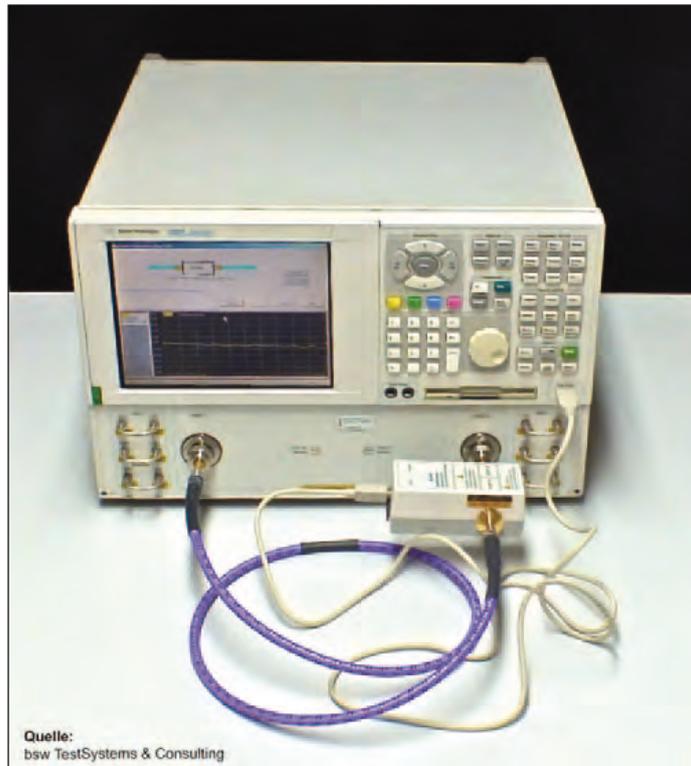


# Adapter ist nicht gleich Adapter

Der Beitrag bringt Messergebnisse von kostengünstigen SMA-Adaptoren und stellt sie den messtechnisch ermittelten Eigenschaften eines hochwertigen Adapters für die Messtechnik gegenüber.



Quelle: bsw TestSystems & Consulting

**Bild 1: Einfacher Messaufbau während der automatischen Kalibrierung**

Im täglichen Laborbetrieb herrscht immer Mangel an guten Koaxialkabeln und Adaptern, um „mal eben schnell“ für den Chef oder einen Kunden eine Messung zu machen. Da dieser Fall aber regelmäßig eintritt, greift man also in die allgemeine Laborschublade oder leiht sich die fehlenden Teile der Messkette, z.B. den fehlenden SMA-Adapter, bei Kollegen.

Auf den ersten Blick sind günstige SMA-Bauteile kaum von hochwertigen oder gar präzisen SMA-Eichstandards zu unterscheiden. Instinktiv geht man deshalb davon aus, dass auch alle Adapter ein brauchbares Übertragungsverhalten bis 18 GHz ermöglichen. Um zu prüfen, ob dies auch in der HF-Messung keinen Unterschied macht, werden hier Messergebnisse von zufällig ausgewählten kostengünstigen SMA-Adaptoren – eben den Adaptern, die vom Einkauf gerne bestellt werden und die man deshalb in der Schublade findet – im Vergleich zu einem

hochwertigen Adapter für die Messtechnik dargestellt.

## Messaufbau

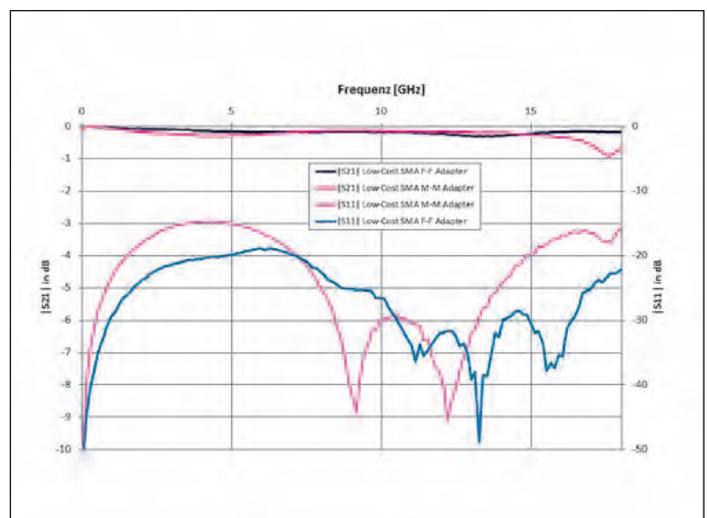
Es wurde ein gängiger Messaufbau, der mitnichten als High-End durchgeht, genutzt: Darin wird ein Netzwerkanalysator

Typ E8362B mit einem elektronischen Kalibriermodul Typ N4691-60004 von Agilent/Keysight verwendet. Die beiden Ports des Netzwerkanalysators wurden mit 2,92-mm-Portsavern (Schutzadaptern) der Maury-Microwave-Einstiegsklasse Test Essentials ausgestattet.

Als Messleitung dient ein phasenstabiles Messkabel Typ Phaseflex 0K von Gore mit 2,92-mm-Connectors. Mit diesem einfachen Messaufbau ist es möglich, Reflexionsfaktoren ( $|S_{11}|$  und  $|S_{22}|$ ) bis zu sehr kleinen Werten im Bereich von 40 dB bei 18 GHz zu ermitteln. Die Messgenauigkeit für Transmissionsmessungen ( $|S_{21}|$  und  $|S_{12}|$ ) ist besser als  $\pm 0,1$  dB. Bild 1 zeigt diesen Aufbau.

## Messergebnisse

Die Messergebnisse zweier kostengünstiger SMA-Adapter mit einem Kaufpreis von ca. 5 Euro/Stück sind in Bild 2 dargestellt. Ein Adapter hat SMA-Koaxialanschlüsse männlich/männlich (M-M), der andere weiblich/weiblich (F-F). Der Adapter F-F zeigt ein vergleichsweise gutes Transmissionsverhalten, beschrieben durch den Insertion Loss  $|S_{21}|$  in dB. Die Reflexionen, beschrieben durch den Return Loss  $|S_{11}|$ , errei-



**Bild 2: Gemessene S-Parameter von Lowcost-SMA-Adaptoren im Bereich 0...18 GHz**

Dr.-Ing. Maximilian Tschernitz  
bsw TestSystems & Consulting AG  
www.bsw-ag.com



Quelle:  
bsw TestSystems & Consulting

**Bild 3: Test-Essential-Adapter TE-A-SMA-FF, TE-A-SMA-MF, TE-A-SMA-MM**

chen bei 6 GHz jedoch schon 18 dB. Noch ungünstiger sind die Eigenschaften des M-M-Adapters: In Transmission befindet sich bei 17 GHz ein störender Resonanzbruch. Im niedrigen GHz-Bereich zeigt sich eine starke Zunahme von  $|S_{11}|$  ab 1 GHz bis hin zu 14,6 dB bei 4 GHz.

Zum Vergleich wurde ein Maury-Microwave-Adapter TE-A-SMA-MF der bereits genannten Einstiegsklasse Test Essentials vermessen, der derzeit für ca. 20 Euro erhältlich ist (Bild 3). Die Messkurven in Bild 4 zeigen einen verlustarmen und resonanzfreien Verlauf von  $|S_{21}|$  über der Frequenz. Der Return Loss dieses Adapters ist auf den Maximalwert von 26 dB (SWR < 1,15) spezifiziert. Das gemessene  $|S_{11}|$  hat eine große Reserve zum Spezifikationslimit und erreicht bei 17 GHz einen Maximalwert von ca. 32 dB.

**Auswirkung im praktischen Gebrauch**

Schon im unteren GHz-Bereich können minderwertige SMA Adapter zu erheblicher Ungenauigkeit bei Hochfrequenzmessungen führen. Bei der Ansteue-

rung empfindlicher Vorverstärker kann der hohe Wert für den Return Loss  $|S_{11}|$ , je nach Zuleitungslänge und daraus entstehender Phasenlage zum Verstärker, die Rauszahl beeinflussen. Bei aktiven HF-Komponenten, wie Verstärkern und Mischern, wird die Eingangs- und Ausgangsanpassung verstimmt, bei Oszillatoren die Ausgangsanpassung.

Die am Messobjekt und am Adapter reflektierten Hochfrequenzwellen erzeugen im Fall verlustarmer Zuleitung Welligkeit. Die Reflexionsfaktoren  $|S_{11}|$  oder  $|S_{22}|$  des Messobjekts sind um einige dB erhöht. Neben einem signifikanten Verlust an HF-Leistung in Vorwärtsrichtung kann damit auch die Stabilität des Verstärkers gefährdet werden. Besonders gefährlich ist die Verwendung minderwertige Adapter zum Anschluss von Leistungsverstärkern. Durch den höheren Transmissionsverlust und die damit verbundene Erwärmung ist u.U. sogar eine thermische Zerstörung des Adapters möglich.

Bereits die SMA-Adapter der Maury-Microwave-Produktfamilie Test Essentials führen in der HF-Messtechnik dagegen

zu deutlich hochwertigeren und zuverlässigeren Verbindungen als der Billigpreis-„Allerweltsbruder“. Durch den sehr kleinen Return Loss wird das Messobjekt nur geringfügig verstimmt; der niedrige Insertion Loss bewirkt nur sehr geringe Verluste. Damit wird bei der eigentlichen Aufgabe, der Charakterisierung des Messobjektes, nur ein sehr kleiner Fehler eingebracht. Die Produkte der Test-Essential-Adapterfamilie haben ein sehr attraktives Preis/Leistungs-Verhältnis. Für kritische Messungen hat der Hersteller Maury Microwave noch höherwertigere Adapter im Angebot – bis zu den hochpräzisen „Metrology-Grade“-Produkten.

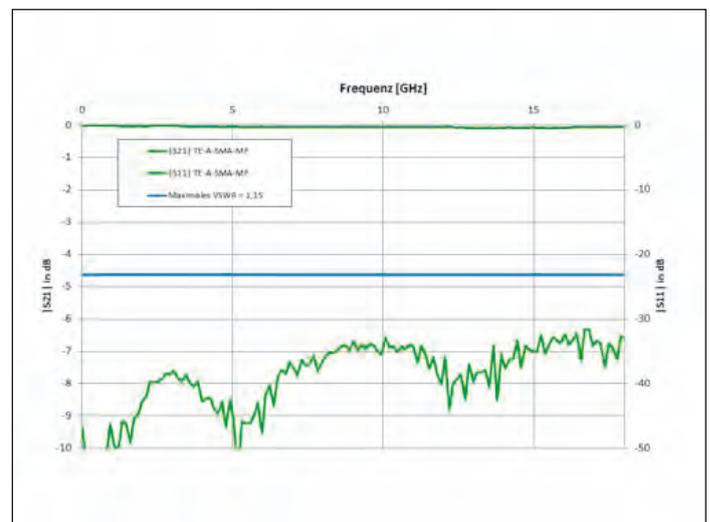
Der vielleicht noch im Ohr klingende Werbespruch „Geiz ist geil“ einer Elektro-Fachhandelskette erweist sich hier also als nicht richtig. Wichtig ist, für Messungen auch den Ansprüchen gerechtes Equipment einzusetzen. Der Kaufpreis von Billigware ist in Relation zu setzen

zu der Zeit, welche von hochbezahlten Fachkräften aufgewendet werden muss, um unschlüssige Messdaten zu verarbeiten.

**Zusammenfassung**

Die Messungen an den kostengünstig hergestellten SMA-Adaptoren zeigen schon ab 2 GHz einen hohen Return Loss. Ein nicht vernachlässigbarer Insertion Loss und mögliche Resonanzen im Übertragungsverhalten schränken den Einsatz bis 18 GHz in der Hochfrequenzmesstechnik ein.

Der zum Vergleich herangezogene Laboradapter Test Essential TE-A-SMA-MF von Maury Microwave zeigt einen sehr kleinen Return Loss, der ausreichend Reserve zum maximalen Spezifikationswert von 26 dB hat. Dazu kommen ein niedriger Insertion Loss und ein attraktiver Kaufpreis. Es ist daher zu empfehlen, unbekannte und ältere Adapter des Laborsortiments auf ihre Eignung zu prüfen und ggf. durch Neuanschaffungen zu ersetzen. ◀



**Bild 4: Gemessene S-Parameter des SMA-Adapters TE-A-SMA-MF von Maury Microwave**

**SEMATRON DEUTSCHLAND**

GmbH

[www.sematron.de](http://www.sematron.de)

SEMATRON DEUTSCHLAND GmbH Telefon: +49 22 25 / 70 45 1 87  
Nußstr. 49 Telefax: +49 22 25 / 70 20 51  
53340 Meckenheim E-Mail: [info@sematron.de](mailto:info@sematron.de)

**Ihr Partner für**

SYSTEME/GERÄTE

SATELLITENKOMMUNIKATION

RF- und mmW-KOMPONENTEN

ENTWICKLUNG bis 240 GHz