

Optimierung der Randkontur planarer UWB-Antennen via Inversion neuronaler Netze mit genetischen Algorithmen

D. O. Vasylenko¹⁾, P. Edenhofer²⁾, F.F. Dubrovka³⁾

¹⁾ Univ. Kiew, DAAD-Promotionsstipendium / RUB

²⁾ Ruhr-Universität Bochum (RUB), Inst. f. HF-Technik

³⁾ National Technical University of Ukraine, Kiew

Antennen vom „*bow-tie*“-Typ gewinnen in den aktuellen Anwendungen zunehmend an Bedeutung, da sie sich als Breitbandantennen für hohe Datenraten besonders vorteilhaft und effizient eignen. Die wesentliche Idee bei der Optimierung dieser Antennen ist die Variation des Konturprofils, wobei die klassische planare „*bow-tie*“-Antenne lediglich eine lineare, dreieckige Kontur besitzt.

Genetische Algorithmen (GA) als ein hocheffizientes *globales* Optimierungsverfahren haben sich zusammen mit dem auf die „Method of Moments / Finite Element Method“ abgestützten Programmpaket FEKO bei der Optimierung von *planaren UWB-Antennen* im Frequenzbereich von z.B. 3,1 bis 10,6 GHz mit *robuster* Impedanzanpassung und *flexiblem* Strahlungsdiagramm als besonders erfolgreich erwiesen.

Weil Computersimulationen wegen dem stochastischen Arbeitsprinzip der evolutionär konzipierten Genetischen Algorithmen vielmals wiederholt werden müssen und weil jedes Chromosom mittels des hochpräzisen FEKO-Programms zur numerischen Berechnung elektromagnetischer Felder zu ermitteln ist, gestaltet sich eine GA-Optimierung als durchaus *zeitaufwendig*. Ein derartiges Problem kann durch eine neuartige, kreative *Kombination* Genetischer Algorithmen mit *Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN)* geeignet gewählter Topologie weitgehend gelöst werden. Durch (*einmalig* zeitaufwendige) Trainingsläufe mit Testdaten sind KNNs in der Lage, komplizierte nichtlineare mehrdimensionale Funktionen über einen „Lern“-Algorithmus zu erlernen und als Datenbank mit *hinreichender Genauigkeit äußerst zeitsparend* zur Verfügung zu stellen.

Bei der *Synthese von Dipolgeometrien* wird darauf abgezielt, die geometrischen Eingabewerte (X- und Y- Koordinaten diskreter Konturpunkte) zu finden, die vorgegebene spezifizierte Ausgabewerte (hier: Reflexionsfaktor S11 und Gewinn G als Funktion der Signalfrequenz) erzeugen, was im vorliegenden Fall der Antennenmodellierung einer *Inversion Neuronaler Netze* entspricht. Weil die für jeden Frequenzpunkt (insgesamt 20 äquidistante Punkte von 2,5 bis 11 GHz) jeweils gewählten (lokalen) KNNs sowohl für S11 als auch für G zu konstruieren sind, kann letztlich dieses Optimierungsproblem effizient mittels GA (unter Vermeidung *lokaler* Optima) gelöst werden. Als *Ziel- bzw. Fitnessfunktion* wird hierbei für die GA-Programmsegmente zweckmäßigerweise die Summe der jeweiligen frequenzabhängigen Abweichungen der – von der Netztopologie erzeugten – Ist-Ausgabegrößen von den gewünschten bzw. spezifizierten Soll-Ausgabegrößen numerisch berechnet.

Für den Prototyp eines planaren *Labormusters* einer konturoptimierten „*bow-tie*“-Antenne wurde eine symmetrische Konturfiguration mit jeweils 5 Konturpunkten pro Quadrant (segmentweise lineare Taperung) als *Entwurf* zugrunde gelegt, in einem Substrataufbau *gefertigt* und im Hinblick auf Eingangsimpedanz bzw. S11 sowie Strahlungsdiagramm bzw. G *vermessen*. An Hand eines typischen Testfalls lässt sich beispielhaft zeigen, dass verglichen mit einer GA-Optimierung *ohne* KNN (d.h. mit FEKO) eine solche *mit* KNN und Inversion bei sonst gleichen Referenzbedingungen *um Größenordnungen weniger zeitaufwendig* ist und dass die berechneten S11- und G-Werte im UWB-Frequenzbereich in guter Übereinstimmung mit den jeweils gemessenen Werten *verifiziert* werden.