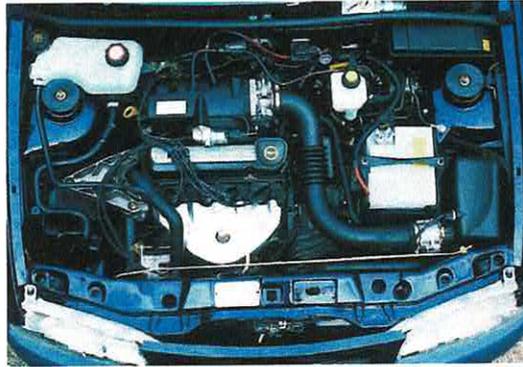




# Energiebilanzen

Um Arbeit verrichten zu können, brauchen alle Maschinen Energie. Unterschiedliche Maschinen nutzen die Energie jedoch verschieden gut aus.



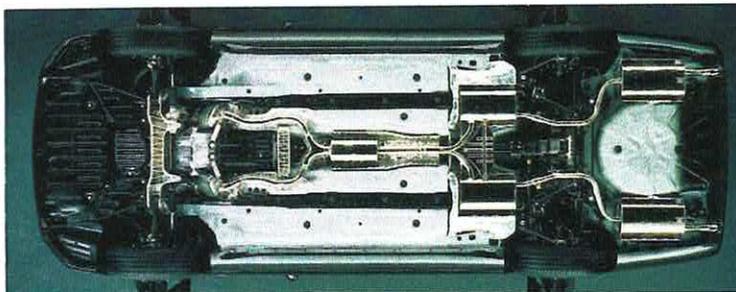
[1] Ein aufwändiges Kühlsystem verhindert, dass der Motor zu heiß wird.

Jedes Mal, wenn die Benzinpreise steigen, wünschen wir uns ein sparsameres Auto. Es gibt immer noch große, schwere Autos, die mehr als 10 Liter Kraftstoff pro 100 Kilometer brauchen. Fast schon sprichwörtlich ist der Ruf nach dem 3-Liter-Auto.

## Energiebilanz des Autos

Moderne Mittelklassewagen haben einen Benzinverbrauch von 8 bis 9 Litern auf 100 Kilometer. Nur Kleinwagen mit Dieselmotor kommen bei vorsichtiger Fahrweise mit 3 Litern aus. Im Vergleich zu früheren Zeiten ist das wenig, trotzdem ist der Energiebedarf der Autos noch sehr hoch.

Immerhin stecken in jedem Liter Benzin 44 Megajoule an chemischer Energie. Der Motor kann jedoch nur einen kleinen Teil davon in Bewegungsenergie umwandeln [4]. Die chemische Energie des Kraftstoffs



[3] Mehr als ein Drittel der zugeführten Energie wird in der Auspuffanlage entwertet.



[2] Messungen im Windkanal helfen, den Luftwiderstand und damit Reibungsverluste zu verringern.

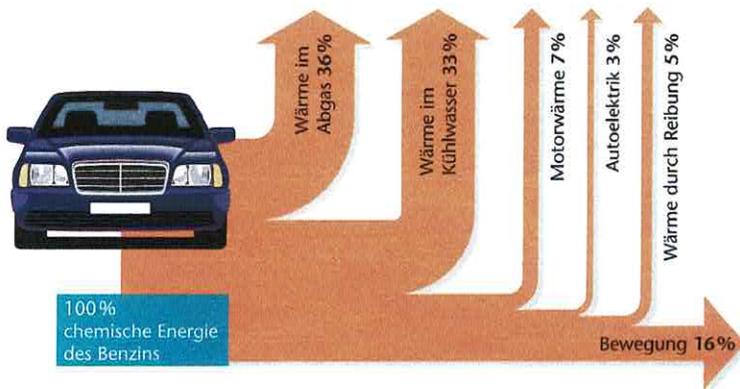
wird durch Verbrennung in den Zylindern zunächst zu Wärme. Die Verbrennungsgase dehnen sich aus, dadurch wird ein Teil der Wärme in Bewegungsenergie umgewandelt. Die restliche Wärme erhitzt die Abgase, den Motorblock und das Kühlwasser. Dieser Wärmeverlust ist beim Verbrennungsmotor nicht zu vermeiden.

Die Bewegungsenergie des Motors wird auch nicht vollständig in Bewegungsenergie des Autos umgewandelt. Reibung erwärmt das Getriebe. Außerdem braucht die gesamte Autoelektrik Energie.

## Wirkungsgrad

Alle Maschinen oder Geräte, die Arbeit verrichten, sind Energiewandler. Der Verbrennungsmotor wandelt die chemische Energie des Benzins in Wärme um, davon nutzt er dann 24 % für die Bewegung. Man sagt, der Motor hat einen Wirkungsgrad von 24 %. Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der zugeführten Energie in nutzbare Energie umgewandelt wird. Je höher dieser Wirkungsgrad ist, desto günstiger arbeitet ein Energiewandler.

Nach dem Energieerhaltungssatz geht keine Energie verloren, d. h. 100 % der Energie werden umgewandelt. Bei der Erzeugung von Bewegungsenergie entsteht jedoch immer auch Wärme, die nicht mehr nutzbar ist. Deshalb ist der Wirkungsgrad



[4] *Energiebilanz eines Autos mit Benzinmotor:  
Bei den Reifen kommt nur ein kleiner Teil der Energie an.*

von Maschinen immer kleiner als 100 %. Ein Wirkungsgrad über 100 % ist nicht möglich, sonst gäbe es ein Perpetuum mobile [207.5].

Zur Berechnung des Wirkungsgrades dividiert man die nutzbare Energie durch die zugeführte Energie. Man erhält eine Zahl, die stets kleiner ist als 1. In der Regel wird diese Zahl mit 100 % multipliziert, so erhält man den Wirkungsgrad in Prozent:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{nutzbare Energie}}{\text{zugeführte Energie}} \cdot 100\%$$

### Energie sinnvoll einsetzen

Zugeführte Energie	Energiewandler	Wirkungsgrad bis	Nutzbare Energie	Nicht nutzbare Energie
Bewegungsenergie	Wasserturbine	90 %	Bewegungsenergie	Wärme
	Generator	96 %	Elektrische Energie	Wärme
	Windenergieanlage	40 %	Elektrische Energie	Wärme
Chemische Energie	Benzinmotor	24 %	Bewegungsenergie	Wärme
	Dampfturbine	40 %	Bewegungsenergie	Wärme
	Ölheizung	84 %	Wärme	Wärme (Schornstein)
	Wärme Kraftwerk	45 %	Elektrische Energie	Wärme
	Brennstoffzelle	85 %	Elektrische Energie	Wärme
Elektrische Energie	Tauchsieder	98 %	Wärme im Wasser	Wärme (Raumluft)
	Glühlampe	5 %	Strahlung	Wärme
	Energiesparlampe	25 %	Strahlung	Wärme
	Elektromotor	96 %	Bewegungsenergie	Wärme
Sonnenenergie	Solarzelle	13 %	Elektrische Energie	Wärme

[5]

Maschinen, die chemische Energie zuerst in Wärme und dann in Bewegungsenergie umwandeln, haben meist sehr niedrige Wirkungsgrade. Diese Umwandlung ist unvermeidbar mit hohen Wärmeverlusten verbunden.

Deutlich höhere Wirkungsgrade werden bei der Umwandlung von elektrischer Energie in Bewegungsenergie oder in Wärme erzielt.

Das bedeutet aber nicht, dass elektrische Geräte besonders sparsam sind.

### Merkmale

- ▶ Wenn Maschinen arbeiten, entsteht immer auch Wärme, die nicht mehr nutzbar ist.
- ▶ Der Wirkungsgrad gibt in Prozent an, welcher Anteil der zugeführten Energie nutzbar gemacht wird.

### Denkmale

- 1 Was beschreibt der Wirkungsgrad?
- 2 Erkläre am Beispiel des Autos genau, in welche Energieformen die chemische Energie umgewandelt wird.
- 3 Mit einem Skiträger auf dem Dach verbraucht ein Pkw ungefähr 20 % mehr Benzin. Woher kommt das wohl?
- 4 Ein Autofahrer fährt im Winter immer ohne Heizung, um Energie zu sparen. Was meinst du dazu?
- 5 Welchen Anteil der elektrischen Energie wandelt eine Glühlampe bzw. eine Energiesparlampe in Wärme um?
- 6 Steinkohle wird im Wärmekraftwerk verbrannt, mit dem erzeugten Strom wird ein Elektromotor angetrieben. Berechne, welchen Wirkungsgrad dieser Vorgang insgesamt hat.