

# Deutsche Luft- und Raumfahrt

Mitteilung 78-01

Bericht über das DGLR-HOG-Symposium  
„Geschichte der Luft- und Raumfahrt“  
am 22. September 1978 in Darmstadt

124 Seiten mit 103 Bildern, 7 Tabellen und 240 Literaturhinweisen
----------------------------------------------------------------------------

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt  
Köln

1978



Rolf Engel, Sauerlach

#### Johannes Winkler - ein Mann der ersten Stunde

Seit zwanzig Jahren wird Raumfahrt betrieben, eine fast unüberschaubare Menge von Satelliten und Sonden wurde in den Raum geschickt, das Interesse der Öffentlichkeit hat bereits seit Jahren die Schwelle zur Sensation unterschritten, ein Satellitenstart wird höchstens noch in Fachzeitschriften kurz notiert, in der Tagespresse stehen selbst bemannte Flüge nur noch auf der dritten oder vierten Seite. Dafür wächst aber das Interesse an historischen Rückblicken, bei denen man zu verstehen versucht, wie dieses alles in so kurzer Zeit entstanden ist und welche Männer als Impulsgeber die Raumfahrt vorwärtsgetrieben haben.

Es wird von niemandem bestritten, daß Johannes Winkler in den Jahren 1927 bis 1931 einen starken Einfluß auf die Entwicklung der deutschen Raketentechnik und Raumfahrt ausgeübt hat. Die Gründung des "Vereins für Raumschiffahrt" (VfR) in Breslau am 5.7.1927 und die Herausgabe der ersten Fachzeitschrift der Welt, "Die Rakete", sind ausschließlich seiner Initiative zu verdanken. Der VfR war nicht nur eine deutsche Gesellschaft sondern er zählte zu seinen Mitgliedern von Anfang an Raumfahrtpioniere anderer Länder wie Frankreich, Großbritannien, der Sowjetunion und der USA. Winklers Tatkraft gab praktisch die entscheidende Anregung, in anderen Ländern ebenfalls Vereinigungen zu bilden, die sich gleiche Ziele setzten: The British Interplanetary Society, Le Groupement d'Astronautique in Frankreich, The American Rocket Society und die Gesellschaft für Höhenforschung in Österreich gehen praktisch vom Beispiel des VfR aus. Es ist einerseits erfreulich, daß sich kürzlich Frank H. Winter, National Air and Space Museum, Washington, /1/ sehr gründlich mit der Anfangsgeschichte des VfR beschäftigt hat, aber es ist auch ein wenig bedauerlich, daß sich für dieses Thema kein deutscher Bearbeiter gefunden hat. Wer die Raumfahrtliteratur kennt, wird zugeben, daß über Johannes Winkler eigentlich nur sehr wenig bekannt ist. Von seiner Selbstbiographie - erschienen im Buch eines meiner Mitarbeiter, Werner Brügel, "Männer der Rakete" /2/ - abgesehen, ist kaum etwas von Winklers Tätigkeit ab 1929 bekannt geworden. Das erklärt sich einfach daraus, daß er vom 19.9.1929 bis 31.3.1941 als Angehöriger der Forschungsanstalt Hugo Junkers, Dessau, arbeitete und zwangsläufig der Firmengeheimhaltung unterlag. Ab 1.4.1941 wurde sein gesamtes Arbeitsgebiet an die Deutsche Forschungsanstalt für Luftfahrt (= DFL) in Braunschweig überwiesen, wo er als Abteilungsleiter unter Prof. Busemann den Geheimhaltungsverpflichtungen des Reichsluftfahrtministeriums unterlag. Ein großer Teil seiner Arbeiten ist durch Kriegseinwirkung verlorengegangen. Erfreulicherweise ist wenigstens ein Teil seiner persönlichen Notizen von seiner Tochter, Frau Elisabeth Guder, gerettet worden, die mir freundlicherweise die Möglichkeit gab, diese Hinterlassenschaft durchzusehen. Alle Zitate aus diesen Notizen werden im folgenden als "Archiv Guder" /3/ gekennzeichnet. Mit ihnen lassen sich heute das Bild des Menschen Johannes Winkler sowie die leitenden Gedanken seiner Arbeit klarer darstellen.

Über viele Pioniere der Raumfahrtidee sind heute ausführliche historische Darstellungen bekannt. Ich verweise nur auf die hervorragenden Arbeiten von Dr.-Ing. I. Essers über Max Valier /4/ und Hermann Ganswindt /5/. Die vielen Arbeiten über Hermann Oberth, Wernher von Braun, Robert H. Goddard, Robert Esnault-Pelterie, K.E. Ziolkowski kann ich hier nicht einmal aufzählen, es würde das Literaturverzeichnis um mehrere Seiten verlängern.

Heute einiges über Johannes Winkler zu sagen, ist für mich eine moralische Verpflichtung, da ich in den für seine Arbeit wichtigen Jahren 1931/1932 sein erster Assistent war. Die Anregung, Winklers Mitarbeiter zu werden, kam Anfang 1931 von Hugo A. Hückel, dem einzig treuen Finanzier, der sowohl die Raketenflugplatz-Gruppe von Rudolf Nebel in Berlin-Reinickendorf wie auch Johannes Winkler in Dessau finanziell unterstützte. In einem privaten Gespräch - Hückel lag mit schwerer Knochentuberkulose in einer Klinik in Berlin-Dahlem - teilte ich ihm meine Bedenken über die Arbeitsgruppe Raketenflugplatz mit, der ich seit Februar 1930 angehörte. Ich war etwas unzufrieden mit der völlig pragmatischen Arbeitsweise, die zu sehr auf publizistische Wirkung und zu wenig auf tatsächliche Forschungsarbeit an Flüssigkeitsraketen abgestellt war. Herr Hückel teilte meine Bedenken und erzählte mir von Johannes Winkler, dessen private Arbeiten er - neben den beruflichen bei der Firma Junkers - unterstützte. Da ich bis dahin Winkler nicht persönlich, sondern nur brieflich kannte, ermöglichte Hückel mir eine Reise nach Dessau für eine Diskussion mit Winkler. Diese Aussprache machte einen großen Eindruck auf mich, denn ich lernte einen Mann kennen, der äußerst bescheiden, aber mit tiefem Ernst an die selbstgestellte Aufgabe heranging. Er zeigte mir die gerade vor der Fertigstellung stehenden Kleinraketen HW I und HW Ia, mit denen er nur beweisen wollte, daß eine Flüssigkeitsrakete fliegen kann - was seinerzeit von vielen noch stark bezweifelt wurde. Winkler erklärte mir, daß die Versuche nur diesen Zweck hätten

und daß sein nächster Schritt eine zwei Meter große HW II sein würde, mit der er den Höhenrekord für Raketen brechen wollte. Wir kamen überein, daß ich als Mitarbeiter bei ihm tätig werden würde, sobald seine von Hückel geplante Übersiedlung zum Raketenflugplatz vollzogen sei. Hückel wollte durch die Zusammenlegung der beiden Arbeitsgruppen eine bessere Ausnutzung der technischen Hilfsmittel wie Werkstätten, Prüfstände, Dewargefäße für flüssigen Sauerstofftransport usw. erzielen.

Am 1.4.1931 sandte Winkler mir einen handschriftlichen Bericht über seine Flugversuche mit der HW I vom 21.2.1931 und 14.3.1931, wobei der zweite erfolgreich war. Dieser Bericht ist der einzig authentische von Winkler selbst, ich habe ihn für den Ehrensaal der Raumfahrt des Deutschen Museums in München zur Verfügung gestellt /6/. Winkler schreibt darin: "Um 16 Uhr 45 war alles soweit vorbereitet, daß ich die Schalter für die Zündung und für die Betriebsstoffe umlegen konnte. Es war ein erhebender und beglückender Augenblick, als der Apparat sich von dem Abschußtisch erhob und mit metallischem, dröhnendem Zischen emporstieg. Die Bewegung war sehr sicher. In einer gewissen Höhe dreht sich der Apparat mehr und mehr in die Horizontale, er behielt dann diese Richtung einige Zeit bei und landete schließlich in einer Entfernung von fast 200 m vom Aufstiegsort." Wir glaubten damals, es wäre der erste Flug einer Flüssigkeitsrakete in der Welt gewesen. Erst 1936 erfuhren wir, daß Robert H. Goddard bereits am 16.3.1926 den ersten erfolgreichen Start durchgeführt hatte.

Bis zu Winklers Übersiedlung nach Berlin hatte ich noch zwei Treffen mit ihm anlässlich seiner Besuche bei Hugo A. Hückel, und wir diskutierten ausführlich die technische Ausführung seiner HW II. Ab Sommer 1931 arbeiteten wir dann täglich auf dem Raketenflugplatz zusammen, wo es mir gelang, den hervorragenden Mechaniker Hans Bermüller von der Riedel-Gruppe zu uns herüberzuziehen. Mein eigener Mitarbeiter, Heinz Springer, arbeitete ebenfalls ab Sommer 1931 bei Winkler. Unsere Arbeit bestand darin, die HW II zu montieren und die notwendigen Prüfstandsversuche mit dem endgültigen Flugmodell durchzuführen. Dabei kam es zwischen Winkler und mir zu einer ersten Meinungsverschiedenheit. Bei Klaus Riedel hatte ich miterlebt, wie oft man Prüfstandsversuche mit ein und derselben Brennkammer machen muß, ehe man mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten kann, daß die Kammer nach den vielen kleinen Verbesserungen betriebssicher ist. Winkler bestand hartnäckig darauf, daß zwei Brennversuche mit halber Tankfüllung, d.h. mit 25 Sekunden Brennzeit, ausreichend sein würden.

Erlauben Sie, daß ich mich hier selbst zitiere, und zwar aus einer nie publizierten Arbeit, in der ich im Winter 1931 meine Gedanken über die bisherige Arbeitsweise aller praktischen Versuche unter dem Titel "Die geschichtliche Entwicklung der Raketentechnik" /7/ auf Hückels Anregung hin zusammengefaßt habe: "Mit diesem unvollkommenen Ergebnis, nämlich drei Brennversuchen mit je 12 kg Rückstoß und einem gelungenen Start auf 90 m Höhe, glaubt er (Winkler), der Weg zur Höhenrakete sei hierdurch klargelegt, und beginnt mit dem Bau seiner 20-km-Rakete. Diese Auffassung bildet den Hauptteil dessen, was ich eben als seine geistige Einstellung dem Problem gegenüber bezeichne. Wörtlich hat er mir bei einer Diskussion über diesen Punkt erklärt: "Wenn es einmal geht, geht es immer - jedenfalls bei mir." Leider aber ist das Wissen um die Flüssigkeitsrakete noch nicht so weit, daß man hinzufügen könnte: die Voraussetzungen seien ja immer dieselben.... Das Problem der Flüssigkeitsrakete ist leider noch ein Gebiet, wo man sich jeden Meter Boden schwer erkämpfen muß".

Im Sommer 1932 war die HW II dann zum Start vorbereitet. Der Versuch, sie auf der Greifswalder Oie zu starten, mißlang, weil die Hafenbehörde von Swinemünde um den sich auf der Insel befindlichen Leuchtturm Sorge hatte und uns daher keine Genehmigung für einen Startversuch auf der Insel gab. Ich flog dann nach Berlin, verhandelte mit Ministerien und erhielt schließlich die Genehmigung, auf der Frischen Nehrung in Ostpreußen den Start durchzuführen. Für unsere Übersiedlung erhielten wir vom damaligen Verkehrsministerium einen Sonderzuschuß. Am frühen Morgen des 6.10.1932 betankten wir die HW II und stellten mit Entsetzen fest, daß die beiden Ventile für flüssigen Sauerstoff und flüssiges Methan undicht geworden waren. Auf diese waren wir besonders stolz, denn sie waren aus dem damals völlig neuen Werkstoff Elektron, einer Aluminium-Magnesium-Legierung, gefertigt. Niemand - auch der Hersteller, die IG-Farben AG nicht - wußte damals, daß dieser Werkstoff unter Einfluß von Seewasser korrodiert. Winkler und ich überlegten lange, ob der Start nicht verschoben werden sollte. Aber die Organisation, die wir aufgebaut hatten, lief auf vollen Touren. Mitglieder der Regierung von Königsberg waren im Anmarsch, Schiffe der Kriegsmarine hatten das Seegebiet und das Frische Haff bereits gesperrt. Wir beschlossen, das Risiko einzugehen und den Raketenkörper unmittelbar vor dem Start mit Druckstickstoff auszublasen. Das wurde getan, aber vielleicht nicht gründlich genug. Beim Einschalten der Zündung befand sich noch zwischen der Außenhaut, den Tanks und der Brennkammer genügend Knallgas, um unsere "schöne" HW II in Stücke zu zerreißen. Die Enttäuschung war enorm. Winkler beschloß, zur Firma Junkers - von der er nur 1931/32 beurlaubt war - zurückzukehren. Ich versuchte, mit dem freiwilligen Arbeits-

dienst des VDI die Arbeiten selbständig weiterzuführen.

Lassen Sie mich noch einige Worte über die HW II einflechten, die in Bild 1 mit ihren Daten dargestellt ist. Mit Hilfe der Firma Messerschmitt-Bölkow-Blom, Ottobrunn, haben wir aus alten Teilen die HW II rekonstruiert. Sie steht heute im Deutschen Museum in München. Verglichen mit den anderen Raketen der damaligen Zeit war diese Flüssigkeitsrakete ihrer Epoche weit voraus. Sie hatte nur den einen Fehler, daß niemand vorausgesehen hat, daß Elektron und Seewasserluft sich nicht vertragen.

Ich kann hier leider aus Zeitgründen nicht den ganzen Lebensweg von Johannes Winkler schildern. Ich möchte vielmehr einige allgemeine historische Gedanken und Rückblicke anführen, die zeigen, daß Johannes Winkler nicht nur in den Jahren 1927/32 zu den führenden Köpfen der deutschen Raketentechnik gehörte, sondern daß er konsequent von 1930 an eine Entwicklungsphilosophie ausbaute, die völlig von den seinerzeit geltenden Meinungen über die Entwicklung von Großraketen für die Raumfahrt abwich und in seiner Person einen "dritten Weg" repräsentierte, der bis heute noch weitgehend unbekannt geblieben ist. Um das klarzustellen, muß ich Sie bitten, sich an die Anfangsphase der Raumfahrt zu erinnern. Sie war zunächst geprägt durch die gewaltige Leistung Hermann Oberths, der mit seinem Buch "Die Rakete zu den Planetenräumen" 1923 /8/ das ganze Problem der Raumfahrt aus der Sphäre der Phantasie und der Träume auf die Ebene nüchterner technisch-physikalischer Betrachtung gezogen hatte. Oberth stellte in seinen Folgeauflagen klar, daß der Weg zum Raumschiff über die senkrecht startende Großrakete führt. Fast unabhängig von ihm hatte Max Valier 1924 in seinem Buch "Der Vorstoß in den Weltenraum, eine technische Möglichkeit" /9/ eine Entwicklungsphilosophie vorgetragen, die durchaus bestechend war. Er propagierte den Weg über das Flugzeug. Schrittweise sollte ein Flugzeug zunächst Zusatztriebwerke durch kleine Flüssigkeitsraketen erhalten, die dann immer größer werden sollten, bis schließlich das reine Raketenflugzeug entstanden war, aus dem sich dann das eigentliche Raumschiff entwickeln sollte. Dieses würde dann nicht mehr horizontal, sondern auf einer geneigten Startrampe zum Flug in den Weltraum ansetzen.

Viele der seinerzeit praktisch arbeitenden Raketeningenieure lehnten diesen Weg bereits gefühlsmäßig ab, denn über den Luftwiderstand eines flugzeugähnlichen Körpers bei niedrigen und hohen Überschallgeschwindigkeiten war so gut wie nichts bekannt. Über senkrecht steigende, geschoßähnliche Körper wußte man doch einiges aus der klassischen Ballistik. Das war ein weit sichererer Boden als die noch unheimliche Überschallaerodynamik. Schließlich führte Oberth mit seinen Arbeiten zum Synergieproblem bereits 1928 den Nachweis, daß die ballistisch aufsteigende Rakete einem mehr horizontal aufsteigenden Raketenflugzeug stets überlegen sein würde. Die Situation änderte sich aber schon 1933, als das Buch "Raketenflugtechnik" von Eugen Sänger /10/ erschien. In ihm wurde erstmalig der Idee eines Raketenflugzeugs die notwendige wissenschaftlich-technische Grundlage gegeben, die man bei Max Valier vermißt hatte. Von nun an bildeten sich - und nicht nur in Deutschland, wie wir heute wissen - zwei Entwicklungswege immer deutlicher heraus und spalteten auch die Raumfahrt- und Raketentechniker in zwei Gruppen: die "Senkrechtstarter" und die "Horizontalstarter". In dem kleinen Kreis der alten Raketen- und Raumfahrtfanatiker nannten wir Oberths Buch "Das alte Testament" und Sängers "Das neue Testament". Aber wir begriffen aus unserer fünfjährigen praktischen Erfahrung heraus, daß man sich für den einen oder den anderen Weg entscheiden mußte, sobald die Entwicklung des Flüssigkeitstriebwerks einen gewissen technischen Stand erreicht hatte. Denn jeder der beiden Wege wies eine Kette von Entwicklungsschritten auf, in der die Prioritäten völlig anders gesetzt und zum großen Teil sogar völlig unterschiedlich waren. Wer sich einmal für einen der beiden Wege entschieden hatte, der mußte die Kausalkette der Entwicklungsschritte konsequent verfolgen, und bei der großen Fülle der zu lösenden Einzelfragen bestand kaum Aussicht, den beschrittenen Weg zu verlassen und auf den anderen überzuwechseln.

Es ist allgemein bekannt, daß in der weiteren Entwicklung der deutschen Raketentechnik beide Wege begangen wurden. Der eine führte zur A 4, der ersten ballistischen Fernkampfrakete der Welt, der andere schließlich zur Me 163, dem ersten reinen Raketenflugzeug der Welt. Beiden blieb aber ein Arbeitsgebiet gemeinsam: die Entwicklung schubstarker und betriebssicherer Flüssigkeitstriebwerke. Sie wissen sicherlich auch, daß nach dem Kriege der alte Pionierkreis der Raumfahrtsträumer um Sergei Pawlowitsch Koroljow unter der Forderung von Stalin nach interkontinentalen Fernraketen den ballistischen Weg wählte, während in den USA von der Air Force das Raketenflugzeug - charakterisiert durch die Bell X-15 - vordringlich entwickelt wurde. Erst als in den USA 1952/53 der sowjetische Vorsprung in Fernraketen erkannt wurde, mußte die US Air Force in einem Crush-Programm versuchen, diesen mit der Entwicklung von Fernraketen wieder aufzuholen. Notwendigerweise mußte dazu die Entwicklung des Raketenflugzeugs eingestellt werden. Denn beide Wege gleichzeitig voranzutreiben, übersteigt selbst die Kapazitäten einer Weltgroßmacht. Folgerichtig hat auch die UdSSR die Entwicklung von reinen Raketenflugzeugen bis heute noch nicht begonnen. Das zeigt deutlich, wie zwingend die Problemvernetzung beider Entwicklungswege ist; man kann sie nur ver-

lassen, indem man den bisher begangenen Weg konsequent und vollständig aufgibt.

Ich wies bereits darauf hin, daß bei beiden Wegen die Entwicklungsaufgabe großer Flüssigkeitstriebwerke gleichermaßen gestellt war. Da niemand, der vom Traum der Raumfahrt ausgegangen war und durch politische Zielsetzungen der Entscheidungsmächte gezwungen wurde, z. B. militärische Geräte zu entwickeln, davon ablassen kann, seinen alten Idealen von der kommenden Raumfahrt wenigstens privat nachzugehen, ist es verständlich, daß überall in den Entwicklungszentren - selbst noch mitten im Krieg in Deutschland - und nach dem Kriege bei den beiden Großmächten die alten Pioniere darüber grübelten, wie denn eine Großrakete z. B. für den Bau einer Außenstation aussehen müßte. Und es war leicht für sie auszurechnen, daß bei einigermaßen vernünftiger Nutzlast die erste Stufe etwa 500 t Startschub haben müßte. Eine Brennkammer für 500 t Schub zu bauen, war den meisten von ihnen noch etwas unheimlich. Die Erfahrung hatte gelehrt, daß Ähnlichkeitsgesetze beim Brennkammerbau nur sehr begrenzt anwendbar waren. Prüfstände für derartige Schubgrößen würden ein enormes Kapital erfordern. Diese Gedanken waren bereits in der Raketentflugplatz-Gruppe 1931/32 aufgetaucht, und ich erinnere mich an Diskussionen mit Wernher von Braun und Klaus Riedel über diese Frage. Wernher war optimistisch und der Ansicht, Brennkammern dieser Größenordnung ließen sich sicherlich bauen, Klaus war skeptischer und meinte, daß ein gemeinsames Tank- und Förderwerk in jeder Stufe wohl richtig sei, daß man aber den Gesamtschub sicherheitshalber auf z. B. fünf Kammern mit je 100 t Schub aufteilen sollte. Er sah die Schwierigkeiten vorwiegend in der Durchmischung der Treibstoffe, denn bei einer 500-t-Kammer war der Treibstoffdurchsatz von der Größenordnung 1500 kg/sec (wir rechneten seinerzeit mit einem Höchstwert des spezifischen Impulses von 300 sec), während er bei einer 100-t-Kammer nur noch 300 kg/sec betragen würde. Mit dieser Durchsatzmenge ließe sich vielleicht noch ein ausreichender Verbrennungswirkungsgrad erzielen. Zehn Jahre später konnte ich bei Eugen Sänger auf dem Prüffeld Trauen in der Lüneburger Heide die erste 100-t-Brennkammer für seinen Superbomber besichtigen. Halten wir als gemeinsamen Entwicklungsschritt beider Wege fest, daß stets Großtriebwerke hoher Schubstärke angestrebt wurden. Bei den ballistischen Raketen sollte jede Stufe als einheitliches Tank- und Förderwerk ausgebildet werden, nur bei der Grundstufe war man bereit, den Schub auf mehrere Brennkammern aufzuteilen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über alle weiteren Arbeiten in Deutschland soll nun die Erörterung der Arbeiten von Johannes Winkler wieder aufgenommen werden. Wie bereits erwähnt, ging Winkler am 19. 9. 1929 zur Forschungsanstalt der Firma Junkers, um als Abteilungsleiter - unter Dr. Philipp von Döepp - eine konkrete Aufgabe zu übernehmen, nämlich durch eine Prüfung aller auf dem Markt befindlichen Feststoffraketen festzustellen, ob sich unter ihnen Typen befanden, die als Starthilfe für Wasserflugzeuge der Firma Junkers dienen konnten. Falls dies nicht der Fall war, sollte Winkler Vorschläge für die Entwicklung eines neuen Raketentriebwerks machen. Aus Notizen im Archiv Guder /3/ geht hervor, daß in diesem Prüfprogramm etwa 15 verschiedene Raketen - alles Schwarzpulverraketen - am Prüfstand erprobt und mit sehr modernen Methoden vermessen wurden. Die Protokolle sind von rigoroser Gründlichkeit und haben Winkler einen weiten Erfahrungsschatz von Prüfmethoden gegeben.

Vom 1. 4. 1930 bis Ende 1932 wurde Winkler dann beurlaubt, um die von Hückel finanzierten Arbeiten an der HW I und HW II durchzuführen. Selbstverständlich hat er mit mir nicht mehr über seine Arbeiten gesprochen, denn sie unterlagen dem Firmengeheimnis. Erst als ich im Sommer 1932 Winkler bat, sich doch mit einem Beitrag an dem Buch von Werner Brügel /2/ zu beteiligen, ging er im Gespräch auf das Problem der Großrakete ein und erwähnte, daß er es viel besser gelöst habe als Oberth und die in dessen Vorstellungen ausgebildeten Männer des Raketentflugplatzes. Als ich ihn um Einzelheiten bat, lehnte er strikt ab, mir Näheres zu erzählen, denn dieses Verfahren sei so umwälzend und revolutionär, daß es es vorziehe, vorerst nicht darüber zu sprechen; er wolle nicht "die Chance seines Lebens aus der Hand geben". Einige Wochen später erwähnte er, daß er in seinem Beitrag zu Brügels Buch aus Gründen der Priorität eine seiner Endformeln veröffentlichten würde, ohne aber ihre Ableitung und damit das Prinzip seines Verfahrens preiszugeben. Bis Ende 1932 wurde das Thema zwischen uns auch nicht mehr erwähnt, denn die Tagesprobleme der Startvorbereitungen für die HW II nahmen uns vollständig in Anspruch.

In Brügels Buch hat Winkler dann tatsächlich (siehe /2/, Seite 111) eine seiner Endformeln sowie einige Hinweise über seine Vorstellungen von Großraketen gegeben. Er schreibt: "Große Flugleistungen, d. h. solche, die mit dem einzelnen Strahlmotor nicht mehr zu realisieren sind, kann man durch eine große Zahl gleichartiger Strahlmotoren bereits hergestellter Größe und Leistungen erzwingen. Man kann die Antriebskraft dadurch vergrößern, daß man eine entsprechende Zahl gleichzeitig arbeiten läßt. Die Nutzlast kann aber beliebig groß sein. Auch die Antriebsdauer läßt sich verlängern, indem man die Nutzlast einschließlich der (darunter liegenden) Schicht von Strahlmotoren als neue Nutzlast einer zweiten entsprechend größeren Schicht von Strahlmotoren auffaßt usw. Das Verfahren hat prinzipiell keine Grenze, was an Einzelleistungen fehlt, läßt sich durch die grö-

ßere Zahl ausgleichen. Selbstverständlich kann man hernach z.B. die Betriebsstoffbehälter in einer Schicht u.a. zusammenfassen, es können sogar Verbrennungszylinder gespart werden usw. Man kann aber bei der Betrachtungsweise jederzeit angeben, wie weit wir sind, die Formel hat noch einen tieferen Sinn, doch würde das hier zu weit führen." - Dann folgt seine Formel. Da Winkler selbst über sein "Geheimnis" nie sprach, reizte es mich, die Formel selbst abzuleiten, um ihre Voraussetzungen und damit ihren technischen Aussagewert zu erkennen. Dazu kam ich allerdings erst 1935, zusammen mit meinem Mitarbeiter Horst Laskowski, als wir die gesamten Überlegungen Winklers sowie seine Formel "nachempfanden". Damit wurde auch die dunkle Andeutung vom "tieferen Sinn" der Formel in Winklers Formulierung klar. Er hatte hier tatsächlich einen neuen - dritten - Weg zur Verwirklichung von Großraketen für die Raumfahrt erschlossen, der in dieser Konsequenz eigentlich niemals von anderen zu Ende gedacht worden war. Sein Grundgedanke war, eine kleine, etwa 10 t Schub liefernde "Standardrakete" an relativ kleinen und daher billigen Prüfständen zu höchster Leistung und absoluter Betriebssicherheit zu entwickeln. In jeder Stufe werden dann diese Standardraketen in entsprechender Zahl "gebündelt", gleichzeitig gezündet und nach Brennschluß als komplette Stufe abgeworfen. Das Formelsystem liefert automatisch die für einen vorgegebenen Flugauftrag notwendige Anzahl für jede Stufe. Wer Winklers Aufsätze aus dem Jahr 1928 in der Zeitschrift "Die Rakete" /11, 12/ aufmerksam nachliest, wird feststellen, daß er stets bemüht war, in seinem mathematischen Modell nur Parameter auftreten zu lassen, die der direkten Messung unterliegen. Das gilt auch für die in Brügels Buch veröffentlichte Formel.

Bereits diese Arbeitsmethode war gegenüber den damaligen theoretischen Publikationen eindeutig ein Fortschritt. Man muß zugeben, daß der Gedanke der Bündelung aus Standardraketen im Gegensatz zu einheitlichen Stufen mit Großbrennkammern durchaus etwas Bestechendes hat. Ich habe dieser Konstruktionsidee seinerzeit den Namen "Aggregatprinzip" im Gegensatz zum klassischen "Stufenprinzip" gegeben und mehr als ein Jahr mit meinen Mitarbeitern die gesamte Theorie dieses Aggregatprinzips untersucht und dabei erhebliche Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Schub, Treibstoffgewicht, Trockengewicht und zulässige Beschleunigung gewonnen. Einen kleinen Teil der 1935/38 erhaltenen Ergebnisse habe ich auf dem 7. Internationalen Astronautischen Kongreß in Rom am 21.9.1956 vorgetragen /13/. Natürlich wußte ich die ganzen Jahre hindurch nicht, ob Winkler zu gleichen oder ähnlichen Erkenntnissen gekommen war. Ich war daher nicht erstaunt, unter seinen Notizen im Guder-Archiv /3/ einen umfassenden Bericht "Zusammengesetzte Raketen" /14/ zu finden, der wohl zum ersten Mal eine Gesamtdarstellung der Aggregat-Theorie bringt, praktisch mit den gleichen Prämissen und Ergebnissen, wie wir sie 1936/38 erarbeitet hatten. Ich möchte ausdrücklich betonen, daß hierdurch die Priorität von Winkler nicht beeinträchtigt wird. Er hat seine Ergebnisse mindestens sechs Jahre vor mir erarbeitet, aber die ganze Zeit hindurch völliges Stillschweigen sowohl gegenüber Dr. von Doepp bei Junkers wie auch seinem Chef von der DFL Braunschweig, Prof. Busemann, gegenüber gewahrt. Das beweist auch eine Frage, die Prof. Ernst Schmidt an mich stellte - etwa 1944 - als er wissen wollte, was eigentlich hinter Winklers geheimnisvoller Andeutung, "er habe die Lösung des Baues von Großraketen seit langem gefunden", in Wirklichkeit stecke. In seiner Eigenschaft als Leiter der motortechnischen Abteilung in Braunschweig hätte er notgedrungen Kenntnis von Winklers Berichten haben müssen, sofern dieser während des Krieges welche geschrieben hätte. Daß Winkler aber bereits während seiner Prüfarbeiten bei Junkers stets die Ergebnisse privat daraufhin untersuchte, ob sich die betreffende Rakete als Standardmodell eignen würde, geht aus zahlreichen Notizen hervor, die sich im Guder-Archiv befinden. In dem obigen Bericht /14/ führt er auf Seite 21, 21a, 22 und 22a insgesamt 23 Feststoffraketen und 34 Flüssigkeitstriebwerke mit ihren Betriebsdaten sowie mit der "Bewertungsziffer" auf, die ihnen in der Aggregat-Theorie zugeordnet wird. Da aber keine von ihnen seiner Vorstellung von einer Standardrakete vollkommen entspricht, gibt er auf Seite 26 die Skizze eines Triebwerks mit Preßgasförderung und der Treibstoffkombination Salpetersäure/Orthotoluidin, die einen Schub von 10 t liefert. Es ist bedrückend und erstaunlich zugleich, daß Winkler es über sich gebracht hat, fast 18 Jahre lang über die von ihm gefundenen Zusammenhänge zu schweigen. Erst als Prof. Otto Lutz, Braunschweig, 1946/47 in England war und ihn am 11.3.1947 brieflich aufforderte, ebenfalls nach England zu kommen, hat Winkler wohl eingesehen, daß er etwas "Attraktives" bieten mußte, und hat daher - in der Trostlosigkeit der damaligen Zeit - seine Vorstellungen vom Aggregatprinzip zusammengefaßt preisgegeben /14/.

Wer nun zu Beginn der Raumfahrt die entsprechende Literatur so "durchgeackert" hat wie wir Jungen der dreißiger Jahre, der erinnert sich zwangsläufig daran, daß R.H. Goddard die Aggregat-Idee bereits in seinem ersten Buch 1919 /15/ ausdrücklich der klassischen Idee der Stufenrakete (auf Seite 66) gegenüberstellt, aber in seiner theoretischen Behandlung leider nicht ausführlich genug den Gegensatz hervorgehoben hat. Auch W. Hohmann hat schon 1925 in seinem Buch /16/ auf Seite 8 bis 11 ähnliche Gedanken entwickelt. Aber Winkler hat zweifellos als erster diese Gedanken konsequent zu Ende gedacht und sie in sehr geschickter mathematischer Form zusammengefaßt. Das muß eindeutig festgestellt werden, denn diese Priorität eines bestechend einfachen und billigen Bauprinzips von Großraketen kann ihm heute nach Durchsicht der Papiere im Guder-Archiv niemand

mehr absprechen.

Mit Recht werden Sie nun fragen, weshalb sich denn diese bestechende Idee in der bisherigen Raumfahrt nicht durchsetzen konnte. Dafür gibt es vielerlei Gründe. In der Sowjetunion hat sich die alte Garde der Raumfahrtpioniere der dreißiger Jahre ohne Zweifel mit ähnlichen Gedanken beschäftigt. Als S.P. Koroljow seine erste Interkontinentalrakete erzwingen wollte, um "carte blanche" für seine Raumfahrtziele zu erhalten, setzte er den A-Träger aus vier kegelförmigen R-14-Raketen und einem zylindrischen Zentralkörper aus der vorhandenen Mittelstreckenrakete SS-6 (Sandal) zusammen. Beides waren langjährig erprobte Raketentypen, die mit ihren von W.P. Gluschko entwickelten Triebwerken RD-107 (für die R-14) und RD-108 (für Sandal) eine außergewöhnliche Betriebssicherheit besaßen. Diese zusammengesetzte Rakete hat von Sommer 1957 bis heute in ihren andert-halb Grundstufen kaum je eine Panne gehabt, seitdem sie am 4.10.1957 den ersten Sputnik in den Orbit trug. Sie ist mit ihren Oberstufen als A1, A2a, A2b und A2e der wichtigste Träger der UdSSR geblieben. Aber eine reine Aggregat-Rakete ist sie zweifellos nicht. Koroljow hat diese Kombination gewählt, um vorhandene Geräte mit hoher Betriebssicherheit zu einem Träger zu vereinen. Auch der speziell für die Raumfahrt entwickelte D-Träger (etwa dem US-Träger Saturn I und IB entsprechend) basiert auf dem gleichen Prinzip. Während beim A-Träger  $4 \times 4 + 1 \times 4 = 20$  Triebwerke gleichzeitig starten, waren es beim D-Träger bereits  $6 \times 6 + 4 = 40$  Triebwerke, die beim Start gleichzeitig gezündet werden mußten. Obwohl Gluschkos Triebwerke für sich allein eine hohe Betriebssicherheit besaßen, führte der komplexe Regelprozeß für die 40 Triebwerke zu der bitteren Erkenntnis, daß das Zusammenschalten derart vieler Triebwerke mit der Forderung nach einer einheitlichen Schubaufbauflanke nicht so ohne weiteres verträglich ist. Der D-Träger mußte eine "Lernkurve" durchlaufen, die durchaus mit der der USA-Träger "Thor" und "Atlas" vergleichbar ist. Koroljow hatte - als Raketexperte mit der größten Versuchserfahrung der UdSSR - begriffen, daß der Bau von zusammengesetzten Raketen seine Grenzen hat. Sein Gegenspieler, M. Jangel, hatte diese Erfahrungen nicht und konzipierte den Riesenträger G-1 (etwa der Saturn V entsprechend) mit größerer Konsequenz als Aggregat-Rakete. Obwohl der Zusammenbau dieses Trägers von 1963 bis 1969 dauerte, explodierte das erste Flugmodell bereits auf der Startplattform am (10. ?) 6.1969. (Der genaue Tag ist nicht bekannt, weil seinerzeit die Überwachung durch Photoaufklärungs-Satelliten der USA noch nicht lückenlos war.) Das zweite Flugmodell explodierte am (25. ?) 8.1971 in 12 km Höhe - also etwa in der Zone höchster dynamischer Belastung. Das dritte Flugmodell explodierte am 24.11.1971 in ca. 40 km Höhe. Mit diesen drei Pannen war der Wunsch der Sowjets, mit dem Apollo-Projekt einer bemannten Mondlandung zumindest "gleichzuziehen", endgültig begraben. Es ist bekannt, daß die gesamte Startplatzorganisation für diesen Großträger seit 1972 komplett betriebsbereit ist, aber bisher ist der neue Großträger selbst noch nicht gesichtet worden. Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß nach den drei Pannen das Gesamtkonzept dieses Trägers vollständig umgewandelt worden ist, daß das partielle Aggregatprinzip zugunsten des klassischen Stufenprinzips aufgegeben wurde. Eine derartige Neuentwicklung benötigt aber mindestens acht bis zehn Jahre, wenn sie nicht - wie bei der Saturn-Familie - planmäßig in drei Entwicklungsschritten vorbereitet wird, was bisher in der UdSSR nicht beobachtet wurde.

Wernher von Braun hat vom Aggregatprinzip nicht viel gehalten. Seine Begründung mir gegenüber in einem Gespräch im Sommer 1941 war etwa folgende:

- a) Das Leergewicht einer kleinen Standardrakete ist grundsätzlich zu hoch und beeinflußt das Gesamtverhältnis damit negativ.
- b) Das Aggregatprinzip benötigt prinzipiell für die gleiche Flugleistung eine wesentlich größere Stufenzahl als eine nach dem klassischen Stufenprinzip konzipierte Rakete.
- c) Die großen Brennkammern mit Schüben von 100 t und mehr liefern bei richtiger Konstruktion des Einspritz- und Kühlsystems die gleichen Wirkungsgrade wie eine hochgezüchtete Standardrakete.

Er hat diese Prinzipien konsequent verfolgt und ist davon nur abgewichen, als es darum ging, in einem Crash-Programm die Vorstufen für den endgültigen Saturn-Träger zu erstellen. Bei der Saturn I (Block II) und Saturn IB setzte von Braun die Grundstufe aus acht Tankwerken der Redstone- und einem der Jupiter-Rakete zusammen, während das Gesamttriebwerk dieser Stufe durch acht gebündelte H-1-Einzeltriebwerke ersetzt wurde. Das war aber keineswegs eine Konzession an das Aggregatprinzip, sondern ein aus Termingründen bedingter Kompromiß, wie er mir selbst erklärte, denn die komplizierten Vorrichtungen für die Herstellung der Tankwerke waren in Huntsville verfügbar. Ein Neubau von Tankwerk-Schweißmaschinen für Saturn I hätte das Programm um mindestens zwei Jahre verzögert. Mit Saturn I hat er sich selbst und der NASA gegenüber die Bedenken gegen eine derartig zusammengesetzte Stufe ausgeräumt, daß der Ausfall einer Triebwerkeinheit die gesamte Flugmission des Trägers beeinträchtigen würde. Am 28.3.1965 schaltete er ab-

sichtlich eines der acht Triebwerke ab. Das dabei entstehende asymmetrische Drehmoment wurde von den sieben übrigen bereits nach einigen Sekunden ausgeglichen. Mit dem Großträger Saturn V konnte von Braun seine Auffassung von den Großbrennkammern beweisen. Jedes der fünf F-1-Triebwerke lieferte einen Startschub von 680 t. Ihr Wirkungsgrad war durchaus mit kleineren Brennkammern vergleichbar.

Da man nicht annehmen darf, daß Gluschko, Koroljow und von Braun bewußt nach Großtriebwerken und Großstufen gestrebt haben, um die Kosten in die Höhe zu treiben und die Triebwerks- und Stufen-Einheiten so kompliziert wie möglich zu bauen - wie heute von einer kleinen Gruppe in Deutschland behauptet wird, die das Aggregatprinzip als "Billig-Rakete" anpreist -, muß man sich klar darüber sein, daß das Zusammensetzen aus kleinen Standardraketen seine technischen Grenzen hat. Das haben auch die bitteren Erfahrungen Jangels in der UdSSR mit dem D- und G-Träger klar gezeigt. Vielleicht wird einmal die Zeit kommen, in der die Regeltechnik für den Schubaufbau vieler gebündelter Triebwerkeinheiten besser gelöst werden wird, als dies heute möglich ist. Dann wird man auch Winklers Traum von einer Aggregat-Rakete noch einmal überdenken können. Aber all diese Einwände ändern nicht an der Tatsache, daß er es war, der diesen Gedanken mit aller Konsequenz von 1929 bis zu seinem Tode am 27.12.1947 durchgearbeitet hat. Viele Raketenforscher haben Wege verfolgt, die weit in die Zukunft griffen und erst in kommenden Generationen verwirklicht werden können. Daraus kann ihnen niemand einen Vorwurf machen, denn ihre Aufgabe als echte Pioniere war es, den Weg in die Zukunft zu weisen.

Lassen Sie mich noch einige weitere Bemerkungen anschließen. Etwa 1940 wurde - insbesondere in der deutschen Luftfahrtforschung - die Forderung an die Wissenschaftler gestellt, durch theoretische Behandlung des Verbrennungsprozesses in Raketenbrennkammern eine bessere Grundlage für die Wahl zukünftiger Treibstoffkombinationen zu schaffen. In der Praxis lief diese Forderung darauf hinaus, die komplizierten Dissoziationsprozesse von Feuergasen bei extrem hohen Temperaturen zu klären. Im Rahmen der Luftfahrtforschung waren es zunächst Otto Lutz /17/, G. Damköhler und R. Edse /18/ sowie M. von Stein /19/, die neuere, zum Teil halbgraphische Verfahren ausgearbeitet hatten, die aber in erster Linie für luftatmende Triebwerke bestimmt waren. Es ist verständlich, daß Johannes Winkler versucht hat, diese Verfahren so umzuwandeln, daß sie besser den Bedingungen in einer Raketenbrennkammer angepaßt waren. Ich habe 1943 auf Damköhlers Anregung das gleiche für die Verbrennung von Feststoffraketen gemacht. Winkler hat diese Aufgabe ebenfalls aufgegriffen und ein sehr praktisches Verfahren zur rechnerischen Lösung dieses Problems 1944 /20/ vorgelegt, wie ich durch einen "Geheimbericht" des MAP Völknerode im Guder-Archiv feststellen konnte. Auch in diesem Bericht zeigt sich Winklers vorwiegend praktisch eingestellte Forschungshaltung, sein Verfahren ist viel klarer auf die Bedürfnisse des Triebwerksentwicklers abgestellt.

Abschließend möchte ich noch einiges über Winklers Persönlichkeit sagen. In meinem "Jugendbericht" /7/ - ich war damals knapp 20 Jahre alt - hatte ich nach einem halben Jahr Zusammenarbeit mit Johannes Winkler geschrieben: "Er ist im Umgang sehr ruhig und ein ausgesprochen stiller Mensch. Eine enge Zusammenarbeit mit ihm ist möglich, wenn man sich ihm unterordnet. Jedoch ist er auch einsichtig und besteht nicht immer auf seiner Meinung. Dann - es muß leider gesagt werden - fürchtet er sich sehr vor Explosionen und dergleichen, die ja in unserer Praxis sehr häufig vorkommen. ....". Winklers Beurteilung durch führende Forschungspersönlichkeiten, denen er unterstellt war, ist hervorragend. Dr. von Doepp bestätigt ihm bei seinem freiwilligen Ausscheiden (zur Fertigstellung der HW I und HW II) /21/ folgendes: "Herr Winkler hat seine schwierige Aufgabe trotz der geringen zur Verfügung gestellten Hilfsmittel in der kurzen Zeit in ausgezeichneter Weise gefördert. Er war hierzu in hohem Maße geeignet, nicht nur durch seine vollkommene Beherrschung dieses Sondergebiets und seine hervorragenden Charaktereigenschaften wie Gründlichkeit, Ausdauer, Selbstdisziplin und Anpassungsfähigkeit an die jeweilig auftretenden sachlichen Anforderungen, sondern auch insbesondere durch seine Erfindungsgabe und sein hochgradiges Interesse für die ihm gestellten Aufgaben. ....". Prof. A. Busemann gibt ihm als sein Chef in der Luftfahrt-Forschungsanstalt Braunschweig bei Kriegsende ein Abschlußzeugnis /22/, in dem er schreibt: "Herr Winkler hat die von ihm übernommenen Aufgaben in hervorragender Weise gefördert. Er war hierzu besonders befähigt, nicht nur durch seine langjährige experimentelle Erfahrung auf dem Gebiet des Apparatebaus, sondern auch durch seine Gründlichkeit, verbunden mit einem praktischen Sinn, der sich nie ins Nebensächliche verlor, sondern stets rasch zur Hauptlinie zurückfand. Seiner Abteilungsleiter war er stets ein Vorbild an Pünktlichkeit und treuer Pflichterfüllung, er besaß die Fähigkeit, seine Mitarbeiter für die gestellten Aufgaben zu begeistern. Im Kreise der übrigen Forscher war er stets hilfsbereit und kameradschaftlich. Sein ruhiges, ausgeglichenes und anspruchloses Wesen machte das Arbeiten mit ihm besonders angenehm."

Ich habe versucht, Ihnen mit wenigen Worten zu zeigen, daß Johannes Winkler nicht nur ein "Mann der ersten Stunde" war, von dem niemand nach 1933 so recht wußte, wie er weitergearbeitet hat. Er gehört eindeutig zu den großen Pionieren der Raumfahrt, wie man heute durch das Guder-Archiv belegen kann. Er ging mit unerschütterlicher Beharrlichkeit einen eigenen Weg neben denen von

Oberth/von Braun und Valier/Sänger. Winkler glaubte, das Geheimnis zum Bau von Großraketen entdeckt zu haben, und wartete geduldig auf seine "große Stunde". Er starb in der Trostlosigkeit der Nachkriegszeit, ohne die Möglichkeit gehabt zu haben, seine Arbeiten zur öffentlichen Diskussion zu stellen. Ein echter Pionier hat nicht nur das Recht, sondern sogar die Pflicht, seinen Träumen nachzugehen. Das hat Johannes Winkler mit nie versagendem Mut getan. Deshalb müssen wir in ihm einen der großen deutschen Pioniere sehen. Ich hoffe, daß es einmal möglich sein wird, das Guder-Archiv vollständig auszuwerten, denn dann wird die Größe seines Charakters noch deutlicher hervortreten als bei meinem heutigen Versuch, sie zu schildern.

#### Schrifttum

- /1/ Frank H. Winter: Birth of the VFR - The Start of Modern Astronautics. Spaceflight 19 (1977), Nr. 7/8
- /2/ Werner Brügel: Männer der Rakete. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1933.
- /3/ Frau Elisabeth Guder, Dettum bei Braunschweig (= Guder-Archiv).
- /4/ Ilse Essers: a) Max Valier - ein Vorkämpfer der Weltraumfahrt. VDI-Verlag, Düsseldorf 1968. -  
b) Max Valier. Kurzbiographien aus der Luft- und Raumfahrt. Beilagen zu DGLR-Mitteilungen 2-70 (1979).
- /5/ Ilse Essers: a) Hermann Ganswindt - Vorkämpfer der Raumfahrt. VDI-Verlag, Düsseldorf 1977. -  
b) Hermann Ganswindt. Kurzbiographien aus der Luft- und Raumfahrt. Beilage zu DGLR-Mitteilungen 1-78 (1978). - c) Hermann Ganswindt, Vorkämpfer der Raumfahrt mit seinem Weltenfahrzeug seit 1881. Deutsche Luft- und Raumfahrt, Mitt. 78-01, Beitrag 78-203 (1978).
- /6/ Johannes Winkler: Der Start der ersten Flüssigtreibstoffrakete. Manuskript 1.4.1931. Deutsches Museum, München.
- /7/ Rolf Engel: Die geschichtliche Entwicklung der Raketentechnik. Manuskript, Winter 1931. Archiv R. Engel, Deutsches Museum, München.
- /8/ Hermann Oberth: Die Rakete zu den Planetenräumen. R. Oldenbourg, München/Berlin 1923.
- /9/ Max Valier: Der Vorstoß in den Weltenraum. Eine technische Möglichkeit. R. Oldenbourg, München/Berlin 1924.
- /10/ Eugen Sänger: Raketenflugtechnik. R. Oldenbourg, München/Berlin 1933.
- /11/ Johannes Winkler: Die Treibkörper des Raumschiffes aus Raketenelementen. Die Rakete, 15.1.1928.
- /12/ Johannes Winkler: Hochwertige Raketen. Die Rakete, 15.4.1928.
- /13/ Rolf Engel: Remarks on the design of step rockets. Proceedings 7th IAF Congress, Rom 1956, S. 115.
- /14/ Johannes Winkler: Zusammengesetzte Raketen. MOS (A) Völkenrode, Rep. & Transl. No. 657, 34 Seiten. Braunschweig 1947.
- /15/ Robert H. Goddard: A method of reaching extreme altitudes. Smithsonian Institution, Washington, D.C., 1919, S. 66.
- /16/ Walter Hohmann: Die Erreichbarkeit der Himmelskörper. R. Oldenbourg, München/Berlin 1925.
- /17/ Otto Lutz: Die Ermittlung der Zusammensetzung dissoziierender Gasgemische. AVA-Monographie VII (1945).
- /18/ G. Damköhler und R. Edse: Zusammensetzung dissoziierender Verbrennungsgase und die Berechnung simultaner Gleichgewichte. Z. Elektrochemie 49(1943), S. 178-186.
- /19/ M. von Stein: Verfahren zur Berechnung der Flammentemperaturen, der Enthalpie und Entropie von Feuer gasen. Forsch. a.d. Gebiet d. Ing.-Wes. 14 (1943), S. 113-123.
- /20/ Johannes Winkler: Neuere Verfahren zur Berechnung der Dissoziation von Verbrennungsgasen in Raketen. MOS (A) Völkenrode, Rep. & Transl. No. 159, 52 Seiten. Braunschweig 1946.
- /21/ Philipp von Doepp, Forschungsanstalt Hugo Junkers: Zeugnis über die Tätigkeit von J. Winkler. 20.3.1930.
- /22/ Adolf Busemann, Luftfahrtforschungsanstalt Braunschweig: Zeugnis für J. Winkler. 30.6.1945.

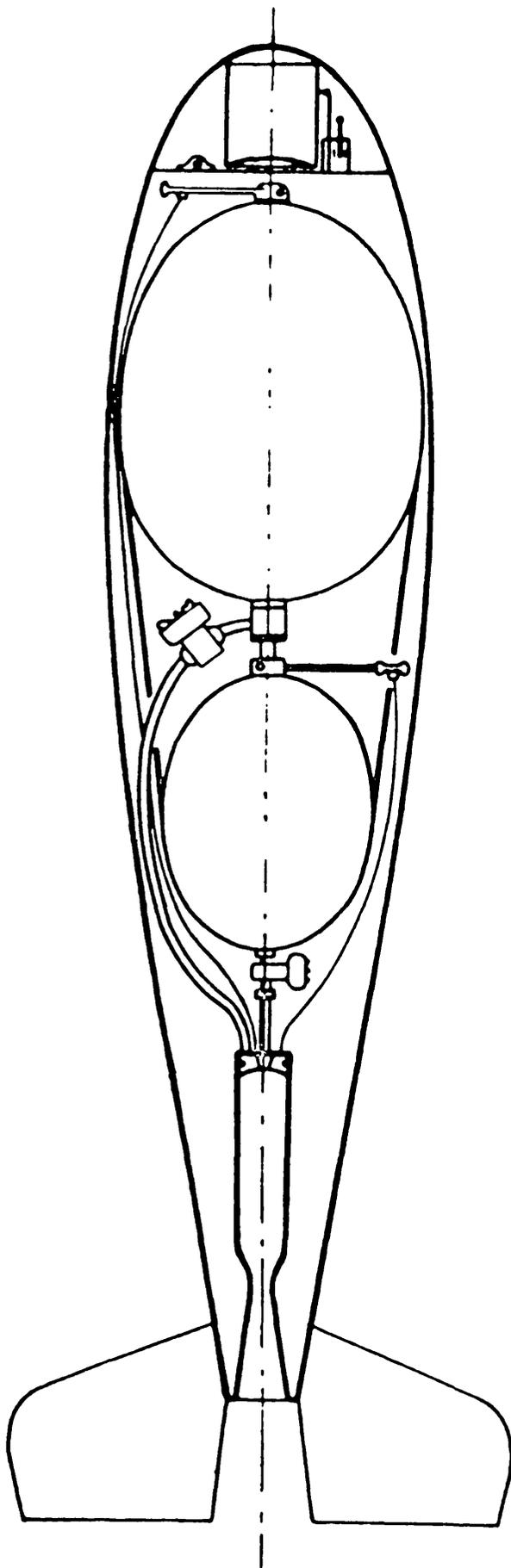


Bild 1. HW II

#### Technische Daten der HW II

Gesamtlänge 190 cm

Durchmesser, max. 40 cm

Äußere Form Joukowski-Profil 1:5

3 Stabilisierungsflossen

Treibstoffgewicht:

Flüssig-Sauerstoff 32,0 kg

Flüssig-Methan 4,0 kg

36,0 kg

Strukturgewicht:

Triebwerk 1,7 kg

Tanks, Ventile, Rohre 5,3 kg

Verkleidung, Flossen 2,5 kg

Nutzlast: Barograph 0,5 kg

10,0 kg

Triebwerksdaten:

Kammerdruck 9 atü

Brenndauer (bei  
vollem Schub) 49 sec

Mittlerer Schub 96 kp

Spezifischer Verbrauch 8 kg/sec

Das Verhältnis von Trockenmasse zu Treibstoffmasse ( $10:36 = 0,278$ ) war das beste zu jener Zeit erreichte; der Wert wurde erst 1943 unterboten.

Start am 6. Oktober 1932 um 11.20 Uhr. Explosion wegen zweier undicht gewordener Ventile aus der neuen Aluminium-Magnesium-Legierung "Elektron", die korrosionsanfällig war.



Bild 2: Johannes Winkler. \*29.5.1897 in Karlsruhe, Kreis Oppeln (Oberschlesien), †27.12.1947 in Braunschweig-Querum

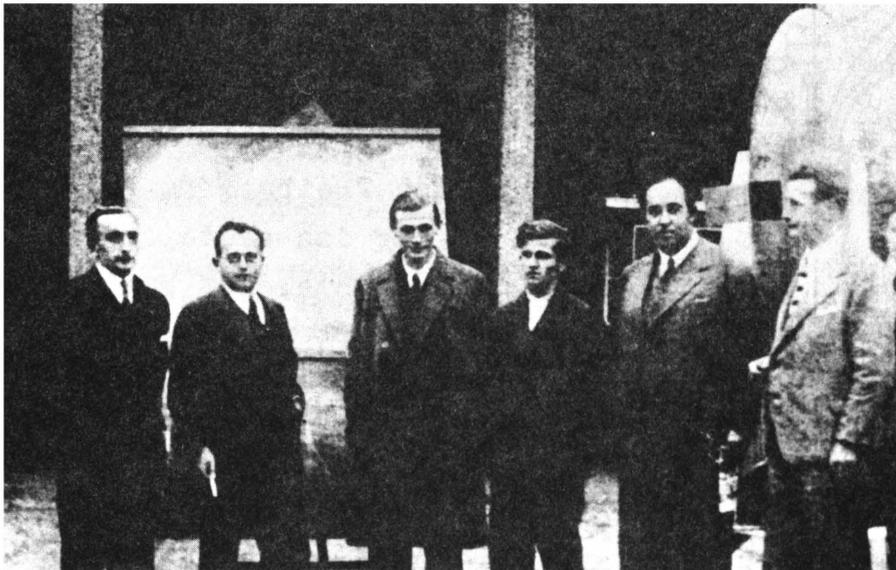


Bild 3. Von links nach rechts: Hans Bermüller, Johannes Winkler, Rolf Engel, Heinz Springer, Journalisten (2.10.1932)