

B-6v

1.6. VERFAHRENZURBESTIMMUNG DER KRAFT AUFLÖSLICHKEITEN

Techn. Prüf. und Vers.

Kurzbericht Nr. 342

über

den Verhalten des in Otto-Kraftstoffen gelösten Wassers

bei hohen Temperaturen

Abgeschlossen am 31. August 1942 Gr.

Bearbeiter: Dr. Seidel

Die vorliegende Ausfertigung () enthält
7 Textblätter, 2 Bildblätter.

Verteiler:

- 1.) Obersting. Heidenreich, Wiesbaden,
- 2.) " " "
- 3.) Fl. Oberstabsing. Eucklich, Berlin,
- 4.) Dipl. Chem. Glück
- 5.) Dr. Thiel
- 6.) Obering. Pensig
- 7.) Dr. Seidel
- 8.) Dipl. Chem. Sauer
- 9.) " " Wilhelmi
- 10-15. Nachn. Prüfstand

27675

Das Verhalten von Kraftstoffen bei tiefen Temperaturen

Einfluss der tiefen Temperaturen

Üblicherweise wird Betrieb von Ottomotoren nicht bei tiefen Temperaturen unter einer Verfrachtung der geförderten Kraftstoffmenge beobachtet. Eine Störung tritt auf, wenn sich das Kraftstoff-Wasser-Gemisch an den kalten Rohrleitungen als Eis niederschlägt und die Durchlässigkeit vermindert. Durch Zusatz von etwa 1% Äthylalkohol zum Kraftstoff wird dieses Verhalten wirksam beseitigt.

Zweck der Versuche: Es ist beobachtet worden, dass Kraftstoffleitungen infolge Eiskeinwirkung auch oberhalb des Kristallisationspunktes des Kraftstoffes verstopft werden können. Es kommt hierfür das in Spuren im Kraftstoff vorhandene Wasser durch Niederschlagen in Form von Eis an engen Leitungsquerschnitten als Ursache in Frage.

Es war nun von Interesse, den Verstopfungsvorgang anhand von messbaren Daten (z.B. Durchflussgeschwindigkeit) etwas genauer zu verfolgen, das entsprechende Verhalten verschiedener Kraftstoffsorten miteinander zu vergleichen und schliesslich zu versuchen, diese Störung durch geeignete Zusätze zum Kraftstoff zu beseitigen.

Versuchsanrichtung: Für Durchführung der Versuche war die Schaffung einer Apparatur notwendig, die unter Wahrung gut definierter und konstant zu haltender Versuchsbedingungen möglichst empfindlich auf den zu untersuchenden Vorgang der Verstopfung von Rohrleitungen bei grosser Kälte ansprach und für die einzelnen Durchflussversuche keine allzu lange Zeit in Anspruch nahm. Nach einer Reihe von Vorversuchen wurde die auf Blatt 1 schematisch dargestellte Versuchsanordnung gewählt.

Von einem hochgelegenen Vorratsbehälter fließt der Kraftstoff über ein mit Hilfe einer Schwimmerdüse konstant gehaltenes Niveau nach dem Steigrohr A, das zum Entfernen von Luftblasen dient und mit Marken für 1, 2, 3 cm³ versehen ist. Der Zulauf zum Steigrohr kann durch Schließen eines Rahmens unterbrochen werden, sodass dann nur aus dem Steigrohr Kraftstoff nachläuft, dessen Durchlaufgeschwindigkeit mit Hilfe von Eichmarken gestoppt werden kann. Der Verbindungsschlauch vom Steigrohr zum Verbindungsrohr B ist aus benzinfestem Schlauch 0,8 mm Ø (Guttasyn oder Igelit). Durch Veränderung seiner Länge kann man verschiedene Fallhöhen einstellen. Bei den nachfolgend beschriebenen Versuchen wurde eine Fallhöhe von 35 cm angewandt. Das aus Stahl gefertigte Kühlrohr ist durch Schlauchverbindungen mit wärmeisolierendem Material zwischen Rohr B und C eingesetzt und taucht bis zu einer Stelle des Kapillarkühlschleppers in das Kältebad ein. Das Kapillarrohr oben ist 100 cm lang und hat eine lichte Weite von 1 mm bei einer Wandstärke von 0,25 mm. Zur Messung der Austrittstemperatur dient ein Stempunkthermometer, das in das Rohr C eingeführt ist.

Versuchsdurchführung: Nach Einführen des Kühlrohrs in das Kältebad, das eine Temperatur von -70°C besitzt, wurde mit dem Durchlauf des Benzins auf dem Fallbehälter begonnen. Sobald nach Versuchsbeginn wurde die erste Mengenmessung durchgeführt. Dabei wurde die Zeit für den Durchlauf von 2 cm³ Benzin bestimmt. Gleichzeitig wurde die Temperatur am Kühlrohrauslass abgelesen. Diese Messungen wurden zu einem Abstand von je 5 Minuten wiederholt und die Versuche auf diese Weise solange fortgesetzt, bis ein Verschluss der Kapillare eintrat.

Die untersuchten Kraftstoffe sind mit ihren Kenngrößen in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 1: Kenngrößen der Kraftstoffe

Kraftstoffart	Brennstoff-Nr.	Siedekennziffer und Fraktionsziffer	Dichte bei 20°C	H ₂ O-Gehalt im angelieferten Zustand Vol.-%
B 3 (Leuna)	10 81	80±35	0,714	0,009
Brabag-31	74 9a	108±45	0,735	0,013
ET 110	2450	116±37	0,763	0,009
CV24	2527	115±36	0,770	0,016
Kuc.Grundöl	Durchschnittsprobe	116±60	0,727	0,015
Eichhausin	50 9	116±40	0,720	-
M.-So.-Garinol	25 9c	106±46	0,762	-

Versuchsergebnis: Die erste Messung wurde mit Kraftstoff IC 81 durchgeführt. Das Ergebnis ist in Bild 1 dargestellt. Man erkennt daraus, dass schon von Anfang an eine Verringerung der Durchlaufmenge eingesetzt. Dies ist in den ersten Minuten vielleicht zum Teil auf die Zunahme der Zähigkeit des Kraftstoffs infolge der fortschreitenden Abkühlung, zum grössten Teil aber auf die Verengung der Querschnitte durch Eisbildung zurückzuführen. Nach einer Versuchsdauer von 1 Stunde betrug die Durchlaufmenge nur noch rund 4% gegenüber dem Anfang. Die Kapillare ist also so gut wie verstopft.

Die Austrittstemperatur erreicht erst nach etwa 1/2 Stunde einen konstanten Wert von -58°C . Dieser Beharrungszustand bleibt jedoch nur kurze Zeit bestehen, da infolge der starken Verringerung der Durchlaufgeschwindigkeit gegen Schluss des Versuches der aus der Kapillare austretende Kraftstoff genügend Zeit findet sich wieder zu erwärmen, bevor er das Thermometer erreicht. Dieser Vorgang ruft ein langsames Ansteigen der Austrittstemperatur hervor.

Es war nun von Interesse, bei welcher Temperatur die Verstopfung durch Auftauen wieder behoben werden konnte. Deshalb wurde das Kühlbad langsam erwärmt. Es tropfte dabei gleichmässig langsam weiter, bis bei 0° Badtemperatur schlagartig die ursprüngliche hohe Durchlaufgeschwindigkeit wieder einsetzte. Damit ist bewiesen, dass es sich bei der Verstopfung um Abscheidung von Eis handelt, das bei 0° schmilzt.

Ein ähnliches Verstopfungsverhalten zeigen die übrigen Kraftstoffe, wie aus Bild 2 hervorgeht. Der Charakter der von den einzelnen Kraftstoffen erhaltenen Kurven ist ziemlich stark verschieden. Wie weit die hier erhaltenen Unterschiede tatsächlich auf die Zusammensetzung des Kraftstoffs zurückzuführen sind und welche Rolle dabei die Streuung spielt, wurde nicht untersucht. Man darf jedoch vor vornehmerein eine gute Wiederholbarkeit der Ergebnisse nicht erwarten; denn die Durchflussgeschwindigkeit ist einerseits proportional der Länge der Kapillare, andererseits aber umgekehrt proportional der 4. Potenz des Kapillarenradius. Wenn sich

man durch feste Ablagerungen das eine Mal ein langer flacher, das andere Mal ein kurzen dicker Nulst. bildet, so wirkt sich das naturgemäss in völlig unübersehbaren und stark vom Zufall abhängiger Weise auf den Verstopfungsgrad aus.

Die Versuche mit dem Bl-So-Gemisch 10 90 wurden abweichend bei -60°C Lufttemperatur vorgenommen, da der Kristallisationspunkt bei -50° liegt und ein stetiger Einfluss von Kristallabscheidung ausgeschlossen werden sollte. Will man eine Reihenfolge der Kraftstoffe hinsichtlich ihres Vereisungsverhaltens aufstellen, so müsste man 10 94, 10 90, 3726 als die in stärkester geförderter Reihenfolge.

Interessant ist nun die Frage, ob die Vereisungsgefahr von vier gleichen Kraftstoffmengen durch Zusatzes verringert oder ganz beseitigt werden kann. Hierin wurden vorläufig die in Tabelle 2 zusammengestellten Versuche mit Zusatz von absoluten Äthylalkohol unternommen. Da die Zusatz von Alkohol auch die Aufnahmefähigkeit von Wasser zunimmt, wurde in den meisten Fällen nach dem Alkoholzusatz durch Schütteln mit allmählich bis zur bleibenden Trübung zugefügtem Wasser den Kraftstoffen die grösstmögliche Feuchtigkeit verliehen.

Bei Vergleich von Versuch 1 mit 2 sieht man, dass in dieser Falle schon der Zusatz von 0,1% absol. Alkohols genügt, um den Kraftstoff bei einer Abkühlung bis auf -70°C vereisungsfest zu machen und bei einer Abkühlung bis auf -40°C sein Vereisungsverhalten wesentlich zu verbessern. 1% Alkoholzusatz macht den Kraftstoff offenbar völlig vereisungsicher bis zu einer Abkühlung auf etwa -50°C in einem Kältebad von -70°C (siehe Versuche 5, 16, 11, 6), selbst wenn der Kraftstoff Gelegenheit hat, sich nach dem Alkoholzusatz bei Zimmertemperatur wieder mit Wasser zu sättigen. Dagegen reicht ein Zusatz von 0,5% Alkohol noch nicht sicher aus (siehe Versuche 10, 15).

Tabelle 2: Verbesserung der Verleimungsbeständigkeit von Kraftstoffen durch Zusatz von absolutem Alkohol.

Kraftstoff	Versuch Nr.	Alkohol- Zusatz Vol-%	Bad °C	Temperatur Antritt °C	Versuchs- zeit min	Durchflussmenge bei Versuchs- ende Kraftstoff un- behandelt - Wasser/Geschüttelt
10	1	0	-50	-22 bis -27 ⁺	30	10
	2	0,1	-50	-20 ⁺	30	100
	4	0,2	-50	-30 bis -35	30	2
	5	1,0	-50	-27 ⁺	30	100
	12	0	-60	-40 bis -47	25	0
9c	13	0	-60	-37 bis -45	30	0
	14	0	-60	-40 bis -50	5	0
	15	0,5	-60	-32	30	100
	16	1,0	-60	-39	40	100
	7	0	-70	-45 bis -56	40	15 ++
81	8	0	-70	-42 bis -57	35	11
	3	0,1	-70	-40 ⁺	40	60
	9	0,2	-70	-42 bis -53	30	15
	10	0,5	-70	-46 bis -59	30	23 +++
	11	1,0	-70	-44	40	100 ++++
9	6	1,0	-70	-50 bis -52	40	100

+ Eintauchtiefe des Kühröhrchens etwas geringer, daher etwas höhere Austrittstemperatur

++ 0,009% H₂O vor
0,005% H₂O nach

+++ 0,016% H₂O vor
0,005% H₂O nach

Durchlaufen

+++ 0,015% H₂O vor
0,014% H₂O nach

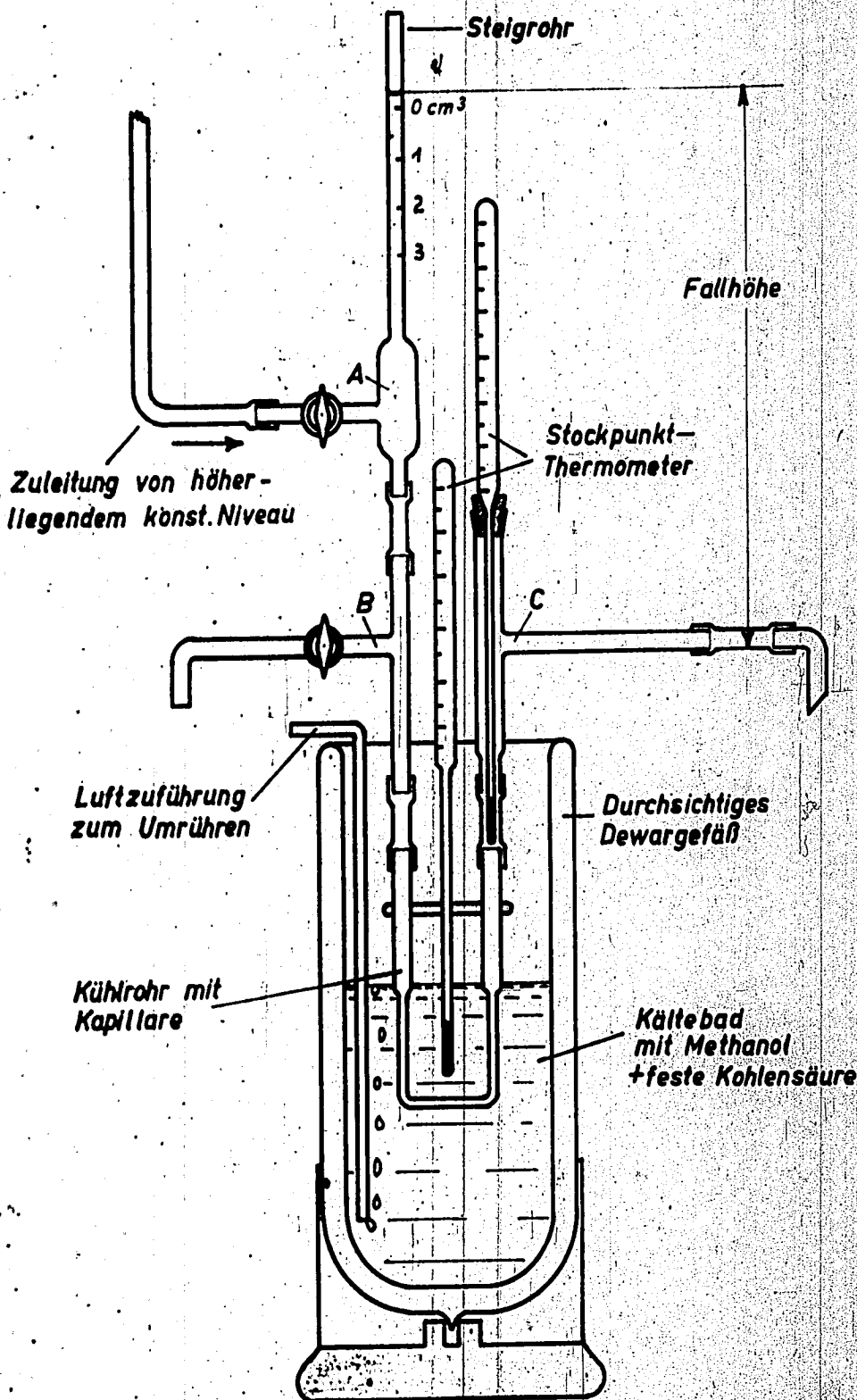
Durchlaufer

Damit ist gezeigt, dass die Vereisungsgefahr von Kraftstoffen durch Zusatz von absolutem Alkohol von Seiten des Kraftstoffes völlig beseitigt werden kann, da die hier gewählten Versuchsbedingungen besonders sicher sind und da in der Praxis niemals Bedingungen vorliegen werden, die das Auftreten von Verstopfungen in gleicher Weise begünstigen, wie z.B. die Abkühlung des Kraftstoffes von $+25^{\circ}$ bis -50° an der engsten Stelle der Leitung. Mischungen von Benzin mit geringen Alkoholmengen können auch durch geringe Wassermengen zum Zerfall gebracht werden, andererseits ist aber die Lösungsgeschwindigkeit für Wasser bei diesen Gemischen gering, sodass, wie auch die Versuche zeigen, nach Schütteln mit Wasser die Schutzwirkung des Alkohols bestehen bleibt.

Die Wirkung des Alkoholzusatzes muss man sich so vorstellen, dass das beim Abkühlen und Unterschreiten des Trübungspunktes sich in Spuren ausscheidende Wasser-Alkohol-Gemisch noch flüssig und emulgiert bleibt. In Übereinstimmung damit wurde gefunden, dass die mittels Alkohol vereisungsfest gemachten Kraftstoffe einen trüben Ablauf zeigten, während der Ablauf der Vereisung zeigenden Kraftstoffe klar war.

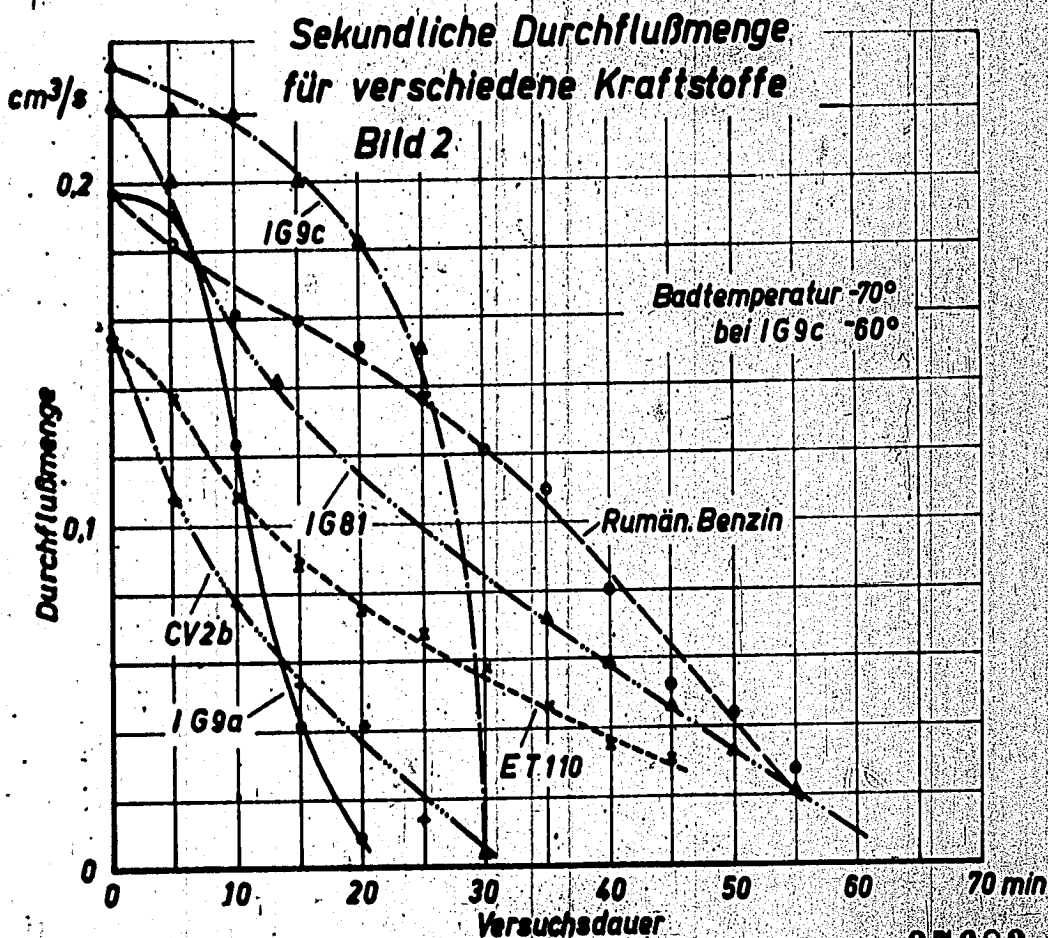
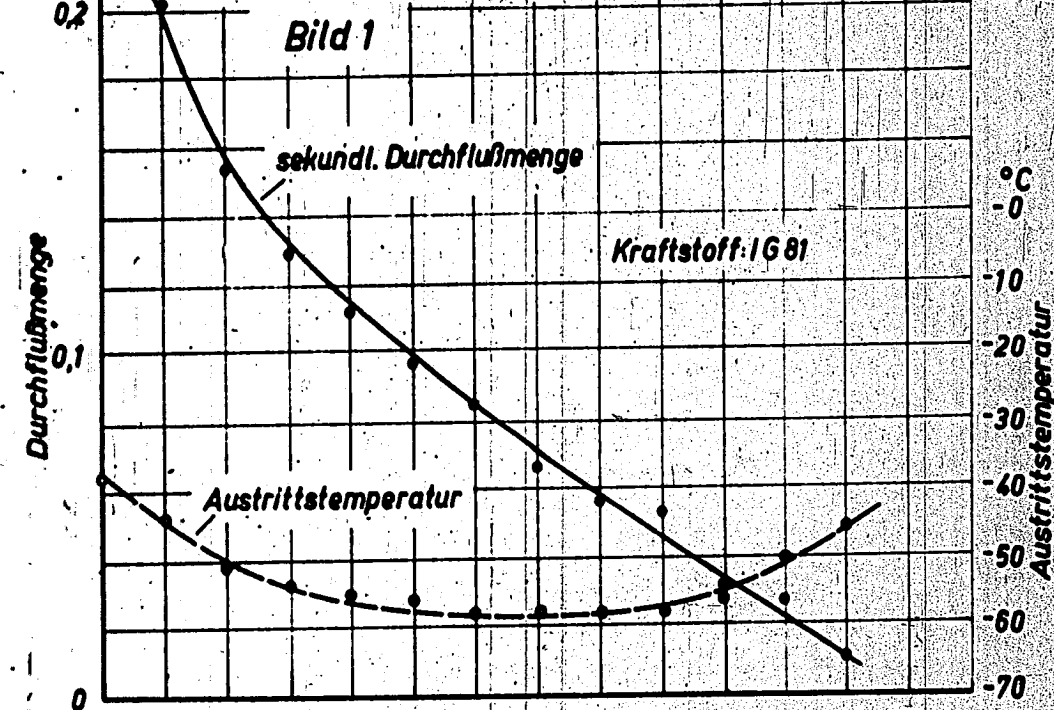
Gen. Dr. Seidel

Gerät zum Ausfrieren des in Kraftstoff gelösten Wassers



27682

Durchflußmenge und Austrittstemperatur in Abhängigkeit von der Versuchsdauer



27683