

Ergänzende Bemerkungen zum Artikel "9000 Jahre Venustransits"

Robert Nufer

In ORION 325 beschreibt Gerhart Klaus die Rhythmen und Intervalle zwischen den Venustransits über einen Zeitraum von 9000 Jahren. Er führt den Leser durch eine Serie von Transits mit zu- und wieder abnehmender Dauer. Dieser Artikel soll zeigen, wie es zu den beschriebenen Rhythmen kommt.

Meine Überlegung, um hinter das "Geheimnis" der Transitintervalle zu kommen, war folgende: Von allen unteren Venuskonjunktionen sind nur die allerwenigsten in der „Transitliste“, nämlich etwa zwei Prozent. Erschiene die Sonne gut neun Grad gross am Himmel oder läge die Venusbahn exakt auf der Ekliptik so wäre die Transitliste über 5600 Zeilen lang, ein Eintrag alle 584 Tage.

Bild 1 zeigt schematisch die Bahnen von Venus und Erde. Durchschnittlich kommt es alle 584 Tage oder 1.6 Jahre zu einer unteren Konjunktion. Die Venus legt in dieser Zeit einen Umlauf mehr zurück, nämlich 2.6. Nach fünf unteren Konjunktionen sind $5 \times 1.6 = 8$ Jahre oder $5 \times 2.6 = 13$ Venusjahre vergangen. Es gibt also fünf Positionen in der Ekliptik, an denen es zu unteren Konjunktionen kommt. Erde und Venus bilden je ein Fünfeck. Da Venus für 13 Umläufe 2.5 Tage weniger als acht Jahre braucht, dreht sich das Venusfünfeck langsam im Uhrzeigersinn, also entgegen der Umlaufrichtung beider Planeten. Eine volle Drehung dauert 1215 Jahre, also verschieben sich nach jeweils 243 Jahren die Ecken um eine Position. Zu Transits kommt es nur, wenn sich eine Ecke in der Nähe der Knotenlinie befindet. Diese Drehung führt ausserdem dazu, dass acht Jahre nach einem Transit höchstens noch ein weiterer folgt. War aber der letzte Transit sehr zentral, so verfehlt Venus acht Jahre davor und acht Jahre danach die Sonne. Zu einer viel genaueren Wiederholung kommt es nach 243 Jahren oder 152 synodischen Umläufen, wenn die nächste Ecke an den Knoten gewandert ist. Eine Serie von Transits, die sich im Abstand von 243 Jahren folgen, reisst erst nach einigen tausend Jahren wieder ab!

Ich habe mit Excel eine Tabelle und eine Grafik erstellt, die **alle** unteren Venus-Konjunktionen enthält, wobei ich mich auf die 6000 Jahre von -2000 bis +4000 beschränkt habe. Die Formeln zur Berechnung der Konjunktionszeitpunkte habe ich Meeus [1] entnommen und für die Berechnung der genauen Positionen von Venus und Erde habe ich die wichtigsten Terme der VSOP87D-Theorie [2] benutzt. Den minimalen Abstand zur Sonnenmitte (γ) aller Konjunktionen habe ich dann aus zwei Zeitpunkten kurz vor und nach der Konjunktion bestimmt. Ob die Venus nun tatsächlich vor der Sonne vorbeizieht, ist nur noch eine Funktion der scheinbaren Grössen von Sonne und Venus.

Bild 2 zeigt die komplette „Konjunktionsliste“ (kleine farbige Kreise) und die tatsächliche „Transitliste“ (schwarze Punkte). Auf der y-Achse ist der Abstand der Venus während der unteren Konjunktion von der Ekliptik (Sonne) aufgetragen. Die Grafik zeigt die Minimalabstände der Venus von der Sonne (in Bogensekunden) als Funktion der Zeit, aufgetragen in Jahren. Das Bild zeigt deutlich, wie „spärlich“ die (von der Natur getroffene) Auswahl ist. Man erkennt die Anordnung der fünf "Sinuskurven", die alle acht Jahre einen Punkt haben und untereinander jeweils um 243 Jahre verschoben sind.

Bild 3 zeigt das gleiche wie Bild 2, aber nur im Bereich von +/- einem knappen Grad über und unter der Ekliptik. Das gelbe Band entspricht etwa der scheinbaren Grösse der Sonne. Folgt man den Konjunktionen einer Farbe, so erkennt man, dass es sehr oft zu zwei Transits (innerhalb von acht Jahren) kommt, aber dass es auch Zeiten gibt, wo es nur zu einem Transit kommt. Eine solche Zeitspanne zwischen den Jahren -500 und +500 ist rosa unterlegt. Damals folgten sich neun "isolierte" Transits im Abstand von 121.5 Jahren, abwechselungsweise am ab- und aufsteigenden Knoten.

Bild 4 ist noch etwas mehr zur Ekliptik gezoomt, weil hier nur die wirklichen Transits interessieren. Die Farbcodierung hat nichts mehr mit der Codierung der anderen Bilder zu tun.

Statt dessen haben hier Transits die gleiche Farbe, die sich nach 243 Jahren wiederholen. Venustransits finden nur statt, wenn dieser Minimalabstand kleiner als etwa 1000 Bogensekunden ist. Die etwas "angefressen" erscheinende schwarze Linie bei +/-1000 Bogensekunden zeigt diese Limiten.

Ablesebeispiel: Der Transit vom letzten Juni (schwarzer Punkt beim Jahr 2004) fand etwa 625" unterhalb der Ekliptik statt, der nächste (grau-schwarzer Punkt bei +2012) wird knap 560" über der Ekliptik stattfinden, und damit auch etwas länger dauern. Mit der gelb unterlegten Sonne ist die Situation während des Transitmaximums 2004 angedeutet. Die ganz feinen Striche verbinden die Transits miteinander. Diese Striche entsprechen der Kurve in G. Klaus' Artikel.

Jetzt zur eigentlichen Analyse: G. Klaus' zunehmende Transitdauern beginnen -1884 (schwarze Periode, Sommertransits am absteigenden Knoten). Die "Sinuskurve" genau dazwischen (rote Periode, Wintertransits am aufsteigenden Knoten) beginnt sich -1763 mit einem kurzen Transit ganz im Norden bemerkbar zu machen. Klarer Favorit im Erzeugen langer Transits ist aber in der Folgezeit die schwarze Periode, die ja auch die Punkte bei den Transitdauern "bekam". Beide Perioden, die Schwarze und die Rote, erzeugen in der Folgezeit längere Transitdauern, während am unteren Sonnenrand die gelb-schwarze und die blau-rote Periode langsam ausklingen. Zwischen -426 und +546 sind nur die schwarze und die rote Periode "aktiv", und zwar sehr zentral, so dass sich eine Reihe von über acht Stunden dauernden Transits alle 121.5 Jahre ergibt. Und jetzt kommt das Gemeine in der Natur: die rote Periode bildet bei +424 einen "perfekten", langen Transit, der G. Klaus dazu verleitet hat, von schwarz auf rot "umzusteigen". Und damit beginnt etwas auf den ersten Blick unerwartetes: Die rote Periode ist merkwürdigerweise steiler als die Schwarze und endet tatsächlich +2854, wobei sie die schwarze Periode Richtung Süden überholt. Die schwarze Periode, mit der die "Reise" begann, bleibt in Wirklichkeit fast tausend Jahre länger aktiv, nämlich bis +3705.

Der Grund für die verschiedenen Steilheiten liegt vor allem in der Exzentrizität der Erdbahn. Ein analoges Phänomen ist beim Vorwärtsschreiten in Nord-Südrichtung beim Saroszyklus zu beobachten, wo sich das Gamma bei Sonnenfinsternissen im Winter jeweils weniger schnell ändert als bei Finsternissen im Sommer.

Robert Nufer
Im Römergarten 1, 4106 Therwil
Robert.Nufer@Bluewin.ch

- [1] Meeus J., *Astronomical algorithms*, second edition, Willmann-Bell, Inc., Richmond, Virginia, USA
- [2] Bretagnon P., Francou G., *Planetary Theories in rectangular and spherical variables: VSOP87 solution*. *Astron. Astrophys.* 202, 309 (1988)

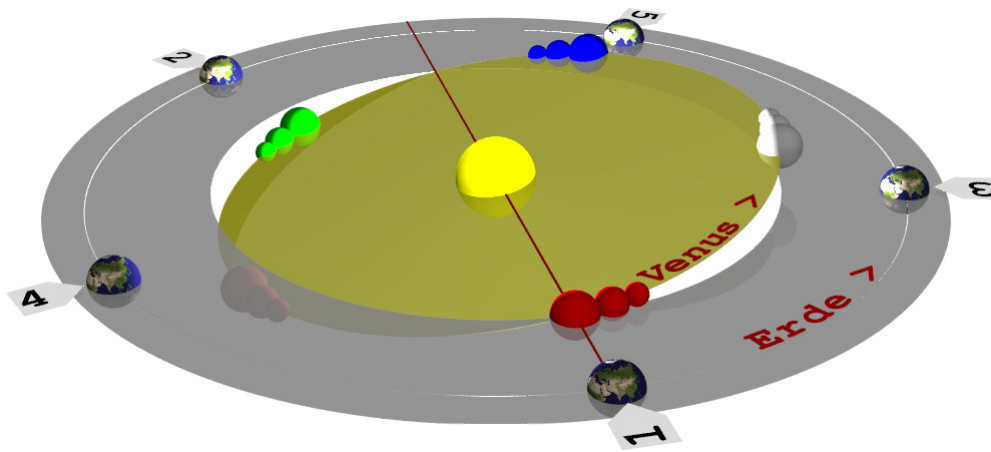


Bild 1 Schematische Bahnen von Venus und Erde. Die Orte der unteren Venus-Konjunktionen bilden ein Fünfeck. Erde und Venus erreichen die jeweils nächste Position (1-2-3-4-5) nach knapp 584 Tagen, was 1.6 Jahren oder 2.6 Venusjahren entspricht. Zu Transits kommt es nur, wenn eine Ecke in der Nähe eines der beiden Knoten zu liegen kommt. Das Schema zeigt die Situation ganz links in Bild 2 mit einem Transit an der "roten Ecke". Da sich das Fünfeck der Venus einmal in 1215 Jahren entgegen der Umlaufrichtung von Venus und Erde um die z-Achse dreht, kommt es in durchschnittlich 121.5 Jahren zu einem oder zwei Transits an der "grünen Ecke" am absteigenden Knoten, nach weiteren 121.5 Jahren zu einem oder zwei Transits an der "grauen Ecke" wieder am aufsteigenden Knoten, u.s.w.

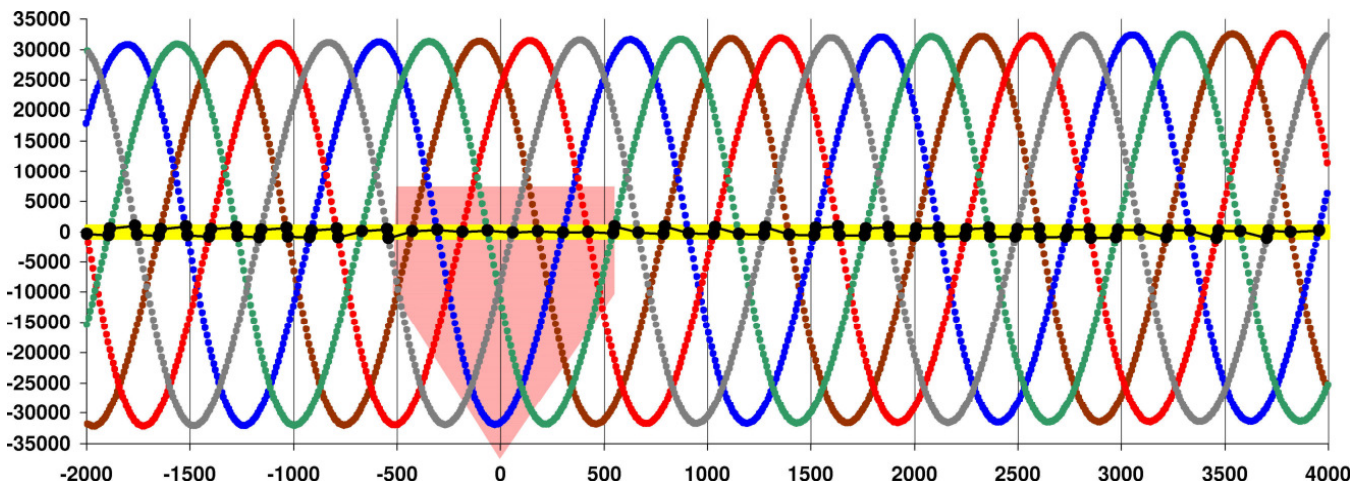


Bild 2 Untere Venus-Konjunktionen über einen Zeitraum von 6000 Jahren. x-Achse: Jahr; y-Achse: minimaler scheinbarer Abstand der Venus von der Sonnennitte (γ) in Bogensekunden. Das gelbe Band entspricht etwa der scheinbaren Grösse der Sonne, die schwarzen Punkte darauf sind die tatsächlichen Venustransits. Während der rosa Periode folgen sich Venustransits alle 121.5 Jahre, wie in Bild 1 gezeigt, abwechslungsweise am auf- und absteigenden Knoten.

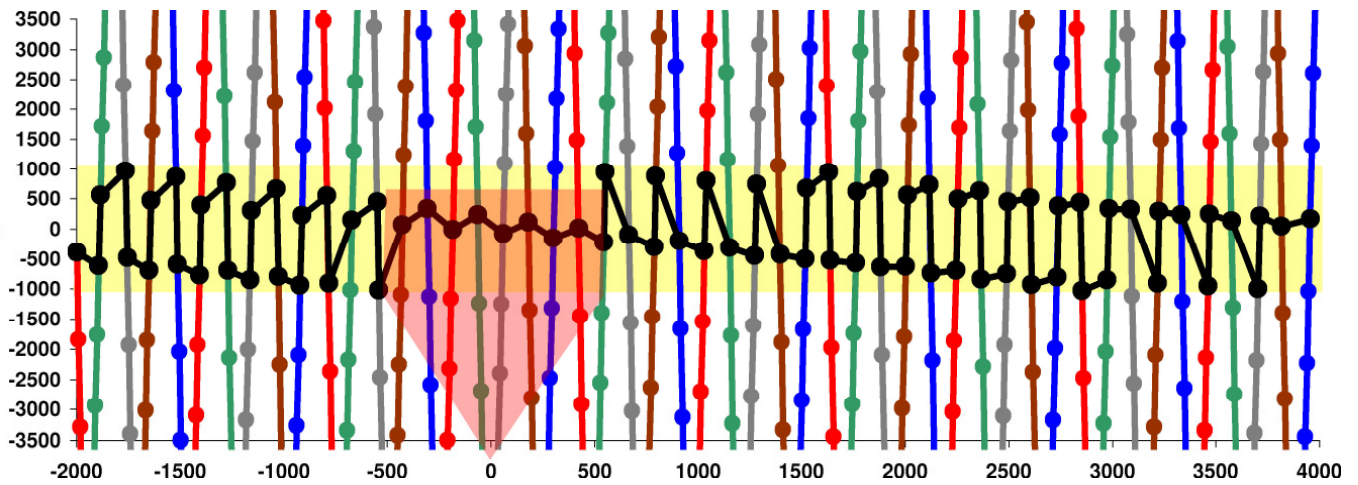


Bild 3 Untere Venus-Konjunktionen über einen Zeitraum von 6000 Jahren. Gleiche Darstellung wie in Bild 2, aber die y-Achse ist 10x gespreizt.

