

1 CAD-Modell mit IFF-Antenne
(Bildmitte) und Antennen für Navigationsradar

ELEKTROMAGNETISCHE UNTERSUCHUNG VON ANTENNEN AUF PLATTFORMEN

Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR

Neuenahrer Str. 20
53343 Wachtberg

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Frank Weinmann
Tel. +49 228 9435-223
Fax +49 228 9435-521
frank.weinmann@fhr.fraunhofer.de

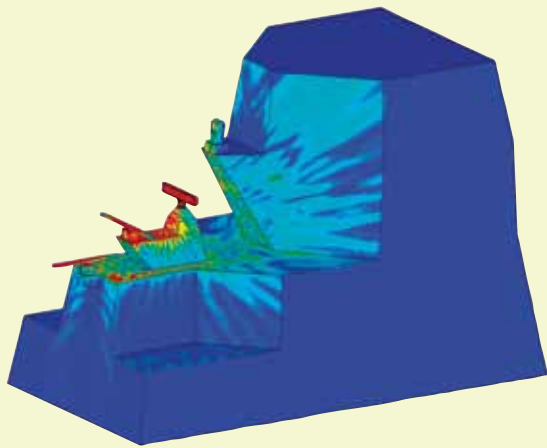
www.fhr.fraunhofer.de

Bereits in der Planungsphase von Marineschiffen müssen viele Parameter berücksichtigt werden, damit die vorgesehenen Systeme für Funk, Radar und Navigation sich im Betrieb nicht stören. Die am FHR entwickelten Simulationswerkzeuge liefern wichtige Beiträge, um die korrekte Funktion jedes Antennensystems im Vorwege zu untersuchen und gegenseitige Beeinflussungen möglichst auszuschließen.

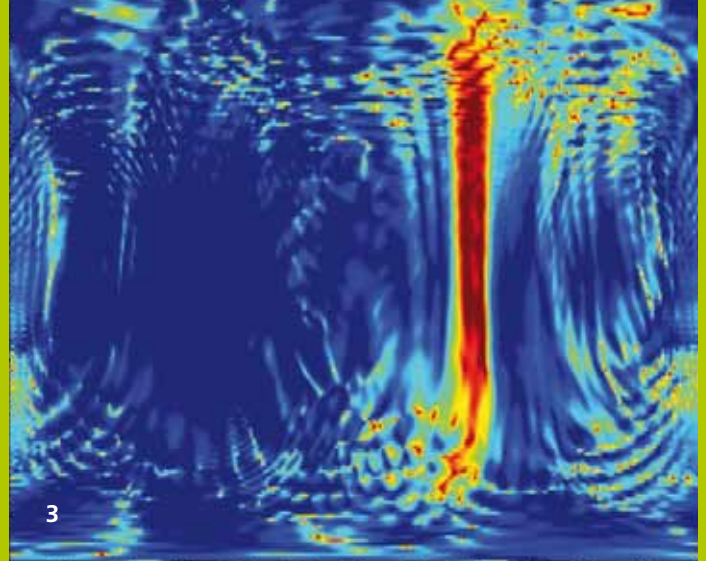
Moderne Fahrzeuge, Flugzeuge und Schiffe verfügen über eine ständig zunehmende Anzahl von Antennen und Sensoren für die verschiedensten Aufgaben von Navigation, Ortung und Kommunikation. Die Planung von Antennenpositionen auf einem Marineschiff gestaltet sich als besonders schwierig, da hier eine Vielzahl von Antennensystemen um die vorteilhaftesten Positionen (je höher, desto besser) konkurrieren und ungeachtet dessen dem beschränkten

Platzangebot auf den Schiffen gerecht werden müssen. Die Positionierung einer Antenne an einem bestimmten Ort kann jedoch wiederum einen Einfluss auf die Schiffskonstruktion haben.

Ein aktuelles Beispiel für eine solche Thematik ist die Fregatte F125 der Bundesmarine, die sich zur Zeit in der Konstruktionsphase befindet und voraussichtlich ab 2016 in Dienst gestellt wird. Aufgrund der veränderten Einsatzbedingungen wird ein neuartiges Schiffskonzept realisiert, das auf die speziellen Erfordernisse bei friedensstabilisierenden Einsätzen optimiert ist. Eine Besonderheit ist auch die Verwendung von zwei IFF-Teilsystemen (Identification-Friend-Foe) mit drehenden Antennen, die sich am vorderen Mast und auf einem der hinteren Decks befinden. Für die Funktion dieser IFF-Antennen ist es von großer Bedeutung, dass die Antennendiagramme in den operationell zugeordneten Bereichen



2



3

durch die Schiffsaufbauten nicht zu sehr beeinflusst werden, da sonst beispielsweise detektierten Zielen falsche Positionen zugeordnet werden könnten. Daher müssen bereits in der Planungsphase mögliche Einflüsse der Schiffsgeometrie auf die Antennendiagramme untersucht und ggf. die Antennenpositionen optimiert werden.

Im Rahmen der Konzeptphase eines Beschaffungsvorhabens wurde von der Industrie eine Untersuchung beim FHR beauftragt. Dazu wurden ein vereinfachtes Geometriemodell der Fregatte (Abb. 1) sowie vom Hersteller gemessene IFF-Antennendiagramme zur Verfügung gestellt. Für die Simulation mit einem sogenannten numerisch exakten Verfahren wurde ein aus 84 Dipolen bestehendes äquivalentes Antennenmodell erzeugt. Da die Anregungskoeffizienten dieser Dipole vom Hersteller nicht erhältlich waren, wurden diese ersatzweise durch ein spezielles Optimierungsverfahren so bestimmt, dass im Freiraum die gemessenen Antennendiagramme möglichst genau nachgebildet werden. Dieses Geometriemodell wurde anschließend in das CAD-Modell der Fregatte integriert. Die gegenseitige Beeinflussung von Antenne und Schiffsgeometrie ist in den berechneten Oberflächenströmen (Abb. 2) deutlich sichtbar.

Zur Klärung der Frage, inwiefern die Antennendiagramme von den Schiffsaufbauten beeinflusst werden, muss berücksichtigt werden, dass es sich um ein System mit zum Teil sich drehenden Komponenten handelt. Um die erforder-

lichen Rechenzeiten in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde in Absprache mit dem Projektteam F125 eine aussagekräftige Auswahl von zu untersuchenden Antennenstellungen für das vordere und das achtere IFF-System getroffen. Für jede dieser Antennenstellungen wurden die abgestrahlten Antennendiagramme unter Berücksichtigung der Schiffsgeometrie simuliert und die Ergebnisse im dreidimensionalen Raum ausgewertet (Abb. 3). Um eine ordnungsgemäße Funktion der Antenne zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass die Differenz zwischen den beiden von der IFF-Antenne ausgestrahlten Antennendiagrammen (Summen- und Side-Lobe-Suppression-Diagramm) mit Ausnahme der Hauptkeule (in Abb. 3 beim Azimutwinkel 240°) kleiner als Null ist, d. h. außerhalb der Hauptkeule muss das Summendigramm unterhalb des SLS-Diagramms liegen. Einzelne Winkel, bei denen diese Forderung nicht erfüllt ist, können eventuell toleriert werden. Des Weiteren ist zu beachten, dass bei der Auswertung nur ein bestimmter Elevationsbereich relevant ist, da bei kleinen (negativen) Elevationswinkeln die Wasseroberfläche getroffen wird, und bei großen Elevationswinkeln mögliche Ziele erwartungsgemäß schon vorher, d. h. im Verlauf ihrer Annäherung auf größere Distanz erkannt und identifiziert werden.

Im Rahmen der Studie wurden Auswertungen wie in Abbildung 3 systematisch sowohl für das vordere als auch das achtere IFF-System durchgeführt. Mit Hilfe dieser Daten konnte wegen der hierfür ermittelten Systemunverträglichkeiten insbesondere die achtere Antennenposition so optimiert werden, dass Störbeeinflussungen mit an-

deren Systemen weitestgehend unterdrückt werden. Außerdem können aus der Studie Winkelbereiche abgeleitet bzw. verifiziert werden, in denen auch die übergeordneten IFF-Systemanforderungen gemäß relevanter STANAGs erfüllt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass derartige Untersuchungen sinnvolle und zweckmäßige Maßnahmen beim Design von Fahrzeugen und der Integration von Antennen darstellen und insbesondere bei der Beurteilung von schwierigen Integrationsaspekten herangezogen werden können.

2 *Simulierte Oberflächenströme auf der Schiffsgeometrie*

3 *Räumliche Auswertung der Simulationsergebnisse (Differenz von Summen- und SLS-Diagramm in dB über Azimut und Elevation)*