

Application Note

Funkprodukte flexibel geschirmt



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:

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

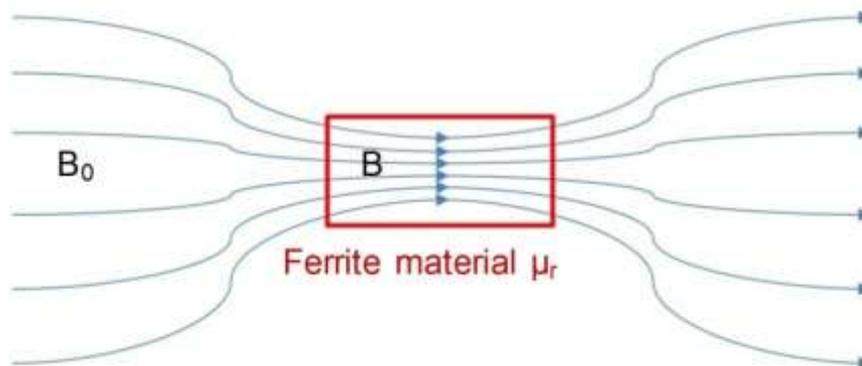


Abbildung 1: Wirkung des Ferritmaterials

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 μ' und den Verlustanteil μ'' unterteilen. Dies kennen wir als komplexe Permeabilität:

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

Application Note



Funkprodukte flexibel geschirmt

Ferritmaterialien mit einem hohen μ'' -Wert sind nützlich beim Umgang mit Störungen, während ein hoher Wert für μ' 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 μ' - und niedrigem μ'' -Wert im Bereich der Kommunikationsfrequenz benötigt.

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

WE-FAS, Dielektrisch-magnetische Folie (Abb. 2):

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 μ'' -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

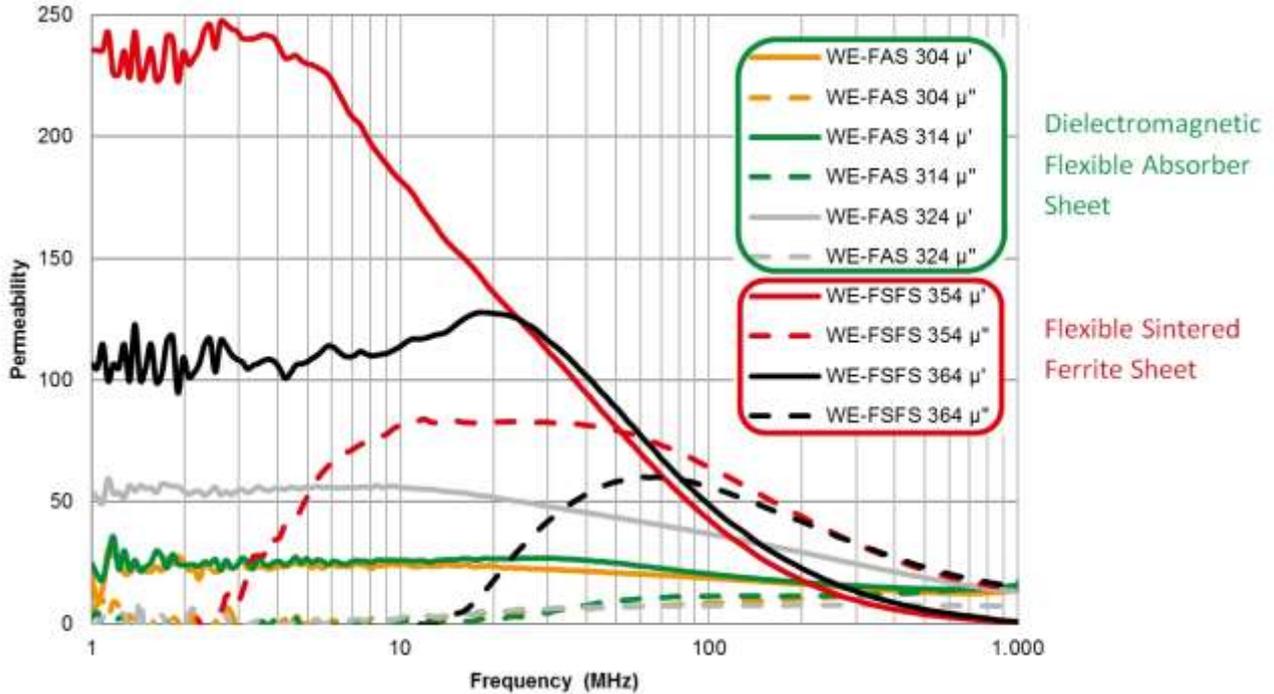


Abbildung 4: Komplexe Permeabilität bei Ferritmaterialien

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).

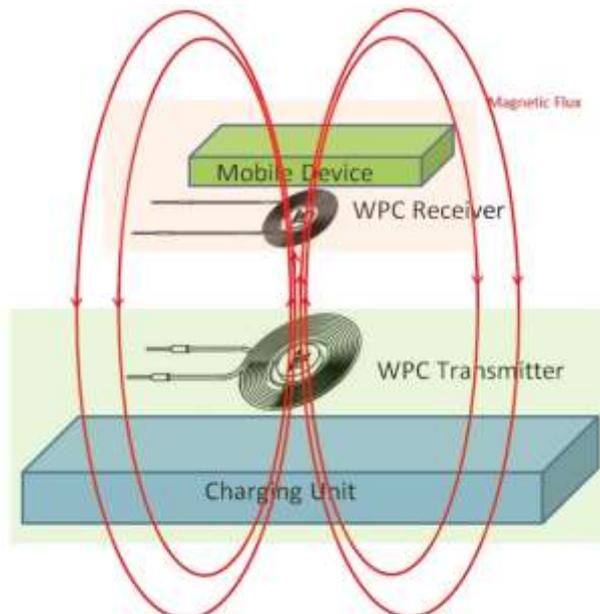


Abbildung 5: Magnetfluss ohne Schirmung bei drahtloser Energieübertragung

Application Note

Funkprodukte flexibel geschirmt

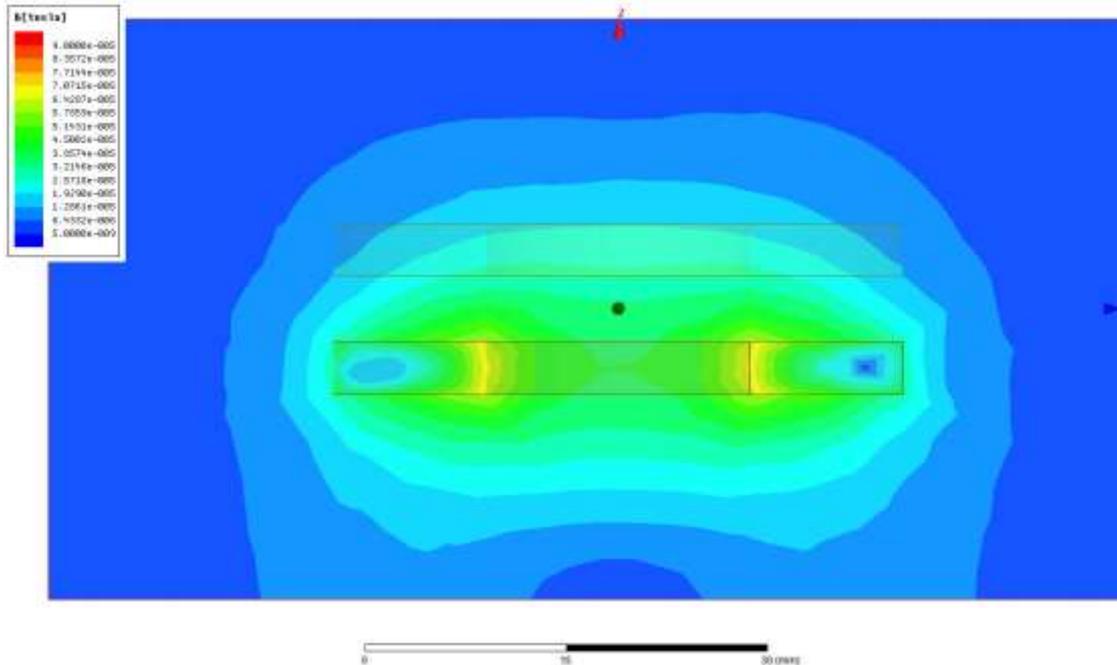


Abbildung 6: Verteilung der Magnetflussdichte ohne Schirmung (Softwaresimulation)

In Abb. 6 zeigt die Simulation durch farbliche Kennzeichnung, wie sich der Fluss in der Senderspule 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**).

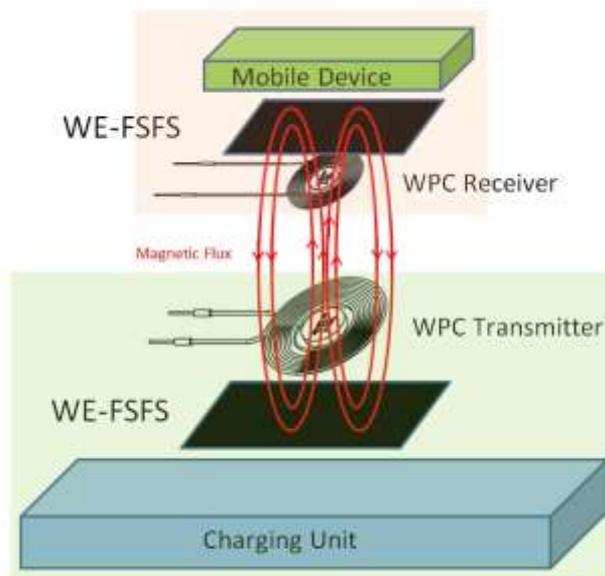


Abbildung 7: Drahtlose Energieübertragung mit Schirmung

Application Note

Funkprodukte flexibel geschirmt

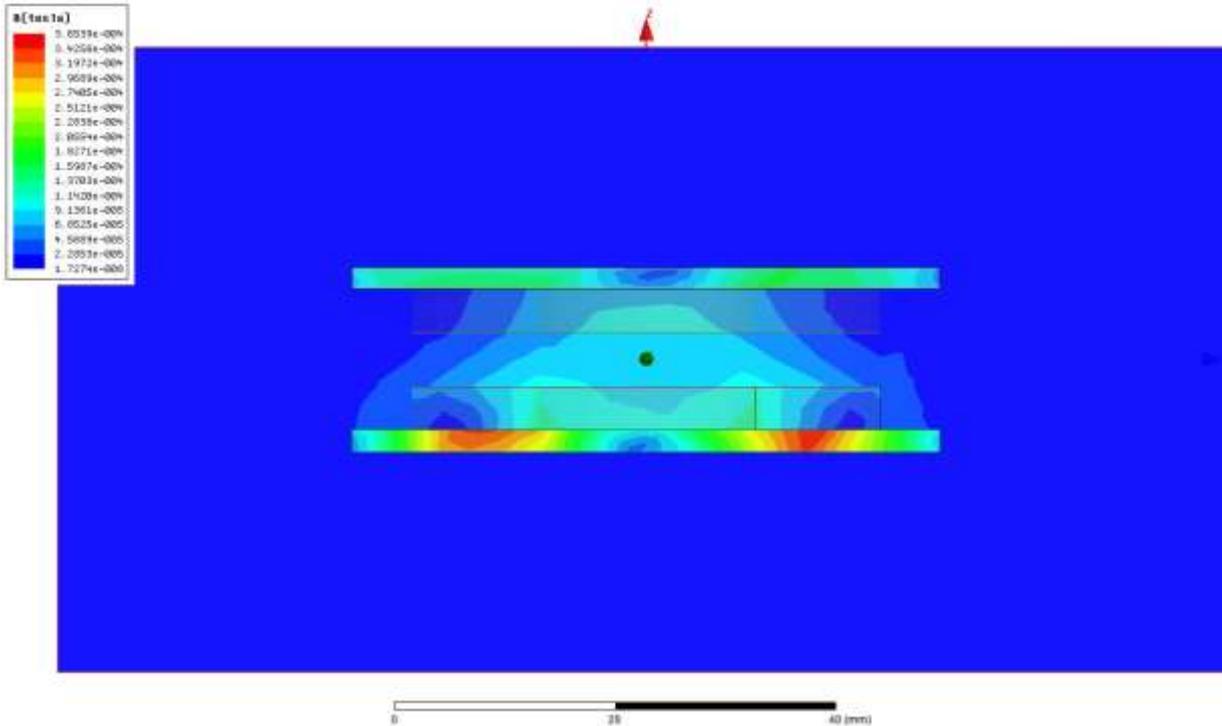


Abbildung 8: Magnetflussdichte mit Schirmung (Softwaresimulation)

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 μ' - und minimalem μ'' -Wert) ausgewählt werden. Der Verlustanteil μ'' bei WE-FSFS 354 ist über einen Wert von 2 MHz hinaus niedriger als 2, während μ' 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: μ'' verbleibt unter 2 bis hinauf zu 13,56 MHz, während μ' 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.

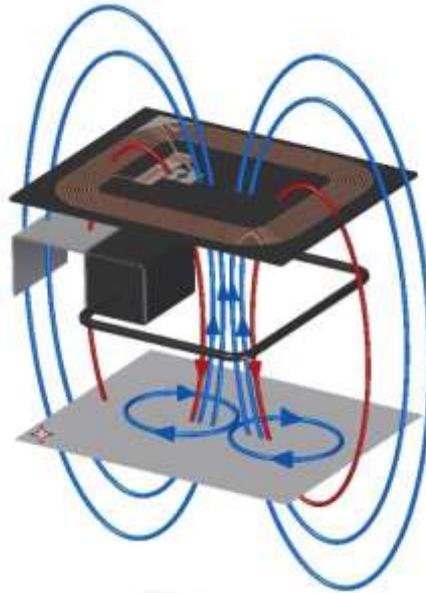


Abbildung 9: NFC-RFID-Kommunikation ohne Schirmung

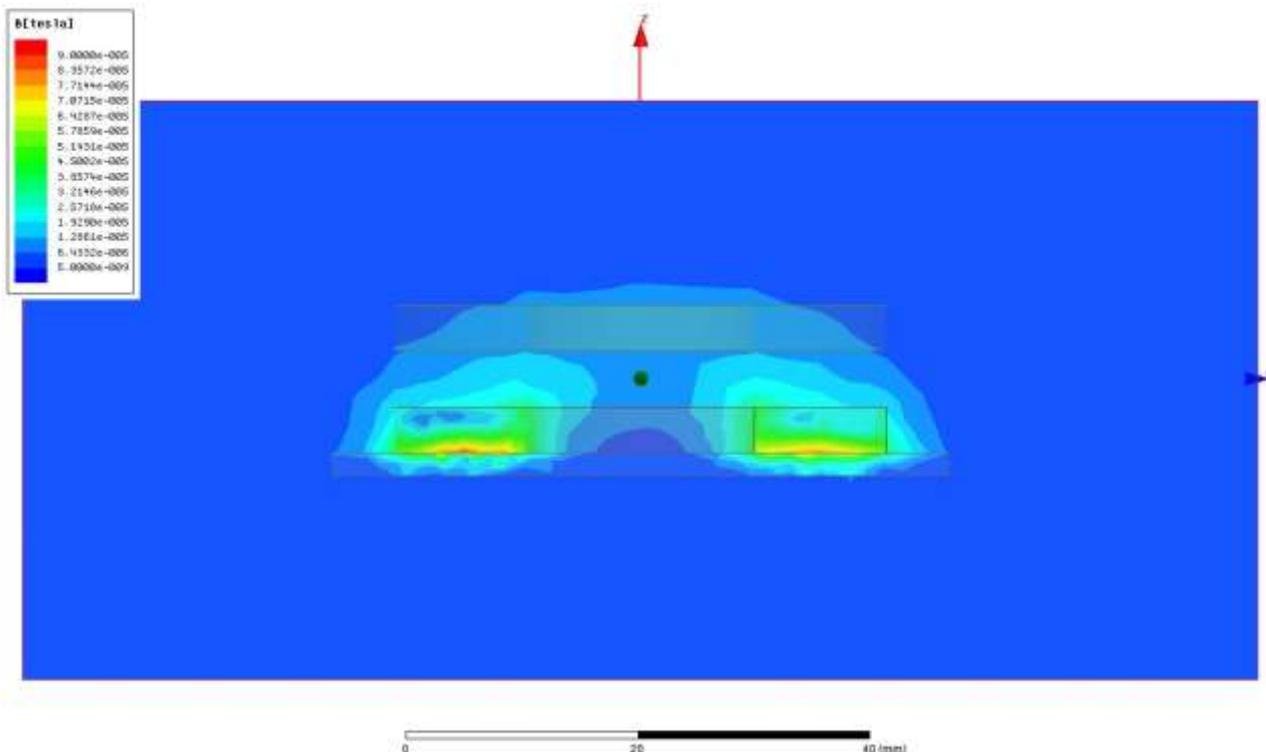


Abbildung 10: Wirkung einer leitfähigen Fläche in der Magnetflussverteilung (Simulation)

Application Note



Funkprodukte flexibel geschirmt

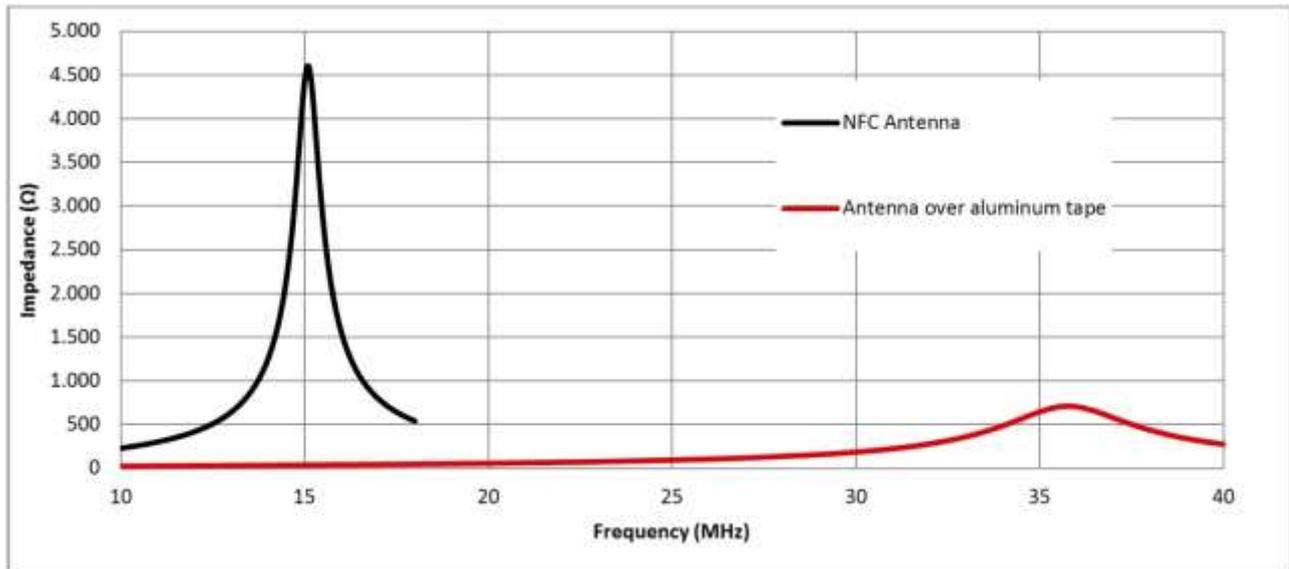


Abbildung 11: Wirkung einer leitfähigen Fläche (Frequenzverschiebung, Verringerung der Impedanz)

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 μ' bei 13,56 MHz lässt sich der Fluss umleiten. Hierdurch lassen sich leitfähige Flächen und Wirbelströme umgehen, und die Induktivität wird erhöht.

Niedrige μ'' -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).

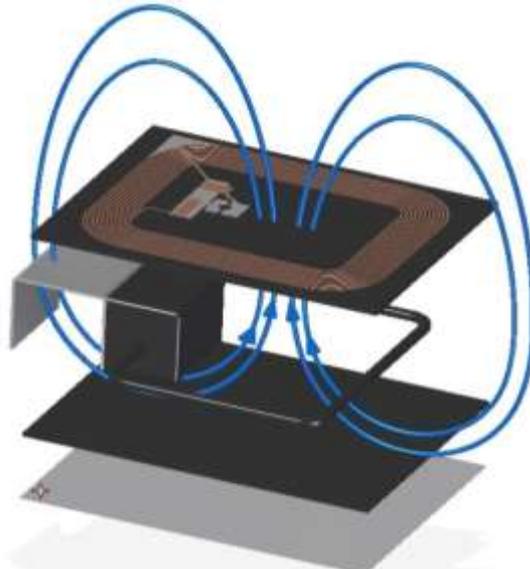


Abbildung 12: NFC-RFID-Kommunikation mit Schirmung

Application Note

Funkprodukte flexibel geschirmt

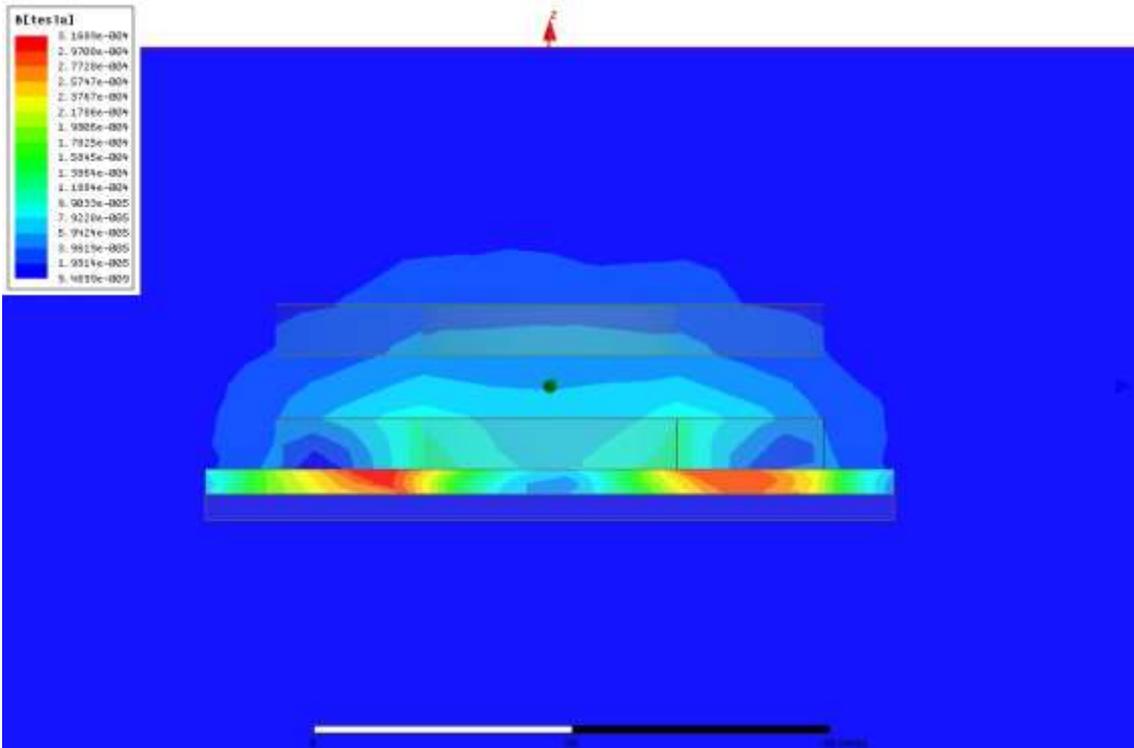


Abbildung 13: Leitfähige Fläche mit Ferritschirmung (Simulation)

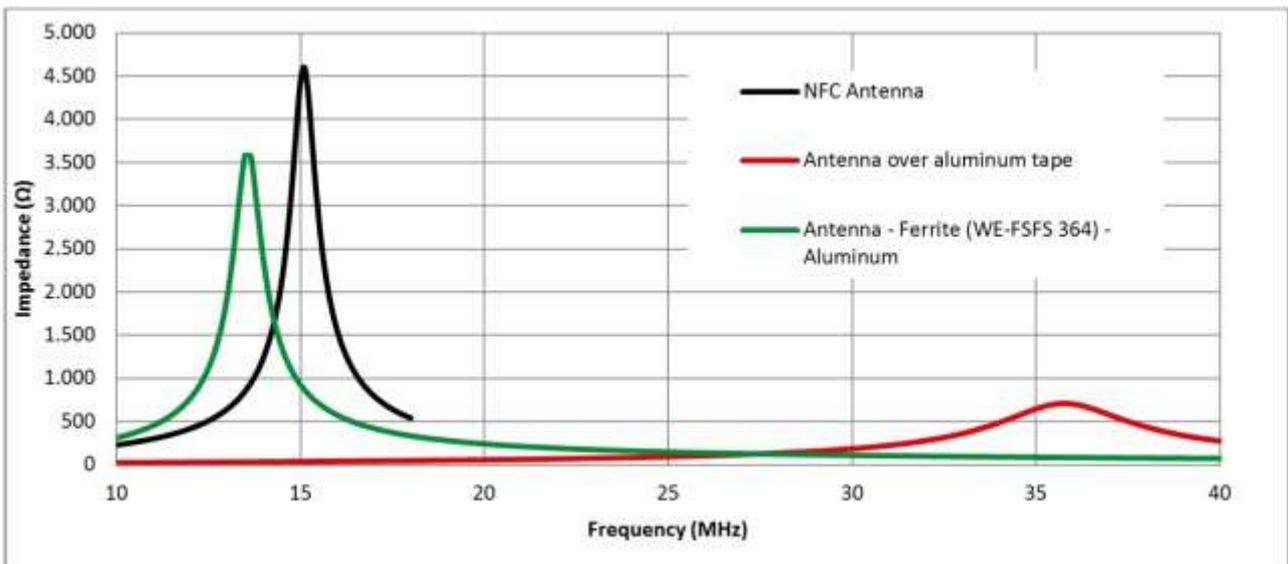


Abbildung 14: Gegenmaßnahme mit Ferritschirmung (Rückverschiebung der Frequenz, Verringerung der Bandbreite)

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

IMPORTANT NOTICE

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG and its subsidiaries and affiliates (WE) assume no liability for application assistance of any kind. Customers may use WE's assistance and product recommendations for their applications and design. The responsibility for the applicability and use of WE Products in a particular customer design is always solely within the authority of the customer. Due to this fact it is up to the customer to evaluate, where appropriate to investigate and decide whether the device with the specific product characteristics described in the product specification is valid and suitable for the respective customer application or not.

Customers are cautioned to verify that data sheets are current. The current data sheets can be downloaded at www.we-online.com. Customers shall strictly observe any product-specific notes, cautions and warnings. WE reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services.

WE does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which WE products or services are used. Information published by WE regarding third-party products or services does not constitute a license from WE to use such products or services or a warranty or endorsement thereof.

WE products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support). It has to be clearly pointed out that the possibility of a malfunction of electronic components or failure before the end of the usual lifetime cannot be completely eliminated in the current state of the art, even if the products are operated within the range of the specifications. In certain customer applications requiring a very high level of safety and in which the malfunction or failure of an electronic component could endanger human life or health Customers must ensure that they have all necessary expertise in the safety and regulatory ramifications of their applications, and acknowledge and agree that they are solely responsible for all legal, regulatory and safety-related requirements concerning their products and any use of WE products in such safety-critical applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by WE. Further, Customers shall fully indemnify WE against any damages arising out of the use of WE products in such safety-critical applications. WE products are neither designed nor intended for use in automotive applications or environments unless the specific WE products are designated by WE as compliant with ISO/TS 16949 requirements. Customers acknowledge and agree that, if they use any non-designated products in automotive applications, WE will not be responsible for any failure to meet such requirements.

USEFUL LINKS

- Application Notes: <http://www.we-online.com/app-notes>
Component Selector: <http://www.we-online.com/component-selector>
Toolbox: <http://www.we-online.com/toolbox>
Product Catalog: <http://katalog.we-online.de/en/>

CONTACT INFORMATION

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 1, 74638 Waldenburg, Germany
Tel.: +49 (0) 7942 / 945 – 0
Email: appnotes@we-online.de
Web: <http://www.we-online.com>