

Monatlich erscheint eine Nummer; die Pränumeration mit Postzusendung beträgt jährlich 2 fl. 70 kr. Oest. Währ.

# LOTOS.

Man pränumerirt in der J. G. Calve'schen k. k. Universitäts-Buchhandlung in Prag.

## Zeitschrift für Naturwissenschaften.

**XXIV. Jahrg.**

**April.**

**1874.**

**Inhalt:** Der Vorübergang der Venus vor der Sonnenscheibe am 8. December 1874. Von Dr. A. Seydler. — Literatur-Berichte: Physik. Botanik. Paläontologie. Astronomie. — Miscellen. — Vereinsangelegenheiten.

### Der Vorübergang der Venus vor der Sonnenscheibe am 8. December 1874.

Von Dr. A. Seydler.

Am 8. December l. J. (oder am 9. nach bürgerlicher Zeit) wird man die Venus in Gestalt einer kleinen Scheibe von 63" Durchmesser um 2 Uhr früh Pariser Zeit in den östlichen Sonnenrand eintreten und nach etwa 4·5 Stunden am westlichen Rande austreten sehen. In ihrem ganzen Verlaufe wird die Erscheinung in Ost-Asien, in Australien, auf den Inseln des indischen Oceans und der Südsee sichtbar sein, und wir sehen daher die Astronomen Europa's und Amerika's in eifrigen Vorbereitungen zu wissenschaftlichen Expeditionen in die erwähnten Gegenden begriffen. Es ist jedoch nicht die Erscheinung an sich, welche ein so lebhaftes Interesse erweckt, sondern der Umstand, dass man mittelst derselben den Abstand der Sonne von der Erde, das Grundmass der Astronomie, mit der grössten Genauigkeit zu bestimmen im Stande ist. Wenn nun auch diese Methode nichts Neues mehr ist, vielmehr schon vor einem Jahrhunderte in Anwendung gebracht wurde, so wird doch wohl der regere Antheil, den die weitesten Kreise des gebildeten Publikums an der zu beobachtenden Erscheinung nehmen, dem vorliegenden zur leichteren Orientirung verfassten Aufsatz zur Entschuldigung dienen.

Zur Bestimmung der Entfernung der Sonne von der Erde wird man denselben Satz anwenden müssen, mittelst dessen man die Entfernung eines jeden unzugänglichen Gegenstandes A von einem festen Punkte B bestimmt. Man wählt sich eine messbare, auch wohl selbst als Masseinheit dienende, übrigens willkürliche Standlinie BC, bestimmt die Winkel CBA und BCA und berechnet aus diesen drei bekannten Grössen des Dreieckes ABC die

Länge BA. Es sei z. B. B ein Punkt der Oberfläche der Erde, C ihr Mittelpunkt, so ist CB die Vertikale jenes Punktes, und misst man den Winkel, den der von B aus nach dem Gestirn A geführte Sehstrahl BA mit dieser Vertikalen macht, und ebenso den Winkel ACB, so ist die Entfernung des Gestirns von der Erde, ausgedrückt in Radien der Erde, aus den gemessenen Winkeln leicht zu berechnen. Den Unterschied beider Winkel, also den Winkel an dem Gestirn BAC nennt man die Parallaxe des Gestirns. Wenn sich das Gestirn A gerade im Horizont des Beobachters B befindet, so ist der Winkel CBA ein rechter, die Parallaxe BAC hat dann ihren grössten Werth und heisst die Horizontal-Parallaxe des Gestirns. Seine Entfernung vom Mittelpunkte der Erde ist dann gegeben durch den Ausdruck:

$$\frac{\text{Radius der Erde}}{\text{Sinus der Hor.-Parallaxe.}}$$

Der Punkt D, wo der Strahl CA die Erdoberfläche trifft, hat das Gestirn offenbar in demselben Momente im Zenith, in welchem es für den Punkt B im Horizont erscheint.

Je grösser die Entfernung eines Gestirnes von der Erde, desto kleiner ist seine Parallaxe, desto schwieriger ihre genaue Bestimmung. Bei einer sehr geringen Parallaxe wird man die so eben angedeutete directe Methode nicht mehr anwenden können, da die unvermeidlichen Beobachtungsfehler dann Grössen derselben Ordnung wie die Parallaxe werden, folglich eine genaue Bestimmung derselben unmöglich machen: man wird indirecte Methoden anwenden müssen. Entweder muss die Standlinie BC grösser genommen, oder statt des Gestirns A muss ein näheres A' beobachtet werden, dessen Entfernung zu der des Gestirns A in einem bekannten Verhältnisse steht. In beiden Fällen wird die beobachtete Parallaxe grösser. Beide Methoden wurden zur Bestimmung der Sonnenparallaxe angewendet.

Die Anwendung einer längern Standlinie als der Durchmesser der Erde scheint zwar unmöglich zu sein; dennoch beruht darauf die erste freilich sehr rohe Bestimmung der Sonnenentfernung. Aristarch von Samos (c. 280 v. Chr.) beobachtete den Mond (B) in dem Augenblicke, als er gerade im ersten Viertel war, d. h. als die Lichtgrenze desselben eine gerade Linie bildete, und bestimmte in diesem Momente den Winkelabstand BCA des Mondes von der Sonne (A), wofür er  $87^\circ$  fand. Nun tritt das erste Viertel offenbar dann ein, wenn die Sonnenstrahlen AB senkrecht sind auf dem Sehstrahl des Beobachters CB. In dem rechtwinkligen Dreiecke ABC sind folglich die Winkel und die Standlinie CB bekannt — die Entfernung des Mondes von der Erde bestimmte

Aristarch ziemlich genau auf 56 Erdhalbmesser — man kann also die Entfernung CA der Sonne daraus berechnen. Im Princip ist diese Methode ganz richtig, praktisch jedoch unbrauchbar, da man den Augenblick des ersten Viertels (der „Dichotomie“) gar nicht genau angeben kann; das Resultat der obigen Messung war, die Entfernung der Sonne auf 20 Mondweiten zu bestimmen, während sie in Wirklichkeit 400 Mondweiten beträgt.

Dennoch war im Alterthume diese Bestimmung das einzig mögliche, und Aristarch hat das hohe Verdienst, die Sonne zuerst dem Luftkreise entrückt und richtigeren Anschauungen über die Grösse unseres Weltsystems Bahn gebrochen zu haben; wie denn auch alle Astronomen bis auf Tycho de Brahe seine Messung gelten liessen, mit Ausnahme des Posidonius (c. 135 n. Chr.), welcher für die Sonnenentfernung (man weiss jedoch nicht aus welchen Gründen) 500 Millionen Stadien = 13150 Erdhalbmesser angab.

Die zweite Methode wurde erst nach Auffindung der Kepler'schen Gesetze möglich. Bekanntlich lehrt uns das 3. Gesetz, dass sich die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten verhalten wie die 3. Potenzen der Entfernungen von der Sonne. Man kann folglich ein genaues Modell unseres Sonnensystems entwerfen, ohne die absoluten Dimensionen zu kennen. Gibt es nun Planeten, welche der Erde manchmal näher kommen als die Sonne, so kann man ihre Parallaxe, d. h. ihre absolute Entfernung in der grössten Erdnähe, und daraus durch einfache Proportion (durch Zuhilfenahme jenes Modells) auch die Sonnenentfernung bestimmen.

Solche Planeten sind nun (abgesehen von einigen in der Neuzeit entdeckten Planetoiden): Merkur, Venus und Mars. In der grössten Erdnähe beträgt ihre Entfernung, die der Sonne = 1 gesetzt, für Merkur beiläufig 0·6129, für Venus 0·2767, für Mars 0·4354. Ihre Parallaxe wird, mit der Sonnenparallaxe verglichen, im umgekehrten Verhältnisse zu diesen Zahlen stehen, und daher auch genauer bestimmbar sein.

Nach dieser Methode beobachteten Lacaille am 6. October 1751 den Mars (A) zur Zeit seiner Erdnähe, d. h. Opposition, am Vorgebirge der guten Hoffnung (B), und Wargentín in Stockholm (C). Lacaille fand den nördlichen Rand des Planeten 26·7" nördlicher als den Fixstern  $\lambda$  Aquarii, Wargentín denselben Rand 6·6" südlicher; aus der bekannten geogr. Breite beider Beobachtungsorte konnte die Länge der Standlinie BC leicht berechnet werden, und daraus ergab sich die Horizontalparallaxe des Mars zu 24·63", folglich nach dem oben angegebenen Verhältniss die Sonnenparallaxe zu 10·72".

Dieser Werth ist um  $\frac{1}{5}$  zu gross, folglich die daraus berechnete

Entfernung gegen die wahre um  $\frac{1}{3}$  zu klein; dennoch hat die Messung Lacaille's und Wargentins einen grossen Werth als erste Näherung an die Wahrheit. Auch liess sich durch die Beobachtungen des Mars ein genaueres Resultat nicht erreichen. Man sah wahrscheinlich ein, dass Beobachtungen der Venus zu einem günstigeren Resultat führen würden, hielt jedoch diese Beobachtungen für unmöglich, da die Venus, als innerer Planet, in ihrer Erdnähe sich zwischen der Erde und Sonne, nicht wie Mars, der Sonne gegenüber, d. h. in der unteren Conjunction, nicht in Opposition befindet, folglich in der Regel unsichtbar ist. Kepler machte zuerst darauf aufmerksam, dass die Venus bisweilen bei ihrer unteren Conjunction, sich als kleine dunkle Scheibe auf die Sonne projicirt, und zeigte zwei solche Vorübergänge für den 6. December 1631 und den 5. Juni 1761 an. Der erste Vorübergang der Venus wurde am 4. December 1639 von J. Horrox und seinem Freunde Crabtree beobachtet, diente jedoch nur zur Bestimmung des Venusdurchmessers.

Erst Edm. Halley (1656—1742) erkannte, dass solche Vorübergänge ein vortreffliches Mittel zur Ableitung der Sonnenparallaxe abgeben können. Zwar projicirt sich die Venus in diesem Falle nicht auf den unveränderlichen Himmel, sondern auf die Sonnenscheibe, die ja auch eine Parallaxe besitzt, und wir messen daher eigentlich den Unterschied beider Parallaxen; da jedoch auch ihr Verhältniss (nach dem 3. Kepler'schen Gesetze) bekannt ist, so lässt sich daraus leicht ihr absoluter Werth ableiten. Denken wir uns, dass ein Beobachter auf der nördlich gelegenen Station B die Erscheinung beobachtet; er wird die Venus (A) am östlichen Sonnenrande eintreten und nach einiger Zeit am westlichen Rande austreten sehen, wobei sich ihre Bahn als eine Sehne S der Sonnenscheibe projicirt. An einer südlicher gelegenen Station C wird man die Sonnenscheibe etwas nördlicher, den Planeten jedoch wegen seiner grösseren Nähe noch nördlicher sehen, er beschreibt eine andere Sehne S' auf der Sonnenscheibe. Der Abstand beider Sehnen SS' ist eben der gesuchte Unterschied der Venus- und der Sonnenparallaxe.

Der Schwerpunkt der Halley'schen Methode beruht nun nicht so sehr auf jenem schon erwähnten Vortheil der grösseren Nähe, als vielmehr darin, dass statt einer kleinen Grösse (statt des Parallaxen-Unterschiedes SS') eine viel grössere zu messen ist, nämlich die Länge beider Sehnen S und S', und dies kann ganz einfach, ohne complicirte Messapparate, bloss mittelst einer guten Uhr und eines mittelmässigen Fernrohrs, geschehen, wenn man den Zeitpunkt des Eintritts in die Sonnenscheibe und den des Austritts aus derselben notirt. Da man die auf die Erde bezogene

Winkelgeschwindigkeit der Venus aus der Theorie ihres Laufes kennt, so kann man aus jener Zeitbeobachtung leicht die Länge der Sehne berechnen, welche der Planet auf der Sonnenscheibe beschreibt. Bei verschiedener Dauer des Vorüberganges werden auch die entsprechenden Sehnen verschieden lang sein, und da sie ausserdem alle parallel sein müssen, so lässt sich aus ihrer Länge auch ihr Abstand berechnen. Die Genauigkeit des Resultats wird dadurch in hohem Grade vermehrt; begeht man bei der Zeitmessung einen Fehler von einer Zeitsekunde, so wird dadurch die Sonnenparallaxe bloss um  $\frac{1}{60}$  einer Raumsekunde fehlerhaft.

So einfach, wie hier entwickelt wurde, gestaltet sich die Sache allerdings nicht, man muss vielmehr auch auf die Bewegung der Erde um die Sonne und um ihre Axe und auf andere dergleichen Umstände Rücksicht nehmen, welche die Reduction der Beobachtungen zu einer sehr complicirten Rechnung machen; das darüber hier gesagte reicht jedoch vollständig hin, damit sich der Leser einen klaren Begriff von dem Wesen der Halley'schen Methode machen könne. Halley theilte seine Methode in den Phil. Transact. von 1691 und 1716 mit; erlebte jedoch die Anwendung derselben nicht, da er 1742 starb, während der nächste Vorübergang am 5. Juni 1761 stattfand. Dieser Vorübergang wurde an vielen Orten von ausgezeichneten Astronomen beobachtet; man fand als Grenzen der Sonnenparallaxe  $8''$  und  $9''$ ; ein genaueres Resultat konnte vorderhand nicht erzielt werden, theils weil man der Neuheit des Gegenstandes wegen nicht wusste, worauf man seine Aufmerksamkeit vorzüglich zu richten habe, um das bestmögliche Resultat zu erlangen, theils auch, weil viele Beobachtungen (z. B. Legentil's, Maskelyne's) durch ungünstiges Wetter und andere Umstände vereitelt wurden. Sehr günstig waren die Umstände des nächsten Vorüberganges, am 3. Juni 1769; auch wurden sie trefflich benützt. Denn die Regierungen Europa's wetteiferten in der Aussendung von wissenschaftlichen Expeditionen, an denen sich die hervorragendsten Astronomen jener Zeit (unter andern der Mathematiker Lagrange, ferner Messier, Cassini, Lalande, Lemonnier, Hell, Kästner, Lichtenberg, Dollond, Maskelyne) beteiligten. Die Beobachtungen fielen mit wenigen Ausnahmen sehr günstig aus, und die Astronomen hatten ein sehr reiches Material gewonnen, dessen Bearbeitung von sehr vielen vorgenommen wurde. Die Resultate fielen, wie es bei einer so complicirten Rechnung, die nach verschiedenen Methoden vorgenommen werden kann, natürlich ist, einigermassen abweichend aus; als Mittel dieser Bestimmungen ergab sich der Werth der Sonnenparallaxe zu  $8.65''$ . Später nahm Encke eine völlig neue Bearbeitung aller aus den Jahren 1761 und 1769 vor

liegenden Beobachtungen vor, und erhielt als schliessliches Resultat den Werth  $8.57116''$ , welchem eine Entfernung von 20,680.000 Meilen entspricht. Beide Werthe sind in die meisten astronomischen Lehrbücher übergegangen; es hat sich jedoch später herausgestellt, dass sie nicht ganz richtig sind, indem neuere von Hansen, Leverrier und anderen angestellte Rechnungen einen etwas grösseren Werth der Parallaxe, nämlich im Mittel  $8,9107''$  ergeben; daraus folgt dann als mittlere Entfernung der Sonne von der Erde der Werth von 19.890.000 Meilen, um 790000 Meilen weniger als von Encke angegeben wurde.

Die Vorübergänge der Venus sind an Perioden von 8 und  $105\frac{1}{2}$  Jahren gebunden: auf die beiden Erscheinungen des vorigen Jahrhunderts folgt nach  $105\frac{1}{2}$  Jahren, nämlich am 8. December 1874 der nächste Vorübergang; die beiden zunächst darauf folgenden werden stattfinden am 6. Dec. 1882 und am 9. Juni 2004.

Seit dem letzten Vorübergange sind die Hilfsmittel der Astronomie durch sehr werthvolle Erfindungen bereichert worden, welche bei der bevorstehenden Erscheinung gewissenhaft benützt werden sollen. Besonders sei hier die Anwendung der Fotografie erwähnt; notirt man die Zeit der Aufnahme, so ist die Lage der Venusscheibe zur Sonnenscheibe für eben diese Zeit fixirt und kann nachträglich mit Bequemlichkeit gemessen werden. Den zu diesen Aufnahmen bestimmten Apparat, das Fotoheliometer, fertigt vorzüglich Warren de la Rue, der sich seit langer Zeit mit der Anwendung der Fotografie auf die Sternkunde beschäftigt; und es wird eine grosse Anzahl derselben, hauptsächlich von den russischen Beobachtern in Sibirien, wo vorläufig 24 Stationen gewählt wurden, ferner bei den französischen Expeditionen (es sollen gegen 20 fotografische Apparate ausgerüstet werden) angewendet werden. Auch das Spektroskop wurde von P. Secchi vorgeschlagen; man kann mit demselben den Eintritt des Planeten in die Chromosphäre, und dadurch vorbereitet, den Moment des Eintritts in die Sonnenscheibe schärfer bestimmen. Es lässt sich erwarten, dass in Folge dieser sorgfältigen Vorbereitungen die geringe Unsicherheit, die noch wegen der abweichenden Resultate Encke's und der spätern Rechner in Bezug auf die Grösse der Sonnenparallaxe herrscht, schwinden und man diese Grösse bis auf  $\frac{1}{1,000}$  einer Secunde genau bestimmen werde, um so mehr, da auch die Umstände der Erscheinung diesmal den Beobachtern sehr günstig sind.

Die bevorstehende Erscheinung wird am 8. December um 14 Uhr mittl. Par. Zeit (d. h. am 9. December um 2 Uhr früh nach bürgerlicher Zeit) anfangen und um  $18\frac{1}{2}$  Uhr ( $6\frac{1}{2}$  Uhr früh) aufhören, so dass ihre

Dauer  $4\frac{1}{3}$  Stunden betragen wird. Um zu erfahren, wo eine bestimmte Phase der Erscheinung, z. B. der Eintritt des Planeten in die Sonnenscheibe sichtbar sein wird, suche man jenen Punkt der Erdoberfläche auf, welcher die Sonne in dem Momente jener Phase im Zenith haben wird. Beschreibt man den jenem Punkte als Pol entsprechenden grössten Kreis, so wird dieser für den gegebenen Moment die Beleuchtungsgrenze und folglich auch die Sichtbarkeitsgrenze der entsprechenden Phase bilden.

Die dem Eintritt, der Mitte der Erscheinung und dem Austritt entsprechenden Orte haben folgende geografische Coordinaten:

südl. Breite:  $22^{\circ} 48'5''$ ,  $22^{\circ} 49'0''$ ,  $22^{\circ} 49'5''$

östl. Länge:  $148^{\circ} 28'$ ,  $114^{\circ} 16'$ ,  $80^{\circ} 3'$  (von Paris).

Verzeichnet man nun die diesen Punkten entsprechenden Kreise, so wird man finden:

1. Der Eintritt allein ist auf einem zwischen Asien und Amerika gelegenen, Kamtschatka und viele Inseln des mittleren Theils der Südsee enthaltenden Sector der Erdoberfläche sichtbar.

2. Den Austritt sieht man im westlichen Asien, im südöstlichen Russland, in der Türkei, im östlichen Galizien und Ungarn, in Dalmatien, im südlichen Italien und in Afrika mit Ausnahme des nordwestlichen Theiles.

3. Die ganze Erscheinung ist in China, in den beiden Indien, auf dem Sunda-Archipel, auf Madagaskar, auf allen Inseln des indischen Oceans, auf Neu-Holland und Neu-Seeland sichtbar.

4. Die Erscheinung ist gar nicht sichtbar in den nordwestlichen Theilen Russlands, Oesterreichs, Italiens, und in allen westlicher gelegenen Ländern Europa's, im nordwestlichen Afrika, auf dem atlantischen Ocean und in Amerika.

---

## Literatur-Berichte.

**Physik.** \* Dr. F. Exner, Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen (Eine von der k. Akad. d. Wiss. zu Wien gekrönte Preisschrift) 1873. Gründliche, auf eine grössere Reihe von Substanzen ausgedehnte Studien der Härteverhältnisse ihrer Krystalle lagen bisher nicht vor; genauer war in dieser Beziehung bisher nur der Calcit gekannt, den Grailich und Pekárek mit dem von ihnen für feinere Beobachtungen modificirten Seebeck'schen Sklerometer bereits vor längerer Zeit geprüft hatten.

In sorgfältiger Weise wurden von Exner 116 sklerometrische Beob-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Seydler August

Artikel/Article: [Der Vorübergang der Venus vor der Sonnenscheibe am 8.Dezember 1874 57-63](#)