

Nur für den Dienstgebrauch

G 1-2

000423

Deutsche Luftfahrtforschung

Forschungsbericht Nr. 1905

**Bewertung von Kraftstoffen
auf ihre Neigung zur Dampfblasenbildung**

Widmaier

Verfaßt bei

**Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren
an der Technischen Hochschule Stuttgart**

**Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen
der Luftfahrtforschung des Generalluftzeugmeisters (ZWB)
Berlin-Adlershof**

000424

Zur Beachtung!

Dieser Bericht ist bestimmt für die Arbeiten im Dienstbereich des Empfängers. Der Bericht darf innerhalb dieses Dienstbereichs nur an Persönlichkeiten ausgehändigt werden, die aus dem Inhalt Anregungen für Ihre Arbeiten zu schöpfen vermögen.

Verwendung zu Veröffentlichungen (ganz oder teilweise) sowie Weiterleitung an Persönlichkeiten außerhalb des Dienstbereichs des Empfängers ist ausgeschlossen.

Der Bericht ist unter **Stahlblechverschluß** mit **Patentschloß** zu halten.

Bewertung von Kraftstoffen auf ihre Neigung zur Dampfblasenbildung.

Übersicht:

Bei Kraftstoffen bestimmter Zusammensetzung und Flüchtigkeit treten motorische Störungen durch Dampfblasenbildung auf. Diese Störungen sind durch den Kraftstoff selbst bedingt, sowie auch durch äußere Einflüsse, die hauptsächlich von der Motoranlage und vom Zustand der Umgebungsluft herrühren.

Bislang ist noch kein Prüfverfahren einheitlich festgelegt, das die Neigung von Kraftstoffen zur Dampfblasenbildung laboratoriumsmäßig bestimmt. Allgemein dienen das Siedeverhalten und der Dampfdruck heute als Maßstab. Die Bestimmung des Dampfdruckes nach Reid macht indessen gewisse Schwierigkeiten in der Handhabung des Gerätes und läßt an Genauigkeit zu wünschen übrig.

Mit dem nachstehend beschriebenen Gerät kann der absolute Dampfdruck von Kraftstoffen schnell und mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden. Ein weiteres einfaches Gerät gestattet die Prüfung der Dampfblasenbildung in Abhängigkeit von der Flughöhe.

Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren an der Technischen Hochschule Stuttgart

Institutsleiter:

W. Kamm
W. Kamm

Gliederung:

- I. Ursachen der Dampfblasenbildung
- II. Heutiger Stand der Bewertungsverfahren
 1. Laboratoriumsmäßige Bestimmung der Dampfblasenbildung
 2. Bestimmung des Dampfdruckes
 3. Folgerungen aus den heutigen Erkenntnissen
- III. Beschreibung eines neuen Gerätes zur absoluten Dampfdruckbestimmung
- IV. Versuchsergebnisse über die Dampfdruckbestimmung bei verschiedenen Temperaturen
- V. Prüfung der Dampfblasenbildung in Abhängigkeit von der Flughöhe
- VI. Zusammenfassung
- VII. Schrifttum

Der Bericht umfasst:

22 Seiten mit
10 Abbildungen und
1 Zahlentafel

Abteilungsleiter:

P. Riekert

P. Riekert

Bearbeiter:

O. Widmaier

O. Widmaier

Stuttgart, den 10. Februar 1944

I. Ursachen der Dampfblasenbildung.

Die Dampfblasenbildung kann die Strömung in der Kraftstoffanlage und damit die Kraftstoffversorgung des Motors teilweise oder vollständig unterbrechen. Sie ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß der Kraftstoff leicht siedende Fraktionen enthält, die, in den Kraftstoffleitungen oder dem Vergaser der Abwärme des Motors ausgesetzt, verdampfen. Die Dampfblasenbildung wird außerdem von dem mit der Flughöhe veränderlichen Luftdruck beeinflusst.

Demnach können drei für die Dampfblasenbildung wesentliche Einflüsse herausgeschält werden:

- 1) der Dampfdruck des Kraftstoffes, bzw. seiner Bestandteile;
- 2) der äußere auf den Kraftstoff wirkende Druck;
- 3) die Kraftstofftemperatur.

Durch die vollkommene Beherrschung jeder dieser drei Veränderlichen läßt sich das Auftreten von Dampfblasen in jeder Flughöhe vermeiden. Demnach kann außer durch Wahl des geeigneten Kraftstoffes der Dampfblasenbildung durch folgende Maßnahmen entgegengewirkt werden:

- 1) Aufladung des Kraftstoffbehälters;
- 2) Kühlung des Kraftstoffes;
- 3) Isolierung der der Wärmestrahlung ausgesetzten Kraftstoffleitungen;
- 4) Verhütung der Entstehung von Dampfsäcken in der Kraftstoffanlage;
- 5) Herabsetzung des Druckabfalles innerhalb der Kraftstoffanlage auf ein Mindestmaß;
- 6) Druckförderung des Kraftstoffes an Stelle von Saugförderung.

Da die Dampfblasenbildung eine Funktion des Dampfdruckes darstellt, wird die Neigung des Kraftstoffes zur Dampfblasenbildung im allgemeinen bis heute noch durch die Dampfdruckbestimmung nach Reid bewertet. Dieses Verfahren liefert aber

nicht immer zuverlässige Werte, da der Reid-Dampfdruck von Kraftstoffen in Gegenwart von Luft bestimmt wird und demzufolge die Ausdehnung der Luft eine entsprechende Berücksichtigung verlangt. Da außerdem, wie schon erwähnt, die Dampfblasenbildung auch noch von anderen Größen abhängt, hat man versucht, ein möglichst alle Einflüsse erfassendes Bewertungsverfahren zu finden. Übersichtshalber werden die einzelnen Verfahren zur Bestimmung der Dampfblasenbildung und des Dampfdruckes im folgenden kurz beschrieben.

II. Heutiger Stand der Bewertungsverfahren.

1. Laboratoriumsmäßige Bestimmung der Dampfblasenbildung.

A.W. Schmidt [1] hat ein Gerät entwickelt, das den wirklichen Verhältnissen möglichst nahe zu kommen sucht. Dieses Gerät besteht aus einem Blechgefäß, in dem ein der normalen Kraftstoffleitung entsprechendes Kupferrohr eingebaut ist. Das mit Wasser gefüllte Blechgefäß wird auf die Versuchstemperatur erwärmt und die Durchflußgeschwindigkeit des zu untersuchenden Kraftstoffes auf $120 \text{ cm}^3/\text{h}$ eingestellt. Es wird nun die Zeit gemessen, in der das Benzin 10 cm^3 Dampf gebildet hat. Je kürzer diese Zeit ist, desto leichter wird das Benzin zur Dampfblasenbildung neigen.

Hammerich [2] beschreibt ein Gerät, das die Verhältnisse am Fahrzeugmotor nachahmt und die sogenannte "relative Abreißtemperatur" bestimmt. Als relative Abreißtemperatur wird dabei die Temperatur bezeichnet, bei der die regelmäßige Kraftstoffförderung zum Motor unterbrochen wird. Bei der Untersuchung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen dieser Abreißtemperatur und der Kraftstoffeigenschaften fand Hammerich einen brauchbaren Anhalt für die Bewertung in dem Mittel der bis 50° und bis 70° übergehenden Anteile aus der Siedekurve. Dieser Kennwert wurde als Flüchtigkeit des Kraftstoffes bezeichnet.

Bild 1 zeigt für verschiedene Kraftstoffe den Zusammenhang zwischen der Flüchtigkeit und der relativen Abreiß-temperatur. Wie ersichtlich, liegen die Werte für Kraftstoffe gleichen Dampfdruckes auf einer Geraden. Wird die Steilheit der Strahlen durch $\lg \alpha$ gekennzeichnet, so kann aus der Beziehung zwischen relativer Abreißtemperatur (rel. AT) Reid-Dampfdruck und Flüchtigkeit (Fl.) folgende Beziehung nach Hammerich aufgestellt werden:

$$\text{rel. AT} = \frac{30 - \text{Fl.}}{\lg \alpha} + 48$$

Mit dem von Hammerich entwickelten Gerät stellte Koch [3] volumenmäßig fest, daß die durch eine Düse geförderte Kraftstoffmenge mit steigender Temperatur abnimmt und bei einer für jeden Kraftstoff kennzeichnenden Temperatur, die er als wahre Abreißtemperatur bezeichnet, nach dem Wert Null hinstrebt. Diese Temperatur betrachtet Koch als für die Dampfblasenbildung im Motor entscheidend und stellt durch Versuche fest, daß sie gut mit der Temperatur übereinstimmt, bei der der Kraftstoff den Dampfdruck 0,96 bis 1 at erreicht. Demzufolge empfiehlt Koch, die Dampfspannung der Kraftstoffe so einzustellen, daß für den Winterbetrieb 1 at bei einer Temperatur unter 50°C , für den Sommerbetrieb nicht unter 60°C erreicht wird.

Die von Koch vorgeschlagene Bewertung hat den Nachteil, daß der Kraftstoff wieder nach dem Siedeverhalten in einem Punkt bewertet wird. Die Erfahrungen dagegen zeigen, daß die Betriebsverhältnisse des Motors einen bedeutenden Einfluß auf die Dampfblasenbildung des Kraftstoffes haben. F. Schaub und H. Velde [4] haben deshalb zunächst Versuche am Motor selbst durchgeführt. Hierbei zeigte sich, daß die Abreißtemperaturen vor allem vom Kraftstoffverbrauch und von der Drehzahl des Motors beeinflusst werden.

Für die laboratoriumsmäßigen Versuche wurde deshalb ein Gerät zugrundegelegt, das den Kraftstoff unter Bedingungen prüft, wie sie im Motor vorliegen. Aus Bild 2 geht der Aufbau des Gerätes zum Messen der Abreißtemperaturen nach Schaub

und Velde hervor. Aus dem Behälter a wird der Kraftstoff über die Heisschlange b von der Pumpe c angesaugt. Die Pumpe drückt den Kraftstoff in den Vergaser d, dessen Kraftstoffpiegel an einem Schauglas e beobachtet werden kann. Von dort aus fließt der Kraftstoff über die Drosselstelle f und den Durchflussmesser g dem Überlauf h zu. Die Temperatur - bei der der Kraftstoffpiegel wegen ungenügender Förderung verschwindet, gilt als Abreißtemperatur.

Bei den Messungen an diesem Gerät zeigte sich, daß die Abreißtemperatur mit zunehmendem Kraftstoffdurchfluß für die einzelnen Kraftstoffe in unterschiedlichem Maße absinkt.

In weiteren umfangreichen Versuchsaufbauten Schaub und Velde je nach Art des Motoraufbaus die verschiedensten Einflüsse. Es ist deshalb heute nicht ohne weiteres möglich, eine Kennzahl für die Dampfblasenbildung des Kraftstoffes eindeutig festzulegen.

2. Bestimmung des Dampfdruckes.

Während für wissenschaftliche Zwecke Geräte verwendet werden, die die Motorbedingungen möglichst genau nachahmen, begnügt man sich für Abnahme - und Lieferbedingungen mit der Festlegung des Dampfdruckes.

Die Bestimmung des Dampfdruckes wird sowohl in Deutschland, als auch in den Vereinigten Staaten von Amerika heute vorwiegend in der Bombe nach Reid [5] vorgenommen. Die Reid-Bombe besteht aus einem kleinen Behälter mit Luftmantel in den eine genau bemessene Menge Kraftstoff gefüllt wird, wobei noch ein mit Luft gefüllter Raum verbleibt.

Ein mit diesem Behälter verbundener Druckmesser zeigt den Druck des Kraftstoffdampfes, der beim Einsetzen der Reid-Bombe in ein auf 37,8° C gebrachtes Wasserbad entsteht. Berücksichtigung der Ausdehnung der Luft im Behälter wird nach folgender Gleichung vorgenommen:

$$b = \frac{(P_a - P_t) (t - 100)}{460 + t} - (P_{100} - P_t)$$

Hierin bedeuten; t die Anfangstemperatur des Luftraumes in $^{\circ}F$, P_t den Wasserdampfdruck in Pfund je Quadratzoll bei $t^{\circ}F$, P_{100} desgleichen bei $100^{\circ}F$, P_a den Barometerstand in Pfund je Quadratzoll, wobei 1 Pfund/Quadratzoll = $0,0703 \text{ kg/cm}^2$ ist.

W. Dannefelser [6] führt eine neue Berichtigungsformel für die Berechnung des Reid-Dampfdruckes ein, nämlich:

$$b = \frac{(B - P_{tA}) (t_M - t_A)}{273 + t_A} + (P_{tM} + P_{tA})$$

Darin bedeuten:

- B den berichtigten Barometerstand des Untersuchungs-orts in kg/cm^2 ,
- t_A die Anfangstemperatur des Luftraums in $^{\circ}C$,
- t_M die Meßtemperatur in $^{\circ}C$,
- P_{tA} den Sättigungsdruck von Wasserdampf in kg/cm^2 bei $t_A^{\circ}C$,
- P_{tM} den Sättigungsdruck von Wasserdampf in kg/cm^2 bei $t_M^{\circ}C$.

Im Gegensatz zur amerikanischen Formel treten nach der Formel von Dannefelser immer positive Werte auf.

Ein wesentlich genaueres Verfahren zur Dampfdruckbestimmung wird von Bridgeman und Aldrich [7] angegeben. Hierbei wird der Kraftstoff mit flüssiger Luft abgekühlt und die im und über dem Kraftstoff befindliche Luft abgesaugt, Der Dampfdruck des luftfreien Kraftstoffs wird dann mit einem Quecksilbermanometer gemessen.

Dazu wird ein etwa 1 m langes, 10 mm weites, einseitig geschlossenes Glasrohr mit trockenem Quecksilber gefüllt. Das gefüllte Rohr stürzt man mit dem Finger verschlossen unter Quecksilber um. Damit wird eine vollständige Luftleere im Glasrohr erhalten und der absolute

Dampfdruck des mit Hilfe einer Pipette in den evakuierten Raum gebrachten Kraftstoffs gemessen. Die im Vakuum verdampfte Flüssigkeit drückt dann die Quecksilbersäule gemäß der Dampfspannung des untersuchten Kraftstoffs nach innen. Es ist nur noch die Höhe der Flüssigkeitsschicht und bei höheren Temperaturen der Dampfdruck des Quecksilbers zu berücksichtigen.

L. Hurel [8] beschreibt ein Gerät zur Dampfdruckmessung, das aus Pyrexglas besteht und - auf der statischen Kefmethode fußend - im Gegensatz zur Reid-Bombe, die nur Messungen bis zu einem Volumen-Verhältnis des Dampfes zur Flüssigkeit von 4 gestattet, Messungen bis zu einem Volumen-Verhältnis von 10000 zuläßt. Einige Änderungen ermöglichen, sowohl unter Vakuum als auch bei Atmosphärendruck zu arbeiten.

Ferner sei noch auf das Verfahren von Renato Salmoni [9] hingewiesen. Salmoni mißt nicht den Dampfdruck, sondern die durch Verdampfen bedingte Volumenänderung, indem er das Volumen der Luft bei Atmosphärendruck und nach Verdampfen der Flüssigkeit bestimmt. Der Dampfdruck wird dann nach der Gleichung berechnet:

$$p = (1 - V_1/V_2)$$

worin V_1 das Volumen der Luft bei Atmosphärendruck und V_2 das Volumen nach Verdampfen des Kraftstoffes darstellen.

Wie aus einer neueren Arbeit von Halla [10] hervorgeht, läßt sich der Dampfdruck auch aus der Flüchtigkeit von Kraftstoffen bestimmen. Der Dampfdruck steht mit dem Dampfgewicht g_0 je Liter Gasraum bei Sättigung in folgender Beziehung:

$$p_{\text{atm}} = g_0 \cdot 0,08213 (t + 273)/M$$

worin t die Temperatur und M das Molekulargewicht darstellen. Die allgemeine Anwendung dieser Gleichung macht Schwierigkeiten, da das Molekulargewicht von Kraftstoffen sehr verschieden sein kann.

7. Folgerungen aus den heutigen Erkenntnissen.

Die bereits bekannten Verfahren zur Bestimmung des Dampfdruckes und der Dampfblasenbildung können zusammen-

fassend folgendermaßen beurteilt werden:

- 1) Die Ergebnisse nach den verschiedenen Verfahren stimmen nicht miteinander überein.
- 2) Der Versuchsaufbau zur laboratoriumsmäßigen Untersuchung ist vielfach umfangreich.
- 3) Die wirklichen Verhältnisse können für Flugkraftstoffe nicht einfach nachgeahmt werden.
- 4) Selbst die Bestimmung des absoluten Dampfdruckes in Abhängigkeit von der Temperatur macht noch Schwierigkeiten.

Es wird nach wie vor das Bestreben sein, die Neigung der Kraftstoffe zur Dampfblasenstörung durch physikalische oder analytische Kennzahlen zu erfassen. Dies wird deshalb schwierig sein, weil diese Kennzahlen wohl kaum die vielseitigen Beziehungen zwischen Motor und Kraftstoff berücksichtigen können. Von der Kraftstoffseite her ist aber vor allen Dingen der Dampfdruck eine wesentliche Größe für die Gefahr der Dampfblasenbildung. Die Bestimmung des Dampfdruckes nach Reid liefert, wie erwähnt, keine Absolutwerte, da der Dampfdruck in Gegenwart von Luft bestimmt wird. Infolgedessen ist für jede Messung eine Berichtigung notwendig, die zu Fehlern führen kann.

Da der Zusammenhang zwischen Motor und Kraftstoff hinsichtlich der Dampfblasenbildung laboratoriumsmäßig nur auf umständliche Weise erfaßt werden kann, ist es notwendig, sich vorläufig nur auf eine Größe, nämlich den absoluten Dampfdruck, zu beschränken und die Fehlerquellen möglichst auszuschalten. Es wird deshalb ein möglichst einfaches Gerät zur absoluten Dampfdruckbestimmung angestrebt.

III. Beschreibung eines neuen Gerätes zur absoluten Dampfdruckbestimmung.

Der Gesamtaufbau zur Bestimmung des absoluten Dampfdruckes besteht (Bild 3) aus dem eigentlichen Dampfdruckgefäß mit Thermostat und einer Hochvakuumblumpe. Einzelheiten des Gefäßes sind aus Bild 4 und 5 zu ersehen.

Das aus Messing hergestellte Dampfdruckgefäß ist mit vier Stützen a, b, c, d versehen. Der Stutzen a verbindet das Gefäß mit dem Unterdruckmanometer e. Am Stutzen b ist das Quecksilberthermometer f mit einem Temperaturbereich von -60°C bis $+60^{\circ}\text{C}$ angebracht. Der Stutzen c dient zur Verbindung mit dem Glasrichter g, der den Kraftstoff aufnimmt. Der Schlauch l führt von Stutzen d zur Vakuumpumpe. Das Dampfdruckgefäß steht in dem Thermostat h, der aus den Glasstutzen i und k besteht

Zur Bestimmung des Dampfdruckes bei verschiedenen Temperaturen werden die zu untersuchende Kraftstoffprobe und das Druckgefäß mit einer Alkohol-Kohlensäureschnee-Mischung auf -50°C unterkühlt. Das Druckgefäß wird sodann mit Hilfe einer Hochvakuumpumpe möglichst vollständig luftleer gemacht und durch Zudrehen der Klemme l am Schlauch des Vakuums gehalten. Die in den Scheidetrichter g gebrachte unterkühlte Kraftstoffprobe von 200 cm^3 wird vorsichtig in das Druckgefäß gesaugt und der Dampfdruck bei der jeweils gewünschten Versuchstemperatur am Manometer in mm QS abgelesen.

Ein kleiner Fehler tritt durch die im Kraftstoff noch enthaltene und die im Druckgefäß verbleibende Luftmenge auf. Dieser Fehler ist aber gegenüber der Ungenauigkeit bei der Manometerablesung zu vernachlässigen.

Wesentlich ist die Anwendung von so viel Kraftstoff, daß in flüssiger Phase sämtliche den Dampfdruck verursachenden Benzinfraktionen enthalten sind.

IV. Versuchsergebnisse über die Dampfdruckbestimmung bei verschiedenen Temperaturen.

Die mit dieser Dampfdruckbombe zu erreichende Genauigkeit wurde durch die Untersuchung von reinen organischen Flüssigkeiten (Chloroform, Äthylalkohol, Tetrachlorkohlenstoff, Benzol) festgelegt. Aus Zahlentafel 1 und Bild 6 gehen die erhaltenen Dampfdrücke für Chloroform, Äthylalkohol, Tetrachlorkohlenstoff und Benzol in Abhängigkeit von der Temperatur hervor. Sämtliche Dampfdrücke sind etwas zu hoch, da die unter-

suchten Flüssigkeiten etwas Luft enthielten, stimmen mit den im Schrifttum angegebenen jedoch noch gut überein.

Sehr niedere Drücke werden von Manometer nicht genau angezeigt, sind aber hier auch nicht wichtig.

Von fünf verschiedenen Kraftstoffen wurden ebenfalls die Dampfdrücke bei Temperaturen von -40°C bis $+50^{\circ}\text{C}$ ermittelt. Wie Bild 7 zeigt, unterscheiden sich die Dampfdrücke der einzelnen Benzine im Bereich von -40°C bis 0°C nur wenig; erst bei Temperaturen von 0°C bis $+50^{\circ}\text{C}$ treten zum Teil erhebliche Dampfdruckunterschiede auf.

Die Anzeigegenauigkeit des Manometers läßt bei sehr kleinen Dampfdrücken - wie schon erwähnt - zu wünschen übrig, ist aber bei Dampfdrücken von 100 mm QS an befriedigend, was durch die Untersuchung der organischen Flüssigkeiten (Bild 6) bestätigt wird.

Der Vorteil des neuen Dampfdruckgerätes gegenüber der Reid-Bombe besteht darin, daß die Dampfdrücke bei verschiedenen Temperaturen, also die Dampfdruckkurven in kürzerer Zeit festgelegt werden können.

V. Prüfung der Dampfblasenbildung in Abhängigkeit von der Flughöhe.

Die heutigen Flugkraftstoffe haben einen Siedebereich von 40 bis 180°C bei einem Druck von etwa 750 mm QS. Mit der Abnahme des Druckes in der Höhe beginnt das Sieden früher. Diese Verlagerung des Siedebeginns begünstigt je nach der Flughöhe die Dampfblasenbildung.

Will man die Dampfblasenbildung in Abhängigkeit von der Höhe prüfen, so kann das in Bild 8 gezeigte Laboratoriumsgerät verwendet werden.

Der zu untersuchende auf -50°C unterkühlte Kraftstoff wird durch den Trichter b in den 250 cm^3 fassenden Erlenmeyerkolben a bis zum unteren Rand des Gummistopfens eingefüllt. Sodann wird der Kraftstoff bis zur Versuchstemperatur, bei der die Dampfblasenbildung bestimmt werden soll, im Behälter c erwärmt. Die Temperatur kann am Thermometer e, abgelesen werden. Die verdampfenden Kraftstoffanteile

werden in der Kühltalle f, die mit Hilfe der im Gefäß g enthaltenen Kühlflüssigkeit (Alkohol und Trockeneis) auf -60°C gehalten wird, kondensiert. Nun wird festgestellt, in welcher Höhe bzw. bei welchem Unterdruck Dampfblasenbildung eintritt. Dazu wird das Anschlußstück h mit der Vakuumpumpe verbunden und durch langsames Drosseln des Luftzutritts durch den Gummischlauch i der Unterdruck erzeugt, bei dem starkes Aufsteigen von Dampfblasen im Glasstutzen d auftritt. Dieser Druck wird am Manometer k abgelesen und gibt als Vergleichswert die Steigung des Flugkraftstoffs zur Dampfblasenbildung in bestimmter Höhe an.

Das Auftreten der Dampfblasen im Gefäß a beginnt bei einem geringeren als dem abgelesenen Unterdruck. Der Beginn kann aber nur mit verhältnismäßig großer Streuung erfaßt werden, da die Dampfblasenbildung von den Kanten und Unebenheiten des Versuchsgefäßes abhängig ist. Bei Berücksichtigung des Siedeverzugs erhält man dagegen gut wiederholbare Werte.

Bild 9 und 10 zeigen die Ergebnisse der Dampfblasenbestimmung für die Kraftstoffe B 4 und C 3 mit und ohne Zusatz von Pentan. Daraus ist zu ersehen, daß für beide Kraftstoffe bei niederen Temperaturen auch in großer Höhe keine Gefahr der Dampfblasenbildung besteht. Wird jedoch der Kraftstoff auf $+20$ bis $+40^{\circ}\text{C}$ erwärmt, so kann die Dampfblasenbildung schon in erheblichem Maße auftreten. Der Zusatz von 10 % Pentan wirkt sich - wie ebenfalls Bild 9 und 10 zeigen - besonders bei höheren Temperaturen sehr ungünstig aus.

VI. Zusammenfassung.

Die kritische Sichtung der Verfahren zur laboratoriums-mäßigen Bestimmung der Dampfblasenbildung und des Dampfdruckes ergibt, daß die Übereinstimmung der Ergebnisse der einzelnen Verfahren noch nicht befriedigt. Außerdem ist zur eingehenden Untersuchung der Dampfblasenbildung von Kraftstoffen unter Verhältnissen, die der Wirklichkeit entsprechen, ein umfangreicher Versuchsaufbau notwendig.

Für die Bewertung von Kraftstoffen bei Abnahme und Lieferung muß man sich heute mit der Kenntnis des Dampfdrucks begnügen. Es wurde deshalb ein Gerät entwickelt, das den Dampfdruck bei verschiedenen Temperaturen schneller als in der Reid-Bombe und mit hinreichender Genauigkeit bestimmen läßt. Das Gerät besteht aus einem Druckgefäß mit Thermostat. Das Druckgefäß wird möglichst vollständig luftleer gemacht, der Kraftstoff angesaugt und der Dampfdruck bei verschiedenen Temperaturen an einem Manometer unmittelbar abgelesen.

Zur Prüfung der Dampfblasenbildung in Abhängigkeit von der Flughöhe wurde ein weiteres einfaches Gerät gebaut, das für verschiedene Kraftstofftemperaturen den Unterdruck angibt, bei dem Dampfblasenbildung auftritt. Der Unterdruck wird mit einer Vakuum-Ölpumpe erzeugt und an einem Quecksilbermanometer abgelesen.

VII. Schrifttum.

- 1 A.W. Schmidt,
Bewertung von Kraftstoffen, Braunkohle (1937) Heft 30, S. 535.
- 2 Th. Hammerich,
Die Beurteilung von Leichtkraftstoffen hinsichtlich ihrer Neigung zur Dampfblasenbildung,
Oel und Kohle Bd. 15 (1939) S. 569.
- 3 F. Koch,
Beitrag zur Frage der Dampfblasenbildung, Kraftstoff Bd. 16 (1940) S. 205.
- 4 F. Schaub u.
H. Velde
Zur Beurteilung von Kraftstoffen hinsichtlich der Dampfblasenstörung am Motor, ATZ Bd. 44 (1941) S. 549.
- 5 W. Reid,
Nat. Petr. News Bd. 20 (1928) S. 25.
- 6 W. Dannefäuser
Oel u. Kohle Bd. 38 (1942) S. 1005.
- 7 O.C. Bridgeman
u. E.W. Aldrich,
S.A.E.-Journ. Bd. 27 (1930) S. 93.
- 8 L. Hurel,
Documentat. sci. Bd. 6 (1937) S. 168.
- 9 Renato Salmoni,
G. Chim. ind. appl. Bd. 16 (1934) S. 483.
- 10 F. Halla
Oel u. Kohle Bd. 38 (1942) S. 837.

000432

Zahlentafel 1

Dampfdrücke von organischen Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen.

			Tatsächlicher Dampfdruck mm QS	Abgelesener Dampf- druck mm QS
Chloroform bei	- 40°C		-	10
" "	- 20 "		20	27
" "	+ 0 "		61	70
" "	+ 20 "		160	174
" "	+ 40 "		369	370
Athylalkohol bei	- 40°C		0,39	10
" "	- 20 "		2,5	15
" "	+ 0 "		12	28
" "	+ 20 "		44	55
" "	+ 40 "		133	135
Tetrachlorkoh- lenstoff bei	- 40°C		-	-
" "	- 20 "		10	15
" "	+ 0 "		33	40
" "	+ 20 "		91	100
" "	+ 40 "		215	222
Benzol bei	- 40°C		-	-
" "	- 20 "		6	15
" "	+ 0 "		27	35
" "	+ 20 "		75	85
" "	+ 40 "		181	185

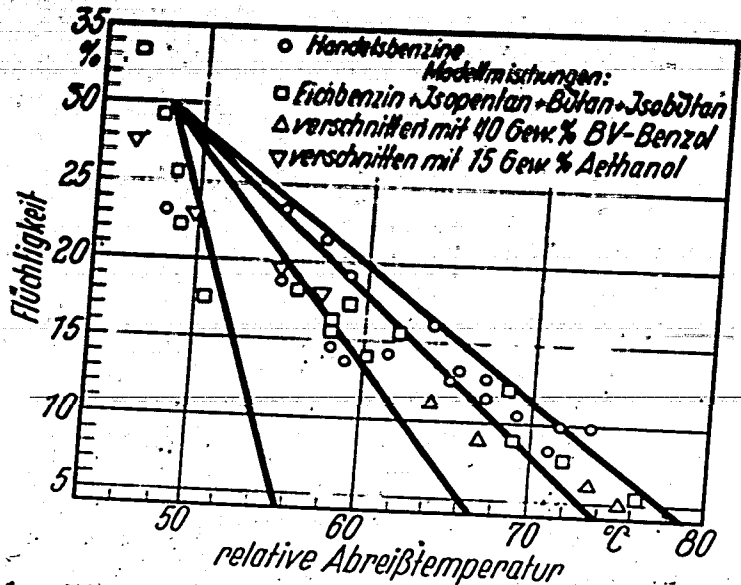


Bild 1 Abhängigkeit der Flüchtigkeit von der relativen Abreißtemperatur. (nach Th. Hammerich)

- a Vorratsbehälter
- b Heizschlange
- c Förderpumpe
- d Vergäser
- e Schauglas
- f Drosselstelle
- g Durchflußmesser
- h Überlauf
- i Sammelbehälter

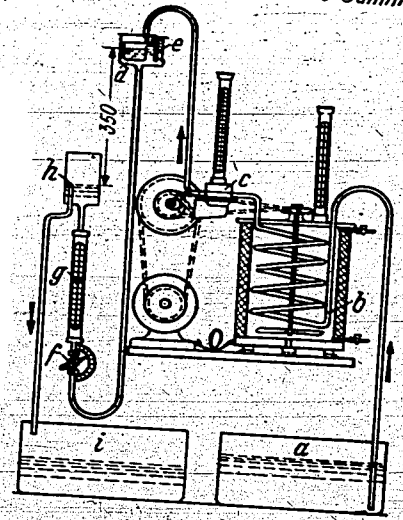


Bild 2 Gerät zur Bestimmung der Dampfblasenbildung nach Scheub und Velde.



Bild 3 - Gerät zur Dampfdruckbestimmung von Kraftstoffen
 a, b, c, d Stützen
 e Unterdruckmesser
 f Quecksilberthermometer
 g Trichter zur Aufnahme des Kraftstoffes
 h Thermostat, wird gebildet aus
 i, k (Glasstutzen)
 l Schlauch zur Vakuumpumpe

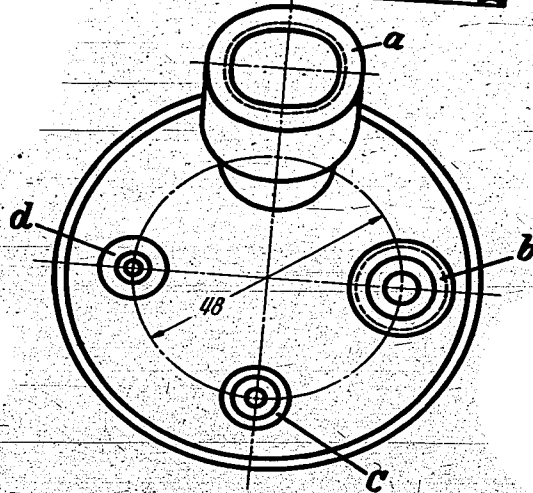
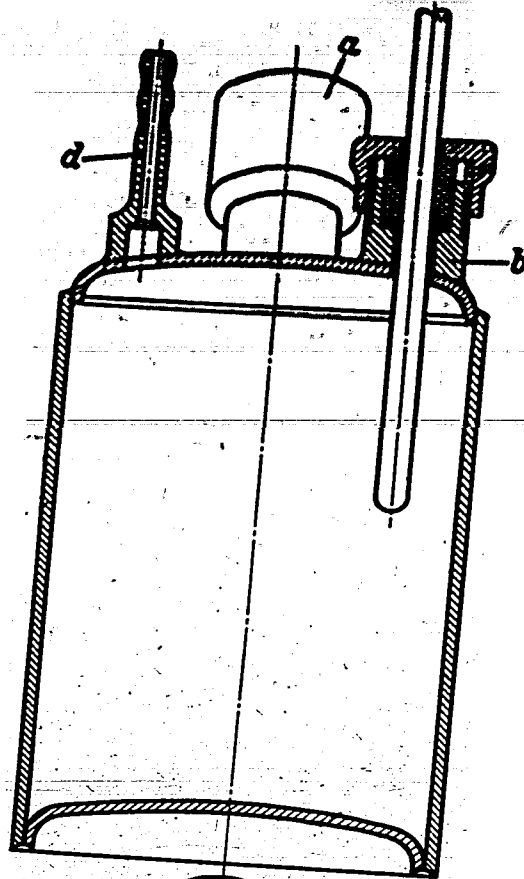


Bild 4 und 5 Druckgefäß zur Dampfdruckbestimmung von Kraftstoffen in Schnitt und Draufsicht.

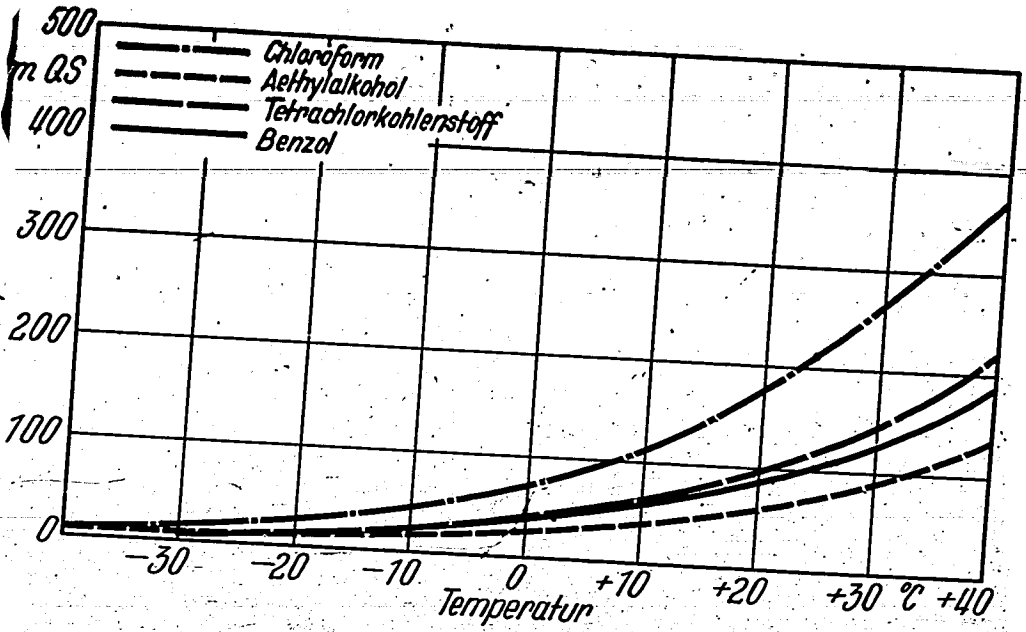
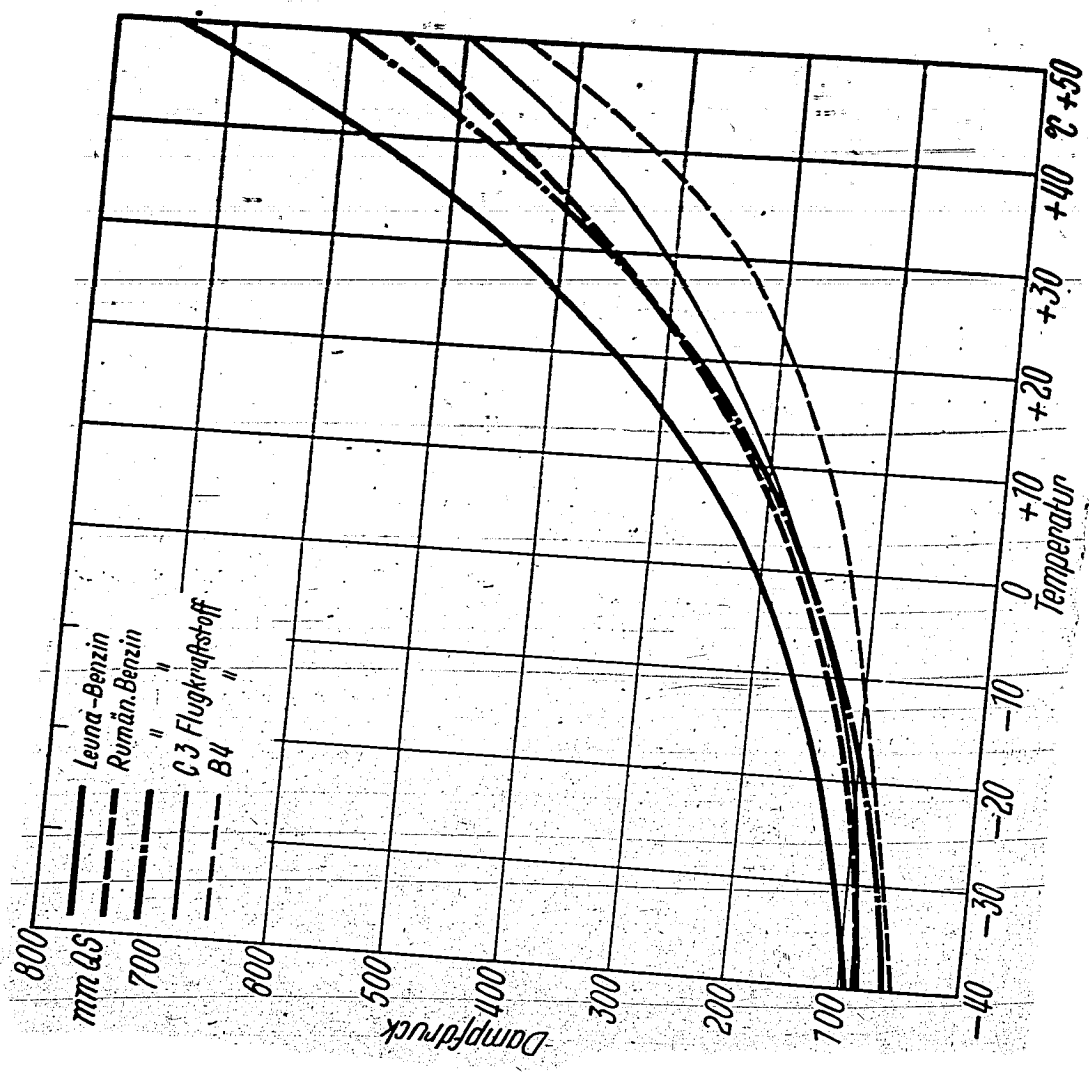


Bild 6 Dampfdrücke von organischen Flüssigkeiten in Abhängigkeit von der Temperatur.



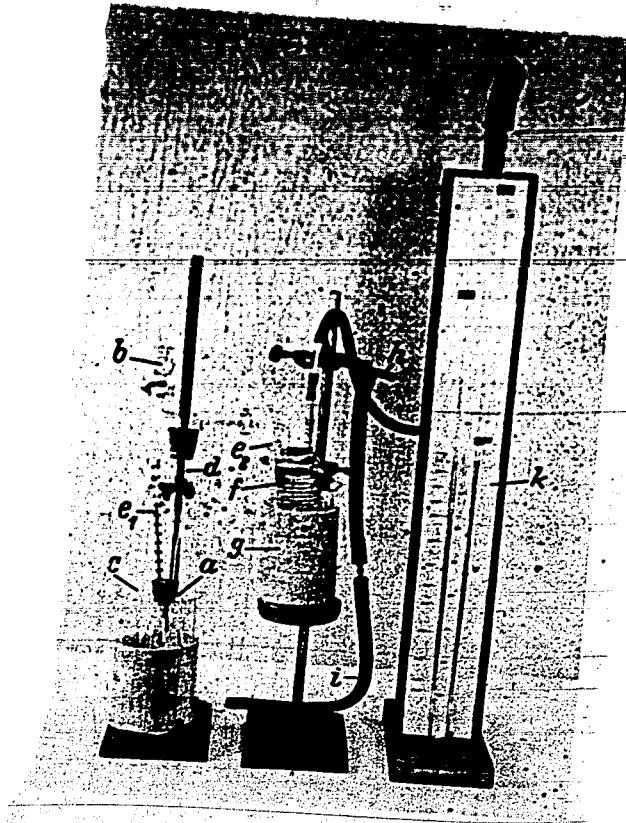


Bild 8 Gerät zur Bestimmung der Dampfblasenbildung von Flugkraftstoffen.

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| a Kraftstoffgefäß | f Kühlfalle |
| b Einfülltrichter | g Kühlbehälter |
| c Heizbehälter | h Anschluß zur Saugpumpe |
| d Glasstützen | i Druckschlauch |
| e Thermometer | k Quecksilbermanometer |

000436

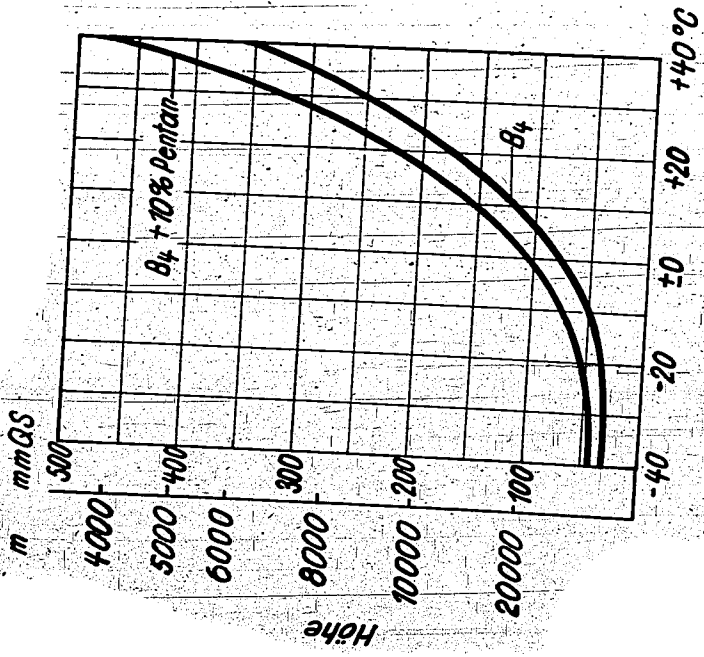


Bild 9

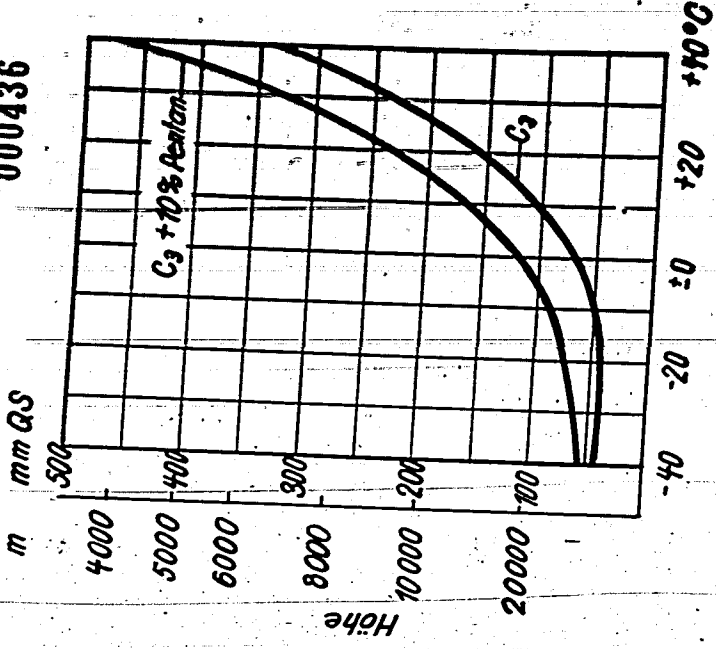


Bild 10

Bild 9 und 10 Dampfblasenbildung von Flugkraftstoffen in Abhängigkeit von Druck und Temperatur.