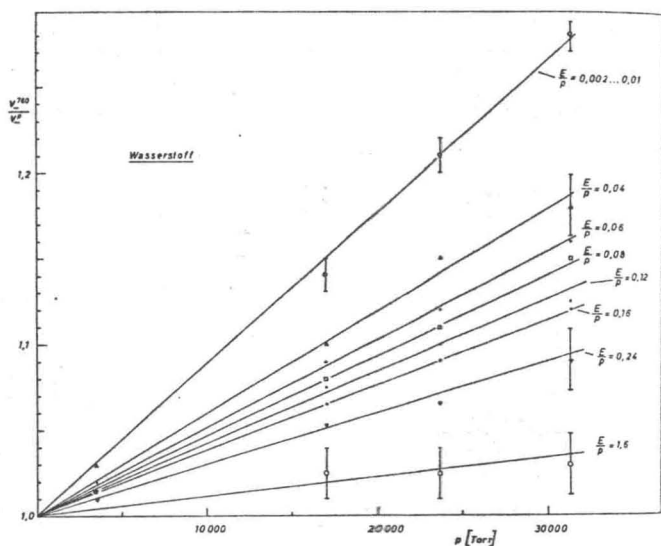


Abb. 8. Die reziproke Driftgeschwindigkeit im Abhängigkeit vom Druck in H_2 .

darstellung gewonnenen Steigungen wieder, die mit zunehmendem E/p fallen und unterhalb $E/p = 0,01$ konstant bleiben.

Für die E/p -Werte oberhalb 1,6 ist das Ähnlichkeitsgesetz für Drucke bis zu 16 950 Torr innerhalb der Fehlergrenzen erfüllt. Nach neueren Kontroll-

messungen liegen die v_- -Werte bei $E/p = 3,0$ und 4,0 für 31 350 innerhalb der Fehlergrenzen der übrigen, zu den niedrigeren Drucken gehörigen Werte (vgl. ¹¹). Deshalb ist auch in Wasserstoff eine Geradendarstellung wie in Abb. 8 für E/p -Werte oberhalb 1,6 nicht möglich.

Der Vergleich mit den Niederdruckwerten von LOWKE¹³ führt zu demselben Ergebnis wie in Stickstoff: Die Übereinstimmung ist im gesamten E/p -Bereich gut. Unsere Werte liegen bei kleinen E/p -Werten bis zu 2% über und bei großen E/p -Werten etwas unter denen von LOWKE. Die gleiche Tendenz finden HURST und PARKS¹⁵, die ebenfalls im Niederdruckbereich gemessen haben. Die Abweichung wieder dort am größten, wo von Lowke die besten Drucke benutzt worden sind. Die Werte von Lowke sind deshalb in Abb. 7 und 8 für E/p -Werte unter 0,03 als Bezugswerte benutzt worden.

E/p [V/Torr]	$1/p (v_{760}/v - 1) \cdot 10^6$ [1/Torr]
0,002 ... 0,01	$9 \pm 2\%$
0,04	$6 \pm 5\%$
0,06	$5,2 \pm 8\%$
0,08	$4,7 \pm 8\%$
0,12	$4,2 \pm 8\%$
0,16	$3,8 \pm 10\%$
0,24	$2,8 \pm 15\%$
0,32	$2,5 \pm 15\%$
0,50	$2,0 \pm 30\%$
0,8	$1,7 \pm 25\%$
1,6	$1,3 \pm 50\%$

Tab. 6. Die Steigung der Geraden aus Abb. 8 in H_2 .

¹⁵ G. S. HURST u. J. E. PARKS, J. Chem. Phys. 45, 282 (1966).

3. Diskussion der Ergebnisse

a) Energiebereich der Elektronen

Die Messungen reichen in N_2 gerade bis an den p -Bereich heran, für den die Elektronen im thermischen Gleichgewicht mit dem Gas stehen. Die E/p -Grenze, oberhalb der die Elektronen das thermische

Gas	Ar	He	N_2	H_2
E/p_{th}	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
E/p_{min}	$4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
E/p_{min}	1 eV	26 meV	50 meV	26 meV
E/p -Bereich des Druckeffektes	—	—	50 ... 400 meV	26 ... 400 meV

7. E/p_{th} und E/p_{min} für die untersuchten Gase Ar, He, N_2 und H_2 .

gleichgewicht verlassen (E/p_{th}), ist für die verschiedenen Gase zusammen mit dem kleinsten bei den Messungen benutzten E/p_{min} in Tab. 7 angegeben.

In He und H_2 reichen die Messungen etwas in den Bereich hinein, in Ar erstrecken sie sich auf einen Bereich, der deutlich oberhalb der Gleichgewichtslinie liegt. Man ersieht das auch aus der doppeltarithmischen Darstellung der Abb. 3, 4 und 6, wo die Kurven asymptotisch zu Geraden mit der Steigung 1 werden (Bereich des thermischen Gleichgewichts, siehe Pfeil in Abb. 3, 4 und 6). Die Messungen von PACK und PHELPS⁷ und LOWKE¹³, die in der Verlängerung unserer Meßpunkte nach kleineren E/p -Werten hin liegen, bestätigen dies.

b) Zum Druckeffekt

Es fällt zunächst auf, daß der Druckeffekt (Abnahme von v_- mit steigendem Druck für konstantes E/p) in den einatomigen Edelgasen nicht und in den zweiatomigen Molekülen N_2 und H_2 dann stark auftritt. Darüber hinaus ist der Effekt gekennzeichnet, daß er für E/p -Werte etwas oberhalb des thermischen Gleichgewichts vollkommen fehlt. Ähnlich wie das vorstehende Ergebnis mit den Messungen von HURST¹⁶ einen Druckeffekt (resonanzartiger Verzögerungsprozeß) im Bereich von 50 ... 100 meV, also oberhalb des thermischen Gleichgewichts. Dort gibt die Darstellung

$v_{760}/v \cdot p$ ebenfalls eine Gerade, aus deren Steigung man die Größe $\nu \tau$ (ν = Anlagerungsfrequenz, τ = Lebensdauer) entnehmen kann.

Unsere Messungen in N_2 und H_2 ließen sich durch ähnliche Prozesse wie bei HURST erklären, die aber vorwiegend im Bereich von 30 meV liegen müßten. Dann ist zu erwarten, daß der Druckeffekt im gesamten E/p -Bereich des thermischen Gleichgewichts gleich groß ist (d. h. die relative Änderung von v_- ist gleich). Die Kurven für die höheren Drucke sollten asymptotisch zu Geraden mit der Steigung 1 werden. Das ist in Abb. 6 für H_2 eindeutig der Fall und scheint sich in Abb. 4 für N_2 anzudeuten, so daß ein solcher resonanzartiger Verzögerungsprozeß möglich ist. Er ist in N_2 und H_2 jedoch bisher nicht beobachtet worden. Strahlversuche mit monochromatischen Elektronen zur Anregung von Resonanzen sind in diesem Energiebereich bisher nicht möglich.

Die Größe des Druckeffekts (relative Abnahme von v_- bei 42 at im E/p -Bereich thermischen Gleichgewichts) steigt in den mehratomigen Gasen in der Reihenfolge N_2 , H_2 und CO_2 (nach einer Mitteilung von H. LEHNING) an. Die gleiche Tendenz zeigen die Wirkungsquerschnitte für Impulsübertragung im thermischen Bereich¹⁷.

c) Zum Ähnlichkeitsgesetz

Das Ähnlichkeitsgesetz ist im Niederdruckbereich (bis 760 Torr) durch die Messungen anderer Autoren bestätigt worden. In He wird es z. B. durch die Messungen von¹² bis 500 Torr nachgewiesen. In Wasserstoff und Stickstoff von 300 °K bestätigen die Messungen von LOWKE¹³ das Ähnlichkeitsgesetz ebenfalls bis 500 Torr, in Wasserstoff von 77 °K sogar noch bis 2000 Torr.

Dagegen fand LOWKE in Stickstoff bei 77 °K unterhalb $E/p = 0,02$ von 500 ... 2000 Torr eine knapp über die Fehlergrenzen hinausgehende Abnahme von v_- mit steigendem Druck, die unverständlich blieb. Sie ging über die allein durch die Diffusion bedingte Abnahme von v_- , die sich durch eine Korrekturformel erfassen läßt, hinaus. Es ist möglich, daß sich darin der von uns bei Zimmertemperatur und höheren E/p -Werten gefundene Effekt andeutet.

HURST, Z. Naturforsch. 23a, 1228 (1968).

McDANIEL, Collision Phenomena in Ionized Gases, John

Wiley & Sons, New York 1964, pp. 125, 127, 128.