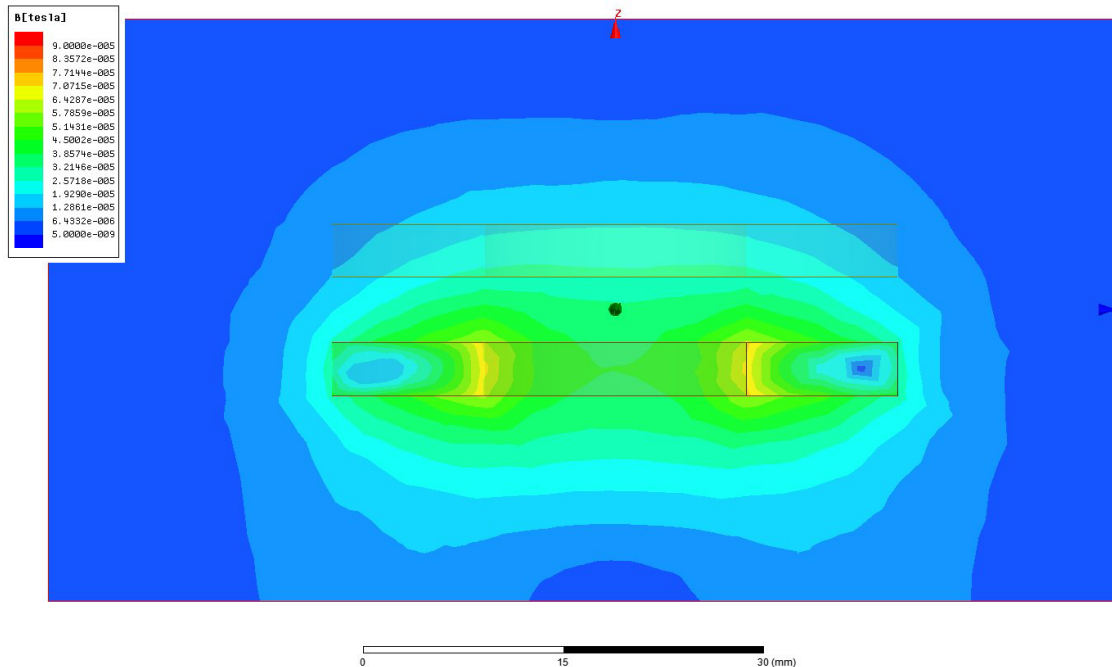


Abbildung 5: Magnetfluss ohne Schirmung bei drahtloser Energieübertragung

# Application Note



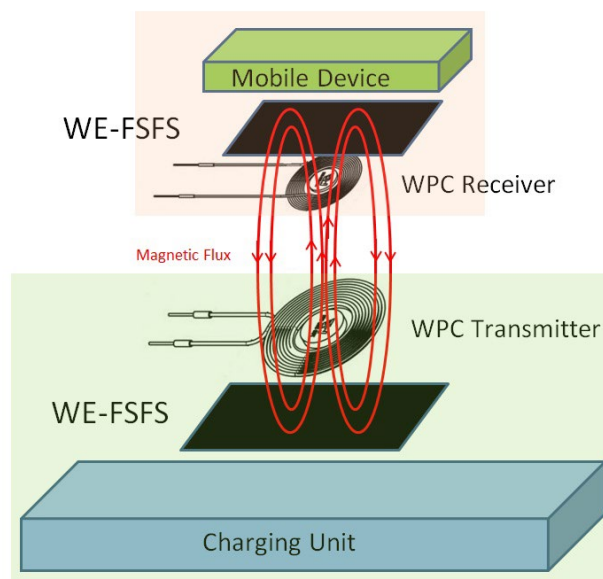
## Funkprodukte flexibel geschirmt



**Abbildung 6: Verteilung der Magnetflussdichte ohne Schirmung (Softwaresimulation)**

In Abb. 6 zeigt die Simulation durch farbliche Kennzeichnung, wie sich der Fluss in der Sendespule konzentriert (grün, gelb) und dann die Empfängerspule erreicht, gleichzeitig jedoch auch an der Rückseite des Senders erkennbar ist (hellblau).

Durch die Anordnung von Ferritfolien an den Sender- und Empfängerspulen wird der Fluss auf den dazwischen liegenden Bereich konzentriert, und die außerhalb dieses Bereichs gelegenen Schaltungen werden geschützt (Abbildung 7, Abbildung 8).



**Abbildung 7: Drahtlose Energieübertragung mit Schirmung**

# Application Note

## Funkprodukte flexibel geschirmt

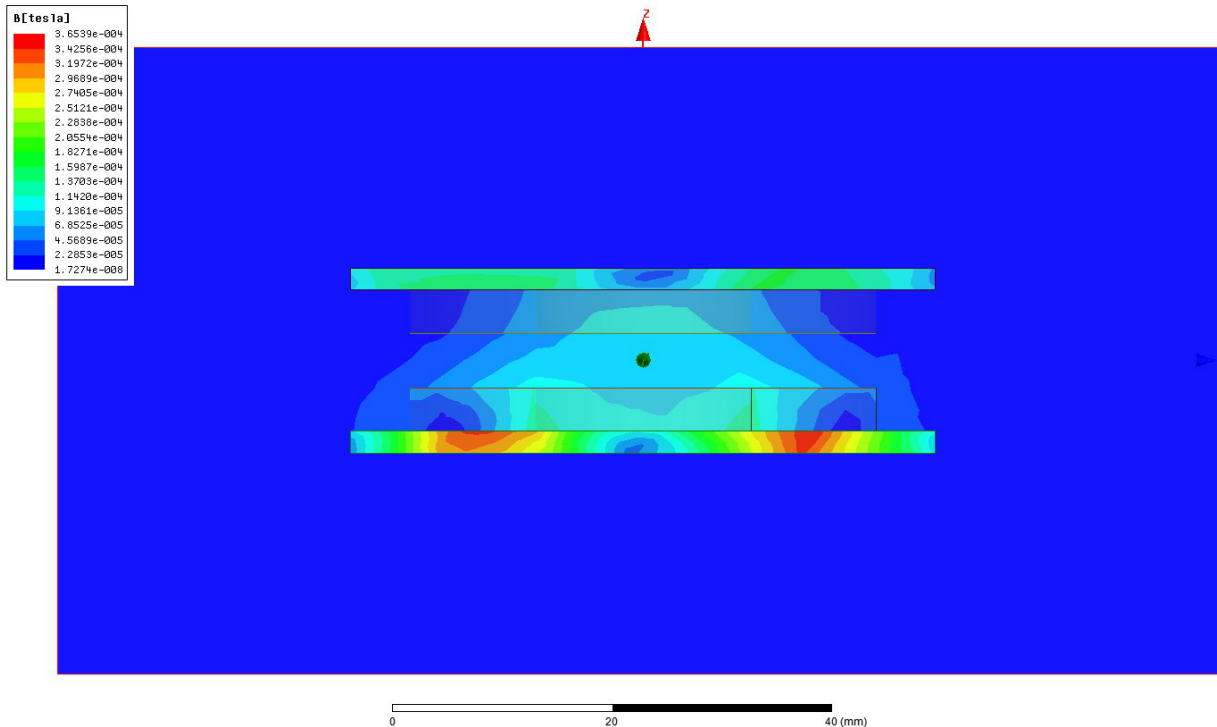


Abbildung 8: Magnetflussdichte mit Schirmung (Softwaresimulation)

Es gibt verschiedene Standards für die drahtlose Energieübertragung, die bei unterschiedlichen Frequenzen arbeiten (Tabelle 1). Das Material für die Ferritfolie muss entsprechend (d. h. mit größtmöglichem  $\mu'$ - und minimalem  $\mu''$ -Wert) ausgewählt werden. Der Verlustanteil  $\mu''$  bei WE-FSFS 354 ist über einen Wert von 2 MHz hinaus niedriger als 2, während  $\mu'$  größer als 200 ist – dies ist die perfekte Schirmung für Qi- und PMA-Standards. Bei höheren Frequenzen ist WE-FSFS 364 aufgrund der niedrigen Verluste die beste Wahl:  $\mu''$  verbleibt unter 2 bis hinauf zu 13,56 MHz, während  $\mu'$  auch dann noch über 100 liegt.

Standard	Frequenzbereich
WPC-Qi	100...205 kHz
PMA	277...357 kHz
A4WP	6,78 MHz
WCT	13,56 MHz

Tabelle 1: Einsatzfrequenzen für drahtlose Energieübertragung

## 4. Near Field Communication (NFC)

NFC-Anwendungen wie mobiles Bezahlen, ÖPNV oder Zugangskontrolle verwenden für den Datenaustausch die Frequenz 13,56 MHz. Sender- und Empfängerspulen müssen so abgestimmt sein, dass sie bei dieser Frequenz resonieren; ein passender Stromkreis ist normalerweise Bestandteil der entsprechenden Schaltung.

Allerdings wird die Kommunikation bei Vorhandensein einer leitfähigen Oberfläche (z. B. Akku, Erdungsplatte, Metallgehäuse) im Bereich einer der Spulen aufgrund von Wirbelströmen unterbunden. Der durch das Lesegerät (Abb. 9, blaue Linien) generierte Fluss durchquert die leitfähige Fläche, die die

## Application Note



### Funkprodukte flexibel geschirmt

Wirbelströme erzeugt. Durch diese Wirbelströme wird ein Gegenfluss erzeugt (Abb. 9, rote Linien), der die Kommunikationseffizienz beeinträchtigt. Gleichzeitig wird die Induktivität der Spule  $L$  aufgrund des Vorhandenseins leitfähigen Materials in ihrer Nähe reduziert. Dadurch erhöht sich die Resonanzfrequenz und ist folglich nicht mehr auf die Resonanzfrequenz der anderen Spule abgestimmt.

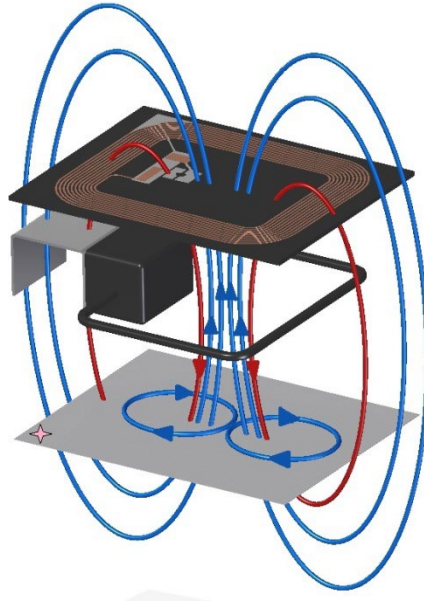


Abbildung 9: NFC-RFID-Kommunikation ohne Schirmung

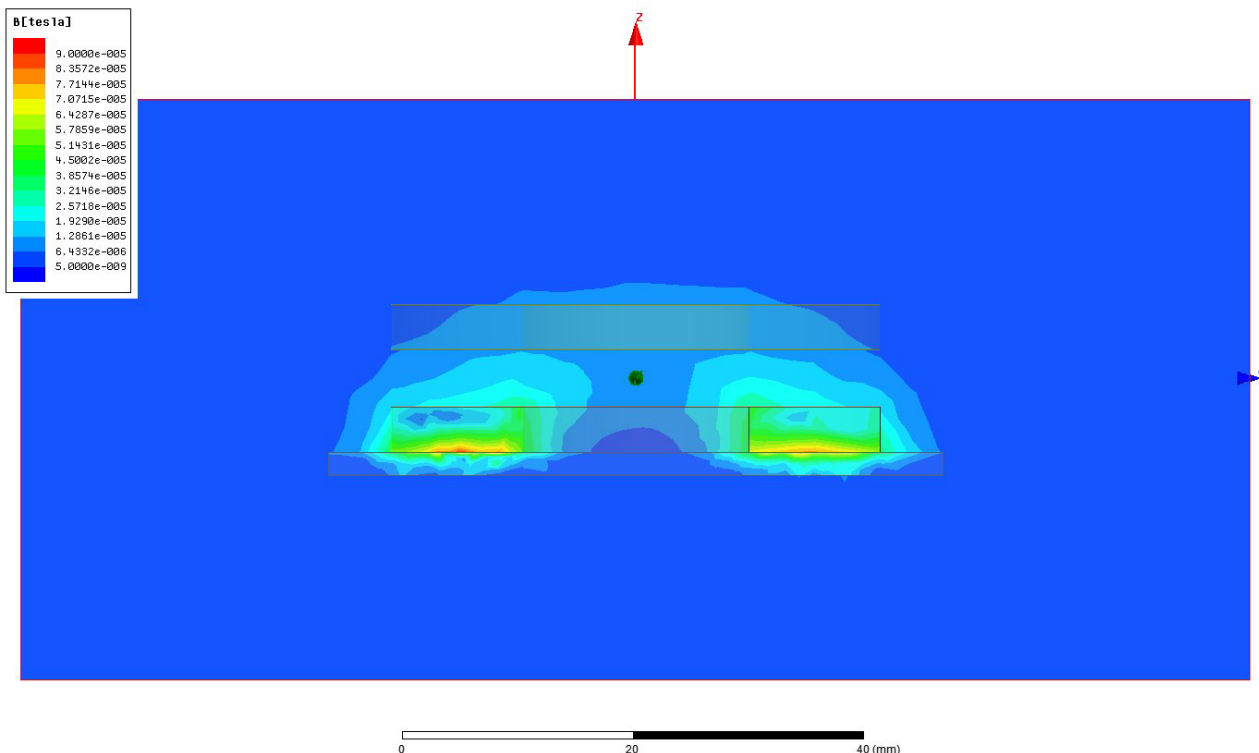
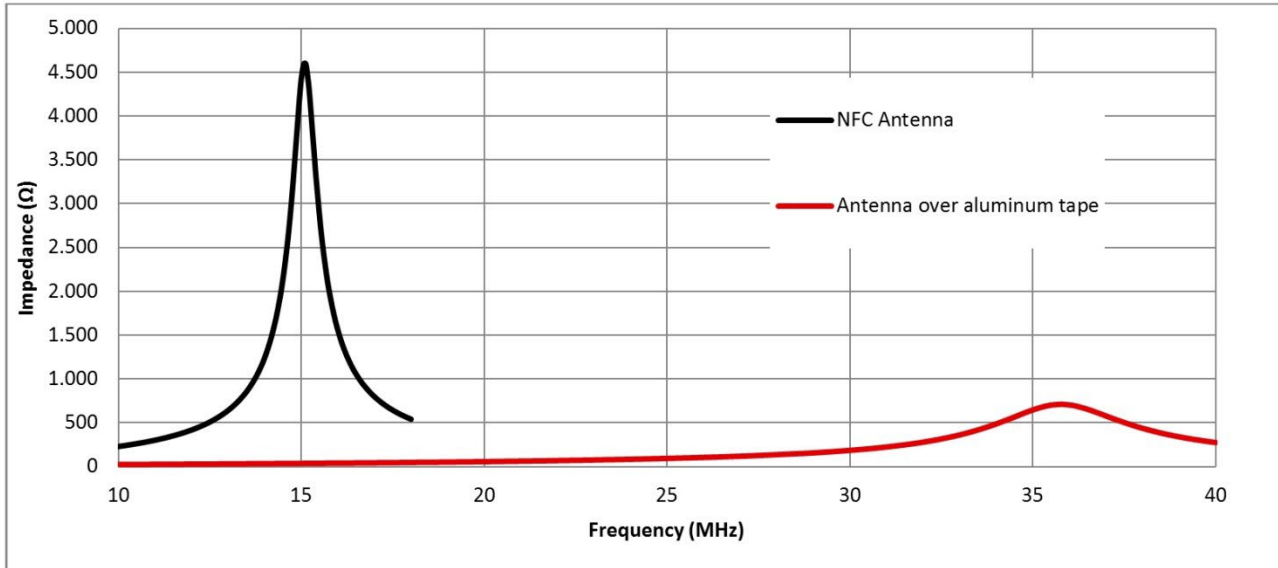


Abbildung 10: Wirkung einer leitfähigen Fläche in der Magnetflussverteilung (Simulation)

## Application Note



### Funkprodukte flexibel geschirmt



**Abbildung 11: Wirkung einer leitfähigen Fläche (Frequenzverschiebung, Verringerung der Impedanz)**

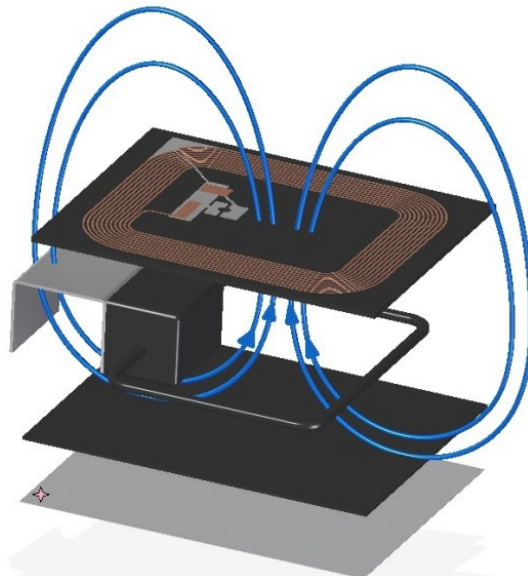
Aufgrund der ohmschen Verluste  $R$ , die im leitfähigen Material durch Wirbelströme auftreten, erhöht sich die Dämpfung im Resonanzkreis, und die Bandbreite der Resonanz nimmt zu (Abbildung 11: Wirkung einer leitfähigen Fläche (Frequenzverschiebung, Verringerung der Impedanz), rote Linie).

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}$$

Gleichzeitig verringert sich das globale Impedanzmaximum durch die Verstimmung. Ein Ausgleich dieser Frequenz- und Bandbreitenänderung durch die jeweils andere Schaltung ist sehr schwierig.

Mithilfe der WE-FSFS 364 Ferritfolie mit hohem  $\mu'$  bei 13,56 MHz lässt sich der Fluss umleiten. Hierdurch lassen sich leitfähige Flächen und Wirbelströme umgehen, und die Induktivität wird erhöht.

Niedrige  $\mu''$ -Werte im Bereich derselben Frequenz stellen sicher, dass sich die Verluste  $R$  nicht nennenswert erhöhen, und garantieren eine Resonanz mit kleiner Bandbreite (Abbildung 12, Abbildung 13, Abbildung 14, grüne Linie).



**Abbildung 12: NFC-RFID-Kommunikation mit Schirmung**

# Application Note



## Funkprodukte flexibel geschirmt

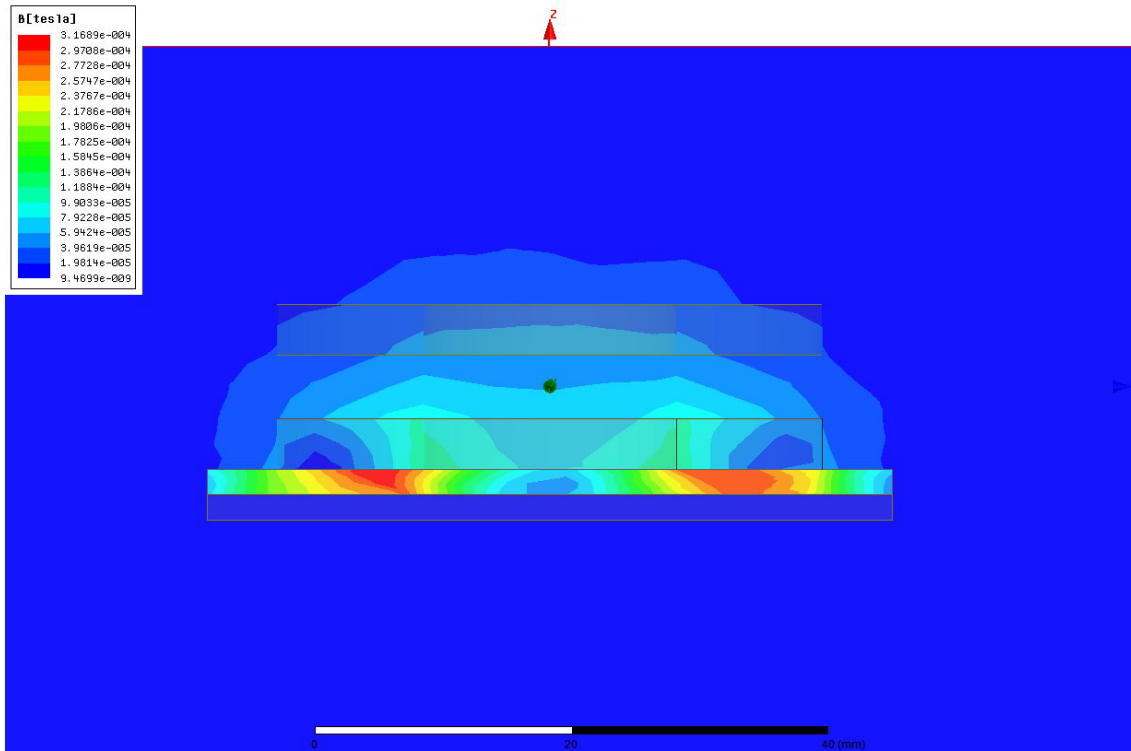


Abbildung 13: Leitfähige Fläche mit Ferritschirmung (Simulation)

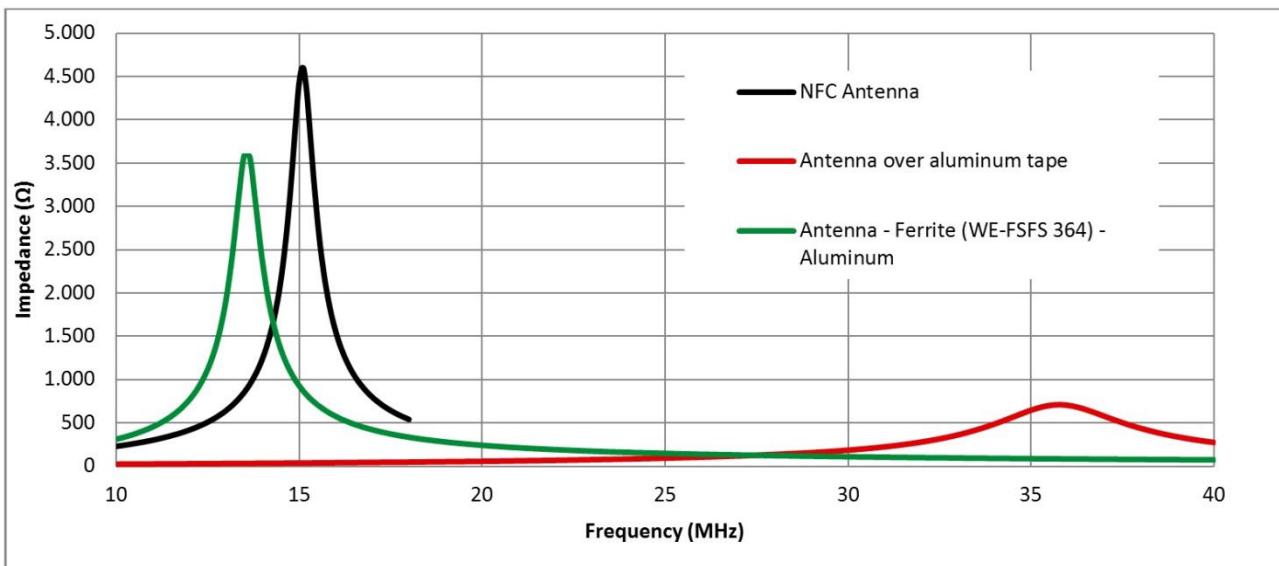


Abbildung 14: Gegenmaßnahme mit Ferritschirmung (Rückverschiebung der Frequenz, Verringerung der Bandbreite)

## Application Note



### Funkprodukte flexibel geschirmt

#### 5. Fazit

---

Nach der Erläuterung des Mechanismus und der Messung des Verhaltens von Ferritmaterialien haben wir gesehen, wie diese Materialien (und insbesondere Ferritfolien) dank ihrer Fähigkeit, den Magnetfluss zu steuern, eine herausragende Schirmungsleistung in kritischen Anwendungen wie Energieübertragung und NFC bieten.

Durch die Auswahl geeigneter Materialien und ihre korrekte Anordnung lässt sich ein hoher Wirkungsgrad bei der Energieübertragung erzielen. Gleichzeitig werden unerwünschte Interferenzen und Emissionen sowie eine Erwärmung des Gerätes minimiert.

Dank ihrer hohen Leistungsfähigkeit und ihrer geringen Dicke stellen die flexiblen Folien aus gesintertem Ferrit einen unverzichtbaren Partner dar, wenn es darum geht, die Effizienz dieser Technologien zu verbessern und ihr Integrationsniveau zu steigern.

# Application Note



## Funkprodukte flexibel geschirmt

### 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](http://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 Todesfällen 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:

<http://www.we-online.de/app-notes>

Component Selector:

<http://www.we-online.de/component-selector>

Toolbox:

<http://www.we-online.de/toolbox>

Produkt Katalog:

<http://katalog.we-online.de/>

### KONTAKTINFORMATIONEN

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1, 74638 Waldenburg, Germany

Tel.: +49 (0) 7942 / 945 – 0

Email: [appnotes@we-online.de](mailto:appnotes@we-online.de)

Web: <http://www.we-online.de>