

Umrechnung Reflexionsdämpfung, Reflexionsfaktor, Stehwellenverhältnis, Impedanz

Rückflussdämpfung a_r [dB]	Reflexionsfaktor r (Betrag)	Stehwellenverhältnis (SWV) s	reelle Impedanz [Ω] bei $Z_X > 50 \Omega$	reelle Impedanz [Ω] bei $Z_X < 50 \Omega$
1	0,8913	17,3910	869,55	2,88
2	0,7943	8,7242	436,21	5,73
3	0,7079	5,8480	292,40	8,55
4	0,6310	4,4194	220,97	11,31
5	0,5623	3,5698	178,49	14,01
6	0,5012	3,0095	150,48	16,61
7	0,4467	2,6146	130,73	19,12
8	0,3981	2,3229	116,14	21,53
9	0,3548	2,0999	104,99	23,81
10	0,3162	1,9250	96,25	25,97
11	0,2818	1,7849	89,24	28,01
12	0,2512	1,6709	83,54	29,92
13	0,2239	1,5769	78,84	31,71
14	0,1995	1,4985	74,93	33,37
15	0,1778	1,4326	71,63	34,90
16	0,1585	1,3767	68,83	36,32
17	0,1413	1,3290	66,45	37,62
18	0,1259	1,2880	64,40	38,82
19	0,1122	1,2528	62,64	39,91
20	0,1000	1,2222	61,11	40,91
21	0,0891	1,1957	59,78	41,82
22	0,0794	1,1726	58,63	42,64
23	0,0708	1,1524	57,62	43,39
24	0,0631	1,1347	56,73	44,06
25	0,0562	1,1192	55,96	44,68
30	0,0316	1,0653	53,27	46,93
40	0,0100	1,0202	51,01	49,01
50	0,0032	1,0063	50,32	49,68
60	0,0010	1,0020	50,10	49,90
70	0,0003	1,0006	50,03	49,97

Reflexionsfaktor r (Betrag)	Stehwellenverhältnis (SWV) s	Rückflussdämpfung a_r [dB]	reelle Impedanz [Ω] bei $Z_X > 50 \Omega$	reelle Impedanz [Ω] bei $Z_X < 50 \Omega$
0,001	1,002	60,0	50,1	49,9
0,003	1,006	50,5	50,3	49,7
0,010	1,02	40,0	51,0	49,0
0,030	1,06	30,5	53,1	47,1
0,060	1,13	24,4	56,4	44,3
0,070	1,15	23,1	57,5	43,5
0,080	1,17	21,9	58,7	42,6
0,090	1,20	20,9	59,9	41,7
0,10	1,22	20,0	61,1	40,9
0,11	1,25	19,2	62,4	40,1
0,12	1,27	18,4	63,6	39,3
0,13	1,30	17,7	64,9	38,5
0,14	1,33	17,1	66,3	37,7
0,15	1,35	16,5	67,6	37,0
0,20	1,50	14,0	75,0	33,3
0,25	1,67	12,0	83,3	30,0
0,3	1,86	10,5	92,9	26,9
0,35	2,08	9,12	104	24,1
0,4	2,33	7,96	117	21,4
0,45	2,64	6,94	132	19,0
0,5	3,00	6,02	150	16,7
0,55	3,44	5,19	172	14,5
0,6	4,00	4,44	200	12,5
0,65	4,71	3,74	236	10,6
0,7	5,67	3,10	283	8,82
0,75	7,00	2,50	350	7,14
0,8	9,00	1,94	450	5,56
0,85	12,3	1,41	617	4,05
0,90	19,0	0,915	950	2,63
0,95	39,0	0,446	1950	1,28

Stehwellenverhältnis (SWV) s	Reflexionsfaktor r (Betrag)	Rückflussdämpfung a_r [dB]	reelle Impedanz [Ω] bei $Z_X > 50 \Omega$	reelle Impedanz [Ω] bei $Z_X < 50 \Omega$
1,01	0,00498	46,1	50,5	49,5
1,02	0,00990	40,1	51,0	49,0
1,03	0,0148	36,6	51,5	48,5
1,04	0,0196	34,2	52,0	48,1
1,05	0,0244	32,3	52,5	47,6
1,1	0,0476	26,4	55,0	45,5
1,2	0,0909	20,8	60,0	41,7
1,3	0,130	17,7	65,0	38,5
1,4	0,167	15,6	70,0	35,7
1,5	0,200	14,0	75,0	33,3
1,6	0,231	12,7	80,0	31,3
1,7	0,259	11,7	85,0	29,4
1,8	0,286	10,9	90,0	27,8
1,9	0,310	10,2	95,0	26,3
2,0	0,333	9,54	100	25,0
2,1	0,355	9,00	105	23,8
2,2	0,375	8,52	110	22,7
2,3	0,394	8,09	115	21,7
2,4	0,412	7,71	120	20,8
2,5	0,429	7,36	125	20,0
3	0,500	6,02	150	16,7
4	0,600	4,44	200	12,5
5	0,667	3,52	250	10,0
6	0,714	2,92	300	8,33
7	0,750	2,50	350	7,14
8	0,778	2,18	400	6,25
9	0,800	1,94	450	5,56
10	0,818	1,74	500	5,00
15	0,875	1,16	750	3,33
20	0,905	0,869	1000	2,50

Erläuterungen

Die **Reflexionsdämpfung** (engl. *Reflection Loss* oder *Return Loss*) besitzt das Formelzeichen a_r und wird in Dezibel angegeben. Ihr Wert ist, wie alle anderen Dämpfungen auch, immer positiv. Sie beschreibt die Dämpfung der Amplitude der reflektierten Welle in Bezug auf die gesendete Welle.

Die Reflexionsdämpfung a_r kann folgenden Extremwerte annehmen:

$a_r = \infty$ bei perfekter Anpassung,

$a_r = 0$ dB bei Leerlauf bzw. Kurzschluss

Der **Reflexionsfaktor**, Formelzeichen r , (engl. *Reflection Coefficient* Γ), ist dimensionslos und liefert genauere Aussagen zur Anpassung eines Verbrauchers als beispielsweise das Stehwellenverhältnis. Aus ihm lassen sich unmittelbar Rückschlüsse auf die Verhältnisse an der eigenen Funkstation ziehen. Bei komplexen Impedanzen, d. h. bei vorhandenem Blindanteil, ist der Reflexionsfaktor ebenfalls komplex, dann als ζ geschrieben.

Sein **Betrag** $|r|$, hier vereinfachend als r bezeichnet, entspricht der entlogarithmierten Reflexionsdämpfung. Man benötigt diesen Wert auch, um z. B. das Stehwellenverhältnis (SWV) berechnen zu können. Die Beziehungen zwischen a_r und r lauten:

$$r = 10^{\left(-\frac{a_r}{20 \text{ dB}}\right)}, \quad a_r = -20 \text{ dB} \cdot \lg r$$

Der Reflexionsfaktor r schwankt zwischen:

$r = 1$ bei Kurzschluss

$r = 0$ bei perfekter Anpassung

$r = 1$ bei Leerlauf

Das **Stehwellenverhältnis** (SWV) hat das Formelzeichen s und ist immer größer oder gleich 1. In der Literatur sind auch *SWR* oder *VSWR* üblich, abgeleitet vom englischen *Voltage Standing Wave Ratio*, d. h. Spannungs-Stehwellenverhältnis. Die Gleichung für das Stehwellenverhältnis lautet:

$$s = \frac{1+r}{1-r}$$

Das Stehwellenverhältnis s kann folgende Extremwerte annehmen:

$s = 1$ bei Anpassung,

$s = \infty$ bei Leerlauf bzw. Kurzschluss

Bei bekanntem Stehwellenverhältnis s kann die **Impedanz** Z_X , welche zur Reflexion und zum Stehwellenverhältnis führt, einfach berechnet werden – sofern es sich um eine rein **reelle** Impedanz handelt, siehe auch [1], d. h. ohne vorhandenen Blindanteil!

Doch Vorsicht: Das SWV, das zwischen 1 und ∞ liegen kann, hat stets zwei Lösungen für den dazu gehörenden Widerstand. Bezogen auf eine Systemimpedanz von 50Ω ergeben sich dann:

$$Z_X = 50 \Omega \cdot s$$

und

$$Z_X = \frac{50 \Omega}{s}$$

Durch Umstellung der Formel ist auch eine Rückrechnung möglich. Je nachdem, wie groß Z_X ist, sind **zwei Fälle** zu unterscheiden:

$$\text{Bei } Z_X > 50 \Omega \text{ gilt } s = \frac{Z_X}{50 \Omega}$$

$$\text{und bei } Z_X < 50 \Omega \text{ gilt } s = \frac{50 \Omega}{Z_X}$$

$$r = \frac{s-1}{s+1}$$

Zur besseren Nutzbarkeit sind die Tabellen hier, im Gegensatz zu [3], nach Rückflussdämpfung a_r , Reflexionsfaktor r und Stehwellenverhältnis s geordnet.

Literatur

- [1] Hegewald, W.; DL2RD: Darstellung von SWV-Messwerten mit Excel oder Calc. FUNKAMATEUR 59 (2010) H. 3, S. 263
- [2] FA-Bauelementeinformation: Umrechnung Leistung/Spannung. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 2, S. 149–150
- [3] FA-Bauelementeinformation: Umrechnung Reflexionsdämpfung, Reflexionsfaktor, Stehwellenverhältnis, Impedanz. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 2, S. 149–150