

# Analyse der Curling Probe, einer industrietauglichen Plasmadiagnostik

Ali Arshadi

In meiner wissenschaftlichen Tätigkeit am Lehrstuhl für theoretische Elektrotechnik (TET) habe ich ein Projekt auf dem Gebiet der Plasmadiagnostik bearbeitet, unter Betreuung von Herrn Professor Brinkmann.

Das Konzept der „aktive Plasmaresonanzspektroskopie“ (APRS) hat in den letzten Jahren an Interesse gewonnen und sich für die Plasmadiagnostik etabliert. Die APRS ist eine Klasse von Verfahren, die die intrinsische Fähigkeit von Plasmen verwenden, bei oder nahe der Plasmafrequenz zu schwingen. Die Curling Probe (CP), nach Sugai und Nakamura [1], ist eine neuartige Realisierung der APRS-Idee. Die CP besteht aus einer spiralförmigen Antenne, die flach in die Kammerwand eingebettet ist. Folglich kann eine Plasmadiagnostik mit minimaler Störung und ohne Metallverunreinigung entwickelt werden. Zur Messung der Plasmaparametern wird die CP mit einem schwachen frequenzabhängige Signal von der Außenseite der Plasmakammer durch einen Netzwerkanalysator angeregt, der auch die Reaktion des Plasmas gegenüber der Frequenz aufzeichnet. Das Resonanzverhalten ist stark abhängig von der Elektronendichte. Die CP schwingt bei zwei verschiedenen Frequenzen. Die zweite Resonanz ist auch abhängig von der Länge der Spirale. Die doppelte Resonanzcharakteristik bietet der CP die Möglichkeit an, in unterschiedlichen Plasma-Regimen angewendet zu werden. Unter der Annahme, dass die Spiralisierung keinen erheblichen Einfluss auf die Resonanzen hat, wurde die CP durch einen rechteckigen Slot-Resonator zwischen Plasma und Dielektrikum modelliert. Das „Modell des kalten Plasmas“ und die Maxwell-Gleichungen werden verwendet, um die elektromagnetischen Felder zu berechnen, die sich durch die Diffraktion einer einfallenden ebenen Welle am Schlitz in das Plasma ausbreiten. Es wird ein mathematisches Modell angewendet und beide Arten von Resonanzen werden abgeleitet. Die analytische Studie zeigt eine gute Übereinstimmung mit den numerischen Ergebnissen der Sondenerfinder.

Auf Einladung von Professor Nakamura, einer der Erfinder der CP, habe ich einen Forschungsaufenthalt an der Chubu-Universität in Japan absolviert und konnte dort wertvolle Erfahrungen sammeln. Wir diskutierten über neue Entwicklungen und ich konnte meine Ergebnisse durch Messungen validieren. Die Ergebnisse dieser Doktorarbeit wurden in drei Peer-Review Papers veröffentlicht und mit Vorträgen und Postern auf nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt.

[1] Liang I *et al* 2011 *Appl. Phys. Express* **4** 066101