Die Rakete

Zeitschrift des Vereins für Raumschiffahrt E. V.

Mondlandschaft.
Die Krater Godin und Agrippa mit Hyginus- und Ariadäusrille.

Nr. 8. Breslau, 15. August 1928 2. Jahrg.

INHALT:

Astronautik und Relativitätstheorie.

Von Robert Esnault Paris.

Aus dem Französischen übersetzt von Johannes Winkler.

Meine Studie über die Raumschiffahrt hat gezeigt, wie wenig wahrscheinlich es ist, daß die Reisen zwischen Himmelskörpern, selbst die zum Monde, Wirklichkeit werden, solange wir nur Massenenergien zur Verfügung haben von der Ordnung der chemischen Reaktionen, selbst der stärksten. Sie hat aber andererseits gezeigt, daß diese Reisen möglich werden, sogar leicht, sobald die Physiker dahin gekommen sein werden, die innere Atomenergie nutzbar zu machen.

Der Wissensdrang hat mich bewogen, mir einen Überblick zu verschaffen über den Einfluß der neuen Theorie, auf die Kraft von gewöhnlicher Wirkung, und ich habe die Frage der mathematischen Analyse unterworfen; sie ergibt folgende Antwort.

Ich werde ein erstes System betrachten von mit dem Beobachter verbundenen Achsen (System 0), dessen Zeichen nicht mit einem Akzent versehen sein werden, sodann ein in bezug auf das erste bewegbares System, und dessen Zeichen werden mit einem Strich versehen sein (System ′).

Die Achsen sollen in gewöhnlicher Art angeordnet sein, sie mögen zu Beginn zusammenfallen, $t = t' = 0$, $x = x' = 0$; die Geschwindigkeit, mit der das System ′ in bezug auf das System 0 bewegt ist, wird in Richtung $0x$ erfolgen, und zwar derart, daß die Achsen $0x$ und $0x'$ sich dauernd decken.

Zur Zeit t werde ich den Fall setzen, das Raumschiff sei bewegt mit der Geschwindigkeit v im Sinne der positiven x, und ich werde im System ′ eine gleiche und konstante Geschwindigkeit angeben.

Es sei jetzt ein materieller Punkt unbeweglich zur Zeit t in dem System ′; seine Masse in diesem System wird seine Ruhemasse sein, welche ich mit m_0 bezeichnen werde. Wenn ich ihm eine Kraft hinzufüge, welche in dem System ′ die Größe F' hat und zum Beispiel im Sinne der positiven x und x' gerichtet ist, so werde ich in dem System ′ haben

$$m_0 \frac{d^2x'}{dt'^2} = F'$$

Ich gebe hier die Transformationsgleichungen von Lorentz wieder:

$$x' = \frac{1}{\alpha}(x - vt) \tag{1}$$

$$y' = y \tag{2}$$

$$z' = z \tag{3}$$

$$t' = \frac{1}{\alpha}\left(t - \frac{vx}{c^2}\right) \tag{4}$$

$$x = \frac{1}{\alpha}(x' + vt') \tag{1'}$$

$$y = y' \tag{2'}$$

$$z = z' \tag{3'}$$

$$t = \frac{1}{\alpha}\left(t' + \frac{vx'}{c^2}\right) \tag{4'}$$

Aus (1) und (4) bilde ich

$$\frac{dx'}{dt'} = \frac{\frac{dx}{dt} - v}{1 - \frac{v}{c^2}\frac{dx}{dt}} \tag{5}$$

$$\frac{d^2x'}{dt'^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{\frac{dx}{dt} - v}{1 - \frac{v}{c^2}\frac{dx}{dt}}\right)\frac{1}{\frac{1}{\alpha}\left(1 - \frac{v}{c^2}\frac{dx}{dt}\right)} = \alpha^3\frac{d^2x}{dt^2}\,\frac{1}{\left(1 - \frac{v}{c^2}\frac{dx}{dt}\right)^3} \tag{6}$$

Wenn ich nur die Bewegung während eines unendlich kleinen Zeitelements dt betrachte, welches unmittelbar auf den Zeitpunkt t folgt, so habe ich im unendlich kleinen angenähert

$$\frac{dx}{dt} = v \tag{7}$$

und da in den Gleichungen von Lorentz

$$\alpha = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \tag{8}$$

(6) wird schließlich

$$\frac{d^2x'}{dt'^2} = \frac{1}{\alpha^3}\frac{d^2x}{dt^2}. \tag{9}$$

Man kann jetzt annehmen, daß die Raumfahrer aus physiologischen Gründen eine konstante Beschleunigung gewählt haben gleich der von g der Schwerkraft. Um die Rechnung zu vereinfachen, werde ich annehmen, daß sie beständig ihren Reaktionsmotor in der Weise regeln, daß die Gleichung bestehen bleibt

$$\frac{d^2x'}{dt'^2} = g = \text{const.} \tag{10}$$

Das läuft darauf hinaus, daß sie die Erde verlassen mit einer Anfangsbeschleunigung gleich 2 g, was ihnen die eigentümliche Erscheinung bietet, daß sie das Doppelte ihres normalen Gewichtes wiegen, sodann daß sie die Wirkung ihres Antriebes entsprechend abnehmen lassen derart, daß (10) genügt ist trotz der Verminderung des Schwerefeldes der Erde.

Unter diesen Bedingungen und vermöge (9) hat man

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \alpha^3 g \tag{11}$$

eine Beziehung, welche für ein Zeitintervall dt gilt, welches hinreichend klein ist, daß die Geschwindigkeit $\frac{dx}{dt}$ der Bewegung nur um einen unendlich kleinen Betrag variiert, das heißt daß ich in dem System ′ nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit $\frac{dx'}{dt'}$ genommen habe.

Dies ist immer möglich, da man dt so klein nehmen kann, als man will, indem man zur Grenze übergeht, sieht man, daß die Beziehung (11) wahr bleibt in jedem Augenblick, wenn das System ′ jetzt verbunden ist mit dem Raumschiff: Dies ist der letzte Fall, der von jetzt an allein betrachtet werden wird.

Indem man sich bezieht auf (4) und (4′) und da jetzt $\frac{dx'}{dt'} = 0$, sieht man, daß man hat

$$\frac{dt'}{dt} = \alpha \text{ und } \frac{dt}{dt'} = \frac{1}{\alpha}. \tag{12}$$

Indem man in Betracht zieht, daß jetzt α eine Funktion von t ist, kann man zeigen, daß man hat

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{\alpha}\frac{dx}{dt}\right) = \frac{1}{\alpha^3}\frac{d^2x}{dt^2} \tag{13}$$

Gültig in jedem Augenblick für ein beschleunigtes System.

Es folgt daraus für das betrachtete System eine ähnliche, in diesem System konstante Beschleunigung g

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{\alpha}\frac{dx}{dt}\right) = g, \quad \frac{dx}{dt} = g\alpha t + \text{const.} \tag{14}$$

Wenn ich als Anfangsbedingung $\frac{dx}{dt} = 0$ wähle, so ist für $t = 0$ die Integrationskonstante Null, also im Falle des mit dem Raumfahrer verbundenen Systems $\frac{dx}{dt} = v$ derart, daß man hat

$$v = g\alpha t. \tag{15}$$

Wenn man auf (8) zurückgeht, so folgt daraus

$$t = \frac{1}{g}\sqrt{\frac{1}{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}} \tag{16}$$

oder

$$v = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{g^2 t^2} + \frac{1}{c^2}}} = \frac{dx}{dt}. \tag{17}$$

Aus dieser letzten Gleichung folgt

$$dx = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{g^2 t^2} + \frac{1}{c^2}}}\, dt \tag{18}$$

was wir schreiben

$$dx = \frac{c}{g}\frac{g^2 t}{\sqrt{c^2 + g^2 t^2}}\, dt \tag{19}$$

und daraus mit der Anfangsbedingung $x = 0$ für $t = 0$

$$x = \frac{c}{g}\left(\sqrt{c^2 + g^2 t^2} - c\right). \tag{20}$$

Man sieht, daß x für ein sehr großes t den Wert ct annimmt. Aus (8), (12) und (17) ziehe ich jetzt die Folgerung

$$dt' = \frac{c}{\sqrt{c^2 + g^2 t^2}}\, dt \tag{21}$$

was ich in der Form schreibe

$$dt' = \frac{c}{g}\frac{d\,(gt)}{\sqrt{c^2 + g^2 t^2}} \tag{22}$$

woraus mit den Anfangsbedingungen $t' = 0$, für $t = 0$ folgt

$$t' = \frac{c}{g}\log\left(\frac{g}{c}\,t + \sqrt{1 + \frac{g^2}{c^2}\,t^2}\right). \tag{23}$$

Verifikation. — Das Abstandelement im Weltall soll gemessen in den beiden Systemen denselben Wert haben, das heißt in dem vorliegenden Falle

$$ds^2 = -\,dx^2 + c^2\,dt^2 \text{ soll gleich sein } ds'^2 = c^2\,dt'^2; \tag{24}$$

man soll also haben

$$c^2\,(dt^2 - dt'^2) = dx^2. \tag{25}$$

Nach (21) kommt dies gleich

$$c_2\,dt^2\left(1 - \frac{c^2}{c^2 + g^2 t^2}\right) = dx^2 \tag{26}$$

oder

$$dt\,\frac{cgt}{\sqrt{c^2 + g^2 t^2}} = dx \tag{27}$$

welches genau die Gleichung (19) ist.

Nehmen wir nun an, daß die Raumfahrer die Gesetze der Relativitätstheorie nicht kennen; da sie wissen, daß sie einer konstanten Beschleunigung g unterworfen sind, werden sie glauben, daß ihre Bewegung folgt dem Gesetz

$$v = gt', \quad x = \frac{1}{2}\,g t'^2 \tag{28}$$

Um die Entfernung X zu erreichen, werden sie also glauben eine Zeit

$$T = \sqrt{\frac{2X}{g}} \tag{29}$$

zu brauchen.

Wenn die Reise lang genug ist, werden sie meinen, in einer Zeit $t = c/g$ (in fast einem Jahre, nämlich in 354,2 Tagen mit $g = 981$ C. G. S.) die Lichtgeschwindigkeit erreicht und dann überschritten zu haben.

In Wirklichkeit zeigt uns Gleichung (20), daß sie in dem System des Beobachters eine Zeit

$$t = \sqrt{\frac{X^2}{c^2} + \frac{2X}{g}} \tag{30}$$

ausfüllen. Das heißt in ihrem eigenen System, nach (23)

$$t' = \frac{c}{g}\log\left[\frac{g}{c}\sqrt{\frac{X^2}{c^2} + \frac{2X}{g}} + \sqrt{1 + \frac{g^2}{c^2}\left(\frac{X^2}{c^2} + \frac{2X}{g}\right)}\right] \tag{31}$$

sei

$$t' = \frac{c}{g}\log\left[\sqrt{\frac{g^2X^2}{c^4} + \frac{2\,gX}{c^2}} + \left(\frac{gX}{c^2} + 1\right)\right] \tag{32}$$

der Art, daß das Verhältnis der Zeit, welche sie in ihrem System wirklich ausfüllen und der Zeit, welche sie festgestellt haben, sein wird

$$\frac{t'}{T} = \frac{\log\left[\sqrt{\frac{g^2X^2}{c^4} + 2\,\frac{gX}{c^2}} + \left(\frac{gX}{c^2} + 1\right)\right]}{\sqrt{2\,\frac{gX}{c^2}}}. \tag{33}$$

Wenn X sehr groß wird, so wird

$$\frac{t'}{T_{lim}} = \frac{\log\left(\frac{2\,gX}{c^2}\right)}{\sqrt{\frac{2\,gX}{c^2}}}, \text{ das heißt nahezu 0.} \tag{34}$$

Im umgekehrten Falle, wenn X sich dem Wert 0 nähert, wird

$$\frac{t'}{T_{init}} = \frac{\log\left[\sqrt{\frac{2\,gX}{c^2}} + 1\right]}{\sqrt{\frac{2\,gX}{c^2}}}, \text{ das heißt nahezu 1.} \tag{35}$$

(Fortsetzung folgt.)

Fahrtrouten.

Von Ing. Guido von Pirquet, Wien

(Fortsetzung.)

Nun zu den erforderlichen Geschwindigkeiten.

Aus Zeichnung und Rechnung ergeben sich die in Fig. **6a** und **6b** in der Form von Geschwindigkeits-Dreiecken dargestellten Werte.

Dabei finden wir, daß die erforderlichen Relativgeschw., oder präziser gesagt, Restgeschw. v_{r_1} für das Verlassen des Schwerefeldes der Erde den Betrag:

Restgeschw. $v_{r_1} = 4 \cdot 2$ km/Sek.

erhalten müssen, wobei deren Richtung gegen die Erdbahn den Winkel γ_1

$$\sphericalangle \gamma_1 = 140^0$$

einschließen muß. (Anm. [1].)

Für die Ankunft im Schwerbereich der Venus ergeben sich die entsprechenden Werte (siehe Fig. 6b) mit

$$v_{r_2} = 3 \cdot 6 \text{ km/Sek. und } \sphericalangle \gamma_2 = -120^0.$$

Später brauchen wir dann, wenn die Route für die Rückfahrt in einer symmetrischen Bahn angeordnet ist, wieder dieselben Werte der Restgeschw. v_{r_2} und v_{r_1} für die Abfahrt „ab Venus", und die Ankunft „an Erde".

Zur ersten Abfahrt „ab Erde" will ich nun drei Modalitäten in Betracht ziehen:

1. Start ab Erde,
2. Start ab Mond,
3. Start ab Hilfsmond (Außenstation).

1. Start ab Erde.

Wir brauchen nun eine Startgeschw. $v_\alpha^2 = 11 \cdot 18^2 + 4 \cdot 2^2$ $= 125 + 17 \cdot 6 = 142 \cdot 6$ und daher ein $v_\alpha \sim 12$ km/Sek. (genau $11 \cdot 94$ km/Sek.).

Für die Entwicklung der Hauptgeschw. in der Oberth'schen Synergiekurve in einer mittleren Höhe von ca. 1000 km etwa noch 200 bis 300 m/Sek. mehr, also

$$v_{i\alpha} \sim 12 \cdot 2 \text{ km/Sek.}$$

2. Start ab Mond

in der Richtung des vorwärtskreisenden Mondes. Dies ist so aufzufassen: Wir müssen das Schwerefeld mit einer Restgeschw. von $v_r = 4 \cdot 2$ verlassen, das ist, gegen den (vorwärtskreisenden) Mond von $v_r = 4 \cdot 2 - 1 \cdot 02 = 3 \cdot 2$ km/Sek.

Außerdem ist das Schwerefeld der Erde und das des Mondes zu überwinden; dies ergibt somit

$$v_\alpha^2 = v_r^2 + \frac{125,}{60 \cdot 3} + 5 \cdot 7 = 10 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 5 \cdot 7 = 18,$$

$$v_{\alpha_1} = \sqrt{18 \cdot 0} = 4 \cdot 24 \text{ km/Sek.}$$

nunmehr wieder ein Zuschlag für die Synergiekurve von ca. 150 m/Sek. ergibt

$$v_{im} = 4 \cdot 4 \text{ km/Sek.}$$

3. Start ab Außenstation.

Wenn wir nun für unsere Außenstation einen Abstand R vom Erdmittelpunkt von $R = 3\,R_0$ wählen, ergibt sich folgende Rechnung:

Im gewählten Abstand brauchen wir eine Tangentialgeschw., die sich aus folgender Formel ergibt: $En_t = En_0\,Q + v_r^2$, worin $Q = \frac{R_0}{R}$, also $= \frac{125}{3} + 4 \cdot 2^2 = 41 \cdot 7 + 17 \cdot 6 = 59 \cdot 3 = v_t^2$. Die Tangentialgeschw. wird also $v_t = \sqrt{59 \cdot 3} = 7 \cdot 7$ km/Sek. Die örtliche Geschw. für die Mondbahn v_m beträgt aber $v_m = 7 \cdot 9 \sqrt{Q} = 7 \cdot 9 \sqrt{1/3} = 4 \cdot 56$ km/Sek.

Anm. [1] Ich habe dabei folgende Winkelbezeichnungen benützt (siehe Fig. 6, 6a und 6b).

$\sphericalangle \alpha_1$ und α_2 sind die Winkel (gegen die Sonne) der Start- und Ankunftspunkte gegen die große Achse der gewählten elliptischen Raketenbahn (siehe auch Fig. 4 im Maiheft der „Rakete").

$\sphericalangle \beta_1$ und β_2 die Winkel der Raketenbahn in ihren Schnittpunkten mit der Erde- und Venusbahn (β_1 für den Start, β_2 für die Ankunft) und

$\sphericalangle \gamma_1$ und γ_2 die Winkel für die erforderlichen Restgeschw. v_{r_1} und v_{r_2} gegen die Planetenbewegungsrichtungen, und zwar wurde mit $+\gamma$ die Richtung nach innen (der Sonne zu) und $-\gamma$ die Richtung nach außen (von der Sonne abgewendet) gerechnet.

Wir haben also nichts anderes zu tun, als die vorhandene Umlaufsgeschw. $v_m = 4 \cdot 56$ km/Sek. in der gewählten Mondbahn für die Rakete auf die gewünschte Tangentialgeschw. $v_t = 7 \cdot 7$ km/Sek. zu steigern, um das Schwerefeld der Erde mit einer gewünschten Restgeschw. von $4 \cdot 2$ km/Sek. zu verlassen.

Somit brauchen wir eine Startgeschw.

$$v_\alpha = v_t - v_m = 7.7 - 4.56 = \mathbf{3.14} \text{ km/Sek.}$$

Bisher haben wir ermittelt für v_α

ab Erde	$R = 1\ \ R_0$	12.2 km/Sek.
ab Mond	$R = 60 \cdot 3\,R_0$	4.4 km/Sek.
ab Außenstation	$R = 3 \cdot\ R_0$	3.14 km/Sek.

3a. Ankunft auf der Venus.

Hier wollen wir einstweilen von einer Landung ganz absehen, und nur das Einlenken in eine Mondbahn in Betracht ziehen.

Für dieses Einlenken oder besser „Einlanden" in eine Mondbahn, etwa wieder im Abstand $R = 3\,R_0$ ergeben sich nun folgende Werte:

in allgemeiner Form $\quad v_t^2 = \frac{R_0}{R} En_0 + v_r^2$ . . . . (1)

$$v_m^2 = \frac{R_0}{2\,R} En_0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2) \text{ und}$$

$$v_\beta = v_t - v_m \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

in unserem speziellen Fall also (Anm. [1])

$$v_t^2 = \frac{107}{3} + 3 \cdot 6^2 = 35.6 + 13.0 = 48.6$$

$$v_t = \sqrt{48 \cdot 6} = \mathbf{6 \cdot 97}, \text{ ferner aus}$$

$$v_m = 7 \cdot 3 \sqrt{1/3} = 7 \cdot 3 \times 0.577 = 4.21$$

und somit eine erforderliche Geschwindigkeitsverminderung v_β, um in die gewünschte Mondbahn „einzulanden" von

$$v_\beta = v_t - v_m = 6.97 - 4.21 = 2.76 \text{ km/Sek.}$$

$$v_\beta = 6.97 - 4.21 = \mathbf{2.76 \text{ km/Sek.}}$$

In dieser **Mondbahn** um die Venus müssen wir nun, wie oben bereits begründet, **16** Monate verbleiben, um jene Konstellation zwischen Venus und Erde abzuwarten, welche eine Rückkehr in der Optimalroute O gestattet.

Für eine Rückkehr aus dieser Mondbahn um die Venus brauchen wir also wieder:

1. um in die Optimalroute O zu gelangen $v_\beta = 2.76$,
2. zur Landung nach der Fahrt auf der Optimalroute in der Dauer von 97 Tagen noch folgende Werte von v_{α_g}, also für Landung auf Außenstation, Mond und Erde 3.14, 4.4, 4 km/Sek. (Anm. [2]).

Für die ganze Fahrt hin und zurück ergeben sich somit folgende Werte für die Summen der ideellen Geschw. v_i.

Anm. [1] Die eingesetzten, für den Planeten Venus geltenden Werte $En_0 = 107$ u. $v_m = 7.3 \sqrt{Q}$ sind aus meiner Planetentabelle im Mai-Heft der „Rakete", Seite 74, bequem zu ersehen.

Anm. [2] Vorsichtshalber habe ich angenommen, nicht die ganze parabolische Geschw. bei der Ankunft auf Erde durch eine horizontale Bremsstrecke in der Atmosphäre zu bewältigen, sondern bloß 8 km/Sek., so daß 4 km/Sek. von den Düsen abgebremst werden müssen.

	ab Erde	ab Mond	ab Außenstation
v_{α_1}	12.2	4.4	3.14 km/Sek.
$2 v_\beta$	5.5	5.5	5.5 „
v_{α_2}	4.0	4.4	3.14 „
Summe	21.7	14.3	11.8 km/Sek.
+ 10 % Zuschlag v_i	23.9	15.7	13.0 „ (Anm.[1])
Exponent $\frac{v_i}{7}$	3.42	2.24	1.86 (Anm. [2])
Q netto	2700	175	73 Gewichtsquotient (Anm. [3])
+ 20 % = Q	**3200**	**210**	**90** (Anm. [4])

IV. Fahrt zum Mond.

Die Fahrt zum Mond läßt sich selbstredend auf mannigfaltige Arten durchführen.

Sie unterscheidet sich von den Fahrten zu den Planeten dadurch wesentlich, daß man jederzeit zum Mond fahren kann, während man für die Planetenreisen bestimmte Konstellationen derselben benützen muß, die nur einmal oder wenige Male im Jahr zutreffen.

Ich wähle als Beispiel eine Fahrt mit der parabolischen Geschw. ab Erde (Fahrzeit rund 50 Stunden) und einem Einlenken in eine Umkreisungsbahn (Mondbahn) im Abstand $R = 1.5\ R_0$, und erhalte somit für Start und Landung ab Erde resp. Außenstation folgende Werte:

Für die Umkreisungsbahn wird

$$v_t^2 = \frac{125}{60 \cdot 3} + \frac{5 \cdot 7}{1 \cdot 5} = 2 \cdot 07 + 3 \cdot 8 = 5 \cdot 9$$

$$v_t = \sqrt{5 \cdot 9} = 2 \cdot 43 \text{ km/Sek.}$$

$$v_m = \sqrt{\frac{5 \cdot 7}{3}} = 1 \cdot 38 \text{ km/Sek. und also}$$

$$v_\beta = 2 \cdot 43 - 1 \cdot 38 = 1 \cdot 05 \text{ km/Sek.}$$

In dieser Umkreisungsbahn können wir beliebig lang verbleiben (Stunden, Tage oder Wochen) um die gewünschten Beobachtungen zu machen (Anm. [5]).

Anm. [1] Zuschlag für notwendige Korrekturen der Fahrtrouten und als Reserve.

Anm. [2] Siehe meine Formel $Q = 10^{\frac{v_i}{v_d}}$ Seite 69 der „Rakete".

Anm. [3] Siehe „Rakete" Seite 68, $Q = \frac{\text{Anfangsgewicht}}{\text{Endgewicht}}$.

Anm. [4] 20 % Zuschlag für Proviant usw. Scheinbar verwunderlich ist der prozentuelle Zuschlag für Proviant und Sauerstoff; dabei spielt aber die Phase vor dem letzten „Brennen" die größte Rolle, so daß ein perzentueller Gewichtszuschlag näherungsweise richtig ist.

Anm. [5] Erst wenn dies geschehen ist, kann bei späteren Fahrten eine Landung versucht werden.

Für die Hin- und Rückfahrt brauchen wir also:

	ab Erde	ab Außenstation
v_α	11.3	2.1 km/Sek.
v_{β_1}	1.05	1.05 „
v_{β_2}	1.05	1.05 „
v_{α_2}	4.0	2.1 „ (Anm. [1])
	17.4	6.3 km/Sek.
+ 10 % = v_i	19.1	7.0 km/Sek.
$v_{i/7}$	2.73	1.0 Exponent
$10^{\frac{v_i}{7}} = Q$	**540**	**10** Gewichtsquotient

Schlußbemerkung: Eine Skizze der Mondreise folgt mit der letzten Fortsetzung, welche die Reisen zum Jupiter und Saturn, eventuell noch eine Rundreise, Mars, Venus samt Figuren, bringen wird.

Probekapitel aus: Hans Hardts Mondfahrt von Otto Willi Gail.

Im Krater. — Aufgeregt machte der Gelehrte einige Schritte auf das Farngebüsch zu.

„Halt! Bleib ganz ruhig stehen! Nicht rühren!" sagte Hardt hastig, der die Bewegung nun ebenfalls bemerkt hatte. „Sprechen können wir, soviel wir wollen. Der Draht ist für die Außenwelt stumm. Aber keine Bewegung!"

Wieder schwankten die Kräuter, und gleich darauf wand sich ein hellgrauer Streifen aus dem dunklen Hintergrund heraus und kam auf die Beobachter zu.

„Eine Schlange — —? Ein lebendes Wesen — —? Also ist der Mond doch nicht so ganz ausgestorben, wie man es immer behauptet."

Knapp vor den Männern blieb das unheimliche, schleimig bleiche Tier eine Weile regungslos liegen.

„Ein olmähnliches Amphibium!" flüsterte Alex. „Es ist fast farblos und hat keine Augen — wie die Grottenolme, die auf unserer Erde in der ewigen Nacht unterirdischer Höhlen der Dalmatinischen Berge leben. Aber so große Olme gibt es bei uns nicht. Das Tier ist ja fast zwei Meter lang."

Als Alex sich vorbeugte, um den eklen Riesenwurm, dessen kurze Flossenbeinchen geradezu lächerlich wirkten, näher zu betrachten, richtete er den Vorderteil seines Schlangenrumpfes steil auf, wiegte den Kopf hin und her und klappte dabei den großen Rachen sinnlos auf und zu.

„Das Biest muß einen telepathischen Gefühlsinn haben, der ihm die Augen ersetzt und ihm unsere Anwesenheit zum Bewußtsein bringt," sagte Hardt, und dabei faßte er unwillkürlich nach dem Eispickel.

Anm. [1] v_α für die Außenstation errechnet sich aus

$$v_\alpha = \sqrt{\frac{125}{3}} - \sqrt{\frac{125}{6}} = 6.45 - 4.46$$
$$= 2.00 \text{ km/Sek.}$$

Im selben Augenblick klatschte der Olm seine starke, mit einem Stachel bewehrte Schwanzspitze auf den Boden und schnellte sich so in die Höhe. Ein mächtiger unerwarteter Satz trug das Tier in weitem Bogen durch die Luft, und mit wellenförmigen Bewegungen des langen Schlangenkörpers schien der Wurm seinen Flug verlängern zu können. Verblüfft sahen die Forscher das sonderbare Lebewesen im Nebel verschwinden.

„Wir hätten den Kerl fangen sollen!“ sagte Alex enttäuscht. „Der hätte ein Prachtstück für ein zoologisches Museum abgegeben — Mondolm, entdeckt, gefangen und gestiftet von Doktor Alexander Hardt — großartig, nicht wahr?“

Der Ingenieur sah sich suchend um, „Wo steckt denn nur der Anderl?“ Seine Stimme klang besorgt. „Das Kabel muß abgerissen sein; sonst hätte er sich doch sicher einmal in unser Gespräch gemischt. Anderl!“ Keine Antwort kam.

„Ganz geheuer ist es in diesem Hexenkessel zwar nicht,“ meinte Onkel Alex, in der Absicht, beruhigend zu wirken; „aber ich glaube doch nicht, daß diese lieblichen Molche einem Menschen gefährlich werden können — zumal einem Mann, der so gebaut ist wie unser Anderl!“

„Da hast Du wohl recht, Onkel Alex! Aber unsere Wehrfähigkeit hat ihre Grenze in der Empfindlichkeit unserer Schutzkleidung. Wird der Gummianzug beschädigt oder gar zerrissen, dann kann auch unsere gigantische Erdenkraft die Gefahr des Erstickens nicht bannen — wenn nicht schon vorher durch die Druckverminderung die Adern platzen.

Ich fürchte, der Anderl verläßt sich zuviel auf seine Muskeln und vergißt dabei die gebotene Vorsicht!“

Leider hatten die Forscher kein Barometer mitgenommen, und so konnte der in der Schlucht herrschende Luftdruck nicht bestimmt werden. Jedenfalls aber war er lange nicht stark genug, als daß ein Mensch sich ohne künstliche Atmung hätte hier aufhalten können.

„Also machen wir uns auf die Suche!“ erklärte Alex, nicht ohne vorher ein Büschel Farne abgerissen zu haben. „Wir brauchen ja nur dem Kabel nachzugehen, dann müssen wir ihn finden.“

In weiten Krümmungen lag der Draht auf dem Boden und zeigte genau den Weg an, den der Anderl genommen hatte.

Hardt nahm den Draht auf und rollte ihn im Gehen ein.

„Man braucht gerade kein Winnetou zu sein, um dieser Fährte folgen zu können,“ bemerkte Alex geistreich, während er neben dem Neffen einhertappte.

Nach hundert Metern waren sie am Ende des Drahtes angelangt, und Hardt hielt den Messingstecker in der Hand.

„Leichtsinniger Bursche!“ murmelte er. „Er hat die Verbindung mit uns freiwillig gelöst.“

„Wahrscheinlich hat er irgend etwas Interessantes erspäht; der Draht reichte nicht bis hin, und da hat er sich eben für kurze Zeit frei gemacht von dem Gängelband.“

Da in dem Nebel kaum zehn Meter weit zu sehen und jeder Ruf ohnehin unmöglich war, blieb nichts anderes übrig, als das Gelände aufs Geratewohl zu durchstreifen.

Zunächst gingen die beiden Männer in der bisherigen Richtung weiter, stießen aber bald an die jäh aufsteigende Wand des Kessels.

Dann beschlossen sie, sich zu trennen, aber nur so weit, wie das sie verbindende Kabel reichte.

Hardt bog nach rechts ab und hielt sich in einer Entfernung von der Bergwand, die gerade noch zu überblicken war. Alex drang in der gleichen Weise nach links vor. Die geringe Schwere machte es leicht, im Wege liegende Blöcke und sonstige Hindernisse einfach zu überspringen.

Die beiden Männer sprachen dauernd in die Mikrophone, um stets Gewißheit zu haben, daß sie noch in Verbindung standen.

Mehrmals stürzte Hardt auf einen Eisblock los, den er im Nebel für den Vermißten hielt — und jedesmal sagte er dann enttäuscht: „Wieder nichts, Onkel Alex!“

Da hörte Hardt plötzlich ein Keuchen im Telephon, der andere schien rasch zu laufen.

„Was ist los?“ fragte er gespannt. Stoßweise kam die Antwort, entsetzt!

„Da ist er — ach! Scheußlich! Komm schnell! — Ich — — pfui Teufel, ist das ekelhaft! — Die Würmer sind ja toll geworden . . .“

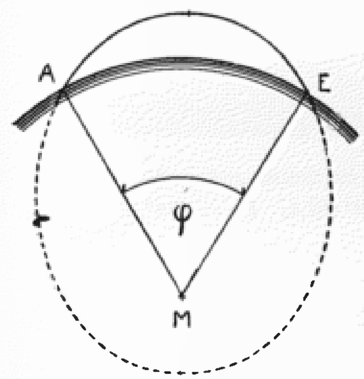
In großen Sprüngen jagte Hardt bereits am Draht entlang. Er nahm sich nicht die Zeit, ihn aufzurollen; und um nicht behindert zu sein, machte er sich selbst los.

Nach zwanzig Sekunden war er bei den Gefährten angelangt und starrte entsetzt auf das grauenhafte Bild.

Einführung in das Raumfahrtproblem.

(Fortsetzung.)

Die Flugbahn ist in Wirklichkeit der oberste Teil einer Keplerschen Ellipse mit dem Erdmittelpunkt als dem einen Brennpunkt. Der größte Teil dieser Ellipse liegt nur innerhalb der Erdkugel und kann deshalb nicht durchlaufen werden. Die Berechnung der Flugzeit kann nach den Ausführungen auf Seite 58—61 erfolgen. Durch zwei Punkte der Erdoberfläche lassen sich nun unendlich viele Ellipsen legen, bei denen der eine Brennpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. Besonders günstig wird vermutlich die kleinste dieser Ellipsen sein. Bezeichnet man mit φ den Winkel, den zwei vom Erdmittelpunkt nach zwei Punkten der Erdoberfläche gezogene Strahlen miteinander bilden, so wird eine günstige Flugellipse zwischen diesen beiden Punkten gegeben sein mit



$$a = \frac{R}{2}\left(1 + \sin\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$b = \sqrt{\frac{R}{2}\left(2a - R\cos^2\frac{\varphi}{2}\right)}$$

wo R den Erdradius, a die halbe große Achse, b die halbe kleine Achse der Ellipse bedeutet. Den Nachweis können wir uns sparen, da es bei einer Einführung nicht auf die Auffindung der Optima ankommt. Wir wollen im folgenden nur eine Ellipse der angegebenen Art zugrunde legen.

Die numerische Exzentrizität ist dann gegeben durch

$$c = \sqrt{a^2 - b^2},$$

die Exzentrizität in dem üblichen Maß durch

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}.$$

Die Umlaufszeit ist nach S. 58 gegeben durch

$$U = \frac{2\pi}{\sqrt{G}} \sqrt{\frac{a^3}{M}}.$$

Die wahre Anomalie ist in dem vorliegenden Falle für die beiden Punkte der Erdoberfläche

$$v_1 = 180 - \frac{\varphi}{2}$$

$$v_2 = 180 + \frac{\varphi}{2}.$$

Daraus läßt sich die exzentrische Anomalie E berechnen (vergleiche S. 61)

$$\operatorname{tg} \frac{E}{2} = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \operatorname{tg} \frac{v}{2}.$$

Die Fahrzeit ergibt sich schließlich zu

$$t = t_2 - t_1 = \left[(E_2 - e \sin E_2) - E_1 - e \sin E_1) \right] \frac{U}{2\pi}$$

Führen wir die Rechnung für einen Flug von Europa nach Amerika durch mit $\varphi = 60°$, so wählen wir

$$a = \frac{6370 \cdot 10^5}{2} (1 + 0{,}5) = 4780 \cdot 10^5 \text{ cm}$$

$$b = \sqrt{\frac{6370 \cdot 10^5}{2} (2 \cdot 4780 \cdot 10^5 - 6370 \cdot 10^5 \cdot 0{,}75)} = 3900 \cdot 10^5 \text{ cm}$$

Die Exzentrizität ergibt sich damit zu

$$e = \sqrt{1 - \frac{3900^2 \cdot 10^{10}}{4780^2 \cdot 10^{10}}} = \sqrt{1 - 0{,}666} = 0{,}577$$

Die Umlaufszeit in dieser Ellipse berechnet sich zu

$$U = \frac{2\pi}{\sqrt{6{,}68 \cdot 10^{-8}}} \sqrt{\frac{4780^3 \cdot 10^{15}}{6 \cdot 10^{27}}} = 3{,}3 \cdot 10^3 \text{ Sek.} = 0{,}91 \text{ Stunden.}$$

Die exzentrische Anomalie findet man aus

$$\operatorname{tg} \frac{E_1}{2} = \sqrt{\frac{1 - 0.577}{1 + 0{,}577}} \operatorname{tg} \frac{v_1}{2} = 0{,}518 \operatorname{tg} \frac{v_1}{2} = 0{,}518 \cdot \operatorname{tg} 75^0 = 1{,}93$$

$$\frac{E_1}{2} = 62^0{,}6 \qquad E_1 = 125^0{,}2$$

und entsprechend

$$\operatorname{tg} \frac{E_2}{2} = 0{,}518 \operatorname{tg} 105^0 = -1{,}93; \quad \frac{E_2}{2} = 117{,}4; \quad E_2 = 234^0{,}8.$$

Im Bogenmaß wird $E_1 = 2{,}18 \quad E_2 = 4{,}1$.

Die Flugzeit ergibt sich damit zu

$$t = \left[(4{,}1 + 0{,}577 \cdot 0{,}817) - (2{,}18 - 0{,}577 \cdot 0{,}817) \right] \frac{3{,}3 \cdot 10^3}{6{,}28} = 1{,}5 \cdot 10^3 \text{ Sek.} = 25 \text{ Min.}$$

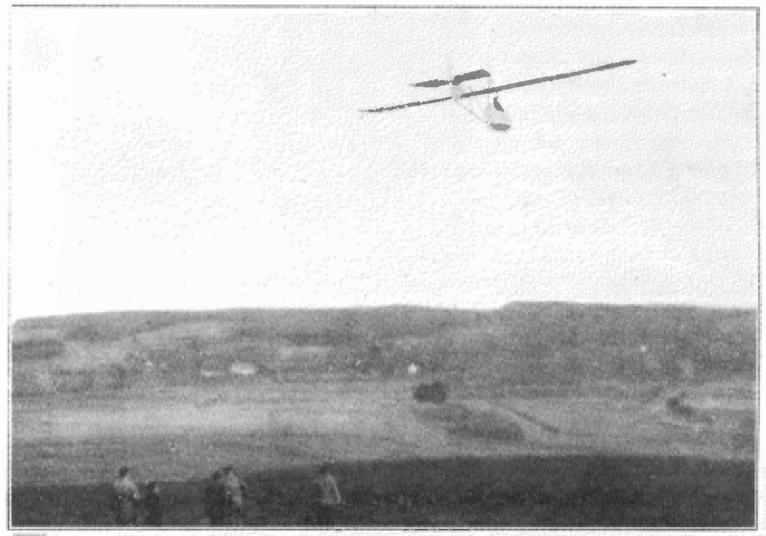
Damit wollen wir die astronomische Seite des Problems verlassen, es sind nur die einfachsten Fälle behandelt worden, um den Leser, der mit den Grundlagen bekannt werden will, nicht zu verwirren. Bei der Berechnung einer zweckmäßigen Fahrtroute wird man noch andere Einflüsse wie die Erddrehung, die Störungen benachbarter Himmelskörper u. a. berücksichtigen müssen. Die genaue Berechnung stellt eines der schwierigsten Kapitel der Astronomie dar. In strenger Form ist das Dreikörperproblem heute ja bekanntlich noch nicht lösbar. Da wir jedoch in der Lage sind, die Bahn nachträglich zu korrigieren, so genügt es, die Bahnen näherungsweise zu berechnen.

(Fortsetzung folgt.)

Aus dem Jahresbericht des Breslauer Modell- und Segelflugvereins „Schlesischer Adler".

Im Herbst dieses Jahres ist ein Schaufliegen mit Wettbewerb mit der akademischen Fliegerschaft Marcho-Silesia bei Heidewilxen beabsichtigt, verbunden mit Modell-Wettbewerb für Motor-, Segel- und Raketenmodelle.

B. Studien- und Experimentiermodelle. Der Bau von Studien- und Experimentiermodellen hat gute Fortschritte gemacht. Abgesehen von Modellversuchen zum Studium des Vogelfluges, Entenmodellen mit vornliegendem Höhensteuer und schwanzlosen Modellen beschäftigten sich einzelne Mitglieder auch mit dem Bau von Flugzeugmodellen mit Raketenantrieb. Über letztere Versuche des Vereins brachte die Zeitschrift für Raumschiffahrt „Die Rakete" einige Abhandlungen und Berichte. Die Raketen für diese Versuche stellte der „Verein für Raumschiffahrt (ein Mitglied dieses Vereins, die Red.) zur Verfügung.



Beim Segelflug des Breslauer Modell- und Segelflugvereins „Schlesischer Adler" in Heidewilxen bei Obernigk.

Willy Ley.

Gebürtig aus Berlin, besuchte die Fichte-Realschule Nr. V zu Berlin bis zur Abschlußprüfung, war durch die Zeitverhältnisse verhindert, reguläres Studium durchzuführen. Neben praktischer Tätigkeit in den Jahren 1923 bis 1927 privates Studium: Biologie, Paläontologie und Astronomie. Seit 1927 freier Schriftsteller in Berlin, Mitarbeiter verschiedener Zeitungen und Zeitschriften. Die Raumschiffahrt betreffende Publikationen: „Die Fahrt ins Weltall" (1926) und das Sammelwerk „Die Möglichkeit der Weltraumfahrt" (1928).

Bücherbesprechungen.

„Der Flugzeugbau Schütte-Lanz", von Wilhelm Hillmann nebst einem Beitrag zur Frage des transozeanischen Luftverkehrs. Mit 74 Abbildungen und 2 Tafeln. Berlin 1928. Deutsche Verlagswerke, Strauß, Vetter & Co. Preis in Leinen gebunden 7,25 RM., broschiert 5,50 RM.

Der Verfasser behandelt in der vorliegenden Schrift den Flugzeugbau Schütte-Lanz, über den bisher verhältnismäßig wenig in die Öffentlichkeit gedrungen ist. Im ersten Teil sind ausführliche Angaben über die Anfänge und die Entwicklung der Schütte-Lanz-Flugzeuge gemacht und auch die zahlreichen Erfahrungen aus der Kriegszeit zu Papier gebracht. Im zweiten Teil bringt der Verfasser einen Beitrag zur Frage des Transozean-Luftverkehrs, in welchem zunächst allgemeine Erfordernisse erörtert und im weiteren ein seit längerer Zeit von ihm bearbeiteter Entwurf eines für wirklichen transozeanischen Luftverkehr bestimmten Flugschiffes gezeigt wird. Der transozeanische Luftverkehr wird noch auf lange Zeit hinaus zu den aktuellsten technischen Problemen gehören, und es dürfte aus diesem Grunde die vorliegende Schrift für jeden, der am tranzozeanischen Luftverkehr irgendwie interessiert ist, von größter Bedeutung sein.

A. M. Salzmann: **Lernt fliegen!** (Wie werde ich Flieger?) 80 Seiten, Ladenpreis 1,50 RM. Verlag Martin Salzmann, Verlagsbuchhandlung, Dessau.

Das Büchlein gibt erschöpfende Auskunft über die Ausbildung zum Flieger ihre Erfordernisse, ihre Dauer, die Kosten usw. Eine sorgfältige Literaturzusammenstellung über das Gebiet des Flugwesens ergänzt das reichhaltige Material. Wer sich mit der Absicht trägt, Sport-, Reklame- oder Berufsflieger zu werden, findet hier die erforderlichen Hinweise.

Fritz Hohm: **Anleitung zum Bau freifliegender Flugzeugmodelle.** Mit zahlreichen Abbildungen und Tafeln. Preis 1,40 RM. Verlag J. F. Schreiber, Eßlingen.

Das Heft gibt eine gute klare Anleitung zum Bau einfachster Flugmodelle. Das wichtige Gebiet der Tragflächenprofile ist jedoch nur kurz gestreift, auch vermißt man eine kurze Darstellung der Flugprinzipien.

Hans Hardts Mondfahrt. Eine abenteuerlich-wissenschaftliche Jugenderzählung. Von Otto Willi Gail. 200 Seiten. Mit 8 Tonbildern von Richard von Grünberg. In Leinen 5,50 RM. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.

Otto Willi Gail kämpft seit Jahr und Tag mit der Feder für die kühnen Gedanken deutscher Forscher, die den Traum vom Eindringen des Menschen in den Weltenraum in schrittweiser Arbeit der Verwirklichung näherführen wollen. Gail hat ihre Gedanken volkstümlich gemacht als glänzender Erzähler, der dazu die wissenschaftlichen Grundlagen des Problems kennt und auch in seinen kühnsten Phantasien innerhalb der Ergebnisse der modernen Naturwissenschaft und der technischen Zukunftsmöglichkeiten bleibt. Nachdem durch die Fahrten des Opel-Raketenwagens, deren erster Gail als der einzige deutsche Pressevertreter beiwohnte, der Beweis für die praktische Möglichkeit der Raketenfahrt erbracht war, hat Gail den Schuß ins All auch für unsere Jungen in spannender Erzählung beschrieben. Er läßt seine Leser alle die Herrlichkeiten erleben, die unerhörten Wunder und berauschenden Hochgefühle, aber auch die furchtbaren Schrecken der ersten Fahrt zum Mond. Nach einem Versuchssprung über den Atlantik entringt sich die erste Rakete dem Bannkreis der Erde. Hitze und Kälte, Andruck und Schwerelosigkeit bedrängen die Insassen. Nahe dem Mondrand lauert das Unheil. Riesenhafte Mondberge recken sich auf, und mit letzter Kraft entgeht das Raumschiff dem Schicksal, an den Eisbergen zerschmettert zu werden. Alle deutschen Jungen werden das gut geschriebene und gut illustrierte Buch mit größter Spannung und Begeisterung lesen und dabei Einblick in die Voraussetzungen und Schwierigkeiten einer jetzt vielbesprochenen, großen technischen Zukunftsaufgabe gewinnen.

Quittungen.

Den Mindestbeitrag übersteigende Beträge gingen ein von Weber-Leipzig 10 RM.; Fettback-Hannover 5 RM.; Rombauer-Lage 5 RM.; von der Heide-Hamburg 5 RM.; Stephan-Chemnitz 5 RM.; Kroon-Zürich 4 RM.; Kofler-Wien 5 RM.; von Kayser-Berlin 5 RM.; Haertel-Breslau 5 RM.; Ley-Berlin 5 RM.; von Hoefft-Wien 5 RM.; Schweiger-Berlin 5 RM.; Heinze-Freiburg 5 RM.; Köppel-Marktredwitz 5 RM.; Wehner-Düsseldorf 20 RM.; Düsseldorfer Rückversicherung A.-G. 10 RM.; Kritz-Koblenz 5 RM.; Ras-Madrid 5 RM.; Mimler-Karlsbad 5 RM.; Gerhard-Wolfenbüttel 6 RM.; Pick-Prag 3,68 RM.

Ferner besondere Zuwendungen: Hildenbrand-Frankfurt a. M. 3 RM.; von Kayser-Berlin 15 RM.

Der Verein dankt allen, die das große Kulturwerk der Raumschiffahrt auf diese Weise fördern. Die Geldmittel, die uns seit dem Bestehen des Vereins zugeflossen sind, haben dazu beigetragen, den Stein ins Rollen zu bringen. Jetzt ist es an der Zeit, auch besondere Opfer zu bringen, sie werden ihre Wirkung nicht verfehlen. Alle den Mindestbeitrag übersteigenden Beträge werden für praktische Arbeiten verwendet.

Beitritt zum Verein.

Wer das große Werk der Raumschiffahrt unterstützen will, trete dem Verein für Raumschiffahrt E. V. bei. Dem Vorstand gehören die bekanntesten Persönlichkeiten auf dem Gebiet der Raumschiffahrt (Professor Oberth-Mediasch, Max Valier-München, Dr.-Ing. Hohmann-Essen, Dr. Hoefft-Wien, Ing. Sander-Wesermünde u. a.) an. Die Mitglieder erhalten kostenlos die am 15. jeden Monats erscheinende Vereinszeitschrift „Die Rakete". Der Regelbeitrag ist z. Zt. 5 RM., der Mindestbeitrag 3 RM. jährlich. Höhere Beiträge und besondere Zuwendungen sind sehr erwünscht. Beitrittserklärungen können auf dem Abschnitt der Geldsendung erfolgen. (Postscheckkonto des Vereins: Breslau Nr. 1707 Verein für Raumschiffahrt E. V. Breslau.)

Herausgeber: Johannes Winkler, Breslau 13, Hohenzollernstraße Nr. 63/65. Postscheckkonto: Breslau 26550. (Postscheckkonto des Vereins: Breslau 1707 Verein für Raumschiffahrt E. V. Breslau.) Druck: Otto Gutsmann, Breslau 1, Schuhbrücke 32. Bezugspreis: Vierteljährlich 90 Pfg. und Postgebühr. (Die Mitglieder des Vereins erhalten die Zeitschrift kostenlos.) Inserate: 1/1 Seite 90 RM., 1/2 Seite 50 RM., 1/4 Seite 30 RM., 1/8 Seite 15 RM.; bei Wiederholung Rabatt.