

Übersicht verschiedener Widerstandsformeln.

Tafel I.

Tafel I.

1	2	3			4			5			6			7			8	9					
		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	10-11	160	$w_i = 3,8 + 0,9 \cdot V \cdot \left(\frac{V+30}{1000}\right) = 3,8 + 0,027 \cdot V + 0,0009 \cdot V^2$ $w_z = 1,6 + 0,46 \cdot V \cdot \left(\frac{V+50}{1000}\right) = 1,6 + 0,023 \cdot V + 0,00046 \cdot V^2$ $w_z = 1,6 + 0,456 \cdot V \cdot \left(\frac{V+10}{1000}\right) = 1,6 + 0,00456 \cdot V + 0,000456 \cdot V^2$ $w = 2,36 + 0,0245 \cdot V + 0,000613 \cdot V^2$						60 bis 115			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	—	$w_i = 3,8 + 0,7 \cdot V \cdot \left(\frac{V+70}{1000}\right) = 3,8 + 0,049 \cdot V + 0,0007 \cdot V^2$ $w = 1,5 + 0,25 \cdot V \cdot \left(\frac{V+85}{1000}\right) = 1,5 + 0,02125 \cdot V + 0,00025 \cdot V^2$						—			Versuche mit 1B1-Sattd.-Zw.-S.-Lok. der franz. Staatsbahn Sämtliche Versuche auf der franz. Staatsbahn								
Desdouits 1902	Wagen	3,75 m Radst. Drehgestell-wagen	—	10 t Leergewicht 28	—	$w_z = 1,6 + 0,30 \cdot V \cdot \left(\frac{V+90}{1000}\right) = 1,6 + 0,027 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2$ $w_z = 1,4 + 0,20 \cdot V \cdot \left(\frac{V+80}{1000}\right) = 1,4 + 0,016 \cdot V + 0,0002 \cdot V^2$						—			Versuche auf der franz. Staatsbahn								
v. Borries 1902	Lok. Wagen	—	—	—	—	$w_i = 4 + 0,027 \cdot V + \frac{0,061 V^2}{G_L} = 4 + \frac{V}{37,0} + \frac{V^2}{15,6 \cdot G_L}$ $w = 1,5 + 0,012 \cdot V + \left(\frac{0,3}{q} + 0,2\right) \cdot \frac{V^2}{1000}$						—			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			Lok. betriebsfähig Lok. ohne Kolben, Schieber und Schubstangen			Versuche mit 2B-Sattd.-S.-Lok. der Pr. St.-B. in Direktion Erfurt Versuche mit 2B1-Sattd.-Lok. der Pr. St.-B. in Direktion Hannover					
Sanzin	Lok.	—	—	—	—	$W_{i,kg} = 0,006 \cdot F \cdot V^2 + L_1 \cdot (1,8 + 0,015 \cdot V) + L_2 \cdot \left(a + \frac{0,1075}{D_m} \cdot V\right)$						—			Versuche mit C-G-Lok. der Österr. St.-B. L ₁ = Gewicht a. d. Lok.-u. Tenderlaufachsen L ₂ = 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.	—	—	—	—	$w_i = 2,5 + 0,067 \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2 + \left(a + 0,116 \cdot \frac{V}{D}\right) \cdot \left(\frac{G_r}{G_L}\right)^{1/2}$						—			Formel nur gültig für Dauerleistungen bei Anstrengung bis zur Grenze der Verdampfungsfähigkeit 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	—	—	—	$w = 4 + 0,027 \cdot V + \frac{0,052 \cdot V^2 \cdot F}{G_L}$ $w = 1,3 + 0,0067 \cdot V + \frac{0,0052 \cdot V^2 \cdot \Sigma f}{G_w}$ $W_{kg} = G_L \cdot (4 + 0,027 \cdot V) + 0,0052 \cdot V^2 \cdot F + G_w \cdot (1,3 + 0,0067 \cdot V) + 0,0052 \cdot V^2 \cdot \Sigma f$						—			F = 10qm für Lok. mit Tender F = 7,5qm für Lok. mit Tender mit zugespitzter Vorderfläche Σf = Summe aller Wagenäquivalentflächen f = 1 (nur für Anhängewagen in D-Zügen)								
Frank 1879 1903 1901 1879 1903 1879	Lok. Wagen Züge	Personenwagen bedeckte Güterwagen beladene offene Güterwagen leere offene Güterwagen 1/2 gedeckte Güterw. 1/4 offene beladene „ 1/4 offene leere „	—	—	—	$W_{e,kg} = G_L \left[2,5 + 0,0142 \left(\frac{V}{10}\right)^2 \right] + 0,54 \cdot 1,1 \cdot F_L \cdot \left(\frac{V}{10}\right)$ $w_e = 2,5 + 0,067 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{1492}$ $w_i = 4,0 + 0,085 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 4,0 + \frac{V^2}{1176}$ $W = G_w \left[2,5 + 0,0142 \left(\frac{V}{10}\right)^2 \right] + 0,54 (2 + n \cdot f_w) \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2$ $w = 2,5 + 0,044 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{2270}$ $w = 2,5 + 0,01 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{2500}$ $w = 2,5 + 0,03 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{3330}$ $w = 2,5 + 0,041 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{2440}$ $w = 2,5 + 0,032 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{3125}$ $w = 2,5 + 0,187 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{535}$ $w = 2,5 + 0,053 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 2,5 + \frac{V^2}{1887}$ $W_{kg} = (G_L + G_w) \cdot \left[2,5 + 0,0142 \left(\frac{V}{10}\right)^2 \right] + 0,54 (1,1 F_L + 2 + n \cdot f_w) \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2$						50 bis 11			mittlere Zugstärken			vereinfachte Formeln			F _L = 10 qm Versuche mit 1C-S.-Lok. der Pr. St.-B. Leerlaufwiderstand bei herausgenommenem Schieber Versuche mit 2B-Sattd.-Lok. in der Direktion Hannover f _w = 0,56 für jeden Pers.-W. und gedeckten G.-W. f _w = 0,32 für jeden beladenen offenen G.-W. f _w = 1,62 für jeden leeren offenen G.-W. f _w = 2,0 für die ersten der Lok. folgenden Wagen bzw. für den Gepäckwagen f _w = 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	—	—	$w = 2,5 + \frac{V^2}{4000} = 2,5 + 0,00025 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{3000} = 2,5 + 0,00033 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{4400} = 2,5 + 0,000227 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{3000} = 2,5 + 0,00033 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{2000} = 2,5 + 0,0005 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{1000} = 2,5 + 0,001 \cdot V^2$ $w = 2,5 + \frac{V^2}{700} = 2,5 + 0,00143 \cdot V^2$						—			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. Was w_e bei Lokomotiven anbelangt, so ist in den Abhandlungen nicht immer klar ersichtlich, welche Art von Widerstand damit gemeint ist. w_e würde eigentlich bedeuten: Widerstand der Lok. als Wagen, d. h. Laufwiderstand ohne Kolben, Schieber und Triebstangen. Es sind aber hier mit w_e auch Ergebnisse aus Versuchen bezeichnet, bei denen nur die Schieber herausgenommen wurden, oder bei denen das ganze Triebwerk, aber ohne Dampf, mitgeht.

Igel. Handbuch des Dampflokomotivbaus.