

# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



ANP059 // JORGE VICTORIA AHUIR

### 1 Die Flexible Absorberfolie WE-FAS

Elektromagnetische Störausstrahlung (EMV) sind zu einem ernsthaften Problem geworden, da sie überall in elektronischen Schaltungen mit unvorhersehbaren und negativen Auswirkungen auftreten können. Diese Problematik ist in den letzten Jahren aufgrund einer Reihe von Faktoren gewachsen, wie z.B. Erhöhung der Schalt- bzw. Arbeitsfrequenz, hohe Integrationsdichte elektronischer Systeme, höhere Leistungsdichten und Reduzierung der Leiterplattendicke und -größe.

Das häufigste Mittel zur Lösung von Problemen mit elektromagnetischen Störungen ist die Abschirmung des Systems mit ableitfähigen Materialien wie Folienbändern, leitfähigen Dichtungen oder der Einsatz von geschirmten Gehäusen. Dennoch beinhalten viele Geräte eine große Anzahl elektronischer Bauteile, die in einem höheren Frequenzbereich arbeiten, welche komplexe EMV-Störungen verursachen können, die mit herkömmlichen leitfähigen Abschirmungen nicht zu beheben sind. Um diese Probleme zu vermeiden, können flexible Absorberfolien wie die WE-FAS Serie eingesetzt werden. Diese Serie besteht aus einem mit Ferritpulver gefüllten Polymer, der sehr gut zur Dämpfung unerwünschter hochfrequenten elektromagnetischen Störungen eingesetzt werden kann.



Abbildung 1: WE-FAS Flexible Absorberfolie

### 2 Eigenschaften der Absorberfolie

Einer der wichtigsten Parameter, der die Fähigkeit des Materials beschreibt, um leitungsgeführte und abgestrahlte elektromagnetische Störungen zu absorbieren, ist der Teil  $\mu''$  der komplexen Permeabilität ( $\mu$ ). Die Permeabilität eines Materials ist das Ergebnis der molekularen Zusammensetzung und Struktur und wird definiert als die komplexe Permeabilität. Der Realteil quantifiziert die gespeicherte Energie oder die induktive Komponente, während der Imaginärteil die absorbierte Energie oder die Absorptionskomponente quantifiziert.:

$$\mu_r = \mu_r' - j\mu_r'' \quad (1)$$

Das Verhalten dieser Parameter hängt von der Materialzusammensetzung ab. Es ist wichtig zu wissen, in welchem Frequenzbereich die Störgeräusche die zulässigen Grenzwerte überschreiten. Damit ist es möglich, je nach Anwendung und Art des elektromagnetischen Störsignals/Rauschens ein Gleichgewicht zwischen Reflexion und

magnetischen Verlusten herzustellen. Abbildung 2 zeigt die komplexe Permeabilität mehrerer flexibler Absorberfolien der WE-FAS Serie mit unterschiedlicher Materialzusammensetzung.

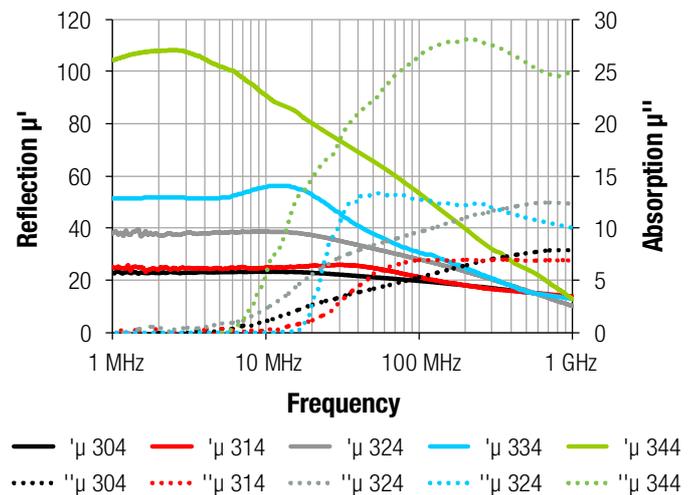


Abbildung 2: Permeabilität von flexiblen Absorberfolien mit unterschiedlichen Zusammensetzungen

Da die Permeabilität frequenzabhängig ist, muss das richtige Material entsprechend dem Frequenzbereich ausgewählt werden, in dem der Störpegel unterdrückt werden soll. Die Standardspezifikation gibt diese Information nicht wieder, da hier nur allgemeine Parameter anstelle von Absorptions- und Reflexionskomponenten angegeben sind:

Artikel Nr.	Dicke (mm)	$\mu'_{typ}$ @ 1MHz	Abmessungen L x B (mm)
304 03S	0,3	23	330 x 210
304 05S	0,5	23	330 x 210
304 10S	1,0	23	330 x 210
314 01	0,1	25	297 x 210
314 02	0,2	25	297 x 210
314 03	0,3	25	297 x 210
324 01S	0,1	39	297 x 210
324 02S	0,2	39	297 x 210
324 03S	0,3	39	297 x 210
324 05S	0,5	39	297 x 210
324 075 S	0,75	39	297 x 210
324 10S	1,0	39	297 x 210
334 01	0,1	55	297 x 210
334 02	0,2	55	297 x 210
334 03	0,3	55	297 x 210
344 01	0,1	100	297 x 210
344 02	0,2	100	297 x 210
344 03	0,3	100	297 x 210

Tabelle 1: Technische Parameter der WE-FAS Serie

# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



Dennoch kann es schwierig sein die Leistung des Absorbermaterials abzuschätzen, da sie neben der Permeabilität des Absorbers aus einer Vielzahl von Variablen resultiert. Dazu gehören Foliendicke, -größe und -geometrie, sowie der Abstand zwischen Strahlungsquelle und Absorbermaterial. So kann in einfachen Systemen die Dämpfung eines bestimmten elektromagnetischen Entstörmaterials nicht abgeschätzt werden. Um die Wirkung in komplexeren elektronischen Systemen zu untersuchen, ist es besser, reale Ergebnisse durch experimentelle Charakterisierungstechniken zu erhalten.

Interessanter ist es, die Absorptionsfähigkeit durch Versuchsaufbauten zu messen die es ermöglichen, die Leistungsfähigkeit mehrerer Folien mit unterschiedlichem Verhalten zu bewerten. Dabei werden im Folgenden verschiedene experimentelle Tests beschrieben, die zur Charakterisierung von Absorbermaterialien auf der Basis interner und externer Eigenschaften eingesetzt werden können.

Die beschriebenen Charakterisierungstechniken simulieren spezifische Probleme, die sich auf Übertragungsleitungen, Hohlraumresonanz und magnetische Entkopplung konzentrieren. Diese Aufstellungen und experimentellen Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt, um je nach Anwendungsfall das Material mit der höchsten Reduzierung elektromagnetischer Störungen zu ermitteln.

### 3 Mikrostreifenleitungsmethode (MSL)

Mit dieser Technik ist es möglich, die Leistung der flexiblen Absorberfolien in Systemen mit Übertragungsleitungsproblemen durch ein experimentelles Verfahren zu bewerten. Auf diese Weise können mehrere Bleche mit unterschiedlicher Zusammensetzung oder Dicke getestet werden, um das maximale Verhältnis der Übertragungsdämpfungsleistung in einer bestimmten Anwendung zu erhalten.

Diese Probleme können in hochfrequenten Datenbussen auftreten, in denen digitale Signale im Frequenzbereich von MHz oder GHz schalten, wodurch leitungsgebundenes Rauschen auf den Datenleitungen erzeugt werden kann. Eine interessante Lösung für solche Anwendungen ist die Platzierung einer Absorberfolie auf dem Datenbus, wie in Abbildung 3 dargestellt. Dies wirkt wie ein Tiefpassfilter, welcher hochfrequentes leitungsgebundenes Rauschen absorbiert oder dämpft.

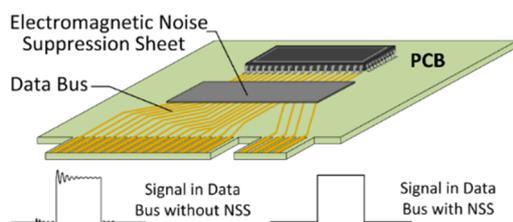


Abbildung 3: Transmission Line Anwendung

Ein Verfahren, das auf einer Mikrostreifenleitung (MSL)-Messvorrichtung basiert wird verwendet, um die Dämpfung von leitendem Stromrauschen in einer Leiterplatte oder einem Störpfad zu analysieren, wenn die Absorberfolie vorhanden ist. Dabei wird die MSL als Übertragungsleitung

eingesetzt, wobei ein Störsignal gemessen wird, um die Absorptionsfähigkeit der Probe zu ermitteln. Somit simuliert diese Vorrichtung eine Rauschquelle in einem elektronischen Schaltkreis und es ist damit möglich, die Transmissionsdämpfung zu bestimmen.

Das bei diesem Verfahren eingesetzte MSL besteht aus einer Platine, auf welcher die Leitungsbahnen aufgedruckt und an beiden Enden zwei SMA-Steckverbinder angeschlossen sind. Das MSL besteht aus Polytetrafluorethylen (PTFE), dielektrischem Leiterplattenmaterial (Länge = 100 mm, Breite = 50 mm, Dicke = 1,6 mm), einem Kupferbandleiter (Länge = 54,4 mm, Breite = 4,4 mm, Dicke = 0,018 mm) und einer Kupfergrundfläche im Boden (Länge = 100 mm, Breite = 50 mm, Dicke = 0,018 mm). Die SMA-Steckverbinder werden auf der gegenüberliegenden Seite des MSL installiert und über zwei Durchkontaktierungen mit dem Ende des MSL verbunden. Das Absorptionsverhältnis kann durch einen Vergleich des Leistungsverhältnisses der Übertragungsleitung vor und nach der Installation der Absorptionsschicht auf der Prüfvorrichtung ermittelt werden. Zur Durchführung der Messungen wird jedes Ende eines Koaxialkabels eines Netzwerkanalysators an jeden SMA-Testhalterungsanschluss angeschlossen, wie in Abbildung 4 dargestellt. Der Netzwerkanalysator muss so konfiguriert sein, dass er als Signalquelle und Signalempfänger fungiert, indem er die S21-Parameter misst, um den Messvorgang zu starten.

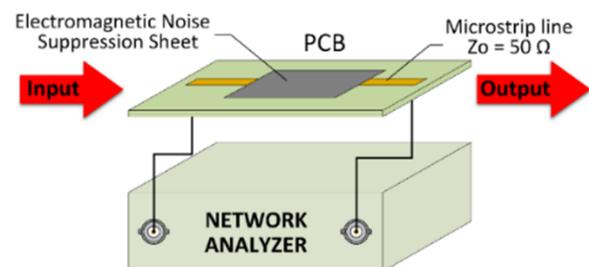


Abbildung 4: Messaufbau der Mikrostreifenleitung

Die in Abbildung 5 dargestellten Ergebnisse zeigen alle verfügbaren Materialien in einer Dicke von 0,3 mm, die mit dem oben beschriebenen Aufbau der Mikrostreifenleitung gemessen wurden. Im [Anhang I](#) sind weitere Messungen von verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen Dicken des WE-FAS Produktportfolios. In Anbetracht dessen ist es möglich, die Leistung der Absorbermaterialien nach ihrer Zusammensetzung und Dicke zu beurteilen.

# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS

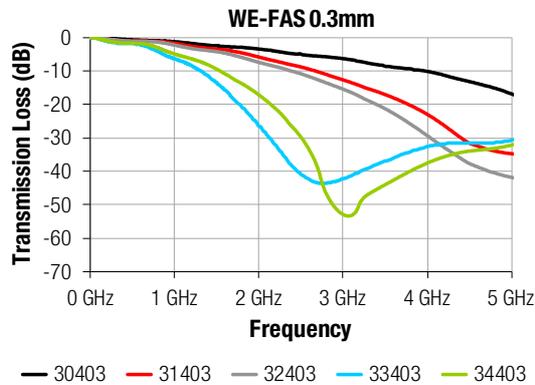


Abbildung 5: Übertragungsdämpfung als Funktion unterschiedlicher Materialien

### 4 Koaxialleitungsmethode

Die Koaxialleitungsmethode stellt ein Verfahren dar, mit dem die Absorberfähigkeiten des Materials untersucht werden können, um EMV-Probleme in Resonanzkammern zu lösen. Hohlraumresonanz ist ein auftretendes Phänomen, wenn eine elektronische Schaltung in einem Metallgehäuse untergebracht ist. Störende Schaltkreise verursachen in der Regel die Resonanz im Inneren des Gehäuses, was zu Interferenzproblemen oder gar zu einer Fehlfunktion des Systems führen kann. In Anbetracht dessen ist es nach der Untersuchung einiger Absorbermaterialien mit mehreren Zusammensetzungen und Schichtdicken möglich, die Folie mit der besten Leistung zu wählen, um die Resonanzfrequenz zu filtern. Bei dieser Art von Anwendung wird ein Blech unter den Deckel des Metallgehäuses gelegt, um das elektromagnetische Rauschen zu absorbieren, wie in Abbildung 6 dargestellt. Eine Möglichkeit diese Probleme zu reduzieren, besteht darin, eine Absorberfolie im Inneren des Gehäuses zu platzieren, um die Schwingungen zu dämpfen oder zu unterdrücken, indem die inneren Reflexionen reduziert werden. Um die Materialien in dieser Art von Anwendung zu bewerten, wird ein experimentelles Messsystem auf der Basis einer Koaxialleitung eingesetzt. Bei diesem Verfahren wird ein Anschluss der Koaxialleitung mit einer metallischen Oberfläche kurzgeschlossen und die zurückgeworfene Energie im Inneren mit einem Netzwerkanalysator gemessen, wie in Abbildung 7 dargestellt.

Um das Dämpfungsvermögen verschiedener Materialien und/oder Dicken zu charakterisieren ist es notwendig, das Vorgehen bei der Einstellung des Absorbermaterials über dem Reflektor zu wiederholen und die Ergebnisse vergleichen zu können. Die Auswertung der Absorbermaterialien in diesem Experiment erfolgt durch Messung des Reflexionsparameters ( $S_{11}$ ), als Referenzwert dient die Koaxialleitung ohne Absorbermaterial. Anschließend wird der Sensor zur Messung zwischen das Reflexionsmaterial und ein reflektierendes Material gelegt.

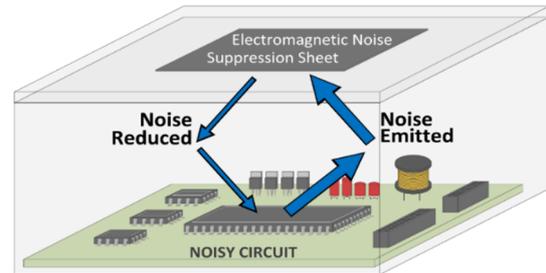


Abbildung 6: Anwendung der Koaxialleitungsmethode

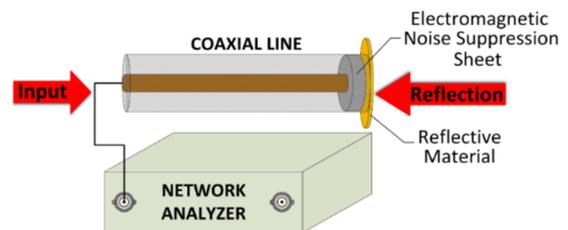


Abbildung 7: Messaufbau der Koaxialleitungsmethode

Durch den Vergleich von Referenz- und Messdaten ist es möglich, die Leistung jeder einzelnen Folie zu untersuchen. Die Reflexions-Dämpfung wurde mit der Methode gemessen, wie in Abbildung 8 mit einer Dicke von 0,3 mm dargestellt. Wiederum mehrere WE-FAS mit unterschiedlichen Materialien und Dicken wurden im [Anhang II](#) getestet, um das Dämpfungsvermögen in jedem Fall beurteilen zu können.

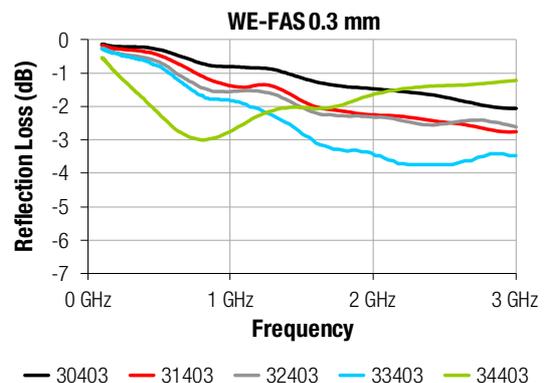


Abbildung 8: Reflexionsdämpfung als Funktion unterschiedlicher Materialien

### 5 Magnetische Entkopplungsmethode

Die magnetische Entkopplung ist ein häufiges Problem in elektronischen Systemen, das sich auf Platinen oder Geräte mit hoher Packungsdichte und Schaltungen auswirkt. Diese elektromagnetische Störsituation wird häufig beobachtet, wenn sich auf einer Leiterplatte eine störende elektronische Komponente oder Schaltung befindet, die sich auf benachbarte Elemente und Komponenten auswirken kann. Eine interessante Lösung, welche die unbeabsichtigte Kopplung dieser Art reduzieren kann, besteht darin, sich auf die Filterung der

# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



elektromagnetischen Interferenz zu konzentrieren, indem die Absorberfolie auf die Störquelle gelegt wird oder das störende Teil schützt wie in Abbildung 9 (siehe unten) dargestellt.

Diese Technik analysiert die Absorptionskapazität der Magnetfolien zur Reduzierung oder Unterdrückung der Kopplung durch den Einsatz einer Mikrostreifenleiter-Testvorrichtung zur Erzeugung der EMV-Interferenz und einer Nahfeldsonde (NFP) zur Messung. Dabei simuliert dieser Aufbau ein Kopplungssystem, bei dem das eine als Rauschquelle und das andere als Empfänger oder als betroffenes Bauteil verwendet wird. Die Absorptionswirkung wird bestimmt, indem man einen Port des Netzwerkanalysators an einen Anschluss der Mikrostreifenleitung anschließt und den anderen Anschluss mit einer Last von  $50 \Omega$  abschließt. Anschließend wird das NFP senkrecht zur Schiene platziert und mit dem zweiten Port des Netzwerkanalysators verbunden, wie in Abbildung 10 dargestellt.

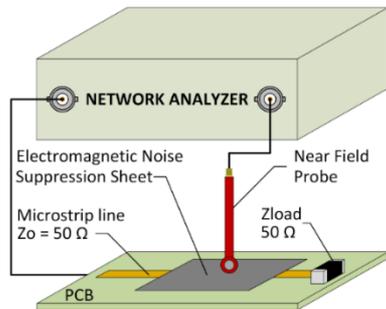


Abbildung 10: Messaufbau zur magnetischen Entkopplungsmethode

Anschließend wird ein Netzwerkanalysator als Signalquelle und Signalempfänger konfiguriert und die S21-Parameter werden vor (Referenz) und nach der Platzierung jeder Absorberplatte auf der Mikrostreifenleitung verglichen. Die gemessenen Daten mit der vorhandenen Absorberprobe werden von der Referenz subtrahiert. Die durch die magnetische Entkopplung gewonnenen Daten sind in Abbildung 11 dargestellt. Das Diagramm zeigt die Messung von WE-FAS mit verschiedenen Materialien mit einer Stärke von 0,3 mm. Weitere Diagramme im [Anhang III](#) zeigen die Daten auch für unterschiedliche Dicken.

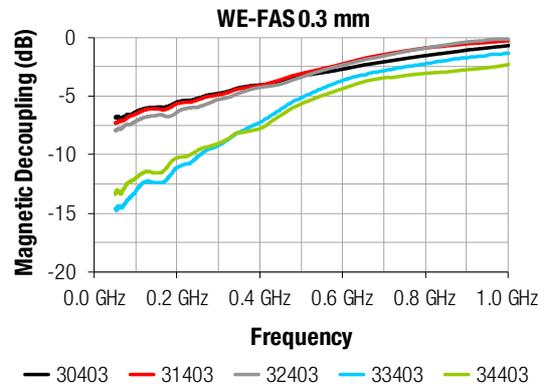


Abbildung 11: Magnetische Entkopplung als Funktion unterschiedlicher Materialien

## 6 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung aller Aspekte können die flexible Absorberfolien der WE-FAS Serie eine Vielzahl von EMV-Problemen in den verschiedensten Anwendungsbereichen lösen. Es wurden Absorbermaterialien für verschiedene Anwendungen charakterisiert: leitungsgeführte Störungen auf Datenbussen, Fehlfunktionen elektronischer Schaltungen in Gehäusen sowie mit Fehlfunktionen aufgrund von Hohlraumresonanzen und elektromagnetische Interferenzen zwischen Komponenten die im selben Schaltkreis oder in unmittelbarer Nähe desselben platziert sind. Absorberfolien bieten bei der Behebung von EMV-Störungen mehrere Vorteile, was durch experimentelle Versuche bestätigt wurde. Darüber hinaus wurden unterschiedliche Folienstärke ausgewertet, um die Leistungsfähigkeit verschiedener Produkte in Abhängigkeit von den Platzverhältnissen zu ermitteln. Diese Absorbermaterialien bieten eine innovative und unkomplizierte Lösung, ohne dass die elektronische Schaltung oder das Produkt modifiziert oder umgestaltet werden muss.

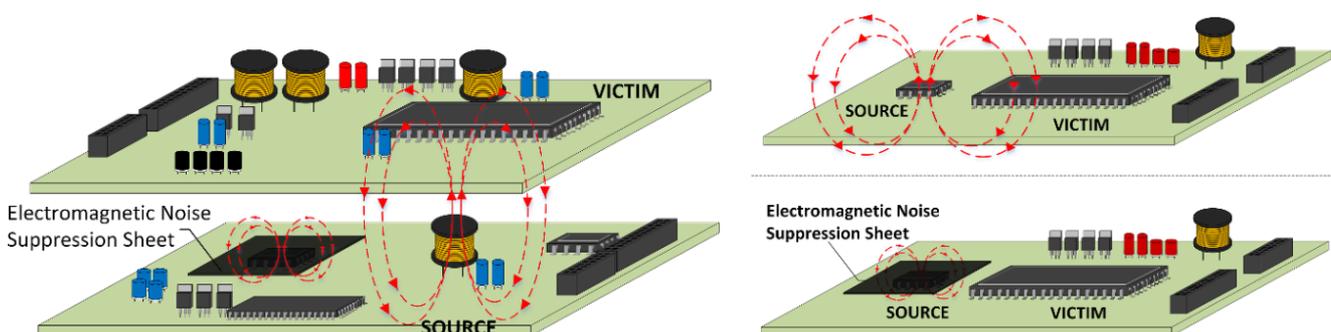


Abbildung 9: Anwendungsbeispiele der magnetischen Entkopplung

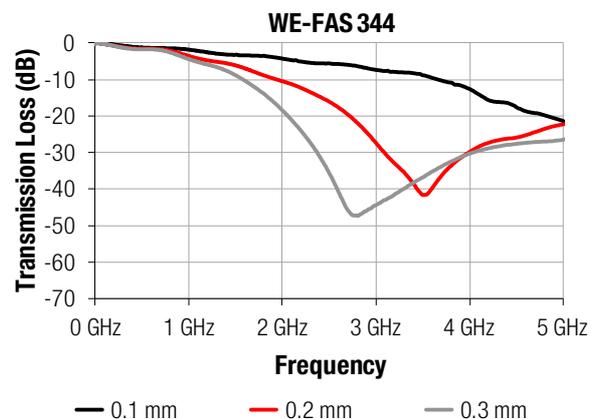
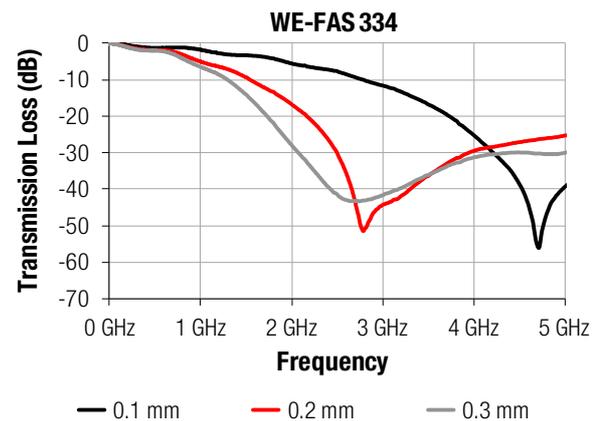
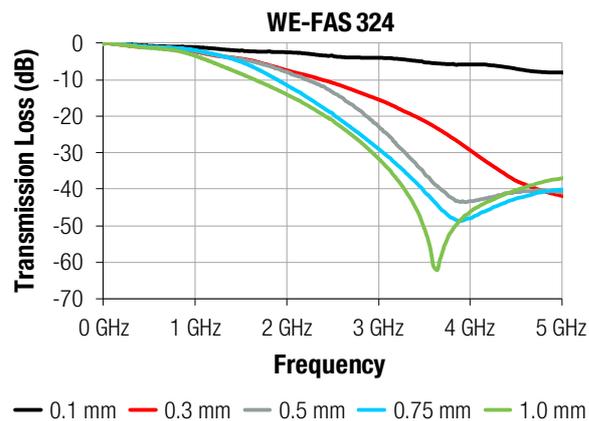
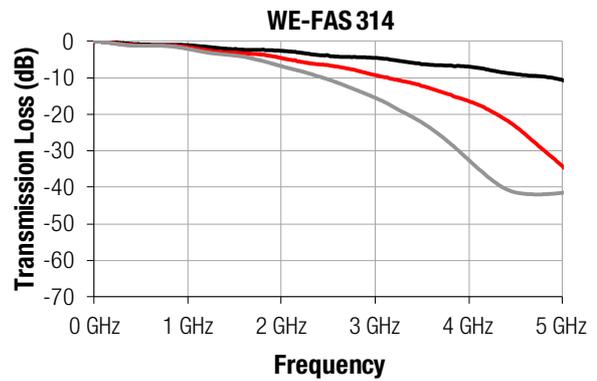
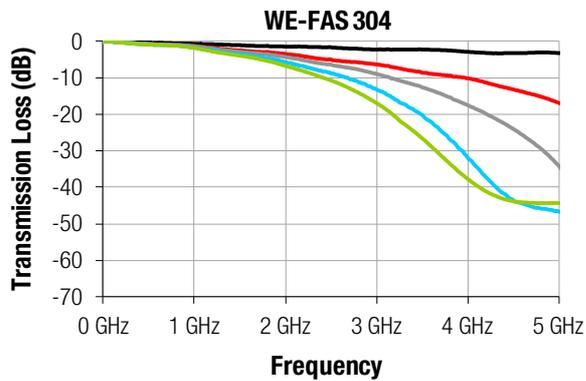
# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



### A. Anhang

#### A.1. Anhang I - Übertragungsdämpfung in Abhängigkeit von der Folienstärke

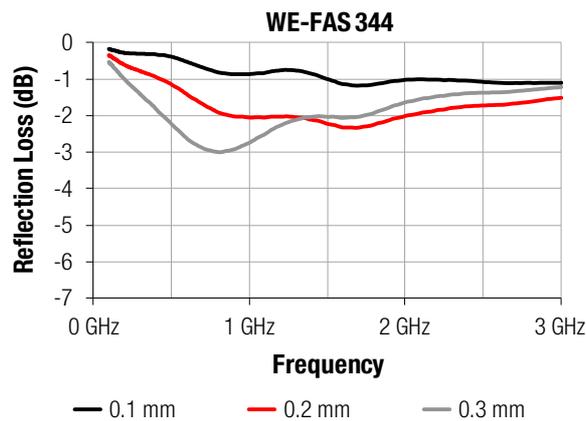
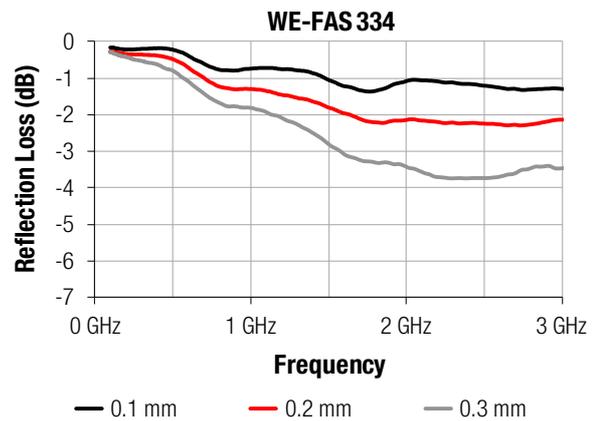
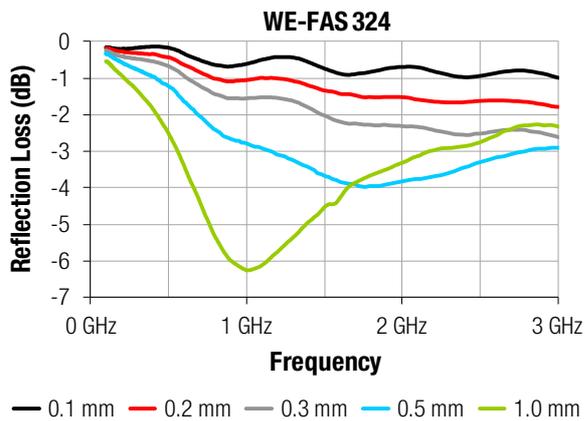
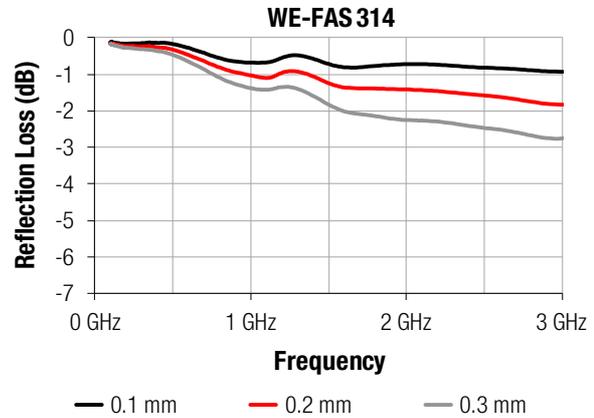
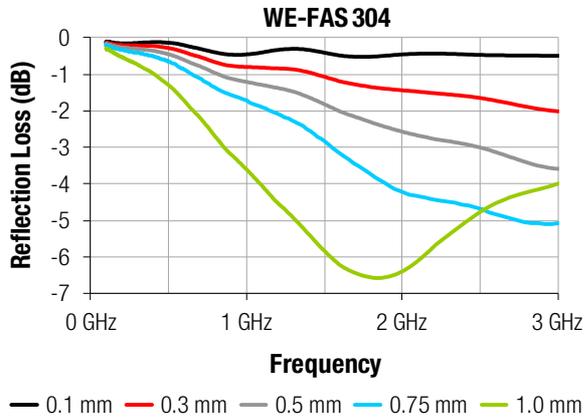


# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



### A.2. Anhang II - Reflexionsdämpfung in Abhängigkeit von der Folienstärke

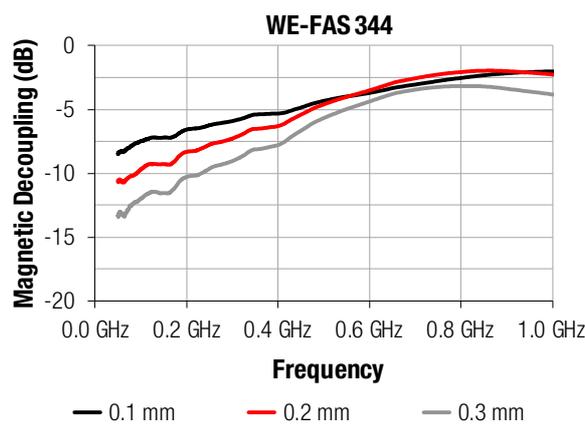
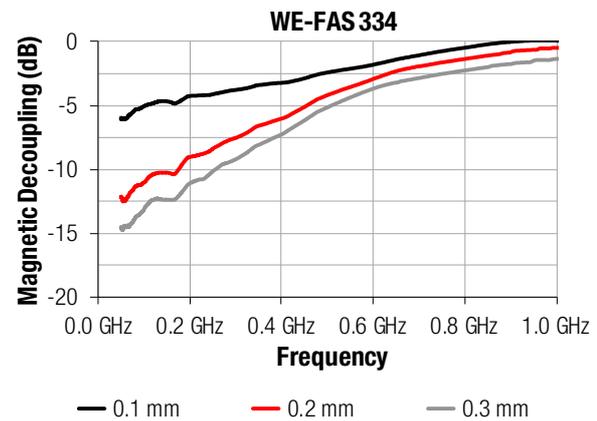
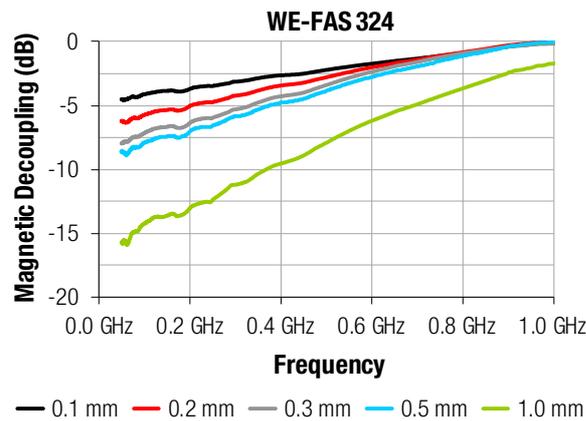
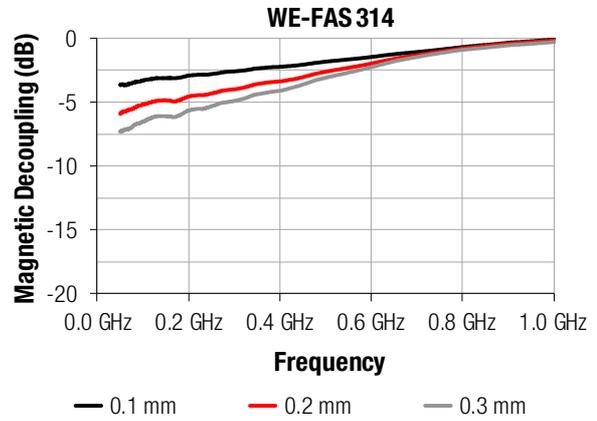
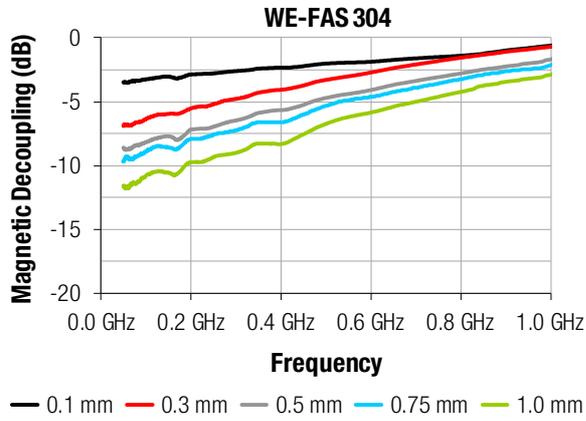


# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



### A.3. Anhang III - Magnetische Entkopplung in Abhängigkeit von der Folienstärke



# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



### A.4. Stückliste

Artikel Nr.	Dicke (mm)	$\mu'_{\text{typ}} @ 1\text{MHz}$	Abmessungen (mm)
<a href="#">304 03S</a>	0,3	23	330 x 210
<a href="#">304 05S</a>	0,5	23	330 x 210
<a href="#">304 10S</a>	1,0	23	330 x 210
<a href="#">314 01</a>	0,1	25	297 x 210
<a href="#">314 02</a>	0,2	25	297 x 210
<a href="#">314 03</a>	0,3	25	297 x 210
<a href="#">324 01S</a>	0,1	39	297 x 210
<a href="#">324 02S</a>	0,2	39	297 x 210
<a href="#">324 03S</a>	0,3	39	297 x 210
<a href="#">324 05S</a>	0,5	39	297 x 210
<a href="#">324 075 S</a>	0,75	39	297 x 210
<a href="#">324 10S</a>	1,0	39	297 x 210
<a href="#">334 01</a>	0,1	55	297 x 210
<a href="#">334 02</a>	0,2	55	297 x 210
<a href="#">334 03</a>	0,3	55	297 x 210
<a href="#">344 01</a>	0,1	100	297 x 210
<a href="#">344 02</a>	0,2	100	297 x 210
<a href="#">344 03</a>	0,3	100	297 x 210

# Application Note

## Charakterisierungsmethoden für flexible Absorberfolien WE-FAS



### 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

[www.we-online.de/app-notes](http://www.we-online.de/app-notes)



**REDEXPERT** Design Plattform

[www.we-online.de/redexpert](http://www.we-online.de/redexpert)



Toolbox

[www.we-online.de/toolbox](http://www.we-online.de/toolbox)



Produkt Katalog

[www.we-online.de/produkte](http://www.we-online.de/produkte)

### KONTAKTINFORMATION

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

Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

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

[www.we-online.de](http://www.we-online.de)

