

# Die ersten Mondraketen und der erste künstliche Planetoid

Autor(en): **Bachmann, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(1959)**

Heft 63

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900321>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# DIE ERSTEN MONDRAKETEN UND DER ERSTE KÜNSTLICHE PLANETOID

Von H. BACHMANN, Zürich

## 1. EINLEITUNG

Die Lancierung des *ersten Sputniks* am 4. Oktober 1957 bildete den Beginn des «Raumzeitalters». Die wichtigsten durch die Erdsatelliten ermöglichten Entdeckungen sind:

1) Die Dichte der hohen Atmosphäre ist grösser als früher angenommen (was sich in einer rascheren als erwarteten Abnahme der Umlaufzeiten der Satelliten auswirkte).

2) Die Ionisation der hohen Atmosphäre ist unerwartet hoch (wodurch die Hörweite der Satellitensender beträchtlich grösser ist als vorerst angenommen wurde).

3) Die Abplattung der Erde ist etwas kleiner als der angenommene Wert  $\frac{1}{297}$ , nämlich etwa  $\frac{1}{298}$  (was eine langsamere als erwartete Knotenwanderung der Satelliten bewirkte).

4) Die Entdeckung des Gürtels starker kosmischer Strahlung um die Erde durch den Explorer I.

Mit den Abschüssen der *ersten Mondraketen* erlebten wir einen zweiten Schritt dieser technischen Entwicklung, die in unerwartet naher Zukunft zur Verwirklichung der alten Utopie der Raumschiffahrt zu führen scheint.

## 2. DIE KOSMISCHEN GESCHWINDIGKEITEN

Eine wichtige Rolle bei den Abschüssen von Raumraketen spielen die sogenannten kosmischen Geschwindigkeiten: die erste kosmische Geschwindigkeit  $v_1 = 7.91$ , die zweite  $v_2 = 11.18$  und die dritte  $v_3 = 16.65$  km/sec. Die Bedeutung dieser Geschwindigkeiten ist die folgende: Es sei  $v$  die bei Brennschluss und Aussetzen der Steuerungsmechanismen erreichte Geschwindigkeit einer Rakete (also ihre maximale Geschwindigkeit, denn sie nimmt nachher wegen der Ueberwindung der Erdanziehung wieder ab); und es werde angenommen, diese sei zur Erdoberfläche tangential gerichtet.

1) Ist  $v = v_1$ , so beginnt die Rakete eine *Kreisbahn* um die Erde auszuführen; ist  $v = v_2$ , so verschwindet die Rakete auf Nimmerwiedersehen auf einer *Parabelbahn*. Die Geschwindigkeit  $v_1$  wird deshalb auch Kreisgeschwindigkeit und  $v_2$  die parabolische Geschwindigkeit oder Entfliehggeschwindigkeit genannt.

2) Ist  $v$  kleiner als  $v_1$ , so haben wir den Fall der *Interkontinentalrakete*; sie beschreibt einen Ellipsenbogen, fällt aber vor Vollendung eines Umlaufs auf die Erde zurück.

3) Ist  $v$  grösser als  $v_1$ , aber kleiner als  $v_2$ , so wird die Rakete zum *Erdsatelliten*; sie tritt eine Ellipsenbahn um die Erde an, die umso langgestreckter ist, je grösser  $v$  ist. Für die Erdsatelliten war die Erreichung von  $v_1$  nötig. Um den *Mond* zu erreichen, braucht man  $v_2$  nicht ganz zu erreichen, dafür genügt ja eine sehr langgestreckte Ellipsenbahn<sup>1</sup>.

4) Ist  $v$  grösser als  $v_2$ , so fliegt die Rakete zunächst auf einer Hyperbelbahn davon. Ist  $v$  gleich  $v_2$ , oder liegt  $v$  zwischen  $v_2$  und  $v_3$ , so wird die vorerst bezüglich der Erde parabel- bzw. hyperbelförmige Bahn der Rakete zu einer Ellipsenbahn um die Sonne; sie wird also zum *künstlichen Planetoiden*. Der Schritt von der Mondrakete zum künstlichen Planetoiden ist somit nur sehr klein. Ist  $v$  gleich  $v_3$  oder grösser als  $v_3$ , so entflieht die Rakete (bei günstiger Abschussrichtung) auch unserem Sonnensystem.

Ueber die *Berechnung der kosmischen Geschwindigkeiten* mögen folgende Bemerkungen angefügt werden:

Nach der Theorie der Planetenbewegung ist  $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ , wobei  $G$

die Gravitationskonstante,  $M$  die Erdmasse und  $R$  den Aequatorradius der Erde bedeutet. Ferner ist  $v_2 = \sqrt{2} \cdot v_1$ . Bei der Berechnung von  $v_3$  ist zu beachten, dass die Kreisbahngeschwindigkeit der Erde um die Sonne  $w = \sqrt{\frac{GM_1}{R_1}} = 29.80$  km/sec ( $M_1$  = Sonnenmasse,  $R_1$  = halbe grosse Achse der Erdbahn), die parabolische Geschwindigkeit eines

<sup>1</sup>) Die grösste Entfernung, welche die Rakete dabei erreicht, ist nämlich  $\frac{v^2}{v_2^2 - v^2}$  Erdradien (also kann der Mond in Erdnähe bereits mit  $v = 11.08$  km/sec erreicht werden ohne Ausnützung der Erdrotation). Die minimale Brennschlussgeschwindigkeit, mit der der Mond erreicht werden kann, ist aber noch etwas kleiner, wenn man auch solche Bahnen zulässt, bei denen die Apogäumsdistanzen langsam wachsen infolge Aufsummierung der Mondstörungen, wobei also der Mond erst nach vielen Umläufen erreicht wird.

von der Sonne angezogenen Körpers in Erdentfernung also  $\sqrt{2} \cdot w$  beträgt. Die Rakete muss also, um der Anziehung der Sonne entfliehen zu können, nach Ueberwindung der Erdanziehung auf einer Hyperbelbahn (und nicht schon bei Brennschluss) eine schliesslich erreichte Restgeschwindigkeit  $v_\infty = (\sqrt{2} - 1)w$  bezüglich der Erde aufweisen, und zwar in Richtung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn. Die Brennschlussgeschwindigkeit berechnet sich daraus zu  $v_3 = \sqrt{v_\infty^2 + v_2^2}$ .

Es ist zu bemerken, dass die oben angegebenen Zahlenwerte von  $v_1$ ,  $v_2$  und  $v_3$  auf der Erdoberfläche gelten. Sie sind effektiv *etwas kleiner* (aber nur um Bruchteile von km/sec), wenn die Erdrotation ausgenutzt wird (maximal 0.46 km/sec), und weil der Brennschluss in einer gewissen Höhe über der Erdoberfläche erfolgt (bei Brennschlusshöhe von 200 km sind  $v_1$  und  $v_2$  um je 1.6 Prozent kleiner);  $v_3$  kann zudem noch etwas kleiner angesetzt werden, wenn der Abschuss zur Zeit des Periheldurchganges der Erde ausgeführt wird.

### 3. DIE BAHNEN DER MONDRAKETEN

Nach Brennschluss und Aussetzen der Steuerungsmechanismen unterliegt eine Weltraumrakete zunächst nur noch der Anziehungskraft der Erde und des Mondes (die Anziehung der Sonne kann zunächst vernachlässigt werden). Die Aufgabe, die *Bahn einer Mondrakete* aus der Grösse und Richtung von  $v$  zu berechnen, ist das «eingeschränkte Dreikörperproblem» der Himmelsmechanik. Sie ist mittels elektronischer Rechenmaschinen durch numerische Integration lösbar, nicht aber in geschlossener analytischer Form. Deshalb hat man auch keine Uebersicht über die Gesamtheit aller möglichen Bahnen. Man hat aber schon sehr viele Spezialfälle berechnet. Es gibt folgende Möglichkeiten für eine Mondrakete:

- 1) Die Rakete kann auf einer langgestreckten Ellipse in die Nähe des Mondes und wieder zurück gebracht werden (Zuflugsbahnen).
- 2) Sie kann auf einer Ellipsen- oder Achterbahn hinter dem Mond herumgeführt und wieder zurückgebracht werden (Umrundungsbahnen).
- 3) Sie kann den Mond direkt treffen (Auftreffbahnen).
- 4) Sie kann hart am Mond vorbeifliegen.

Schon eine kleine Abweichung in  $v$  bringt aber die Rakete in eine ganz andere als die erwartete Bahn (und umgekehrt bewirkt eine kleine Abweichung in der Aufstiegsbahn einen Fehler in  $v$ ); es ist also ungeheuer schwierig, den Mond zu treffen. Hingegen ist es ohne weiteren

Antrieb durch eine Bremsrakete, die durch Fernzündung erst in der Nähe des Mondes abgefeuert wird, nicht möglich, dass die Rakete vom Mond eingefangen wird, d.h. dass sie zum *Mondsatelliten* wird; die Rakete trifft entweder auf den Mond auf, oder sie beschreibt bezüglich des Mondes eine Hyperbel, wobei sie also nur abgelenkt wird. Wir haben also

5) den Fall des Mondsatelliten, der nur durch zusätzlichen Antrieb realisierbar ist.

Bei den Versuchen der Amerikaner mit Mondraketen seit 17. August 1958 auf Cape Canaveral werden die *günstigsten Abschusszeiten* nach folgenden Gesichtspunkten bestimmt :

1) Die Raketen werden senkrecht nach oben geschossen, um den Luftwiderstand rasch zu überwinden.

2) Dann werden sie in eine Horizontalebene abgelenkt, um die Wirkung der Erdanziehung auf die letzte Stufe möglichst klein zu halten.

3) In dieser Horizontalebene wird die Rakete nach Osten geschossen, um die Erdrotation auszunützen.

4) Deshalb wird die Bahnebene der Raketen aufgespannt einerseits vom Erdradius von Cape Canaveral und andererseits von der Tangente an den Breitenkreis an diesem Ort. Der Schnitt dieser Bahnebene mit der Mondbahnebene muss in der richtigen Nähe des Mondes sein (Berücksichtigung der Mondbewegung während des Fluges). Für den Abschuss gibt es also pro Tag nur eine bestimmte günstige Zeit.

5) Zudem gibt es pro Monat nur etwa drei aufeinanderfolgende günstige Tage, und zwar die Tage um die Zeit, wenn der Mond von Norden nach Süden den Himmelsäquator passiert, also seine Deklination Null ist. Dann ist nämlich der Winkel zwischen Bahnebene der Rakete und Mondbahnebene minimal, also die Treffchance am grössten. Für 1959 ist diese Bedingung zu den folgenden Zeiten erfüllt :

Januar 1	März 24	Juni 14	September 4	November 25
Januar 28	April 20	Juli 11	Oktober 1	Dezember 23
Februar 24	Mai 18	August 8	Oktober 29	

6) Soll die Mondrakete zum Sonnensatelliten (Planetoiden) werden, so ist die Zeit des letzten Viertels für den Abschuss besonders günstig, da dann der Mond in Richtung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn liegt.

Vor dem Abschuss werden jeweils alle Teile der letzten Stufe der Rakete sorgfältig keimfrei gemacht, damit bei einem allfälligen Auftreffen auf den Mond keine *Lebenskeime* auf ihn gelangen. Dies würde nämlich die Beantwortung der wichtigen Frage verunmöglichen, ob im Mondstaub ursprünglich Lebenskeime vorhanden waren oder nicht.

#### 4. DIE BISHERIGEN AMERIKANISCHEN VERSUCHE MIT MOND- RAKETEN

Die Versuche der amerikanischen Luftwaffe waren die folgenden :

1) «*Mona*». Der erste Abschuss («*Mona*») fand am 17. August 1958 statt und endete 1.3 Minuten nach dem Start mit einer Explosion der Rakete. Der zweite Versuch am 14. September 1958 wurde schon vor dem Start aufgegeben.

2) «*Pionier I*». Der nächste Versuch schien zu gelingen. Der Abschuss der vierstufigen, total 52 Tonnen schweren Rakete erfolgte am 11. Oktober 1958 um 08.42 Uhr (alle Zeitangaben in Weltzeit). Die vierte Stufe («*Pionier I*» genannt) wog 38 kg und enthielt 13 kg Instrumente zur Messung der Innentemperatur, des Aufpralls von Mikrometeoriten und des Magnetfeldes, sowie Radiosender; vor allem aber sollte zudem der kosmische Strahlengürtel genauer untersucht werden, und die Übertragung von Aufnahmen von der unbekanntem Rückseite des Mondes nach der Erde war vorgesehen. Der *Pionier I* sollte nämlich in der Nähe des Mondes durch Fernzündung einer Bremsrakete zu einem Mondsatelliten gemacht werden. Wegen eines kleinen Richtungsfehlers wurde die vorgesehene Brennschlussgeschwindigkeit von 10.7 km/sec nicht ganz erreicht, sondern nur etwa 10.4 km/sec. Deshalb kehrte der *Pionier I* nach Erreichung einer Entfernung von 115 000 km vom Erdzentrum (am 12. Oktober morgens) wieder um und verglühte am 13. Oktober um 04 Uhr nach einer Flugdauer von 43 Stunden über dem Südpazifik. Auch die Fernzündung der Bremsrakete versagte, weil die Temperatur anscheinend viel niedriger war, als erwartet wurde.

Trotzdem das erstrebte Ziel nicht erreicht worden war, bedeutet der Abschuss doch einen gewaltigen Fortschritt. Nachdem der höchste Satellit 4000 km Höhe und die höchste Rakete bisher 6500 km Höhe erreicht hatte, wurde nun ein vom Menschen geschaffenes Objekt mit einem Schlag *auf einen Drittel der Mondentfernung* hinausgejagt. Die dabei gemachten Messungen dürften von eminenter Bedeutung sein. Es wurde festgestellt, dass die Intensität der kosmischen Strahlung in 9000 km Höhe auf 4 Röntgen pro Stunde ansteigt, um in grösseren Höhen wieder stark abzufallen.

3) «*Pionier II*». Eine weiterer Versuch («*Pionier II*») wurde am 8. November 1958 um 07.30 Uhr gemacht, der aber misslang, weil die dritte Stufe versagte. Nach Erreichung einer Höhe von 1600 km kam die Rakete zurück und verglühte nach 45 Minuten Flugdauer über Zentralafrika.

Der nächste Versuch wurde von der amerikanischen Armee ausgeführt.

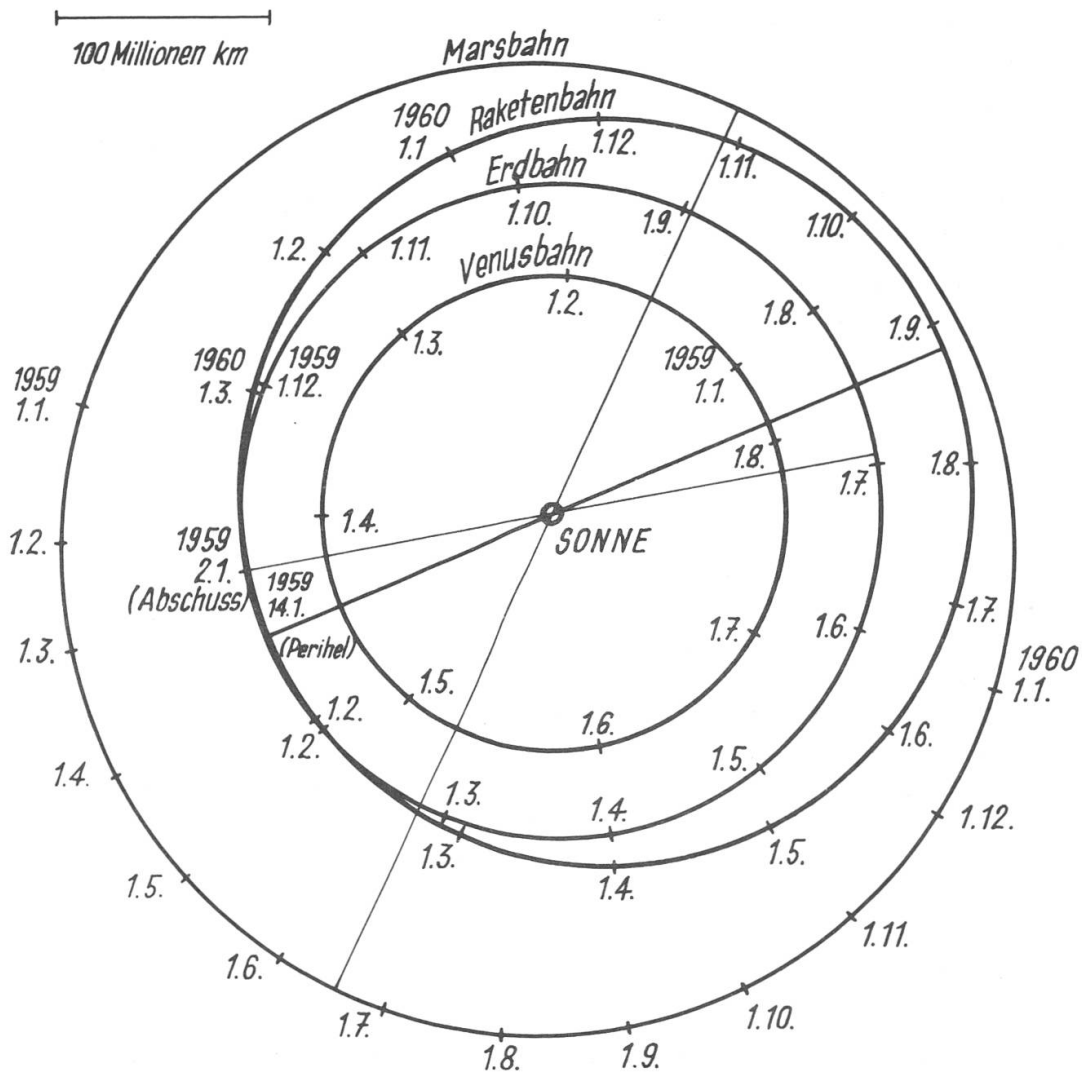
4) Der «*Pionier III*» wurde am 6. Dezember 1958 um 05.45 Uhr abgeschossen. Die vierstufige Rakete wog 60 t, die vierte Stufe («*Pionier III*») allein 26 kg. Davon waren nur 6 kg Instrumente, denn man konzentrierte das Interesse dieses Mal auf den kosmischen Strahlengürtel. Da wegen eines kleinen Richtungsfehlers die vorgesehene Geschwindigkeit von 11.1 km/sec nicht erreicht wurde, sondern nur 10.7 km/sec, kehrte der *Pionier III* in einer Entfernung von 109 000 km vom Erdzentrum wieder um und löste sich am 7. Dezember um 19.43 Uhr über Westafrika nach einem 38-stündigen Flug auf.

Mittels des *Pionier III* wurde die Entdeckung gemacht, dass der kosmische Strahlengürtel in mindestens zwei Gürtel aufgespalten ist, in einen ersten in 2000 bis 5000 km Höhe und einen zweiten in 12000 bis 20000 km Höhe.

#### 5. DIE RUSSISCHE MONDRAKETE WURDE ZUM ERSTEN KÜNSTLICHEN PLANETOIDEN !

Der tolle Coup gelang wiederum zuerst den Russen (obwohl auch sie den Mond verfehlten). Ihre mehrstufige (angeblich zweistufige) Rakete von Hunderten von Tonnen Gewicht wurde am 2. Januar 1959 um 17 Uhr abgefeuert. Die letzte Raketenstufe wiegt 1472 kg, wovon allein 361 kg auf Instrumente und Radiosender fallen. Da die zweite kosmische Geschwindigkeit erreicht wurde, schoss die Rakete auf einer phantastischen Bahn in den Weltraum hinaus. Es gelangen angeblich sehr wertvolle Messungen der kosmischen Strahlung, des Magnetfeldes des Mondes, der Radioaktivität des Mondes, über die interplanetaren Gase, die Solarkorpuskeln und die Mikrometeoriten. Am 3. Januar um 00.57 Uhr wurde aus der Rakete eine Natriumwolke ausgestossen, die sie vorübergehend in einen künstlichen Kometen verwandelte. Am 4. Januar um 02.59 Uhr erreichte die Rakete nach 34-stündigem Flug die grösste Nähe des Mondes (370 000 km vom Erdzentrum), flog aber in 7000 km Entfernung am Mond vorbei, wobei sie nur wenig abgelenkt wurde (sie hatte im Gegensatz zu den amerikanischen Mondraketen eine etwas zu grosse Geschwindigkeit erreicht). Am 5. Januar um 07 Uhr verstummten die Radiosender, als die Rakete eine Entfernung von 597 000 km von der Erde erreicht hatte.

Die Rakete wurde zum *künstlichen Planetoiden* (oder *Meteoriten*). Sie trat ihre Ellipsenbahn um die Sonne im Laufe des 6. Januar an, als



Die Bahn des künstlichen Planetoiden (bezeichnet als Raketbahn) liegt grösstenteils zwischen der Erd- und Marsbahn. Nur in der Nähe des Perihels liegt ein kurzes Stück der Bahn innerhalb der Erdbahn.

sie in 1 Million km Entfernung von der Erde in das Gebiet überwiegender Sonnenanziehung gelangte. Die Elemente dieser Bahn haben folgende Werte :

- Halbe grosse Achse 171.8 Millionen km,
- Exzentrizität 0.148,
- Umlaufzeit 447 Tage,
- Perihel-Durchgang am 14. Januar 1959 in 146.4 Millionen km Entfernung von der Sonne,
- Aphel-Durchgang etwa am 1. September 1959 in 197.2 Millionen km Entfernung von der Sonne.

Der künstliche Planetoid wurde rasch schwächer und unsichtbar ; er kommt erst in 5 Jahren wieder in die Nähe der Erde.



Es sei daran erinnert, dass die zweite kosmische Geschwindigkeit schon früher erreicht worden ist: Prof. Zwicky feuerte nach dem fehlgeschlagenen Versuch vom 18. Dezember 1946 am 17. Oktober 1957 um 06.05 Uhr aus 85 km Höhe künstliche selbstleuchtende Meteore ab, die 15 km/sec erreichten. Es ist nicht absolut sicher, ob sich diese Meteore nicht in der Atmosphäre aufgelöst haben. Wahrscheinlich kreisen einige von ihnen um die Sonne.

#### LITERATUR

- W.A. JEGOROW: Zur Dynamik des Mondfluges. Naturwiss. Rundschau 11 (November 1958), S. 426.  
K. ISERLAND: Der Schuss in den Weltraum. Techn. Beilage NZZ vom 14. Januar 1959.  
Sky and Telescope: Man's farthest step into space. Vol. 18, N° 1 (November 1958).  
F. ZWICKY: The first shots into interplanetary space. Engineering and Science Monthly, Januar 1958.

(Eingegangen am 19. Januar 1959).

#### NACHTRAG

Unterdessen gelang den Amerikanern die Lancierung des *künstlichen Planetoiden N° 2*. Der am 3. März 1959 um 05.11 Uhr abgeschossene «Pionier IV» flog am 4. März um 22.24 Uhr 59000 km neben dem Mond vorbei; zur Zeit des letzten Radiokontakts, am 6. März um 15.20 Uhr, betrug seine Entfernung vom Erdzentrum 660000 km. Der Pionier IV erreichte dann eine Ellipsenbahn um die Sonne mit den folgenden Elementen:

Halbe grosse Achse 158.1 Millionen km,  
Exzentrizität 0.071,  
Umlaufszeit 392 Tage,  
Perihel am 18. März 1959 in 146.8 Millionen km von der Sonne,  
Aphel am 1. Oktober 1959 in 169.3 Millionen km von der Sonne.

(17. März 1959)