

# Wasserstoffperoxid in der Raketentechnik

Unmittelbar vor dem Zweiten Weltkrieg gewann in Deutschland eine Substanz als Treibstoff an Bedeutung, die zuvor nur in Apotheken für Gesundheitszwecke verkauft wurde: Wasserstoffperoxid,  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Der Kieler Ingenieur Hellmuth Walter hatte sich mit dem Wasserstoffperoxid genauer befasst und revolutionäre Anwendungen für den U-Boot-, Luftfahrt- und Raketenbereich entwickelt. Obwohl es mittlerweile neuere und energiereichere Treibstoffe gibt, ist Wasserstoffperoxid für spezielle Anwendungen der Raumfahrt heute immer noch die erste Wahl.

Uwe W. Jack, Berlin

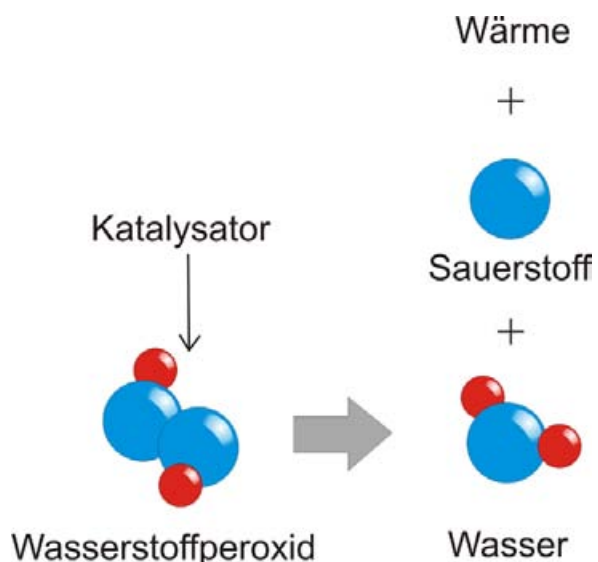
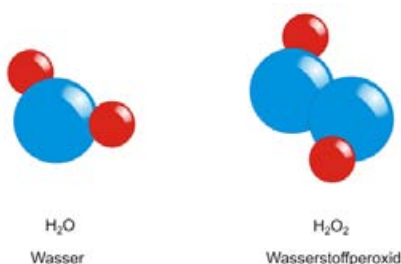
Aus zwei Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen zusammengesetzt, ist Wasserstoffperoxid, kurz einfach Peroxid genannt, eine wässrige Flüssigkeit, die sich seifig anfühlt und ansonsten leicht mit Wasser zu verwechseln ist. Peroxid ist jedoch etwa 50 Prozent schwerer als Wasser und siedet erst bei ungefähr 150 Grad Celsius. Anfang des 19. Jahrhunderts erstmals hergestellt, glaubte man lange Zeit, Peroxid zersetze sich selbstständig und könne nicht aufbewahrt werden. Bei der Herstellung von Peroxid muss Energie aufgewendet werden, diese wird beim Zerfall wieder freigesetzt. Peroxid zerfällt in reines Wasser plus Sauerstoff. Dabei erhitzt die freigesetzte Energie das Wasser, welches deshalb als Dampf auftritt. Der Zerfall des Peroxids wird durch Katalysatoren ausgelöst, bei denen es sich um Fette, Metalle oder um Substanzen wie Kalium- oder Kalziumpermanganat handeln kann. Bei hochkonzentriertem Peroxid in über 80 prozentiger Lösung kann auch Hitze oder Schlagwirkung den Zerfall auslösen.

Der beim Zerfall des Peroxids freiwerdende Sauerstoff übt auf seine Umgebung eine bleichende Wirkung aus und tötet so auch Keime ab. Deswegen wird Peroxid üblicherweise zur Bleichung und zur Desinfektion eingesetzt. Dabei kommen schwache Konzentrationen im Bereich von ein bis drei Prozent im Wasser zur Anwendung. Schon lange ist bekannt, dass vergilbte, frisch gewaschene Leinen-Wäsche noch nass bei Frost im Freien aufgehängt oder im Sommer nass in die Sonne gelegt, wieder weiß wird. Die Eisbildung oder die Sonneneinstrahlung führt zur Peroxidbildung im Wasser, welches beim Zerfall dann die Wäsche bleicht. Diese gewünschte, bleichende Wirkung wurde durch Zugabe von verschiedenen Peroxiden zum Waschpulver industriell verwertet. Der Produktname „Persil“ leitet sich von diesem Zusatz zur Seife ab (Peroxid oder Perborat plus Silikat).

Auch im menschlichen Körper wird permanent Peroxid erzeugt. Es dient zur Desinfektion von ständig entstehenden Mikroverletzungen der Haut. Überschüssi-

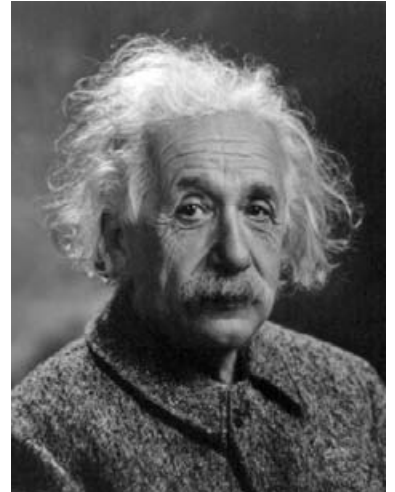
## Vorkommen und Anwendungen außerhalb von Antrieben

Im natürlichen Wasser findet sich immer ein geringer Anteil an Peroxid. Gefriert Wasser, so bringt der Druck der Eiskristalle einige Wassermoleküle und eingeschlossenen Luftsauerstoff dazu, zusätzliche Peroxidmoleküle zu bilden. Auch regt die energiereiche ultraviolette Strahlung der Sonne an der Oberfläche von Gewässern die Entstehung von Peroxid an.



Links:  
Aufbau von Wasserstoffperoxid (links) im Vergleich zu Wasser.

Rechts:  
Zerfall des Peroxids zu Wasser, Sauerstoff und Wärme.



Natürliches Peroxid entsteht im Wasser-  
eis oder wird vom  
menschlichen Kör-  
per zur Desinfektion  
von Wunden gebil-  
det. Bei Überschuss  
entfärbt Peroxid die  
Haare. Hauptsächlich  
wird es heute  
als Bleichmittel  
verwendet.

ges Peroxid wird hormonell abgebaut. Bis vor wenigen Jahren war man der Überzeugung, die im Alter auftretenden grauen Haare seien darauf zurückzuführen, dass der Körper die Fähigkeit zur Bildung des Haarfarbstoffes verliere. Jetzt weiß man, dass die Haarfarbe unverändert bleibt, aber die Hormone zur Zersetzung des körpereigenen Peroxids nicht mehr gebildet werden. Deswegen lagert der Körper das Peroxid, wie andere Schadstoffe auch, in den Haaren ein. Dort bleicht das Peroxid dann die Farbe weg - die Haare werden grau.

Peroxid nutzt uns heute einerseits zum Bleichen: Die „wasserstoffblonden“ Haare und nachgeweißten Zähne oder das „chlorfrei“ gebleichte Recyclingpapier sind das Ergebnis der Anwendung von Peroxid. In der Medizin werden andererseits Wunden, vor allem im Mundraum mit Peroxid desinfiziert.



gelösten Kalziumpermanganat gemischt werden. Der hierbei chemisch entstehende heiße Dampf wird wie sonst durch Erhitzen von Wasser erzeugter Dampf für den Antrieb einer Dampfmaschine, einer Dampfturbine oder zur Erzeugung von Rückstoß verwendet. Der beim Zerfall freiwerdende Sauerstoff bleibt ungenutzt. Bei niedrigen Konzentrationen erreicht die Dampftemperatur etwa 100 Grad Celsius. Ab Konzentrationen von 60 Prozent und höher steigt die Dampftemperatur jedoch

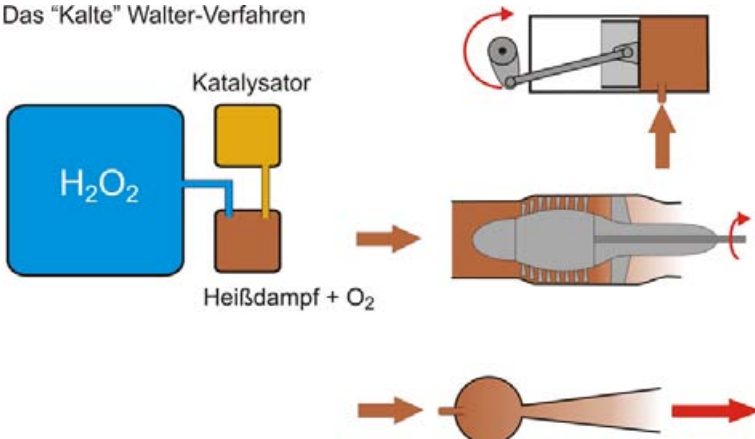
### Das „kalte“ und „heiße“ Walter-Peroxid-Verfahren

Dem Kieler Ingenieur Hellmuth Walter verdanken wir die Entwicklung von sicheren Verfahren zur Nutzung von Peroxid als Antriebsmittel. Bevor wir uns mit dieser einflussreichen Persönlichkeit befassen, seien hier die beiden Anwendungsverfahren kurz vorgestellt.

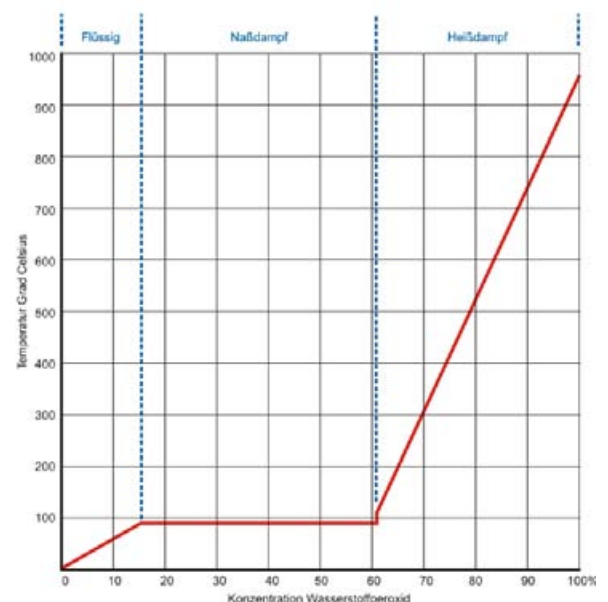
Beim kalten Walterverfahren wird Peroxid durch einen Katalysator zersetzt. Dazu wird das Peroxid entweder über den Katalysator geleitet, etwa über ein Maschengitter aus Silberdraht oder über Braunstein in einem Behälter, der als Dampferzeuger bezeichnet wird. Das Peroxid kann aber auch mit im Wasser

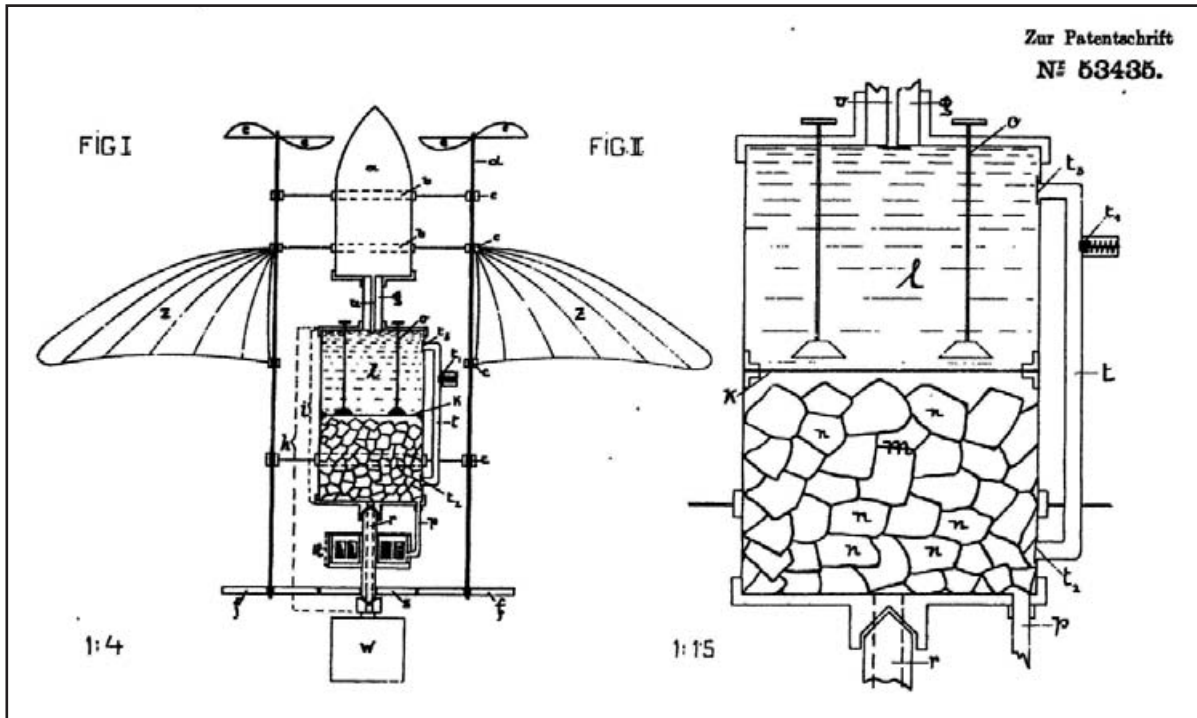
Beim kalten  
Walterverfahren  
wird Peroxid zu  
heißem Dampf  
zerlegt und zum  
Antrieb genutzt.  
Der freiwerdende  
Sauerstoff wird  
nicht verwertet.

#### Das „Kalte“ Walter-Verfahren



Zerfall von Wasserstoffperoxid





Kaum hatte die Luftfahrt in Europa von sich Reden gemacht, ließ sich der Wiener Eugen Hornung im Oktober 1910 einen unbemannten Bombenträger als „Lufttorpedo“ patentieren. Der Antrieb sollte durch Zersetzung von Peroxid in einem dem späteren Dampferzeuger von Hellmuth Walter ähnlichen Kessel erfolgen.

stark an. Bei Zerfall von reinem Peroxid hat der Dampf etwa 1000 Grad.

Führt man dem heißen Dampf mit dem Sauerstoff zusätzlich einen Brennstoff zu und entzündet diesen, so wird dies als heißes Walterverfahren bezeichnet. Die Temperatur des Dampf/Gasgemisches steigt weiter und enthält mehr Energie, die für kräftigere Antriebe genutzt wird.

Die erste dem Autor bekannte Anwendung von Wasserstoffperoxid im Bereich Luft- und Raumfahrt ist der am 25. Oktober 1910 zum Patent angemeldete „Lufttorpedo“ des Österreichers Eugen Hornung. In einem zylindrischen Behälter sollten in zwei Räumen getrennt entweder Wasser und Natrium oder Wasserstoffperoxid und Kalium gelagert werden. Wird die spröde Trennwand zerbrochen, treffen beide Substanzen aufeinander und Dampf wird erzeugt. Dieser sollte eine Turbine antreiben, die auf zwei Propeller arbeitete. Das Fluggeschoss sollte entweder durch den Aufschlag am Ende des Fluges oder durch einen Zeitzünder zur Explosion gebracht werden. Wenn man eine der Patentanmeldung vorhergehende Zeit zur Entwicklung des Planes und zur Erledigung der Patentformalitäten berücksichtigt, so war die Luftfahrt in Europa gerade einige Monate alt, als schon ein unbemannter Bombenträger erdacht wurde.

### Die fatale Explosion 1934 in Kummersdorf

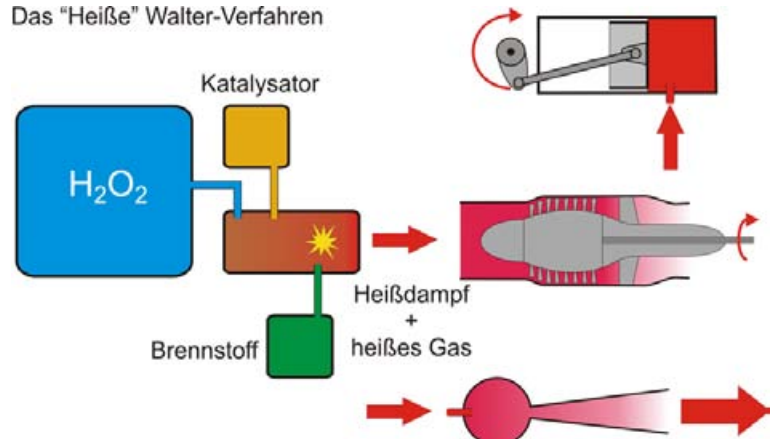
Nachdem sich das Heereswaffenamt 1932 entschlossen hatte, den Raketenantrieb mit flüssigen Treibstoffen näher zu untersuchen, warb man zunächst den Chemiker und Physiker Kurt Wahnke an, der zuvor als Lehrer gearbeitet hatte. Im Rahmen seiner Doktorarbeit führte Wahnke zuerst erfolgreich Versuchsserien zur Verbrennung von Wasserstoff mit Sauerstoff in Kummersdorf südlich von Berlin durch. Ende 1932 stieß als Leiter einer

zweiten Arbeitsgruppe der junge Doktorand Wernher von Braun dazu. Von Braun befasste sich mit der Treibstoffkombination Flüssigsauerstoff und einem Alkohol-Wasser-Gemisch. Diese Stoffe hatte er schon während seiner Zeit auf dem privaten „Raketenflugplatz Berlin“ kennengelernt.

Nachdem Kurt Wahnke seine Dissertation 1933 erfolgreich verteidigt hatte, machte er sich ab Frühjahr 1934 an neue Versuchsreihen mit vorgemischten Treibstoffen. Die durch von Braun bevorzugte Kombination erforderte zwei Tanks, zwei Förder- und Kontrollsysteme und zwei Sätze Einspritzdüsen am Triebwerk. Mit einem schon vorgemischten Treibstoff sollte der Aufbau des Raketenantriebs wesentlich zu vereinfachen sein. Bei den festen Treibstoffen, die in Kummersdorf untersucht wurden, war die Vormischung sogar notwendig für die Funktion. Wenn von Braun Alkohol plus Wasser plus Sauerstoff in das Triebwerk spritzte, warum sollte man dabei das Wasser plus Sauerstoff nicht durch Peroxid ersetzen können? Die Zugabe von Alkohol würde die Konzentration so senken, dass eine spontane Explosion ausgeschlossen schien.

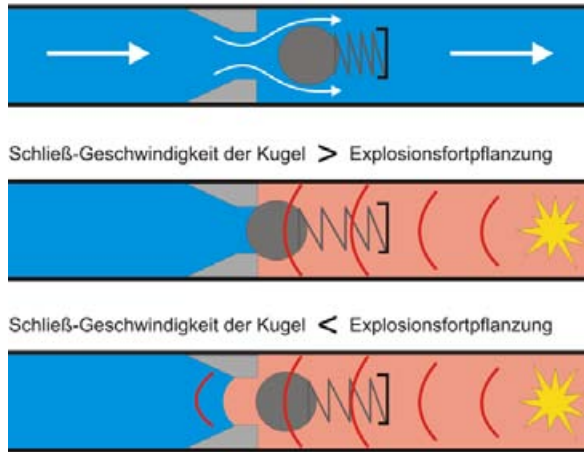
Beim heißen Walterverfahren wird nach der Zerlegung des Peroxids zusätzlich Treibstoff eingespritzt und im freigesetzten Sauerstoff verbrannt.

### Das „Heiße“ Walter-Verfahren





Rückschlagventile bestehen aus einer Kugel im Flüssigkeitsstrom, die bei einer Druckspitze hinter dem Ventil in einen Sitz gepresst wird. Ist die Explosionsgeschwindigkeit kleiner als die Reaktionsbewegung der Kugel, so schließt das Ventil sicher (Mitte). Ist die Explosionsgeschwindigkeit jedoch größer, kann sie die Kugel vor dem Schließen passieren und sich weiter im System ausbreiten (unten).



Am 16. Juli 1934 führte Dr. Wahnke mit seiner Arbeitsgruppe in Kummersdorf den ersten Versuch mit dem vorgemischten Treibstoff durch. Zwischen Triebwerk und Tank war in der Leitung üblicherweise ein Rückschlagventil eingebaut, welches ein Durchschlagen einer eventuellen Explosion in den Tank verhindern sollte. Berichten zufolge wies Kurt Wahnke seine Arbeitsgruppe auf die Gefährlichkeit des Versuches hin, seine Mitarbeiter wollten ihn jedoch nicht am Teststand allein lassen.

Nach der Zündung des Triebwerks kam es zu einer heftigen Explosion, bei der Dr. Kurt Wahnke, der Student Alvin Conrad und der Feuerwerker Friedrich Wilhelm Vollmeke starben, ein weiterer Mitarbeiter wurde schwer verletzt. Der im Triebwerk einsetzende Zerfall des Peroxids war durch die Treibstoffleitung zurückgewandert. Da die Zersetzung sich mit der damals noch nicht bekannten Geschwindigkeit von etwa 4000 bis 5000 Metern pro Sekunde fortpflanzt, konnte das Rückschlagventil nicht schnell genug reagieren und die Zersetzung erreichte den Tank. Das Wasserstoffperoxid im Tank explodierte sofort mit verheerender Wirkung. Das Raketentriebwerk von welchem die Reaktion ausgegangen war, blieb jedoch intakt. Dieses von den Heylandtwerken in Berlin-Britz in der Nachfolge der Versuche von Max Valier gebaute Triebwerk wur-

de noch einige Jahre in Kummersdorf benutzt. Doch wurden Versuche mit vorgemischten Treibstoffen nicht fortgesetzt.

### Auf der Suche nach einem Peroxid-Fachmann

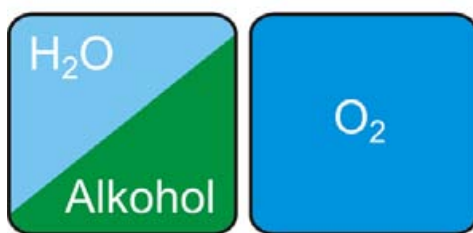
Dem Unglück von 16. Juli 1934 wird eine gründliche Untersuchung gefolgt sein. Wenn auch die Vormischung von flüssigen Treibstoffen nicht weiter betrieben wurde, so hatte Peroxid an sich doch Vorteile, die untersucht werden sollten. Eine Rakete mit Flüssigsauerstoff als Oxidator ist eher für einen Einzeleinsatz geeignet. Flüssigsauerstoff ist heute noch und war dies besonders 1934, schwer lagerbar. Vorräte konnten nicht unbegrenzt angelegt und bewahrt werden. Eine mit flüssigem Sauerstoff betankte Rakete hatte nur eine kurze Standzeit auf der Startplattform, dann musste sie gestartet werden oder wieder enttankt. Nicht so bei Wasserstoffperoxid. Konzentrationen unter 80 Prozent sind lagerfähig, wenn auch unter bestimmten Bedingungen.

Für einen militärischen Einsatz bot sich Peroxid daher als sehr vorteilhaft an. Trotz des Unglücks der Arbeitsgruppe Wahnke musste Peroxid einfach untersucht werden. Das Heereswaffenamt war nun gezwungen, sich Kompetenz von Außen zu holen. Der logische Ansprechpartner auf der Suche nach einem Fachmann war der Lieferant des Peroxids. Dort kannte man alle Bezieher und konnte einschätzen, wer sich in Deutschland gerade intensiver mit Peroxid befasste.

Geliefert wurde das Peroxid von der in Pullach bei München ansässigen Firma Elektrochemische Werke München (EWM). Von Albert Pietzsch 1911 gegründet, lieferte die EWM Peroxid als Desinfektionsmittel in viele europäische Länder und in die USA. Pietzsch hatte sich im Ersten Weltkrieg nach Anfragen aus Werftkreisen mit der Möglichkeit auseinandergesetzt, Peroxid zum Antrieb von U-Boot-Motoren zu nutzen. Das Potential der Substanz als Antriebsmittel war in der Firma also sehr wohl bekannt. Ein Vertreter der Firma wurde also zu einem Gespräch mit dem Heereswaffenamt nach Berlin geladen.

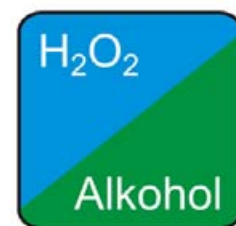
In der Theorie schien die Vormischung von Peroxid und Alkohol bei etwa gleichem Ergebnis wie bei Verwendung von Flüssigsauerstoff den Aufbau von Raketen zu vereinfachen.

### Arbeitsgruppe von Braun

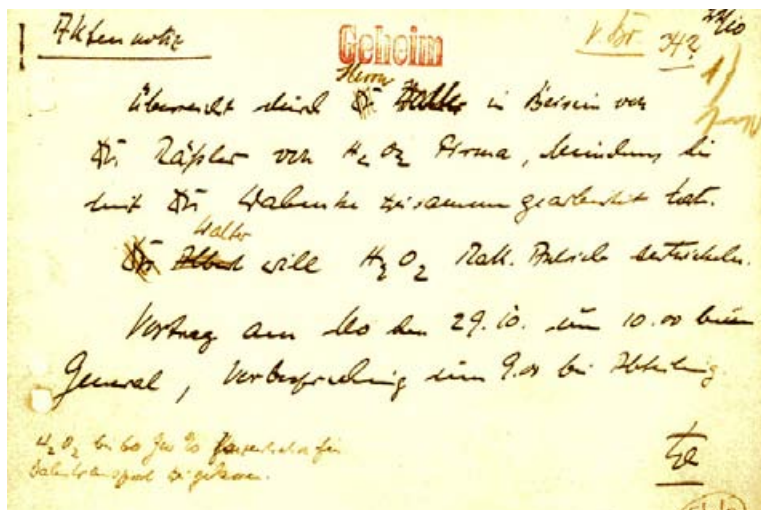


Wasserdampf  
+  
CO<sub>2</sub>

### Arbeitsgruppe Dr. Wahnke am 16. Juli 1934



Wasserdampf  
+  
CO<sub>2</sub>



## Aktennotiz

Überreicht durch Herrn Walter im Beisein von  
 Dr. Bäßler von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Firma, München, die  
 mit Dr. Wahmke zusammengearbeitet hat.  
 Vortrag am Mo den 29.10. um 10.00 beim  
 General, Vorbesprechung um 9.00 bei Abteilung

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bei 60 Gew. % Konzentration für  
 Bahntransport zugelassen

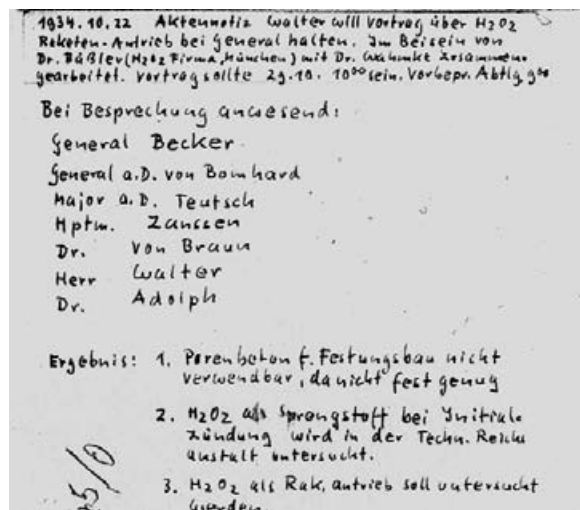
Am Montag, dem 22. Oktober 1934 setzte sich nun Dr. Bäßler von der EWM mit Herren des Heereswaffenamtes (HWA) zusammen. Zwei kleine Notizzettel zu dieser Besprechung sind in den Peenemünder Unterlagen im Deutschen Museum in München aufbewahrt. Zum einen wird auf die Besprechung hingewiesen. Vermutlich in der Handschrift Wernher von Brauns wird zum 29. Oktober zu einer Nachbesprechung geladen. Klein ist unten eine Information zu Peroxid angefügt, nach der H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bei 60-prozentiger Konzentration zum Transport mit der Eisenbahn zugelassen ist. Als Gast hatte der EWM-Vertreter einen Herrn Walter mitgebracht, der offenbar ein (nicht mehr vorhandenes) Schriftstück überreicht hat. Dieser Herr Walter sollte am 29. Oktober einen Vortrag über die Einsatzmöglichkeiten von Peroxid als Raketentreibstoff halten.

Der zweite Notizzettel gibt neben den Beteiligten der Besprechung vom 29. Oktober 1934 auch kurz einige Ergebnisse preis. Wichtig ist hier für uns der Beschluß: „H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> soll als Rak.antrieb untersucht werden“.

Der erwähnte Herr Walter muss das Heereswaffenamt mit seinem Vortrag beeindruckt haben. Mit Bezug auf die Besprechung vom 29. Oktober ergeht an Hellmuth Walter in Kiel ein Schreiben, in dem er zu einem Angebot über ein Raketentriebwerk mit 60 kp Schub bei einem Verbrauch von 6 Gramm je Kilopont Schub pro Sekunde aufgefordert wird. Als Oxidator soll Peroxid und ein frei wählbarer Brennstoff verwendet werden.

### Hellmuth Walter – Pionier des Peroxid-Antriebs

Der von den Elektrochemischen Werken München vorgeschlagene Peroxid-Fachmann Hellmuth Walter wurde



## ... Ergebnis:

1. Porenbeton f. Festungsbau nicht verwendbar, da nicht fest genug
2. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> als Sprengstoff bei Initialzündung wird in der Techn. Reichsanstalt untersucht.
3. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> als Rak.antrieb soll untersucht werden

Diese beiden erhaltenen Notizzettel dokumentieren die Kontaktaufnahme des Heereswaffenamtes mit Hellmuth Walter im Oktober 1934.

am 26. August 1900 im holsteinischen Wedel bei Hamburg als zweites von drei Kindern eines Malermeisters geboren.

Nach Abschluss des Realgymnasiums in Hamburg-Blankenese begann er im Jahr 1917 eine Ausbildung zum Mechaniker auf der Reiherstiegswerft in Hamburg. Hier lernte der junge Hellmuth Walter Dieselmotoren und Turbinen kennen, die hauptsächlich in U-Boote eingebaut wurden. Anschließend schrieb er sich zum Studium des Maschinenbaus als Student ein, siedelte dann aber nach Berlin über und schloss das Studium hier 1923 als Diplom-Ingenieur ab. Kurz vor dem Diplom hatte er schon ein Patent zu Dampfturbinen angemeldet. Seinem Interesse an Antrieben folgend, trat Walter seine erste Stelle bei der Werft Stettiner Maschinenbau AG Vulcan an, um dort an Schiffsdieseln zu arbeiten.



Schon 1922 befasste sich Hellmuth Walter mit Dampfturbinen.

Die Regelung des Dampfes für Turbinen mit unveränderlichem Dampfdruck erfolgte bisher in der Weise, daß der durch sämtliche Dänen tretende Dampf einer Drosselvorrichtung die Regelung erfolgt, während nach Beendigung der Bewegung der Hin- und Herbewegung eines Ventils einer anderen Drosselvorrichtung eine Ventile einer anderen Drosselvorrichtung

Arbeitsauftrag an  
Hellmuth Walter  
zur Entwicklung  
eines Versuchs-  
triebwerks mit  
Peroxid für das  
Heereswaffen-  
amt.

Der Reichswehrminister Berlin, den 22. November 1934.

67 b 16/16

4865/34 Wa.Prw.1/I. **Geheim** Hptm. Zanssen.

AN

Herrn Ingenieur Walter,  
Kiel,  
Niemandsweg 117.

**Ab: 27.11.34**

**Bezug:** Besprechung am 29.10.34.

**Betr.: Rückstoßmotor unter Verwendung von  $H_2 O_2$ .**

Die Abteilung 1 des Heereswaffenamt-Prüfwesens bittet um Vorschlag und Angebot für folgenden Rückstoßmotor:

**Betriebsstoff:** Brennstoff (nach Wahl) +  $H_2 O_2$

**Rückstoßkraft:** 60 kg

**Spez. Verbrauch:** 6 gr (Brennstoff +  $H_2 O_2$ )  
kg sec.

**Ofenkühlung:** ohne zusätzliche Kühlflüssigkeit.

**Ofengewicht:** komplett einschl. Kühlung 6 kg

**Druck im Ofen:** nicht über 12 atü.

**donation**

Hellmuth Walter  
im Jahr 1935

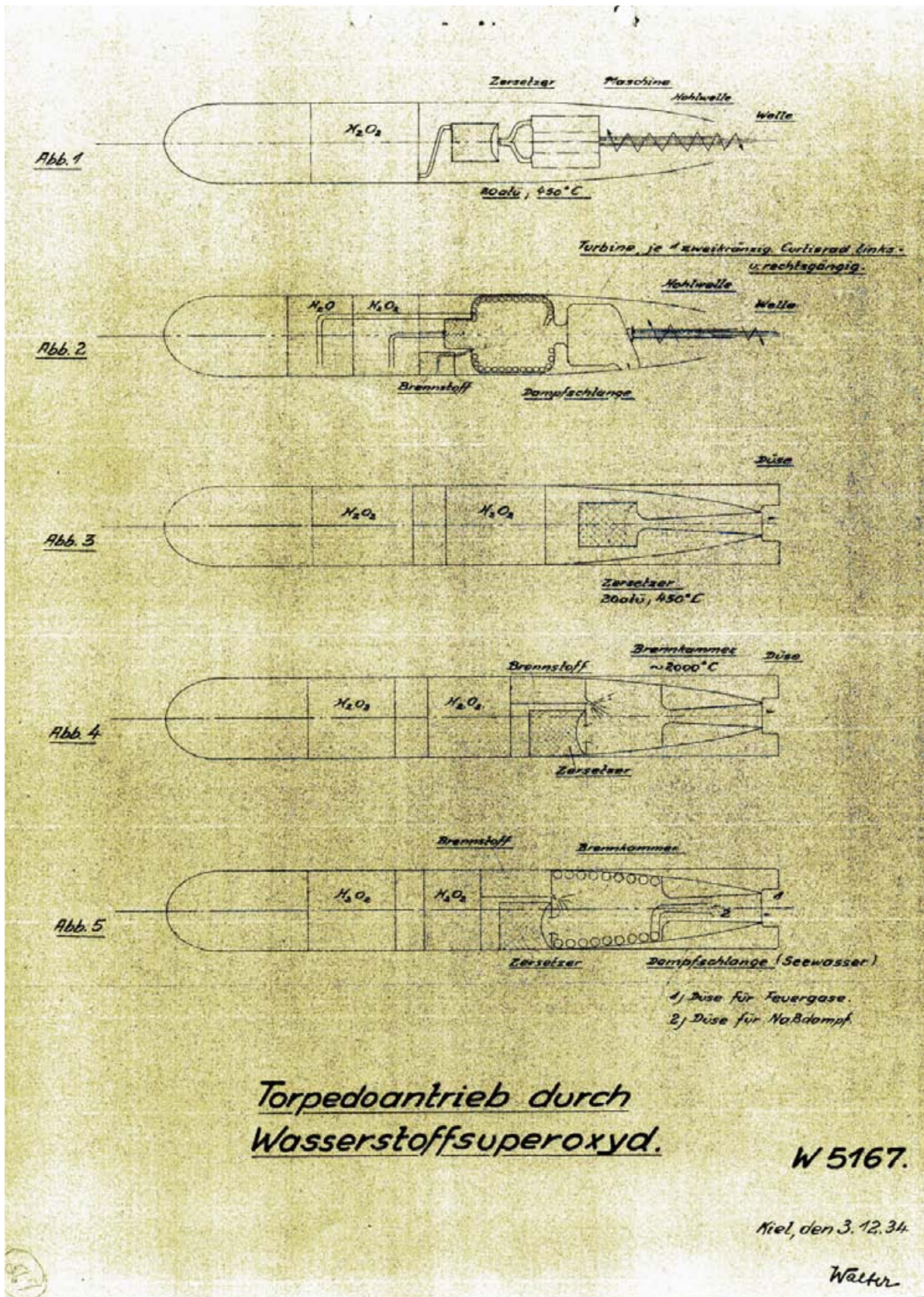
Ab November 1925 ist Walter mit der Entwicklung eines Feuerleitgerätes für Flak-Geschütze für das Heereswaffenamt der Reichswehr beschäftigt. Vermutlich war er während der Entwicklung als Zivilangestellter in Berlin beim Heer beschäftigt. Ab September 1930 verlässt Hellmuth Walter Berlin und arbeitet bei der Germaniawerft in Kiel als freier Mitarbeiter am Entwurf einer Gasturbine für die Marine. Im folgenden Jahr tritt Walter in die NSDAP ein.

Im März 1933 schreibt Hellmuth Walter an die Firma Elektrochemische Werke München mit der Bitte um nähere Angaben zu dem dort produzierten Peroxid-Konzentrationen und den Bezugsmöglichkeiten. Im Sommer 1933 setzt sich Walter dann mit dem Marineamt in Verbindung und präsentiert seine Ideen über fortschrittliche U-Boote mit neuer Formgebung und einem Antrieb durch Dampfturbinen, die durch die Zersetzung von Peroxid beschickt werden sollen. Die Diskussionen über Walters Vorstellungen ziehen sich hin. Zwar kann der direkte Sachbearbeiter im Konstruktionsamt überzeugt werden, doch die höheren Stellen setzen auf den Bau von konventionellen U-Booten. Walter gibt nicht auf und schreibt verschiedene hohe Stellen der Marine an. Gegenüber dem Eigentümer der EWM, Albert Pietzsch, äußert Walter in einem Brief vom 27. Juli 1934, er glaube, seine U-Boote könnten getaucht 25 bis 30 Knoten erreichen, das wäre schneller als die damaligen Zerstörer. Als die EMW an Walter Peroxid

mit einer Konzentration von 70 Prozent liefern kann, beginnt er in Kiel den Bau einer Versuchsanlage deren Dampf aus einem Zersetzer eine Turbine antreibt.





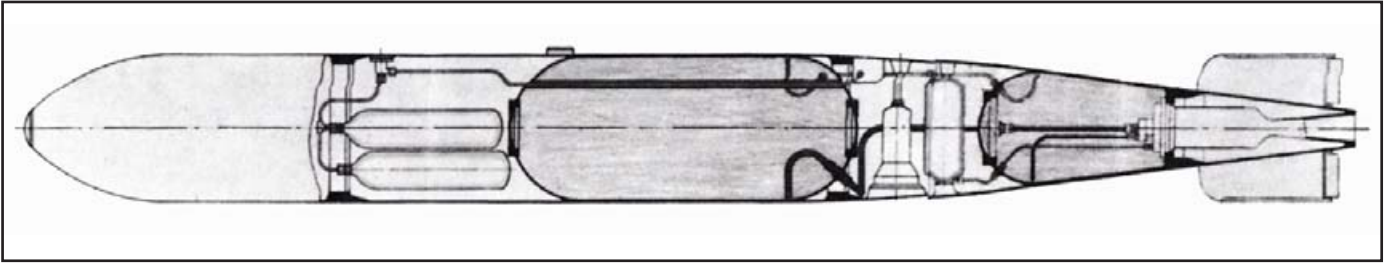


In seinem an die Marineleitung und das Heereswaffenamt gesendeten Projektpapier vom 3. Dezember 1934 schlug Walter fünf verschiedene Torpedos mit Peroxid-Antrieb vor. Drei davon verfügen über Raketenantriebe.

Als seine Versuchsanlage zufriedenstellend lief, reichte er im Oktober 1933 den Entwurf eines "Unterwasser-Schnellbootes" mit 300 Tonnen Wasserverdrängung und einem Antrieb durch zwei 2400-PS-Dieselmotoren ein. Bei der Überwasserfahrt sollten die Motoren den Sauerstoff aus der Luft, getaucht aus einem Peroxid-

Prozess entnehmen. Zwei Monate später erhielt Walter die Zusage, einen Entwurf für ein Studienboot mit etwa 300 Tonnen und einer Höchstgeschwindigkeit von 24 Knoten getaucht fertig durchkonstruieren zu können. Die Dinge entwickelten sich Ende des Jahres 1933 also recht positiv für Hellmuth Walter. Seinen Entwurf für ein





Der Mondfisch-Torpedo des Militärhistorischen Museums Dresden. Durch die Schlitze fließt Wasser zur Kühlung des Triebwerks.

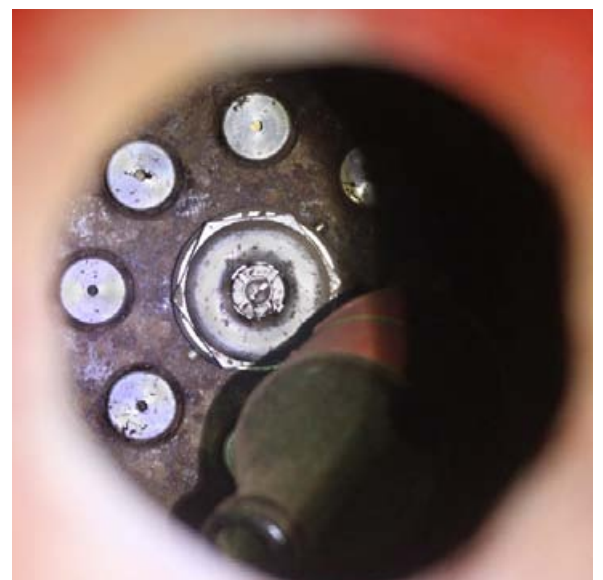
Studienboot stellte er im Februar 1934 fertig. Bei der Frage der Bewaffnung eines solchen schnellen U-Bootes bereitete ihm der Schwachpunkt herkömmlicher U-Boote Kopfzerbrechen. Mittels Pressluft angetriebene Torpedos zogen eine deutlich sichtbare Blasenspur hinter sich her und verrieten so den Standort des Bootes. Auch hier bot Wasserstoffperoxid eine Lösung. Der entstehende Dampf würde im Wasser abkühlen und verschwinden, der Sauerstoff gelöst werden. Bei Antrieb durch Peroxid gab es keine Blasenspur. Wie konnte der erzeugte Heißdampf zum Antrieb genutzt werden? Wal-

ter entwickelte die Idee für fünf Antriebsvarianten. Der Dampf kann in einen Kolbenmotor oder eine Turbine geleitet werden, damit darüber ein Propeller betrieben wird. Einfacher und wirkungsvoller schien Walter der Torpedoantrieb durch ein Rakentriebwerk. Nicht nur fielen die beweglichen Teile weg, der Raketen-Torpedo, das zeigten seine Berechnungen, war auch schneller als die Versionen mit Propeller.

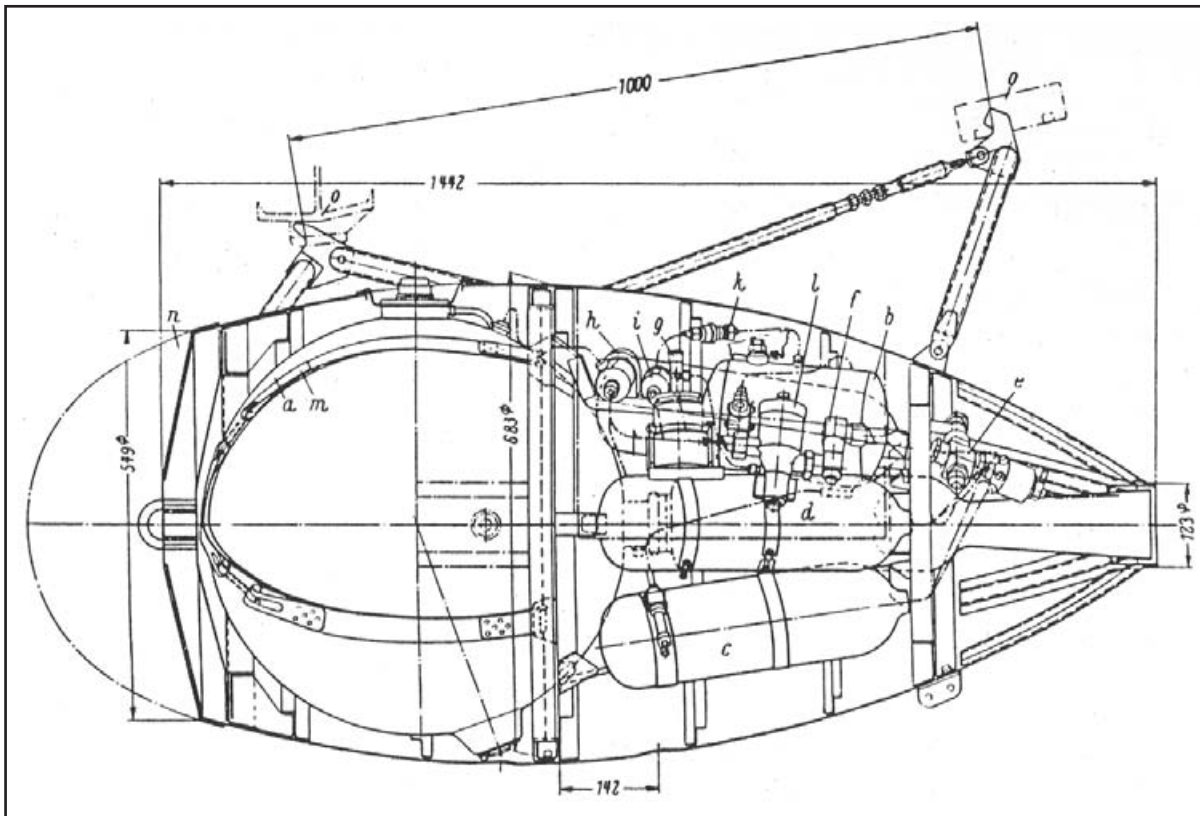
Im Sommer 1934 hatte Hellmuth Walter ein ganzes Ideenpaket für eine fortschrittliche U-Boot-Generation erdacht, hatte eine Versuchsanlage erfolgreich

Links: Das Triebwerksende des Mondfisch, durch die vier Schlitze trat das zur Kühlung geleitete Meerwasser wieder aus.

Rechts: Die Einspritzdüsen des Mondfisch. Unten liegt eine Apfelsaftflasche, die ein Besucher des Museums 1967 dort deponiert hatte.







Das erste einsetzbare Starthilfe-Triebwerk der Welt. Das HWK 500 wurde seit 1937 erprobt und von der Luftwaffe 1939 abgenommen. Während des Krieges erfolgten zahlreiche Einsätze an Lastenseglern und überladenen Transportern und Bombern.

betrieben und sich bei den höchsten Marinekreisen ins Gespräch gebracht. Nun wollte er die Früchte des zukünftigen Geschäfts auch selbst ernten: Am 1. Juli 1934 gründete Hellmuth Walter die "Ingenieurbüro H. Walter GmbH". Der Firmensitz war sein Wohnzimmer im Niemannsweg 117 in Kiel und einen Mitarbeiter hat er auch gleich eingestellt: Dipl.-Ing. Emil Kruska (1907 bis 1992), ein Kollege aus den Tagen bei der Germania-werft. Erleichtert wurde der Schritt in die Selbständigkeit durch die nicht unbeträchtliche Fördersumme der Marine von 7 Millionen Reichsmark. Dies zeigt auch, für wie richtungsweisend dort die Erfindungen von Walter angesehen wurden. Als Gegenleistung verlangte die Marineleitung unbedingte Geheimhaltung und Exklusivität der Walter-Erfindungen.

### Als Berater nach Kummersdorf

Nach dem tödlichen Unglück der Raketen-Arbeitsgruppe Wahnke in Kummersdorf wurde Hellmuth Walter über seinen Münchner Peroxid-Lieferanten EWM zur Heeresversuchsstelle nach Kummersdorf eingeladen. Dort schilderte er seine Ideen für ein Peroxid-Raketentriebwerk und den möglichen Einsatz unter Wasser, aber auch für Flugkörper. Der einfache Aufbau des kalten Verfahrens bestach, wenn auch die Leistungsfähigkeit weit hinter anderen Raketenantrieben zurückblieb. Für Starthilfen und Flugkörper sah man beim Heer jedoch Realisierungspotenzial. Nach dem Gespräch verpflichtete das Heer Hellmuth Walter zur Geheimhaltung, selbst der Tatsache seines Besuches in Kummersdorf.

Wieder in Kiel, fasste Walter seine Vorschläge für Peroxid-Torpedos in einer Denkschrift zusammen. Eine Ausführung ging im Dezember 1934 an die Marine, eine

an das Heereswaffenamt. Letzterem Exemplar fügte Walter einen (heute nicht mehr auffindbaren) Entwurf eines Fernflugkörpers für 400 Kilometer Reichweite an.

Im Herbst 1935 lief erstmals ein Walter-Raketentriebwerk bei der Chemisch-Physikalischen-Versuchsanstalt der Marine in Kiel-Dietrichsdorf. Damit beginnt die Einsatzgeschichte von Wasserstoffperoxid für Raketen- und Raumfahrtzwecke. Ungefähr zur gleichen Zeit erhielt Walter beim Marineamt einen Vertrag über die Entwicklung von Raketentorpedos und bekommt eine monatliche Bezahlung für die notwendigen Konstruktionsarbeiten von 750 Reichsmark zugesprochen. Pikanterweise stellt das entsprechende Protokoll erfreut fest, dass bei der Marine eine eventuelle Zusammenarbeit Walters mit dem Heer oder der Luftwaffe nicht bekannt sei.

Ende des Jahres erwartete das Heereswaffenamt eine Vorführung eines Walter-Triebwerks, muss aber bis in den Januar 1936 warten, um in Kiel einen erfolgreichen Testlauf beobachten zu können. Die Herren vom HWA sind begeistert.

Im Frühjahr 1936 siedelte die Firma auf das leerstehende Gelände des ehemaligen Gaswerkes in Kiel über. Hier hat man mehr Platz zur Verfügung und bald leistete ein Walter-Triebwerk im Sommer erstmal eine Tonne Schub.

Durch den Zusammenschluss der Raketen-Entwicklung von Heer und Luftwaffe, erfährt das Reichsluftfahrtministerium von den Arbeiten Hellmuth Walters. Man bringt ihn mit Ernst Heinkel in Kontakt, der ab Ende 1936 mit der Heinkel He 176 dabei ist, ein schnelles Raketen-Versuchsflugzeug zu bauen. Hier trifft Walter wieder auf Wernher von Braun, dessen Triebwerk die He 176 eigentlich antreiben soll. Da diese Entwicklung aber sehr zögerlich verläuft, kommt man gemeinsam



In Washington wird ein HWK-500 unter dem Strahlbomber Arado Ar 234 gezeigt.

überein, den ersten Prototyp der He 176 V1 mit dem schwächeren Walter-Triebwerk auszurüsten, die V2 dann mit dem von-Braun-Triebwerk.

Die Zusammenarbeit von Hellmuth Walter mit dem Heer und später gemeinsam mit der Luftwaffe läuft gut an. Etwa bei der Entwicklung der Turbopumpe für die Flugzeug- und später für Raketenantriebe ist ein Informationsaustausch gegeben. Andererseits kann die anfängliche Verwendung von lehrbuchmäßigen Lavalldüsen durch Walter für seine Triebwerke vom Autor nur darauf zurückgeführt werden, dass er keinen Zugang zu den Erkenntnissen der Heeresarbeitsgruppe in Kummersdorf hatte. Diese wiederum plagten sich mit dem Problem der Treibstoffeinspritzung ohne die Doppel-Ringspaltdüse von Walter in einem Versuchstriebwerk wenigstens zu testen. Es liegt die Vermutung nahe, die Ingenieuroffiziere hingen der Vorstellung an, im Entwicklungsbereich solle das Militär wie ein Wirtschaftsbetrieb geführt werden und seine eigenen Erfindungen auch selbst vermarkten. Diese Haltung lässt sich auch bei Offizieren in anderen Bereichen des Heeres finden. Als Unternehmer war eine solche Einstellung bei Hellmuth Walter natürlich Grundlage seines Wirtschaftsverständnisses.

Unten: Im Militärhistorischen Museum Berlin-Gatow steht ein HWK-500. Die Düse ist noch als eine reine Lavalldüse ausgelegt.

### Das erste fliegende Flüssigkeitstriebwerk

Erste Flugversuche erfolgten 1937 mit einem zusätzlich in einen Doppeldecker He 72 eingebauten Walter-Triebwerk. Mit dem kalten Verfahren arbeitend, leistete das Aggregat gerade etwa 130 kp sollte später aber einen Schub von 600 kp erzeugen. Die Treibstoff-Förderung erfolgte beim Doppeldecker mittels Druckluft. Bei den beiden He 176 würde die Förderung jedoch eine Turbopumpe besorgen müssen. Hierzu nahm Hellmuth Walter Verbindung zum Pumpenhersteller Klein, Schanzlin und Becker auf und bezog sie in die Entwicklung einer leichten Pumpe ein, die durch eine Dampfturbine angetrieben werden sollte.

Im Laufe der Versuche zeigte sich die Notwendigkeit, die Flüssigkeiten vor dem Eintritt in die eigentliche Pumpe durch einen Impeller vorzubeschleunigen. Sonst hatte die Kavitation, also die Verdampfung der Flüssigkeiten durch plötzlich einsetzenden Unterdruck, die Verdichter beschädigt. Es ist möglich, dass bei Diskussionen im Heinkelwerk auch Pabst von Ohain von diesem Verfahren erfuhr und sein Strahltriebwerk danach ebenfalls mit einem Impeller ausstattete. Die Walter-Turbopumpe war in der Auslegung beispielgebend für alle weiteren Treibstoffpumpen der Peenemünder Entwicklungen bis hin zum Aggregat 4 und







Der Anti-Schiffs-Flugkörper der Henschelwerke Hs 293 wurde durch ein untergehängtes kaltes Waltertriebwerk beschleunigt. Hier eine erhaltene Hs 293 in Berlin-Gatow.



Unten:  
Der Antriebsblock der Hs 293 ohne Verkleidung. Das Triebwerk links ist so abginkelt, dass der Schub durch den Schwerpunkt des Flugkörpers geht. In der Mitte liegen zwei lange Pressluftbehälter mit dem kleinen Katalysatortank und rechts der Peroxidtank mit einem Gewicht zum Einstellen des Schwerpunktes.

nach dem Krieg für lange Jahre auch für Raketen-Pumpen in den USA und der Sowjetunion.

Im Frühsommer 1937 startete erstmals eine Heinkel He 111 mit zwei kalten Walter-Starthilfen HWK-500 unter den Tragflächen auf dem Flugplatz Neuhardenberg nördlich von Berlin. Damit hatte Hellmuth Walter das gemeinsame Projekt des Heeres und der Luftwaffe für eine Starthilfe deutlich geschlagen. In den nächsten Wochen führte die Maschine über 100 Starts mit wachsender Überladung ohne Probleme durch. Anfänglich leisteten die HWK-500 für 30 Sekunden je einen Schub von 300 kp, der später auf den Zielwert von 500 kp

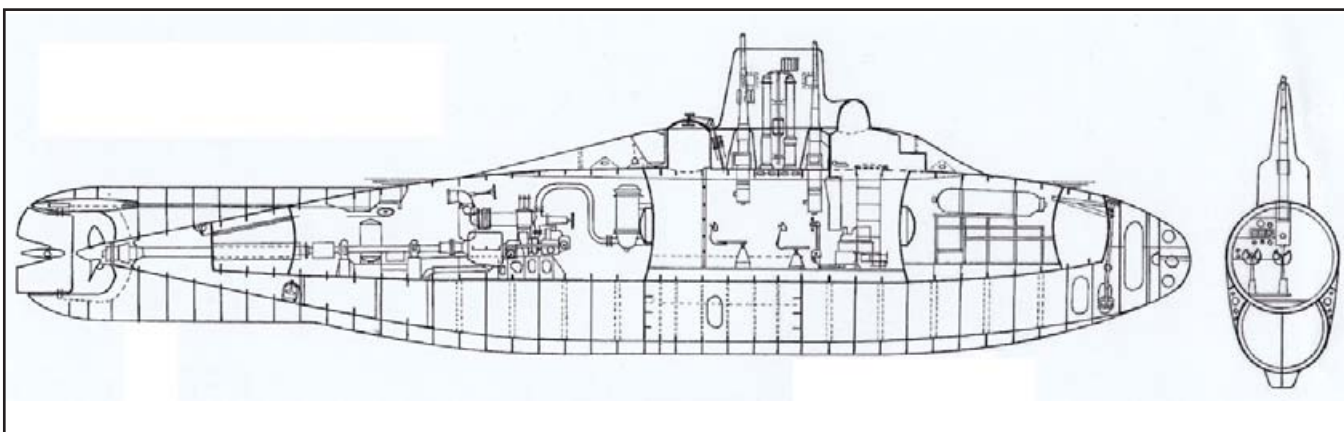
gesteigert wurde. Die Peenemünder Starthilfe war erst 1940 für Versuchsflüge bereit und erwies sich dann als praktisch nicht einsetzbar.

Mit seinem erfolgreichen kalten Triebwerken war Hellmuth Walter ab 1937 gut im Raketen-Geschäft. Weitere Projekte der Luftwaffe wurden für seinen Antrieb konzipiert. Etwa der Vorläufer des Raketenjägers Messerschmitt 163 (die DFS 194) oder der „Fliegende Torpedo“ bei Blohm & Voss, als Bv 143 bezeichnet. Dieser Anti-Schiffs-Flugkörper sollte von einem Katapult oder von einem Trägerflugzeug aus gestartet werden. Auch für das Katapult dachte Walter an den Einsatz von Peroxid.



Links: Das geschnittene Triebwerk der Hs 293 zeigt rechts die Einspritzung gegen eine Prallschale und den Spiralgang zur Verlängerung des Mischungsweges.

Rechts: Blick durch die Düse



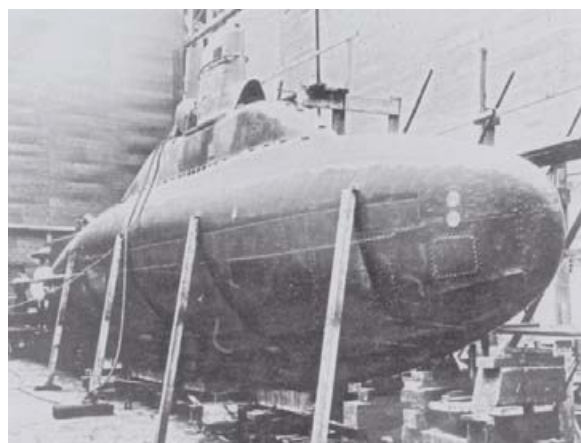
Das erste Walter-U-Boot V80. Es ist das erste U-Boot, das in einem Strömungskanal vermessen wurde. Selbst unter Wasser konnte es Zerstörern davon laufen.

Diese Überlegungen sollten einige Jahre später zum Startkatapult für die Fernbombe Fieseler Fi 103 führen.

### Ein revolutionäres U-Boot

Während die Anwendung des Peroxids für Flugaufgaben nur eine aus der Idee des Raketen-Torpedos abgeleitete Nebenentwicklung war, ging es bei Walters Marine-Projekten eher langsam vorwärts. Ein Torpedo-Antrieb über Kolbenmotoren oder Turbinen erwies sich als kompliziert und wurde von der Marine abgelehnt. Sein Versuchs-U-Boot musste Walter in der Größe reduzieren, um die Umsetzung zu beschleunigen. Jetzt sollte es nur noch 80 Tonnen verdrängen und wurde so als V80 bezeichnet. Auch bei der Formgebung ging Hellmuth Walter neue Wege. Er ließ Holzmodelle im Windkanal in Braunschweig vermessen und fand dadurch eine Auslegung mit starken Rundungen, die sich deutlich von den bisherigen Gepflogenheiten im internationalen U-Boot-Bau unterschied. Für den Steuerstand griff er auf Komponenten des Flugzeugs Junkers Ju 52 zurück. Der 2500-PS-Antrieb sollte das Boot so agil machen, dass der Rudergänger auf seinem Sitz angeschnallt arbeiten sollte. Die Tiefensteuerung wurde einer, von Torpedos entliehenen, Automatik überlassen. Die erste Testfahrt erfolgte 1939 in der Ostsee. Wie bei vielen späteren Versuchen auch, war Hellmuth Walter selbst mit an Bord. Getaucht lief das V80 etwa 28 Knoten und fuhr damit einem begleitenden Zerstörer davon. Besser

Hellmuth Walter (Zweiter von links) mit der Besatzung des V80 vor einer Tauchfahrt.

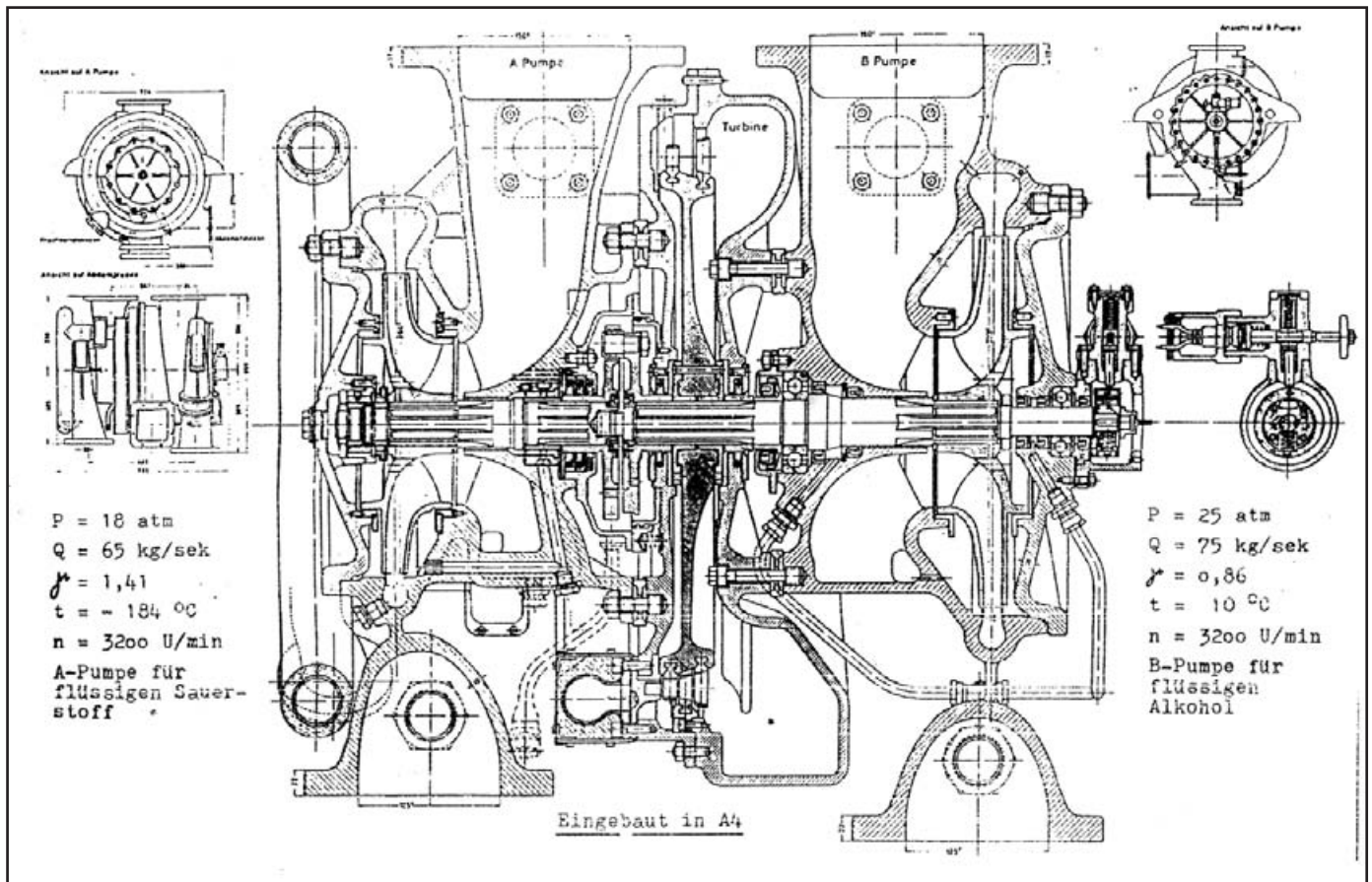


hätte die Leistungsfähigkeit des neuen Antriebs nicht demonstriert werden können. Das V80 wurde 1945 vor Hela durch Sprengung versenkt.

Der Raketen-Torpedo sollte auch bis zur Erprobungsreife entwickelt werden. Im März 1938 erhielt Walter dazu den Auftrag für Torpedos mit unterschiedlichen Schubleistungen bis hin zu 1500 kp. Aber auch den Antrieb durch Turbinen sollte er weiter verfolgen. Während er sich an diese Arbeiten machte, erkannten seine Auftraggeber von der Marine einerseits und vom Heer/Luftwaffe andererseits, dass Walter auch mit dem jeweils anderen im Geschäft war. Die anfänglichen Verstimmungen konnte Walter dadurch entkräften, indem er auf die ihm auferlegten strikten Geheimhaltungsbestimmungen hinwies, die verhinderten, dass sogar innerhalb der Wehrmacht die eine Teilstreitmacht nicht erfahren durfte, was die andere gerade tat. Er habe sich schließlich absolut vertragsgemäß verhalten.

Im Januar 1939 startete die Heinkel 176 auf dem Flugplatz von Peenemünde erstmals zu einem kurzen Versuchsflug. Das kalte Walter-Triebwerk bewährte sich dabei bestens. Ein wenig weiter östlich, rüstete man in der Raketen-Versuchsstelle des Heeres für Vorversuche zu den Leitwerksformen für die zukünftige Fernrakete verkleinerte Modell von 160 cm Länge mit einem 120 kp-Triebwerk von Walter aus. Im März wurde die erste der kleinen Modellraketen gestartet. Auch von der größeren A5, die ebenfalls für Vorversuche zur Großrakete eingesetzt wurde, flogen die meisten Exemplare mit Walterantrieb. Dies war der erste Flugkörper der Welt, der die Schallmauer durchbrach. Aber nicht nur





hier konnte der Peroxid-Antrieb der noch zu schaffenden großen Rakete helfen. Es wurde immer deutlicher, dass die ursprünglich ins Auge gefasste kombinierte Druckgas-plus-Pumpen-Förderung der Treibstoffe nicht funktionieren würde. Eine kräftige Pumpe musste die Förderung allein übernehmen. Das Walter-Verfahren war nach Lage der Dinge in Peenemünde der beste Weg, schnell zum Ziel zu kommen. Die Walter-Pumpe förderte die über 9 Tonnen Treibstoff der Rakete innerhalb einer Minute und verbrauchte dabei nur 180 kg Peroxid von 80 Prozent Konzentration. 1939 steckte das ganze Projekt Fernrakete in einer Krise. Das Triebwerk brannte nicht

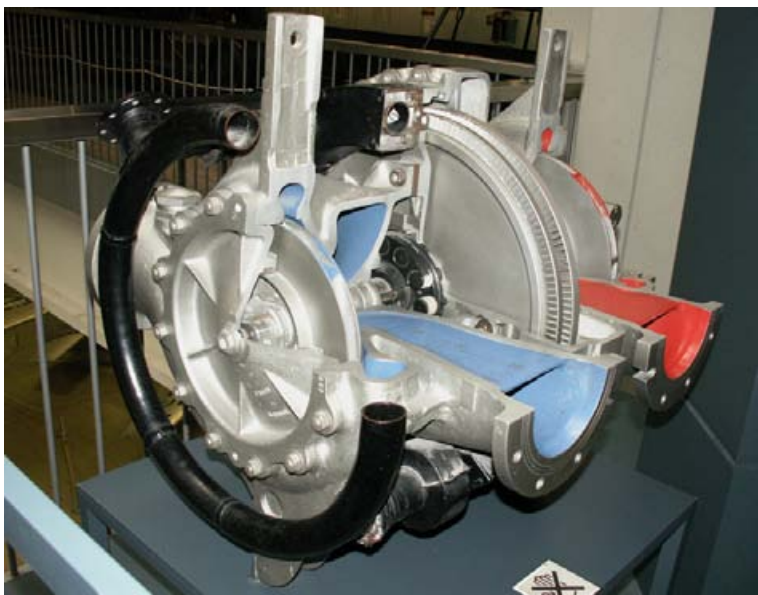
zuverlässig und wurde zu groß, die Steuerung erwies sich als sehr kompliziert und für die spätere Produktion und den möglichen Einsatz gab es nur vage Pläne. Da war eine gangbare Lösung für die Treibstoff-Förderung schon ein wichtiger Schritt vorwärts.

Im Juni 1939 erfuhr Hellmuth Walter eine Bestätigung seiner Arbeiten, als bei der großen Luftwaffen-Vorführung vor Adolf Hitler in Roggentin sein Antrieb gleich zweimal für spektakuläre Flüge sorgte. Zuerst startete die He 176, dann zeigte ein Heinkel-Bomber mit zwei Starthilfen einen Gewaltstart, der bei allen Beobachtern großen Eindruck machte. Zuvor war die

Die Turbopumpe für das Aggregat 4 mit der Turbine von Hellmuth Walter in der Mitte.



Das Foto-Mosaik aus den Einzelteilen der A4-Pumpe zeigt den Aufbau mit der durchgehenden Achse links. Die Achse ist zur Kompensierung von Schwingungen in ihrer Mitte durch eine Hardy-Kupplung geteilt.



Oben: Die geschnittene Turbopumpe im Deutschen Museum München zeigt den Aufbau. Rechts: Der Triebwerksraum des A4 in London. Links unterhalb des Peroxid-Eis liegt die Turbopumpe.

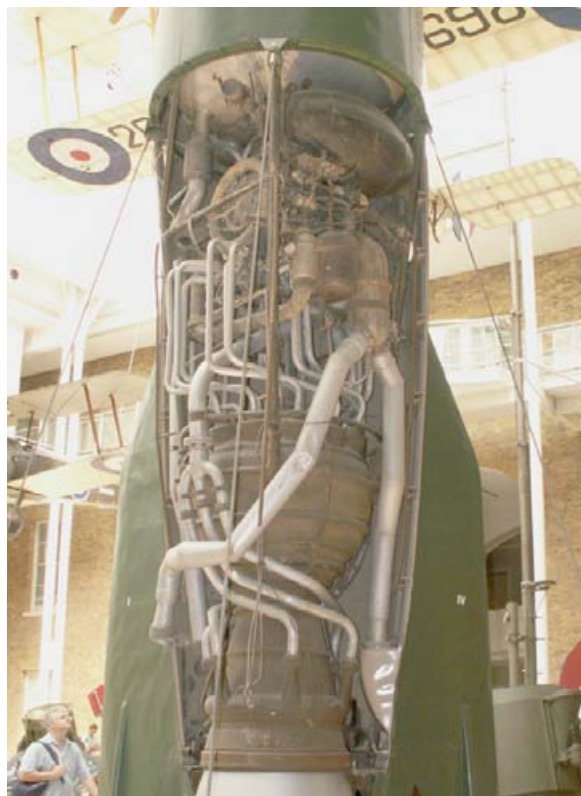
Auf diesem Standbild aus einem A4-Start-Video ist links einer der beiden Abdampfstrahlen der Turbopumpe zu sehen. Beide zusammen lieferten etwa 50 kp zusätzlichen Schub.

Starthilfe HWK-500 von der Luftwaffe nach eingehender Erprobung für einsatzreif erklärt worden.

Als Ausdruck des wachsenden Geschäfts mit Peroxid-Anwendungen wurde am 16. Dezember 1939 auf der neuen Werksanlage in Tannenberg am Kaiser-Wilhelm-Kanal Richtfest gefeiert. Aus der Wohnzimmer-Selbständigkeit war eine beachtliche Firma geworden. Das neue Werk für 1000 Mitarbeiter umfasste ein dreistöckiges Verwaltungsgelände, zwei Werkhallen von je 150 Metern Länge, eine davon zum Bau von U-Booten, eine Halle für den Torpedobau, zwölf Bunker für Tests des Torpedo-Antriebs und Teststände für die Strahlantriebe. Eigene Chemielabore untersuchten verschiedene Stoffkombinationen als Treibstoff oder als Zusätze zum Peroxid und Versuchswerkstätten sollten neue Bauverfahren, etwa Schweißtechniken, für die Produktion der Walter-Erfindungen entwickeln. Und natürlich fanden sich auf dem Werksgelände große Tanklager für Peroxid.

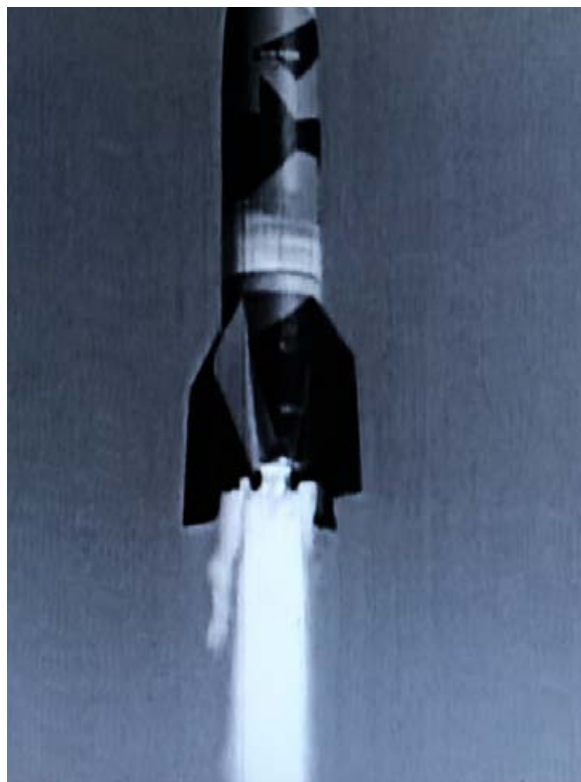
Nach Ausbruch des Zweiten Weltkriegs musste sich die Marineleitung die sogenannte "Torpedo-Krise" eingestehen. Die Produktion an Torpedos war so gering, dass entweder die Front-U-Boote nicht mehr mit ausreichend Torpedos beliefert werden konnten oder die Ausbildung neuer Besatzungen ohne echte Torpedoschüsse erfolgen müsste. Der eigentliche Engpass war der aus Kupfer hergestellte Druckkessel für den Druckluftantrieb der konventionellen Geschosse. Jetzt wurden die Walter-Torpedos dringend benötigt. Auch ein weiteres Versuchs-U-Boot wurde von der Marine gefordert, es sollte etwa 300 Tonnen verdrängen und 24 Knoten getaucht laufen. Aber diverse Planänderungen seitens der Marine verzögerten das Projekt immer weiter. Schließ war das V300 auf über 600 Tonnen Verdrängung gewachsen und damit konnte die geforderte Fahrtleistung nicht mehr erbracht werden. Obwohl schon die Bezeichnung U791 für das Versuchsboot vergeben war, wurde das Projekt trotz eines Anfang 1942 erfolgten Bauauftrages fallengelassen.

Peroxid hatte sich mittlerweile von einer unbedeutenden Medizin-Substanz zu einem kriegswichtigen Treibstoff gemausert. Ende 1940 nahm ein neues Zweigwerk des Münchener Herstellers EWM bei Lauterberg



im Harz seine Produktion von geplanten 15 000 Tonnen Peroxid pro Jahr auf.

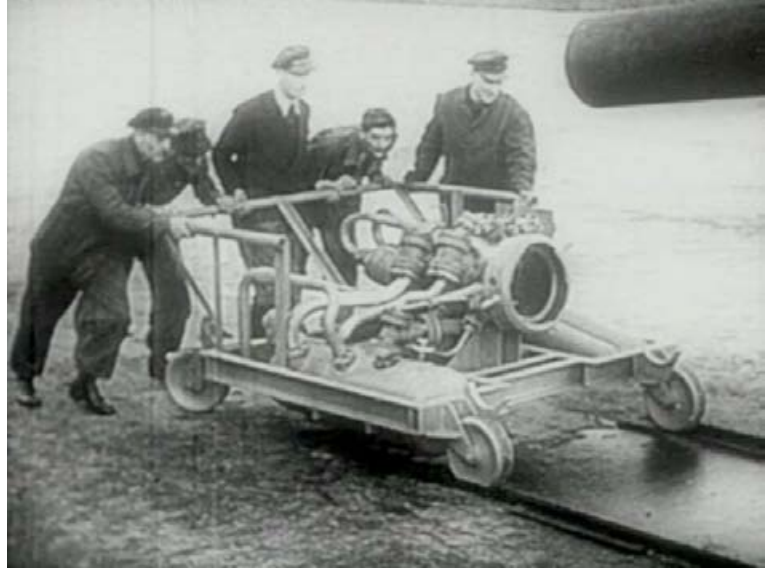
Über Peenemünde erreichte der Versuchspilot Heini Dittmar am 2. Oktober 1941 mit dem vierten Versuchsmuster der Me 163 A eine Geschwindigkeit von 1004 km/h. Er ist damit der erste Mensch, der schneller als 1000 km/h flog und stellte damit einen (aber geheimgehaltenen) Weltrekord auf. Für diese Leistung wurden der Flugzeugkonstrukteur Alexander Lippisch







und der Entwickler des Antriebs, Hellmuth Walter, mit den begehrten Lilienthalpreis ausgezeichnet. Walter beschäftigte sich mit immer neuen Projekten zum Einsatz von Peroxid. In allen Größen wurden seine Raketenriebwerke für Flugkörper entwickelt. Aus Gründen des einfachen Betriebes ausschließlich im kalten Verfahren. Für Flugzeugantriebe hingegen wurde bei HWK intensiv am heißen Verfahren gearbeitet, um mehr Schubkraft bereit zu stellen. Hier ergaben sich jedoch Schwierigkeiten bei der stabilen Verbrennung, die auf mangelnde Durchmischung der Treibstoffkomponenten bei Einspritzung in die Brennkammer zurückzuführen war. Hier wiederholten sich die Probleme, denen sich auch



die Peenemünder Entwickler gegenüber gesehen hatten. Hellmuth Walter fand aber eine andere Lösung als die Raketenleute. Seine kreisförmigen Einspritzdüsen bestanden aus einer zentralen Bohrung, die in einen kleinen Ringspalt auslief, durch die das Peroxid kegelförmig eingespritzt wurde. Diese war umgeben von einem größeren Ringspalt der den Brennstoff zylinderförmig einspritzte. In einem Abstand von einigen Millimetern von der Düse durchdrangen sich die beiden Sprühstrahlen, mischten sich und entzündeten sich dabei. Verwendet wurde neben Peroxid als Oxidator eine Methanol-Hydrazin-Mischung als mit Peroxid selbstzündenden Brennstoff.

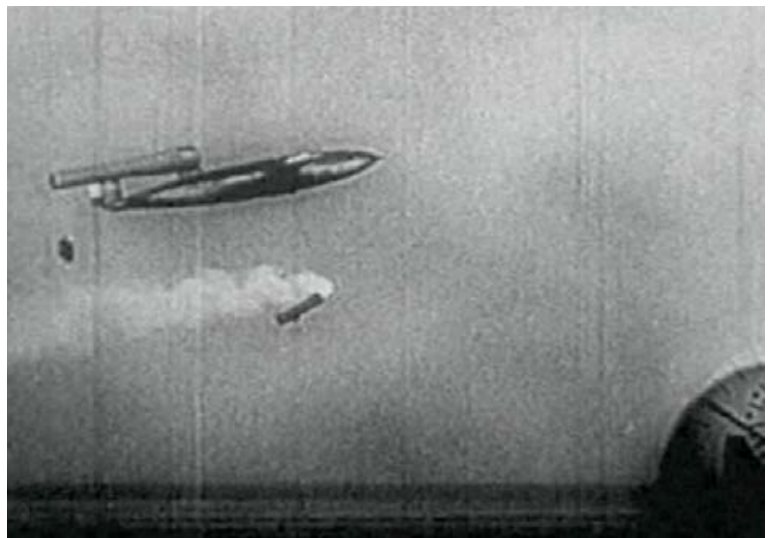
### Startrampen für die V1

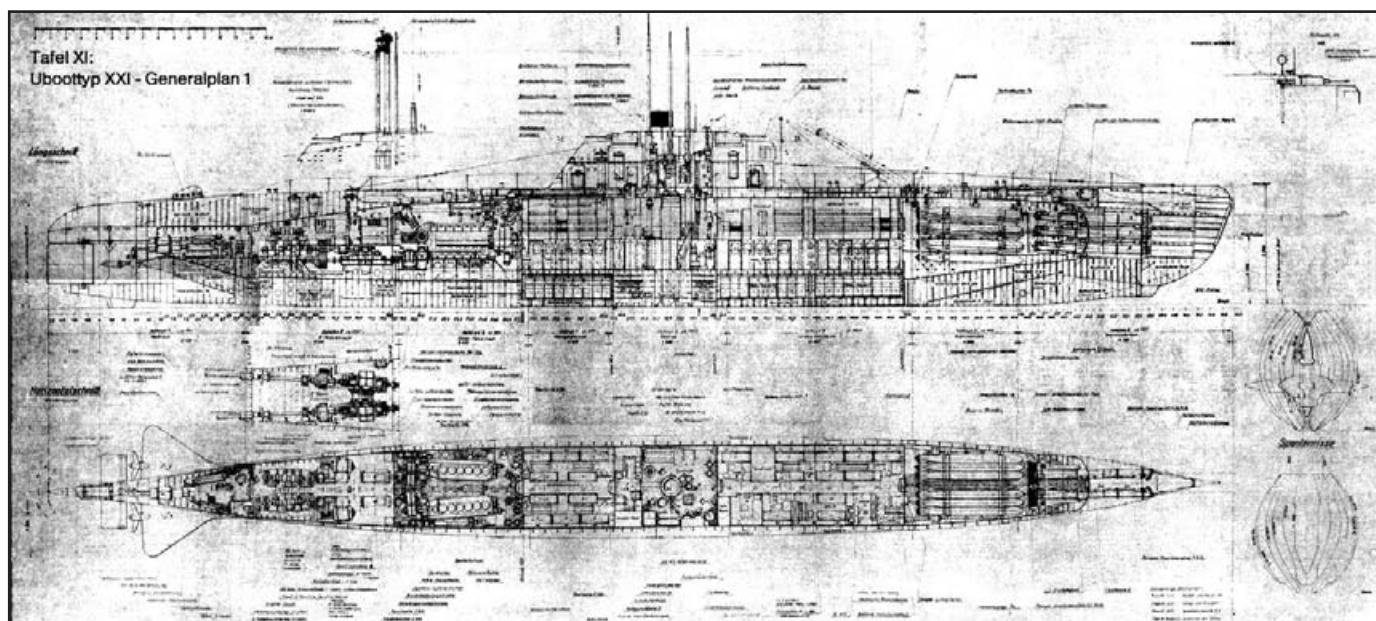
Im Sommer 1942 war ein anderes interessantes Problem an Walter herangetragen worden. Zum Start der geplanten Flugbombe wurde ein Katapult benötigt, welches unter Einsatzbedingungen in schneller Reihenfolge Flugkörper starten sollte. Da Walter schon Erfahrungen mit einem Versuchskatapult für den Fliegenden Torpedo von Blohm & Voss gesammelt hatte, konnte er relativ schnell eine Lösung präsentieren. Bei seinem Katapult

Links: Teile der Startrampe für die V1-Flugbombe sind in Berlin Gatow erhalten. Zu erkennen ist das Rohr für den Kolben und der Schlitz oben für die Zugnase.

Rechts: Der Peroxid-Dampf-Generator (genannt Kinderwagen) wird an die Startrampe geschoben.

Links: Der Kolben  
Rechts: Die Fi 103 (V1) nach dem Start, der Kolben unten fliegt ein Stück mit.





Von Hellmuth Walter entworfen, wurde sein U-Boot, da die Peroxid-Turbine noch nicht einsatzklar war, ab 1944 als Typ XXI mit Batteriebetrieb gebaut.

wurde in einem Rohr ein massiver Kolben durch den Peroxid-Dampf vorangetrieben. Das Rohr hatte oben einen Schlitz, durch den eine Metall-Nase oben auf dem Kolben herausragte, an welcher der Flugkörper eingeklinkt wurde. Zusammen mit dem Kolben wurde nun auch der Flugkörper vom Katapult beschleunigt. Für einen neuen Start musste (etwas vereinfacht) nur der Kolben wieder hinten ins Rohr eingeführt, der Dampferzeuger wieder mit Peroxid gefüllt und ein neuer Flugkörper aufgesetzt werden. Diese Lösung überzeugte. Bis auf wenige vom Flugzeug aus abgeworfenen Exemplare wurden alle etwa 20 000 Flugbomben Fi 103 (V1) durch Walter-Schleudern gestartet.

immer noch Schwierigkeiten bei Dauertest zeigten, wurde im Sommer von der Marineleitung entschieden, die Boote unter Wasser nicht durch Peroxid antreiben zu lassen, sondern durch Batterien, die bei Überwasserfahrt von Dielmotoren aufgeladen würden. Die Bezeichnung dieser Boote wurde deshalb in Typ XXI geändert.

### Raketenjäger Messerschmitt Me 163

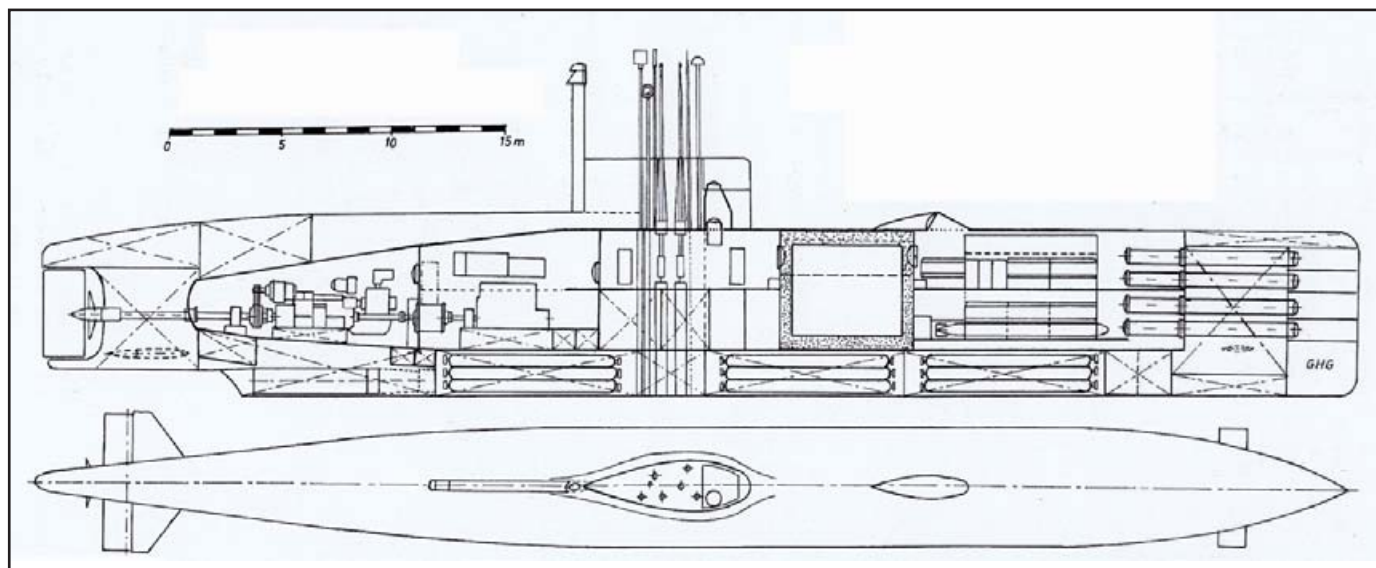
Für die Einsatzversion des Raketenjägers Me 163 wurden im Sommer 1943 die ersten heißen Triebwerke HWK-509 A-1 geliefert. Während des Krieges erfolgten mehr als 1000 Flüge des Raketenjägers. Die Me 163 ist damit immer noch das durch ein Flüssigkeits-Raketentriebwerk angetriebene Fahrzeug mit den meisten bemannten Flügen und den meisten beförderten Menschen. Das amerikanische Space Shuttle hat in seiner 30-jährigen Einsatzzeit 791 Besatzungsmitglieder befördert.

Wegen der ständigen Luftgefahr in Norddeutschland zog die Raketenentwicklung der Walterwerke zu dieser Zeit gerade nach Schlesien um. Dort begann man ab September mit Forschungen, Peroxid durch die billi-

Das Walter-U-Boot vom Typ XXXV aus dem Jahr 1945 zeigt eine Rumpfform, die noch heute in Deutschland so gebaut wird.

### Die Marine braucht Walter-U-Boote

Nach einem Vortrag des Oberbefehlshabers der U-Boote, Admiral Dönitz, entschied Adolf Hitler, es sollten je zwölf Walter-Versuchsboote als Typ XVIII bei der Germaniawerft und bei Blohm & Voss gebaut werden. Die Kiellegung des ersten Walterbootes erfolgte bei Blohm & Voss am 2. Februar 1943. Da aber die Wasserturbinen







gere Salpetersäure zu ersetzen. Ein derartiges Triebwerk wird dann für die Flak-Rakete Enzian vorgesehen, kam aber nicht mehr zum Einsatz.

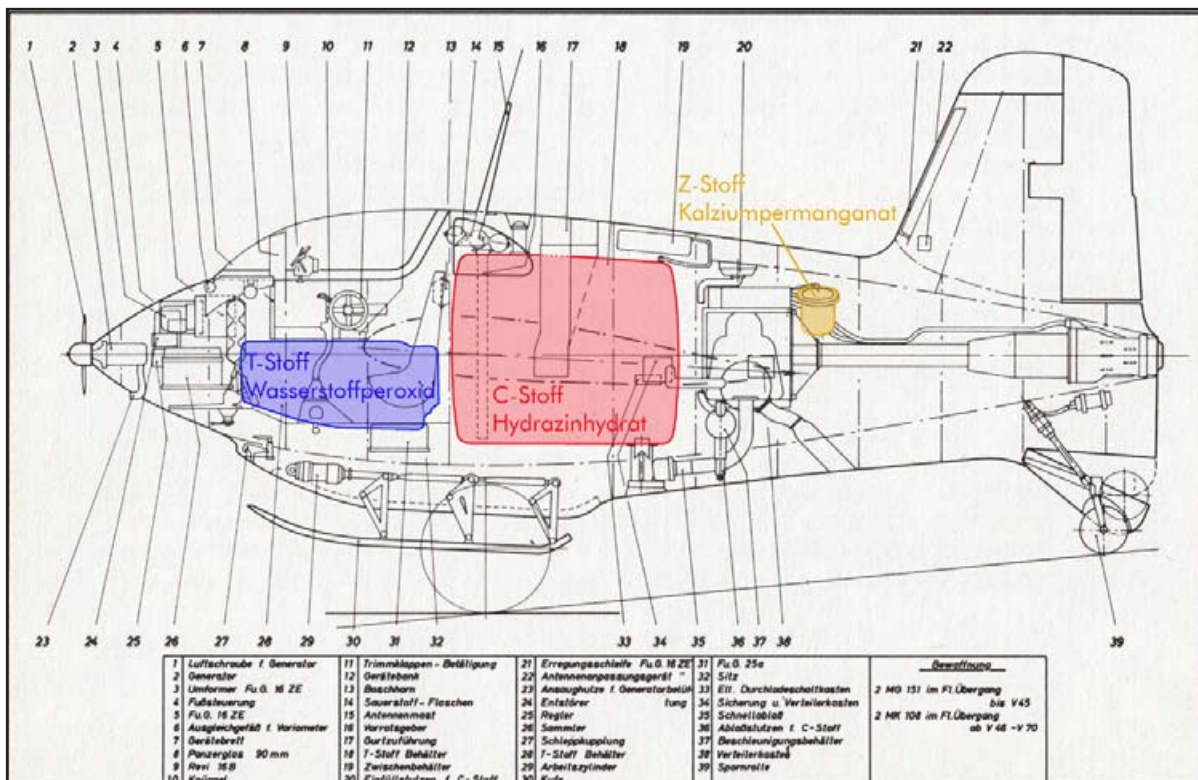
Zur Abwehr der alliierten Invasion befassten sich Marine und Walter ab dem Frühjahr 1944 mit der Idee von Kleinst-U-Booten. Hellmuth Walter präsentierte darauf im Juli sein Projekt des "Schwertwal". Mit einer Besatzung von zwei Mann, ist der Schwertwal mit zwei Torpedos bewaffnet. Walter bezeichnete diesen Entwurf immer als Unterwasser-Jagdflugzeug. Erste Muster wurden Anfang 1945 gebaut. Für seine Leistung in der Forschung war Hellmuth Walter im Herbst 1944 mit dem Titel "Professor" geehrt worden. Im März 1945 erhielt er noch das Ritterkreuz des Kriegsverdienstkreuzes mit Schwertern. Doch da war die Zeit, in der solche Orden

Vorteile bringen schon so gut wie vorbei. Bevor die anrückenden Briten Kiel erreichten, ließ Walter etwa 50 000 geheime Dokumente verbrennen. Diese wichtigen Unterlagen waren jedoch zuvor auf Mikrofilm gesichert worden. Diese Filme ließ Walter in sechs Dosen verpackt vergraben. Dies sollte seine persönliche Versicherung für seine berufliche Zukunft sein. Wichtige Prototypen und Versuchsvorrichtungen wurden in umliegenden Seen versenkt. Die Zeit der Walterwerke neigte sich rapide dem Ende zu.

Im Militärhistorischen Museum Berlin-Gatow steht diese originale Me 163.

### Zerschlagung des Werkes nach Kriegsende

Am 5. Mai 1945 besetzten britische Truppen das Walterwerk bei Kiel. Die Spezialeinheit T-Force nahm Hell-



Der innere Aufbau der Me 163 zeigt, dass der Pilot ungemütlich zwischen den beiden Peroxidthanks zu sitzen kam. Deswegen trugen die Flugzeugführer Schutzanzüge aus Kunstfasern. Für Testpiloten gab es sogar standesgemäß Hemden und Schlipse aus diesem Material.



Zur Wartung des Triebwerks konnte das Rumpfhinterende der Me 163 abgezogen werden.

muth Walter in seinem Büro gefangen. Zwei Tage lang weigerte sich Walter den Briten gegenüber Aussagen zu machen. Dann wurde ihm ein Schreiben von Großadmiral Dönitz gezeigt, das zur Zusammenarbeit mit britischen Stellen aufforderte. Nun begann Walter zögernd zu erzählen. Ab dem 9. Mai versammelten die britischen Stellen gefangene Betriebsangehörige der Walterwerke auf dem Werksgelände und beauftragten diese ihre

bisherigen Tätigkeiten zu schildern. Ingenieure und Betriebsführer sollen Berichte über die Entwicklungen der Walterwerke verfassen. Besonders waren die Briten an Marine-Projekten interessiert, in den Walterbooten sahen sie, nicht zu unrecht, eine große Gefahr für ihre Flotte. Schließlich wurde eine Gruppe britischer Wissenschaftler direkt auf dem Werksgelände untergebracht und begann erst mit Verhören und dann mit der Wiederaufnahme von Versuchsreihen, die bei Kriegsende gerade liefen. Ende Mai wurde Hellmuth Walter dann nach London verbracht. Mit ihm reisten nach britischen Angaben 50 000 Dokumente. Hellmuth Walter scheint also offenbar seine vergrabenen Mikrofilme mitgenommen zu haben. Er war den Briten wohl zu wichtig, um ihn in Deutschland zu lassen. Schon so mancher deutsche Wissenschaftler war in den letzten Wochen freiwillig oder gezwungenermaßen zu einem anderen Alliierten übergelaufen oder hatte Europa ganz verlassen.

Zwei der neuen U-Boote Typ XXI, U1406 und U1407, wurden nach ihrer Selbstversenkung im Hafen von Rendsburg gehoben. Eines ging nach Großbritannien und fuhr dort als HMS Meteorite bis 1950, das andere Boot ging in die USA. Auch ein versenkter Prototyp des Unterwasser-Jagdflugzeugs Schwertwal wurde geborgen. Ab Ende Mai liessen die Briten auf dem Gelände der HWK ein Walterboot vom Typ XVII (also ein XXI mit Walterantrieb) fertigstellen und ordneten die Weiterarbeit an den Walter-Torpedos an. Das nach der Kapitulation jede Art von Waffenentwicklung und Bau in Deutschland verboten war, kümmerte keinen der Alliierten in seiner Zone wirklich. Die eigentlich gesetzlich vorgeschriebene Umwandlung der HWK in eine Firma mit ziviler Produktion wurde nicht in Angriff genommen. Die Briten boten Hellmuth Walter und 15 seiner Top-Leute Arbeit in England an. Ab Anfang 1946 trafen diese Wissenschaftler mit ihren Familien und allen Möbeln an ihrer neuen Wirkungsstätte ein. Kurz vorher hatten die Briten Ende 1945 im Werk ganze Vernichtungsarbeit

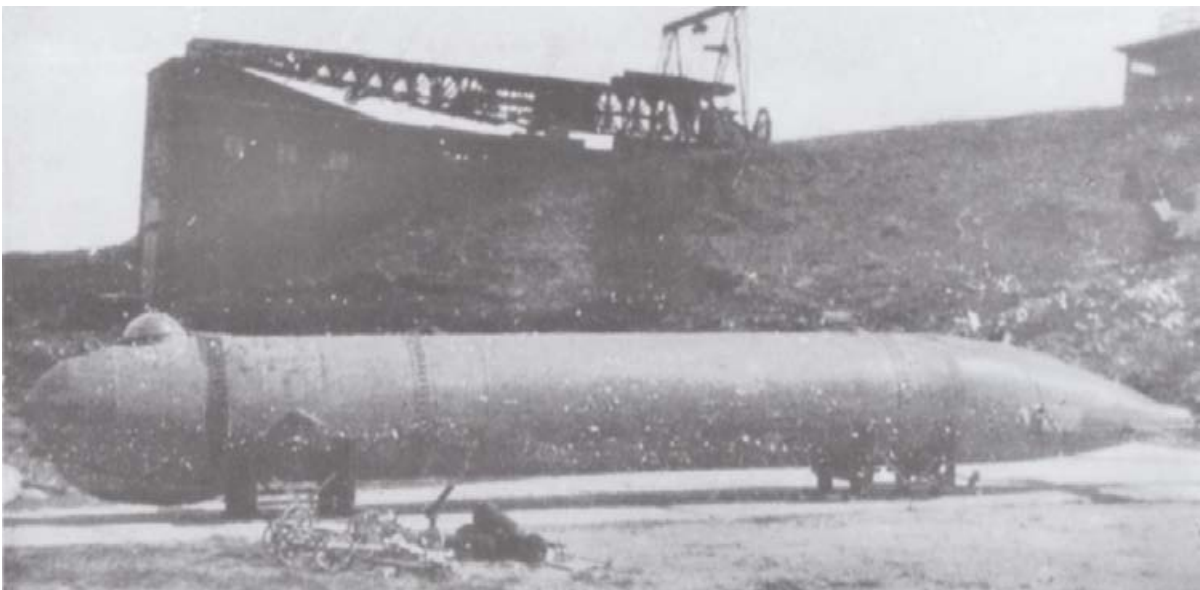
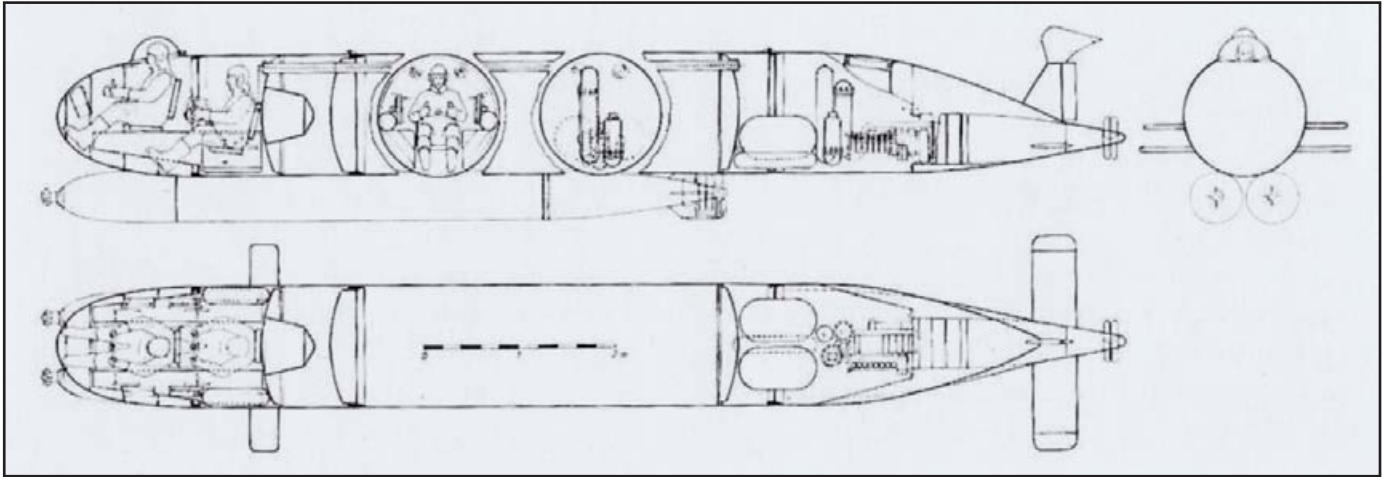
Der Blick auf die Me 163 in Washington zeigt das Größenverhältnis zwischen Flugzeug und Triebwerk.



Die dunkle Dampffahne hinter der Me 163 A mit kaltem Walterantrieb entstand durch die Färbung mit dem Katalysator Kaliumpermanganat.







Das zweiseitzige  
Walter-Jagd-U-Boot  
Schwertwal aus  
dem Jahr 1944

geleistet. Nachdem sie alle Unterlagen und Materialien abtransportiert hatten, wurden alle Versuchseinrichtungen, Tanks und Maschinenanlagen gesprengt. Nur die leeren Hallen blieben als Lagerfläche für alliierte Belange stehen.

In Großbritannien entwickelte das Walter-Team zwei U-Boote, die als Explorer und Excalibur durch einen heißen Walterantrieb eine neue Ära in der U-Boot-Flotte ihrer Majestät einleiteten. Als es deutlich wurde, dass die Zukunft großer U-Boote beim Atomantrieb lag, konnte Hellmuth Walter 1948 nach Deutschland zurückkehren.

Seltsamerweise zeigten die Briten seinerzeit kein Interesse am Walterverfahren als Antrieb für Großraketen. Einige Flugzeuge wurden dagegen mit britischen Varianten der Waltertriebwerke ausgerüstet. Wieder in Deutschland, gründet er mit einem ehemaligen Mitarbeiter eine neue Firma unter dem unverdächtigen Namen "Paul Seifert Motoren Werke". Doch im Nachkriegsdeutschland konnte Walter nicht erfolgreich Fuß fassen, so ging er 1950 in die USA, nach New Jersey. Hier war er an der Entwicklung von Dampfturbinen für Kraftwerke beteiligt. 1956 zog es ihn jedoch wieder nach Deutschland. In Kiel gründete er die "Hellmuth Walter GmbH" und machte sich mit 11 Mitarbeitern an die Arbeit, Aufträge für seine Peroxid-Verfahren einzuholen.

Dem Unternehmen war kein Erfolg beschieden, 1960 gab Hellmuth Walter deswegen seiner Firma eine neue Richtung. Die Fama will wissen, er habe im Urlaub aus Langeweile eine kleine Fabrik besichtigt, in der Waffeltüten für Speiseeis hergestellt wurden. Als erfahrener Ingenieur habe er sofort gesehen, dass die dortigen Maschinen zu kompliziert waren und viel zu langsam arbeiteten. Sofort habe er sich eine Neukonstruktion gemacht und seither beherrschen Waffelmaschine nach Hellmuth Walter den Weltmarkt.

Seine alte Leidenschaft für U-Boote war dennoch nicht völlig erloschen. 1967 machte Hellmuth Walter mit dem Projekt eines Forschungsbootes für 1000 Meter Tauchtiefe mit Walterantrieb noch einmal von sich reden. Zu einer Realisierung kam es nicht. In wie weit politische Gründe eine Rolle spielten, Walter nicht mehr zu fördern, ist umstritten. In den 1970er-Jahren verschlechterte sich die wirtschaftliche Lage der Firma rapide, die Familie Walter schied aus ihrer Firma aus, die schließlich Konkurs anmelden musste. 1981 wurde die Firma zur Produktion von Waffelautomaten von anderen Gesellschaftern neu gegründet. Sie trägt zwar heute noch den Namen Walter, eine Verbindung zur Familie gibt es jedoch nicht. Hellmuth Walter starb am 16. Dezember 1980 bei einem Besuch an seiner alten Wirkungsstätte in New Jersey.

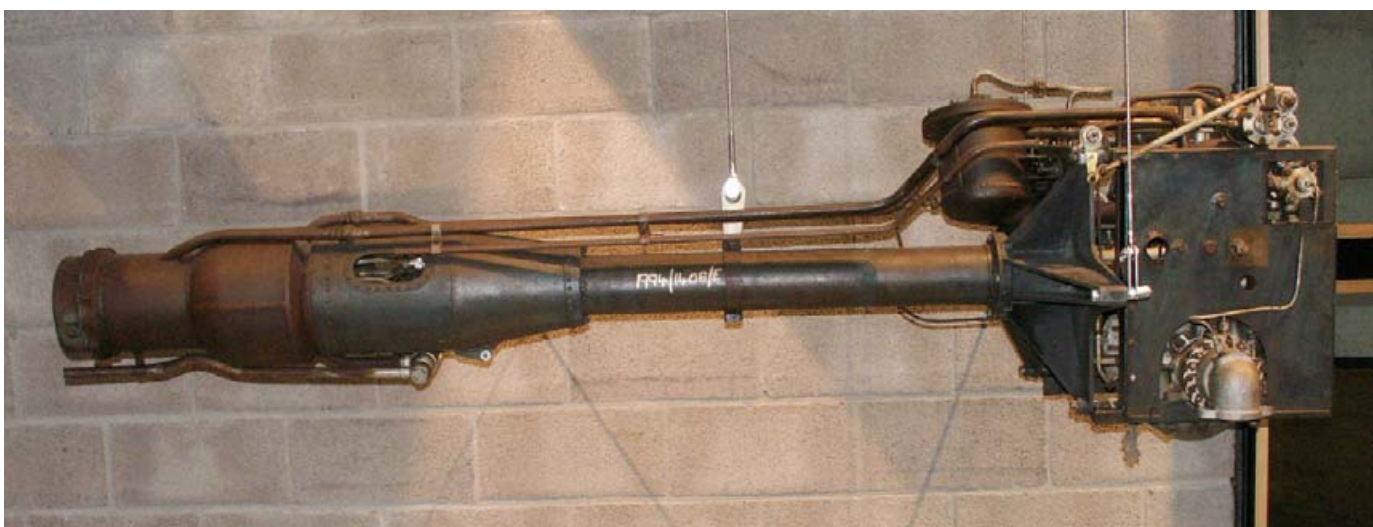


Oben: Hellmuth Walter Anfang der 1960er-Jahre und Mitte der 1970er-Jahre (rechts)

Ein HWK-509 A-1 in Berlin-Gatow und im Deutschen Technikmuseum Berlin (unten)

### Hellmuth Walter – ein kreativer Geist

Es ist einfach nicht möglich, alle Ideen und Entwicklungen die Hellmuth Walter im Laufe seines Lebens erdacht hat, hier zu erwähnen. Das von ihm perfektionierte Verfahren zur Nutzung der Zersetzung von Wasserstoffperoxid wird auch heute noch genutzt, ohne dass ein Ende abzusehen ist. Während des Krieges erreichten heiße Walter-Raketentriebwerke bei Versuchen einen Schub von 60 Tonnen – und das über Minuten Brenndauer! Damit war Walter noch für etliche Jahre nach dem Krieg der führende Entwickler von Flüssigkeitsraketen-



werken, leider ohne eine entsprechende Würdigung seiner Leistung.

Die Sowjetunion und später Russland setzten seine Raketentorpedos ohne große Änderungen noch lange ein. Bis ein solcher Torpedo sich durch einen zu früh eingeschalteten Peroxid-Antrieb oder durch eine Undichtheit eines Peroxidtanks auf dem U-Boot Kursk beim Tauchgang am 12. August 2000 selbst entzündete. Explodierenden Sprengköpfe rissen das U-Boot in zwei Teile und die gesamte Besatzung von 112 Mann in den Tod.

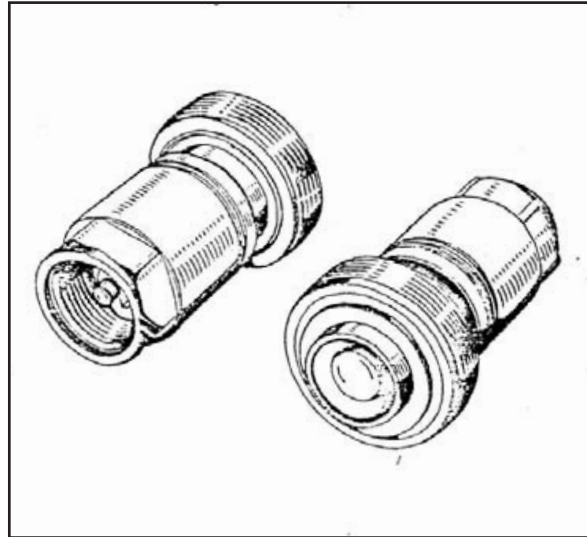
Die schon teilweise erwähnten Leistungen des Walter-Verfahrens mit Flüssigkeits-Raketenantrieb:

- Erster bemannter Flugkörper (Heinkel 72 - 1937)
- Erste einsatzfähige Starthilfe (HWK 500 - 1937)
- Erster Überschall-Flugkörper (Aggregat 5 - 1939)
- bemannter Flugkörper mit den meisten Starts (Me 163 - 1943/45)
- bemannter Flugkörper mit den meisten transportierten Menschen (Me 163 - 1943/45)
- stärkstes Flüssigkeitstriebwerk seiner Zeit mit 60 Tonnen Schub (Versuchstriebwerk - 1944)

Ein (lückenhafter) Überblick über zuvor im Text nicht erwähnte Entwicklungen von Hellmuth Walter während des Krieges:

- kaltes Raketen-/Staustrahl-Kombinationstriebwerk
- Zusatzantrieb für Flak-Granaten
- Zusatzantrieb für Granaten von Ferngeschützen
- Knall- und Blitzlose Artillerie
- Panzerabwehrraketen ähnlich Bazooka
- Unterwasser-Raketen für U-Boote gegen Überwasserschiffe
- Geräuschgenerator zum Räumen von Akustikminen
- Klein-Dampfturbine zum Antrieb von Sprengpanzern
- Leistungssteigerung für Flugmotoren durch Peroxid-Turbinen mit Rückstoß
- Dampfturbine für amphibische Unterwasser-/Landungsfahrzeuge

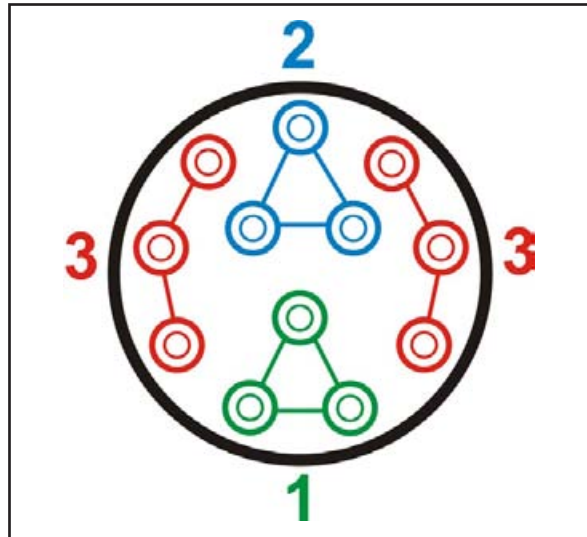




Links: Der Blick in das HWK-509 A-1 zeigt die für Walter typischen Ring-spaltdüsen.

Rechts: Diese Einspritzdüsen aus dem Handbuch des Triebwerks.

- Zusatzantrieb für panzerbrechende Bomben
- Sprengboote mit verschiedenen Antrieben
- Eintauchbremse für aus großer Höhe abgeworfene Torpedos
- Tiefenprofil-Auftriebs-Regelung für Treibminen
- Torpedo-Abschuss-Rohre
- Faschinen zum Werfen von Bunkern bis 60 Tonnen
- Sauerstoffgenerator für Höhenflugzeuge
- Kurzstrecken-Flugbombe mit 10 Tonnen Sprengstoff gegen Bunkerstellungen
- Katapultstartvorrichtung für Raketenjäger
- Durch Raketenantrieb anhaftende Panzermine
- Grenzsichtabsaugung für Flugzeuge
- Antrieb für Hochgeschwindigkeits-Windkanal



Das HWK-509 A-1 war in drei Stufen regelbar. Die ungewöhnliche unsymmetrische Einspritzung erklärt sich der Autor damit, dass in der horizontalen Brennkammer durch den Vorstart-Spülvorgang angesammelte Flüssigkeiten mit Stufe I ausgeblasen werden sollten.

### Das Triebwerk der Messerschmitt 163

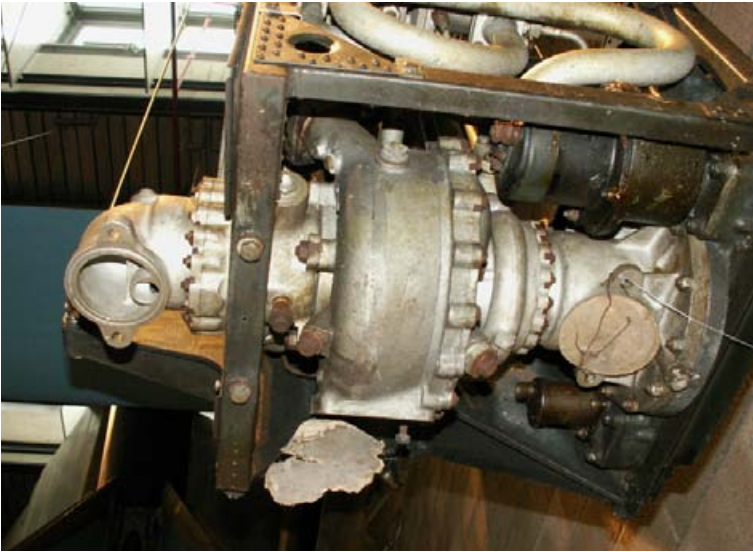
Viele halten die Idee, ein Jagdflugzeug mit Raketenantrieb auszurüsten, für eine Verzweiflungslösung der deutschen Luftwaffe im Zweiten Weltkrieg. Die Ursprünge der raketengetriebenen Flugzeuge liegen aber in der Mitte der 1920er-Jahre, als die deutschen Raumfahrt-pioniere über Einsatzmöglichkeiten von Raketentriebwerken nachdachten. Max Valier propagierte einen eigenen Weg, mit der Raumfahrt zu beginnen, indem konventionelle Passagier-Flugzeuge zusätzlich zu ihren Kolbenmotoren mit Raketentriebwerken ausgerüstet werden sollten. So könnten sie schneller und höher als bisher

fliegen. Später dann sollten diese nur noch raketengetrieben sein und mit den so erreichbaren Geschwindigkeiten sogar über den Atlantik fliegen können.

Gleichzeitig schien der Raketenantrieb ideal für kleine Jagdflugzeuge, die bei anfliegenden Bomberverbänden schnell starten und Höhe gewinnen könnten. Das Radar war noch nicht erfunden, somit konnten keine langen Vorwarnzeiten bei gegnerischen Angriffen erwartet werden. Einer der prominentesten Vertreter eines Raketen-Jagdflugzeuges war Alexander Lippisch. Als Konstrukteur von schwanzlosen Flugzeugen hatte er sich schon einen Namen gemacht. Seine Versuche



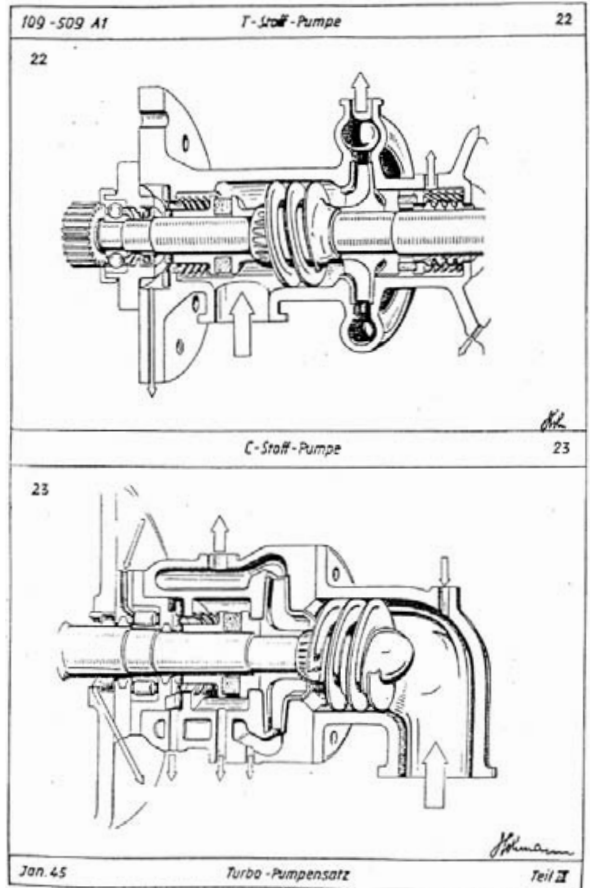
Zwei Standbilder aus einem Luftwaffen-Schulungsfilm zeigen den Spülvorgang des Antriebssystems vor dem Start mit einer leichten Peroxid-Wasser-Lösung. Der Wart spült Flugzeug und Boden mit Wasser sauber.



Als Besucher muss man in die Knie gehen, um die Turbopumpe betrachten zu können.

Rechts: Die Impeller der beiden Pumpen vor dem Verdichterrad und heute am Triebwerk des Space Shuttle (unten).

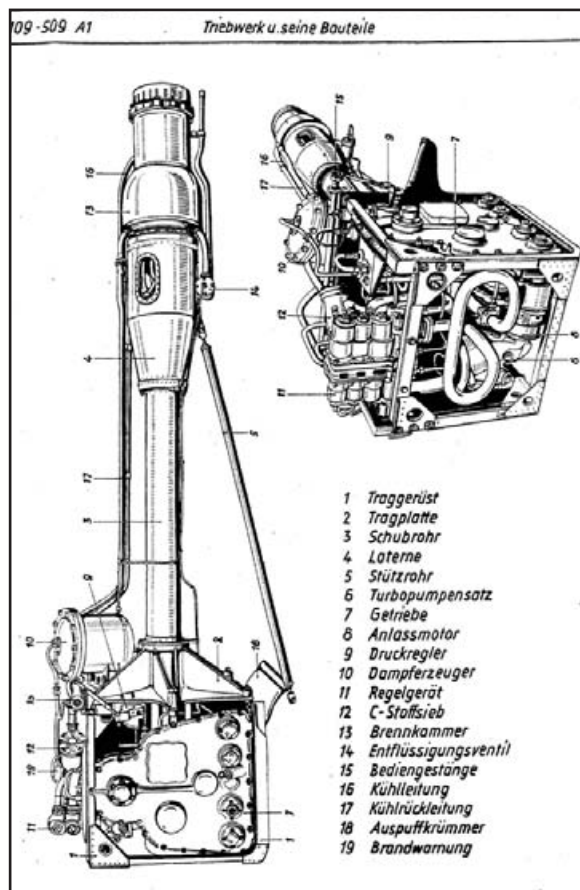
mit freifliegenden Modellen mit Feststoffantrieb fanden auch ein internationales Echo. Mit diversen Modellflugzeugen erprobte er Stabilität und Steuerfähigkeit der Kombination schwanzlos/raketengetrieben. Sein größtes Modell hatte dabei immerhin vier Meter Spannweite. Seine Modell-Versuche ergaben, dass ein herkömmliches, zentrales Seitenleitwerk die Flugzeuge stabiler fliegen ließ, als das von ihm ursprünglich bevorzugte Endscheibenleitwerk an den Tragflächenenden. Anfang der 1930er-Jahre zur Deutschen Forschungsanstalt für Segelflug (DFS) gewechselt, wurde dort ein von Lippisch entworfenes schwanzloses Flugzeug mit Schubpropeller



gebaut und 1938 eine Modifikation hiervon als Raketen-Versuchsflugzeug DFS 194 fertiggestellt und mit einem kalten Triebwerk der Firma Walter ausgerüstet. Diese Maschine war die Vorläuferin der in Zusammenarbeit mit den Messerschmittwerken entwickelten Me 163.

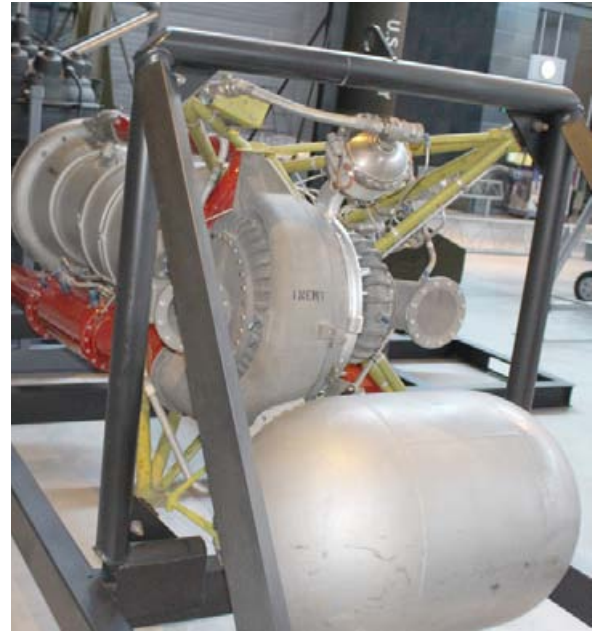
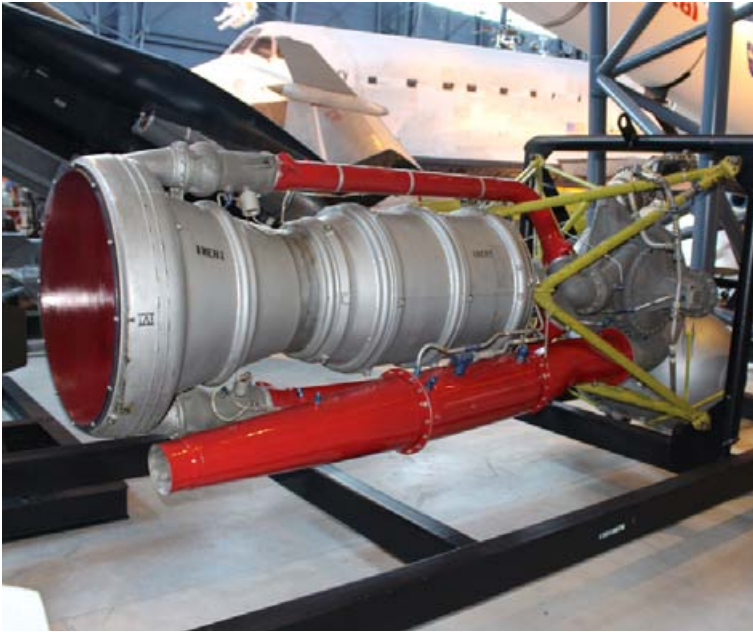
### Das Triebwerk HWK 509 A-1

Zum Starten des Triebwerks muss zuerst die Turbine angelassen werden. Ein Elektromotor versetzt die Turbine mit den beiden Pumpen in Drehung. Die Saugwir-



Übersicht über das HWK-509 A-1 aus dem Handbuch





kung der Pumpe führt über eine Leitung etwas Peroxid (T-Stoff) in den kesselförmigen Behälter mit Braunstein (Mangandioxid), dort zersetzt sich das Peroxid zu Dampf. Dieser wird auf die Turbinenschaufeln geleitet und treibt die Pumpen an. Jetzt saugen die beiden Pumpen C- und T-Stoff aus den Tanks an. Die beiden Komponenten vermischen sich in der Brennkammer und zünden selbstständig. Erreicht die Turbine eine Drehzahl von 6400 bis 8000 Umdrehungen pro Minute, ist der notwendige Mindestdruck im Triebwerk erreicht, der Elektromotor schaltet ab.

Im Kopf der Brennkammer sind zwölf Doppelspritzdüsen befestigt. Durch einen mittleren Ringspalt wird Peroxid kegelförmig nach außen versprüht. Ein äußerer Ringspalt versprüht C-Stoff zylinderförmig. Beide Stoffe mischen sich und zünden. Das HWK 109-509 wird immer als regelbar beschrieben, tatsächlich gibt es drei feste Schubstufen. Diese werden vom Piloten durch wahlweises Schalten von drei Doppelventilen im Regelgerät gegeben. Die Ventile regeln auf der einen Seite den C-Stoff-Druck und automatisch dazu den passenden T-Stoff-Druck. So wird garantiert, dass beide Stoffe immer im Verhältnis von etwa 1:3 ins Triebwerk gelangen. Je 2,2 kg C-Stoff und 6,9 kg T-Stoff werden pro Sekunde gefördert. Drei Doppelventile regeln jeweils eine Schubstufe.

In der Brennkammer sind drei Einspritzdüsen zentral und neun ringförmig darum angeordnet. Die unterste des zentralen Dreiecks und die beiden untersten Düsen des Rings sind bei der niedrigsten „Stufe I“ tätig. In der nächsten Stufe treten die beiden oberen des Dreiecks und die oberste des Rings zusätzlich in Aktion. Bei Vollschub (Stufe III) werden die beiden äußeren Dreiergruppen des Rings dazu geschaltet. Jetzt läuft das Triebwerk mit 1700 kp Schub.

Der C-Stoff umspült das Triebwerk durch eine doppelte Wand bevor er in die Einspritzdüsen fließt. So wird bei einer Innentemperatur in der Brennkammer von etwa 2000 Grad die Belastung auf 200 Grad an der Brennkammerwand und die Maximaltemperatur am

Düsenhals auf 500 Grad Celsius begrenzt. Der Treibstoff erwärmt sich beim Durchlauf um etwa 80 Grad.

### Die Turbopumpen

Die Dampfturbine mit auf den selben Achse laufenden Treibstoff- und Oxidatorpumpen zu beiden Seiten war

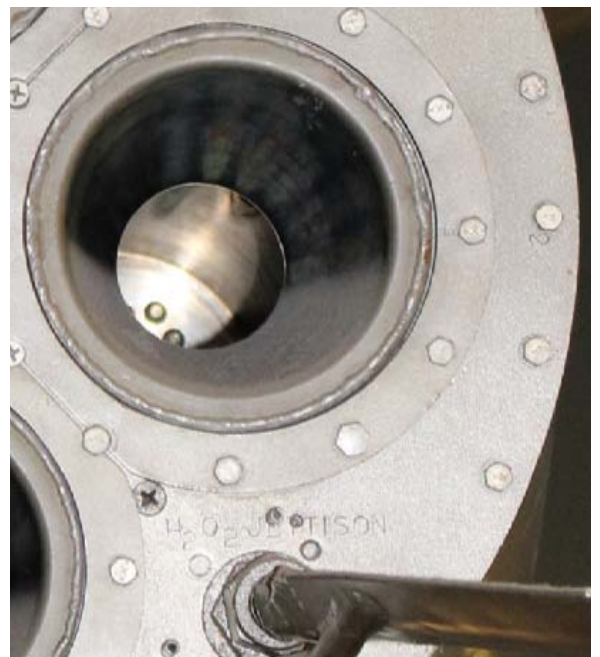
Der Triebwerksblock der Redstone-Rakete (unten-vorne) zeigt wie das Aggregat 4 den Peroxide tank für die Turbopumpe.



Im National Air and Space Museum in Washington hängt das Versuchsflugzeug Douglas D-558-2. Die Maschine flog erstmals am 4. Februar 1948.



Der Vierkammer-Motor XLR11 (Alkohol + Flüssigsauerstoff) wurde in den USA bei vielen Forschungsflugzeugen eingesetzt. Bei der letzten Variante wurde die Druckgasförderung der Treibstoffe durch Peroxid-Dampf vorgenommen.



beispielgebend für ein ähnliches, aber leistungsstärkeres Gerät in der Großrakete A4 (V2), das wiederum Vorbild für alle Raketenpumpen der nächsten Jahrzehnte war. Bei einer Drehgeschwindigkeit von 16 000 Umdrehungen pro Minute erreichte die Me-163-Turbopumpe ihre optimale Leistung. Die beiden Treibstoffe wurden mit etwa 45 bar in die Brennkammer gefördert. Dort herrschte ein Betriebsdruck von 21 bar bei Vollschub.

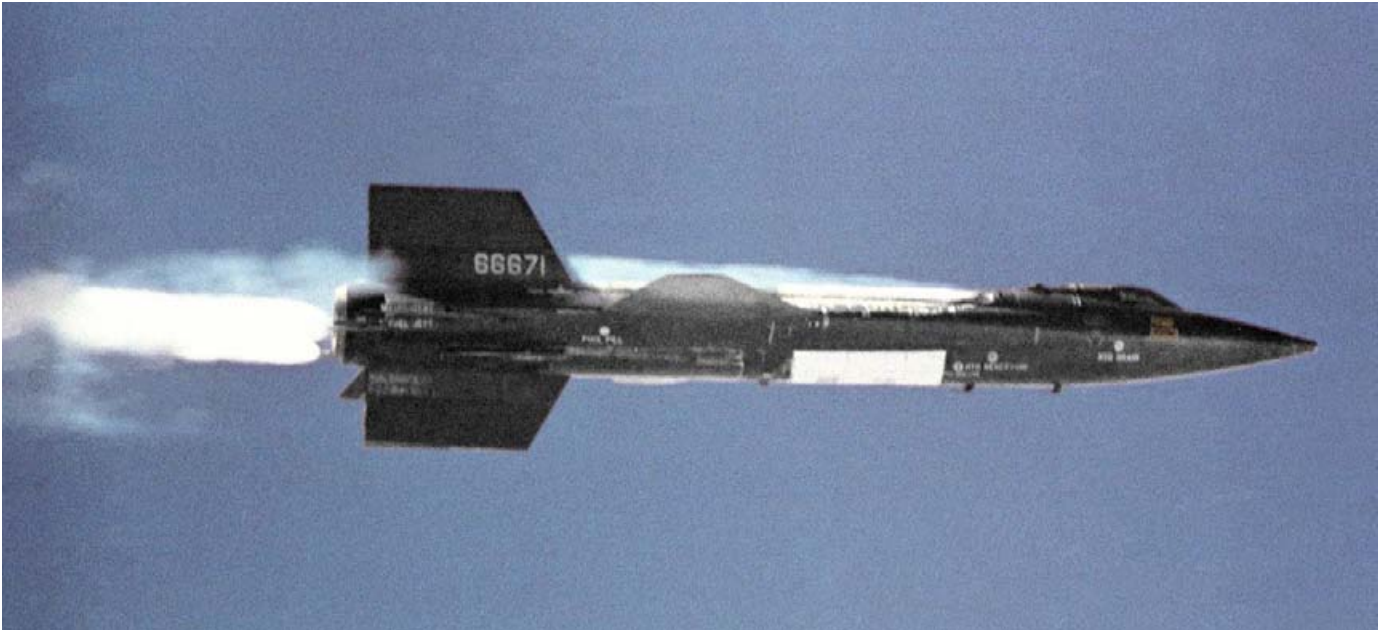
Die Turbopumpe war genau im Schwerpunkt der Me 163 eingebaut. Dadurch wurde eine mögliche Überlastung durch Beschleunigungen bei heftigen Flugmanövern reduziert. Die Achse wurde hier durch Öl geschmiert, etwa alle drei Flüge musste der Öltank neu gefüllt werden. Bei Großraketen werden die Achsen dagegen meist durch den geförderten Treibstoff selbst geschmiert.

### Die Messerschmitt Me 163 im Rückblick

Im Luftkriegsgeschehen des Zweiten Weltkriegs nur eine Randbemerkung, hat die Me 163 aber durch ihre Auslegung und vor allem durch ihr Triebwerk Technikgeschichte geschrieben. Die Komplexität des Antriebs hat die Flugtätigkeit des Raketenjägers dagegen stark eingeschränkt und auch Opfer gekostet. Auch war die Grundidee des Interceptors durch die Kriegsrealität bei Einsatzbeginn der Me 163 schon überholt. Dennoch hat die Me 163 bewiesen, dass ein Raketentriebwerk für bestimmte Aufgaben den Transport von Menschen mit vertretbaren Sicherheitsmargen erlaubt.

Von den Erfahrungen, die bei der Entwicklung und Erprobung des Walterantriebs gemacht wurden, hat nicht nur die damalige deutsche Raketentechnik profitiert, sondern die internationale Raumfahrtgemeinde





konnte nach dem Zweiten Weltkrieg auf diesen Erkenntnissen aufbauen.

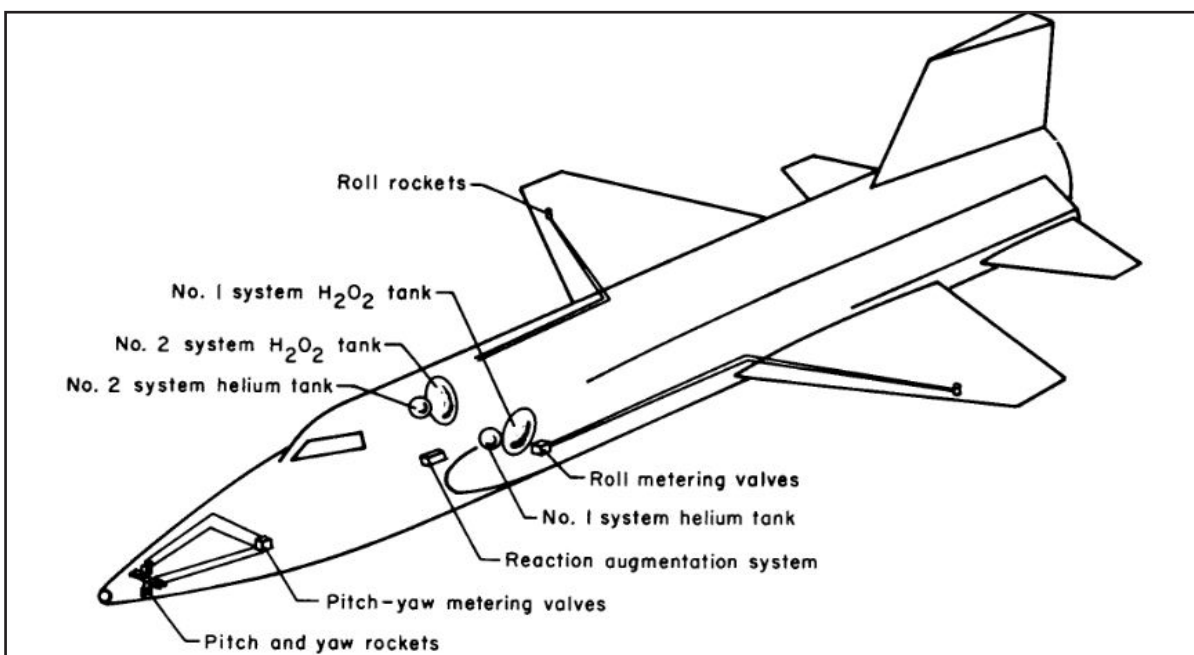
### Weiterentwicklung bei den Siegermächten

Während die USA etwa 100 intakte Großraketen des Aggregat 4 in den Tunneln des Mittelwerkes im Harz erbeuten und für Versuche in die Heimat verschiffen konnten, musste die Sowjetunion die Rakete mühselig aus restlichen Einzelteilen rekonstruieren. Eine kleine Serie wurde 1945 im Harz nachgefertigt und dann alle Werkzeugmaschinen in die UdSSR verlagert. Hier baute man das Aggregat 4 als R1 nach. Großbritannien hatte weniger Interesse an der Raketen-Technologie. Man ließ drei erbeutete Raketen auf die Nordsee hinaus schießen, um zu sehen, was für Geschosse während des Krieges auf England abgefeuert worden waren.

Die ersten Großraketen der Sieger waren also identisch mit der deutschen Entwicklung. Nach der Aneignung der deutschen Technik, begannen die USA und UdSSR damit, die nächste Generation selbst zu entwickeln. Das von den ehemaligen Peenemündern unter Wernher von Braun initiierte Projekt Redstone war eine Weiterentwicklung des A4 mit teilweise schon in Peenemünde angedachten Verbesserungen, wie etwa Integraltanks und einem abtrennbaren Sprengkopf. Das Triebwerk wurde neu entwickelt, ähnelte aber in der Funktion der Treibstoff-Förderung stark dem A4. Die nächste Sowjetische Rakete R2 war eine verlängerte A4 mit integralem Alkohol-Brennstofftank und abtrennbarem Sprengkopf und (durch Erhöhung des Brennkammerdrucks) verstärktem Peenemünder Triebwerk.

Die Raketen der nächsten Generation, in der UdSSR bis Ende der 1950er-Jahre, förderten ihre Treibstoffe

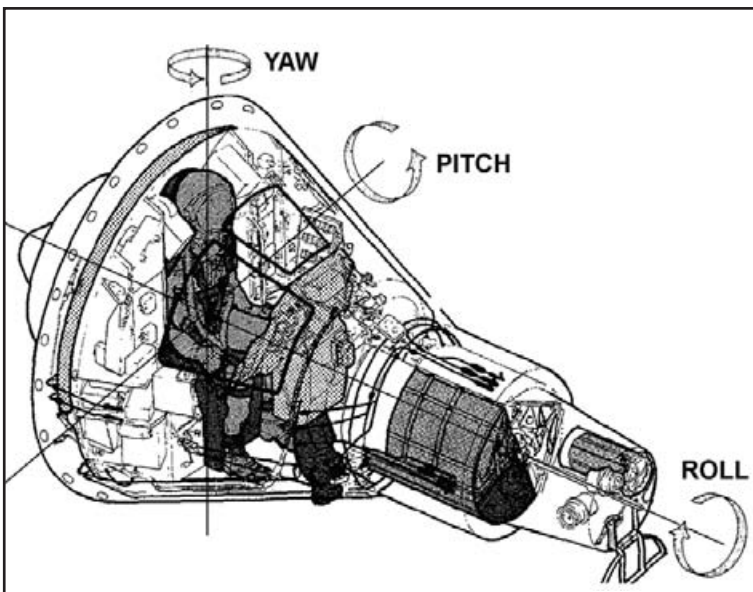
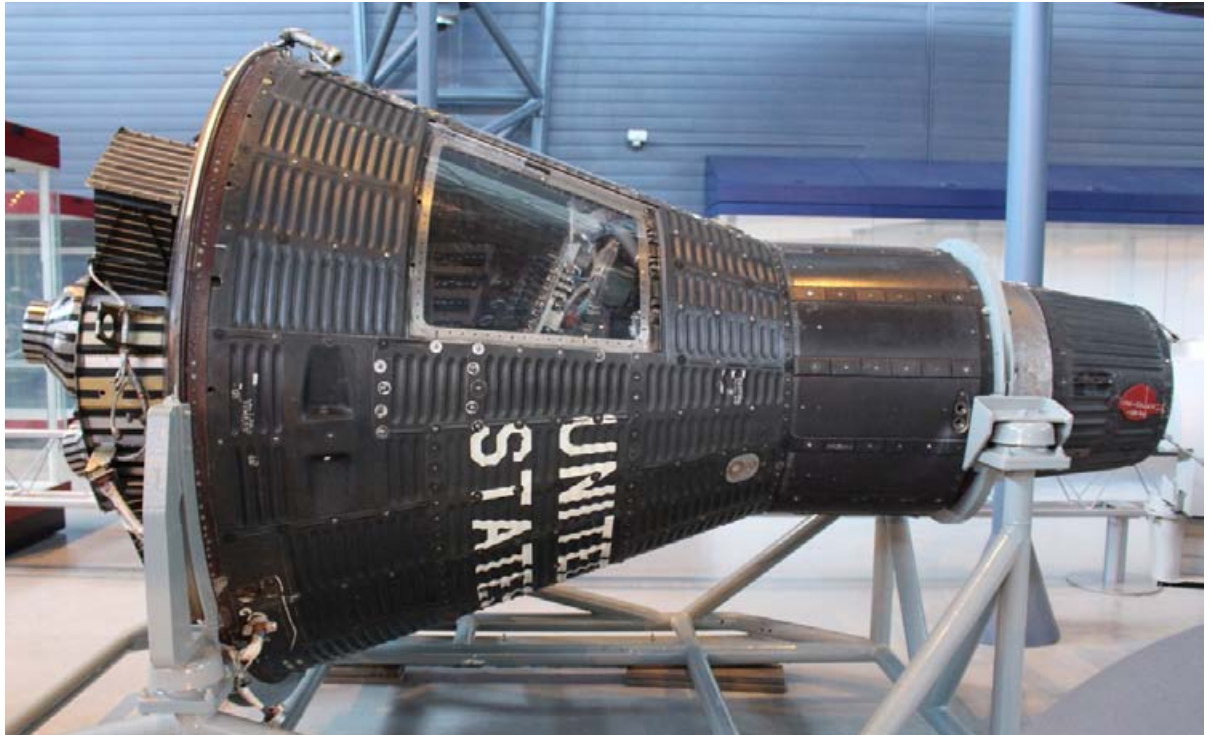
Mit der North American X-15 stieß der Mensch an die Grenze zum Weltraum vor. Der erste Flug mit Raketenantrieb wurde am 17. September 1959 durchgeführt. Die Lagekontrolle in der Hochatmosphäre übernahmen Peroxid-Düsen.



Das Lagekontrollsystem der X-15 mit den beiden vom Aggregat 4 her bekannten eiförmigen Peroxid-tanks.

Amerikas erstes Raumschiff wurde durch Peroxid-Düsen im Orbit und während des Wiedereintritts gesteuert.

Unten: Hinter dem Astronauten befindet sich der ringförmige Peroxidtank, Rechts: Die kleinen Düsen zur Rollkontrolle der Mercury



durch eine Turbopumpe, die durch Zersetzung von Wasserstoffperoxid angetrieben wurde. Die sowjetische Interkontinentalrakete R7, deren Weiterentwicklung heute noch als Sojus-Rakete eingesetzt wird, nutzt dieses Verfahren ebenfalls in den Erststufen.

### Lagekontrolle durch Peroxid

Mit Beginn der Raumfahrt stellte sich das Problem der Kontrolle der Bewegung eines Flugkörpers im Vakuum. Hier bot sich das kalte Walterverfahren als zuverlässig und gewichtseffektiv an. Die unbemannten und später die ersten bemannten Raumschiffe nutzten die Zersetzung von Peroxid zur Erzeugung von Dampf der über Düsen zur Lageregelung ausgeblasen wird. Beim amerikanischen Raketenflugzeug X-15 ist sogar noch der vom deutschen A4 her bekannte eiförmige Peroxidtank vorhanden. Andere Flugkörper hatten in der Frühzeit

Rechts: Edward White, der erste Amerikaner im freien Weltraum bewegte sich mittels einer Peroxid-Pistole in seiner rechten Hand. Mission: Gemini 4 am 3. Juni 1965.







des Weltraumfluges das Peroxid in einem ringförmigen Tank gelagert. Diese Tankform war ursprünglich auch für das A4 vorgesehen, als sich der Triebwerksraum aber im Laufe der Entwicklung mit immer mehr Geräten und Verbindungen füllte, ging man in Peenemünde zum kompakteren Ei über. Die Idee eines ringförmigen Tanks hatte sich jedoch erhalten. Das Peroxid wird aus einem unter Druck stehenden Tank durch Öffnen eines Steuerventils über einen Katalysator geleitet. Dabei kann es sich um ein Silberdraht-Gewebe oder einen mit körnigem Katalysator gefüllten Drahtkorb handeln. Der entstehende Dampf strömt gewöhnlich durch eine Lochplatte direkt in die Expansionsdüse und erzeugt so den gewünschten Impuls. Da Ventile sehr kurz schalten können, ist eine genau dosierte Bewegung des Raumflugkörpers möglich. Satelliten nutzen heute dazu den Treibstoff Hydrazin, der wie Peroxid zu behandeln ist, aber leistungsfähiger, also pro beförderten Kilogramm längere Standzeiten des Satelliten ermöglicht.

Hydrazin hat aber einen entscheidenden Nachteil: es ist hochgiftig. Bei unbemannten Satelliten kann dies egal sein, bei bemannten Raumschiffen ist der Einsatz von Peroxid ein Sicherheitsfaktor für die Besatzung. Die russische Sojus manövriert im Weltraum mit den effektiven Hydrazin-Triebwerken, nutzt aber für die Lagekontrolle der Abstiegs kapsel in die Atmosphäre Peroxid. Wird die Umgebungsluft beim Wiedereintritt dicht genug, öffnen sich Luftventile, um die Besatzung mit frischer Umgebungsluft zu versorgen. Und natürlich geschieht dies am Boden. Sollten die Steuerröten versehentlich noch feuern, erzeugt das Peroxidsystem nur feuchte

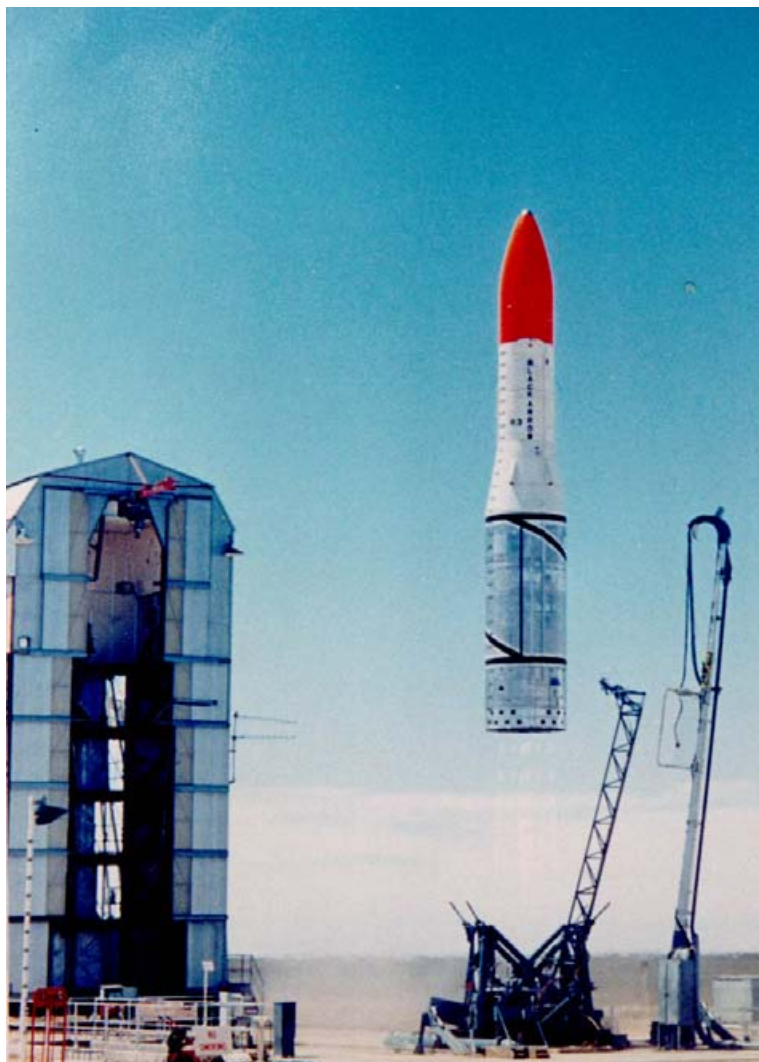


Luft. Die Amerikaner hatten ihre Apollo-Kapsel dagegen auch für den Flug durch die Atmosphäre mit Hydrazin-Triebwerken ausgerüstet. Das wurde der dreiköpfigen Besatzung des gemeinsamen Apollo-Sojus-Fluges 1975 beinahe zum Verhängnis. Durch eine Fehlfunktion wurden die Luftventile geöffnet während die Hydrazindüsen die Kapsel noch zu stabilisieren versuchten. Die giftigen Gase drangen in die Kapsel. Ein Astronaut

Eins von zwei Paaren Rollrüsen der Sojus-Landekapsel. Jede einzelne Steuerrüse leistet etwa 7 kp. In der Düse ist die für Peroxidsysteme typische Lochplatte am Dampferzeuger zu sehen.



Eine Sojus im Orbit. Die Lagekontrolle findet hier mit dem energiereichen Hydrazin statt. Das grüne Verkleidungsmaterial ist Seide. Schon 1929 hatte dies Hermann Oberth als ideal für Raumschiffe vorgeschlagen.



Der einzige Satellitenträger mit Peroxid: die britische Black Arrow mit acht Düsen in der ersten Stufe (unten).

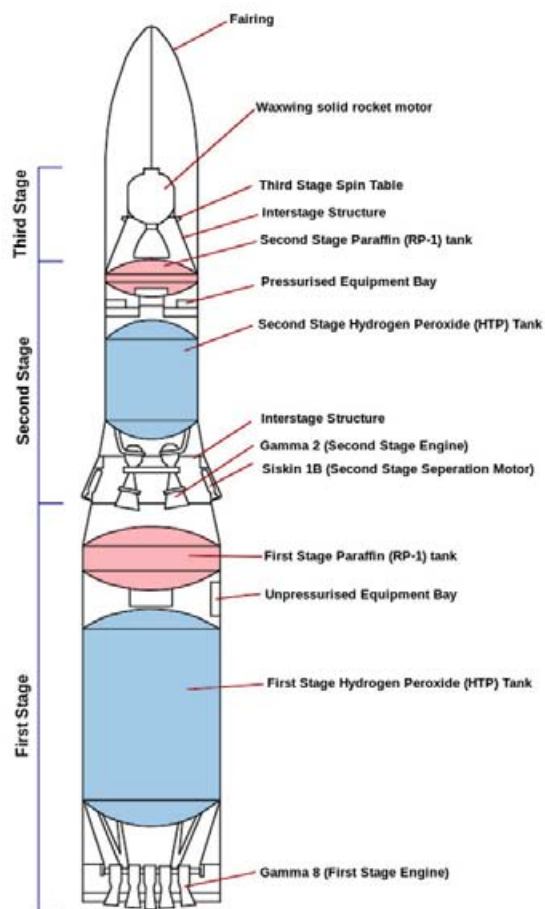
wurde ohnmächtig, alle drei erlitten Verätzungen der Lungen und mussten ins Krankenhaus.

### Antrieb mit Peroxid

Als das Wettrennen im Weltraum schon voll entbrannt war, entschieden sich die Briten auch einen Satellitenträger zu entwickeln. Die einzigen Erfahrungen die



### Black Arrow - Britain's Carrier Rocket



Anfang der 1960er-Jahre in Großbritannien mit Raketentriebwerken vorlagen, waren die Peroxid-Triebwerke für Flugzeuge als Nachfolger des Waltertriebwerks der Me 163. Eines war unter der Bezeichnung Gamma für eine Höhenrakete weiterentwickelt worden. So bündelten die Briten acht Gamma-Schubdüsen am Boden der kleinen Black-Arrow-Rakete und vier in der zweiten Stufe. Die Drittstufe wurde durch Festtreibstoff angetrieben. Jede Schubdüse lieferte dabei dreieinviertel Tonnen Schub, insgesamt also 26 Tonnen Startschub. Bei vier Startversuchen ab 1969 gelang ein Erfolg vom australischen Startplatz Woomera aus. Der kleine Forschungssatellit Prospero gelangte dabei 1971 in eine niedrige Erdumlaufbahn.

### Peroxid heute

Von den drei geschilderten Anwendungen von Peroxid in der Raumfahrt ist der Antrieb von Turbopumpen ein Auslaufmodell. Heute werden die für das Triebwerk genutzten Treibstoffe auch für die Turbine verwendet. Dabei führt man den Brennstoff im Überschuss zu, damit die Brenntemperatur niedrig gehalten werden kann. Die Nutzung von Peroxid zur Lageregelung kommt wie auch die Verwendung als Antriebsmittel dort zum Einsatz, wenn eine Gefahr für Menschen durch Leckagen





ausgeschlossen werden muss. Für unbemannte Raumfahrzeuge hat sich dagegen Hydrazin zur Lageregelung durchgesetzt, wird aber zukünftig durch elektrische Antriebe ergänzt werden.

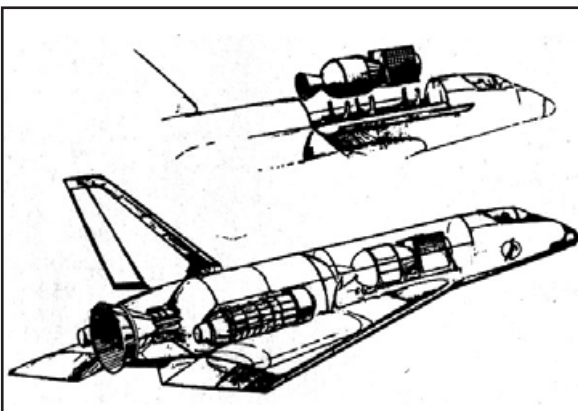
### Ein Mini-Shuttle für die US-Luftwaffe

Die amerikanische Luftwaffe hatte schon in den 1950er-Jahren den starken Drang, ihr Operationsgebiet bis in den Weltraum auszudehnen. Das Projekt des einsitzigen kleinen Weltraumgleiters Dyna-Soar musste 1968 aus Kostengründen wieder aufgegeben werden. Der Gleiter sollte zur schnellen Inspektion von unbekannten Satelliten genutzt werden und wohl auch zur Zerstörung von als gefährlich erkannten Raumflugkörpern. Anfang der

1970er-Jahre versprach die NASA der U.S. Air Force einen Anteil der Flüge des zukünftigen Space Shuttles nutzen zu können, wenn sich die Militärs an der gerade schwierigen Finanzierung des Programms beteiligen würden. Angeboten wurde, der Shuttle würde für mindestens 20 Jahre jeweils 54 Flüge pro Jahr absolvieren - und das zu unschlagbar günstigen Preisen. Die Luftwaffe investierte und war natürlich vom realen Ergebnis enttäuscht.

Anfang der 1990er-Jahre wurde der amerikanischen Luftwaffe klar, sie musste sich selbst um eine Lösung

Missionsprofil der Black Horse: Das Besondere ist der Start im Schlepp mit anschließender Luftbetankung (unten).



Wie beim Space Shuttle sollte der Wiedereintritt des Black Horse erfolgen.



kümmern. Verschiedene Studien für einen schnellen Kontrollzugang zum Weltraum wurden angefertigt. Daraus erwuchs 1995 das Projekt Black Horse. Ein einsitziger kleiner Shuttle sollte demnach auf der Basis Vandenberg bereit gehalten werden. Bei Alarm wird das unbetankte Black Horse hinter einem speziellen Tankflugzeug an einem Kabel in die Luft geschleppt. Der Black-Horse-Tanker hat gegenüber üblichen Maschinen einen Zusattank mit Peroxid und einen Tankrüssel mit zwei getrennten Leitungen. Nach Erreichen der Einsatzhöhe und -position wird das Kabel so verkürzt, dass das Black Horse den Tankrüssel des Flugzeugs erreichen kann. Nun werden normales Kerosin und Peroxid zum Shuttle gepumpt. Das Black Horse koppelt sich ab, zündet seine Triebwerke und fliegt in den Orbit. Dort wird die Inspektion des verdächtigen Flugkörpers durchgeführt oder aus einer kleinen Ladebucht ein Satellit ausgestoßen. Nach maximal einer Erdumrundung landet das Luftwaffen-Shuttle wieder in den USA. Auch hier wurde Peroxid gewählt, um die Gefährdung der Besatzung des Tankers, des Weltraumpiloten und der Bodencrew so klein wie möglich zu halten.

Die ersten Versuchsflüge der unbemannten Boeing X-37 erfolgten durch Abwürfe von einem Trägerflugzeug.

Rechts: Gestartet wird die X-37 in der Nutzlastverkleidung auf einer Atlas-V-Rakete.

gegeben und Beobachter glaubten schon an eine Einstellung der Arbeiten. Da wurden 2003 Bilder eines kleinen Raumgleiters, der Boeing X-37 bekannt. Die Luftwaffe hatte heimlich eine unbemannte Version des Black Horse entwickelt. Ursprünglich sollte das Mini-Shuttle aus der Ladebucht des Space Shuttle gestartet werden. Nach der Columbia-Katastrophe im Februar 2003 entschied sich die U.S. Air Force, sich nicht mehr von anderen Organisationen abhängig zu machen und die X-37 mit eigenen Raketen zu starten. Nach Versuchsflügen in der Atmosphäre startete die X-37 erstmals am

Seit der Startphase des Projektes hatte es etliche Änderungen am Einsatzprofil des Luftwaffen-Shuttle



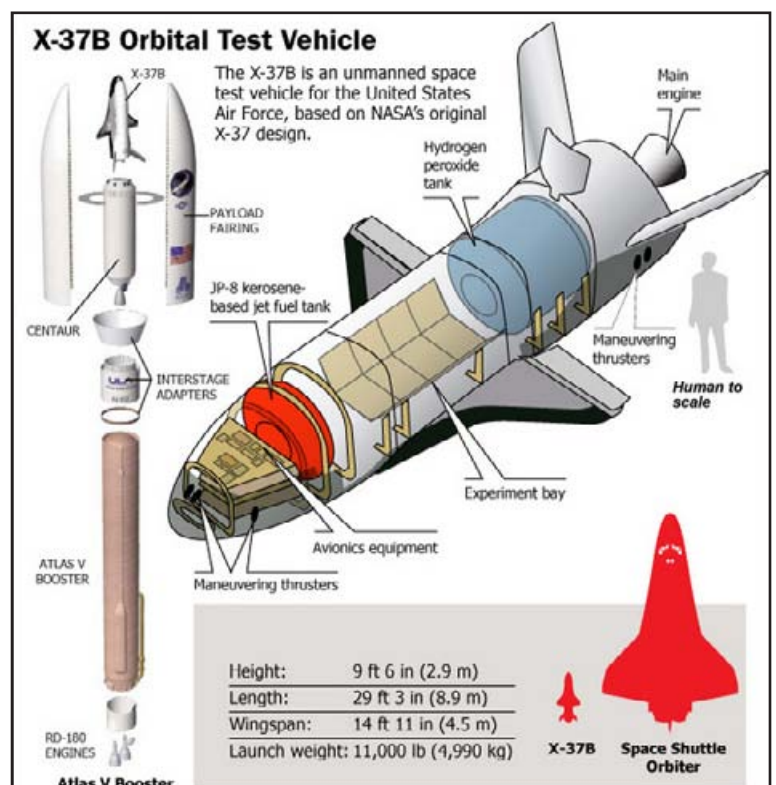




22. April 2010 in den Weltraum. Wie für ihren Vorgänger Black Horse geplant, wurde die X-37 dabei durch Peroxid angetrieben. Veröffentlichte Pläne zeigten auch eine bemannte Version der X-37, damit war der Grund für die Wahl von Peroxid offenkundig. Während wir hier im Oberth-Museum in Feucht zusammensitzen, umkreist die X-37 bei ihrer vierten Mission die Erde seit dem 20. Mai 2015. Nachdem der letzte Flug 674 Tage dauerte, wird vermutet, dass jetzt die Zweijahres-Marke fallen soll. Diese vierte Mission brachte eine geänderte Version der X-37 in den Weltraum. Jetzt wird der Mini-Shuttle

durch Hydrazin angetrieben. Die Vermutung geht dahin, dass die U.S. Air Force sich von einer bemannten Nutzung verabschiedet hat. Wie zur Bestätigung wurde im Juni 2016 ein Programm ins Leben gerufen, welches zu einem einsitzigen Luftwaffen-Shuttle führen soll, der für schnelle Inspektionen und Satellitentransport geeignet ist. Und die Chancen stehen gut, dass der Treibstoff Wasserstoffperoxid sein wird.

X-37 gelandet nach erfolgreicher Weltraummission. Mittlerweile ist der benutzte Treibstoff von Peroxid zu Hydrazin geändert worden.



## Quellen:

Autor	Titel	Medium	Jahr
Longden, Sean	T-Force - The forgotten Heroes of 1945	Buch	2009
Walter, Hellmuth	Bericht über die R-Triebwerke auf Grundlage des T-Stoffes Schriften der Akademie für Luftfahrtforschung Engl. Übersetzung: Report on Rocket Power Plants based on T-Substance	Bericht	1943
Jacobs, Frank & Knolle, Dr. Friedhart	Das ehemalige Schickert-Werk in Bad Lauterbach	Homepage	2010
Reddin, Shamus	The Walter Web Site	Homepage	2009
	Wikipedia - Hellmuth Walter English	Homepage	2009
Graumann, Dirk	Der Walter-Antrieb	Artikel	2004
Simard, Rene Dr.	Wasserstoffsuperoxyd als Kraftquelle	Artikel	1975
Dressel, Griehl	Die deutschen Raketenflugzeuge 1935-1945	Buch	1989
Koos, Volker Dr.	Heinkel Raketen- und Strahlflugzeuge	Buch	2008
Koos, Volker Dr.	Heinkel He 176 - Dichtung und Wahrheit	Artikel	1994
Ransom/ Cammann	Me 163 part I	Buch	2002
Dopheide, Renate	Kiel, Mai 1945	Buch	2007
Schirmer, Olaf	www.travetaucher.de	Homepage	2011
Stüwe, Botho	Peenemünde West	Buch	1995
Sutton, George P.	History of Liquid Propellant Rocket Engines	Buch	2006
	<a href="http://www.gegenwind.info/stadtrundfahrt/zwangsarbeit.html">http://www.gegenwind.info/stadtrundfahrt/zwangsarbeit.html</a>	Homepage	2011
Przybiski, Olaf Dr.	Das Geheimnis der deutschen Raketen	Buch	2002
Nowarra, Heinz J.	Die Deutsche Luftrüstung Band 4	Buch	1988
Benecke, Hedwig, Hermann	Flugkörper und Lenkraketen	Buch	1987
Warsitz, Lutz	Flugkapitän Erich Warsitz	Buch	2006
Strecker, Karl Günther	Vom Walter-U-Boot zum Waffelautomaten	Buch	2001
Rössler, Eberhard	Die schnellen Unterseeboote von Hellmuth Walter	Buch	2010
Rössler, Eberhard	Die Torpedos der Deutschen U-Boote	Buch	2005
Stokes, P. R.	Hydrogen Peroxid for Power and Propulsion	Vortrag	1998
Dr. Leber	Untersuchungen an T-Stoff	Bericht	1944
Graumann, Dirk	Der Walter-Antrieb	Artikel	2004
	HWK 109-509 A-1	Handbuch	1945
	Messerschmitt Me 163 Teil 0 bis 9	Handbuch	1944
Lippisch, Alexander	Die Entstehung der Me 163	Brief	1959
Lippisch, Alexander	Der Weg zur Me 163	Manuskript	o. Jahr
Institut für Zeitgeschichte	Findmittel: Pietzsch, Albert	Katalog	o. Jahr
Stache, Peter	Sowjetische Raketen	Buch	1987
Ethell, Jeffrey L.	Messerschmitt Komet	Buch	1980



Autor	Titel	Medium	Jahr
Ziegler, Mano	Raketenjäger Me 163	Buch	2015
Späte, Wolfgang	Der streng geheime Vogel Me 163	Buch	1982
Cooksley, Peter G.	Flying Bomb	Buch	1979
King Benjamin & Kutta, Timothy	Impact	Buch	2003
Hellmond, Wilhelm	Die V1	Buch	1993
Hölsken, Heinz Dieter	Die V-Waffen	Buch	1984
Schabel, Ralf	Die Illusion der Wunderwaffen	Buch	1994
Neufeld, Michael J.	Die Rakete und das Reich	Buch	1997
Hahn, Fritz	Deutsche Geheimwaffen 1939 - 1945 - Luftwaffe	Buch	1963
Hahn, Fritz	Waffen und Geheimwaffen des deutschen Heeres 1933 - 1945	Buch	o. Jahr
Johnson, Brian	Streng Geheim	Buch	1978
Hoog, Ian V.	German Secret Weapons of the Second World War	Buch	1999
Porter, David	Hitlers Geheimwaffen 1933 bis 1945	Buch	2012

## Abbildungen:

NASA, U.S. Air Force, EASA, Boeing, Archiv Klein, Schanzlin und Becker, Sammlung Peenemünde im Deutschen Museum München, youtube.com, Deutsches Patent und Markenamt, The-Walter-Web-Site, Sammlung Heinz J. Nowarra, Sammlung Uwe W. Jack,