

Elektromagnetische Simulation: ein hilfreiches Werkzeug bei der Entwicklung von HF-Anwendungen

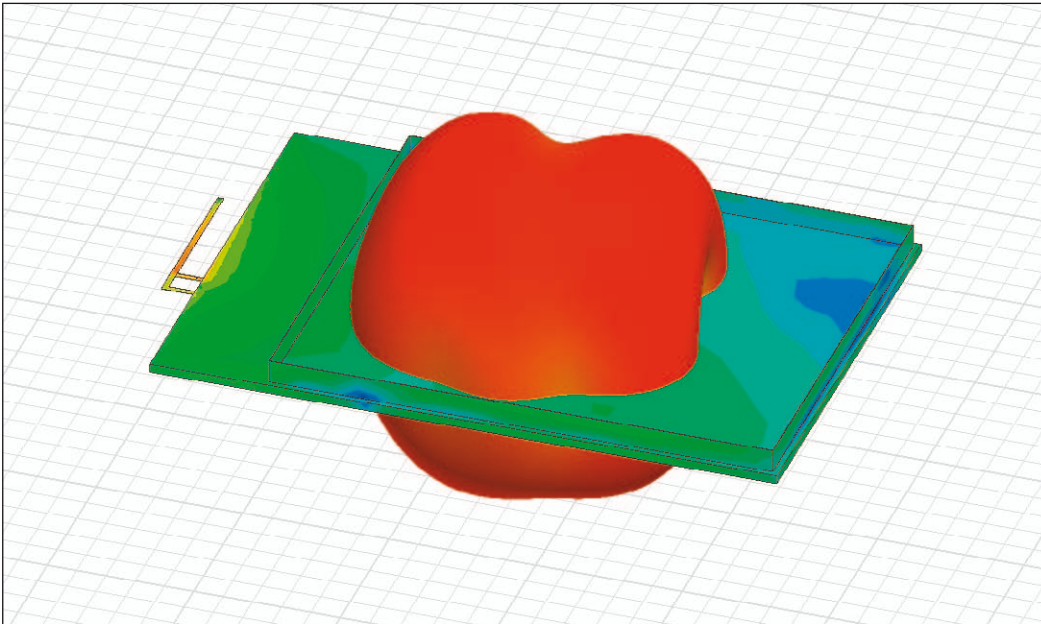


Bild 1: Räumliches Strahlungsdiagramm einer Testantenne



Dipl.-Ing. (FH) Dirk Müller
EMV-Testhaus GmbH
www.emv-testhaus.com
dirk.mueller@emv-testhaus.com

Bei der Entwicklung von HF-Anwendungen wird viel Erfahrung benötigt, um ein Gerät aufzubauen, das eine sehr geringe Störabstrahlung und hohe Störfestigkeit aufweist. Und selbst mit viel Erfahrung treten unerwartete Probleme auf, die im Entwicklungsprozess nur mit viel Zeitaufwand und zusätzlichen Kosten beseitigt werden können. Zudem hat man bei innovativen Anwendungen den Druck der rechtzeitigen Platzierung auf dem Markt. Der Einsatz von elektromagnetischen Simu-

lationsprogrammen bietet hier einen ganz neuen Lösungsansatz, um gezielt EMV-Problemen auf den Grund zu gehen. Ein großer Vorteil ist, dass die störenden Resonanzen und Ströme sichtbar gemacht werden können und mittels gezielter Eingriffe am Layout, am Gehäuse, an den Steckern oder durch sonstige beteiligte Komponenten das Problem beseitigt werden kann. Nach der Optimierung lässt sich durch einen weiteren Simulationsdurchlauf das Ergebnis der Verbesserung neu bewerten, um

zu sehen, ob der Lösungsansatz der richtige war.

Die Simulationssoftware kann immer wieder in den verschiedenen Phasen bei der Entwicklung von der Produktidee bis hin zur Ausarbeitungsphase genutzt werden, um EMV-Probleme analysieren zu können. An einem konkreten Beispiel lässt sich dies erläutern:

Es soll eine neue Fernbedienung für Bluetooth oder WLAN entwickelt werden. Das Ziel für dieses Produkt ist eine omnidirektionale Abstrahlung mit einer gleichmäßigen Verstärkung der Antenne. Hierzu wurde ein Studienmodell aufgebaut, mit baulich möglichen Antennenpositionen und den elektrischen Haupteinflüssen, wie z.B. der Displayrahmen, die auf die Antenne einwirken. Das Simulationsmodell der Fernbedienung hat eine Breite von 74 mm, eine Länge von 107 mm und eine Höhe von 6,5 mm. Unterhalb der Antenne ist ein 5 mm hoher Displayrahmen eingefügt, der zur Abschirmung des Displays dienen soll. Die Antenne ist eine nach dem Inverted-F-Antennenprinzip aufgebaut und entsprechend für 2,45 GHz angepasst. In einem zweiten Versuch wird die Antenne an eine baulich ebenfalls mögliche zweite Position verschoben, die ca. in der Mitte des Geräts liegt. Diese

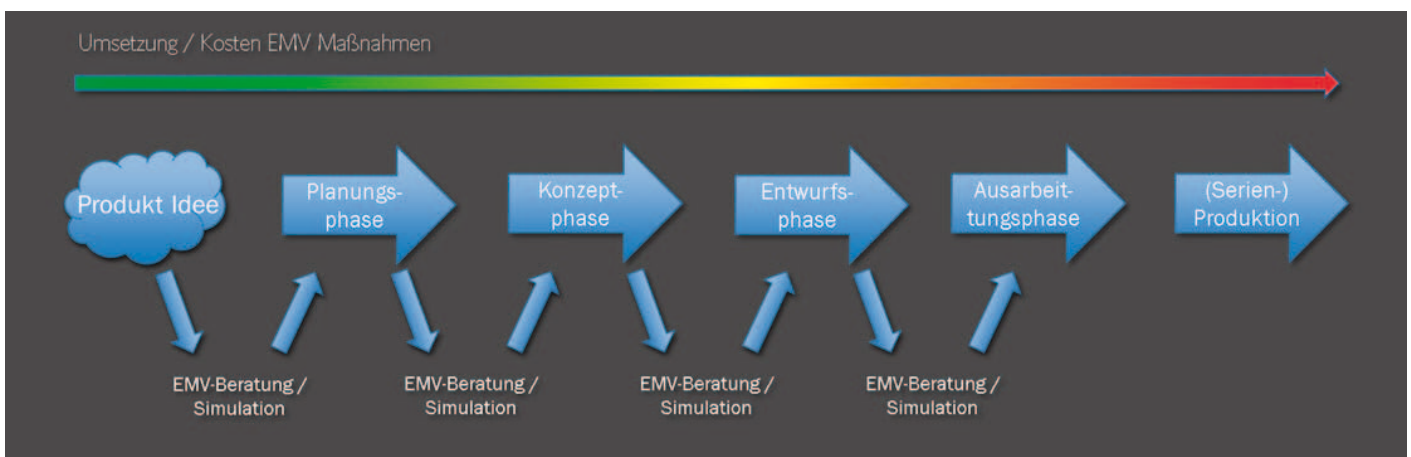


Bild 2: Prozesskette von der Produktidee bis hin zur Produktion

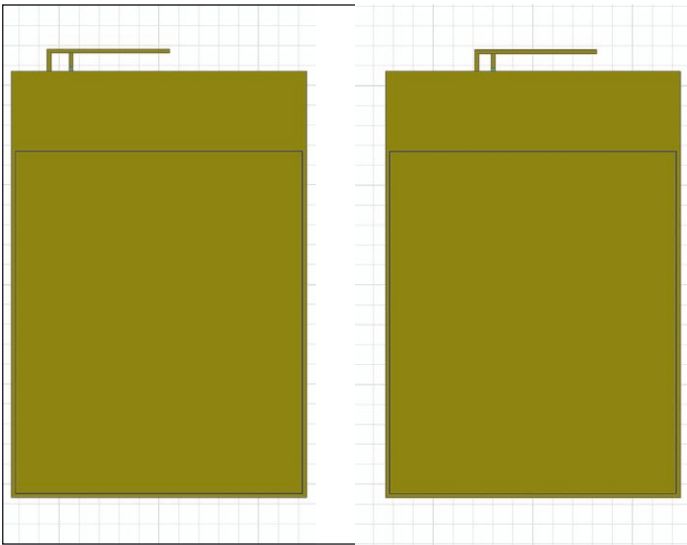


Bild 3: Links: Modellvariante 1, Rechts: Modellvariante 2

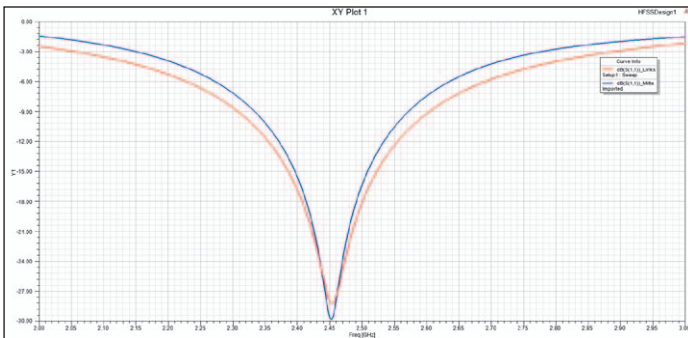


Bild 4: Rücklaufdämpfung - Rote Kurve Modellvariante 1, Blaue Kurve Modellvariante 2

beiden Varianten können nach der Simulation direkt verglichen werden um die Vor- und Nachteile bewerten zu können.

Welche Größen sind bei der Entwicklung von Antennen wichtig?

Zunächst betrachtet und optimiert man den sogenannten S11-Parameter. Mit dieser Größe kann bestimmt werden, bei welcher Frequenz die Antenne am besten angepasst ist. Das Diagramm in Bild 4 zeigt einen normierten Wert in einer dB-Skala, der über der Frequenz aufgetragen ist. Je negativer der dB-Wert ist, desto weniger Rücklauf in den HF-Verstärker ist zu erwarten und umso besser ist die Antenne an 50 Ohm angepasst.

Die bei den Simulationen berechneten Kurven (Bild 4) machen sichtbar, dass die Antennen

bei ca. 2,45 GHz das Reflexionsminimum haben und sehr gut auf diese Frequenz abgestimmt sind.

Ein weiterer wichtiger Parameter bei der Entwicklung von Antennen ist das Fernfelddiagramm. Hierbei wird die Verstärkung der Antenne normiert in dB dargestellt. Als Referenz dient ein isotroper Strahler der in alle Richtungen

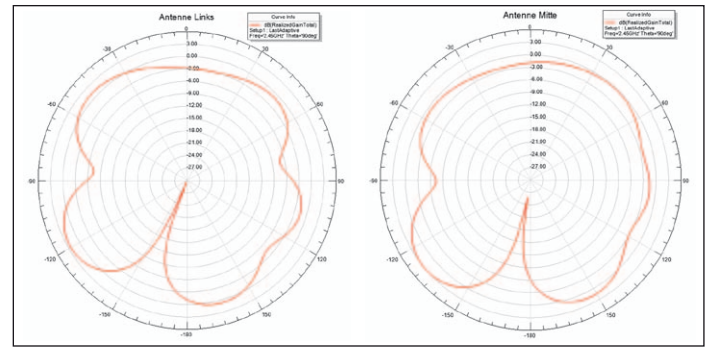


Bild 5: 2D-Fernfeld Diagramme Links: Modellvariante 1 Rechts: Modellvariante 2

haben 0 dB Verstärkung hat. 0 dB umgerechnet von der logarithmischen in eine lineare Skala entspricht einer Verstärkung von 1. In den beiden Diagrammen (Bild 5) sind die berechneten Verstärkungen im Querschnitt durch die Gerätemitte dargestellt. Vergleicht man die Diagramme ist zu erkennen, dass eine Positionierung der Antenne zum Rand hin (Modellvariante 1), die Minima stärker werden lässt und somit an diesen Stellen der Empfang bzw. das Senden von der Antenne weniger verstärkt wird. In der Modellvariante 2 sind die Minima weniger ausgeprägt, das heißt, es erfolgt hier eine gleichmäßigere Verstärkung als in der Modellvariante 1. Dies kommt dem omnidirektionalen Charakter näher und ist somit die beste Antennenplatzierung.

Da die Berechnung dreidimensional erfolgt, kann auch eine räumliche Darstellung gezeigt werden. Im Bild unten sieht man die räumliche Verstärkung, die man messtechnisch nicht in dieser Qualität erfassen kann. Sie vermittelt einen guten Überblick, wie die Antenne abstrahlt. Der

Verstärkungsgrad ist farblich gekennzeichnet. Rot bedeutet eine höhere, gelb eine mittlere und grün eine geringere Verstärkung.

Anhand dieses Beispiels wird schnell sichtbar, wie effektiv und präzise durch Simulationsmodelle Lösungen für eine umsetzbare Variante erarbeitet werden können. Eine messtechnische Lösung ist im Vergleich dazu immer unpräzise, da Beeinflussungen durch Messkabel u.s.w. nicht auf Null reduziert werden können.

Die Simulation kann nicht nur bei der Entwicklung von Antennen eingesetzt werden, sondern auch vielfältig in anderen Bereichen, wie z.B. bei der Ermittlung der Störfestigkeit bzw. Störabstrahlung bei einem Gehäuse, Optimierung der Power- und Signalintegrität im Layout, Verbesserung der Leitungsverlegung in großen bis kleinen Geräten, Berechnen der Feldstärke beim induktiven Laden in Hinsicht auf Personenschutzgrenzwerte und vielem mehr. ◀

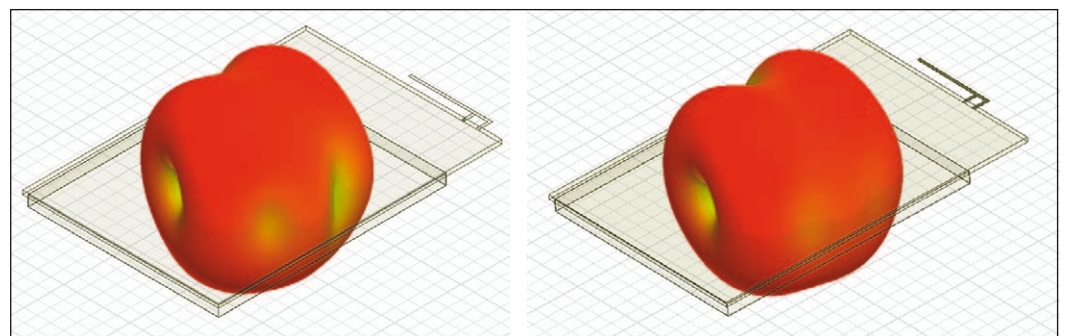


Bild 6: 3D-Fernfeld Diagramme - Abstrahlungscharakteristik im Fernfeld der Antenne