

Zahlen zur Reibung

Luftwiderstandsbeiwerte und Querschnittsflächen von Fahrzeugen

| | Audi A4 | BMW 740i | Porsche 911 | Motorrad |
|--------------|---------|----------|-------------|----------|
| C_w | 0,28 | 0,30 | 0,33 | 0,70 |
| A in m^2 | 2,03 | 2,21 | 1,84 | 0,65 |

Luftwiderstandsbeiwerte

| C_w | Form | C_w | Form |
|-------------|---|-------------|--|
| 2,3 | Halbrohr lang, konkave Seite | 0,53...0,69 | Fahrrad (Mountainbike, gestreckt/aufrecht) |
| 2,0 | lange Rechteckplatte | 0,45 | Kugel ($Re < 1,7 \cdot 10^5$) |
| 1,33 | Halbkugelschale, konkave Seite, Fallschirm | 0,4 | Fahrrad (Rennrad) |
| 1,2 | Halbrohr lang, konvexe Seite | 0,35 | langer Zylinder, Draht ($Re > 6,7 \cdot 10^5$) |
| 1,2 | langer Zylinder, Draht ($Re < 1,9 \cdot 10^5$) | 0,34 | Halbkugelschale, konvexe Seite |
| 1,11...1,17 | runde Scheibe, quadratische Platte | 0,09...0,18 | Kugel ($Re > 4,1 \cdot 10^5$) |
| 0,78 | Mensch, stehend | 0,08 | Flugzeug (Bezugsfläche Tragfläche) |
| 0,6 | Gleitschirm (Bezugsfläche Strömungsquerschnittsfläche!) | 0,03 | Pinguin |

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mungswiderstandskoeffizient>

Reibungszahlen (Quelle: „Das große Tafelwerk“, Cornelsen)

| Stoff | Haftreibung trocken (Richtwerte) | Gleitreibung trocken (Richtwerte) | Rollreibung (Richtwerte) |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Stahl zu Stahl | 0,15 | 0,03-0,09 | 0,006 (Rad auf Schiene) |
| Stahl auf Eis | 0,03 | 0,01 | |
| Holz auf Holz | 0,5-0,65 | 0,2-0,4 | |
| Gummi zu Asphalt | <0,9 trocken, <0,5 bei Nässe | <0,3 trocken, <0,15 bei Nässe | <0,02 |
| Gummi zu Beton | <1 trocken, <0,6 bei Nässe | <0,5 trocken, <0,3 bei Nässe | <0,02 |
| Holz zu Stein | 0,70 | 0,30 | 0,04 |

Gleitreibungszahlen Quelle: <http://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/kinetik/272-reibungskraft-berechnen>

| Materialpaarung | trocken | wenig fettig | geschmiert | mit Wasser |
|----------------------------------|---------|--------------|------------|------------|
| Bronze auf Bronze | 0,20 | | 0,06 | |
| Bronze auf Stahl | 0,18 | 0,16 | 0,07 | |
| Eiche auf Eiche | 0,34 | | 0,1 | 0,25 |
| Lederriemen auf Eiche | 0,27 | | | 0,29 |
| Stahl auf Bronze | 0,18 | 0,16 | 0,07 | |
| Stahl auf Eiche | 0,5 | | 0,08 | 0,26 |
| Stahl auf Eis | 0,014 | | | |
| Stahl auf Stahl | 0,12 | | 0,01 | |
| Stahl auf Messing | 0,2 | | | |
| Stahl auf Weißmetall | 0,2 | 0,1 | 0,04 | |
| blockiertes Autorad auf Pflaster | 0,5 | | | 0,2 |

Typische Rollwiderstandskoeffizienten μ_{roll} Quelle: Wikipedia

| μ_{roll} | Wälzkörper/Wälzkörperbahn |
|--------------|--|
| 0,0005–0,001 | Kugellager, Kugel und Lager aus gehärtetem Stahl |
| 0,001–0,002 | Eisenbahnrad auf Schiene |
| 0,015–0,02 | Motorradreifen auf Asphalt |
| 0,006–0,010 | Autoreifen auf Asphalt, Lkw |
| 0,011–0,015 | Autoreifen auf Asphalt, Pkw |
| 0,01–0,02 | Autoreifen auf Beton |
| 0,020 | Autoreifen auf Schotter |
| 0,015–0,03 | Autoreifen auf Kopfsteinpflaster |
| 0,03–0,06 | Autoreifen auf Schlaglochstrecke |
| 0,045 | Verbinderkette (Raupenfahrwerk, Leopard 2) auf fester Fahrbahn |
| 0,050 | Autoreifen auf Erdweg |
| 0,04–0,08 | Autoreifen auf festgefahretem Sand |
| 0,035–0,08 | Gurtband (Raupenfahrwerk, Caterpillar Challenger und John Deere 8000T) auf Asphalt |
| 0,2–0,4 | Autoreifen auf losem Sand |

Luftdichte bei unterschiedlichen Temperaturen

| $T / ^\circ C$ | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\rho_{Luft} / \frac{kg}{m^3}$ | 1,146 | 1,164 | 1,184 | 1,204 | 1,225 | 1,247 | 1,269 | 1,292 | 1,316 | 1,341 | 1,367 | 1,394 | 1,42 |