

Vers/O  
16.8.43

Hauptlaboratorium  
Eing.: 3. NOV. 1943  
Erledigung:  
Akt.: No.: 1360

M-11

A.D.I. (K) 3089.

6. Ausfertigung  
J.G. Fichtel  
Leitungsstelle  
Dr. Heijmann

Treibstoffuntersuchungen  
mit hypergolen Stoffen

Direktion für  
Entwicklung und Konstruktion

*Riedel*  
19/8

Sachbearbeiter:  
Dipl. Chem. Heller

Treibstoffuntersuchungenmit hypergolen StoffenÜbersicht:

Im folgenden soll eine Zusammenstellung der Treibstoffuntersuchungen mit hypergolen Stoffen gegeben werden, bei denen Salpetersäure als Sauerstoffträger verwandt wird. Der Bericht enthält neben den Forschungsarbeiten von LFM, Fa. BMW und HWK (Walterwerk), die Ergebnisse der grundsätzlichen Brennversuche beim HAP 11/EW/Vers/C, sowie die in Zusammenarbeit von Vers/C mit der LFM und der I.G. Ludwigs-hafen erfolgte Ermittlung der günstigsten Brennstoffbasis für das O2.

Im Arch. Ber. Nr. 110/2 gK "Unterlagen für das Projekt O2" wurde an Hand von einigen Skizzen die Überlegenheit der hypergolen Treibstoffe bewiesen. Die daraus ersichtliche Vereinfachung der Schaltung ist verbunden mit einer erhöhten Sicherheit im Anfahren des Gerätes. Auf Grund dieser Sachlage wurden für das Gerät O2 hypergole Treibstoffe gefordert.

Für die Treibstoffprüfung auf Pr. II, sowie für die Entscheidung für das O2 galt es die geeigneten hypergolen Stoffe aus den bisher bekannten Vorschlägen zu ermitteln. Als Ergebnis der Prüfung wurden für das O2 die Viole als Brennstoffe festgelegt.

I. Grundsätzliche Klärung der Eignung hypergoler Stoffe (1941-1942)

Da für langfristig im getankten Zustand stehende Geräte die Verwendung eines verflüssigten Gases wie  $O_2$  als Sauerstoffträger ausscheidet, sowie wegen der Nachteile, die die tiefe Temperatur des  $O_2$  mit sich bringt, war schon 1940 durch Vers/C die Verwendungsmöglichkeit von anderen Sauerstoffträgern untersucht worden. Die thermodynamische Durchrechnung einer großen Anzahl von Treibstoffkombinationen ergab als günstigste bekannte Sauerstoffträger Tetranitromethan und (nur wenig schlechter) 100 % Salpetersäure. (Vgl. Thiel und Heller, die Bedeutung der Dichte bei der Leistungsbewertung von Treibstoffgemischen für den Flüssigkeiteraketenantrieb, Arch. Ber. Nr. 81/12 gK, Tabelle 1, S. 11) Wegen der wesentlich günstigeren Beschaffungs-lage von  $HNO_3$  und wegen des hohen Schmelzpunktes von Tetranitromethan (+13°) wurden 1941 die Versuche mit 100 % Salpetersäure aufgenommen. Die dabei anfänglich auftretenden Schwierigkeiten waren zum Teil technischer Art, jedoch auch zum Teil grundsätzlich durch die Verwendung von  $HNO_3$ , eines schwer verdampfenden und schwer zersetzlichen

schwer zersetzlichen O-Trägers, bedingt. Für die Verwendung von  $\text{HNO}_3$  als O-Träger mußten daher in der Brennstoffauswahl neue Wege gegangen werden.

Durch theoretische Untersuchungen (Arch. Ber. Nr. 81/13) war nachgewiesen worden, daß nach einmal eingeleitetem Verbrennungsvorgang kein wesentlicher Unterschied gegenüber der Verbrennung von 75% Spiritus mit  $\text{O}_2$  auftritt, da die Verbrennungstemperatur von Gasöl -  $\text{HNO}_3$  gleich der von 75% Spiritus ist. Die Zündgrenzen sind ebenfalls, mindestens genau so weit, wahrscheinlich durch die Anteile von  $\text{NO}_2$  noch weiter als bei Spiritus -  $\text{O}_2$ . Die Berechnungen konnten durch Versuche, bei denen das Mischungsverhältnis geregelt wurde, bestätigt werden. Die wesentlichen Schwierigkeiten waren also nicht im eigentlichen Verbrennungsvorgang, sondern im Anfahrvorgang begründet. Die Einleitung des Verbrennungsvorganges ist bei  $\text{HNO}_3$  aus folgenden Gründen schwierig:

- Hohe Verdampfungswärme 115 Kcal/kg gegenüber 51 Kcal/kg bei flüss.  $\text{O}_2$ .
- Hohe Zersetzungswärme (in gasförmiges  $\text{O}_2, \text{N}_2, \text{H}_2\text{O}$ ) 200 Kcal/kg.
- Die Aktivierungsenergie zur Einleitung des Verbrennungsvorganges ist also bei  $\text{HNO}_3$  höher als bei  $\text{O}_2$ .

Die Erkenntnis führte zur Forderung nach Erniedrigung der Aktivierungsenergie. Diese Forderung wird durch die von Dr. Haussmann, Prof. Lutz und Dr. Noeggerath erfundenen hypergolen (= selbstentzündlichen) Brennstoffe erfüllt. Im wesentlichen enthalten deren Vorschläge als hypergole Komponente zu  $\text{HNO}_3$  ungesättigte Verbindungen und org. Amine.

Nach der Übernahme von Pr. II durch Vers/C im Mai 1942 wurden die Versuche mit einem 4,2 t/12 atü - Ofen mit hypergolen Stoffen durchgeführt. Bei dem durchgeführten langsamen Anfahrvorgang erwies es sich als gleichgültig, welcher hypergole Brennstoff verwandt wurde. Die einwandfreie Selbstentzündlichkeit konnte vor dem Brennversuch durch einen "Schälchenversuch" erwiesen werden, d.h. die Salpetersäure wurde auf einen Porzellanschälchen in den Brennstoff eingespritzt. mit folgenden Gemischen Brennversuche durchgeführt: (Vgl. Ber. über die Salbeientwicklung Arch. Nr. 110/1 gK)

O - Träger

99 %  $\text{HNO}_3$  + 3%  $\text{FeCl}_3$   
99 %  $\text{HNO}_3$

Brennstoff

Anilin  
Benzol + 1<sup>o</sup>/100 Natriumamid.

(nach Vorschlag von BMW)

Abgesehen von anfänglichen apparativen Schwierigkeiten, waren sämtliche Versuche mit hypergolen Stoffen einwandfrei. Insbesondere traten im Anfahrvorgang keine Schwierigkeiten mehr auf. (Vgl. Arch. Ber. Nr. 110/1 gK) In Verbindung mit einem langsamen Auflaufen der Ventile, gewährleisteten die hypergolen Stoffe ein einwandfreies, betriebsicheres Brennen.

Nach Beherrschung eines einwandfreien Brennvorganges wurden Versuche mit Benzol als Brennstoff durchgeführt. Der Anfahrvorgang erfolgte hypergol mit Anilin über eine Nebenleitung zur Brennstoffleitung. Durch diese Versuche war bewiesen, daß lediglich für den Anfahrvorgang die Anwendung hypergolischer Stoffe notwendig ist, während für den Hauptbrennvorgang jeder gewöhnliche Brennstoff verwandt werden kann.

Für das Gerät G2, für das eine möglichst einfache Schaltung gefordert wurde, mußte die Forderung nach rein hypergolischen Stoffen gestellt werden. (Vgl. Meller, Arch. Ber. Nr. 110/2 gK, "Unterlagen für das Projekt G2") In diesem Bericht wurde gezeigt, daß bei Verwendung von hypergolischen Stoffen sich ein wesentlich einfacheres Triebwerk ergibt, unter Einsparung von zusätzlichen Tanks, Rohrleitungen und Amaturen. Außerdem ist das Gerät betriebs sicherer, und wegen der wesentlichen Vereinfachung ist eine kürzere Entwicklungszeit des Triebwerkes möglich. Aus demselben Grunde mußte eine weitere Möglichkeit hypergolisch anzufahren fallen gelassen werden, nämlich die Unterschichtung eines normalen Brennstoffes durch einen darin unlöslichen hypergolischen Brennstoff. Die Versuche mit Gasöl als Brennstoff und Anilin als Hypergol sind einwandfrei verlaufen, diese Möglichkeit kommt also für ein neugeplantes Gerät (A9 o. dgl.) in Frage. Allerdings ist mit den praktisch in Frage kommenden Hypergolen die Forderung der Unlöslichkeit nicht erfüllt, so daß eine Abtrennung der beiden Stoffe durch eine Scheidewand erfolgen muß.

Nach der versuchsmaßigen Klärung der Anwendbarkeit und der Vorteile der hypergolischen Stoffe galt es, hypergole Stoffe zu finden, die für den praktischen Einsatz in einem langlagernden Gerät in Frage kommen. Außerdem muß die Rohstofflage bis zu mehreren 1000 t/mo gewährleistet sein. Zur Klärung der günstigsten Basis für die Treibstoffentwicklung wurden Wa Chef Ing 2, H Ro (Dr. Bark) und OKW W1 Amt (Ob. Reg. Baurat Dr. Thierer) eingeschaltet. (Anfrage an Wa Chef Ing 2 Bb. Nr. 1377/41 gK, Schreiben von H Ro Bb. Nr. 0475/42 gK, Anfrage an H Ro Bb. Nr. 0878/42 gK.)

Während einer Besprechung im OKW W Stab Ind 2/III/1e am 6.11.42 wurden von Ob. Reg. Baurat Dr. Thierer Richtlinien für die weitere Entwicklung auf dem Gebiet der hypergolischen Brennstoffe festgelegt. (Vgl. Akt. Vern. Bb. Nr. 01038/42 gK) Von den 3 hauptsächlich in Frage kommenden Rohstoffbasen:

- Benzol
- Acetylen
- Acetylen + Formaldehyd

soll Benzol nicht als Grundstoff für die Hauptkomponente des Brennstoffes genommen werden (also nur geringe Anteile von Benzol, Anilin, Toluidin, Xylidin usw.)

II. Zusammenarbeit mit LFA und Firmen auf dem Treibstoffgebiet.

Nach der grundsätzlichen Klärung der Vorteile der hypergolischen Stoffe mußten die Erfahrungen der Stellen gesammelt werden, die bisher auf dem Gebiet der hypergolischen Stoffe gearbeitet haben.

Neben den Erfindern des Hypergole

- Dr. Haussmann, I.G. Farbenindustrie Ludwigshafen
  - Prof. Lutz
  - Dr. Noeggerath
- } LFA Braunschweig

arbeiten noch auf dem Gebiet der Hypergole:

Dipl.Chem. Hemesath, Fa. BMW Spandau  
Dr. Wehage, Fa. HWK Kiel

Für die Festlegung von Treibstoffgemischen wurden folgende Anforderungen aufgestellt:

a) Für Gerät Wasserfall

Temperaturgrenze  $-40^{\circ}$  bis  $+50^{\circ}$

Innerhalb dieses Intervalls:

einwandfreie Zündung mit maximal 0,25 sek. Zündverzug,  
Beständigkeit bei Lagerung von 1 Jahr  
(ungefährer Richtwert)

Bei tiefen Temperaturen: kein Auskristallisieren,  
Zähigkeit  $\leq 40$  c.St. - bei  $-40^{\circ}\text{C}$

Rohstofflage bis zu mehreren 1000 moto gesichert.

b) Für Jäger - Projekte

Temperaturgrenzen  $-55^{\circ}$  bis  $+55^{\circ}$ .

Wegen der starken Korrosion der reinen Salpetersäure besteht beim Gerät Wasserfall noch die Forderung nach Verwendung von Mischsäure. Die Treibstoffe müssen mit 10% Mischsäure (=  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) einwandfrei zünden.

Zur Einhaltung dieser Forderungen ergab sich die Notwendigkeit der Verwendung von Mischungen verschiedener Stoffe, da reine Verbindungen, z.B. Anilin, weder die Anforderung an die Kältebeständigkeit noch an die Zündwilligkeit erfüllen. Zur Erprobung der Stoffe wurden insbesondere von LFM und BMW Methoden ausgearbeitet und Testapparaturen entwickelt, die es gestatten, sämtliche Forderungen durch exakte Zahlenwerte quantitativ zu erfassen. Besonders für die Zündverzögerungen wurden Apparaturen entwickelt, die ein genaues Messen auf 1/100 sek. gestatten. Diese Methoden, besonders die bei der LFM entwickelten, wurden als Grundlage für entsprechende Methoden der Treibstoffuntersuchungen beim HAF 11, BW übernommen.

Von den 3-Stellen LFM, BMW und HWK wurden eine Reihe von Mischungen untersucht, die den oben aufgestellten Anforderungen genügen. Die einzelnen Komponenten dieser Brennstoffe stammen im Wesentlichen aus Vorschlägen der I.G.-Farbenindustrie.

III. Übersicht über die bis 1.2.43 untersuchten Treibstoffgemische

LFM - Brennstoffe

LFM-Bericht Nr. 34 (15.4.42)

Haupt-Komponenten: Cyclohexylamin und Anilin.

Zündung sehr gut, wegen Bildung fester Carbamate des Cyclohexylamins mit  $\text{CO}_2$  der Luft jedoch ungünstig. Lösungsmittelzusatz gewährleistet keinen vollständigen Schutz gegen Ausfallen des Carbamates.

Als Lösungsmittel wurden untersucht: Benzin, Benzol, Tetralin, Spiritus, Vinylisobutyläther (I.G. Ludwigshafen).

LFM-Bericht Nr. 57 (12.8.42)

2 Typen von Hypergolen: Amin- und Visolbrennstoffe.

Die Aminbrennstoffe enthalten als Hauptkomponenten folgende Amine einzeln oder im Gemisch:

Anilin  
Cyclohexylamin  
Methylanilin  
Triethylamin  
Pyrrolidin

sowie als Zusätze Visol 2 (= Vinylisobutyläther).

Die Visolbrennstoffe enthalten im Wesentlichen folgende Visole:

Visol 1 = (n - Butyl - Vinyläther)

Visol 2 = (Iso - Butyl - Vinyläther)

Außerdem die oben genannten Amine als Zusätze.

Die Visolbrennstoffe erweisen sich den Aminbrennstoffen als überlegen, besonders in der Kälte.

LFM-Bericht Nr. 63 (5.12.42) und Bericht Nr. 64 (6.1.43)

Visolbrennstoffe mit Gemischen aus

Visol 1 (n - Butyl - Vinyläther)

Visol 2 (Butandiol - Dinylläther)

Messung der Zündverzögerung quantitativ mit Meßapparatur. Verbesserung gegenüber den Visolbrennstoffen auf der Basis von Visol 2. Die Visolbrennstoffe genügen allen Anforderungen in Bezug auf Zündwilligkeit und Kältebeständigkeit. In der Kälte sind sie den Aminbrennstoffen überlegen, insbesondere durch die zehnfach geringere Zündzeit.

LFM-Bericht Nr. 64 a (6.1.43)

Zusammenfassung sämtlicher bis 6.1.43 durchgeführten Versuche mit Amin- und Visolbrennstoffen der LFM in Tabellenform.

BMW-Brennstoffe

Die Fa. BMW bearbeitet im Wesentlichen Aminbrennstoffe und zwar hauptsächlich aromatische Amine: Anilin, Toluidin, Xylidin. (Vgl. Ber. über Toluidin vom 23.10.41 Bb.Nr. 1/42 gK und vom 31.12.43 Bb.Nr. 189/42 gK, in denen Zündversuche, sowie die Eigenschaften von ortho-, meta- und para-Toluidin beschrieben werden). Außerdem wurden von BMW eine große Anzahl von Hypergolen vorgeschlagen, die jedoch für die praktische Anwendung aus Rohstoff- oder aus Beschaffungsgründen weniger in Frage kommen, z.B. Ditolythioharnstoff.

## HWK-Brennstoffe

Die von der Fa. HWK (Walter Kiel) vorgeschlagenen Brennstoffe haben als wesentlichen Bestandteil Diketen, etwa 15 bis 20 %, außerdem Aceton oder Benzol als Lösungsvermittler, 15 % Eisenpentacarbonyl und 50 bis 60 % Benzin. Dr. Wehage (HWK) geht also von dem Prinzip aus gewöhnlichen Brennstoffen, wie Benzin und Benzol, durch Zusatz geringer Mengen anderer Stoffe hypergol zu machen. (Vgl. Akt. Verm. üb. die Besprechung am 29.1.43 in Kiel, Bb. Nr. 0129/43 gK) Einzelne Gemische und deren Eigenschaften siehe Abschnitt V.

## IV. Treibstoffentwicklung seit 1.1.1943

Auf Grund der Übersicht über die Erfahrungen der Industriestellen und der LFM mußte beim Beginn der C2-Entwicklung ein Treibstoff für die Prüfstandsversuche gewählt werden, der schon am besten den gestellten Anforderungen genügt. Von den 3 vorhandenen Typen

Aminbrennstoffe	(LFM u. BHW)
Visolbrennstoffe	(LFM)
Benzin-Diketen "	(HWK)

kamen die Aminbrennstoffe auf Grund der schlechten Benzolbasis weniger in Frage. Da Diketen noch kein technisch greifbares Produkt war, wurden die Versuche mit den Visolen begonnen, für die schon eine Produktion von 300 moto vorhanden war, so daß der Prüfstandsbedarf ohne weiteres gedeckt werden konnte.

Die Versuche wurden zunächst mit folgendem Gemisch durchgeführt

Visol 2	80 %
Anilin	15 %
Triäthylamin	5 %

Als Katalysator wurde 3 %  $\text{FeCl}_3$  in der Salpetersäure verwandt.

Entsprechend den besonderen Bedingungen des C2, sowie unter Berücksichtigung der Rohstofflage, wurde der optimale Brennstoff auf der Visolbasis entwickelt. Die Durchführung der Treibstoffentwicklung wurde von der LFM (Dr. Noeggerath) ausgeführt, an die laufend die besonderen Anforderungen des Gerätes mitgeteilt wurden. Zum Teil wurden die Versuche auch von eigenen Mitarbeitern, die zu diesem Zwecke zur LFM gesandt wurden, durchgeführt. Es wurden im Laufe dieser Entwicklung folgende Forderungen gestellt:

- 1.) Erniedrigung des Amingehaltes von 25% auf 15%  
Grund: Rohstoffbasis.
- 2.) Ersatz von  $\text{FeCl}_3$  als Katalysator durch im Brennstoff gelöstes Eisenpentacarbonyl.  
Grund: Erhöhte Korrosion durch Salpetersäure mit  $\text{FeCl}_3$ , Schwierigkeiten im Prüfstandsbetrieb bei Herstellung der Mischungen, Gefährdung der Ventile und Zerstäuberdüsen durch ungelöste Kristalle.
- 3.) Verringerung der Zahl der Komponenten.

4.) Einstellung des Brennstoffes auf verschieden-prozentige Mischsäuren, als endgültige Forderung: 10%-ige Mischsäure.

Grund: Da die Versuche der Behälterfachleute zur Erzielung von korrosionsbeständigen Salpetersäuretanks noch nicht zum Ziele geführt hatten, wurde Anfang März von Vers/C unter Zurückstellung der Bedenken eines Leistungsverlustes die Verwendung von Mischsäure vorgeschlagen. Auf eine briefliche Anfrage vom 4.3. wurde von der I.G. erneut bestätigt, daß bei Verwendung eines Zusatzes von 10% Schwefelsäure zur Salpetersäure gewöhnliche, unlegierte Stähle verwandt werden können (Vgl. auch Akt.Verm.über Dienstreise von Ing.Lojda vom 12.3.43, Bb. Nr. 082/43 g) Wegen der geringeren Lagerzeit der Geräte 02 wurde zunächst mit Prozentgehalten von 3 bis 7% gerechnet. Die Korrosionsversuche haben jedoch ergeben, daß tatsächlich mindestens 9% Schwefelsäure zugesetzt werden müssen, um überhaupt eine Passivierung zu bewirken.

Die auf Grund eines Forschungsauftrages von Prof.C.Wagner, Darmstadt durchgeführten Rechnungen haben in Übereinstimmung mit den überschlagsmäßigen Rechnungen von Vers/C ergeben, daß der theoretische Verlust durch Verringerung der Ausströmgeschwindigkeit 4% bei 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- Zusatz beträgt. (Vgl.Arch.Nr. 20/18 g) Die Zündversuche wurden von diesem Zeitpunkt ab mit Salpetersäure und mit Mischsäure durchgeführt.

Auf Grund der obigen Forderungen wurde von der LFM der Brennstoff 1062 entwickelt, der zunächst allen Anforderungen genügte.

Zusammensetzung:

Visol 1 roh	57,5	Gew.%
Visol 4 "	25,8	" %
Anilin	15,0	" %
Eisenpentacarbonyl	1,7	%

Mit diesem Stoff wurden etwa 50 Brennversuche mit 99 % Salpetersäure als O-Träger mit dem 4,2 t/12 atü-Ofen durchgeführt, die einwandfrei verliefen. Zur Kontrolle wurde vor jedem Versuch die Zündwilligkeit durch einen Schälchenversuch bestätigt. Bei der Lagerung dieses Brennstoffes stellte sich heraus, daß bei Luftzutritt eine langsame Zersetzung des Eisenpentacarbonyls eintritt. (wahrscheinlich durch Abgabe von CO). Es wurden infolgedessen bei der LFM Versuche mit den von der I.G. vorgeschlagenen Eisensalzen der Naphtensäuren (Soligen) und der Vorlauffettsäure (Losifen) durchgeführt, die positiv verliefen.

V. Untersuchungen von BMW- und HWK-Stoffen in Braunschweig

Parallel zu der Entwicklung der Visolbrennstoffe wurden in Braunschweig Versuche mit den besten Gemischen von BMW und HWK durchgeführt, um Vergleichswerte zu erhalten und eine Entscheidung über die Treibstoffe fällen zu können. Am 3.3. und 5.3.d.J. wurden folgende Stoffe untersucht (Vgl.Bericht der LFM, Bb.Nr. T 34/43 gK - LFM, 0344/43 gK - HAP 11/EW):

BMW	1	2	3	4	5
Rohxylydin	20%	20%	10%	30%	50%
Anis-Manis	20%	30%	45%	20%	--
Äthylanilin	20%	20%	--	20%	--
Triäthylanilin	--	--	5%	--	50%
Schwerbenzin	20%	15%	--	15%	--
Lösungsbenzol	20%	15%	40%	15%	--

Anis-Manis = Gemisch von Anilin, Methyl- u. Diäthylanilin.

HWK	156	176	184
Benzin	39,4 %	44,2 %	39,8 %
Benzol	19,1 %	--	9,5 %
Diketen	16,6 %	16,8 %	15,5 %
Eisenpentacarbonyl	13,8 %	15,8 %	14,8 %
Aceton	6,0 %	7,8 %	15,2 %
Diäthylanilin	--	15,4 %	--

LFM	551	828	1063
Visol 2 rein	87,5 %	--	--
Visol 1 roh	--	48,0 %	62,5 %
Visol 4 roh	--	28,2 %	20,8 %
Anilin	10,0 %	23,8 %	15,0 %
Pyrrolidin	--	--	--
Eisenpentacarbonyl	2,5 %	--	1,7 %

Es wurde bei diesen Vergleichsversuchen bestimmt:

Erstarrungspunkt

Trübungspunkt

Zähigkeit in der Kälte

Zündverzug mit 99% HNO<sub>3</sub> bei +20°, -40°, -50° u. 55°.

Ergebnis:

BMW-Stoffe:

Zähigkeit bei -40° 20 - 30 c.St.

Zündverzögerung bei +20° 8 - 20/100 sek.

bei -40° 15 - 25/100 sek.

**HKW-Stoffe:**                   Zähigkeiten bei  $-40^{\circ}$                    2 o. St.  
                                   Zündverzögerung bei  $+20^{\circ}$                3 - 7/100 sek.  
                                                   bei  $-40^{\circ}$                                    nur bei Stoff 176 gering: 16/100 sek. sonst 40/100 sek.

Stoff 176 ist jedoch wegen Aminzusatz nicht stabil.

**LFM-Stoffe:**                   Zähigkeiten bei  $-40^{\circ}$                    1,5 - 4 o. St.  
                                   Zündverzögerung bei  $+20^{\circ}$                4 - 7/100 sek.  
                                                   bei  $-40^{\circ}$                                    15 - 24/100 sek.

BMW- und LFM-Gemische erwiesen sich in Bezug auf die Zündung fast als gleichwertig, in der Kälte weisen die BMW-Stoffe jedoch höhere Zähigkeit auf.

Die HKW-Gemische haben entweder zu großen Zündverzug in der Kälte, oder sie sind bei  $+50^{\circ}$  nicht stabil (Zersetzung und Polymerisation von Diketen besonders bei Gegenwart von Aminen.)

Auf Grund dieser Ergebnisse wurden von den 3 beteiligten Stellen erneut verschiedene Gemische aus bereits bekannten Einzelkomponenten zusammengemischt und am 26.3. bis 1.4. in Braunschweig erprobt (Vgl. Ber. der LFM, Bb.Nr. T 50/43 gK-LFM, Nr. 0421/43 gK-HAP 11/EW.)

BMW	97	100	104	106
Rohxylidin F	20 %	10 %	10 %	20 %
Anis-Manis	20 %	30 %	10 %	20 %
Diäthylanilin	20 %	10 %	10 %	--
Isohexylamin	--	10 %	5 %	20 %
Isobutyronamin	20 %	--	5 %	20 %
Schwerbenzin	10 %	10 %	10 %	10 %
Lösungsbenzol	10 %	10 %	20 %	10 %
Visol 1	--	10 %	10 %	--
Visol 4	--	10 %	20 %	--

HKW	181	200	220	LFA	1062
Benzin B 4	55 %	52 %	46 %	Visol 1 roh	57,5 %
Aceton	15 %	9 %	15 %	Visol 4 "	25,8 %
Diäthylanilin	8 %	10 %	15 %	Anilin	15,0 %
Diketen	14 %	--	14 %		
Divinylacetylen	--	15 %	--	Eisenpentacarb.	1,7 %
Eisenpentacarbonyl	8 %	9 %	10 %		

Ergebnis:

Zshigkeit und Zündverzögerungen sind wie bei den Gemischen vom 3.3. Außer HWK-Stoff 200, der sehr großen Zündverzögerung hat, liegen die Zündverzögerungen sämtlicher Stoffe bei  $-40^{\circ}$  bei 15/100 sek. Wie spätere Lagerversuche ergeben, sind nur die Amin- und die Visolgemische bei  $+50^{\circ}$  1/4 Jahr lagerbeständig, während die Diketenstoffe sich zersetzen.

VI. Weitere Arbeiten von LFM

- a) Vorarbeiten zum OKH - Auftrag 299/4000/42 g, "Durchführung von Zünd- und Brennversuchen" und 299/4001/42 g "Konstruktions-Vorschläge für Mischsysteme" (Vgl. Bb. Nr. 049/43 gK)

Es wurden mit Unterstützung vom HAP 11/EW (durch Entsendung von 4 Handwerkern) Prüfstandsumbauten vorgenommen, um die hypergolen Stoffe unter Prüfstandsbedingungen erproben zu können.

- b) Korrosions- und Haltbarkeitsversuche

Es wurden Stoffe auf ihre Beständigkeit gegen Salpetersäure und gegen Visole untersucht.

LFM-Bericht Nr. 72 (1.4.43, Auftrag von HAP 11/EW)

"Vergleich der Korrosions-Wirkung von reinem konzentrierten und eisenitrathaltigem Ignol" (= Salpetersäure)

Ergebnis: Zusatz von  $6\% \text{ Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  vermindert die Korrosion etwas.

LFM-Bericht Nr. 73 (1.4.43, Auftrag von HAP 11/EW)

"Beständigkeit einiger Kunststoffe gegenüber Visolen und Visol-Brennstoffen"

Ergebnis: beständig sind: Erburite

Dynagen LH 75

hart werden: Mipolam, W3, W13

es quellen: Gumonil, Dynagen 7301, T 213, Bana S

aufgelöst werden: Oppanole

LFM-Bericht Nr. 75 (20.5.43, Auftrag von HAP 11/EW)

"Reaktionen von Visolen mit Mischsäuren"

Ausgehend von den bei der LFM entwickelten Brennstoffen sollten geeignete Brennstoffe für die Zündung mit 3 bis 7% Mischsäure MS 3 - MS 7 gefunden werden.

Ergebnis: Zündwilligkeit mit Mischsäure im Vergleich mit reiner Säure in der Wärme schlechter, eine Vergrößerung des  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - Gehaltes von 3 auf 5 u. 7% bewirkt eine Verschlechterung.

Zündwilligkeit mit Mischsäure im Vergleich mit reiner Säure in der Kälte gleich, eine Vergrößerung des  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - Gehaltes bewirkt eine Verbesserung.

Der Katalysatoreinfluss ist gering (Eisen unwirksam, da unlösliches Eisensulfat ausfällt).

Neben dem bisherigen Katalysator Eisenpentacarbonyl wurden die von der I.G. herausgebrachten Eisensalze des Soligens und Losifens untersucht. Haltbarkeit der damit angesetzten Visol-Brennstoffe besser.

LFM-Bericht Nr. 76 (25.5.43)

"Ersatz von Visol 1 durch Visol 6"

Auf Anregung der I.G. Ludwigshafen erfolgte die Untersuchung von Brennstoffen auf der Basis von Visol 6 = Vinyläthyläther.

Grund: Rohstofflage

Ergebnis: Positiv

Ein Ersatz von Visol 1 durch Visol 6 ist ohne weiteres möglich.

Katalysator: Soligeneisen.

Kälteeigenschaften genau so günstig, jedoch Siedepunkt  $+35^{\circ}$ . Besonders günstige Ergebnisse mit MS 10.

Untersuchte, besonders gute Brennstoffe:

Nr. 1124

Visol 6	57,5 %
Butanol	5,6 %
Visol 4 roh	24,3 %
Anilin	12,6 %

Nr. 1147

100 cm<sup>3</sup> 1124  
+ 2 g Sol.Fe

Zündverz. mit Sv <sup>1)</sup>	(-40°)	14/100 sek.
" "	Sv (+20°)	3,6/100 sek.
" "	Sm <sup>1)</sup>	(-40°) 13/100 sek.
" "	Sm (+20°)	14/100 sek.

Diese entsprechen also annähernd dem Brennstoff 1062.

LFM-Bericht Nr. 84 (26.6.43) (Vgl. Akt. Verm. Bb. Nr. E 756/43 gK)

Entsprechend dem am 9.6.43 von der Forschungsführung des RLM (Dr. Hertel) erteilten Auftrag, wurden bei der LFM Versuche durchgeführt, um einen einheitlichen Brennstoff für die Projekte Wasserfall und den R-Jäger auf Grund der Rohstofflage zu schaffen, d.h. also mit etwa 30 - 40 % Visol (Vgl. Abschn. über Rohstofflage)

Ergebnis: Negativ.

Die Versuche waren eine Bestätigung der früheren, bereits bekannten Versuche, daß Gemisch aus Aminen und Visolen bei 15 und 85 % Visol ein Optimum und bei 30 bis 60 % ein Minimum der Zündwilligkeit aufweisen. Die gleichen Verhältnisse wurden sowohl mit Salpetersäure als auch mit Mischsäure erhalten.

- 1) Sv-Stoff = Salpetersäure  
Sm-Stoff = 10 %ige Mischsäure

Weitere Versuche mit Mischsäure 10:

Beste Stoffe 1158 = 1062 mit 2,3 % Sol. - Eisen.

1189 = 828 " 2,3 % " "

Zündverzögerung 17 - 18/100 sek. bei +20° u. -40°.

Zusammensetzung von 1158: 57,0 % Visol 1  
 25,7 % Visol 4  
 15,0 % Anilin  
 2,3 % Sol.Eisen.

Neuer Stoff:

Fantol 5 S = Furfurylalkohol

Zusatz von 10% erniedrigt die Zündverzögerung in der Kälte auf 12 - 16/100 sek., in der Wärme auf 7 - 9/100 sek. (ohne Katalysator).

VII. Untersuchungen eigener Mitarbeiter bei der LFM

Bis zur Fertigstellung und Einrichtung des Laboratoriums auf Prüfst. II wurden zur Unterstützung der LFM in Braunschweig eigene Mitarbeiter entsandt, um die dort laufenden Untersuchungen möglichst schnell zum Abschluß zu bringen.

Im Rahmen der Zusammenarbeit von HAP und LFM auf dem Treibstoffgebiet der Visolbasis wurden folgende Dienstreisen von Mitarbeitern des Chemielabors Pr. II durchgeführt.

19.1. - 26.1.1943 Ing. Rößler

30.3. - 21.4.1943 Dr. Schabert

4.5. - 18.5.1943 Dr. Schabert

10.5. - 15.5.1943 Dr. Tschinkel

17.6. - 27.6.1943 Dr. Schabert

Aufgabenstellung: (Vgl. auch Auftr. von Dipl.Chem.Heller, Bb.Nr.0995/43 g)

- Einarbeitung in die Prüfungsverfahren.
- Feststellung der Gefrierpunktniedrigung von Mischsäuren bei steigendem Gehalt an Schwefelsäure.
- Prüfung der Katalysatorenfrage bei Ignol und Mischsäure.
- Zündverhalten von Brennstoffen in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis Visol : Gola. 1)
- Zündverhalten von Brennstoffen der Visolbasis gegen Mischsäure bei +20 und -40° C.
- Mitarbeit beim Aufsuchen neuer Brennstoffe der Visolbasis gegen Mischsäure und Ignol.

Ausführung: Die Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Hoeggerath, Dr. Kerner und Dipl.Ing. Egelhaaf in den Laboratorien der LFM Braunschweig durchgeführt. Die gestellten Aufgaben wur-

1) Gola = Amine z.B. Gola 1R = Anilin

den geklärt. Da bei der LFM nur eine Zündmeßapparatur vorhanden ist, und den Mitarbeitern des HAP 11/EW diese Apparatur nicht immer zur Verfügung stand, wurden in einer großen Anzahl von subjektiven Schälchenversuchen die Probleme vorgeklärt und dann abschließend durch objektive Messungen bestätigt.

Ergebnisse: Die Ergebnisse sind in den Berichten: 0363/43 g, E 2108/43 g, 0995/43 g, E 1714/43 g u. E 890/43 gK aufgeführt und sollen hier zusammengefaßt werden.

### 1.) Gefrierpunktserniedrigung

Ein Zusatz von Schwefelsäure zu Salpetersäure bewirkt ein Absinken der Erstarrungstemperatur. Bei einem Gehalt von 12 % Schwefelsäure beträgt die Erniedrigung 4 - 5 °C. Ein höherer Zusatz an Schwefelsäure hat einen raschen Abfall der Erstarrungstemperatur zur Folge.

#### Erstarrungspunkte in Abhängigkeit vom Prozentgehalt:

HNO <sub>3</sub> spez. Gew. 15 °C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> in Gew. %				
	0	3	6	9	12
1,510	47,4	48,8	50,2	51,1	51,8
1,516	45,6	47,3	48,8	49,8	50,7
1,526	45,0	47,3	48,7	49,8	50,8

### 2.) Katalysatorfragen

Ein Versagen von Eisencarbonyl als Katalysator konnte bei den Untersuchungen bei der LFM nicht beobachtet werden. Bei künftigen Alterungsversuchen beim HAP 11, sowie bei der LFM werden Luftzutritt und Gegenwart von Feuchtigkeit berücksichtigt werden.

Da gegen Mischsäure von 5 % Schwefelsäuregehalt Eisencarbonyl keine Verbesserung bringt, wurden neue Katalysatoren untersucht, insbesondere Eisenseifen (Losifen-Eisen) und Naphtensaures Eisen (Soligen-Eisen). Dabei zeigte es sich, daß fettsaures Eisen größenordnungsmäßig die gleiche katalytische Wirkung erzielt, wie Eisensoligen.

Die Verwendung von Vanadin als Katalysator (In Säure als Ammonvanadat, im Brennstoff als V-Seife) wurde geprüft. Ebenfalls die Verwendung von Kupfer (Kupferseife), das sich gegen Mischsäure besser zeigte als Eisen.

Tabelle über bei Normaltemperatur gemessene Zündverzüge

Br.Nr.	Zusammensetzung	5%ige (Mischsäure)	3%ige	Ignol rein
1117	1062 ohne Katalysator:	22,6	22,1	24,5
1118	1117 + 1,7 % Fe-Karboxyl	29,0	15,7	5,4
1120	1117 + 2,0 % Fe-Soligen	16,5		
1123	1117 + 0,5 % fettsaures Fe	17,9	14,1	13,6
1121	1117 + 1,0 % " "	14,2	16,1	10,9
1122	1117 + 2,0 % " "	11,3		
1103	828 ohne Katalysator	K.Zünd.	sehr groß	
1107	828 + 2 % Fe-Soligen	22,2		
1113	828 + 2 % fetts. Fe	11,9		
1104	865 ohne Katalysator	25,8		
1110	365 + 2 % Fe-Soligen	17,6		
1116	865 + 2 % fetts. Fe	15,3		

3.) Mischungsverhältnis Visol - Anilin (Gola 1 R)

Die Zündwilligkeit eines Brennstoffes in Abhängigkeit von dem Mischungsverhältnis Visol - Gola mit Salpetersäure nimmt in Richtung steigenden Gola-Gehaltes erst zu, durchläuft bei einem Gola-gehalt von 30-50 % ein Minimum, um dann bei steigendem Gola-gehalt wieder anzusteigen. Es wurde Salpetersäure mit 6 % Fe-Nitrat verwendet.

Gola 1 R	Visol	Zündverzug	
100	--	0,01 sek	} ohne sichtlichen Verzug
95	5	+	
90	10	+	
85	15	+	
80	20	+	
70	30	+	
60	40	+	
50	50	01	
40	60	02	
30	70	03	
20	80	+	} )
10	90	+	
5	95	005	
-	100	keine Zündung	

4.) Zündversuche mit Mischsäure, Subjektive Versuche:

Es zeigte sich, daß im allgemeinen ein Schwefelsäurezusatz zum Ignol auf die Zündwilligkeit verschlechternd einwirkte. Dagegen sind die Verzüge von der Temperatur unabhängig, sind also bei +20 und -40 °C annähernd gleich. Untersucht wurde der Einfluß von Schwefelsäure bei einem Zusatz von 3-12 %.

Objektive Messungen:

Untersucht wurde Mischsäure mit 7 % Schwefelsäuregehalt. Die

qualitativen Ergebnisse wurden bestätigt:

1. Temperatur-Koeffizient der Zündwilligkeit ist gleich null,
2. In der Kälte sind die Zündverzögerungen von Ignol und MS gleich.

Untersucht wurde vor allem der LFM-Treibstoff 1062. Der ebenfalls untersuchte Brennstoff BW 97 zeigt ähnliches Verhalten, wie die LFM-Treibstoffe.

Der Treibstoff HWK 220 erweist sich als besser zündend, ist jedoch nicht lagerfähig (nach zwei Tagen keine Zündung). Bei Mischsäure zünden die Visole ohne Katalysator. Die Messergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1

Br. St. Nr.	Zusammensetzung	Ignol rein	Zündverzug in 1/100 sek.					t°C
			MS3	MS5	MS7	MS5	MS7	
1117	Visol 1A 63,1 Visol 4A 24,3 Gola 1R 12,6	24,5	22,1	22,6 19,0			27,7	+20
1118	1117 + 1,7g FCl	5,4	15,7 20	29,0 16	14		27,6 21	+20 -40
1119	1117 + 1g Sol. Fe	12,9		18,1 13	14			+20 -40
1120	1117 + 2g Sol. Fe			16,5 13	14			+20 -40
1123	1117 + 0,5g fetts. Fe		13,6	14,1	17,9 16			+20 -40
1121	1117 + 1g fetts. Fe	10,9 17	16,1 14	14,2 17	30,0 20	20,3 23	23,0 21	+20 -40

Tabelle 2

Brennstoff	Ignol	Zündverzögerungen in sek.		
		MS3	MS5	MS7
Visol 41A 3060	1,0	0,4	0,1	0,1
Visol 41A 2565	-	0,8	0,2	0,2
Visol 41A 2070	-	-	0,3	0,3

1) Dabei bedeutet: Ignol = Salpetersäure  
 MS3, MS5 usw. = mit Oleum angesetzte 3,5 usw. %ige  
 Mischsäure  
 MS7 usw. = mit 96%iger Schwefelsäure angesetzte  
 Mischsäure  
 FCl = Eisenpentacarbonyl  
 Sol. Fe = Soligen-Eisen  
 Gola 1R = Anilin

Tabelle 3

Brennstoff	Sauerstoffträger	Zündverzug
Visol 41A 2070	Ignol	keine Zündung
	MS3	" "
	MS5	0,2
	MSS7	0,2
	MSS10	0,1
	MSS15-MSS30 MSS50	+ 0,1

5.) Mitarbeit an weiteren Aufgaben der LFM

Zündmessungen im Auftrage der Forschungsführung des RLM ergaben, daß Stoffe auf der Basis Gola-Visol mit 30-40 % Visol (Gola = organ. Amin) gegen MS 10 große Verzögerungen aufweisen. (vgl. Abschn. VI). In Übereinstimmung mit den unter VII, 4) genannten eigenen Arbeiten ergibt sich für Gemische mit 30-70 % Visol schlechte Zündung.

Gegen Ignol mit  $FeCl_3$  zeigen sich die Verzögerungen kleiner. Weiter wurden Versuche mit Brennstoffen durchgeführt, die auf der Basis des LFM Brennstoffes 1062 durch Zusatz von Fantol 5S gegen MS 10 sich als besser zündend erwiesen. (Vgl. Ber. 84 der LFM)

Tabelle 1

Zündverhalten von Brennstoffen auf der Basis 1062

Brennstoff	Zusammensetzung	Zündverzug in 1/100 sek.	
		+20°	-40°
1155	1062 ohne Katalysator	27,4	21,4
1158	1155 mit 1,75 g Sol.Fe	19	17
1189	828 " 1,75 g " "	15	18,7
1187	90 VT 1155 + 10 VT Fantol	8,5	15,7

Zusammenfassung:

Auf Grund der in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der LFM in Braunschweig durchgeführten Arbeiten konnte ein umfassender Überblick über die Visoltreibstoffe gewonnen werden. Sämtliche noch ausstehende Fragen über die Anwendbarkeit in dem Gerät Wasserfall konnten durch diese Arbeiten geklärt werden. Es ergab sich, daß die Visoltreibstoffe allen Anforderungen in Bezug auf Zündung und Beständigkeit, besonders auch in Verbindung mit Mischsäure und reiner Salpetersäure als Brennstoff genügen. Eine Festlegung des Sauerstoffträgers ( $HNO_3$  mit  $H_2SO_4$  oder anderen Zusätzen) auf Grund von Korrosionsversuchen kann also unabhängig vom Brennstoff erfolgen, wenn Visol genommen wird.

## VIII. Arbeiten über hypergole Stoffe im Chemielabor Prüf II.

Übersicht:

- a) Ständige Überwachung der hypergolen Stoffe für den Brennbetrieb. Überwachung der Anlieferung und Lagerung von Salpeter und Visolgemischen.
- b) Versuche zur Ermittlung eines für reine Salpetersäure und Mischung geeigneten hypergolen Brennstoffes. Durchführung von Zünd- und Lagerversuchen.
- c) Durchführung von Stoffprüfungen von chemischen Stoffen, die als Komponenten von hypergolen Treibstoffen in Frage kommen.

Die Einzelheiten der Untersuchungen sind in den Laborberichten vom Prüfstand II zusammengefaßt (Vgl. Arch. Ber. Nr. 110/4 g Laborbericht I und Arch. Ber. Nr. 110/8 g Laborbericht II, erscheint demnächst).

Die Aufgaben umfassen gemäß der obigen Übersicht im wesentlichen eine Fortsetzung und Ergänzung der in Zusammenarbeit mit der LFM durchgeführten Arbeiten über die Visoltreibstoffe (Vgl. Abschn. VII).

Mit Akt. Verm. vom 28.6.43 Bb. Nr. E 2325/43 g wurden Richtlinien für die weiteren Arbeiten aufgestellt:

- 1) Visolbrennstoffe werden zum Abschluß gebracht.
- 2) Schaffung von Ausweichlösungen
  - a) Aminbrennstoffe
  - b) Spiritus + Zusätze
  - c) Methanol + Zusätze
  - d) Benzin oder Benzol + Zusätze

Als Ergebnis wurde bereits ein Gemisch auf der Basis von Spiritus mit nur 10% Zusatz von Dichlorazetylen ( $C_2Cl_2$ ) gefunden, das mit Salpetersäure einwandfrei zündet.

Im Anschluß an die bei der G.B.Chem - Tagung am 23.6.43 erfolgte Anmeldung der Visoltreibstoffe wurde mit der I.G., Dir. Dr. Ambros vereinbart, daß Dr. Haussmann als Verbindungsmann der I.G. Ludwigshafen zum HAP 11/EW eingesetzt wird. Es wurde weiterhin vereinbart, daß der endgültige Treibstoff in enger Zusammenarbeit von I.G., LFM und HAP 11/EW ermittelt werden soll. Für die Durchführung wurden folgende Richtlinien vereinbart (Vgl. Akt. Verm. vom 9.7.43 Bb. Nr. E 2486/43 g und vom 22.7.43 Bb. Nr. E 1055/43 gK):

- 1) Aufteilung der Forschungsaufgaben Gemische HAP 11/EW und LFM.
  - a) Klärung der notwendigen Reinheit von Visol 6 : LFM
  - b) Durchführung von Versuchen mit Fantol : LFM
  - c) Durchführung von Versuchen mit Brenzkatechin : HAP 11/  
EW
- 2) Auf Vorschlag der I.G. (wegen Rohstofflage) wird als Grundlage für die weitere Forschung festgelegt:
  - a) Verwendung von Visol 6 an Stelle von Visol 1

b) Verwendung von Fantol und Brenzkatechin.

3) Seitens der I.G. werden folgende Aufgaben übernommen:

- a) Erstellung der Produktionsanlagen für Visol 6 und Visol 4
- b) Schaffung einer Reserve von etwa 300 moto für den Prüfstandsbedarf.
- c) Klärung der Produktionsmöglichkeiten neuer Stoffe.
- d) Vorschläge über Verbesserung vorhandener oder Anwendung neuer Stoffe, z.B. Brenzkatechindivinyläther oder Furfurylvinyläther.

Die gemäß der getroffenen Vereinbarung im Chemielabor Prüf II durchgeführten Versuche mit Brenzkatechingemischen hatten sehr gute Ergebnisse. Es wurden Zündverzögerungen unter 0,1 sek erzielt. Die Anwendbarkeit der Gemische kann jedoch erst nach Lagerversuchen entschieden werden.

Da die quantitativen Angaben über die Untersuchungen demnächst im Laborbericht II zusammengestellt werden, wurde im vorliegenden Abschnitt nur ein Überblick über die Arbeit gegeben.

#### IX. Rohstofflage

Da abgesehen von den HWT-Gemischen, die Gemische von BMW und LFM sich als ziemlich gleichwertig erwiesen hatten, konnte eine Entscheidung über die Treibstoffe nur auf Grund der Rohstofflage gefällt werden.

Nach einem Schreiben der I.G. Farbenindustrie Ludwigshafen betragen die Anteile an der Carbidproduktion für 1000 moto des LFM-Brennstoffes 1062:

- 1,42 % der augenblicklichen Carbidproduktion
- 1,27 % der Carbiderzeugung Ende 1943
- 0,81 % der Carbiderzeugung nach dem Ausbauprogramm

Die benötigten Mengen Formaldehyd betragen nach dem derzeitigen Stand 0,88% der Produktion, nach Fertigstellung von geplanten Ausbauten entsprechend weniger.

Auf einer Sitzung bei Fliegerstabslag. Hedwig, RHM/O E-3/vII am 6.4. übernahm Dr. Hertel, RHM/FF die Aufgabe, die Rohstofflage für sämtliche in Betracht kommenden Komponenten der Hypergele zu überprüfen (Vgl. Bespr. Niederschr. Bb. Nr. 0404/43 gK). Das Ergebnis wurde in der Sitzung bei der Forschungsführung des RHM am 9.6.43 von Dr. Hertel mitgeteilt und ist in der folgenden Tabelle zusammengefaßt (Vgl. Akt.Verm. Bb. Nr. E 756/43 gK).

Mono- und Dimethylamin	230 moto
Triäthylamin	20 " in 1/2 Jahr 50 moto
höhere alifat. Amin	1500 "
Anilin	1300 " ab 1945 nur 800 moto
Mono- u. Dimethylanilin	100-200 moto ab 1945 500 moto
Xylidin	150 moto Erweit. auf 250 moto möglich
Visole	600-800 moto
Eisenpentacarbonyl	100 moto
Benzin und Benzol	5000 "
Methanol	2000 "
Eisenchlorid	50 "
Salpetersäure	1500 "
Diketon	-- Erst nach Ausbau
Pyrrolidin	-- " " "
T-Stoff	4000 moto ab 1944
B-Stoff (Hydrazinhydrat)	60 " ab 1944 300 moto

Bei dieser Sitzung wurde keine Klarheit in der Treibstofflage geschaffen, insbesondere wurde keine Entscheidung auf Grund der Rohstofflage und auf Grund der bisherigen Untersuchungen der LFM gefällt. Es wurden erneute Forschungen in Auftrag gegeben mit dem Ziel, einen einheitlichen Brennstoff für sämtliche Projekte zu schaffen. Wie auf Grund der extrem verschiedenen Bedingungen von "Wasserfall" und dem Jägerprojekt zu erwarten war, sind diese bei der LFM durchgeführten Versuche gescheitert (s. oben).

Für Wasserfall war gefordert:

- Zündung und Beständigkeit zwischen  $-40^{\circ}$  und  $+50^{\circ}$ .
- Sauerstoffträger 98,5 %  $\text{HNO}_3$  und 10 % Mischsäure.
- Katalysator im Brennstoff.

Für Jäger war gefordert:

- Temperaturbereich  $-55^{\circ}$  bis  $+55^{\circ}$
- Sauerstoffträger 98,5 %  $\text{HNO}_3$  + 3%  $\text{FeCl}_3$

Über die in obiger Tabelle aufgeführten Stoffe ergab sich während der Sitzung im OKW/W Stab. (Ob. Reg. Baurat Dr. Mureck) am 1.7.43 (vgl. Akt. Verh. Bb. Nr. E 909/43 gK) folgendes Bild:

Mono- und Dimethylamin

scheiden aus, da zu niedr. Siedepunkt, außerdem Sprengstoffsektor.

höhere alifatische Amine

Verwendung sehr fraglich, da Basis für besondere wichtige Cl-Benzine.

Anilin

Die volle Menge von 1300 moto kommt nicht in Frage, da Sprengstoffsektor. Anteil für Visolbrennstoffe wird jedoch sichergestellt.

Als Basis für Aminbrennstoffe kommen also nur noch in Betracht:

Triäthylamin, Mono- u. Dimethylanilin und Xylidin mit insgesamt 500 moto.

Eisenpentacarbonyl scheidet aus, da es in den Aminen nicht löslich ist.

Auf der G.B.-Chem.-Tagung am 23.6.43 in Karlshagen wurde vom G.B.Chem., Prof. Dr. Krauch ausdrücklich betont, daß bei der Notwendigkeit von Ausbauten der hypergolen Treibstoffe nur ein Ausbau auf der Basis Acetylen und Formaldehyd, und nicht auf der von Benzol in Frage kommt.

Auf Grund der in diesem Abschnitt dargelegten Rohstofflage, sowie wegen der bereits 1/2 jährigen Prüfstandserfahrungen wurde von Vers/C die Entscheidung über die Treibstoffe zu Gunsten der Visole gefällt. Als Basis für die Anforderungen wurde der im Brennbetrieb erprobte LFM-Brennstoff 1062 genommen. Die endgültige Festlegung der Visolbrennstoffe wird in Zusammenarbeit mit der I.G. Ludwigshafen erfolgen, wobei insbesondere festgelegt werden soll, welche Visole verwandt werden (Visol 1,2,4 oder 6), da sich diese nur durch den zur Herstellung verwandten Alkohol unterscheiden.

*Wann lässt man sich nicht scheißen!*

Auf der am 1.7.43 im OKW/W Stab stattgefundenen Besprechung wurde von Dir. Dr. Diekmann (G.B.Chem.) die Verwendung von Brenzcatechin vorgeschlagen, da aus dem Phenosolvanverfahren etwa 1000 - 2000 moto anfallen, für die z.Zt. keine Verwendung vorhanden ist. Die bisherigen Versuche damit sind positiv verlaufen, es habe sich sogar erheblich geringere Zündverzögerungen durch den Zusatz von Brenzkatechin erzielen lassen.

X. Übersicht über den angemeldeten Treibstoffbedarf.

Mit OKH-Schr. vom 19.5.43 an GL/Flak E/BV Az.72p 7011 Wa Prüf 11/HAP 11/EW/ET Bb.Nr. 801/43 gK wurde die Entscheidung über die Treibstoffe für das Gerät Wasserfall mitgeteilt. Es wurde folgender Bedarf unter zu Grundelegen von 5000 Geräten/Monat gefordert:

Stoff	Bedarf je Gerät	Monatsbedarf für Erprobung und Einsatz in moto.			
		43	I - III 44	IV 44	45
Salpetersäure	1400 kg	120	600	7600	8200
Schwefelsäure	140 "	12	60	760	820
Visol 41 A	290 "	25	125	1575	1700
Anilin	60 "	5	25	325	350
Eisenkatalysator	7 "	0,6	3	39	42

Auf der G.B.Chem.-Tagung in Karlshagen am 23.6.43 wurde der oben angegebene Bedarf beim G.B.Chem. und beim OKW/W Stab angefordert (Vgl. Vortragsnotiz Dr. Thiel, Arch. Nr. 110/6 gK, sowie Akt. Verm. Bb. Nr. E 849/43 gK) und der Ausbau von Visolanlagen beschlossen.

Auf der vom OKW/W Stab Ob.Reg. Baurat Dr. Mureck einberufenen Sitzung am 1.7.43 wurde der Bedarf für das Gerät Wasserfall erneut angemeldet und die notwendigen Ausbaumaßnahmen zusammen mit der I.G. besprochen, um den geforderten Bedarf durch Produktion, Einlagerung und Auswehlösungen sicherzustellen. (Vgl. Akt. Verm. Bb. Nr. E 909/43 gK).

Für die Jägerprojekte ergab sich ein ungünstigeres Bild. Die T-Stoff-Jäger (HWK-Entwicklung) erfüllen nicht die Kältebedingungen, werden deshalb vom RLM, Fl. St. Ing. Hedwig, nur als Notlösung betrachtet. Für die Salbei-Jäger (BMW-Entwicklung), die auf den Aminbrennstoffen aufgebaut werden sollen, ist die Rohstofflage sehr unsicher (s. oben Abschn. VIII). Die Versuche bei der LFM zur Verwendung von Gemischen mit 30 - 40 % Visol sind fehlgeschlagen. (s. oben) Da die genaue Zusammensetzung der Aminbrennstoffe noch nicht feststand, konnten vom RLM keine Bedarfzahlen angemeldet werden und keine Ausbaumaßnahmen beschlossen werden.

### Z u s a m m e n f a s s u n g

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über das Gebiet der hypergolen Stoffe mit Salpetersäure als Sauerstoffträger.

- 1) Ergebnis der grundsätzlichen Versuche von Vers/C auf Prüfstand II:  
Die hypergolen Stoffe sind den gewöhnlichen Brennstoffen überlegen.  
 Neben größerer Betriebssicherheit ergibt sich eine wesentlich einfachere Schaltung.
- 2) Die für hypergole Stoffe geforderten Bedingungen über Zündwilligkeit, Kälte- und Wärmebeständigkeit werden von verschiedenen Gemischen erfüllt:
  - a) Visolbrennstoffe (LFM, I.G.-Ludwigshafen)
  - b) Aminbrennstoffe (LFM, BMW)
  - c) Benzin-Diketen-Brennstoffe (HWK) weniger gut.
- 3) In Zusammenarbeit mit der LFM-Braunschweig (Prof. Lutz und Dr. Noeggerath) wurden die Visolbrennstoffe soweit entwickelt, daß sie allen Anforderungen genügen.
- 4) Auf Grund von Versuchen der LFM und von eigenen Versuchen konnte die Entscheidung über die Treibstoffe für das Gerät Wasserfall gefällt werden. Es wurden beim G.B.Chem. und beim OKW folgende Treibstoffmengen angefordert:
 

1050	moto	Visol 1 oder Visol 6
525	"	Visol 4
325	"	Anilin
40	"	Eisenkatalysator
7600	"	Salpetersäure
760	"	Schwefelsäure.

5) Die Fertigung der ungelieferten Kammernmunition der Infanterie, sowie die Lieferung von Ersatzteilen wird zur Zeit in eiger Fabrikation auf 7 Stellen

1.4. Indigenat  
1.5. -  
1.6. -

durchgeführt.

Gesehen:

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*