

Die innere Reibung des Stickoxyds wurde wieder (nebst einer Reihe von anderen Gasen) von Vogel bestimmt, und zwar nach der Methode der schwingenden Scheibe.

Er findet für

$$\eta_{10} = 179 \cdot 4 \cdot 10^{-6}.$$

Er erklärt den Unterschied gegen die Graham'schen Werte aus einer Verunreinigung des NO bei Graham mit N₂O, dessen Reibungskoeffizient bedeutend kleiner ist. Das von Vogel verwendete Gas wurde, wie auch bei unseren Arbeiten, nach der Methode von Emich¹ hergestellt, nämlich durch Zutropfenlassen von Quecksilber zu nitroser Schwefelsäure. Dieses so gewonnene Gas ist meistens genügend rein,² doch erschien es uns als nicht ganz ausgeschlossen, daß bei der von Vogel verwendeten, immerhin ziemlich komplizierten Apparatur Spuren von O₂ in das NO gelangt sein konnten, was natürlich eine Verunreinigung desselben mit NO₂ zur Folge hätte, eine Verunreinigung, die, falls sie nur in geringer Menge vorhanden ist, durch Farbveränderung des Gases nicht bemerkt werden kann. Eine solche Verunreinigung ist aber bei der in dieser Arbeit verwendeten Versuchsmethode gleichsam automatisch ausgeschlossen.

Zur Bestimmung der inneren Reibung verwendeten wir im wesentlichen die Versuchsmethode, die von Rankine³ zur Bestimmung der inneren Reibung der Edelgase verwendet wurde und die vor allem den Vorteil besitzt, mit einer kleinen Menge des Gases arbeiten zu können. Die Vortrefflichkeit dieser Methode mußte sehr groß sein, wenn man bedenkt, daß Rankine für die innere Reibung der Luft einen Wert erhält, der sich als ziemlich genau gleich mit dem aus der Mittelung von 25 nach den verschiedensten Methoden erhaltenen Werten ergeben hat. Die Methode ist eigentlich nur eine Modifikation der Transpirationsmethode.

Wir können nach unseren Erfahrungen diese Methode der Bestimmung der inneren Reibung von Gasen auf das wärmste empfehlen, denn sie hat neben einer großen Zahl von Vorteilen auch den Vorteil der leichten Meßbarkeit und Genauigkeit. Leider ist sie nicht bei allen Gasen anwendbar, denn Gase, welche auch nur langsam Quecksilber angreifen, sind ausgeschlossen.

Der Apparat von Rankine ist im wesentlichen eine in sich geschlossene, länglich ringförmige Röhre, dessen eine Teil kapillar ist. Für die Zu- und Abführung des Gases sind zwei mit Hähnen versehene Glaskapillaren diametral an der Röhre angebracht. Im nicht kapillaren Teil der ringförmigen Röhre befindet sich ein Quecksilbertropfen, dessen Fallzeiten zwischen zwei festen Marken p , q

¹ M., 13, 73 (1892).

² Klemenc und Bunzl, Z. a. Ch., 122, 315 (1922).

³ Proc. Roy. Soc., 33, 265, 516 (1910); Phys. Zeitschr., 11, 497, 745 (1910); Phil. Mag. (6), 21, 45 (1911), wo auch die Theorie der Arbeitsweise nachzusehen ist.

bestimmt wird und die einfach proportional der Innenreibung der Gase sind. Wir verwendeten einen ganz aus Glas bestehenden Apparat,¹ durch den Glasmantel gingen also die beiden Zu- und Abführungsrohren. Durch diese Anordnung erhöht sich die Sicherheit der Messung. Die Füllung der ringförmigen Röhre geschah so, daß mit einer Wasserstrahlpumpe evakuiert wurde und dann dieses Vakuum öfters mit dem zu messenden Gas aufgehoben worden ist, bis es ganz rein im Apparat vorhanden war. Bei Untersuchungen mit Stickoxyd haben wir so verfahren, daß der Apparat zuerst mit luftfreier Kohlensäure gefüllt wurde und dann erst wurde evakuiert. Bei der Untersuchung des Propans schließlich wurde das ganze System des Apparates mit einer Gaedepumpe evakuiert und dann mit Gas gefüllt. Für die Trocknung der Gase sind selbstverständlich alle Vorsichtsmaßregeln eingeschlagen worden.

Für ein Gelingen der Messungen ist es unerlässlich, daß die Fallröhre vollkommen fettfrei ist. (Einfüllung des Quecksilbers vor der Fettung der Hähnel!) Diese Vorsichtsmaßregel ist besonders bei Messungen bei höherer Temperatur zu beachten.

Die Messung der Temperatur, bei welcher die innere Reibung bestimmt worden ist, geschah durch ein im Glasmantel des Apparates durch eine Öffnung einzuführendes geeichtes Thermometer. Die Messungen führten wir einmal bei der Temperatur des Wiener Wasserleitungswassers aus, welche lange Zeit eine außerordentliche Konstanz besitzt, indem durch noch zwei oben und unten vorhandene seitliche Ansätze des Glasmantels Wasser durchgeleitet wurde. Die Messungen bei 100° führten wir in einen Wasserdampfstrom aus, der siedendem Wasser entströmte. Diese Temperatur selbst ist dann noch nach dem Barometerstand korrigiert worden. Da die Messungen öfters wiederholt wurden, war der Apparat so passend angeordnet, daß er bequem um 180° um eine fixe Achse gedreht werden konnte, ohne daß eine Unterbrechung der Funktion der Temperaturbäder erforderlich wäre.

Bei der Berechnung der Temperaturabhängigkeit der inneren Reibung bringt Rankine eine Korrektur an, bedingt durch die Wärmeausdehnung des Glases. Es zeigt sich, daß das beobachtete Verhältnis, Fallzeit bei höherer Temperatur/Fallzeit bei tieferer Temperatur, größer ist, als den tatsächlichen Verhältnissen der inneren Reibung entspricht. Der Bruch müßte mit etwa 0·996 multipliziert werden. Andererseits bringt er eine Korrektur im entgegengesetzten Sinne an, indem er berücksichtigt, daß ein Teil des Apparates, der aus dem Mantel herausragt, eine etwas niedrigere Temperatur annimmt. Obiges Verhältnis müßte man also mit 1·0029 multiplizieren, im ganzen wäre eine Korrektur durch Multiplikation mit 1·001 anzubringen, das aber unter der Genauigkeit der Messungen liegt, weshalb wir diese Korrektur nicht angebracht haben.

Die Temperaturabhängigkeit der inneren Reibung eines Gases wird für ein großes Temperaturintervall sehr gut durch eine Formel, die Sutherland² angegeben hat, wiedergegeben. Ist der Absolutwert

¹ Siehe übernächsten Absatz.

² Phil. Mag. (5), 36, 507 (1893)

der Innenreibung η_1 eines Gases für die absolute Temperatur T_1 gegeben, so ist η_2 bei der Temperatur T_2 bestimmt durch

$$\eta_1 = \eta_2 \frac{1 + \frac{C}{T_1}}{1 + \frac{C}{T_2}} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

wobei C eine für das Gas charakteristische Konstante, die sogenannte Sutherland'sche Attraktionskonstante bedeutet.

Im vorliegenden wird C aus dem Verhältnis η_2/η_1 , beziehungsweise T_2/T_1 bei zwei verschiedenen Temperaturen bestimmt, dessen Kenntnis die Berechnung der Fallzeit bei $T = 273$ gestattet. Aus diesem Werte kann man dann den Absolutwert der inneren Reibung bei $T = 273$ berechnen. Der Absolutwert von η_0 eines Gases läßt sich am besten durch Relativmessungen finden: Es wird zuerst die Fallzeit des Quecksilbers im Apparat bestimmt, der mit einem Gas gefüllt ist, dessen Koeffizient der inneren Reibung dem Absolutwerte nach bekannt ist. Wir verwendeten in vorliegenden Messungen die Daten der Luft.

Man hat dann bei gleicher Temperatur und gleicher Länge des Quecksilberfadens angenähert $\eta_x/\eta_{\text{Luft}} = \frac{t_x}{t_{\text{Luft}}}$, wobei t_x , t_{Luft} und η_x , η_{Luft} die Fallzeiten in den betreffenden Gasen, beziehungsweise die Koeffizienten der inneren Reibung derselben sind. Angenähert deshalb, weil eine Korrektur wegen des sogenannten Gleitungskoeffizienten anzubringen ist.

Die Korrektur lautet dann (Rankine, loc. cit.)

$$\frac{\eta_x}{\eta_{\text{Luft}}} = \frac{t_x}{t_{\text{Luft}}} \left[1 + \frac{4 \lambda_{\text{Luft}}}{R} \left(\frac{\lambda_x}{\lambda_{\text{Luft}}} - 1 \right) \right], \quad (1)$$

wo R Radius der Kapillare und λ_x , λ_{Luft} die mittlere freie Weglänge in den beiden Gasen bedeutet. Es ist, wie sich aus der kinetischen Gastheorie ergibt, das Verhältnis

$$\frac{\lambda_x}{\lambda_{\text{Luft}}} = \frac{\eta_x}{\eta_{\text{Luft}}} \sqrt{\frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_x}},$$

wenn ρ_x , ρ_{Luft} die Dichten der beiden Gase bedeutet.

In unserem Falle ist $R = 0.02 \text{ cm}$, λ_{Luft} bei 0° und $760 \text{ mm} = 0.000035^1$ und Gleichung (1) geht über in

¹ Etwas zu hoch genommen, doch wird dieser Fehler durch die Ungenauigkeit von R , wie die Rechnungen zeigen, aufgehoben.

$$\frac{\eta_x}{\eta_{\text{Luft}}} = \frac{t_x}{t_{\text{Luft}}} \left[1 + 0.007 \left(\frac{\lambda_x}{\lambda_{\text{Luft}}} - 1 \right) \right].$$

Es wird $\frac{\lambda_x}{\lambda_{\text{Luft}}}$ erhalten, indem in Gleichung (1) für $\frac{\eta_x}{\eta_{\text{Luft}}}$ der beobachtete rohe Wert von $\frac{t_x}{t_{\text{Luft}}}$ eingesetzt wird.

Eichung des Apparates mit Luft.¹ Zu einer Bestimmung wurden immer drei Messungen, in jeder Richtung also von p nach q und von q nach p ausgeführt. Aus diesen sechs Fallzeiten ist, so wie bei Rankine, das Mittel genommen worden. Die Fallzeiten in verschiedener Richtung sind nicht ganz genau gleich wegen des verschiedenen Durchmessers der Röhre.

In den folgenden Tabellen sind unter t_1 und t_2 die beobachteten Fallzeiten in Sekunden, bei den entsprechenden absoluten Temperaturen T_1 und T_2 . T_1 ist die Temperatur des durchfließenden Wassers, T_2 die des durchströmenden Dampfes. Unter C stehen die berechneten Sutherland'schen Konstanten, die mit diesen berechnete Fallzeit bei $T = 273$ steht unter t_0 . Aus diesem letzten Wert ergibt sich dann der Koeffizient der inneren Reibung bei $T = 273$.

Als Absolutwert des Koeffizienten für die innere Reibung der Luft bei $T = 273$ wurde das Mittel aus allen zuverlässigen Messungen genommen und der Wert

$$\eta_0 = 172.5 \cdot 10^{-6}$$

gefunden. Diesen Wert legt auch Vogel² seinen Messungen zugrunde.

t_1		T_1	t_2		T_2	C	t_0
von $p \rightarrow q$	von $q \rightarrow p$		von $p \rightarrow q$	von $q \rightarrow p$			
121.4	120.5		149.4	148.3			
120.8	119.7	282.6	149.6	148.9	372.4	115.9	117.4
121.0	120.3		149.1	148.6			
Mittel 120.6			Mittel 148.9				

Andere Messungen ergaben:

t_1	T_1	t_2	T_2	C	t_0
120.3	282.3	148.5	372.4	113.9	117.1
120.4	282.1	149.0	372.5	117.6	117.3
120.4	281.8	149.1	372.5	117.2	117.4
120.5	282.2	148.9	372.5	115.0	117.4
120.3	282.4	148.8	372.7	117.3	117.3
				Mittel 116.1	117.3

¹ Durch Bestimmung der Sutherland'schen Konstanten.

² Ann. d. Phys., 43, 1254 (1914).

Für die Sutherland'sche Konstante findet Rankine im Mittel $C = 116.6$, daselbst eine Zusammenstellung früherer Werte, die im Mittel 117 ergeben. Vogel findet $C = 117$.

Mit unserem Apparat bestimmten wir die innere Reibung der Kohlensäure

$$\eta_0 = 138 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$$

$$C = 263 \cdot 4.$$

Vogel gibt an $\eta_0 = 138 \cdot 10^{-6}$, $C = 277$.

Für Wasserstoff ergab sich

$$\eta_0 = 84 \cdot 9 \cdot 10^{-6}$$

$$C = 90 \cdot 7,$$

während Vogel $\eta_0 = 85 \cdot 10^{-6}$ und für $C = 83$ für dieses Gas angibt. Die Übereinstimmung ist eine vollständige mit Werten, die nach einer ganz anderen Methode gefunden worden sind.

Die innere Reibung des Stickoxyds. Das Stickoxyd wurde nach Emich hergestellt und in einem Bodenstein'schen Gasometer aufbewahrt. Die Analyse ergab $99 \cdot 5 \%$.¹ Die Oberfläche des Quecksilbers war im Apparat nach der Einfüllung mit Gas blank.

t_1		T_1	t_2		T_2	C	t_0
von $p-q$	von $q-p$		von $p-q$	von $q-p$			
126.3	125.0	281.9	158.7	158.0	372.6	162.2	122.2
126.2	125.3		159.3	158.3			
125.9	125.0		159.1	157.8			
Mittel 125.6			Mittel 158.6				

Daraus folgt für Stickoxyd

$$\eta_0 = 179 \cdot 7 \cdot 10^{-6}$$

$$C = 162 \cdot 2.$$

Vogel² findet $\eta_0 = 179 \cdot 4$, $C = 167$. Die Übereinstimmung ist also eine vollständige, ein Beweis für die Reinheit des verwendeten Gases bei Vogel. Womit auch die Graham'schen Werte endgültig widerlegt sind.

Innere Reibung von Mischungen Stickoxyd-Wasserstoff. Was die innere Reibung von Mischungen im allgemeinen betrifft, so ist diesbezüglich von Puluij³ auf Grund der kinetischen Gastheorie eine Formel aufgestellt worden, mit Hilfe derer η einer

¹ Bestimmt nach der Bromatmethode. (loc. cit.)

² Loc. cit.

³ Wiener Akad. Ber., 79, 97, 745 (1879).

Mischung aus den η -Werten der Komponenten und deren Molekulargewichten nach der Gleichung

$$\eta_{\text{Mischung}} = \frac{\eta_1 \left(\frac{p_1}{p} + \frac{p_2 m_2}{p m_1} \right)^{\frac{1}{2}}}{\left[\frac{p_1}{p} + \left(\frac{\eta_1}{\eta_2} \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{p_2}{p} \right]^{\frac{2}{3}}}$$

sich ergibt. Hier sind p_1, p_2 die Partialdrucke, m_1, m_2, η_1, η_2 die betreffenden Molekulargewichte und die Koeffizienten der inneren Reibung. Die Sutherland'sche Konstante für eine Mischung ergibt sich nach der Mischungsregel aus den C -Werten der Komponenten. Gasmischungen, die bis jetzt untersucht worden sind, zeigten, wenn auch nicht genau, so doch qualitative Übereinstimmung mit dieser Gleichung.¹ Es sollte untersucht werden, inwieweit bei Mischungen des Wasserstoffes mit Stickoxyd bei der besonderen Reaktionsfähigkeit des letzteren die Gleichung richtig ist.

Der Wasserstoff wurde durch Elektrolyse aus zirka 2 N-Kalilauge an Platinelektroden entwickelt, dann über erhitztes Platinasbest geleitet, um Spuren von Sauerstoff zu entfernen. Die Trocknung erfolgte über Chlorcalcium und Phosphorpenoxyd.

In der nachstehenden Tabelle stehen unter a und b die Zusammensetzungen der Mischungen an Stickoxyd und Wasserstoff, unter c die beobachteten, unter d die nach der Mischungsregel bestimmte Sutherland'sche Konstante, der beobachtete Koeffizient der inneren Reibung steht unter e und unter f stehen die η -Werte die nach der Gleichung von Puluj sich ergeben.

Mischung	a	b	c		e	f
	NO	H ₂	beob.	ber.	$\eta_0 \cdot 10^{-6}$ beob.	$\eta_0 \cdot 10^{-6}$ ber.
I	0·0000	1·0000	90·7	—	84·9	—
II	0·1975	0·8025	90·5	105	141·7	139
III	0·2299	0·7701	96·5	107	145·2	144
IV	0·2835	0·7165	111·7	111	146·7	150
V	0·4508	0·5492	120	123	159·5	163
VI	0·7045	0·2955	134	141	172	174
	0·8503	0·1497	145	151	175	177
	1·0000	0·0000	162		179·7	

Das allgemeine Bild ist ungefähr dasselbe wie schon an den Mischungen N₂—H₂ und O₂—H₂ beobachtet (Klein, l. c.), die besondere Reaktionsfähigkeit des Stickoxyds zeigt keine diesbezügliche Erscheinung. Es ergibt sich dann weiters eine nur

¹ Kleint, Verh. deutsch. phys. G., Z, 145 (1905).

angenäherte Übereinstimmung mit der Formel von Puluj. Die Sutherland'sche Konstante läßt sich angenähert auch nach der Mischungsregel in diesem System berechnen. Man sieht auch hier die relativ viel größere Beeinflussung des Reibungskoeffizienten bei einer Beimengung des schwereren Gases zum leichteren.

Die innere Reibung von Propan und ihre Änderung mit der Temperatur. Das Propan wurde nach einer von Köhnlein¹ angegebenen Methode durch Erhitzen von *n*-Propyljodid mit wasserfreiem Aluminiumchlorid hergestellt. Das Gas wurde zuerst in einem Gasometer über Wasser aufbewahrt, um es von der Chlorwasserstoff- und Jodwasserstoffsäure zu befreien. Nach den üblichen Methoden zur Fraktionierung der Gase wurde das Propan nach entsprechender Trocknung in einem Benzinkältebad, dessen Temperatur anfangs durch Einblasen von flüssiger Luft bei -80° gehalten wurde, kondensiert. Von hier wurde es bei Beobachtung des am System angeschmolzenen Quecksilber-Manometers bei -50° (Pentanthermometer) in einen Bodenstein'schen Gasometer absieden gelassen. Die Analyse des Gases wurde durch Explosion einer bekannten Menge des Gases mit Sauerstoff durchgeführt. Es war von größter Reinheit.

Die Messung mit Propan ergab:

<i>t</i>		<i>T</i>	<i>t</i>		<i>T</i>	<i>C</i>	<i>t</i> ₀
von <i>p</i> — <i>q</i>	von <i>q</i> — <i>p</i>		von <i>p</i> — <i>q</i>	von <i>q</i> — <i>p</i>			
52·0	50·8	281·4	68·5	67·8	372·6	323·7	49·7
52·4	51·0		69·1	67·8			
51·5	51·3		69·3	67·8			
Mittel 51·5			Mittel 68·2				

Daraus ergibt sich für Propan $\eta_0 = 75 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$, $C = 323 \cdot 7$.²

Rankine stellt für ein Gas die empirische Beziehung auf $T_c/C = 1 \cdot 14$ ($T_c =$ kritische Temperatur). Daraus berechnet³ sich die Sutherland'sche Konstante zu $C = 324 \cdot 6$, also in sehr guter Übereinstimmung mit dem gefundenen Wert. Eine ähnliche Beziehung hat Vogel aufgestellt: $C = 1 \cdot 47 T_s$ ($T_s =$ Siedetemperatur) mit Einstellung von $T_s = 235$ für Propan ergibt sich $C = 345$.

Weiter weist Vogel darauf hin, daß man durch Einführung dieser Gleichung in die Lothar Meyer'sche Beziehung der Reibung zum Molekularvolumen V_s , nämlich

$$V_s = k [M(1 + \alpha t)]^{\frac{3}{2}} \left(\frac{1}{\eta} \right)^{\frac{3}{2}}$$

eine Formel erhält, mit Hilfe derer man die innere Reibung eines Gases annähernd für jede Temperatur T aus dem Molekularvolumen

¹ B., 16, 561 (1811).

² Siehe Zusammenstellung.

³ $T_c = 370$.

(beim Siedepunkt) V_s , Siedepunkt T_s und Molekulargewicht M berechnen kann.

$$\eta_1 = 2 \cdot 80 \cdot 10^{-5} \frac{(MT)^{1/2}}{V_s^{2/3} \left(1 + 1 \cdot 47 \frac{T_s}{T}\right)}$$

Für Propan ist nach der Kopp'schen Regel $V_s = 77$, $T_s = 235$, $M = 44 \cdot 08$, woraus sich für Propan $\eta_0 = 74 \cdot 91 \cdot 10^{-6}$ berechnet, was in guter Übereinstimmung mit dem gefundenen Wert $75 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$ steht.

Von Vogel sind Methan und Äthan gemessen worden und es seien nun die Werte für die ersten drei Vertreter der Grenzkohlenwasserstoffe zusammengestellt.

	M	T_s	V_s	gef. $\eta_0 \cdot 10^6$	ber. $\eta_0 \cdot 10^6$
Methan.....	16·03	108	38·1	103	103
Äthan.....	30·05	183	55	86	86
Propan.....	44·08	235	77	75·1	74·9

Die Anwendung der Formel von Puluj auf Propan-Wasserstoffgemische. Es ist die merkwürdige Tatsache bekannt, daß in gewissen Fällen bei Hinzufügung eines Gases von kleinerer innerer Reibung zu einem solchen von größerer das letztere nicht vermindert wird, sondern bis zu einem gewissen Grad erhöht werden kann. Das hat bereits Graham gefunden. Eine diesbezügliche andere Untersuchung findet man bei E. Thomsen¹ (dasselbst auch eine Zusammenstellung anderer solcher Beobachtungen). Die Erscheinung wird auch durch die Puluj'sche Formel wiedergegeben.

Setzt man in dieser nämlich zur Übersichtlichkeit (siehe Thomsen, l. c.)

$$\frac{m_2}{m_1} = a; \left(\frac{\eta_1}{\eta_2}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^{\frac{3}{4}} = c; p_1 = 1-x; p_2 = x,$$

wodurch natürlich x immer ein positiver echter Bruch ist, so nimmt die Formel folgende Gestalt an:

$$\eta_M = \eta_1 \frac{[1+x(a-1)]^{\frac{1}{3}}}{[1+x(c-1)]^{\frac{2}{3}}}$$

Sucht man nun die Bedingung für ein Maximum, beziehungsweise Minimum von η durch Setzen von $\frac{d\eta}{du} = 0$, so findet man

¹ Ann. d. Phys., 36, 818 (1911).

als solche $x = \frac{3}{c-1} - \frac{4}{a-1}$. Wenn also x durch Einsetzen der entsprechenden Werte eines Gemisches zwischen 0 und +1 liegt, ist ein Maximum, beziehungsweise Minimum zu erwarten. (Durch Bildung des zweiten Differentialquotienten zeigt sich, daß ein Minimum nicht möglich ist.)

Durch Einsetzen dieser Werte für Propan und Wasserstoff findet man diese Bedingung für ein Gemisch von 8% Propan erfüllt.

Im nachstehenden die Ergebnisse der Messungen, wobei die Bezeichnungen dieselben sind wie bei den Mischungen Stickoxyd-Wasserstoff.

Mischung	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		<i>e</i>	<i>f</i>
	C ₃ H ₈	H ₂	beob.	ber.	η ₀ · 10 ⁶ beob.	η ₀ · 10 ⁶ ber.
	0·0000	1·0000	84·9	—	86·01	—
I	0·0313	0·9687	93·7	92·3	89	90
II	0·0785	0·9215	105	103	93·9	91
III	0·0891	0·9109	115	106	95	91
IV	0·15	0·8499	124	121	97	90
V	0·2218	0·7782	141	138	96	88
VI	0·3271	0·6729	198	163	92	85
VII	0·5182	0·4818	—	209	87	81
VIII	0·6978	0·3022	247	251	81	80
IX	0·8037	0·1963	262	272	77	77
	1·0000	0·0000	323·9	—	75·2	—

Man sieht also, daß die Beobachtung ein viel stärkeres Maximum zeigt als die Formel. Die Abweichungen sind ziemlich beträchtlich, eine Erscheinung, die übrigens auch bei CO₂-H₂-Mischungen beobachtet wurde. (Siehe Thomsen, l. c.) Bemerkenswert ist jedenfalls der rapide Anstieg von η₀; bei Hinzufügen geringer Mengen C₃H₈. Es ergibt sich auch hier C angenähert nach der Mischungsregel aus den C der Komponenten.

Zusammenfassung. Es wird also die innere Reibung von Stickoxyd nachgeprüft, die Messung von Propan neu ausgeführt. Ferner wird die innere Reibung von Mischungen NO-H₂ und C₃H₈-H₂ gemessen und gezeigt, inwieweit Übereinstimmung mit der Formel von Pulujevic vorliegt. In der letztgenannten Mischung ergab sich ein Maximum der inneren Reibung. Es wird die Vortrefflichkeit der Apparatur von Rankine hervorgehoben.