

## Werk

**Titel:** Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen

**Jahr:** 1903

**Kollektion:** Mathematica

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN360709532

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360709532>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360709532>

**LOG Id:** LOG\_0146

**LOG Titel:** 2. Die allgemeinen Gleichungen der Thermodynamik

**LOG Typ:** chapter

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN360504019

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360504019>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360504019>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain there Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

empirische Tasten immer mehr durch rationelle Vorausbestimmungen zu ersetzen.

**2. Die allgemeinen Gleichungen der Thermodynamik.** In der Anwendung der allgemeinen Gleichungen der Thermodynamik auf spezielle Probleme ist die Technik darauf angewiesen, dass die experimentelle Physik ihr die unentbehrlichen Daten bezüglich der Konstanten für die in Betracht kommenden Körper liefert. Insofern kann man sagen, dass die monumentale Arbeit *Regnault's*<sup>2)</sup> die Grundlage der technischen Thermodynamik bildet. Auf der anderen Seite aber verdankt die allgemeine Thermodynamik der Technik ganz wesentliche Anregung und Förderung. Im Auge zu behalten ist dabei stets, dass das Genauigkeitsbedürfnis der Technik in manchen Fällen durch gröbere Annäherung befriedigt wird als das der Physik.

Im folgenden sind die allgemeinen Gleichungen der Thermodynamik in der Form zusammengestellt, die in der Technik gebräuchlich ist<sup>3)</sup> und die, sofern sie von der in der Physik üblichen Formulierung abweicht, hauptsächlich durch die Arbeiten *Zeuner's* begründet ist.

1) Zustandsgleichung eines Körpers (genauer gesagt: eines einfachen thermodynamischen Systems, s. Art. V 3, Nr. 3)

$$f(p, v, t) = 0.$$

2) Gleichung der inneren Arbeit pro kg

$$u = F(p, v) = \varphi(p, t) = \psi(v, t).$$

3) Wärmegleichung (erster Hauptsatz), auf 1 kg bezogen,

$$dq = du + A p dv.$$

4) Andere Form der Wärmegleichung mit Einführung der Entropie (zweiter Hauptsatz)

$$dq = T ds = du + A p dv.$$

5) Dritte Form der Wärmegleichung mit Einführung der Erzeugungswärme bei konstantem Druck, i:

$$dq = T ds = di - A v dp$$

$$\text{mit } i = u + A p v.$$

Die Einführung der Grösse *i*, welche nichts anderes ist als das thermodynamische Potential  $\mathfrak{F}$ , (Art. 3, Nr. 16), in die technische Thermodynamik verdankt man *Mollier's*<sup>3)</sup>; von den übrigen thermo-

2) *V. Regnault*, Relation des expériences etc. etc. Paris 1847—70, 3 Bde.

3) Nach der vorzüglichen knappen Darstellung *R. Mollier's* in dem Abschnitt III des Kapitels über die Wärme in der 18. Auflage der „Hütte“, Berlin 1903. Wegen der Einführung von *i* vgl. p. 284.

dynamischen Potentialen, namentlich dem in der Physik und physikalischen Chemie so überaus fruchtbaren  $\mathfrak{F}_v = u - Ts$  („freie Energie“ nach *Helmholtz*), hat die Technik bislang noch keinen Gebrauch gemacht.

Aus den Gleichungen unter 3, 4 und 5 sowie aus den Betrachtungen Nr. 18 und 19 des Art. 3 folgen sodann die Beziehungen:

- 6)  $\gamma_v = \left(\frac{dq}{dT}\right)_v = \left(\frac{dq}{dt}\right)_v = T \left(\frac{ds}{dt}\right)_v$ .
- 7)  $\gamma_p = \left(\frac{dq}{dT}\right)_p = \left(\frac{dq}{dt}\right)_p = T \left(\frac{ds}{dt}\right)_p$ .
- 8)  $\gamma_p - \gamma_v = AT \cdot \left(\frac{dv}{dt}\right)_p \cdot \left(\frac{dp}{dt}\right)_v \cdots [71] \text{ und } [95]$ .
- 9)  $ds = A \left(\frac{dp}{dt}\right)_v dv + \gamma_v \frac{dT}{T} \cdots [95]; = -A \left(\frac{dv}{dt}\right)_p dp + \gamma_p \frac{dT}{T} \cdots [96]$ .
- 10)  $A \left(\frac{dp}{dt}\right)_v = \left(\frac{ds}{dv}\right)_t \cdots [95]; \quad -A \left(\frac{dv}{dt}\right)_p = \left(\frac{ds}{dp}\right)_t \cdots [96]$ .
- 11)  $\left(\frac{du}{ds}\right)_v = T; \quad \left(\frac{du}{dv}\right)_s = -Ap; \quad \left(\frac{du}{dt}\right)_v = \gamma_v;$   
 $\left(\frac{du}{dv}\right)_t = AT \left(\frac{dp}{dt}\right)_v - Ap \cdots [95]$ .
- 12)  $\left(\frac{di}{ds}\right)_p = T, \quad \left(\frac{di}{dp}\right)_s = Av; \quad \left(\frac{di}{dt}\right)_p = \gamma_p;$   
 $\left(\frac{di}{dp}\right)_t = -AT \left(\frac{dv}{dt}\right)_p + Av \cdots [96]$
- 13)  $\left(\frac{d\gamma_v}{dv}\right)_t = AT \left(\frac{d^2p}{dt^2}\right)_v \cdots [92]; \quad \left(\frac{d\gamma_p}{dp}\right)_t = -AT \left(\frac{d^2v}{dt^2}\right)_p \cdots [93]$ .

**3. Graphische Darstellungen.** Die technische Thermodynamik macht in ausgedehntestem Masse Gebrauch von graphischen Darstellungen, für welche meist ebene, rechtwinklige Koordinaten benutzt werden und zwar

- im Spannungs- oder Arbeitsdiagramm  $v$  als Absc.,  $p$  als Ordinate,  
 „ Entropie- „ Wärmediagramm  $s$  „ „  $T$  „ „  
 „ Diagramm der Erzeugungswärme<sup>4)</sup>  $s$  „ „  $i$  „ „

Bemerkenswerte Beziehungen bestehen zwischen dem Arbeits- und Wärmediagramm; einer Zustandsänderung 1—2 im ersteren (Fig. 1) entspricht eindeutig im Wärmediagramm eine Kurve 1'—2' (Fig. 2); *Zeuner* nennt daher letztere die Abbildung der ersteren. Der Zusammenhang ist dadurch gegeben, dass aus der Zustandsgleichung 1) für jeden Punkt der Kurve 1—2 die Temperatur be-

4) Nach *Mollier* a. a. O. (Anm. 2) S. 285.