

# Adiabatische Zustandsänderungen



Bei einer schnellen Kompression eines Gases in einem geschlossenen Zylinder ist (fast) kein Wärmeaustausch mit der Umgebung möglich.

→ thermisch abgeschlossenes System

Die Temperatur des Gases steigt (stark) an.

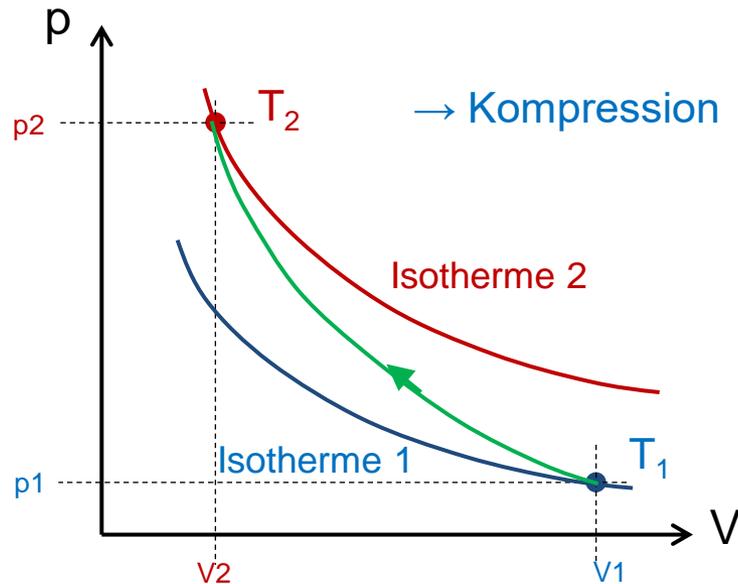
Die am System verrichtete Volumenarbeit  $W$  führt ausschließlich zur Erhöhung der inneren Energie.

$$Q = 0 \xrightarrow{\text{1. Hauptsatz}} W = \Delta U$$

Die Zustandsänderung eines Gases, bei der kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet nennt man **adiabatisch**.

Beispiele: → schnelles Zusammendrücken einer Luftpumpe (näherungsweise)  
→ Kompression in einem Verbrennungsmotor

Bei einer adiabatischen Zustandsänderung ändern sich Volumen, Druck und Temperatur.



$$\begin{aligned}
 p_1 &< p_2 \\
 V_1 &> V_2 \\
 T_1 &< T_2
 \end{aligned}$$

Zustand 1  $\xrightarrow{?}$  Zustand 2

... verläuft zwischen zwei Isothermen ...

**Adiabate**

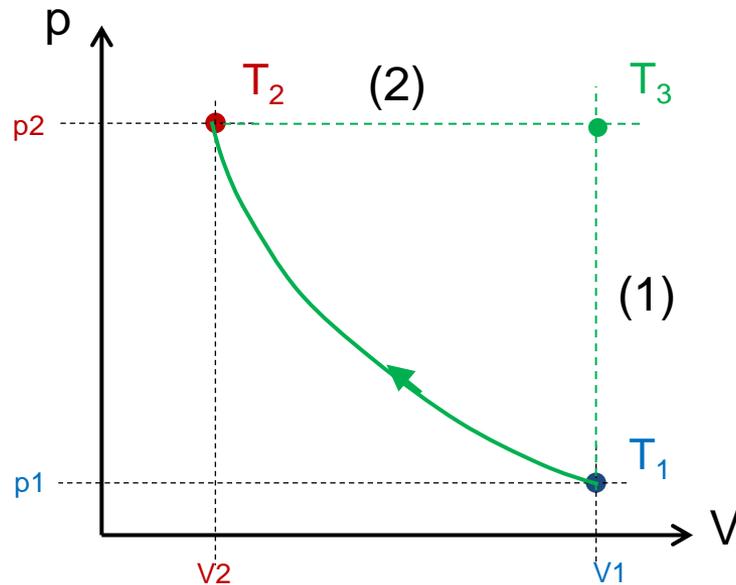
(Hyperbel)

Die **Adiabate** verläuft im pV-Diagramm steiler als die Isotherme.

Schlussfolgerung:

*Bei der Kompression um das gleiche Volumen  $\Delta V = V_2 - V_1$  muss eine größere Volumenarbeit verrichtet werden als bei isothermer Zustandsänderung.*

## \* Adiabategleichungen:



Die **Adiabatenshyperbel** wird mit dem Adiabatenkoeffizienten  $\kappa$  (Kappa) beschrieben.

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v} > 1$$

Für molekulare Gase gilt näherungsweise  $\kappa \approx 1,4$

Die Herleitung der Adiabategleichung erfolgt über einen Zwischenzustand mit der Temperatur  $T_3$ .

(1) Isochore ZÄ mit Wärmezufuhr

$$Q_{1.3.} > 0$$

$$Q_{1.3.} = \Delta U$$

(2) Isobare ZÄ mit Wärmeabgabe

$$Q_{3.2.} < 0$$

$$-Q_{3.2.} = W - \Delta U$$

$$\text{Da } Q_{\text{ges}} = 0 \rightarrow Q_{1.3.} = -Q_{3.2.}$$

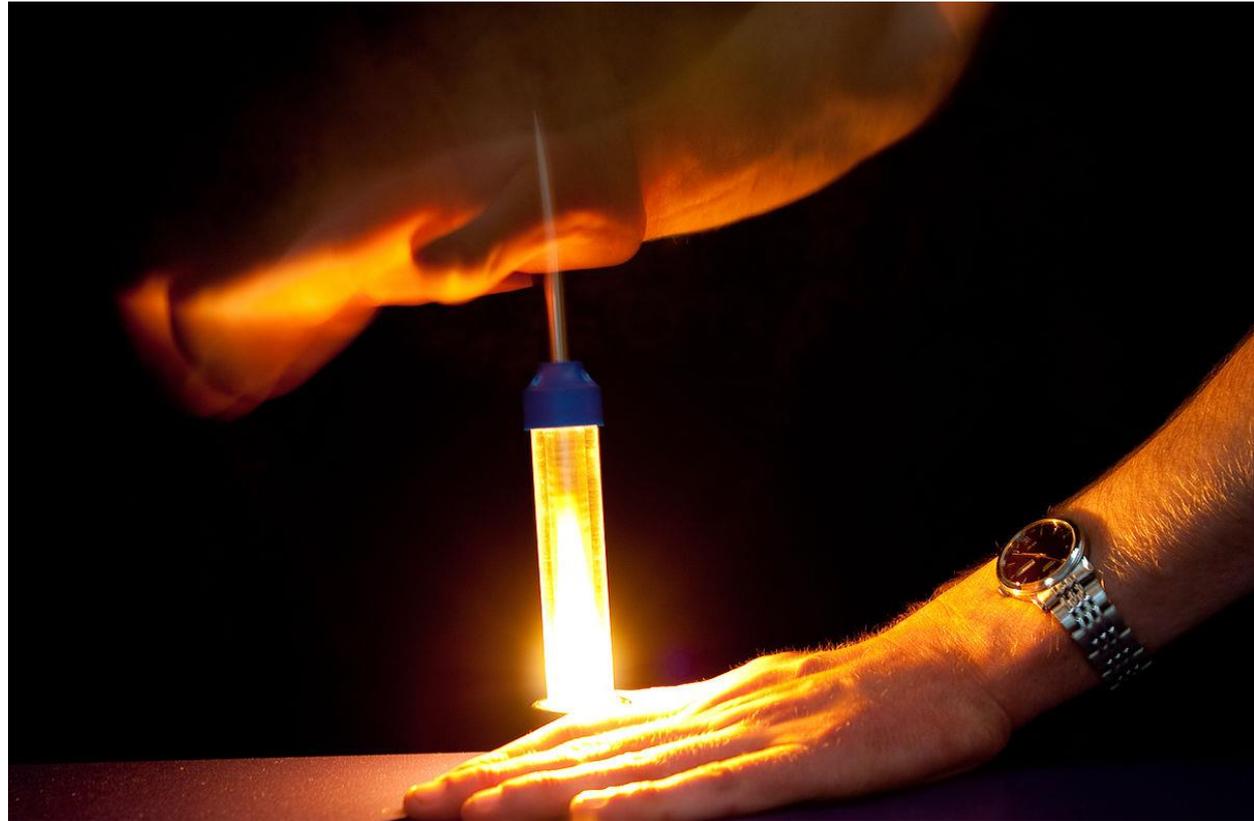
$$p_1 \cdot V_1^\kappa = p_2 \cdot V_2^\kappa = \textit{konstant}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\kappa-1}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

# Das pneumatische Feuerzeug

... mit Luft Feuer machen ...

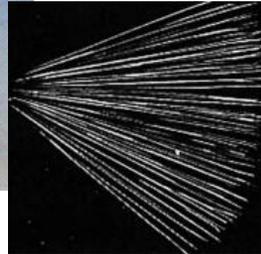


Die sehr schnelle Kompression von Luft und eine gute Wärmedämmung kann ein Alkohol-Luft-Gemisch entzünden.

# adiabatische Prozesse:



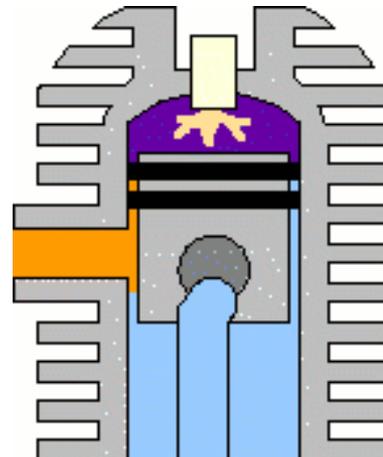
Abkühlung in einer Nebelkammer



Abkühlung beim Einfüllen des Treibgases in eine Syphonflasche



Abkühlung beim Öffnen einer Bierflasche



Zündung des Diesel-Luft-Gemisches beim Dieselmotor