

## Die physikalische Rumpelkammer

### 6 Die Überströmversuche von Gay-Lussac und Joule und das ideale Gas

Der Überströmversuch von Gay-Lussac, der die Unabhängigkeit der inneren Energie des idealen Gases vom Volumen beweisen soll, geistert noch immer durch die Literatur zur Theoretischen Physik. Eine ausführliche Beschreibung entnehme ich einem älteren Lehrbuch, dem renommierten Buch von Clemens SCHAEFER; Einführung in die Theoretische Physik, 3. Auflage, aus dessen 2. Band das folgende Faksimile-Zitat stammt (S. 96 f.):

Es bedeuten  $A$  und  $B$  zwei durch einen Hahn trennbare starrwandige Gefäße; zu Beginn des Versuches sei ein Gas in  $A$  enthalten; das spezifische Volumen desselben sei  $v_1$ , die absolute Temperatur  $T_1$ ; der Hahn ist geschlossen,  $B$  evakuiert. Das Ganze befindet sich in einem Wasserbehälter, in den Thermometer eingetaucht sind. Es wird nun der Hahn geöffnet, so daß das Gas sich auf die beiden Gefäße  $A$  und  $B$  verteilt, wobei das spezifische Volumen sich auf  $v_2$  vergrößert; es fragt sich, ob die ursprüngliche Temperatur  $T_1$  sich ändert. Eine Änderung der Temperatur hätte sich — grundsätzlich wenigstens — an den Thermometern im umgebenden Wasser bemerkbar machen müssen, da dann ein Wärmestrom von den Gefäßen zum Wasser (oder umgekehrt) sich gebildet hätte.

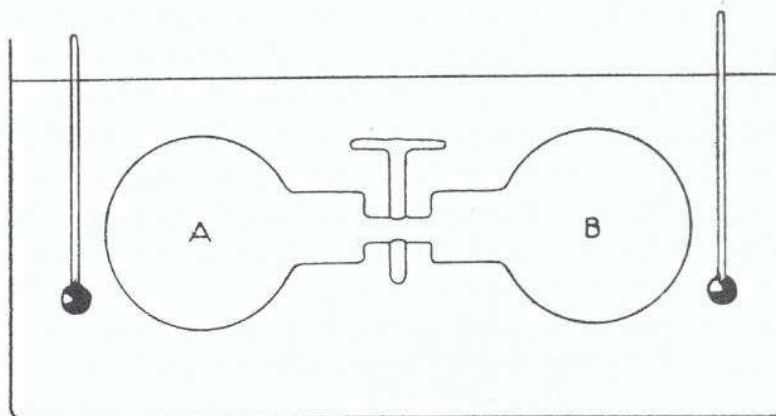


Fig. 13.

Der Versuch ergab, daß die im Wasser befindlichen Thermometer keine Temperaturänderungen anzeigten, so daß also auch keine Temperaturänderung des Gases eingetreten sein kann. Wenigstens war dies der Schluß von Gay-Lussac.

Herrn Schaefer scheint es selbst nicht recht wohl dabei gewesen zu sein, wie der letzte Satz zeigt. Zu einer klaren Distanzierung und zur Aufklärung des Trugschlusses aber hat es wohl doch nicht gereicht.

Auch das gleichfalls berühmte Lehrbuch der Theoretischen Physik von Georg JOOS (11. Auflage 1964, S. 471) bezieht sich kritiklos auf diesen Versuch und erwähnt dabei ausdrücklich das als „Kalorimeter dienende Wasserbad“.

Da aber die Masse des Wassers um etliche Zehnerpotenzen größer ist als die Masse des Gases und dessen spezifische Wärmekapazität nur etwa ein Viertel der spezifischen Wärmekapazität von Wasser beträgt, stellt das Wasserbad kein Kalorimeter dar, sondern ein Wärmebad zur Konstanthaltung der Temperatur des Gases. Statt einer adiabatischen Zustandsänderung liegt also hier eine isotherme vor, und der Versuch könnte – mit zwei zusätzlichen Druckmessern – zur Bestätigung des Gesetzes von Boyle-Mariotte dienen.

Der Überströmversuch von Joule vermied zwar diesen krassen Fehler, indem die beiden Gaskammern so gut wie möglich wärmeisoliert wurden, wobei aber höchst fraglich bleibt, ob der Versuch wirklich hinreichend adiabatisch verlief, denn eine Wärmeaufnahme oder –abgabe durch die Wände und die unvermeidlichen Thermometer kann schwerlich vernachlässigt werden. Das Gleiche gilt für den Paradeversuch von THOMSON und JOULE, die „in einer Reihe glänzender Abhandlungen in den Jahren 1852/1854 und 1862 den Gay-Lussacschen Versuch in mustergültiger Weise wiederholt bzw. abgeändert haben.“ (Schaefer, a.a.O. S. 98.)

Wie kann die Schwierigkeit behoben werden, die für die Theorie wichtige Eigenschaft des idealen Gases zu beweisen, zumal ja nur reale Gase zur Verfügung stehen und der experimentelle Beweis allenfalls asymptotisch erbracht werden kann?

Mein Vorschlag: 1. Das ideale Gas, dessen Moleküle kein Volumen haben und keine Kräfte auf einander ausüben, ist eine Fiktion, ähnlich der Geraden in der Geometrie. Beharren wir auf dieser Fiktion, so ist eine selbstverständliche Folge dieser Eigenschaften, dass seine innere Energie vom Volumen unabhängig ist, weil ja im Innern keine Kraftfelder existieren, bei denen Entfernungen eine Rolle spielen könnten. – 2. Die für die Theorie einzig wichtige Eigenschaft des idealen Gases ist, dass seine innere Energie vom Volumen unabhängig ist.

Was spricht dagegen, das ideale Gas einfach durch diese Eigenschaft zu definieren? Nichts! Und schon können wir auf die fragwürdigen Überströmversuche verzichten. Also:

**Das ideale Gas ist ein Gas, dessen innere Energie von seinem Volumen unabhängig ist.**