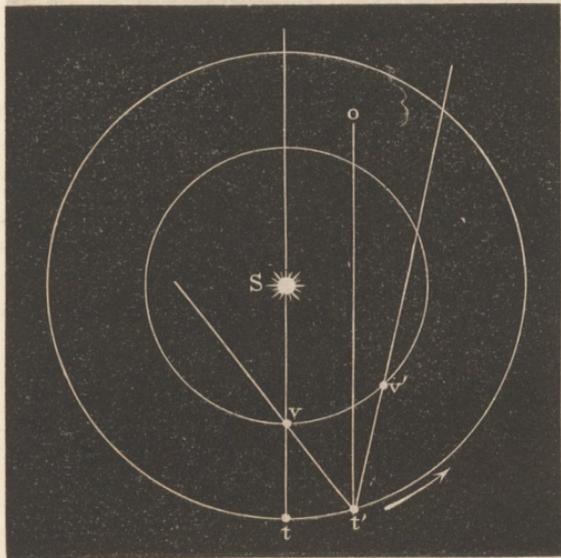


Befindet sich aber einer der unteren Planeten gerade zwischen der Erde und der Sonne, wie Fig. 86 zeigt, so würde sich der Planet scheinbar um den Winkel otv nach Osten bewegen, wenn nur die Erde von t nach t' fortschritte und der Planet in v stehen bliebe. Dadurch aber, daß der Planet von v nach v' sich bewegt, wird die von der Erde nach dem Planeten gerichtete Visirlinie wieder um den

Fig. 86.



Winkel vtv' 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 vtv' größer als otv , 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.

Construction der scheinbaren Planetenbahnen nach dem 52 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 in Fig. 87 dargestellt ist.

Die Venus ändert im Laufe dieser Zeit ihre Stellung nicht allein in Beziehung auf ihre Länge, sondern auch in Beziehung auf ihre Breite, d. h. sie bewegt sich nicht allein in der Ebene der Ekliptik bald recht-, bald rückläufig, sondern sie ändert 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. VII. 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 zu jener Zeit die Venus projecirt erschien. Diese durch den Mittelpunkt der Figur gezogene Richtungslinie trifft auf einen Punkt des Thierkreises, welcher ungefähr 32° westlich vom Herbstpunkte ($\underline{\text{—}}$ in Fig. 76, der Punkt, in welchem sich Ekliptik und Aequator schneiden) liegt. Am 3. Juli 1847 war also die Länge der Venus $180^\circ - 32 = 148^\circ$.

Auf gleiche Weise ergibt sich die Länge der Venus:

am 4. August . . .	177°
» 5. September . . .	196°
» 7. October . . .	187°
» 8. November . . .	185°
» 2. December . . .	203°.

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° .

Ein Theil der wahren Venusbahn liegt also nördlich, der übrige Theil derselben liegt südlich von der Ebene der Erdbahn. Die Ebene der Tab. VII. 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 punkirt ist.

Der Winkel, welchen die Ebene der Venusbahn mit der Ebene der Erd-

Fig. 88.



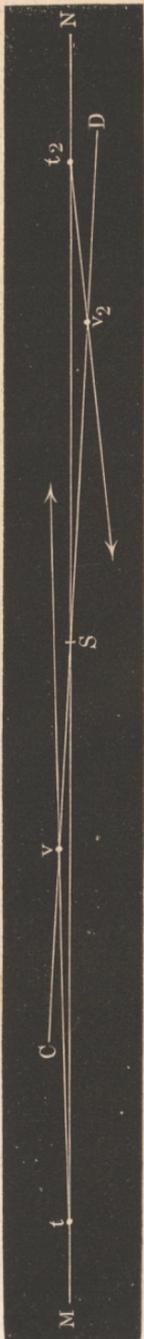
bahn macht, beträgt, wie schon erwähnt worden ist, 30° . Die beiden Ebenen schneiden sich in einer Linie AB , Tab. VII., welche den Namen der Knotenlinie führt. Die Venus passirt während eines ganzen Umlaufs um die Sonne zweimal die Ebene der Erdbahn, einmal in dem Punkte a , welcher der niedersteigende Knoten genannt und durch ϑ bezeichnet wird, um von der Nordseite der Ekliptik auf die Südseite derselben überzugehen, dann aber wieder im Punkte b , dem aufsteigenden Knoten (Ω), welchen sie passirt, wenn die südliche Breite der Venus in eine nördliche übergeht.

Am 3. Juli 1847 befand sich der Tab. VII. zufolge die Venus noch nördlich von der Ekliptik, übereinstimmend mit dem scheinbaren Lauf, Fig. 88; 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 Fig. 88 zeigt.

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

Eine rechtwinklig auf der Knotenlinie AB , Tab. VII., stehende Ebene schneidet die Ebene der Venusbahn in einer Linie CD . In Fig. 89 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 30° . 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. VII., einen Perpendikel $V_2 v_2$ auf CD und überträgt alsdann die Länge Sv_2 auf die Linie CD in Fig. 89, so giebt die Entfernung des Punktes v_2 von der Linie MN die wahre Entfernung der Venus von der Ebene der Ekliptik für jene Zeit 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. VII. von V_2 . Zieht man endlich die Linie $t_2 v_2$, 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 erscheint; dieser Winkel ist unserer Construction zufolge ungefähr 6° .

Fig. 89.



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

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

Bestimmt man auf ähnliche Weise durch Construction die scheinbarenörter der Venus von 8 zu 8 Tagen vom 3. Juli bis zum 2. December 1847, so ergibt sich in der That der scheinbare Lauf der Venus im angegebenen Zeitraum so, wie er Fig. 88 verzeichnet ist.

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 Maßstabe mit äußerster Sorgfalt ausgeführt werden, wie dies in dem sehr empfehlenswerthen Werkchen: »Der Planetenlauf, eine graphische Darstellung der Bahnen der Planeten u. s. w. von Dr. Neß, Braunschweig 1858,« geschehen ist.

Die beiden ersten Tafeln dieses Werkchens sind als Tab. VIII a und Tab. IX a in den Atlas unserer kosmischen Physik übergegangen.

Tab. VIII a 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 Bahn die Venus an den einzelnen Tagen der Jahre 1856 bis 1879 steht. Der Zwischenraum zwischen je zwei Theilstrichen der Venusbahn ist der Weg, welchen dieser Planet an einem Tage zurücklegt.

Bei dem ersten der längeren Theilstriche z. B., welcher auf der linken Seite der Venusbahn unter der durch die Sonne gezogenen Horizontallinie liegt, stehen die Zahlen 61, 69, 77 und dann 1. August; d. h. an dieser Stelle steht die Venus am 1. August 1861, am 1. August 1869 und am 1. August 1877; bei dem nach unten folgenden Theilstriche steht sie also am 2. August der genannten Jahre und dem nächsten längeren Theilstriche steht sie in den genannten Jahren am 4. August. Bei diesem letzten Theilstriche steht sie aber auch am 1. September und am 20. Januar 1856, 1864 und 1872;

3. an welcher Stelle seiner Bahn der Mercur an jedem Tage der Jahre 1856 bis 1865 steht. Nach den für die Venusbahn gegebenen Erläuterungen ist wohl die Eintheilung der Mercursbahn mit den beigeschriebenen Jahreszahlen u. s. w. ohne Weiteres verständlich.

Auf Tab. IX a sind auf der Erdbahn die Stellen angegeben, in welchen sich die Erde am 1., 11. und 21. eines jeden Monats befindet; für dieselben Monatstage findet man auf Tab. IX a die Stellung des Mars von 1856 bis 1870 angegeben.

