

BAG NO. 3896

HANNOVER

25. SAFETY FUELS

Geheim

B.A.G. Target

3806 HANNOVER

Abschlussbericht

Untersuchung über die Möglichkeit zur Vermeidung des Flüssigkeitsschlages und der Entflammbarkeit beschossener Kraftstoffbehälter.

- . - . - . - . -

Im Verlauf des verflossenen Jahres wurden Untersuchungen über die Möglichkeit der Vermeidung des Flüssigkeitsschlages und der Entflammbarkeit beschossener Kraftstoffbehälter an- gestellt. Folgende Vorschläge wurden gemacht:

1. Verwendung verschäumter Kraftstoffe
2. " gefrorener Kraftstoffe
3. " von Kraftstoffen, deren Erstarrungspunkt bei Raumtemperatur oder höher liegt.

- 1.) Die Verwendung verschäumter Kraftstoffe würde den Flüssig- keitsschlag beseitigen, jedoch entsteht so die Gefahr der erhöhten Brennbarkeit durch Bildung explosibler Kraftstoff- Luftschäume, der ungleichmässigen Kraftstoffzufuhr zum Motor, der Verschlechterung der Kraftstoffeigenschaften durch Zusatz eines Emulgators und der Erhöhung des Kraft- stoffvolumens. Aus diesen Gründen wurde der Vorschlag nicht weiter verfolgt.
- 2.) Somit wurde der zweite Vorschlag, die zur Zeit verwendeten Flugkraftstoffe durch Einfrieren in einen festen Zustand zu bringen, einer näheren Prüfung unterzogen. Folgende Vorteile sind zu erwarten:
 - a. Ein Flüssigkeitsschlag ist unmöglich.
 - b. Ein Auslaufen wird verhindert.
 - c. Der Dampfdruck ist so weit herabgesetzt, dass beim Beschuss mit Brandmunition ein Entflammen wahrschein- lich nicht eintritt.

Zum Auftauhen des Kraftstoffes sollte gegebenenfalls die Abwärme des Motors Verwendung finden, wodurch der Tank gleichzeitig als Hilfskühler wirken könnte.

Um die Verhältnisse beim Gefrieren von Flugkraftstoff-Komponenten überblicken zu können, wurden die einschlägigen Daten der Kohlenwasserstoffe des Benzinsiedebereichs aus dem Schrifttum zusammengestellt. (Vgl. Ber.Nr.1.)

Daneben wurde das Kälteverhalten von Flugkraftstoffen geprüft. Dabei ergab sich, dass diese im allgemeinen ohne wesentliche Entmischung im Temperaturbereich von -140° bis -170° nach Durchlaufen eines hochviskosen Zustandes glasig erstarren. Wegen der äusserst tiefen Temperaturlage des Erstarrungspunktes ist an eine Verfestigung von normalen Flugkraftstoffen durch Tiefkühlung nicht zu denken, weil diese nur mit flüssiger Luft oder flüssigem Stickstoff zu erreichen ist. Da aber eine Aufbewahrung von flüssiger Luft unter den im Flugzeug herrschenden Bedingungen über längere Zeit nicht möglich ist, müsste eine Luftverflüssigungsanlage mit erheblicher Kapazität eingebaut werden. Abgesehen von der Gewichtsfrage scheidet dies aber an dem zusätzlichen Gefahrenmoment einer Explosion beim Zusammentritt flüssiger Luft mit Kraftstoff, wie er beim Beschuss leicht eintreten kann.

- 3.) Mit dem Ausschluss dieser Möglichkeit wurde die Verwendung von Kraftstoffen mit einem über Raumtemperatur liegenden Schmelzpunkt untersucht. Entgegen der bei normalen Flugkraftstoffen bestehenden Forderung, dass eine Kristallbildung oder Entmischung wegen der beim Höhenflug eintretenden Abkühlung nicht auftreten darf, sollte in diesem Falle die Verflüssigung der normalerweise festen Kraftstoffe erst unmittelbar vor der Zuführung zum Motor durch dessen Abwärme oder elektrische Beheizung in einem besonders gepanzerten Aufschmelztank erfolgen. Somit wäre die

mitgeführten Mengen an flüssigen Kraftstoff auf ein Minimum reduziert und die gleichen Vorteile wie bei der Verwendung gefrorener Kraftstoffe erreicht, ohne die dabei auftretenden Nachteile in Kauf nehmen zu müssen.

In Verfolgung dieses Vorschlages wurde eine grössere Zahl Kohlenwasserstoffe, Kohlenstoff-Wasserstoff-Sauerstoff- bzw. Stickstoff-Verbindungen vorgeschlagen und teilweise einer experimentellen Prüfung unterworfen. Da die Verwendung eines einzelnen dieser Stoffe aus motorischen und rohstoffmässigen Gründen nicht in Frage kommt, erstreckte sich die Prüfung im wesentlichen auf Gemisch. Die im Rahmen dieser Untersuchungen erzielten Ergebnisse wurden in früheren Berichten mitgeteilt. (Ber.Nr.3 u.4). Es wurden die Daten folgender Zweistoffsysteme angegeben:

p-Xylol - Benzol
 Cyclohexan - Benzol
 Durol - Pinakon
 tert. Butanol - p-Dioxan
 tert. Butanol - tert. Pentanol (Amylenhydrat)
 Pinakon - Pentamethyläthanolhydrat
 Pentamethyläthan (Triptan) - Cyclohexan
 Pentamethyläthan (Triptan) - Benzol
 Pentamethyläthan - Tetramethylbutan +)

Alle vorgenannten Systeme erfüllen in irgendeiner Hinsicht nicht vollkommen die an sie zu stellenden Anforderungen, indem sie entweder tiefschmelzende Eutektika bilden, zu hohe Siedepunkte haben oder aber hygroskopisch sind.

Lediglich das System Pentamethyläthan-Tetramethylbutan zeigte als bisher einziges ein Schmelz- und Siedeverhalten, wie es von festen Flugkraftstoffen verlangt werden muss, denn Pentamethyläthan und Tetramethylbutan bilden Mischkristalle, so dass es möglich ist, jeden Schmelzpunkt zwi-

 +) Ein Teil der Stoffe wurde von Prof. Ziegler, Halle und von Dr. Hertel, RLM, zur Verfügung gestellt.

BAG

3886 HANNOVER

sehen den Schmelzpunkten der Komponenten von -25° und $+102^{\circ}$ einzustellen. Die Siedepunkte der beiden Kohlenwasserstoffe liegen bei $+80^{\circ}$ bzw. $+106^{\circ}$. Ihre Klopfbarkeit ist wie die aller Isoparaffin-Kohlenwasserstoffe ausgezeichnet (CFR-Motoroktanzahlen 116 und 130°)

Wegen der grundlegenden Bedeutung des Systems Pentamethyläthan (Triptan) - Tetramethylbutan für die Lösung des Problems wurden mit kleinen Mengen Tetramethylbutan, die von Dr. Hertel, RLM, zur Verfügung gestellt waren, die Flammpunkte des angeführten Systems gemessen. Ausserdem wurde das System Benzol-Triptan herangezogen, da seine Schmelzpunkte ungefähr in dem gleichen Bereich wie die des erstgenannten Systems liegen, in diesem Fall aber nicht Mischkristall- sondern Eutektikumbildung eintritt. Die Messungen erfolgten nach der besonderen für niedrige Flammpunkte ausgearbeiteten Methode im Pensky-Martens-Apparat. (Vgl. D. Holde, Kohlenwasserstofföle und Fette, 7. Aufl. S. 60, 1933). Die Ergebnisse sind in der Anlage graphisch dargestellt. Die Flammpunkte werden fast ausschliesslich durch den Flammpunkt der niedrigstflammenden Komponente bestimmt, ganz gleich ob Mischkristallbildung oder Eutektikum vorliegt.

So wurde z.B. der Flammpunkt einer Mischung aus 50 % Triptan und 50 % Tetramethylbutan noch bei -22° gemessen, obwohl der Flammpunkt des reinen Tetramethylbutans bei $-3,5^{\circ}$ liegt. Aber auch dieser Flammpunkt des reinen Tetramethylbutans ist so niedrig, dass auch diese für die Herstellung von Sicherheitskraftstoffen nicht in Frage kommt. Offensichtlich besitzt Tetramethylbutan trotz seines hohen Schmelzpunktes bereits unterhalb von Raumtemperatur einen für die Entflammung ausreichenden Dampfdruck.

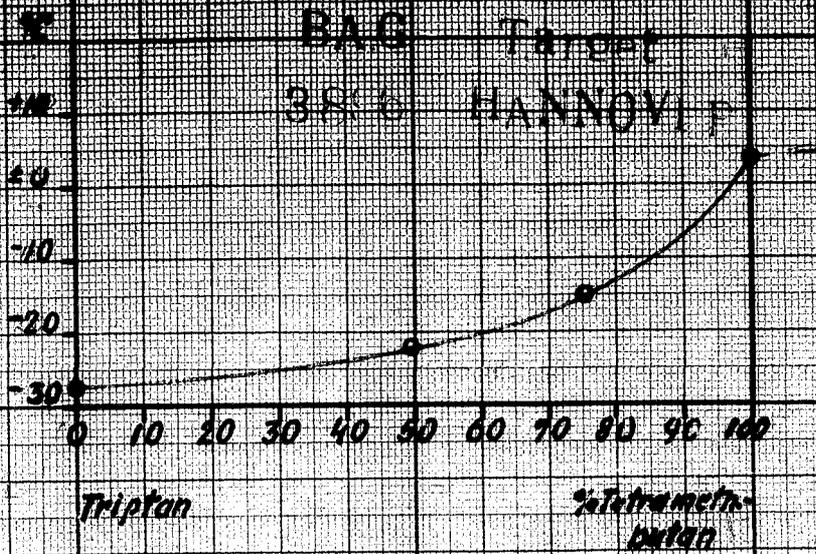
Untersuchungen an anderen vorgeschlagenen Stoffen mit geeigneten Schmelzpunkten lassen erkennen, dass lediglich die Alkohole etwas höher liegende Flammpunkte (0° bis ca. 20°) haben. Wegen ihrer hygroskopischen Eigenschaften scheiden diese aber von vornherein aus, da es dann nicht möglich ist, an der Luft beständige Gemische herzustellen, da dieselben zerfließen würden.

Daraus ist zu ersehen, dass es durch die Verwendung fester Kraftstoffe kaum möglich ist, die Entflammbarkeit von Kraftstoffbehältern erheblich herabzusetzen, zumindest so lange nicht, wie Kraftstoffe im Benzinsiedebereich gefordert werden. Aber selbst wenn man von dieser Forderung abgehen könnte, ist eine Lösung des Problems allein von der Kraftstofftechnischen Seite bei dem hohen Entwicklungsstand der Brandmunition nicht zu erwarten.

Die Verwendung fester Kraftstoffe erscheint jedoch bei Benutzung eines Stickstoff-Polsters im Tank möglich. Eine Entzündung kann dann infolge Sauerstoffmangels nicht eintreten. Die einzelnen Tankzellen müssten in diesem Falle über ein Überströmventil mit einer Stickstoffbombe verbunden sein.

Wird nur die Beseitigung des Flüssigkeitsschlages gefordert, so sind Kraftstoffe von der Art des Tetramethylbutans oder der Tetramethylbutan-Triptan-Gemische ohne Zweifel direkt einsetzbar. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, die Herstellungsverfahren für Tetramethylbutan so zu vervollkommen, dass eine technische Gewinnung möglich wird.

*Flammpunkte u. Pendly-Machtes
Triptan-Tetramethylbutan*



*Flammpunkte u. Schmelzpunkte
Benzol-Triptan*

