STIFTUNG

## Stiftungsziele

**Die im Jahr 2002 neu gegründete Eduard-Job-Stiftung für Thermo- und Stoffdynamik mit Sitz in Hamburg hat sich die Förderung von Programmen zum Ziel gesetzt, die zur Reform der Ausbildung an Universitäten, Fachhochschulen und Schulen sowie zur Vereinfachung und Neugestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts führen.**

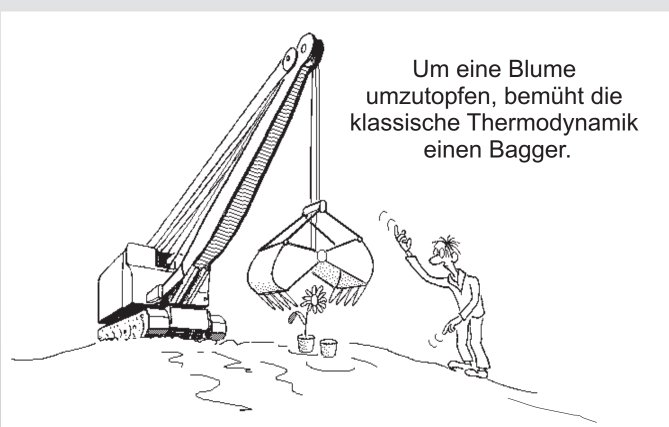
## Thermodynamik

**Aufgrund seiner geschichtlichen Entwicklung besitzt dieses Fach eine komplizierte, abstrakte Struktur, die mit den Vorstellungen in anderen Teilen der Physik und Chemie kaum kompatibel ist. Durch einen leicht geänderten Ansatz und geschickte Wahl der Rechenoperationen kann das Lehrgebäude ohne Einbuße an Strenge und unter drastischer Verkürzung der Rechenwege (man vergleiche die schwarz mit den rot gerahmten Beispielen) auf bekannte, mit der Anschauung konforme Strukturen reduziert werden.**

## Stoffdynamik

**Dieses Gebiet ist bisher nicht als eigenständiges Fach etabliert, sondern erscheint meist eingeengt auf die Chemie und in zusammenhanglose Teile zergliedert (chemische Thermodynamik, Quantenchemie, chemische Kinetik, optische Spektroskopie usw.). Tatsächlich besitzt die Stoffdynamik eine zur Thermodynamik analoge Struktur und kann daher als ihre Schwesterwissenschaft auf ähnlich einfache Weise dargestellt und zudem weit über die Chemie hinaus verallgemeinert werden.**

## Auf den Ansatz kommt es an!




$$\Delta S - \Delta S^{\bullet} = -\Delta S_{\text{Kompr.}}$$
$$= V\gamma \frac{\Delta V}{V\chi} \qquad = \frac{\gamma}{\chi}\Delta V$$

Differenz der Reaktionswärmen

$$\Delta H = \left(\frac{\partial H}{\partial \lambda}\right)_{pT}$$
$$= \left(\frac{\partial (U+pV)}{\partial \lambda}\right)_{pT}$$
$$= \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_{pT} + p\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)_{pT}$$
$$\mathrm{d}U = \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_{VT} \mathrm{d}\lambda + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{\lambda T} \mathrm{d}V$$
$$\mathrm{d}V = \left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)_{pT} \mathrm{d}\lambda$$
$$\mathrm{d}U = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_{VT} + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{\lambda T}\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)_{pT}\right]\mathrm{d}\lambda$$
$$\left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_{VT} + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{\lambda T}\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)_{pT}$$
$$\left(\frac{\partial H}{\partial \lambda}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_{VT} + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{\lambda T} + p\right]\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)_{pT}$$
$$\Delta H - \Delta U^{\bullet} = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{\lambda T} + p\right]\Delta V$$
$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q_{\text{rev}}}{T}$$
$$= \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{T\lambda} \mathrm{d}V + \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{V\lambda} \mathrm{d}T$$
$$\mathrm{d}U = \delta Q + \delta A = \delta Q - p\mathrm{d}V$$
$$= \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{V\lambda} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} \mathrm{d}V$$
$$\mathrm{d}Q = \mathrm{d}U + p\mathrm{d}V$$
$$= \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{V\lambda} \mathrm{d}T + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} + p\right]\mathrm{d}V$$
$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q_{\text{rev}}}{T}$$
$$= \frac{\mathrm{d}U + p\mathrm{d}V}{T}$$
$$= \frac{1}{T}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{V\lambda} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} \mathrm{d}V + p\mathrm{d}V\right]$$
$$\mathrm{d}S = \frac{C_V \mathrm{d}T}{T} + \frac{1}{T}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} + p\right]\mathrm{d}V$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{V\lambda} = \frac{C_V}{T}$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{T\lambda} = \frac{1}{T}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} + p\right]$$
$$\left(\frac{\partial^2 S}{\partial T \partial V}\right)_{\lambda} = \left(\frac{\partial^2 S}{\partial V \partial T}\right)_{\lambda}$$
$$\frac{1}{T}\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_{T\lambda} = \frac{1}{T}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial V \partial T}\right)_{\lambda} + \frac{1}{T}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V\lambda} - \frac{1}{T^2}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} + p\right]$$
$$\left(\frac{\partial^2 U}{\partial V \partial T}\right)_{\lambda} = \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_{T\lambda}$$
$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V\lambda} - p$$
$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V\lambda} = -\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_{p\lambda}}{\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_{T\lambda}} = \frac{\gamma}{\chi}$$
$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{T\lambda} = T\frac{\gamma}{\chi} - p$$
$$\Delta H - \Delta U^{\bullet} = T\frac{\gamma}{\chi}\Delta V$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_{\mathcal{A}\xi} = \left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_{V} = \left(\frac{\mathrm{d}S}{\mathrm{d}V}\right)_{T}$$
$$= \Delta S / \Delta V$$
$$\left(\frac{\mathrm{d}\Delta S}{\mathrm{d}T}\right)_{\mathcal{A}\xi} = \Delta\varsigma - \Delta(V\gamma) \cdot \frac{\Delta S}{\Delta V}$$

Temperaturkoeffizient der Verdampfungswärme

$$\mathrm{d}H = \delta Q + V\mathrm{d}p$$
$$= \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{pn} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{Tn} \mathrm{d}p + \left(\frac{\partial H}{\partial n}\right)_{pT} \mathrm{d}n$$
$$\underbrace{\left(\frac{\partial H}{\partial n}\right)_{pT}}_{H_D - H_{fl}} = \frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}n} = L_p$$
$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}H - V\mathrm{d}p}{T}$$
$$= \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{pn} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_{Tn} \mathrm{d}p + \left(\frac{\partial S}{\partial n}\right)_{pT} \mathrm{d}n$$
$$\frac{\mathrm{d}H}{T} = \left(\frac{\partial S}{\partial n}\right)_{pT} \mathrm{d}n$$
$$\underbrace{\left(\frac{\partial S}{\partial n}\right)_{pT}}_{S_D - S_{fl}} = \frac{1}{T}\left(\frac{\partial H}{\partial n}\right)_{pT} = \frac{L_p}{T}$$
$$\mathrm{d}L_p = \left(\frac{\partial L_p}{\partial T}\right)_{p} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial L_p}{\partial p}\right)_{T} \mathrm{d}p$$
$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q_{\text{rev}}}{T}$$
$$= \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_{T} \mathrm{d}p + \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{p} \mathrm{d}T$$
$$\mathrm{d}H = \delta Q + V\mathrm{d}p$$
$$= \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{p} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} \mathrm{d}p$$
$$\delta Q = \mathrm{d}H - V\mathrm{d}p$$
$$= \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{p} \mathrm{d}T + \left[\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} - V\right]\mathrm{d}p$$
$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q_{\text{rev}}}{T} = \frac{\mathrm{d}H - V\mathrm{d}p}{T}$$
$$= \frac{1}{T}\left[\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{p} \mathrm{d}T + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} \mathrm{d}p - V\mathrm{d}p\right]$$
$$\mathrm{d}S = \frac{C_p \mathrm{d}T}{T} + \frac{1}{T}\left[\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} - V\right]\mathrm{d}p$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{p} = \frac{C_p}{T}$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_{T} = \frac{1}{T}\left[\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} - V\right]$$
$$\frac{\partial^2 S}{\partial T \partial p} = \frac{\partial^2 S}{\partial p \partial T}$$
$$\frac{1}{T}\left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right)_{T} = \frac{1}{T}\frac{\partial^2 H}{\partial p \partial T} - \frac{1}{T}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p} - \frac{1}{T^2}\left[\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} - V\right]$$
$$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{p} = C_p$$
$$\frac{\partial^2 H}{\partial p \partial T} = \left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right)_{T}$$
$$\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T} = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p}$$
$$\mathrm{d}L_p = \left(C_{p,D} - C_{p,fl}\right)\mathrm{d}T + \left[V_D - T\left(\frac{\partial V_D}{\partial T}\right)_{p} - V_{fl} + T\left(\frac{\partial V_{fl}}{\partial T}\right)_{p}\right]\mathrm{d}p$$
$$= \Delta C_p \mathrm{d}T + \left[\Delta V - T\left(\frac{\partial \Delta V}{\partial T}\right)_{p}\right]\mathrm{d}p$$
$$\left(\frac{\partial L_p}{\partial p}\right)_{\text{koex}} = \Delta C_p + \left[\Delta V - T\left(\frac{\partial \Delta V}{\partial T}\right)_{p}\right]\frac{\mathrm{d}p_s}{\mathrm{d}T}$$
$$\mu_D = \mu_{fl}$$
$$\mathrm{d}\mu_D = \mathrm{d}\mu_{fl}$$
$$\mathrm{d}\mu = \left(\frac{\partial \mu}{\partial p}\right)_{T} \mathrm{d}p + \left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_{p} \mathrm{d}T$$
$$\mathrm{d}G = -S\mathrm{d}T + V\mathrm{d}p + \mu\mathrm{d}n$$
$$\frac{\partial^2 G}{\partial n \partial T} = \frac{\partial^2 G}{\partial T \partial n}$$
$$\frac{\partial^2 G}{\partial n \partial p} = \frac{\partial^2 G}{\partial p \partial n}$$
$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{p n_i} = -S_i$$
$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial p}\right)_{T n_i} = V_i$$
$$\mathrm{d}\mu_D = V_D \mathrm{d}p_s - S_D \mathrm{d}T$$
$$= \mathrm{d}\mu_{fl} = V_{fl}\mathrm{d}p_s - S_{fl}\mathrm{d}T$$
$$\left(\frac{\mathrm{d}p_s}{\mathrm{d}T}\right)_{\text{koex}} = \frac{S_D - S_{fl}}{V_D - V_{fl}}$$
$$\left(\frac{\mathrm{d}p_s}{\mathrm{d}T}\right)_{\text{koex}} = \frac{L_p}{T \cdot (V_D - V_{fl})}$$
$$\left(\frac{\mathrm{d}L_p}{\mathrm{d}T}\right)_{\text{koex}} = \Delta C_p + \frac{L_p}{T} - L_p \underbrace{\left(\frac{\partial \ln \Delta V}{\partial T}\right)_{p}}_{\frac{\Delta(V\gamma)}{\Delta V}}$$

### Rechenaufwand

mit $S$ als Wärme (rot gerahmt)
mit $Q$ als Wärme (schwarz gerahmt)

ausgedrückt durch die bloße Schreibarbeit, gezeigt an zwei Beispielen. Beide Verfahren sind mit derselben Ausführlichkeit dargestellt; sie beginnen bei vergleichbarem Niveau und enden bei analogen Formeln.


**Eduard-Job-Stiftung**
**für Thermo- und Stoffdynamik,**
**Postanschrift: Rehkamp 19A · 21244 Buchholz**

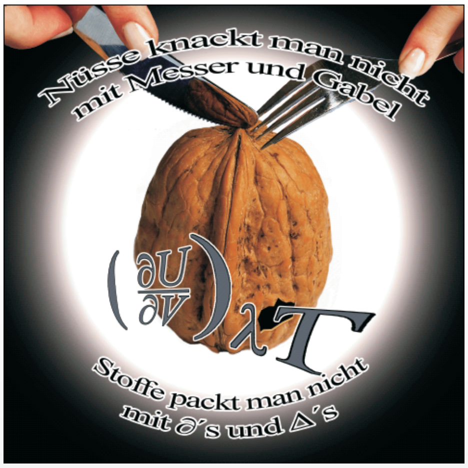
Tel.: +49 (0) 4181 - 380392
Fax: +49 (0) 4181 - 380393
E-mail: sekretariat@job-stiftung.de

JOB STIFTUNG

## Grundlagen

**Der von der Stiftung verfolgte Ansatz fußt auf dem von Georg Job (Univ. Hamburg) zunächst in einer Vorlesung entwickelten Konzept, das dann dank der Unterstützung durch Friedrich Hund 1972 erstmals unter dem Titel “Neudarstellung der Wärmelehre” als Buch erschienen ist.**

**Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass die direkte Metrisierung des vorwissenschaftlichen Begriffs der Wärmemenge unmittelbar die Größe liefert, die heute als Entropie bekannt ist. G. Job hat in verschiedenen Arbeiten gezeigt, dass sich auf dieser Grundlage eine konsistente Wärme- und Stofflehre aufbauen lässt, die klassische und statistische Thermodynamik gleichermaßen umfasst und durch Anschaulichkeit, Einfachheit, Prägnanz und Kürze besticht.**

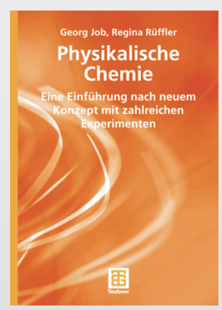


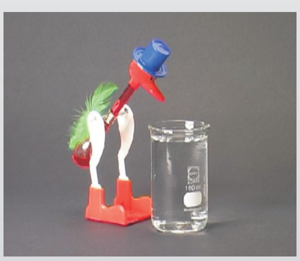

**Die mit der Anschauung konformen Strukturen ermöglichen eine Nutzung bereits auf Schulniveau.**

**Im Rahmen des neuen Konzeptes, das konsequent an Alltagserfahrungen und einfache Schauversuche anknüpft, wird auch das chemische Potenzial als eine Art Grundbegriff (wie Länge, Zeit, Masse usw.) durch direkte Metrisierung eingeführt ohne den üblichen Umweg über die freie Enthalpie oder eine andere charakteristische Funktion. Ausgehend von diesem zentralen Begriff steht dann eine Vielzahl von Anwendungsgebieten offen bis hin zur Quantenstatistik.**

## Aktuelle Projekte

**Abfassung des Lehrbuchs „Physikalische Chemie – eine Einführung nach neuem Konzept mit zahlreichen Experimenten“ für Studierende im Grundstudium sowie Übersetzung ins Englische, Spanische und Chinesische.**
**Übersetzung der bewährten Schulbuchreihe „Karlsruher Physikkurs” ins Englische, Italienische und Chinesische sowie Einführung an chinesischen Schulen.**
**Entwicklung der virtuellen Lernumgebung „Physics as a Systems Science”.**



**Erprobung und Weiterentwicklung von mehr als hundert Schauversuchen aus den Themenbereichen Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie sowie Erstellen der zugehörigen Versuchsanleitungen (unter Einarbeitung der Gefahrstoffverordnung) und Videodokumentationen.**

### Ausführlichere Informationen finden Sie im Internet unter www.job-stiftung.de.

**Eduard-Job-Stiftung**
**für Thermo- und Stoffdynamik,**
**Postanschrift: Rehkamp 19A · 21244 Buchholz**

Tel.: +49 (0) 4181 - 380392
Fax: +49 (0) 4181 - 380393
E-mail: sekretariat@job-stiftung.de