

Lösung: Kreisprozess

(3. Runde 1996)

Am einfachsten ist es, das $V-T$ -Diagramm aus der Aufgabenstellung in ein $p-V$ -Diagramm zu transformieren, da dort die Arbeit eines Kreisprozesses durch die eingeschlossene Fläche repräsentiert wird. Dazu folgende Überlegungen:

Bei den horizontalen Strecken AB und CD bleibt das Volumen gleich, die Zustandsänderungen sind also isochor.

Die Strecke BC stellt dagegen eine isotherme Zustandsänderung dar.

Die Strecken AC und BD stellen isobare Zustandsänderungen dar. Das kann man folgendermaßen zeigen: Da die verlängerten Strecken durch den Ursprung des Diagramms gehen, ist auf allen Punkten der Strecken das Verhältnis $\frac{V}{T}$ bzw. $\frac{T}{V}$ konstant. Formt man die ideale Gasgleichung $pV = nRT$ um, ergibt sich:

$$p = nR \frac{T}{V}.$$

Bei einem konstanten Verhältnis von T zu V bleibt der Druck konstant. Die Strecken AC und BD stellen also isobare Zustandsänderungen dar. Damit erhält man das nebenstehende $p-V$ -Diagramm.

Isothermen sind bekanntlich Hyperbeln im $p-V$ -Diagramm. Der Hyperbelast zwischen B und C liegt dabei immer unterhalb der geraden Verbindungsstrecke BC . Diese Verbindungsstrecke halbiert aber gerade die Fläche des Rechtecks $ABCD$. Die Fläche zwischen dem Hyperbelast und BDC ist also größer als der Rest der Rechteckfläche. Der Kreisprozeß $BDCB$ verrichtet also mehr Arbeit als $ABCA$.

