

Rauschzahlmessungen auf den Amateurbändern 122-134 GHz

DB6NT 12.2016

Die Rauschzahlmessungen auf den Millimeterwellenbändern scheitern meistens an den dafür benötigten Rauschquellen. Es ist sehr schwierig und meist auch teuer eine geeignete Quelle dafür zu bekommen. Ich hatte das Glück auf Ebay eine Rauschröhre mit Netzteil zu kaufen die den Bereich von 90...140 GHz abdeckt. Es ist ein Gerät Typ. Clare TN-167.

Eine weitere Methode ist die Y- Messung zwischen zwei Quellen wie Stickstoff oder der „kalte Himmel“ gegenüber dem Erdboden. Die Methode ist aber meist nur bei etwas besseren Rauschzahlen der Empfänger von kleiner 20 dB NF sauber anzuwenden. Dabei wird der Empfänger mit einer Hornantenne steil nach oben in den klaren Himmel gerichtet und in der ZF mit einem Pegelmesser der in dB geeicht ist gemessen. Die Antennenkeule darf dabei nur den „kalte Himmel“ ohne Sonne, Bäume, Gebäude oder anderes sehen.

Die Auflösung des Pegelmessers muss dabei recht hoch und stabil sein. Die Messbandbreite sollte dabei ungefähr 2 MHz betragen. Ich verwende dazu mein „Moon Noise Meter“ von der EME Station mit einen Log. Detektor AD8307.

Auch verschiedene PC Lösungen mit einem SDR- Empfänger am USB Eingang können dafür eingesetzt werden. Misst man nun den Pegel des Rauschens mit Antenne zum Himmel, bekommt man einen Wert angezeigt. Hält man nun eine Absorber Matte vor die Antenne oder schwenkt die Antenne zum Erdboden erhöht sich die Pegelanzeige geringfügig. Dieser Pegelunterschied in dB wird abgelesen und einfach mittels der nachfolgenden Tabelle in NF umgerechnet.

Diese Tabelle ist auch für die anderen Mikrowellen Bänder gültig, sofern die Rauschtemperaturen von T-hot 295 Kelvin und T-cold 35 Kelvin angenommen werden [1].



Pegelmessung mit der Hornantenne



Absorber Matte vor der Antenne

NF(dB) Tabelle in Abhängigkeit vom Y Faktor OE2JOM/2017
 T(heiß): 295 Kelvin T(kalt): 35 Kelvin *N. Himmel - Erde*

Y(dB)	NF(dB)
0,05	18,94
0,10	15,95
0,15	14,21
0,20	12,99
0,25	12,04
0,30	11,28
0,35	10,63
0,40	10,07
0,45	9,59
0,50	9,15
0,55	8,76
0,60	8,41
0,65	8,08
0,70	7,79
0,75	7,51
0,80	7,25
0,85	7,01
0,90	6,79
0,95	6,58
1,00	6,38
1,05	6,19
1,10	6,01
1,15	5,84
1,20	5,68
1,25	5,52
1,30	5,38
1,35	5,24
1,40	5,10
1,45	4,97
1,50	4,85
1,55	4,73
1,60	4,61
1,65	4,50
1,70	4,39
1,75	4,29
1,80	4,19
1,85	4,10
1,90	4,00
1,95	3,91
2,00	3,82
2,05	3,74
2,10	3,66
2,15	3,58
2,20	3,50
2,25	3,42
2,30	3,35
2,35	3,28
2,40	3,21
2,45	3,14

Y(dB)	NF(dB)
2,50	3,08
2,55	3,01
2,60	2,95
2,65	2,89
2,70	2,83
2,75	2,77
2,80	2,72
2,85	2,66
2,90	2,61
2,95	2,56
3,00	2,50
3,10	2,41
3,20	2,31
3,30	2,22
3,40	2,13
3,50	2,05
3,60	1,97
3,70	1,89
3,80	1,82
3,90	1,75
4,00	1,68
4,10	1,61
4,20	1,55
4,30	1,49
4,40	1,43
4,50	1,37
4,60	1,32
4,70	1,27
4,80	1,22
4,90	1,17
5,00	1,12
5,10	1,07
5,20	1,03
5,30	0,99
5,40	0,94
5,50	0,90
5,60	0,86
5,70	0,83
5,80	0,79
5,90	0,75
6,00	0,72
6,10	0,69
6,20	0,65
6,30	0,62
6,40	0,59
6,50	0,56
6,60	0,53
6,70	0,50
6,80	0,48

Y(dB)	NF(dB)
6,90	0,45
7,00	0,42
7,10	0,40
7,20	0,38
7,30	0,35
7,40	0,33
7,50	0,31
7,60	0,29
7,70	0,26
7,80	0,24
7,90	0,22
8,00	0,20

Es ist natürlich auch mit der entsprechenden Formel umzurechnen, aber mir ist eine Tabelle für eine schnelle Orientierung erst mal lieber.

Dieser Messung können durch Wettereinflüsse wie hohe Luftfeuchtigkeit, Wolken oder Anpassungsverluste der Antenne verfälscht werden. Das heißt aber, dass der gemessene Wert meist etwas schlechter ist als der tatsächliche Wert.

Auch das Sonnenrauschen kann damit angezeigt werden. Dies ist dann aber auch entscheidend vom Antennengewinn und vom Stand der Sonne abhängig und somit für die Rauschzahlmessung des Empfängers alleine nicht aussagekräftig.

Nachfolgend sind die Messungen meine zwei Portabelstationen komplette mit ihren Antennen aufgeführt. Zu berücksichtigen sind dabei der verwendete Hohlleiterumschalter mit 0,5...1 dB Dämpfung der linken Station sowie Hohlleiterübergänge und der Antennenwirkungsgrad.



30cm Antennendurchmesser
 Unterschied in dB Himmel / Erde bei
 122 GHz 0,1 dB
 134 GHz 0,05 dB

Unterschied in dB Sonne / Himmel bei
 122 GHz 0,38 dB
 134 GHz 0,13 dB

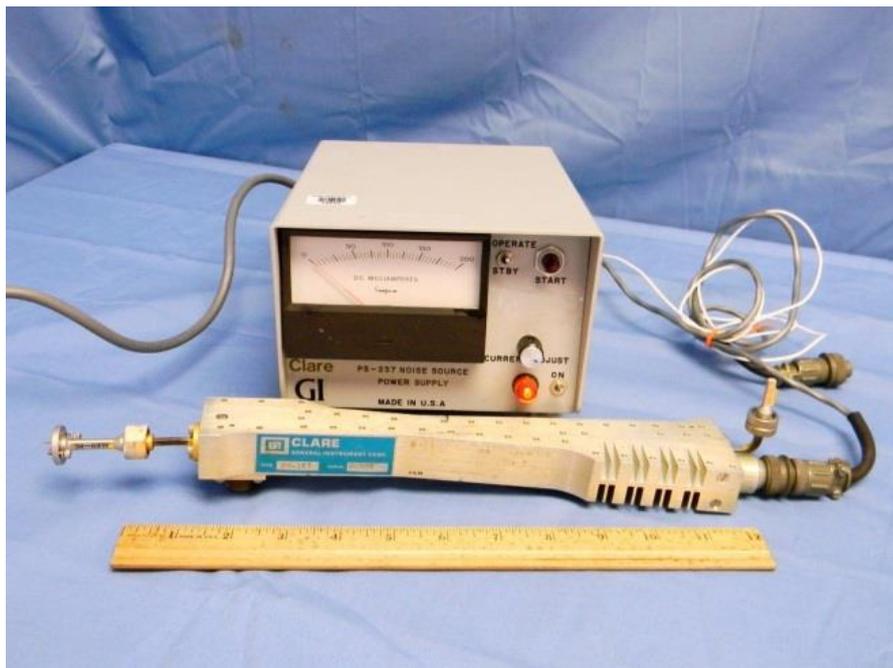


20cm Antennendurchmesser
 Unterschied in dB Himmel / Erde bei
 122 GHz 0,05 dB
 134 GHz 0,05 dB

Unterschied in dB Sonne / Himmel bei
 122 GHz 0,22 dB
 134 GHz 0,22 dB

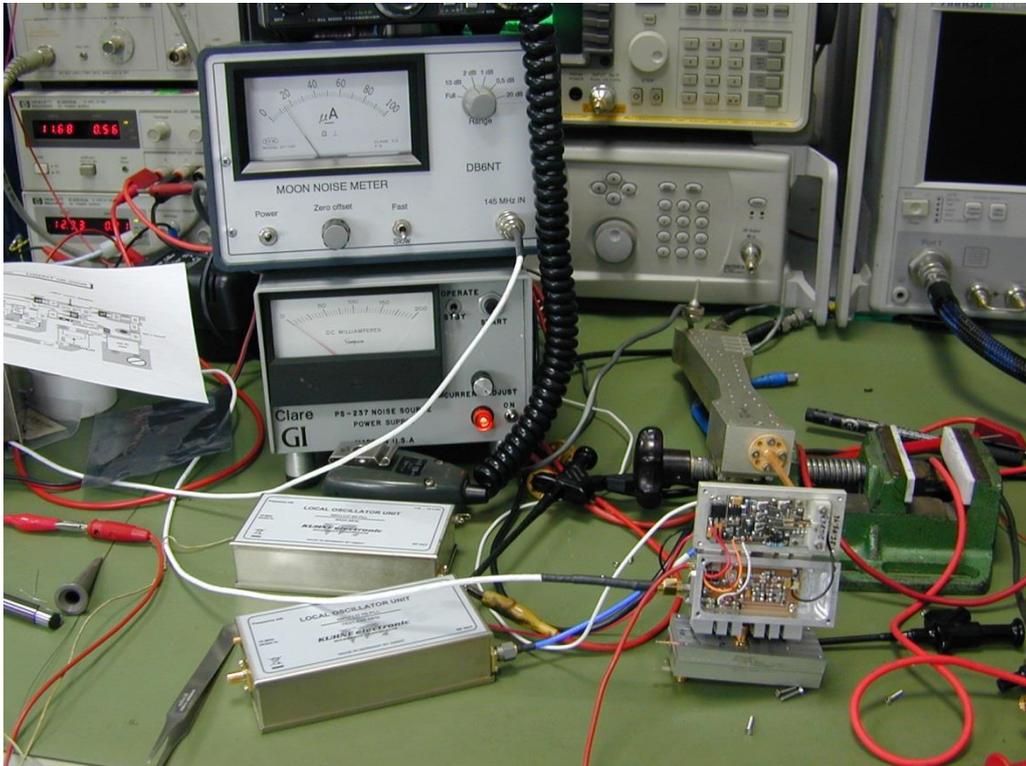
Bei den Messwerten ist zu berücksichtigen, dass die rechte Station mit dem kleineren Parabolspiegel einen auf 134 GHz optimierten Mischer benützt (Der Kurzschlusschieber ist bei 134 GHz optimiert). Diese Messwerte stellen das Ergebnis des kompletten Systems (Empfangsteil mit Antenne „über alles“) dar.

Nun zu den Messungen mit der Rauschröhre.



Da die Rauschröhre eine weitaus höhere Rauschtemperatur als die der Erde aufweist, lassen sich damit auch deutlich unempfindlichere Empfänger vermessen. Auch die Anzeigegenauigkeit ist stabiler.

Hier der Messaufbau mit dem geöffneten Transverterkopf.



Hierbei wird eine andere Tabelle mit der höheren Rauschtemperatur für die Umrechnung benutzt. Die Anzeige der Rauchzahl NF kann auch durch ein automatisches Messgerät (EATON 2075) erfolgen. Dazu muss jedoch die Rauschquelle schnell ein- und ausgeschaltet werden. Die Rauschröhre mit dem Netzteil bietet diese Möglichkeit nicht. Dazu muss ein schneller Umschalter oder schaltbares Dämpfungsglied zwischen Rauschröhre und Messobjekt eingefügt werden. Hier das Foto des durch **Gert DG8EB** selbstgebauten schaltbaren Dämpfungsgliedes.



Dabei wird mittels eines Elektromagneten, der über einen Verstärker angesteuert wird, ein Absorbermaterial in den Hohlleiter eingetaucht. Dieser bietet gleichzeitig eine gute Anpassung. Gesteuert wird die Anordnung durch den 28 Volt Ausgang des Rauschmessgerätes.

Danksagung:

Mein besonderer Dank geht an **Hermann DK8CI** für die Einführung in die Welt der Heiß-kalt Rauschmessungen und den praktischen Vorführungen bei den Treffen in Hohenbachern.

Mein weiterer Dank geht an **Hans OE2JOM** für die Erstellung der Tabellen und an **Gert DG8EB** für den Bau des schaltbaren Dämpfungsgliedes.

[1] Millitech Y-FACTOR TO NOISE FIGURE CONVERSION TABLE

<http://www.millitech.com/pdfs/y-factor.pdf>

Literaturhinweise:

Hermann Hagn DK8CI: Die Heiß-kalt Rauschtemperaturmessung im Labor und in der Natur. UKW-Berichte, Ausgabe 4/1996

Jan Kappert PA0PLY: Moon noise detector system: <http://www.pa0ply.nl/articles.htm>

Charlie Kahwagi VK3NX: Moon Noise Meter: http://www.vk3nx.com/files/Noise_Meter.pdf

Michael Kuhne DB6NT: Download Archiv: <http://www.db6nt.de/download-archiv.html>