

# Signalbeurteilung



Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.  
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

Michael Funke – DL4EAX





# RST System

# Das RST-System ...

... ist eine Kurzformel, um die Qualität eines empfangenen Signals zu beschreiben.

Kurzzeichen	Englisch	Deutsch	Abstufung
R	readability	Lesbarkeit	1 - 5
S	signal strength	Signalstärke	1 - 9
T	tone quality	Tonqualität	1 - 9

Die Tonqualität (T) wird im Sprechfunkbereich nicht beurteilt.  
Sie dient der Beurteilung von Telegrafie und digitalen Aussendungen.

# Das R ...

... bezeichnet die Lesbarkeit des Signals im Verhältnis zum Rauschen oder zu Störungen.

R	Beurteilung
1	Nicht lesbar
2	Zeitweise lesbar
3	Mit Schwierigkeiten lesbar
4	Ohne Schwierigkeiten lesbar
5	Einwandfrei lesbar

# Das S ...

... bezeichnet die Signalstärke

S	Beurteilung
1	Kaum hörbares Signal
2	Sehr schwaches Signal
3	Schwaches Signal
4	Mittelmäßiges Signal
5	Ausreichendes Signal
6	Gut hörbares Signal
7	Mäßig starkes Signal
8	Starkes Signal
9	Äußerst starkes Signal
9 + x	Signal liegt mit x dB über S9 an

# Das T ...

... bezeichnet die Tonqualität, ursprünglich bei CW.

T	Beurteilung
1	Äußerst roher Wechselstrom
2	Äußerst roher unmusikalischer Wechselstrom
3	Roher Wechselstrom leicht unmusikalisch
4	Leicht roher Wechselstrom mittelmäßig musikalisch
5	Musikalisch modulierter Ton
6	Modulierter Ton leichter Triller
7	Unstabiler Ton
8	Gefilterter Ton mit z. B.: etwas Brummmodulation
9	Reiner Ton



# S-Meter

Anzeige der Empfindlichkeit der Eingangsspannung

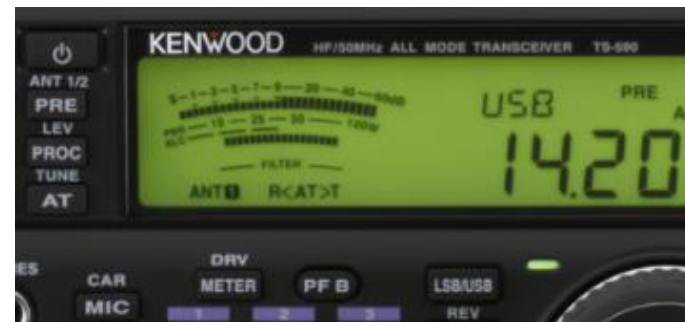
# S-Meter

Das S-Meter (englisch: signal strength meter) ist eine in S-Stufen kalibrierte **logarithmische** Anzeige der Empfängereingangsspannung im Verhältnis zu einem Bezugswert (50 $\mu$ V bei S9).

Die Einteilung der Skala ist von S1 bis S9 und Werte über S9 werden additiv als "dB über S9" angegeben. Zu den dB kommen wir, wenn der Unterschied zwischen einer linearen und einer logarithmischen Skala erklärt wurde.



Bildquelle: Von Cqdx - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27274302>



Bildquelle: Michael Funke - DL4EAX



# Was ist eine lineare Anzeige?

Bei dem unten zu sehenden Voltmeter bedeutet jeder Teilstrich 10 Volt mehr.

Die Hälfte der Maximalwertes (150 Volt) liegt genau in der Mitte.



Bildquelle: CC BY-SA 3.0  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=154162>

# Was ist eine logarithmische Anzeige?

Bei dem unten zu sehenden Voltmeter sieht man eine deutliche Spreizung im unteren Messbereich.

Die logarithmische Skala erlaubt eine Darstellung von großen Werten, wobei die kleinen Werte aber auch noch gut ablesbar sind.



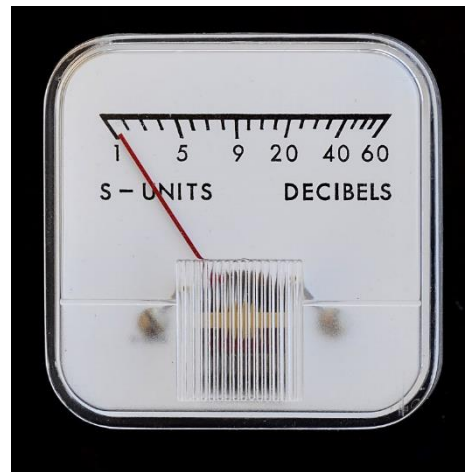
Bildquelle: Michael Funke - DL4EAX

# Und wie ist das mit dem S-Meter?

Bei dem unten zu sehenden S-Meter bedeutet jeder Teilstrich eine S-Stufe mehr. Das sieht erst mal linear aus.

**Aber:** Jede S-Stufe steht für eine Verdoppelung der Eingangsspannung.

Hier steckt die Spreizung nicht in der Skala, sondern in dem was angezeigt wird. Nicht die Spannung wird direkt angezeigt, sondern das logarithmische Verhältnis zu einer Bezugsspannung.



# S-Werte und zugehörige Spannungen

S-Wert	Spannung bis 30MHZ
1	0,1953125 $\mu$ V
2	0,390625 $\mu$ V
3	0,78125 $\mu$ V
4	1,5625 $\mu$ V
5	3,125 $\mu$ V
6	6,25 $\mu$ V
7	12,5 $\mu$ V
8	25 $\mu$ V
9	50 $\mu$ V (Bezugsgröße)

Übrigens: Oberhalb von 30MHz gilt 5 $\mu$ V als Bezugsgröße.

# Was ist denn jetzt mit dem dB?

Der Zehnerlogarithmus (mathematisch  $\lg$ , am Taschenrechner  $\log$ ) des **Verhältnisses zweier Leistungen** ist eine eigentlich dimensionslose Größe, die aber zu Ehren des Erfinders des Telefons, Alexander Graham Bell, mit Bel bezeichnet wird.

$$g = \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ in B}$$

Um besser handhabbare Zahlen zu bekommen, wird nicht in B (Bel), sondern in dB (Dezi-Bel, dezi = ein Zehntel) gerechnet.

$$g = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ in dB}$$

Hier steht "**g**" für "**gain**" (Gewinn),  
es wird auch **a** für **attenuation** (Dämpfung) benutzt.

# Und wie ist das bei Spannungen?

Das “dB“ ist das Verhältnis zweier Leistungen zueinander (P1 und P2). Jede Leistung lässt sich bei bekanntem Widerstand durch eine Spannung ausdrücken.

$$P = \frac{U^2}{R} \quad \text{setzen wir in} \quad g = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1}$$

*ein und erhalten nach einer umfangreichen Umformung*

$$g = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1}$$

# Die Formeln im Überblick

Leistungsverhältnis:

$$g = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ in dB}$$

Spannungsverhältnis:

$$g = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \text{ in dB}$$

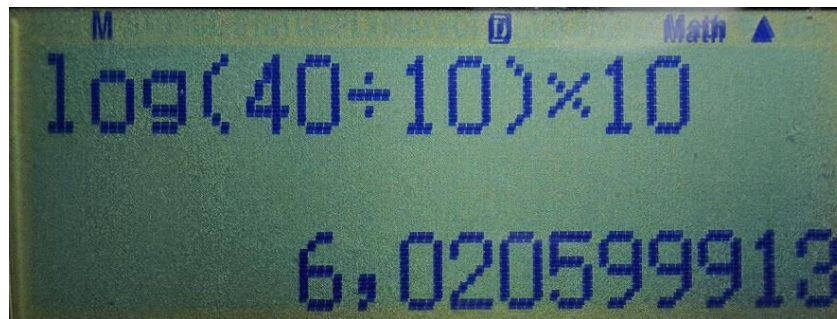
# Eingabe in den Taschenrechner

Leistungsverhältnis:

$$g = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ in dB}$$

P2 = 40 Watt

P1 = 10 Watt





# Anders ausgedrückt

Alle **3dB** gibt es eine **Verdopplung** der **Leistung**.

Alle **6dB** gibt es eine **Verdopplung** der **Spannung**.

Aus der Formelsammlung:

<i>Pegel</i>	<i>Leistungs- verhältnis</i>	<i>Spannungs- verhältnis</i>
-20 dB	0,01	0,1
-10 dB	0,1	0,32
-6 dB	0,25	0,5
-3 dB	0,5	0,71
-1 dB	0,8	0,89
0 dB	1	1
1 dB	1,26	1,12
3 dB	2	1,41
6 dB	4	2
10 dB	10	3,16
20 dB	100	10

# Was hat das mit dem S-Meter zu tun?

**Beim S-Meter wurden 6dB als eine S-Stufe definiert.**

Daraus folgt:

Eine **Verdopplung** der Eingangsspannung am Empfänger lässt das S-Meter um 1 S-Stufe bzw. 6dB steigen.

Eine **Vervierfachung** der Sendeleistung der Gegenstation lässt das S-Meter um 1 S-Stufe bzw. 6dB steigen.

# Alternative Anzeigen

Selten werden im VHF / UHF Bereich auch Messegeräte benutzt, die die Signalstärke direkt in dB anzeigen, also ohne S-Stufen.

Das Bezugsmaß ist dann das Rauschen, das nennt man dann "relative Signalstärke in dB".

Im professionellen Bereich nimmt man  $1\ \mu\text{V}$  als Bezugsgröße, das nennt man dann  $\text{dB}\mu\text{V}$ .



# Beurteilung der Sendeleistung des QSO-Partners mittels eines S-Meters

# Beurteilung der Sendeleistungsänderung des QSO Partners mittels eines S-Meters

Machen wir ein kleines Gedankenspiel und gehen davon aus, dass unser QSO Partner aus den USA 1.500 Watt Sendeleistung nutzt und wir ihn mit S9 hören. Um wie viel leiser hören wir ihn wenn er die Sendeleistung reduziert?

S-Wert	Sendeleistung
1	23 mWatt
2	92 mWatt
3	0,4 Watt
4	1,5 Watt
5	6 Watt
6	23 Watt
7	94 Watt
8	375 Watt
9	1.500 Watt



# Beispiele aus der Praxis

# Beispiele aus der Praxis

- Die S-Meter-Anzeige sinkt von S9 auf S8. Die Empfänger-Eingangsspannung sinkt dabei von  $50\mu\text{V}$  auf
- $25\mu\text{V}$ .
- Der QSO Partner erhöht die Sendeleistung von 100 Watt auf 400 Watt. Das S-Meter steigt um
- eine S Stufe.
- Ein Signal steigt von S4 auf S7. Um wie viel ist die Eingangsspannung gestiegen?
- 18dB
- Die S-Meter-Anzeige sinkt von S9+20dB auf S8, das sind
- 26dB.

# Beispiele aus der Praxis

- Wenn die Sendeleistung von 10 Watt auf 40 Watt erhöht wird, ist das eine Leistungsvervierfachung, die 6dB entspricht. Beim QSO Partner steigt das S-Meter also um
- eine S-Stufe.
  
- Das S-Meter steigt von S7 auf S9 + 8dB an weil der QSO Partner seine Sendeleistung erhöht hat. Wieviel dB sind das?
- Das sind  $2 \cdot 6\text{dB} + 8\text{dB} = 20\text{dB}$ , also eine Erhöhung um den Faktor 100, zum Beispiel von 1 Watt auf 100 Watt.
  
- Ein Funkamateurler erhöht die Sendeleistung von 10 auf 100 Watt. Bei 10 Watt zeigt das S-Meter des QSO Partners S8 an. Das ist eine Verzehnfachung, welche 10dB entspricht, also zeigt das S-Meter des QSO Partners nun S9 + 4dB an.





# Besonderheiten bei der Beurteilung von Signalen

# Besonderheiten

- Werden Funkwellen an Polarlichtern reflektiert, spricht man von Aurora-Verbindungen. Hier sind die Signale sehr verbrummt. Dieses wird im Signalrapport durch ein A gekennzeichnet, z.B. 58A.
- SSTV Signale werden mit R und S und "V" für Video-Qualität beurteilt. V in 5 Stufen.

# Wurde alles empfangen?



Bildquelle: Mit Genehmigung von Dian Kurniawan YD1OSC  
<https://hambuilder.com/product/hbr4hf-new/>

**Initiales Autorenteam:**

Michael Funke - DL4EAX

Carmen Weber - DM4EAX

Willi Kiesow - DG2EAF



**Änderungen durch:**

**Hier bitte Ihren Namen eintragen, wenn Sie Änderungen vorgenommen haben.**

**Sie dürfen:**

**Teilen:** Das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigen und weiterverbreiten.

**Bearbeiten:** Das Material verändern und darauf aufbauen.

**Unter folgenden Bedingungen:**

**Namensnennung:** Sie müssen angemessene Urheber- und Rechteangaben machen, einen Link zur Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Diese Angaben dürfen in jeder angemessenen Art und Weise gemacht werden, allerdings nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze gerade Sie oder Ihre Nutzung besonders.

**Nicht kommerziell:** Sie dürfen das Material nicht für kommerzielle Zwecke nutzen.

**Weitergabe unter gleichen Bedingungen:** Wenn Sie das Material verändern oder anderweitig direkt darauf aufbauen, dürfen Sie Ihre Beiträge nur unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.

Der Lizenzgeber kann diese Freiheiten nicht widerrufen solange Sie sich an die Lizenzbedingungen halten.

**Details:** <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>