

Der MFJ-Antennen-Analyzer kritisch betrachtet

Dipl.-Ing. Jürgen A. Weigl OE5CWL/OE6CWL

Seit Jahren setzt der Autor einen MFJ-259B Antennenanalyzer zur Messung an Antennen ein. Das Gerät ist zwischen 1,7 bis ca. 175 MHz lückenlos durchstimmbar und ermöglicht die Messung des SWR sowie des Real- und Imaginäranteils eines Antennen- oder Kabeleingangs. Nachteilig ist nur, daß beim Imaginärteil der Eingangsimpedanz nicht das Vorzeichen angegeben wird. Man weiß daher vorerst nicht, ob es sich um einen kapazitiven oder induktiven Blindanteil handelt. Dies läßt sich allerdings indirekt erkennen, indem man die Frequenz etwas ändert und aus der Änderung des Blindanteils auf dessen Eigenschaften bzw. Vorzeichen rückschließen kann. Wird der Blindanteil mit zunehmender Frequenz größer, dann handelt es sich um einen induktiven Blindwiderstand. Wird er geringer, dann ist er kapazitiv.



Bild 1: Meßaufbau mit T-Stück und 50 bzw. 75 Ohm Abschlußwiderstand parallel geschaltet

Durch Messungen mit dem Antennenanalyzer ist es recht einfach Antennen auf die gewünschte Frequenz abzustimmen. Und bei Problemen kann man auch sehr rasch durch Messung der Antennenimpedanz den Ursachen auf den Grund kommen. Dabei stellt sich natürlich die Frage wie genau die Meßergebnisse sind.

In [1] wurde eine Untersuchung zu marktüblichen Antennenanalyzern vorgelegt. Im ARRL-Labor wurden die Geräte mit definierten Lasten abgeschlossen und die Ergebnisse verglichen. Diese Meßreihe war für den Autor Anlaß auch die Genauigkeit des eigenen Gerätes zu hinterfragen. Und durch Messungen mit definierten Abschlußwiderständen das eigene Meßgerät zu überprüfen.

Allerdings standen uns nur zwei gute und rein ohmsche Abschlußwiderstände zur Verfügung. Es war dies ein 75-Ohm Abschlußwiderstand von Suhner und ein von OE5GPL dankenswerterweise gespendeter 50 Ohm Widerstand. Über ein T-Stück konnten diese beiden Widerstände auch parallel geschaltet werden (Bild 1). Damit ergibt sich eine weitere normierte Belastung von 30 Ohm. Diese Widerstände sind bis zu hohen Frequenzen rein ohmsch. Der 75 Ohm Widerstand wurde über einen Adapter direkt an das Meßgerät angeschlossen. Der 50 Ohm Widerstand konnte nur über eine sehr kurze (12 cm) Koaxanschlußleitung an das Gerät angeschlossen werden. Allerdings sollte diese kurze Leitung zumindest im Kurzwellenbereich keinen wesentlichen Einfluß ausüben.

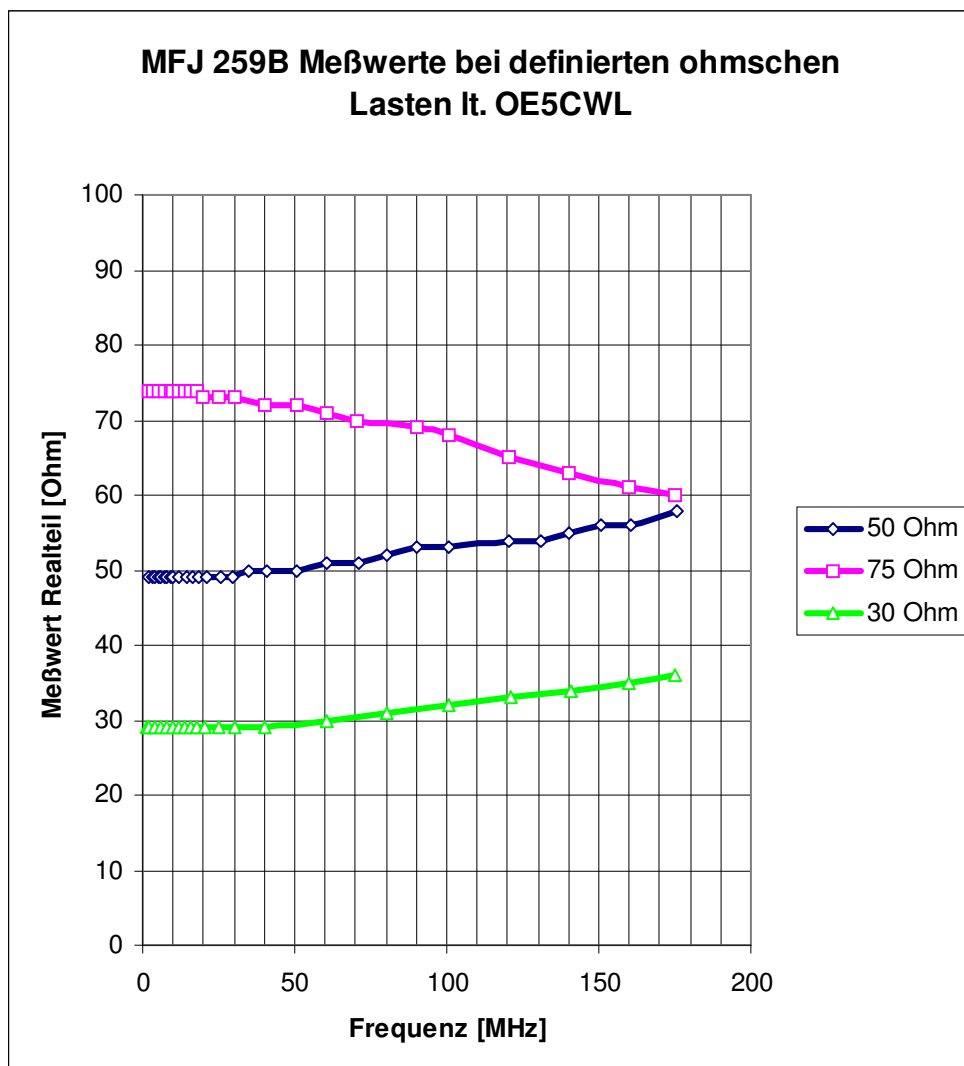


Bild 2: ohmscher Anteil der am Meßgerät abgelesenen Meßwerte

Die Bilder 2 und 3 zeigen den am Antennenanalyzer ermittelten Meßwert abhängig von der Frequenz. In Bild 2 ist der ohmsche Anteil des Meßwertes, in Bild 3 der Blindanteil dargestellt. Man beachte daß der tatsächliche Abschlußwiderstand rein ohmsch war, also eigentlich keinen Blindanteil aufweist!

Wie aus Bild 2 hervorgeht ist bei niedrigen Frequenzen die Anzeige für den ohmschen Anteil recht genau. Im Kurzwellenbereich sind die Ergebnisse recht gut, bei höheren Frequenzen ergeben sich jedoch deutliche Abweichungen.

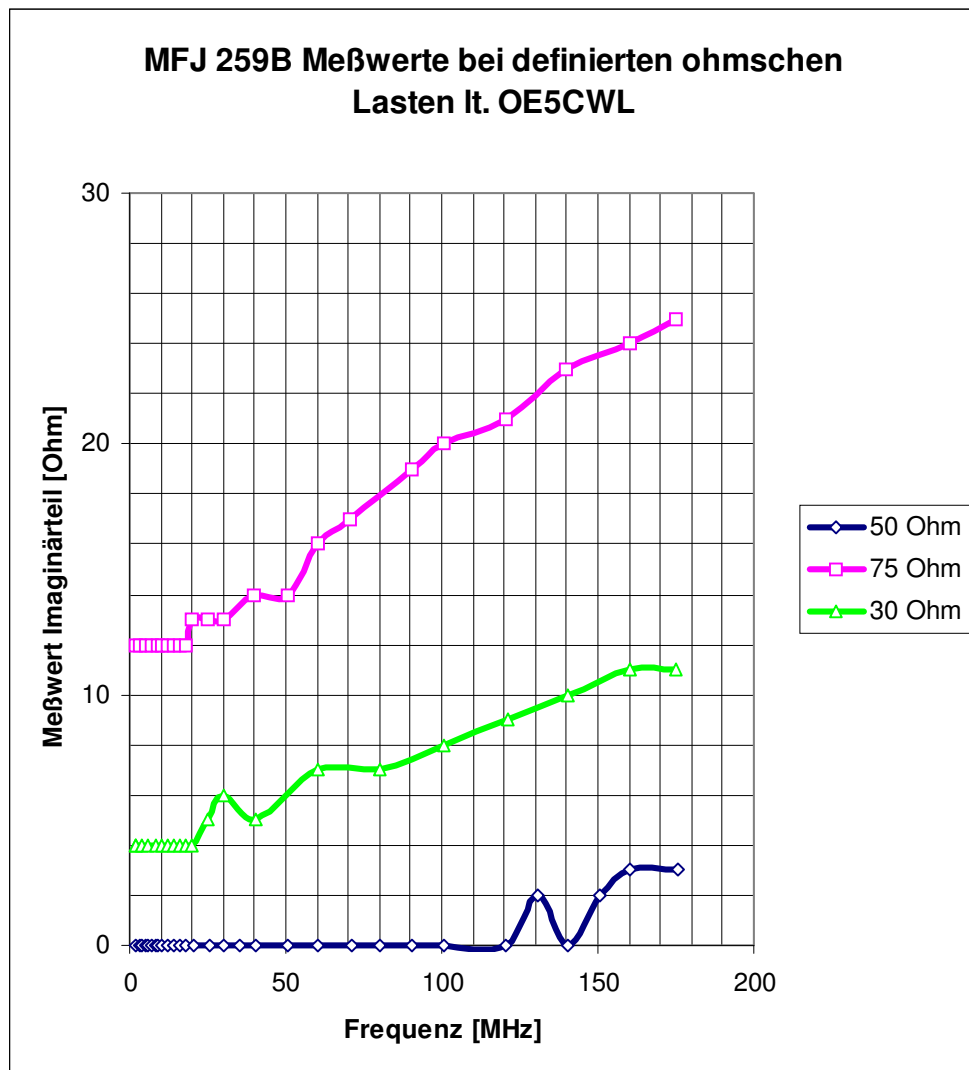


Bild 3: Blindanteil der am Meßgerät abgelesenen Meßwerte

Keine befriedigenden Ergebnisse erhalten wir, wenn wir uns den Blindanteil der Messungen anschauen (Bild 3). Eigentlich müßte der bei allen Messungen Null sein. Aber nur bei einem Abschluß mit 50 Ohm zeigt hier das Meßgerät die richtigen Werte. Tritt Fehlanpassung auf, d.h. werden ohmsche Lasten, die von 50 Ohm abweichen gemessen, dann zeigt das Meßgerät immer auch einen Blindanteil. Und der steigt deutlich mit der Frequenz an.

Sehr gut sind hingegen die Meßergebnisse was das SWR anbelangt. Allerdings konnten wir dies nur bei sehr niedrigen SWR-Werten überprüfen. Bei Abschluß mit 50 Ohm ergibt sich rechnerisch ein SWR von 1:1, bei 75 Ohm von 1:1,5 und bei 30 Ohm von 1:1,667. Bild 4 zeigt die gemessenen Werte abhängig von der Frequenz.

Bis zu etwa 100 MHz stimmen die Meßwerte sehr gut mit diesen rechnerischen Werten überein. Allerdings sind diese guten Ergebnisse kein wirklicher Trost. Denn zur Messung des SWR konnte man viel einfachere und vor allem kostengünstigere Meßgeräte heranziehen.

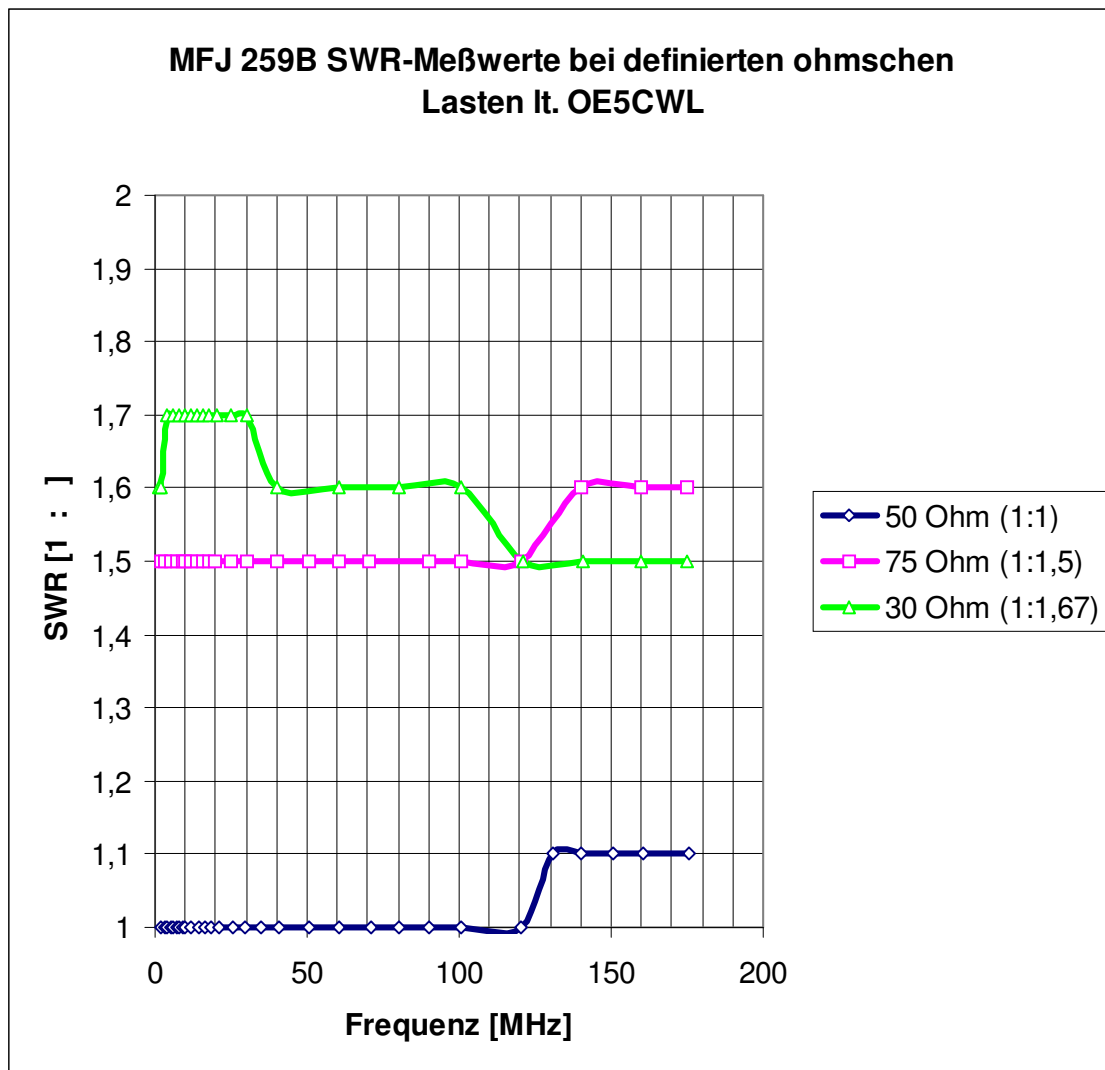


Bild 4: die gemessenen SWR-Werte stimmen sehr gut mit den tatsächlichen Werten überein

Leider konnten wir die Meßgenauigkeit nicht bei höheren SWR-Werten überprüfen. Dazu liefert allerdings die Meßreihe der ARRL [1] ausreichend Daten. Hier wurde mit Abschlußwiderständen zwischen 5 und 1000 Ohm gearbeitet. Damit ergibt sich ein maximales SWR von 1:20. In Bild 5 sind die so gemessenen SWR-Werte bei definierten ohmschen Lasten angegeben. In Klammer ist auch immer das sich rechnerisch ergebende SWR angegeben. Hier zeigt sich bei sehr starker Fehlanpassung auch ein größerer Meßfehler des Gerätes.

Allerdings erfolgte bei den Untersuchungen der ARRL die Messung mit einem Gerät der Type MFJ269. Dieses weist zusätzlich den Frequenzbereich zwischen 415 und 470 MHz auf. Es ist allerdings davon auszugehen, daß für den unteren Frequenzbereich beide Geräte etwa gleichwertig sind.

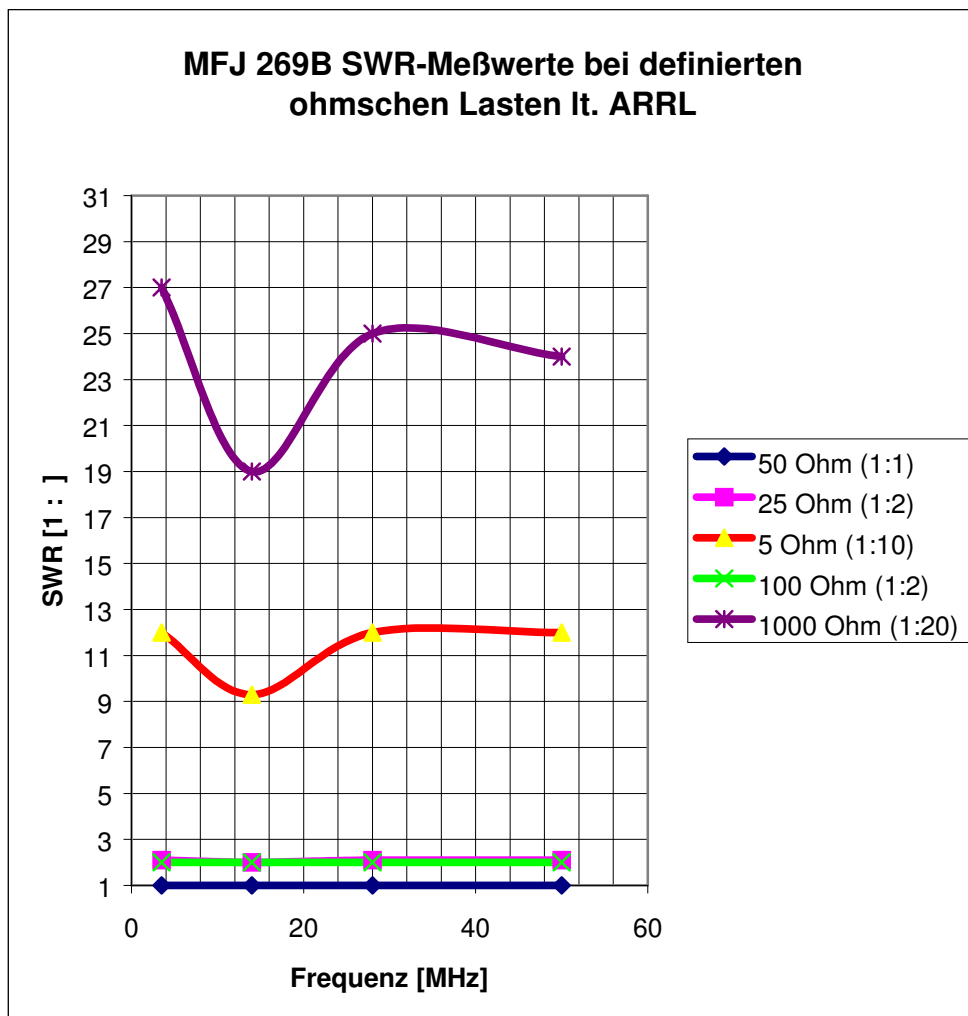


Bild 5: bei höheren SWR Werten ergeben sich größere Abweichungen, wie dies die Messungen der ARRL zeigen [1]

In der genannten Untersuchung der ARRL wurde eine Tabelle der Meßwerte angegeben. Wir haben einige dieser Messungen in den Bildern 6 und 7 dargestellt.

Für den Abschluß mit ohmschen Lasten zeigt Bild 6, daß der gemessene Wirkwiderstand recht gut mit dem tatsächlichen Widerstand übereinstimmt. Lediglich für den Abschluß mit 1000 Ohm ergeben sich deutlich falsche Meßwerte. Bei 50 MHz wird hier sogar nur mehr ein Wirkanteil von 56 Ohm angezeigt!

Deutliche Meßfehler zeigt das Gerät auch was den Blindanteil angeht. Obwohl es sich um rein ohmsche Abschlüsse handelt wird ein deutlicher Imaginärteil der Eingangsimpedanz angegeben. Dieser ist auch wieder frequenzabhängig. Aber selbst bei niedrigen Frequenzen ergibt sich hier eine Fehlmessung.

In dem genannten Artikel werden übrigens auch die Meßergebnisse für die Geräte Autek VA1, Kursanishi BR-210 und Palstar ZM-30 angegeben. Wer sich für deren Meßgenauigkeit interessiert oder überlegt sich ein solches Gerät anzuschaffen, ist gut beraten den betreffenden Artikel zu lesen. Die Genauigkeit der Meßergebnisse ist allerdings bei allen Geräten zumindest bei der Messung von stark von 50 Ohm abweichenden Lasten eingeschränkt. In dieser Preisklasse kann man offensichtlich keine größere Genauigkeit erwarten.

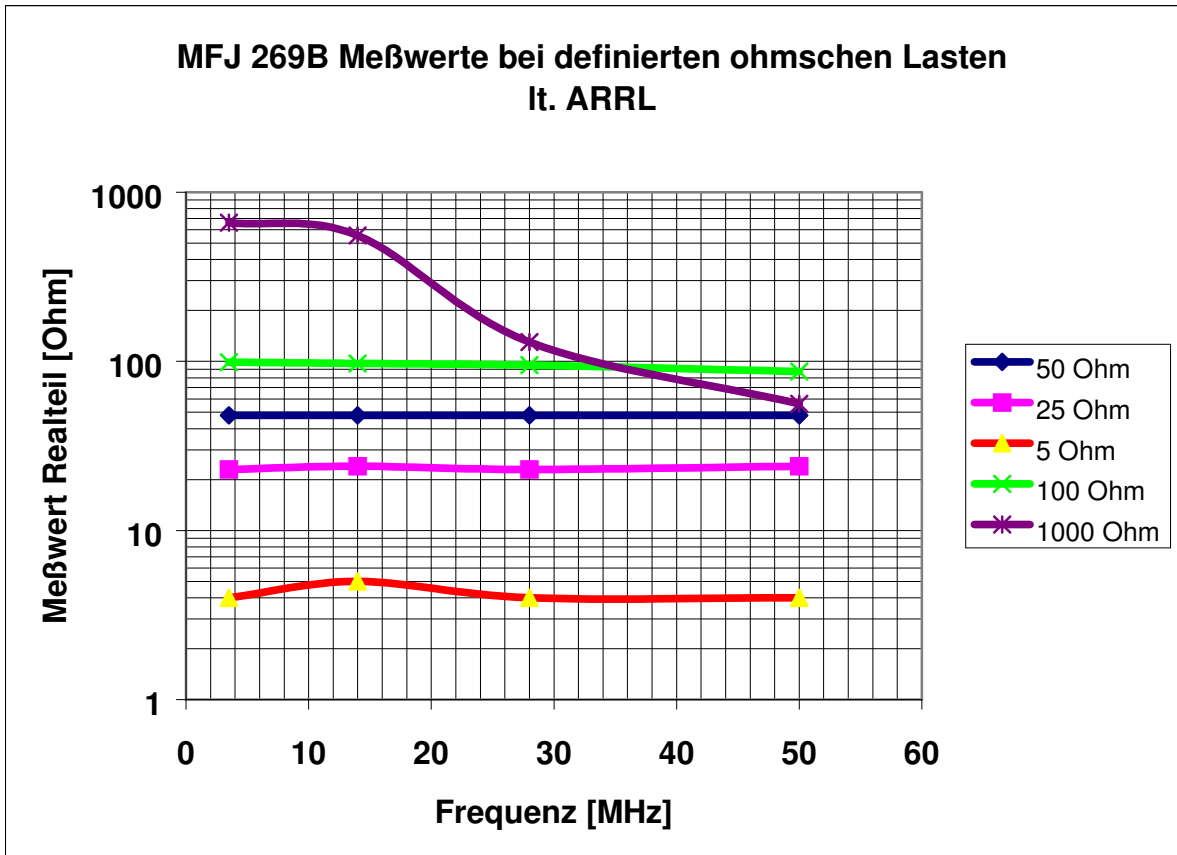


Bild 6: ohmscher Anteil der am Meßgerät abgelesenen Meßwerte, Messungen der ARRL lt. [1]

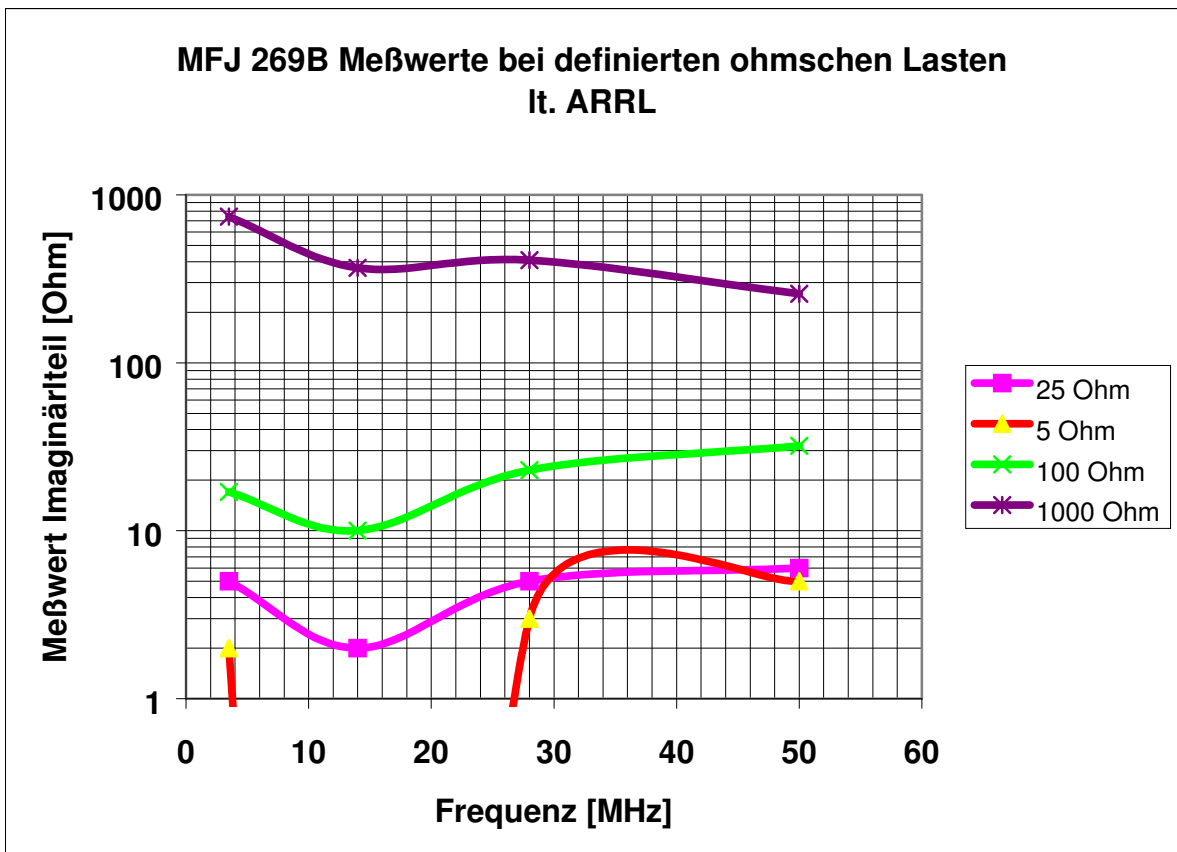


Bild 7: Blindanteil der am Meßgerät abgelesenen Meßwerte, Messungen der ARRL lt. [1]

Schlußfolgerungen

Die genauesten Ergebnisse erhalten wir bei der SWR-Messung. Allerdings ist gerade diese Meßgröße nur bedingt aussagekräftig. Denn der Sinn eines Antennenanalyzers ist ja gerade den Wirk- und Blindwiderstand bei einer beliebigen Frequenz festzustellen. Hier zeigen die Meßwerte bei größerer Abweichung von 50 Ohm deutliche Fehler. Der Fehler wird offenbar umso größer, je größer die Fehlanpassungen (bezogen auf 50 Ohm) ist. Allerdings kann man mit solchen Meßgeräten zumindest bei Frequenzen unter 30 MHz feststellen, wie hoch in etwa der Wirkwiderstand ist. Dies läßt bedeutende Rückschlüsse zu. Beispielsweise wenn man die Verluste einer Viertelwellenvertikal abschätzen will.

Für den Autor am unangenehmsten erscheint die Fehlmessung eines Blindanteils. Trotz rein ohmschen Abschlusses ergeben sich in der Messung Blindanteile, die so gar nicht vorhanden sind. Das hat eine sehr wichtige Konsequenz bei der Messung der Resonanzfrequenz von Antennen. Resonanz bedeutet ja, daß der Blindwiderstand Null wird. Das kann, muß aber nicht mit dem Punkt bester Anpassung zusammenfallen (niedrigstes SWR). Eine solche Bestimmung der Resonanzfrequenz ist aber auch mit einem Antennenanalyzer nicht möglich. Zumindest dann, wenn der Eingangswiderstand bei Resonanz nicht sehr nahe bei 50 Ohm liegt. Denn weicht der Wirkwiderstand der Antenne von 50 Ohm ab, so ergibt sich die Fehlmessung eines Blindanteils. Suchen wir mit dem MFJ259B jene Frequenz, bei der die Antennen keinen Blindanteil aufweist, dann stimmt dies nicht wirklich mit der Resonanzfrequenz überein. Im Gegenteil, dann wird der Blindanteil der Antenne genau so groß sein, daß er den Meßfehler des Gerätes gerade kompensiert. Und wir haben dann eben nicht den genauen Resonanzpunkt gefunden.

Die Resonanzbestimmung wird also durch einen Antennenanalyzer nicht automatisch genauer. Sie weist wohl keine bessere Genauigkeit auf, als wir sie mit guten SWR-Brücken auch erzielen würden. Die weite Durchstimmbarkeit des Antennenanalyzers bietet aber die gute Möglichkeit auch Antennen rasch auf Resonanz zu trimmen, die vorerst außerhalb der Bänder resonant sind. Und die Messung der Eingangsimpedanz liefert uns zumindest Anhaltspunkte für die Beurteilung einer Antenne. Diese Meßwerte müssen wir, wie diese Untersuchungen zeigen, aber vorsichtig interpretieren. Sie ermöglichen uns eine Abschätzung des tatsächlichen Wertes. Nicht mehr und nicht weniger.

Der Autor selbst möchte dieses Meßgerät in der praktischen Arbeit nicht missen. Es ist aber ratsam, Meßergebnisse ggf. mit einem anderen Meßverfahren zu überprüfen. Dazu bietet sich beispielsweise der Selbstbau einer Rauschbrücke an.

Literatur:

[1] Joel R. Hallas, W1ZR, A Look at Some High-End Antenna Analyzers, QST May 2005, ARRL, Newington, CT, USA, ISSN 0033-4812

© 2007 by DI Jürgen A. Weigl, OE5CWL/OE6CWL

Gerne wird dieser Beitrag hier der Amateurfunkgemeinde vorgestellt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß sämtliche Rechte daran vorbehalten bleiben. Ein Nachdruck, Übernahme auf die eigene Homepage, Übersetzung oder andere Verwertung in welcher Form auch immer bedarf der Zustimmung des Autors.