

Theorie

Ein Fahrzeug leidet zwei Arten von reibenden Kräfte :

- Der Widerstand aerodynamischer Reibung in Newton $F_{aero} = \frac{1}{2} \rho S C_x V^2$ wo :
 - o ρ ist die volumische Masse der Luft : 1.2 kg / m³ at 20°C
 - o S ist die Frontoberfläche des Fahrzeuges in m² (3.2 m²)
 - o C_x ist der dringende Koeffizient in die Luft des Fahrzeuges (0.29)
 - o V ist die Geschwindigkeit der Luft, die mit dem Fahrzeug verglichen wird, in m/s
- Der Rollwiderstand aus den Reifen $F_{rr} = C_{rr} m g$ in Newton wo :
 - o C_{rr} ist die Koeffizient von Rollwiderstand des Reifens (um einzuschätzen)
 - o m ist die getragene vom Reifen Masse
 - o g ist die Beschleunigung der irdischen Schwere : 9,81 m/s²

Protokoll der Erfahrung

Man bemüht sich, den rollenden Widerstandskoeffizienten von einem *Elektrischen Citroën Berlingo* Kleinlastwagen (KLV) zu messen, der mit 4 *Michelin Agilis 175/65 R14 90T* Reifen ausgestattet wird, aufgeblasen beim maximalen empfohlen Druck (3,75 Bar bei der Kälte). Dieser Citroën hat einen GPS und benutzt einen hektometerzähler des Abstands. Man erreicht die folgenden Operationen auf einer Straße in guten Staat, wenig windig, ganz waagerecht und geteert :

- 1, Abschnus des Fahrzeuges bis stabilisierte 20 km/h mit dem GPS: von dieser Weise messt es die Geschwindigkeit bei beinahe 1km/h,
- 2, Satz des Geschwindigkeitshebels in der neutralen Position (N), um freies Rollen zu bekommen,
- 3, Messung des gefahrenen Abstands bis zum vollständigen Halt mit dem Hektometergerät,
- 4, Wiederholung der Erfahrung in beide Weisen von einem gleichen Teil von der Straße, 5 Malen.

Energetische Bilanz

Man gibt die Hypothese zu, daß **die aerodynamische Reibung unter den genannten Bedingungen unwesentlich ist**, und so nur der Rollwiderstand das Fahrzeug während eines D Abstands anhält.

Man wird danach überprüfen, daß diese Hypothese richtig ist.

Der Grundsatz der Bewegungsenergie gibt: $\Delta E_c = W(\vec{F}_{rr}) \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = F_{rr} D$; und $F_{rr} = C_{rr} m g$

Man zieht ab : $\frac{1}{2} m V^2 = C_{rr} m g D \Rightarrow C_{rr} = \frac{V^2}{2 g D}$

Messungen und Ungewissheiten

Die wiederholten Halte des Transporters enthüllen einen Abstand $D = 150$ m , mit der Genauigkeit von beinahe 10 m Dank zu dem Hektometerzähler gemessen. Der rohe gemessene Wert ist

$C_{rr} = 0.0105$ mit $V = 5.55$ m/s. Kalkulation der Ungewissheit : $C_{rr} = \frac{V^2}{2 g D}$

$\Rightarrow \frac{\Delta C_{rr}}{C_{rr}} = 2 \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta D}{D} = 2 \frac{1}{20} + \frac{10}{150} = 0.1666$ Man erhöht die verhältnismäßige Ungewissheit auf

20% (Ungewissheit auf g wird vernachlässigt) : $\Delta C_{rr} = 0.0105 \times 20\% = 0.00210$

Ergebnis : $C_{rr} = 0.01 \pm 0.002$ oder $0.008 < C_{rr} < 0.012$

Vergleich zwischen dem aerodynamischen Widerstand und dem Rollenwiderstand

$$\text{Man hat } \frac{F_{aero}}{F_{rr}} = \frac{\frac{1}{2} \rho S C_x V^2}{C_{rr} m g} = \frac{\rho S C_x V^2}{2 C_{rr} m g}$$

Die numerische Berechnung gibt für $m = 1700 \text{ kg}$; $SC_x = 0.92$, $C_{rr} = 0.01$

$$\frac{F_{aero}}{F_{rr}} \approx 0.1 \text{ bei } 5.55 \text{ m/s} = 20 \text{ km/h und } \frac{F_{aero}}{F_{rr}} \approx 0.025 \text{ bei } 2.775 \text{ m/s} = 10 \text{ km/h}$$

Der aerodynamische Widerstand ist ungefähr 5% der Reibungen des Fahrzeuges in dieser Erfahrung, 4 Male weniger als die Häufung von Ungewissheiten der Messung : **so wird es richtig vernachlässigt.**

Beispiele von Rollwiderstände für andere Reifen, Kommentare

Säule "RRC Average" gezogen von "Green Report March 2003 : Low Rolling Resistance Tires : fuel savings for America "

TABLE 1: RECOMMENDED TIRE MODELS

BRAND	MODEL	SIZE	RRC AVERAGE	PRICE	TRACTION COMPOSITE	WOULD BUY AGAIN	COMPOSITE TREAD WEAR	COMPOSITE PERFORMANCE SCORE
Bridgestone	B381	185/70R14	0.0062	\$62.00	8.00		5.96	6.98
Nokian	NRT2	185/70R14	0.0085	\$67.00	8.00		5.72	6.86
Sumitomo	HTR 200	185/70R14	0.0092	\$36.00	8.15	8.30	7.05	7.83
Dunlop	Graspic DS-1	185/70R14	0.0092	\$46.00	7.50	7.90	6.60	7.33
Dunlop	SP40 A/S	185/70R14	0.0103	\$41.00	8.00		7.18	7.59
Bridgestone	Blizzak WS-50	185/70R14	0.0103	\$68.00	7.91	8.70	6.04	7.55
Goodyear	VIVA 2	185/70R14	0.0104	\$47.96	7.00		6.52	6.80
Continental	ContiTouring Contact CH95	205/55R16	0.0083	\$64.00	7.46	6.10	7.29	6.95
Michelin	Pilot Alpine	205/55R16	0.0090	\$125.00	7.56	8.60	8.00	8.05
Michelin	EnergyMXV4 Plus	205/55R16	0.0090	\$118.00	7.64	6.00	6.87	6.84
Dunlop	SP Winter Sport M2	205/55R16	0.0102	\$98.00	8.55		7.80	8.17
Michelin	Arctic AlpineXL	235/75R15	0.0081	\$79.00	8.10	8.50	7.10	7.90
Dunlop	Axiom Plus WS	235/75R15	0.0088	\$43.00	8.00		5.88	6.94
BF Goodrich	Long Trail T/A	245/75R16	0.0092	\$76.00	7.94	6.20	7.11	7.08
Michelin	XPS Rib	LT245/75R16	0.0101	\$167.90	6.70	8.10	8.00	7.60
Michelin	LTX M/S	245/75R16	0.0103	\$139.00	7.97	8.30	7.37	7.88
Bridgestone	Dueler A/T D693	245/75R16	0.0103	\$104.00	8.00		7.20	7.60

NOTE: The lower the rolling resistance coefficient (RRC), the more efficient is the tire; all tires listed here meet Green Seal's criterion for rolling resistance of less than 0.0105 and are among the most efficient available in the market today. In contrast, the higher the value of Traction Composite, Would Buy Again, Composite Treadwear, and Composite Performance Score, the better in those measures the tire is; however, all tires listed here have a greater than average performance score in these respects.

©2003, Green Seal Inc. Use of this table for commercial purposes is prohibited. <http://www.wbdg.org/ccb/GREEN/REPORTS/cgtrirerollingresistance.pdf>

Der *Michelin Agilis 175/65 R14 90T* Reifen ist nicht als eine Priorität konzipiert worden, um den rollenden Widerstand zu vermindern, aber für eine gute Haftfähigkeit beide auf trocknen und nassen Oberflächen, auffallend für eine schwere Last (übliche Spezifikationen für die KLV). Trotzdem zeigt es während des Rollens eine korrekte Leistung, wenn es beim empfohlen maximum Druck aufgeblasen wird. Es bewirbt sich so um ein elektrisches Fahrzeug wo dieses Kriterium die Autonomie bezeichnend behindert (ungefähr 10%). Das Beste wäre ein *Michelin Energy* Reifen, der einen härteren Gummi mit Siliziumdioxid hat und dessen das Design als eine Priorität setzt, um die verschwendenden Wirkungen innen und außerhalb des Reifens zu vermindern.

Schlüsse, und mehr zu wissen

Das beschriebene Modell und die Erfahrung haben für eine Nennlast (625 kg / Reifen) und eine niedrige Geschwindigkeit ein gutes Ausmaß vom C_{rr} abgemessen. In der Tat ändert sich der C_{rr} mit der Last, dem Druck, der Temperatur, der Geschwindigkeit, dem Staat und der Art von Reifen, dem Staat der Erde und vielen anderen Faktoren. **Es hat im Grunde einen experimentellen Aspekt.**

http://www.profauto.fr/2-Apports_theoriques/Resistance_avancement.pdf

http://www.tut.fi/plastics/tyreschool/moduulit/moduuli_8/hypertext_1/3/3_3.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_resistance

<http://de.wikipedia.org/wiki/Rollwiderstand>

http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura

<http://www.wbdg.org/ccb/GREEN/REPORTS/cgtrirerollingresistance.pdf>

Sycamoreen  CATHI  ist ein ausschließliches geistiges Eigentum von Sycamoreen.

Dieses Dokument ist frei verwendbar zur nicht gewinnbringenden Ziele, als wissenschaftlicher Forschung oder pädagogischen Aktivitäten.