



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

51. Construction der scheinbaren Planetenbahnen nach dem  
Copernicanischen System

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

Befindet sich aber einer der unteren Planeten gerade zwischen der Erde und der Sonne, wie Fig. 87 (a. v. S.) zeigt, so würde sich der Planet scheinbar um den Winkel  $ot'v$  nach Osten bewegen, wenn nur die Erde von  $t$  nach  $t'$  fortschritte und der Planet in  $v$  stehen bliebe. Dadurch aber, dass der Planet von  $v$  nach  $v'$  sich bewegt, wird die von der Erde nach dem Planeten gerichtete Visirlinie wieder um den Winkel  $v't'v'$  nach Westen gedreht. Da nun die Planeten, welche der Sonne näher liegen, schneller in ihrer Bahn fortschreiten als die entfernteren, so ist  $vv'$  grösser als  $tt'$ , also der Winkel  $v't'v'$  grösser als  $ot'v$ , folglich wird sich der Planet am Himmel scheinbar nach Westen fortbewegen, während die Erde von  $t$  nach  $t'$  und der Planet von  $v$  nach  $v'$  fortschreiten; zur Zeit der unteren Conjunction ist also die Bewegung der Venus und des Mercur eine rückläufige.

Auf ähnliche Weise lässt sich zeigen, dass für die oberen Planeten die scheinbare Bewegung zur Zeit der Opposition rückläufig ist.

51 **Construction der scheinbaren Planetenbahnen nach dem Copernicanischen System.** Unsere nächste Aufgabe besteht nun darin, zu zeigen, dass der scheinbare Lauf der Planeten am Himmelsgewölbe sich vollständig aus dem Copernicanischen System nicht allein im Allgemeinen erklären, sondern auch in speciellen Fällen übereinstimmend mit der Erfahrung ableiten lässt.

Betrachten wir zunächst den Lauf der Venus vom 3. Juli 1847 bis zum 2. December desselben Jahres, welcher auf Tab. 4 dargestellt ist.

Die Venus änderte im Laufe dieser Zeit ihre Stellung nicht allein in Beziehung auf ihre Länge, sondern auch in Beziehung auf ihre Breite, d. h. sie bewegte sich nicht allein in der Ebene der Ekliptik bald recht-, bald rückläufig, sondern sie änderte auch ihre nördliche oder südliche Entfernung von der Ekliptik. Unsere Aufgabe zerfällt also in zwei Theile; es ist nämlich nachzuweisen, wie

- 1) die Veränderungen in der Länge, und
- 2) wie die Veränderungen in der Breite zu erklären sind.

Gehen wir zum ersten Theil der Aufgabe über.

Tab. VI stellt nach dem Copernicanischen System die Bahnen der Venus und der Erde und zwar in dem richtigen Verhältniss ihrer Halbmesser dar.  $V, V_1, V_2, V_3, V_4$  und  $V_5$  sind die Orte, an welchen sich die Venus nach dem genannten Systeme wirklich am 3. Juli, am 4. August, am 5. September, am 7. October, am 8. November und am 2. December befand. An denselben Tagen aber befand sich die Erde in den Punkten  $T, T_1, T_2, T_3, T_4$  und  $T_5$ . Am 3. Juli sah man also die Venus in der Richtung  $TV$ , am 4. August sah man sie in der Richtung  $T_1V_1$  u. s. w.

Es ist nun zu untersuchen, wo diese Visirlinien auf den Thierkreis treffen. Der Durchmesser der Erdbahn ist verschwindend klein im Vergleich zu der Entfernung der Fixsterne; sollte also in unserer Figur die

Verlängerung der Linie  $TV$  die richtige Stelle des Thierkreises treffen, so müsste dieser mit einem so enormen Halbmesser gezogen werden, dass kein Papier ihn aufnehmen könnte; zieht man aber den Thierkreis mit einem kleineren Halbmesser, so braucht man nur parallel mit  $TV$  eine Linie durch den Mittelpunkt der Figur zu ziehen, um zu finden, auf welcher Stelle des Thierkreises am 3. Juli die Venus projectirt erschien. Diese durch den Mittelpunkt der Figur gezogene Richtungslinie trifft auf einen Punkt des Thierkreises, welcher ungefähr  $32^\circ$  westlich vom Herbstpunkte ( $\sphericalangle$  in Fig. 1, Tab. 3, der Punkt, in welchem sich Ekliptik und Aequator schneiden) liegt. Am 3. Juli 1847 war also die Länge der Venus  $180^\circ - 32^\circ = 148^\circ$ .

Auf gleiche Weise ergibt sich die Länge der Venus:

am 4. August . . . . .	177 <sup>o</sup>
„ 5. September . . . . .	196 <sup>o</sup>
„ 7. October . . . . .	187 <sup>o</sup>
„ 8. November . . . . .	185 <sup>o</sup>
„ 2. December . . . . .	203 <sup>o</sup>

Es ergibt sich also aus dieser Construction in der That, wie die Venus vom 3. Juli bis zum 5. September rechtläufig war, wie sie dann bald rückläufig wurde, um nach einiger Zeit wieder in die rechtläufige Bewegung überzugehen.

Hätte man dieselbe Construction für jeden Tag des angegebenen Zeitraums gemacht, so hätte man gefunden, dass die Dauer der retrograden Bewegung sich ungefähr vom 10. September bis zum 23. October erstreckt.

Da die scheinbaren Planetenbahnen nicht genau in die Ekliptik fallen, sondern zum Theil auf der Nordseite, zum Theil auf der Südseite derselben liegen, so müssen die Ebenen der wahren Planetenbahnen einen Winkel mit der Ebene der Erdbahn machen. Die Neigung der Venusbahn gegen die Erdbahn beträgt  $3^\circ$ .

Ein Theil der wahren Venusbahn liegt also nördlich, der übrige Theil derselben liegt südlich von der Ebene der Erdbahn. Die Ebene der Tab. VI stellt die Ebene der Erdbahn dar. Die nördliche Hälfte der Venusbahn, welche oberhalb dieser Ebene liegt, ist ausgezogen, während die südlich von der Ebene der Ekliptik liegende Hälfte der Venusbahn punktirt ist.

Der Winkel, welchen die Ebene der Venusbahn mit der Ebene der Erdbahn macht, beträgt, wie schon erwähnt worden ist,  $3^\circ$ . Die beiden Ebenen schneiden sich in einer Linie  $AB$ , Tab. VI, welche den Namen der Knotenlinie führt. Die Venus passirt während eines ganzen Umlaufs um die Sonne zweimal die Ebene der Erdbahn, einmal in dem Punkte  $a$ , welcher der niedersteigende Knoten genannt und durch  $\vartheta$  bezeichnet wird, um von der Nordseite der Ekliptik auf die Südseite derselben überzugehen, dann aber wieder im Punkte  $b$ , dem aufsteigenden Knoten ( $\Omega$ ), welchen sie passirt, wenn die südliche Breite der Venus in eine nördliche übergeht.

Am 3. Juli 1847 befand sich der Tab. VI zufolge die Venus noch nördlich von der Ekliptik, übereinstimmend mit dem scheinbaren Lauf, Tab. 4; sie näherte sich aber dem niedersteigenden Knoten, welchen sie ungefähr am 23. Juli passirte. Von nun an blieb die Breite der Venus eine südliche, bis sie am 11. November wieder den aufsteigenden Knoten passirte; der ganze scheinbare Weg, welchen die Venus vom 23. Juli bis zum 11. November durchläuft, muss also auf die Südseite der Ekliptik fallen, wie auch Tab. 4 zeigt.

Suchen wir nun aber durch Construction die Breite der Venus für eine angegebene Zeit zu ermitteln.

Eine rechtwinklig auf der Knotenlinie  $AB$ , Tab. VI, stehende Ebene schneidet die Ebene der Venusbahn in einer Linie  $CD$ . In Fig. 88 sei die Ebene des Papiers die auf der Knotenlinie  $AB$  rechtwinklig stehende Ebene;  $CD$  der Durchschnitt derselben mit der Ebene der Venusbahn,  $MN$  ihr Durchschnitt mit der Ebene der Erdbahn, so schneiden sich diese beiden Linien unter einem Winkel von  $3^\circ$ . Soll nun für einen bestimmten Tag, etwa für den 5. September 1847, die Breite der Venus bestimmt werden, so fällt man von ihrem wahren Ort  $V_2$ , Tab. VI, ein Perpendikel  $V_2v_2$  auf  $CD$  und überträgt alsdann die Länge  $Sv_2$  auf die Linie  $CD$  in Fig. 88; die Entfernung des Punktes  $v_2$  von der Linie  $MN$  giebt alsdann die wahre Entfernung der Venus von der Ebene der Ekliptik für jenen Tag an. Um aber zu erfahren, wie viel Grade uns, von der Erde aus gesehen, die Venus von der Ekliptik entfernt erscheint, hat man auf  $MN$  einen Punkt  $t_2$  zu bestimmen, welcher von  $v_2$  so weit absteht, wie  $T_2$  auf Tab. VI von  $V_2$ . Zieht man endlich die Linie  $t_2v_2$ , so ist der Winkel, welchen diese Linie mit der Linie  $MN$  macht, gleich dem Winkel, um welchen die Venus zur angegebenen Zeit südlich von der Ekliptik erschien; dieser Winkel ist unserer Construction zufolge ungefähr  $6^\circ$ .

Für den 5. September 1847 ergiebt sich also aus dieser Construction die Länge der Venus  $196^\circ$  ( $16^\circ$  östlich vom Herbstpunkte  $0 \text{ } \underline{\text{=}}$ ), die südliche Breite aber gleich  $6^\circ$ .

Durch eine ähnliche Construction ergiebt sich für den 3. Juli die nördliche Breite der Venus gleich  $1\frac{1}{2}$  Grad, während gleichzeitig ihre Länge  $148^\circ$  ( $32^\circ$  westlich vom Herbstpunkte) ist.

Bestimmt man auf ähnliche Weise durch Construction die scheinbaren Oerter der Venus von 8 zu 8 Tagen vom 3. Juli bis zum 2. December 1847, so ergiebt sich in der That der scheinbare Lauf der Venus im angegebenen Zeitraum so, wie er Tab. 4 verzeichnet ist.

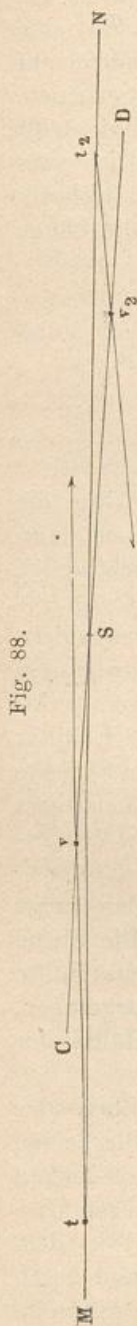


Fig. 88.

Wir haben für einen speciellen Fall nach dem Copernicanischen System ein Stück der scheinbaren Bahn eines Planeten durch Construction abgeleitet. Soll eine solche Construction genaue Resultate liefern, so muss die Zeichnung in grösserem Maassstabe ausgeführt werden, wozu für die nächsten Jahre die Tafeln VIII und X dienen können.

Tab. VIII enthält die Bahnen der Erde und der beiden unteren Planeten, eingetheilt nach täglicher Bewegung; man kann also auf dieser Tafel ersehen:

1. an welcher Stelle ihrer Bahn die Erde an jedem Tage des Jahres Mittags um 12 Uhr steht;

2. an welchen Stellen ihrer Bahnen der Mercur und die Venus an den einzelnen Tagen der nächsten Jahre stehen. Der Zwischenraum zwischen je zwei Theilstrichen der Venusbahn ist der Weg, welchen dieser Planet an einem Tage zurücklegt.

Auf Tab. X sind auf der Erdbahn die Stellen angegeben, in welchen sich die Erde am 1., 11. und 21. eines jeden Monats befand; für dieselben Monatstage findet man auf dieser Tafel die Stellung des Mars für die nächsten Jahre angegeben.

Die Eintheilung der Marsbahn bedarf noch einiger Erläuterung. Die längeren Theilstriche, bei welchen eine Jahreszahl steht, bezeichnen die Stelle, an welcher sich Mars am 1. Januar der genannten Jahre befindet; der Raum zwischen je zwei auf einander folgenden längeren Theilstrichen aber ist der Weg, welchen der Mars im Laufe eines Monats zurücklegt, wonach die Ortsbestimmung des Mars während der genannten Periode wohl keine Schwierigkeit haben wird.

Die an den Bahnen des Jupiter, Saturn und Uranus angebrachten Theilstriche bezeichnen die Stelle, an welcher sich die genannten Planeten am 1. jedes Monats in den beigeschriebenen Jahren befinden.

Nach den oben mitgetheilten Principien unterliegt es nun keiner Schwierigkeit, aus dem auf Tab. VIII und X dargestellten wahren Lauf der Planeten den scheinbaren Lauf abzuleiten.

Es versteht sich indessen von selbst, dass man den scheinbaren Lauf der Planeten, von denselben Principien ausgehend, auch durch Rechnung ermitteln kann, und zwar werden die Resultate der Rechnung ungleich genauer sein, als die durch Zeichnung erhaltenen.

**Modell zur Erklärung des Planetenlaufs.** Um sich anschaulich zu machen, wie die scheinbare Bahn der Planeten das Resultat einer gleichzeitigen Bewegung des Planeten und der Erde im Sinne des Copernicanischen Systems ist, kann man sich eines aus starkem Draht und Bleikugeln gefertigten Modelles bedienen, welches Fig. 89 (a. f. S.) in etwa  $\frac{1}{10}$  der natürlichen Grösse schematisch darstellt. Auf einem Eisenstab ist eine Metallkugel  $S$  befestigt, welche die Sonne repräsentirt. In  $S$  stecken rechtwinklig zu einander vier horizontale Eisenstäbchen  $SA, SB, SC$