

Übersicht verschiedener Widerstandsformeln.

Tafel I.

Tafel I.

1	2	3			4 5 6			7	8	9
	Formeln gültig für	Wagen (Wagenzüge)			Formeln			Gültig für Geschwindigkeiten von - bis km st	Bemerkungen	
		Bauart	Zahl	Einzel-Gewicht t	Gesamt-Gewicht t					
Baldwin	Lok. od. Wagen od. Züge	---	---	---	---	---	$w = 1,5 + 0,05 \cdot V = 1,5 + \frac{V}{20}$	---	Nach dieser Formel rechnen die Baldwin-Lok.-Werke in Philadelphia	
Clark	Züge	---	---	---	---	---	$w = 2,4 + 0,001 \cdot V^2 = 2,4 + \frac{V^2}{1000}$ $w = 2,4 + 0,0007 \cdot V^2 = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$	---	Von der bayerischen Staatsbahn aufgestellt Erfurter Formel (Versuche der Pr. St.-B.)	
Röckl, etw. 1880	Lok.	---	---	---	---	---	$W_e = 0,005 + 0,00000021 \cdot V^3 = 0,005 + \frac{V^3}{4763000}$	---	Versuche auf der bayerischen Staatsbahn	
Laboriette 1882/83	Wagen	beladene Kohlenwagen	---	Eigen-gewicht 6-8 t Lade-gewicht 8 t	400 bis 600	---	$w_z = 1,45 + 0,008 \cdot V^2 = 1,45 + \frac{V^2}{1250}$ oder vereinfacht $w_z = 0,07 \cdot V = \frac{V}{14,3}$	---	Versuche auf der franz. Nordbahn	
Barbier, 1897 1891/95 1891/95	Lok. Wagen Züge	Zweiachsige Personenwagen vierachsige Drehgestell-Pers.-Wag.	etwa 15 etwa 7	10-11 30	160 200	---	$w_i = 3,8 + 0,9 \cdot V \cdot \frac{(V+30)}{1000} = 3,8 + 0,027 \cdot V + 0,0009 \cdot V^2$ $w_z = 1,6 + 0,46 \cdot V \cdot \frac{(V+50)}{1000} = 1,6 + 0,023 \cdot V + 0,00046 \cdot V^2$ $w_z = 1,6 + 0,456 \cdot V \cdot \frac{(V+10)}{1000} = 1,6 + 0,00456 \cdot V + 0,000456 \cdot V^2$ $w = 2,36 + 0,0245 \cdot V + 0,000613 \cdot V^2$	60 bis 115 50 " 115	Versuche mit 2B-Sattd.-Vierzyl.-Verb.-S.-Lok. Bauart De Glehn Sämtliche Versuche auf der franz. Nordbahn	
Nadal, 1902 1902	Lok. Wagen	8 m Radstand	---	19	---	---	$w_i = 3,8 + 0,7 \cdot V \cdot \frac{(V+70)}{1000} = 3,8 + 0,049 \cdot V + 0,0007 \cdot V^2$ $w = 1,5 + 0,25 \cdot V \cdot \frac{(V+85)}{1000} = 1,5 + 0,02125 \cdot V + 0,00025 \cdot V^2$	---	Versuche mit 1B1-Sattd.-Zw.-S.-Lok. der franz. Staatsbahn Sämtliche Versuche auf der franz. Staatsbahn	
Desdouts 1902	Wagen	3,75 m Radst. Drehgestell-wagen	---	10 t Leergewicht 28	---	---	$w_z = 1,6 + 0,30 \cdot V \cdot \frac{(V+90)}{1000} = 1,6 + 0,027 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2$ $w_z = 1,4 + 0,20 \cdot V \cdot \frac{(V+80)}{1000} = 1,4 + 0,016 \cdot V + 0,0002 \cdot V^2$	---	Versuche auf der franz. Staatsbahn	
v. Borries 1902	Lok. Wagen	---	---	---	---	---	$w_i = 4 + 0,027 \cdot V + \frac{0,061 V^2}{GL} = 4 + \frac{V}{37,0} + \frac{V^2}{15,6 \cdot GL}$ $w = 1,5 + 0,012 \cdot V + \frac{0,3}{q} \cdot \frac{V^2}{1000} + 0,2$	---	Versuche mit 2B-Sattd.-S.-Lok. der Pr. St.-B., q = Wageneinzelgewicht	
Leitzmann 1903 1904	Lok. Wagen	zweiachsige Wagen vierachsige Abteilwagen	20	12 30	---	---	$w_i = 2,4 + \frac{V}{26} + \frac{V^2}{1450} = 2,4 + 0,0385 \cdot V + 0,00069 \cdot V^2$ $w_i = 2,7 + \frac{V}{22} + \frac{V^2}{2600} = 2,7 + 0,0454 \cdot V + 0,000385 \cdot V^2$ $w_i = 3,0 + \frac{V}{21} + \frac{V^2}{4500} = 3,0 + 0,0476 \cdot V + 0,000222 \cdot V^2$ $w_e = 1,4 + \frac{V}{63} + \frac{V^2}{2760} = 1,4 + 0,028 \cdot V + 0,000375 \cdot V^2$ $w_e = 1,7 + \frac{V}{38} + \frac{V^2}{2462} = 1,7 + 0,0263 \cdot V + 0,000406 \cdot V^2$ $w_i = 3,5 + \frac{V}{44} + \frac{V^2}{1602} = 3,5 + 0,0227 \cdot V + 0,000469 \cdot V^2$ $w = 1,3 + \frac{V}{247} + \frac{V^2}{1470} = 1,3 + 0,00405 \cdot V + 0,00068 \cdot V^2$ $w = 1,2 + \frac{V}{150} + \frac{V^2}{2200} = 1,2 + 0,00667 \cdot V + 0,00015 \cdot V^2$	50 bis 90 50 " 90	Lok. betriebsfähig Versuche mit 2B-Sattd.-S.-Lok. der Pr. St.-B. in Direktion Erfurt Lok. ohne Kolben, Schieber und Schubstangen Versuche mit 2B1-Sattd.-Lok. der Pr. St.-B. in Direktion Hannover	
Sanzin	Lok.	---	---	---	---	---	$W_{i kg} = 0,006 \cdot F \cdot V^2 + L_1 t (1,8 + 0,015 \cdot V) + L_2 t (a + \frac{0,1075}{D^m} \cdot V)$	---	Versuche mit C-G-Lok. der Österr. St.-B. L <sub>1</sub> = Gewicht a. d. Lok.-u. Tenderlaufachsen L <sub>2</sub> = Gewicht auf den gekuppelten Achsen a = 5,5 für B-Lok. a = 8,0 für D-Lok. a = 7,0 für C-Lok. a = 8,8 für E-Lok.	
Strahl	Lok.	---	---	---	---	---	$w_i = 2,5 + 0,067 \cdot (\frac{V}{10})^2 + (a + 0,116 \cdot \frac{V}{D}) \cdot (\frac{G_r}{GL})^q$	---	Formel nur gültig für Dauerleistungen bei Anstrengung bis zur Grenze der Verdampfungs-fähigkeit a = 2,5 für B-Lok. a = 5,5 für D-Lok. a = 4,0 für C-Lok. a = 7,0 für E-Lok.	
Studiengesellschaft, 1904 1904	Lok. Wagen Züge	D-Wagen	---	---	---	---	$w = 4 + 0,027 \cdot V + \frac{0,052 \cdot V^2 \cdot F}{GL}$ $w = 1,3 + 0,0067 \cdot V + \frac{0,0052 \cdot V^2 \cdot \Sigma f}{G_w}$ $W_{kg} = GL^t (4 + 0,027 \cdot V) + 0,0052 \cdot V^2 \cdot F + G_w^t (1,3 + 0,0067 \cdot V) + 0,0052 \cdot V^2 \cdot \Sigma f$	---	F = 10 qm für Lok. mit Tender F = 7,5 qm für Lok. mit Tender mit zugespitzter Vorderfläche Σf = Summe aller Wagenäquivalent-flächen f = 1 (nur für Anhängewagen in D-Zügen)	
Frank 1879  1903  1901 1879  1903  1879	Lok. Wagen Züge	Personenwagen bedeckte Güter-wagen beladene offene Güterwagen leere offene Güterwagen 1/2 gedeckte Güterw. 1/4 offene beladene " 1/4 offene leere "	12 15 30 12 15 5 11	---	---	---	$W_{e kg} = GL^t [2,5 + 0,0142 (\frac{V}{10})^2] + 0,54 \cdot 1,1 \cdot FL (\frac{V}{10})$ $w_e = 2,5 + 0,067 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{1492}$ $w_i = 4,0 + 0,085 (\frac{V}{10})^2 = 4,0 + \frac{V^2}{1176}$ $W = G_w^t [2,5 + 0,0142 (\frac{V}{10})^2] + 0,54 (2 + n \cdot f_w) \cdot (\frac{V}{10})^2$ $w = 2,5 + 0,044 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{2270}$ $w = 2,5 + 0,01 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{2500}$ $w = 2,5 + 0,03 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{3330}$ $w = 2,5 + 0,041 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{2440}$ $w = 2,5 + 0,032 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{3125}$ $w = 2,5 + 0,187 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{535}$ $w = 2,5 + 0,053 (\frac{V}{10})^2 = 2,5 + \frac{V^2}{1887}$ $W_{kg} = (GL^t + G_w^t) [2,5 + 0,0142 (\frac{V}{10})^2] + 0,54 (1,1 FL + 2 + n \cdot f_w) \cdot (\frac{V}{10})^2$	---	FL = 10 qm Versuche mit 1C-S.-Lok. der Pr. St.-B. Leerlaufwiderstand bei herausgenommenem Schieber Versuche mit 2B-Sattd.-Lok. in der Direktion Hannover vereinfachte Formeln f <sub>w</sub> = 0,56 für jeden Pers.-W. und gedeckten G.-W. f <sub>w</sub> = 0,32 für jeden beladenen offenen G.-W. f <sub>w</sub> = 1,62 für jeden leeren offenen G.-W. f <sub>w</sub> = 2,0 für die ersten der Lok. folgenden Wagen bzw. für den Gepäckwagen f <sub>w</sub> = 0,76 Mittelwert, wenn n/2 gedeckte, n/4 offene beladene, n/4 offene leere G-Wagen	
Hütte knüpft an "Frank" an	Wagen	D-Wagen od. vierachsige Abteilwagen zwei- od. dreiachsige Abteilwagen vollbeladene offene Güterwagen halbbeladene bedeckte Güterwagen 1/2 bedeckt od. offen 1/2 beladen od. leer leere Wagen: 1/2 bedeckt, 1/2 offen leere Güterwag.	Kohlen-züge Eilgut-züge Kohlen-züge	300 bis 500 300 bis 400 800 bis 1300 800 bis 1000 400 bis 600 300 bis 500	---	---	$w = 2,5 + \frac{V^2}{4000} = 2,5 + 0,00025 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{3000} = 2,5 + 0,00033 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{4400} = 2,5 + 0,000227 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{3000} = 2,5 + 0,00033 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{2000} = 2,5 + 0,0005 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{1000} = 2,5 + 0,001 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{700} = 2,5 + 0,00143 \cdot V^2$	---	Personenwagenzüge einschl. Gepäckwagen Güterwagenzüge einschl. Gepäckwagen	

Bei Wagen bzw. Zügen ist der durch Ablauf oder Auslauf gefundene Widerstand w in kg/t bzw. W in kg  
 " " " " " " Dynamometer hinter d. Lok. " " w<sub>z</sub> " " " " W<sub>z</sub> " "  
 " Lokomotiven " " " " " " aus den Dampfdiagrammen " " w<sub>i</sub> " " " " W<sub>i</sub> " "  
 " " " " " " wenn dieselbe ohne Dampf lief, der " " w<sub>e</sub> " " " " W<sub>e</sub> " "  
 Igel. Handbuch des Dampflokomotivbaues.

Was w<sub>e</sub> bei Lokomotiven anbelangt, so ist in den Abhandlungen nicht immer klar ersichtlich, welche Art von Widerstand damit gemeint ist. w<sub>e</sub> würde eigentlich bedeuten: Widerstand der Lok. als Wagen, d. h. Laufwiderstand ohne Kolben, Schieber und Triebstangen. Es sind aber hier mit w<sub>e</sub> auch Ergebnisse aus Versuchen bezeichnet, bei denen nur die Schieber herausgenommen wurden, oder bei denen das ganze Triebwerk, aber ohne Dampf, mitgeht.