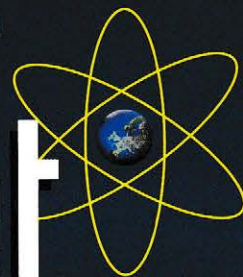


MIT DER RAUMSCHIFFFAHRT ZU DEN STERNEN

Raumfahrt Concret



DAS DEUTSCHSPRACHIGE MAGAZIN FÜR EUROPA

138 3/2025

Euro 6,00 | US\$ 7,50



Visionär bringt
erste Deutsche
ins All

■ ANGEWANDTE RAUMFAHRT
KI im Orbit

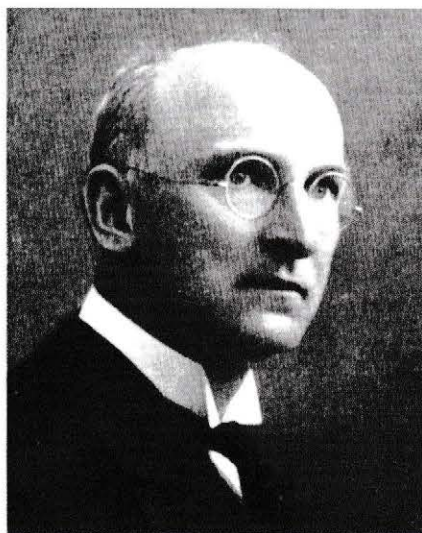
■ ASTROBIOLOGIE
SETI und UAP

■ RÜCKBLICK
Katastrophe von Tschkalowski

■ RÜCKBLICK
100 Jahre Hohmann-Bahnen

Vor 100 Jahren: Walter Hohmann entwickelt ein mathematisches Modell für Flugbahnen künstlicher Himmelskörper

Von Wolfgang Both, Berlin



W. Hohmann

Im November 1925 erschien im Münchner Oldenbourg-Verlag ein schmales Buch, das aus raumfahrttechnischer Sicht eine geniale Ergänzung zu Oberth's zwei Jahre zuvor erschienenem Werk „Die Rakete zu den Planetenräumen“ darstellt (siehe RC 127). In seiner Arbeit „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper“ befasste sich der Bauingenieur Walter Hohmann mit der Frage, wie man die Flugbahnen künstlicher Himmelskörper mathematisch beschreiben könnte. Insbesondere interessierte ihn das Problem der energetisch günstigsten Flugbahn. Diese Frage ist heute noch virulent: wie viel Treibstoff ist für eine geplante Menge Nutzlast erforderlich, um das Ziel zu erreichen? Neben der Optimierung dieses Verhältnisses ist die Gestaltung der Flugbahn entscheidend. Über viele Formeln und Ableitungen kam Hohmann zum Schluss, dass sich eine solche Flugbahn durch Ellipsen beschreiben lässt. Das wird Astronomen nicht überraschen, fliegen doch unsere Erde und die anderen Planeten auf

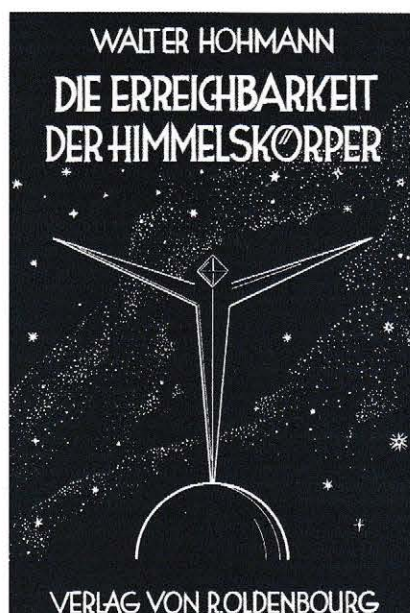
solchen Bahnen um die Sonne. Seit Kepler (1609) hat sich diese Erkenntnis Bahn gebrochen und unser Weltbild verändert.

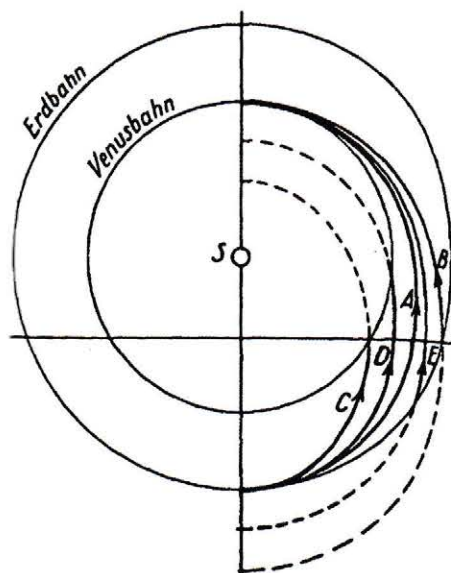
Walter Hohmann wurde am 18. März 1880 in Hardheim/Odenwald als Sohn des Arztes Rudolph Hohmann geboren. Die Familie übersiedelte 1885 nach Südafrika, wo sein Vater die Praxis eines Kollegen übernahm. Hier bekam Walter eine vorrangig englischsprachige Schulausbildung, legte sein Abitur dann aber 1900 in Würzburg ab. An der Technischen Hochschule München nahm er ein Studium im Bauingenieurwesen auf, das er 1904 erfolgreich mit dem Diplom abschloss. Danach hatte er Arbeitsstellen in verschiedenen Bauingenieurbüros in Wien, Breslau und Hannover. Im Jahr 1912 wurde er leitender Statiker im Hochbauamt Essen. In diesem Jahr begann er auch seine Berechnungen zu den Flugbahnen künstlicher Himmelskörper. Anregung war das Buch seines Cousins Wilhelm Trabert über kosmi-

sche Physik. Er trug erstmal die Grundlagen zusammen: Welche Parameter bestimmen den Start von der Erdoberfläche in den freien Raum? Wie kann man der Erdanziehung entfliehen? Und wie kann man gefahrlos wieder landen? Und wie gestaltet sich dann der Flug zum Mond oder den anderen Planeten?

Als Ingenieur nahm er für weitere Berechnungen einige Vereinfachungen der Keplerschen Gesetze vor. So reduzierte er die Planetenumläufe auf Kreisbahnen in einer Ebene. Damit bewegten sie sich in gleichförmiger Geschwindigkeit um die Sonne. Zum Dritten sollte die Erdanziehung nach dem Start vernachlässigbar sein. Damit war die Gravitationsfrage im Freiflug ein Zweikörperproblem Flugkörper-Sonne. Mit den ersten Ergebnissen seiner Berechnungen war er aber unzufrieden, sodass er 1917 von vorn anfang. Diese Arbeit konnte er 1919 abschließen. Der Erste Weltkrieg und ein mehrmonatiger Kriegsdienst hatten die Studien verzögert. Außerdem hatte er 1915 geheiratet, 1916 kam ihr Sohn Rudolf auf die Welt. Und er hatte eine Doktorarbeit „Über das Zusammenwirken von altem und neuem Beton in Eisenbetontragwerken“ begonnen. Die konnte er 1920 erfolgreich an der Technischen Hochschule Aachen verteidigen. Seine Arbeit „Über die Erreichbarkeit des Mondes und der Planeten“ lag derweil in der Schublade – die Zeit war noch nicht reif für eine solche Publikation.

Die ergab sich erst, als Oberth's theoretische Ausarbeitung über die Weltraumfahrt in München erschien. Zuvor hatte der KOSMOS-Verlag sein Manuskript abgelehnt. Nun sah





Zeichnung möglicher Flugbahnen Erde-Venus.

Hohmann eine neue Möglichkeit und schrieb den Oldenbourg-Verlag an. Umgehend erhielt er eine positive Antwort aus München. Sowohl Max Valier (s. RC 132) als auch Hermann Oberth fungierten als Gutachter und gaben wertvolle Hinweise zum Manuskript. Insbesondere der Verweis auf flüssige Treibstoffe hatte einen deutlichen Einfluss. Hohmann hatte noch (wie Goddard) mit den Parametern von Pulverraketen gerechnet. Mit dem Einsatz der neuen Treibstoffe und ihrer deutlich höheren Ausströmgeschwindigkeit verringerten sich die Flugzeiten erheblich. Grundsätzlich stimmten beide Gutachter dem Ansatz und den Ergebnissen Hohmanns zu, sodass die Arbeit Ende 1925 in die Buchhandlungen kam. Das Buch gliedert sich in fünf Kapitel. Im ersten ging es um den Start von der Erde ins All, im zweiten dann um die Rückkehr auf die Erde. Im dritten Kapitel behandelte er den Flug im All zwischen den Himmelskörpern. Im vierten Kapitel steuert er auf die anderen Planeten oder den Mond zu. Und im letzten Kapitel betrachtet er die Möglichkeit der Landung auf ihnen. Alle Kapitel sind mit mathematischen Formeln gespickt, die den physikalischen Sachverhalt beschreiben. Und in allen wird die Frage der energetisch günstigsten Flugbahn

diskutiert. Wie bereits erwähnt, lassen sie sich durch Ellipsen beschreiben. Tabellen und Bahnkurven illustrieren die abstrakten Formeln. Dabei unterscheidet Hohmann mehrere Möglichkeiten.

Die Flugbahn konnte:

- eine, die Planetenbahnen beidseitig tangierende Ellipse,
- eine, die innere Bahn tangierende und die äußere schneidende Ellipse,
- eine, die innere Bahn schneidende und die äußere Bahn berührende Ellipse sein.

In der Tabelle sind die verschiedenen Flugparameter für diese Varianten zusammengetragen, die die jeweiligen Flugzeiten ergeben. Danach benötigt die Route A 146 Tage während für Flugbahn C mit 69 Tagen nur halb soviel Zeit braucht. Die zweite Tabelle zeigt aber, dass die Flugroute A die geringste Startmasse erfordert, während die zeitliche Verkürzung für Route C mit einem Hundertfachen an Masse erkauft wird. Route A ist die mit sich anschmiegenden Flugbahnen (Kreuzungswinkel 0°) und geringen Geschwindigkeitsänderungen an die

Umlaufgeschwindigkeit des jeweiligen Planeten. Hier sind also nur kleine Korrekturstöße aus den Triebwerken erforderlich, um eine sanfte Annäherung zu erreichen. In den anderen Fällen sind weitere Stöße zum Einschwenken auf die Planetenbahn und den Orbit nötig, was einen höheren Energieaufwand bewirkt. Damit hatte er die Flugbahn mit dem minimalen Aufwand identifiziert. Zu beachten ist aber in jedem Fall die Konstellation der Planeten beim Start zueinander. Nur bei einer günstigen Position unter Beachtung der Flugdauer ergibt sich ein optimales Startfenster. Des Weiteren hatte Hohmann eine Begrenzung der Beschleunigung auf 30 m/sec^2 festgelegt, um die Gesundheit der Raumfahrer nicht zu gefährden. Anders als Oberth befasste er sich aber nicht mit technischen Einzelheiten oder gar der Konstruktion einer Rakete. Sein Fokus lag auf Flugbahnen und Flugzeiten.

In seinem Beitrag in Willy Leys Sammelwerk „Die Möglichkeit der Welt-raumfahrt“ (1928) zu „Fahrtrouten, Fahrzeiten und Landungsmöglichkei-

Fahrbahn	Kreuzung mit						Zentriwinkel $\Delta \varphi^\circ$	Fahrtdauer t Tage
	Erdbahn $r_I = 149.10^6$ km $v_I = 29,7$ km/sek			Venusbahn $r_{II} = 108 \cdot 10^6$ km $v_{II} = 35$ km/sek				
	Kreuzungs- Winkel $\alpha,^\circ$	Fahrzeug- Geschwindigkeit $v,$	Relativ- Geschwindigkeit $\Delta v,$	Kreuzungs- Winkel $\alpha,^\circ$	Fahrzeug- Geschwindigkeit $v,$	Relativ- Geschwindigkeit $\Delta v,$		
A	0	27,3	2,4	0	37,6	2,6	180	146
B	$15\frac{1}{4}$	29,7	8,2	0	39,5	4,5	$105\frac{1}{4}$	75
C	0	23,4	6,3	$22\frac{1}{4}$	35	13,8	$67\frac{1}{4}$	69
D	0	26,7	3,0	$8\frac{1}{2}$	37,25	5,65	$124\frac{1}{4}$	109
E	$10\frac{1}{4}$	28,4	5,6	0	38,5	3,5	$54\frac{1}{2}$	102

Tabelle mit den Flugzeiten zur Venus für die Flugbahnen A bis E.

I. In der Fahrtrichtung Erde—Venus

auf Flugbahn	für $c =$	3	4	5	10	km/sek
A	$G_1 = (6 \cdot \mu_2 + 146 \cdot 0,03) \cdot \mu_1 =$	49	34	27	18	t
B	$G_1 = (6 \cdot \mu_2 + 75 \cdot 0,03) \cdot \mu_1 =$	530	200	104	31	t
C	$G_1 = (6 \cdot \mu_2 + 69 \cdot 0,03) \cdot \mu_1 =$	5900	1060	417	60	t
D	$G_1 = (6 \cdot \mu_2 + 109 \cdot 0,03) \cdot \mu_1 =$	141	70	48	22	t
E	$G_1 = (6 \cdot \mu_2 + 102 \cdot 0,03) \cdot \mu_1 =$	172	83	55	24	t

Tabelle mit dem Energieaufwand für die Flugbahnen A bis E. Abbildungen: Archiv Autor



Manuskriptseite 1 Hohmanns „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper“ (1925).

ten“ machte sich Hohmann auch Gedanken, wie man die Landung auf dem Mond oder anderen Himmelskörpern gestalten könnte. Hierzu griff er einen Vorschlag des Schriftstellers Otto Willi Gail aus dessen Buch „Der Stein vom Mond“ (1926) auf, der schrieb, dass man eine kleine Rakete als „Beiboot“ verwenden solle. Diese Idee würdigte Wernher von Braun später gegenüber Hohmann, da sie für die Lander bei den Apollo-Mond-

missionen Anwendung fand. Ebenso wie seine Überlegungen für die Flugbahnen in den Orbit und aus dem Orbit zum Mond.

Hohmann pflegte eine lebenslange Bekanntschaft mit Max Valier. Für ihn führte er zahlreiche Berechnungen zu dessen Idee eines Raketenflugzeugs aus. Mit der Gründung des „Verein für Raumschiffahrt“ im Juli 1927 wurde er von Valier folgerichtig als Mitglied in den Vorstand eingeladen. Valier war mehrmals bei ihm und seiner Familie in Essen, wo er auch sein Rückstoßauto vorführte.

Hohmanns Arbeit machte ihn bald über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt. So wurde er 1927 zur ersten internationalen Weltraumausstellung in Moskau eingeladen. Sein Buch kam 1928 in die Nominierungsliste für den REP-Hirsch-Preis und wurde 1929 vom Komitee lobend erwähnt.

Ende 1931 schied er aus dem VfR-Vorstand aus, blieb aber weiterhin in Kontakt. Auch im Nachfolgeverein, der „Gesellschaft für Weltraumforschung“, wurde Hohmann Mitglied. Beruflich lief es für ihn schwierig. Mit

dem Machtantritt der Nationalsozialisten wurde sein Beamtenverhältnis zwar bestätigt. Da er aber nicht der NSDAP beitreten wollte, blieb ihm ein beruflicher Aufstieg verwehrt. Zu deutlich war seine Distanz zum Nazi-Regime. In den Folgejahren änderte sich sein Arbeitsfeld von städtischen Großbauten hin zu Luftschutz- und Bunkeranlagen. Nachdem Essen als Waffenschmiede zur Zielscheibe alliierter Bomber wurde, konnte er nurmehr die Statik beschädigter Gebäude prüfen. Die Zerstörung seiner Stadt lastete schwer auf ihm, er bat um Pensionierung. Er erkrankte, wurde dienstunfähig geschrieben. Unter den katastrophalen Lebensbedingungen wurde er nicht mehr gesund und verstarb völlig entkräftet am 11. März 1945.

Die Raumfahrtgemeinde ehrte ihn 1970 mit der Benennung eines Mondkraters. Die von Walter Hohmann berechneten Flugbahnen erhielten in der Fachwelt die Bezeichnung „Hohmann-Bahnen“. Ihre Berechnung ist heute Bestandteil des Physikstudiums. In Essen wurde die Sternwarte nach ihm benannt.



Raketen - Die Internationale Enzyklopädie

Eugen Reichl / Dietmar Röttler

432 Seiten, 740 Abbildungen,

Pappband mit Überzug

2. Auflage 2025, Motorbuch Verlag, Stuttgart

ISBN 978-3-613-04785-3, Preis 49,90 €

Der Begriff Enzyklopädie steht allgemein für ein besonders umfangreiches Nachschlagewerk. Den beiden Autoren, die bereits im Jahr 2020 mit der ersten Auflage neue Maßstäbe in der deutschsprachigen Fachliteratur setzen konnten, ist nicht nur

der „Klassenerhalt“, sondern wieder die „Meisterschaft“ in den Abhandlungen über Trägersystemen der Raumfahrt gelungen.

Für seinen Erstling zum aktuellen Thema hatte sich Eugen Reichl bereits der technischen Unterstützung Dietmar Röttlers versichert. Jetzt ist der begnadete Raumfahrtgrafiker als Co-Autor erneut dabei. Alle Zeichnungen und sonstigen grafischen Darstellungen stammen in mehrfach bewährter Weise aus dessen Feder. Damit wird der hohe Anspruch der Leserschaft an das gesamte Design von vornherein erfüllt. Röttler konnte einen beachtlichen Fundus seiner Werke aus einer mehr als 25-jährigen Tätigkeit für die Zeitschrift „Raumfahrt Concret“ schöpfen. Die Resultate der Herkulesaufgabe, alles dem Text und der fotografischen Bebilderung anzupassen, Lücken zu füllen und den neusten Stand aktueller sowie geplanter Projekte „nachzuarbeiten“, kann der Grafiker und Raumfahrtexperte bereits auf die erste Auflage zurückführen. Schwerpunkte für beide Autoren waren

diesmal die Aktualisierung und Erweiterung. Immerhin gibt es für den gleichen Preis 34 Seiten mehr.

Nicht erst mit dem hier besprochenen Teil aus Eugen Reichls Gesamtwerk zur Raumfahrtgeschichte (und -zukunft) hat sich der gestandene Raumfahrtgenieur in seinem Zweitberuf als produktivster deutschsprachiger Fachautor der Gegenwart längst auch über Grenzen hinaus einen Namen gemacht.

„Raketen – Die Internationale Enzyklopädie“ führt die Vorgängerausgabe fort in Anspruch, Qualität, Inhalt und übertrifft sie sogar im Umfang. Die Aufrechterhaltung des „alten“ Preises von 49,90 € ist deshalb eine schöne Geste des Verlages an die Raumfahrtfans und eine beachtliche handwerkliche Leistung, angesichts allgemeiner Preissteigerungen in nahezu allen Bereichen. Achtung Beilage: Altes Raketenposter von der Wand nehmen und durch das neue ersetzen!

Margarete von Senftenberg