

Wie schlecht ist ein Stehwellenverhältnis von 2 ?

DK2FQ, Wolfgang Beer/ 2.5.2022

Was ist das Stehwellenverhältnis (SWR)?

Vorlaufende Leistung (vom Sender abgegebene) = P_V

Rücklaufende Leistung (am Ende der Leitung reflektierte) = P_R

Vorlaufenden Spannung = U_V

Rücklaufenden Spannung = U_R

Stehwellenverhältnisses: Verhältnis von dem **maximalen** und **minimalen Spannungswert** entlang der Leitung.



SWR = $\frac{|U_V| + |U_R|}{|U_V| - |U_R|}$ oder:
 aus $P = U \cdot I$
 und $U = R \cdot I$ wird für $I = U/R$ eingesetzt
 damit ist $P = U \cdot U/R = U^2/R \rightarrow U^2 = P \cdot R \rightarrow U = \sqrt{P \cdot R}$

$$SWR = \frac{|\sqrt{P_V \cdot R}| + |\sqrt{P_R \cdot R}|}{|\sqrt{P_V \cdot R}| - |\sqrt{P_R \cdot R}|} \quad \rightarrow \quad SWR = \frac{|\sqrt{P_V}| + |\sqrt{P_R}|}{|\sqrt{P_V}| - |\sqrt{P_R}|}$$

Beispiel (siehe Bild): $P_V = 4$ Watt, $P_R = 0,5$ Watt, SWR = ?

$$SWR = \frac{|\sqrt{P_V}| + |\sqrt{P_R}|}{|\sqrt{P_V}| - |\sqrt{P_R}|} \quad \rightarrow \quad SWR = \frac{\sqrt{4} + \sqrt{0,5}}{\sqrt{4} - \sqrt{0,5}} = \frac{2 + 0,707}{2 - 0,707} = \frac{2,707}{1,293} = 2,09 \rightarrow$$

Was bedeutet ein Stehwellenverhältnis von 2 bezogen auf 100 Watt?

$P_v = 100$ Watt

$P_r = 11$ Watt

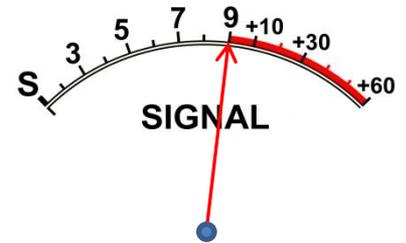
ergeben ein SWR von 2



Kontrolle:

$$\text{SWR} = \frac{\sqrt{P_v} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_v} - \sqrt{P_r}} = \frac{\sqrt{100} + \sqrt{11}}{\sqrt{100} - \sqrt{11}} = \frac{10 + 3,32}{10 - 3,32} = \frac{13,32}{6,68} = 2,00$$

Und was bedeutet das SWR 2 für den S-Meter-Wert?



Nehmen wir an, der Sender leistet **100 Watt**.
Das Stehwellenverhältnis der Antenne hat **1**.
Dabei werden wir mit **S9** an der Gegenstation empfangen.

Jetzt verschlechtert sich an der Antenne das Stehwellenverhältnis auf **2**.

Um **wieviele S-Stufen** geht das Signal bei der Gegenstation zurück?

Lösung:

Um auf ein Stehwellenverhältnis 2 zu kommen, müssen von den 100 Watt 11 Watt reflektiert werden. D.h. über die Antenne werden jetzt statt 100 Watt nur noch 89 Watt abgestrahlt.

Eine S-Stufe sind 6 dB Leistungsunterschied.

Plus eine S-Stufe entspricht einer **Vervierfachung** der Leistung.

Minus eine S-Stufe entspricht einem **Viertel** der Leistung.

Wieviele dB sind es von 100 Watt (P_v) auf 89 Watt (P_r)?

Die Veränderung von SWR 1 auf 2 bedeutet:

$$\text{Verstärkung in dB} = 10 \cdot \log_{10} (P2/P1) = 10 \cdot \log_{10} (89/100) = 10 \cdot \log_{10} (0,89) = - \mathbf{0,5}$$

1 S-Stufe = 6 dB -> wieviel S-Stufen sind - 0,5 dB?

In S-Stufen = - 0,5 dB/ 6 dB = - **0,08 S-Stufen** (-> praktisch so gut wie nicht wahrnehmbar!)

Vergessen wir die Jagd nach einem SWR von 1 !

Wie schlecht müsste denn das Stehwellenverhältnis sein, damit das Signal um 1 S-Stufe geschwächt würde?

-6 dB bedeutet $\frac{1}{4}$ der Leistung, d.h. von den 100 Watt werden nur noch 25 Watt abgestrahlt
-> dann werden 75 Watt reflektiert

Das entspricht einem SWR von

$$\text{SWR} = \frac{\sqrt{100} + \sqrt{75}}{\sqrt{100} - \sqrt{75}} = \frac{10 + 8,66}{10 - 8,66} = \frac{18,66}{1,34} = \mathbf{13,9} \quad \rightarrow \quad \mathbf{1 : 13,9}$$

Aber: **Die meisten Transceiver regeln ab einem SWR von 2 die Ausgangsleistung zurück.**