

Übungsblatt 07: Verbrennungsmotoren

Ausgabe: Montag, 15.06.20; Besprechung: Montag, 22.06.20

Aufgabe 1 Ideale Motoren

In dieser Aufgabe betrachten wir die Kreisprozesse von Verbrennungsmotoren. Wir wollen die chemische Reaktion dabei nicht explizit modellieren: Die Zündung des Brennstoffs wird durch eine Zufuhr von Wärme beschrieben und das Ausblasen der Abgase (bei gleichzeitigem injizieren von Luft und Treibstoff) durch eine isochore Abgabe von Energie an ein Reservoir.

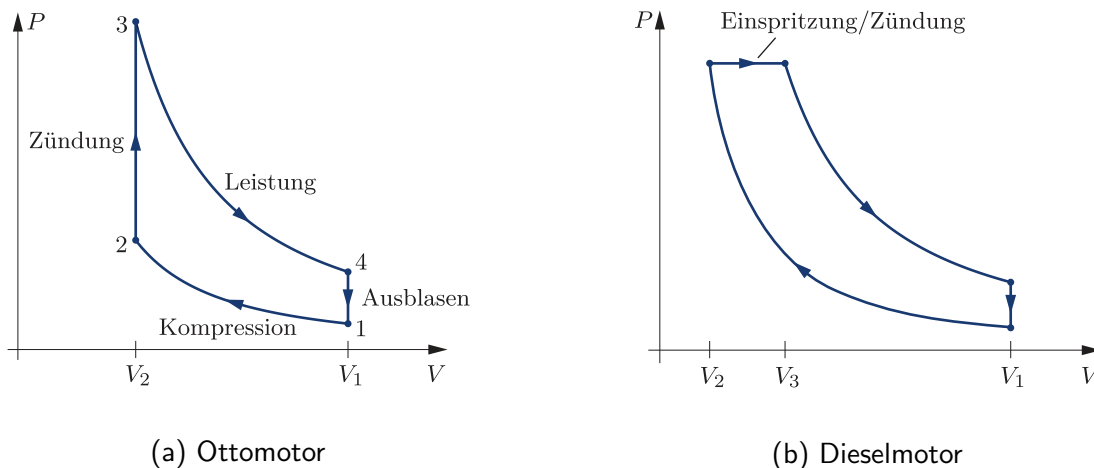


Abbildung 1: Kreisprozesse aus Schroeder, „Thermodynamik und statistische Physik“.

- (a) Der Kreisprozess des Ottomotors ist skizziert in Abb. 1a, wobei „Leistung“ und „Kompression“ adiabatische Prozesse sind.

Zeigen Sie, dass der Wirkungsgrad η eines Ottomotors, gefüllt mit einem idealen Gas, gegeben ist durch

$$\eta_{\text{Otto}} = 1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1}. \quad (1)$$

- (b) Der Kreisprozess des Dieselmotors hat zwei adiabatische Prozesse, sowie jeweils einen isobaren und isochoren Abschnitt und ist skizziert in Abb. 1b. Neben dem Kompressionsverhältnis $\frac{V_1}{V_2}$ haben wir nun das Volldruckverhältnis $\frac{V_3}{V_2}$ als zweiten Parameter.

Berechnen Sie den Wirkungsgrad eines idealen Dieselmotors und vergleichen Sie den Ausdruck mit Gleichung (1).

Hinweis: Es genügt den Vergleich für ein ideales Gas mit Isentropenexponenten $\gamma = \frac{5}{7}$ anzustellen.

- (c) Der Vorteil des Dieselmotors liegt darin, dass größere Kompressionsverhältnisse möglich sind. Vergleichen Sie die beiden Wirkungsgrade, wenn Sie für den Ottomotor ein Verhältnis $\frac{V_1}{V_2} = 8$ annehmen und für den Diesel $\frac{V_1}{V_2} = 18$ sowie $\frac{V_3}{V_2} = 2$.

Aufgabe 2 Reale Motoren

In einem Verbrennungsmotor wird die Arbeit, welche pro Kreislauf verrichtet wird, durch die Menge von Treibstoff kontrolliert: Je mehr Treibstoff, desto höher werden Druck und Temperatur nach der Zündung.

In Gleichung (1) haben wir gefunden, dass der Wirkungsgrad eines idealen Motors nur von den Volumen $V_{1,2}$ abhängt, welche unabhängig von der Menge des Brennstoffs sind.

Überlegen Sie sich Faktoren, welche den Wirkungsgrad realer Motoren reduzieren. Ist der Wirkungsgrad immer noch unabhängig vom verbrauchten Treibstoff, wenn Sie Reibung berücksichtigen? Denken Sie, dass ein realer Motor am effizientesten ist, wenn er bei hoher oder niedriger Leistung arbeitet?