

Das neue Konzept

Für besonders förderungswürdig hält die Stiftung Projekte, die auf dem von Dr. Georg Job (Hamburg) entworfenen Konzept beruhen [1, 2]. Die Anwendung und Erprobung dieses Ansatzes im Schulbereich ist vor allem das Verdienst von Prof. Dr. Friedrich Herrmann (Karlsruhe).

Das neue Konzept beruht auf einer direkten Metrisierung des vorwissenschaftlichen Wärmebegriffs. Dieser Ansatz zeigt, dass die Entropie alle Eigenschaften der so definierten Wärme hat.

Ebenso wie zur Entropie kann man auch zum chemischen Potenzial durch direkte Metrisierung gelangen. Solch ein Vorgehen ermöglicht einen fast intuitiven Zugang zur chemischen Dynamik. Die Thermodynamik verliert in Folge dieser Annahmen ihren abstrakten Charakter und reiht sich problemlos in die anderen Teilgebiete der physikalischen Chemie ein.

- [1] G. Job: „Neudarstellung der Wärmelehre“, Akademische Verlagsgesellschaft: Frankfurt am Main, 1972
 [2] H.U. Fuchs: „The Dynamics of Heat“, Springer: New York, 1996

Charakteristische Merkmale des neuen Konzepts

1. Einheitliche Beschreibung mechanischer, elektrischer, thermischer und stofflicher Systeme
2. Einheitliche Beschreibung makro- und mikroskopischer, reversibler und irreversibler sowie statischer und kinetischer Systeme
3. Kurze Rechenwege, die anschaulich voraussehbar und nachvollziehbar sind
4. Alle benutzten Größen haben ihre Entsprechung in der Anschauung
5. Didaktische Reduktion und damit Anpassung an verschiedene Bildungsebenen ist leicht möglich
6. Der verminderte Lehr- und Lernaufwand spart Zeit (ca. 50%)
7. Integration von über hundert anschaulichen, einfach zu handhabenden Schauversuchen



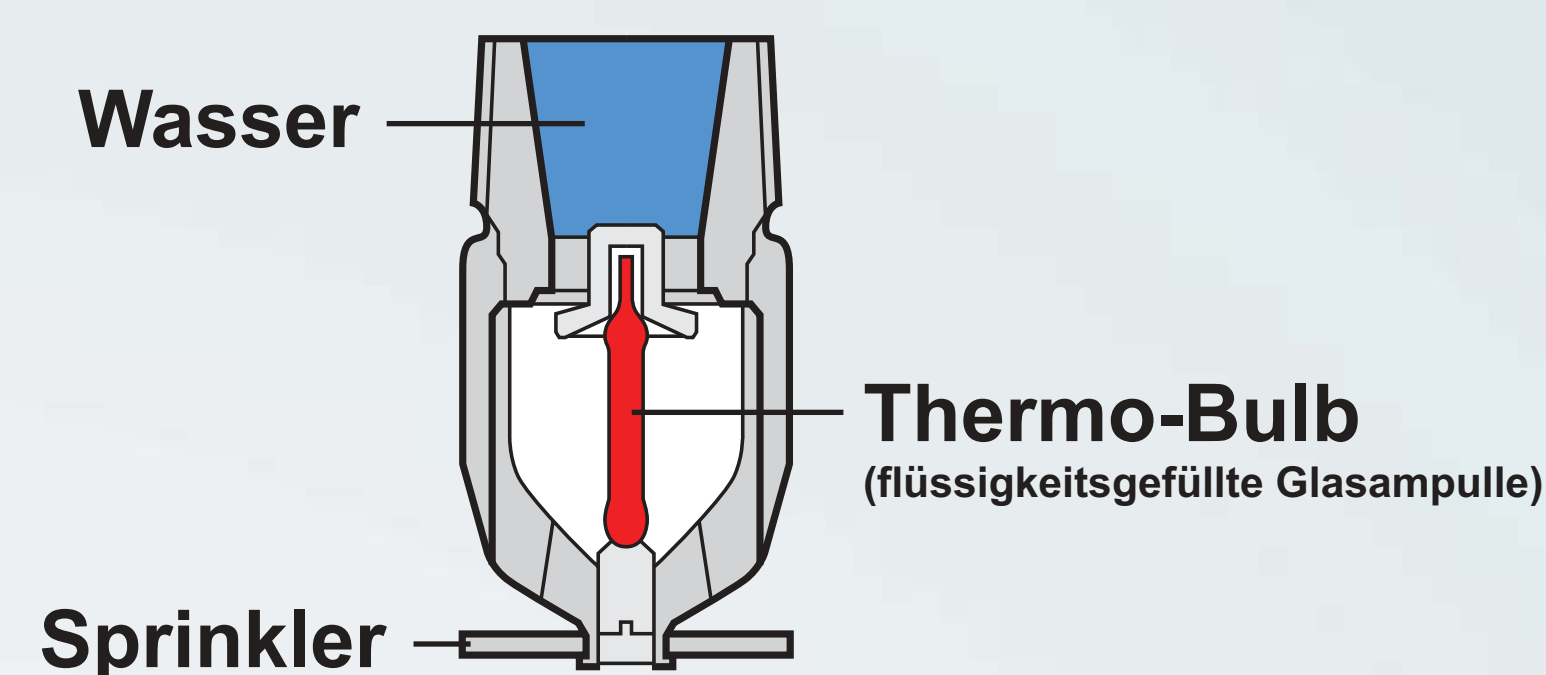
Der Stifter



Stifter und Vorsitzender ist Dipl.-Ing. Eduard J. Job. Im Jahre 1971 gründete er die Job GmbH in Ahrensburg bei Hamburg und ist heute Weltmarktführer bei thermisch auslösenden Glasampullen (Thermo-Bulbs) für Sprinkler-Anlagen.

Aus der besonderen Bedeutung der Thermodynamik für sein Unternehmen und einem starken persönlichen Interesse an der Materie folgt sein Engagement für die Job-Stiftung.

Funktionsweise der Thermo-Bulbs



Beim Erwärmen der Glasampulle dehnt sich die Füllflüssigkeit aus, die Ampulle zerplatzt und das Wasser schießt aus dem Rohr, um das Feuer zu löschen.

Aktuelle Vorhaben

- **Quantenchemische und thermodynamische Analyse der Bildung von Gashydraten**
nähere Informationen im Kurzvortrag B8 sowie auf den Postern P51 und P52
- **Theoretische Analyse des Wachstums von Wasserschichten auf Übergangsmetalloberflächen**
- **Verfassen von Lehrbüchern, Skripten, Versuchsanleitungen und Computersimulationen sowie Entwicklung von Demonstrationsexperimenten zu Themen der Physikalischen Chemie**



Abfassung eines detaillierten Skriptes zu einer Experimentalvorlesung in Physikalischer Chemie für Studierende im Grundstudium unter besonderer Berücksichtigung des neuen Konzeptes



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

1.2 Begriff des chemischen Potentials μ

neben der Stoffmenge n wichtigster und tragfähigster Begriff der chemischen Dynamik.

Vorüberlegung: Aus der Betrachtung seiner Umwelt schloss HERAKLIT: "Nichts hat Bestand - alles fließt (*πάντα ῥεῖ*)". In der belebten Welt ist Werden und Vergehen wohl bekannt, aber auch unbeliebte Körper ändern sich:

- Brot wird trocken
- Butter wird ranzig
- Papier vergilbt
- Gummi versprödet
- Eisen rostet
- Kupfer patiniert
- Steine verwittern
- Holz versteinert usw.

Versuch: Unbeständigkeit

Man könnte zunächst äußere Einwirkungen als Ursache ansehen - z. B. würde Eisen nicht rosten, wenn man O_2 fernhält - aber dies trifft nicht den Kern, denn auch von der Umgebung getrennte Stoffe ändern sich. Es alert

- Brot auch im Frischhaltebeutel;
- Konserven auch in geschlossener Dose;
- Chemikalien auch in versiegelter Flasche;

Versuch: Polymerisation von Acrylsäure (nach langem Stehen)

Offensichtlich neigen die Körper - bzw. die Stoffe, aus denen sie bestehen - schon von sich aus dazu, sich unzuwandeln. Dieser "Umwandlungstrieb" ist sicher nicht für alle Stoffe gleich. Man vergleiche etwa die Umsetzung von Schwefel mit

Mg	Zn	Fe	Cu	Ag	Au!
explosiv	glühend	glühend	glimmend	widerwillig	nichts

Magnesiumsulfid entsteht offenbar am leichtesten, hat also den schwächsten Umsetzungstrieb, während Goldsulfid den relativ stärksten haben müsste, kaum noch niedriger als der der Ausgangsstoffe $Au + S$.

Gibt es Wege, diesen "Umwandlungstrieb" quantitativ zu fassen? Einleuchtende Feststellung: Je stärker der "Trieb" zur Umwandlung, desto schwerer wird sich ein Stoff entgegen seinem "Trieb" bilden lassen, desto mehr Arbeit wird dies den Experimentator kosten.

⇒ Denkbares Maß: Arbeit zur Bildung eines Mols des betreffenden Stoffes. (Selbstverständlich sind sämtliche Nebenarbeiten (z. B. infolge Reibung, Hebung, Wärmeübertragung, Beschleunigung, Bildung anderer Stoffe - etwa des Lösemittels oder eines Mischungspartners - usw.) zu vermeiden oder rechnerisch abzuziehen.)

Definition: Jedem Stoff wird eine Größe μ zugeordnet, berechnet aus der Bildungsarbeit W , bezogen auf die gebildete Stoffmenge Δn :

$$\mu = W / \Delta n$$

Einheit: $J/mol = G (Joule/Mol = Gibbs)$.
 Kurzname in Anlehnung an einen Vorschlag E. WIBERGS (1972);
 Bedeutung: Maß für den "Umwandlungstrieb" eines Stoffes;

Name: nach J. GIBBS (1873) *Stoffpotenzial*, heute: **chemisches Potenzial**;
 Beispiele: Tabelle 1: Chemische Potenziale (Normwerte)

Stoff	μ [kJ]
Eisen	0
Kochsalz	-384
Zucker	-1544
Wasser	-237
Acetylen	+209

Anmerkung: μ entspricht begrifflich einer "Kraft" oder "Stärke", nicht einer Arbeit!
 Vergleiche: Gewicht F_G auffällbar als Maß für die Neigung eines Körpers zu fallen, defmierbar als Hubarbeit W , bezogen auf die Hubhöhe Δh : $F_G = W/\Delta h$.
 Einheit: $J/m = N$ (Joule/Meter = Newton).

Normierung: Da die Bildungsarbeit davon abhängt, woraus der Stoff entsteht, ist eine Zusatzvereinbarung nötig. Für die Chemie am zweckmäßigsten: Bildung aus den Elementen im Normzustand (Kennung $[n, d. h. 298 K, 101 k Pa, rein, natürliches Isotopengemisch, stabilste Modifikation]$)
 ⇒ Gedachte Messanordnung:

Elemente (in fest gewähltem Bezugszustand) → **Reaktor** → **gebildeter Stoff** (in gewähltem Zustand (z.B. rein, gelöst usw.))

1.3 Erste Anwendungen:

In gröbster (nullter) Näherung kann man μ unter Zimmerbedingungen und laborüblichen Konzentrationen als konstant betrachten.

Was bedeutet das Vorzeichen von μ ?

- **null:** gilt insbesondere für ein Element E im Normzustand, $([E_n] = 0)$. z. B. Diwasserstoff ($[H_2]_g$) 0, aber Monowasserstoff ($[H]_g$) 203 kJ.
- **negativ:** Stoff entsteht freiwillig aus den Elementen (da er, anschaulich gesprochen, einen schwächeren Umwandlungstrieb besitzt als die Elemente, aus denen er besteht) vgl. CO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 (Tabelle 2)
- **positiv:** Verbindung neigt zum Zerfall in die Elemente:

Versuch: Zerfall des N_2 durch Blitzlicht Versuch: Zerfall des S_8N_4 durch Schlag

Zerfall von Stickstofftrioxid durch Blitzlicht

Geräte:
 2 Bechergläser (100 mL)
 Glasstab
 Trichter mit Faltenfilter und Filtriergestell
 Spritzflasche mit dest. Wasser
 Metallplatte
 Elektronenblitz (oder langer Zeigestab mit Hühnerfeder)

Chemikalien:
 200 mg Iod
 5 mL konz. Ammoniak
 Ethanol
 Diethylether

Sicherheitshinweise:
 Iod (I_2): Xn, N R20/21-50 S23.2-25-61
 konz. Ammoniak (NH_3): C, N R34-50 S26-36/37/39-45-61
 Ethanol (C_2H_5OH): F R11 S7-16
 Diethylether ($(C_2H_5)_2O$): F+, Xn R12-19-22-66-67 S9-16-29-33

Stickstofftrioxid ist ein hochexplosiver Feststoff! Die Verbindung muss daher sofort nach der Herstellung rasch und gezielt getrocknet und wieder umgesetzt werden, um unberechenbare Explosionen zu vermeiden. Ab dem Trocknungsvorgang muss ein Sicherheitsabstand von mehreren Metern eingehalten werden.

Der Versuch sollte nur von erfahrenerm Personal durchgeführt werden. Das Tragen einer Schutzbrille und von Handschuhen ist dringend erforderlich. Gehörschutz wird nachdrücklich empfohlen. Unmittelbar in der Nähe befindliche Hörer sind vor dem peitschenden Knall zu warnen. Die bei der Reaktion gebildeten Iod-Dämpfe dürfen nicht eingeatmet werden.

Versuchsdurchführung:
Vorbereitung: Zur Herstellung von Stickstofftrioxid (ca. 1 h vor der Vorführung) gibt man unter einem gut ziehenden Abzug in einem 100 mL-Becherglas zu einer alkoholischen Iod-Lösung (200 mg Iod in 5 mL Ethanol) 5 mL konz. Ammoniak und rührt für etwa 5 Minuten mit einem Glasstab. Es fällt ein schwarzer Niederschlag von Stickstofftrioxid-Kristallen aus. Der Inhalt des Becherglases wird mit Schwung in ein Faltenfilter geleert, so dass sich