lauf einer bestimmten Zeit von den Cylinderwandungen aufgenommen und die innere Energie kehrt in dem Maße, als die Temperatur des Gases wieder auf 15° C sinkt, zu ihrem anfänglichen Werte zurück.

Während der Kompression erhöht sich die Spannung des Gases dem Gesetze folgend $pv^x = \text{const.}$ und erreicht, wenn $p_1 v_1^x$ den Anfangszustand, $p_2 v_2^x$ den Endzustand darstellt, mit Ende der Kompression den Wert

$$p_2 = p_1 \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^x = p_1 \left(\frac{1}{r}\right)^x = p_1 \times 2^{1,41} = 2{,}65\, p_1.$$

Ebenso wie die Temperatur bei ungeändertem Kompressionsvolumen nach und nach zurückgeht, nimmt auch der Druck ab, bis er bei der Anfangstemperatur $t = 15^0$ den Grenzwert $2p_1$ erreicht hat.

17. Isothermische Zustandsänderung. Eine andere sehr wichtige Zustandsänderung ist die Expansion oder Kompression bei **konstanter Temperatur**; man bezeichnet sie mit dem Ausdrucke **isothermisch.**

Die Kurve der isothermischen Expansion oder Kompression, **Isotherme** genannt, ist eine gleichästige Hyperbel und deren Gleichung

$$pv = \text{const.} = RT. \tag{12}$$

Es ist dies ein spezieller Fall der allgemeinen Gleichung $pv^n = \text{const.}$; doch läßt sich die während einer isothermischen Zustandsänderung geleistete oder verbrauchte Arbeit aus den bezüglichen Gleichungen (6) oder (7) nicht bestimmen, da für $n = 1$ Zähler und Nenner verschwinden. Zur Bestimmung dieser Arbeit benützt man daher die Gleichungen

$$W = \int_{v_1}^{v_2} p\, dv$$

und

$$p = \frac{p_1 v_1}{v}$$

und daraus

$$W = p_1 v_1 \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v},$$

integriert

$$W = p_1 v_1 (\log_e v_2 - \log_e v_1)$$

oder

$$W = p_1 v_1 \log_e \frac{v_2}{v_1} = p_1 v_1 \log_e r. \tag{13}$$

Statt $p_1 v_1$ kann man setzen pv, da das Produkt aus p und v während der Zustandsänderung konstant bleibt; für pv weiters $pv = RT$ gesetzt, gibt die Gleichung der geleisteten Arbeit

$$W = RT \log_e r. \tag{14}$$

Der Buchstabe T für die absolute Temperatur bleibt hier ohne Zeiger, nachdem sich ja die Temperatur während des isothermischen Prozesses nicht ändert.

Die Gleichung (14) gibt sowol die während einer isothermischen Expansion geleistete, als auch die für die isothermische Kompression des Gases verbrauchte Arbeit*).

Während einer isothermischen Zustandsänderung erfährt die innere Energie des Gases (§ 11), nachdem T konstant, keine Änderung; es muß daher während der Expansion des Gases eine der geleisteten Arbeit äquivalente Wärmemenge **aufgenommen** und während der Kompression derselben eine der verbrauchten Arbeit äquivalente Wärmemenge nach außen **abgegeben** worden sein. Der obige Ausdruck $RT \log_e r$ gibt somit nicht nur das Maß der geleisteten oder verbrauchten Arbeit, sondern auch das Maß der während der Expansion zugeführten oder während der Kompression abgeführten Wärmemenge.

Die Kurve AB in Figur 11 entspricht der isothermischen Expansion, Kurve AC der adiabatischen Expansion eines vollkommenen Gases, beide Kurven von demselben Anfangspunkte A ausgehend.

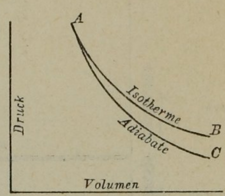

Fig. 11.

In einem nicht wärmedichten, d. h. aus leitungsfähigem Material gebildeten Cylinder wird für Luft oder irgend ein anderes Gas die Kompressionslinie nahezu adiabatisch verlaufen, wenn der Prozeß sehr rasch erfolgt, hingegen nahezu isothermisch, wenn bei langsam verlaufendem Prozesse der Wärme Zeit bleibt, durch Leitung zu entweichen.

18. Der Carnotsche Kreisprozeß. Es sei nun die Wirkungsweise einer idealen Wärmemaschine betrachtet, deren Arbeitsflüssigkeit ein vollkommenes Gas ist, welches gezwungen wird, eine Reihe von isothermischen und adiabatischen Zustandsänderungen zu durchlaufen. Dieser Kreisprozeß wurde zuerst von Carnot untersucht und soll daher von vornherein als Carnotscher Kreisprozeß bezeichnet werden.

Man denke sich einen Cylinder samt Kolben aus einem vollkommen wärmedichten Material, nur der Boden des Cylinders sei ein Wärmeleiter. Man denke sich ferner einen heißen Körper oder eine unerschöpfliche Wärmequelle A, welche stets die Temperatur T_1 besitzt; dann einen vollkommenen wärmedichten Boden B; endlich einen kalten Körper oder unbegrenzten Wärmereceiver C, dessen Temperatur T_2 konstant bleibt, wobei

*) $\log_e$ (hyperbolischer oder natürlicher Logarithmus) für irgend eine Zahl ist gleich 2,3026 multipliziert mit dem gewöhnlichen Logarithmus dieser Zahl.