

Technischer Prüfstand Oppau

I-126

Kurzbericht Nr. 328

über

die Viskosität einiger Benzinsorten bei tiefen Temperaturen

Abgeschlossen am 7. August 1942 Gr.

Bearbeiter: Dr. Seidel

Die Ausfertigung 10 enthält
7 Textblätter und 3 Bildblätter

Die Viskosität einiger Benzinsorten

bei tiefen Temperaturen

Übersicht: Es wird eine Versuchsanordnung unter Anwendung eines Ubbelohde-Viskosimeters beschrieben, mit der man ohne Störung durch die Luftfeuchtigkeit Viskositätsmessungen bis zu -70°C ausführen kann.

Die für verschiedene Benzinsorten gefundenen Messwerte von η werden theoretisch im Hinblick auf die Gültigkeit der Walther'schen Formel sowie der einfacheren Formel $\log \eta = A + \frac{B}{T}$ und praktisch im Hinblick auf die Störungsmöglichkeit von Kraftstoffleitungen bei tiefsten Wintertemperaturen diskutiert.

Versuchseinrichtung: Zur Ausführung der Viskositätsbestimmung wurde ein Ubbelohde-Viskosimeter gewählt. Dieses lässt sich leicht in einem durchsichtigen Dewar-Gefäß mit einem Kältebad unterbringen und für die Handhabung bei tiefen Temperaturen herrichten.

Für die Durchführung der Bestimmung ist ausschlaggebend, dass es gelingt, die Feuchtigkeit der Luft fernzuhalten; denn diese würde bei ungehindertem Zutritt zur Abscheidung von Eis führen, wodurch die Wiederholbarkeit der Messwerte in Frage gestellt würde. Um den Einfluss des schwankenden Wassergehaltes der Kraftstoffe selbst auszuschalten, wurden diese vorher über gekörntem Chlorkalzium getrocknet und unter möglichst kurzzeitiger Berührung mit der feuchten Zimmerluft in das Viskosimeter eingeführt. Es erschien zweckmässig, das Benzin nicht durch Ansaugen, sondern durch Drücken in die Kugel über der Kapillare zu überführen, um eine Verarmung an leichtflüchtigen Bestandteilen zu vermeiden. Als Er -

gebnis dieser Überlegungen wurde die auf Blatt 1 dargestellte Versuchsanordnung gewählt.

Die Wirkungsweise geht aus der Darstellung hervor. Die vier mit Kieselgel beschickten Trockenröhrchen A, B, C, D halten von dem Viskosimeter die Luftfeuchtigkeit fern. Die Gummiverbindungen müssen gasdicht sein. Der Tropftrichter E dient zum Einfüllen der Benzinproben in die fertig zusammengebaute Apparatur. Im Druckrohr F wird durch Heben des Niveaugefäßes der Überdruck erzeugt, der über die I, II - Stellung des Dreiweghahnes bei Verschliessen von D mit dem Finger das Benzin in die Kugel über der Kapillare drückt. Nachdem der Dreiweghahn auf die II, III - Stellung gebracht und der Finger von D entfernt ist, hat man an allen drei Glasröhren des Viskosimeters wieder Ausgleich mit dem äusseren Luftdruck, was zur Ausführung der Messung erforderlich ist.

Der Kapillarenfaktor des Ubbelohde-Viskosimeters, das wegen der Abmessungen der Dewar-Gefässe mit verkürzter Kapillare besonders angefertigt werden musste, wurde mit frisch destilliertem Anilin bei 20° und 30° C zu 0,0112 bestimmt.

Für die Messungen bei +20° C wurde zur Erzielung längerer Fließzeiten ein normales Ubbelohde-Viskosimeter mit noch engerer Kapillare verwendet, das den Faktor 0,00221 hatte.

Versuchsdurchführung: Für die Versuchsdurchführung sind folgende Kunstgriffe wichtig: Vor Einfüllen der Probe wird die noch vorhandene feuchte Luft dadurch verdrängt, dass man über C einen langsamen Luftstrom von 4 Blasen pro Sekunde zuleitet und bei nacheinanderfolgendem Öffnen von D, E und II, III-Stellung des Dreiweghahnes durch die anderen Wege ableitet. Wenn beim Einfüllen das Benzin im Vorstoss sitzen bleibt, kann man es durch Heben und Senken des Niveaugefäßes bei Verschluss von D und I, III - Stellung hinunterstossen. Nach Einstellen der jeweiligen Messtemperatur

ermittelt man zunächst durch Probieren diejenige Höhe des Niveaugefäßes über dem Arbeitstisch, bei der nach beendetem Hochdrücken des Benzins nur noch ein ganz geringer Überdruck herrscht und bauptsächl. einen entsprechenden Stoss von Platten auf. Man geht dann folgendermassen vor: Bei Tiefstellung des Niveaugefäßes zunächst I, III - Stellung schalten, durch Zudrücken mit einem Finger der linken Hand D verschliessen, mit der rechten Hand I, II - Stellung schalten, Niveaugefäß mit der rechten Hand so langsam anheben, dass das Benzin nicht bis über die zweite Kugel hinaus spritzt, Absetzen des Niveaugefäßes auf dem Plattenstoss, nach Aufsteige des Benzins bis zur Mitte der kleinen Kugel mit der rechten Hand auf II, III - Stellung schalten, sofort anschliessend linke Hand von D wegnehmen.

Als Kühlflüssigkeit diente Methanol, das durch einen langsamen Luftstrom mit 3 bis 4 Blasen pro Sekunde umgerührt und durch Zugabe von fester Kohlensäure heruntergekühlt wurde. Durch stetige, genau dosierte Zugabe liessen sich Temperaturen bis -30°C auf $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ und bis -60°C auf $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ konstant halten. Wie aus der Übereinstimmung der Messwerte geschlossen werden darf, genügen 10 Minuten zur Einstellung der Benzinprobe auf die Messtemperatur.

Versuchsergebnisse: Als Beispiele für verschiedene Benzinsorten wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Kraftstoffe untersucht.

Tabelle 1: Kenngrössen der untersuchten Kraftstoffe

Kraftstoffart	Brennstoff-Nr.	Siedekennziffer +Fraktionsziffer	Wichte bei 20°C
Leuna-Flugbenzin	IG. 81	88 \pm 35	0,714
Bi-Bo-Gemisch	IG. 9c	106 \pm 46	0,762
Rumänisches Grundbenzin	Durchschnitts- probe	119 \pm 52	0,732
CV2b	2527	115 \pm 36	0,770
ET 110	2460	116 \pm 37	0,763

Die gefundenen Viskositäten, die aus den Mittelwerten von je nicht über 2%, meist aber weniger als 1% streuenden Messungen errechnet wurden, zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Viskosität einiger Otto-Kraftstoffe bei tiefen Temperaturen in Centi-Stokes.

Kraftstoffbezeichnung	Brennstoff Nr.	Vorbereitung	20°	0°	-10°	-20°	-30°	-40°	-50°	-60°	-70°
Leuna-Flugbenzin	IG. 81	über CaCl ₂ getrocknet	0,58	0,72	0,82	0,93	1,08	1,29	1,57	1,94	2,44
Bi-Bo-Gemisch	IG. 90	"	0,62	0,76	0,87	1,01	1,20	1,46	1,82	2,38	-
Bi-Bo-Gemisch	IG. 90	unge-trocknet	-	0,75	0,86	0,98	1,18	1,46	1,82	2,44	-
Rumänisches Grundbenzin	Durchschnittsprobe	über CaCl ₂ getrocknet	0,68	0,84	0,96	1,13	1,35	1,64	2,06	2,64	-
GV2b	2527	"	0,70	0,88	-	1,21	-	1,82	-	3,05	-
ET 110	2460	"	0,77	0,98	1,12	1,32	1,58	1,93	2,42	3,13	-

Für die bildliche Darstellung der Viskositätszunahme mit fallender Temperatur wurde auf Blatt 2 willkürlich die in der Walther'schen Gleichung für die Viskosität von Schmierölen aufgestellte Beziehung zwischen $\log T$ und $W = \log \log (+ 0,8)$ benutzt, also ein Koordinatensystem, das demjenigen des Ubbelohde'schen Viskositäts-Temperatur-Blattes entspricht. Der Masstab für die W -Werte wurde dabei gegenüber den $\log T$ -Werten 1:10 angenommen. Ausserdem wurde auf Blatt 3 die Beziehung zwischen $\frac{1}{T}$ und $\log v$ graphisch dargestellt.

Diskussion der Versuchsergebnisse

Der Vergleich der einerseits bei getrocknetem und andererseits bei ungetrocknetem Bi-Bo-Gemisch IG.9c (s. Tabelle 2) gefundenen Werte zeigt, dass eine über die natürliche Streuung hinausgehende Abweichung der Viskosität zufolge der üblichen Feuchtigkeit der Kraftstoffproben nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann. Man wird daher keinen nennenswerten Fehler begen, wenn man annimmt, dass auch bei den anderen vier Benzinsorten die bei getrockneten Proben gefundenen Werte in guter Annäherung für die ungetrockneten gelten.

Die Darstellung nach Blatt 2 zeigt, dass innerhalb des Temperaturbereiches von +20°C bis -60°C die Viskosität der Kraftstoffe in guter Übereinstimmung nach der Walther'schen Formel $W = m (\log T_1 - \log T) + W_1$ verläuft, wobei $W = \log \log \eta$ ($\eta = 0,8$) ist.

Der Richtungsfaktor der Geraden, $m = \frac{W_2 - W_1}{\log T_2 - \log T_1}$, wurde aus den Werten von 0°C und -60°C für die einzelnen Kraftstoffe berechnet und ist in Tabelle 3 gemeinsam mit der Viskosität bei 0°C und der nach der Gleichung

$$W_p = \frac{1}{m} - 0,194 \quad (\log T_1 = 2,410 + \frac{1}{m} W_p)$$

berechneten Polhöhe aufgeführt.

Tabelle 3: Richtungsfaktor m und Polhöhe W_p für die Viskositätsgeraden der untersuchten Kraftstoffe.

Kraftstoff	Viskosität bei 0°C	Richtungsfaktor m	Polhöhe W_p
IG.81	0,72	3,53	-2,08
IG.9c	0,76	3,86	-2,45
Rumänisches Grundbenzin	0,84	3,78	-2,10
CV2b	0,88	3,83	-2,13
ET 110	0,93	3,47	-1,56

Der Richtungsfaktor ist für die einzelnen Benzinsorte nicht sehr verschieden und liegt zwischen 3,47 und 3,86.

Da der Wert für die Polhöhe in einen Bereich fällt, dem sehr kleine Viskositäten und demnach sehr hohe Temperaturen auf den Viskositäts-Geraden entsprechen, kommt ihr keine reale Bedeutung zu.

Delogarithmiert man die Walther'sche Gleichung, so erhält man eine neue Form

$$\text{II } \log(v + a) = A + \frac{B}{T} m.$$

Es ist nun interessant, dass die gemessenen Benzine auch bei der graphischen Darstellung nach der Gleichung

$$\text{III } \log v = A + \frac{B}{T}$$

eine annähernd gerade Linie ergeben (Blatt 3).

Wahrscheinlich würde eine dreigliedrige Formel

$$\text{IIIa } \log v = A + \frac{B}{T} + \frac{C}{T^2} \text{ oder}$$

$$\text{IIIb } \log v = A + \frac{B}{T} - C$$

die leicht gekrümmte Kurve in eine Gerade überführen.

Gleichungen dieser Form oder der delogarithmierten Formen

$$\text{IIIc } v = a e^{-bT} + K \text{ oder}$$

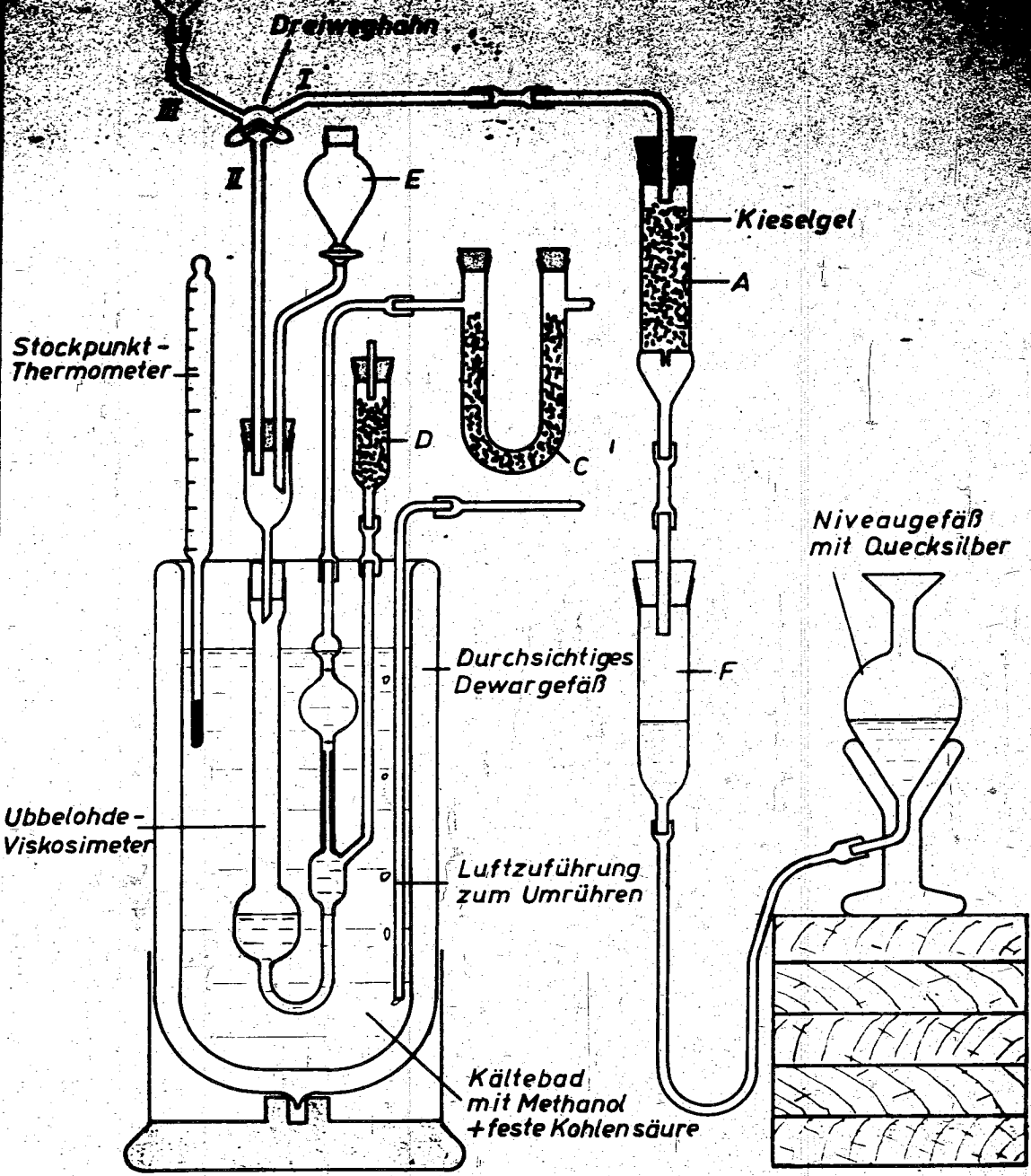
$$\text{IIId } v = a e^{-bT} + c e^{-2dT} + K \text{ oder}$$

$$\text{IIIe } v = A e^{\frac{Q}{R(T-B)}}$$

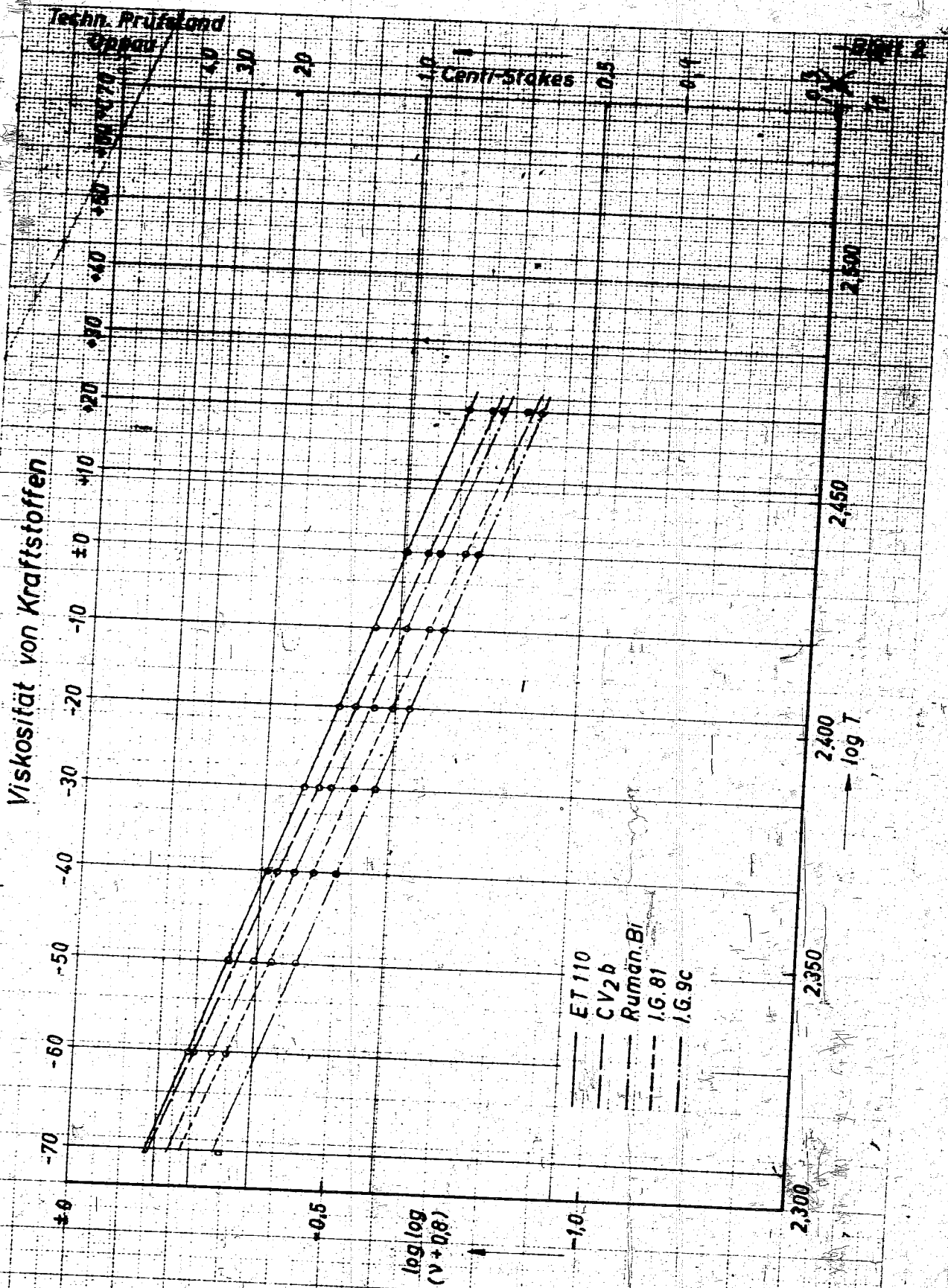
sind von anderer Seite bereits diskutiert worden (vgl. Hugel, Viskosität und Constitution, Erdöl und Kohle 1939, S. 27).

Aus den Messungen folgt für die Praxis, dass die Viskosität von Otto-Kraftstoffen bis zu den tiefsten Wintertemperaturen eine gesetzmässige, stetige Zunahme zeigt und noch immer ziemlich gering bleibt, z.B. bei -60°C etwa 2 bis 3 Centi-Stokes. Leitungsstörungen infolge Erreichung einer zu hohen Viskosität sind daher nicht zu befürchten.

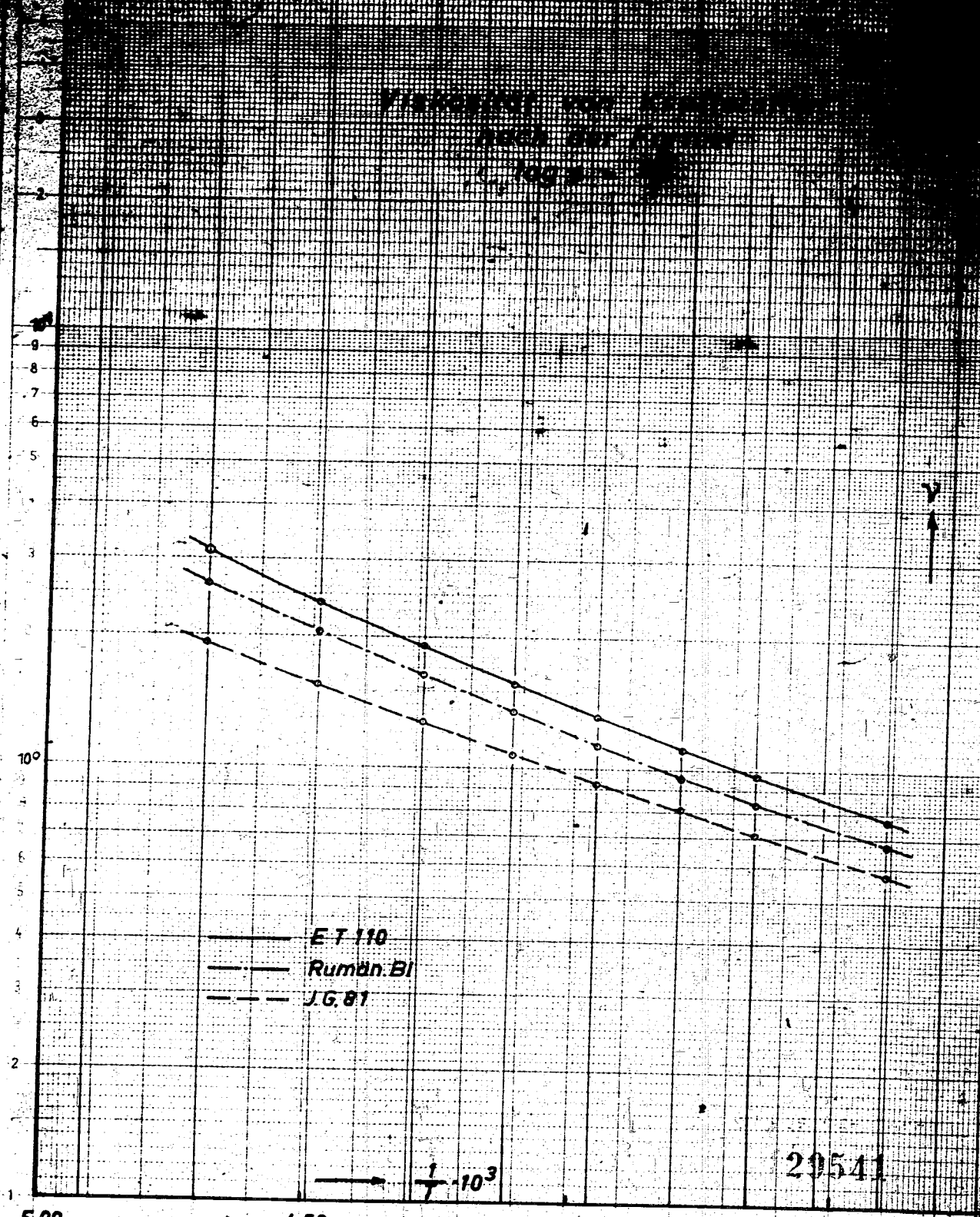
*Abkühlung und Filtration
bei tiefen Temperaturen*



29539



Vergleich der Eigenschaften nach der Methode J.G. 81



—●— ET 110
 - - - Rumän. Bl
 - - - J.G. 81

$\frac{1}{T} \cdot 10^3$

20541

5,00

4,50

4,00

3,50