

Über Heisenbergs Ungenauigkeitsbeziehungen und ihre erkenntnistheoretische Bedeutung.

In seinem schönen Aufsatz¹ über „die HEISENBERGSche Ungenauigkeitsrelation und ihre erkenntnistheoretische Bedeutung“ wendet sich v. LAUE gegen allzuweit gehende erkenntnistheoretische Folgerungen, die man aus dem HEISENBERGSchen Satz zu ziehen pflegt. Ich möchte mir hierzu eine kurze Bemerkung gestatten.

Man wird v. LAUE ohne weiteres beipflichten, soweit es sich um die Frage der Rückwirkung eines Meßvorganges auf das zu messende Objekt handelt. Auch wenn festgestellt ist, daß eine derartige Rückwirkung in bestimmtem Ausmaß unvermeidlich bleibt, schließt dies doch nicht aus, daß der so entstandene Fehler durch eine — evtl. heute noch unbekannte — Theorie eliminiert werden kann. Diesen Sachverhalt veranschaulicht das von v. LAUE ausgeführte Gleichnis in eindringlicher Weise.

Aber v. LAUE vertritt, wenn ich ihn recht verstehe, auch den Standpunkt, man könne trotz der Ungenauigkeitsrelation der deterministischen Auffassung der Physik treu bleiben: „... gegen den Schluß wenden wir uns, daß auch veränderte Fragestellung nie zu vollem kausalen Verständnis der physikalischen Vorgänge führen kann.“ Hierzu möchte ich nur sagen, daß man meiner Ansicht nach die HEISENBERGSche Ungenauigkeitsrelation *überhaupt nur als einen Satz der statistischen Physik* aussprechen kann, der im Rahmen einer kausalen Auffassung der Physik keinen Platz und keine Möglichkeit findet.

Es mag vielleicht nicht ganz überflüssig sein, hier eine verbreitete etwas unpräzise Ausdrucksweise ein wenig zu berichtigen. Man kann von der „Ungenauigkeit“ oder dem „Fehler“ einer Messung nur dann sprechen, wenn ein richtiger oder „wahrer“ Wert der zu messenden Größe durch irgendeinen anderen Meßvorgang definiert ist. Dann bildet die Differenz zwischen diesem wahren Wert und dem jeweiligen Meßergebnis den „Fehler“. Es kann ganz dahingestellt bleiben, ob in den Fällen, die die Ungenauigkeitsbeziehung meint, ein solcher „wahrer“ Wert existiert oder nicht. Denn sicher ist, daß die HEISENBERGSche Relation nichts über den Fehler in diesem Sinne aussagt. Sie lautet ja nicht etwa: Bei jeder gleichzeitigen Messung von Koordinaten und Impulsen ist das Produkt der Fehler *mindestens gleich h*. Sondern sie besagt, daß das Produkt der Streuungen der beiden Beobachtungsreihen einen Mindestwert besitzt. Das aber heißt, etwas ausführlich formuliert, folgendes:

Jede Reihe wiederholter, gleichartiger Messungen bildet ein *Kollektiv*, d. h. eine unendliche Folge, in der die relativen Häufigkeiten der verschiedenen Ergebnisbereiche festen Grenzwerten zustreben. Die Gesamtheit dieser Grenzwerte innerhalb eines jeden Kollektivs bildet seine Verteilung. Das auf den Mittelwert bezogene Moment zweiten Grades einer Verteilung heißt ihre Streuung. Zwischen den beiden Verteilungen nun, die zur Messungsreihe der Koordinate bzw. der der Impulse gehören, besteht eine gewisse Beziehung, die (unter anderem) zu der Ungleichung für das Produkt der beiden Streuungen führt. Somit sagt die Ungleichung lediglich etwas aus über das *durchschnittliche Verhalten* sehr vieler (theoretisch: unendlich vieler) Messungen. Gibt man dagegen den Standpunkt auf, daß die Messungen ein Kollektiv

bilden, so gibt es keine Verteilung, keine Streuung und daher keine Ungenauigkeitsbeziehung.

Sehr gerne stimme ich auch der von v. LAUE ausgesprochenen Ablehnung des „Ignorabimus“ zu. Aber ich glaube, man wird sich daran gewöhnen müssen, daß die Annahme statistischer Erklärungen statt kausaler keinen Verzicht auf Erkenntnis, sondern nur eine andere und vielleicht fortgeschrittenere Art der Erkenntnis bedeutet.

Istanbul, Oktober 1934.

R. v. MISES.

Über die Adsorption von leichtem und schwerem Wasserstoff an Nickel.

In einer Arbeit von PACE und TAYLOR¹ wird die aktivierte Adsorption von leichtem und schwerem Wasserstoff zwischen 110° und 184° an einigen technischen Katalysatoren untersucht und für die beiden Isotope die gleiche Adsorptionsgeschwindigkeit gefunden. Dieses Ergebnis widerspricht insofern den Erwartungen, als die benötigte Aktivierungsenergie für die Adsorption von schwerem Wasserstoff wegen der verschiedenen Nullpunktsenergie der beiden Isotope größer sein sollte, die Adsorptionsgeschwindigkeit also entsprechend kleiner als für leichten Wasserstoff. TAYLOR schreibt diesem Befund eine fundamentale Bedeutung für die Theorie der katalytischen Reaktionen zu.

Durch eigene Untersuchungen an Nickelpulver mit leichtem und schwerem Wasserstoff sollte die Temperaturabhängigkeit der Adsorptionsgeschwindigkeiten über ein größeres Temperaturintervall geprüft werden. In dem Temperaturgebiet von 0° bis 100° ergeben sich hierbei große Unterschiede. Die zu beobachtende, momentane Adsorption ist für schweren Wasserstoff stets größer als für den leichten. Die Geschwindigkeit der daran anschließenden, langsamen Adsorption steigt bei leichtem Wasserstoff mit steigender Temperatur bis 55°, für den schweren bis 70°. Dabei ist die Geschwindigkeit der Adsorption von leichtem Wasserstoff bis 55° größer als für den schweren. Nach Überschreiten dieser Temperaturen sinkt die Adsorptionsgeschwindigkeit vorübergehend ab, um nach erneutem Anstieg bei etwa 100° für beide Isotope gleich zu werden. Bei 200° ist die Geschwindigkeit der langsamen Adsorption für den schweren Wasserstoff größer als für den leichten.

Aus diesen Ergebnissen sieht man, daß sich die Gleichheit der Geschwindigkeiten der Adsorption nur über ein kleines Temperaturintervall erstreckt. Diese Gleichheit ist hervorgerufen durch Kompensation entgegengesetzter gerichteter Einflüsse. Da die Adsorptionswärme für schweren Wasserstoff größer ist, sind die im Gleichgewicht adsorbierten Mengen größer, da aber die Aktivierungswärme für die langsame Adsorption ebenfalls größer ist, ist die Adsorptionsgeschwindigkeit geringer. Die Erscheinungen können, wie im vorliegenden Fall, weiter dadurch kompliziert werden, daß mehrere Formen der aktivierten Adsorption mit verschiedenen Aktivierungswärmen auftreten. Bei der Bildung der einen aktivierten Form aus einer anderen kann nun der Fall eintreten, daß trotz der für den schweren Wasserstoff höheren Aktivierungsenergie die größere Konzentration der Vorstufe eine schnellere Adsorption bewirkt.

Frankfurt a. M., Institut für physikalische Chemie der Universität, den 13. November 1934.

R. KLAR.

¹ J. PACE und H. S. TAYLOR, J. chem. Phys. 2, 578 (1934).

Besprechungen.

The Snellius-Expedition in the eastern part of the Netherlands East Indies 1929—1930 under the leadership of P. M. VAN RIEL. Vol. V. Geological Results, Part. 2. Geologie of Coral Reefs by PH. H. KUBEN, Geologist of the Expedition. Utrecht: Kemink en Zoon N. V. 1933. 125 S. 22 cm × 31 cm.

Als Geologe der Snellius-Expedition hatte Verf. Gelegenheit, die bisher nur wenig untersuchten Riffbildungen des östlichen holländischen Ostindien, die durch ihre große Ausdehnung und die besonderen Bedingungen dieses Gebietes mit seinen zahlreichen vulkanischen, nichtvulkanischen und Koralleninseln, seinem besonderen Klima, seinen stabilen und unstabi-

len Zonen u. dgl. besonderes Interesse beanspruchen können, zu untersuchen. Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick über die bisher in diesem Gebiet angestellten Untersuchungen gibt Verf. im ersten Hauptteil der Schrift eine kurze geographisch-geologische, durch zahlreiche instruktive Karten, Schnitte und Skizzen erläuterte Beschreibung der von ihm besuchten und studierten etwa 30 Riffbildungen. Auf die Einzelheiten dieser Untersuchungen, die nach Verf. im wesentlichen eine Fortsetzung und Vertiefung der feinen Studien UMBROVES darstellen sollen und eine gute Grundlage für alle weiteren Untersuchungen dieser Riffe bilden, kann hier nicht eingegangen werden. — In einem zwei-

¹ Naturwiss. 22, 439 (1934).