

Der himmlische Tanz von Sonne und Venus aus irdischer Sicht

Grundlagen zur Vertonung der Venuserscheinungen im Allgemeinen und der Venuspassagen im Besonderen

Inhaltsübersicht

Die Erscheinungsweise der Venus	2
Die Rhythmen der Venus	2
Die siderischen Umläufe von Erde und Venus	3
Die synodische Venusperiode	3
Venuspassagen	6
Oktavierung in den Sicht- und Hörbereich	9
Erläuterungen zu den Stimmdatenblättern	11
Tropisches Jahr (Erde)	12
Siderisches Jahr (Erde)	13
Siderischer Venusumlauf	14
Synodische Venusperiode	15
5 synodische Venusperioden (ca. 8 Jahre)	16
66 synodische Venusperioden (ca. 105,5 Jahre)	17
76 synodische Venusperioden (ca. 121,5 Jahre)	18
152 synodische Venusperioden (ca. 243 Jahre)	19



2012 Hans Cousto

Creative-Commons-Lizenz: Namensnennung-Nicht-Kommerziell

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/de>

Die Erscheinungsweise der Venus

Die Erscheinungen der Venus sind vor allem durch den periodischen Wechsel ihrer Sichtbarkeit als Abendstern und Morgenstern charakterisiert, wobei die Venus als Planet natürlich nicht aus eigener Kraft leuchtet, sondern lediglich Sonnenlicht reflektiert. Die Venus ist als sonnennaher Planet mit einem Abstand zur Sonne von etwa 108 Millionen Kilometer von der Erde aus, die etwa 150 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt ist, stets im gleichen Himmelsquadranten wie die Sonne zu sehen. Die Venus erreicht höchstens einen seitlichen Abstand (Elongation) von etwa 48° östlich oder westlich des Tagesgestirns.

Die Beobachtungszeit der Venus ist auf die Abend- oder Morgenstunden beschränkt. Die Venus kann – von Mitteleuropa aus betrachtet – nie um die Mitternachtsstunden über dem Horizont stehen. Es gibt aus irdischer Sicht keine Opposition der Venus zur Sonne. Die Venus und die Sonne bilden nur kleinere Aspekte wie Halbquadrat (45°), Dezil (36°) oder Semisextil (30°).

Die Rhythmen der Venus

Bei einer „*oberen Konjunktion*“ steht die Venus hinter der Sonne und erreicht ihre größte Entfernung von der Erde von etwa 258 Millionen Kilometer. In dieser Phase ist die Venus nicht sichtbar. Das erste Sichtbarwerden – heliakischer Aufgang als Abendstern – erfolgt nach etwa fünf Wochen nach der oberen Konjunktion, wenn die Venus etwa 10° Abstand von der Sonne hat. Die Venus ist dann jedoch nur kurz in der Abenddämmerung dicht über dem westlichen Horizont zu sehen. Die Dauer der Sichtbarkeit nimmt dann langsam und stetig zu und erreicht etwa sechs Monate nach dem heliakischen Aufgang mit der größten östlichen Elongation (46°-48°) die längste Sichtbarkeitszeit, bei der die Venus bis zu vier Stunden nach dem Sonnenuntergang am Westhimmel beobachtet werden kann.

Nach der größten östlichen Elongation verringert sich der Abstand zwischen der Venus und der Sonne mit zunehmender Geschwindigkeit, wobei der Planet dabei noch gut einen weiteren Monat lang an Leuchtkraft gewinnt. Der größte Glanz wird etwa 36 Tage nach der größten östlichen Elongation erreicht. Danach geht die Abendsternperiode sehr rasch ihrem Ende entgegen. Nur vier Wochen später erfolgt der heliakische Untergang, bei dem die Venus bei einem Sonnenabstand von weniger als 10° unsichtbar wird. Nach einer weiteren Woche bildet die Venus mit der Sonne wieder eine Konjunktion – eine „*untere Konjunktion*“.

Bei einer „*unteren Konjunktion*“ steht die Venus zwischen der Erde und der Sonne und erreicht dabei ihre geringste Entfernung von der Erde von durchschnittlich etwa 42 Millionen Kilometer. Die Venus ist dann etwa sechsmal näher an der Erde als bei einer oberen Konjunktion. In dieser Phase ist die Venus nicht sichtbar. Die nun darauf folgende Phase als Morgenstern zeigt einen spiegelbildlichen Verlauf bezüglich der zeitlichen Folge der Erscheinungen.

Das erste Sichtbarwerden – heliakischer Aufgang als Morgenstern – erfolgt nach etwa einer Woche nach der unteren Konjunktion, wenn die Venus etwa 10° Abstand von der Sonne hat. Die Venus ist dann vor dem Sonnenaufgang dicht über dem östlichen Horizont zu sehen. Den größten Glanz als Morgenstern erreicht die Venus dann etwa einen Monat nach dem heliakischen Aufgang. Etwa 36 Tage später erreicht die Venus dann ihre größte westliche Elongation (46°-48°) und ist dann schon etwa vier Stunden vor Sonnenaufgang sichtbar. Daran schließt sich dann für etwa sechs Monaten die weiterhin stetige Abnahme der Leuchtkraft an und die Beobachtungszeit verringert sich zusehends. Der heliakische Untergang als Morgenstern erfolgt etwa fünf Wochen vor der nächsten oberen Konjunktion, wenn die Venus weniger als 10° Abstand von der Sonne hat.

Die synodische Periode der Venus von einer oberen bis zur nächsten oberen respektive einer unteren bis zur nächsten unteren Konjunktion mit der Sonne dauert annähernd ein Jahr und sieben Monate oder im Mittel 584 Tage oder $1,599 \approx 1,6$ Jahre. Die einzelnen Phasen als Morgenstern und als Abendstern dauern jeweils etwa $\frac{3}{4}$ Jahre.

Tabelle 1: Die Phasen der synodischen Venusperiode in der Übersicht

Stellung der Venus relativ zur Sonne	Stellung der Venus relativ zur Erde	Sichtbarkeit	Datum	Datum
Obere Konjunktion	Erdferne, Venus hinter der Sonne	Unsichtbar	16. Aug. 2011	28. Mär. 1213
Heliakischer Aufgang	---	Venus wird als Abendstern sichtbar	22. Sep. 2011	6. Mai. 2013
Größte östliche Elongation	---	Zeit der längsten Abendsternsichtbarkeit	27. Mär. 2012	1. Nov. 2013
Größter Glanz als Abendstern	---	Größter Glanz als Abendstern	30. Apr. 2012	10. Dez. 2013
Heliakischer Untergang	---	Venus wird als Abendstern unsichtbar	30. Mai. 2012	5. Jan. 2014
Untere Konjunktion	Erdnähe, Venus zwischen Erde und Sonne	Unsichtbar, außer bei Passage vor der Sonne	6. Jun. 2012	11. Jan. 2014
Heliakischer Aufgang	---	Venus wird als Morgenstern sichtbar	12. Jun. 2012	16. Jan. 2014
Größter Glanz als Morgenstern	---	Größter Glanz als Morgenstern	10. Jul. 2012	11. Feb. 2014
Größte westliche Elongation	---	Zeit der längsten Morgensternsichtbarkeit	15. Aug. 2012	22. Mär. 2014
Heliakischer Untergang	---	Venus wird als Morgenstern unsichtbar	16. Feb. 1213	17. Sep. 2014
Obere Konjunktion	Erdferne, Venus hinter der Sonne	Unsichtbar	28. Mär. 1213	25. Okt. 2014

Datenquelle: Planetary Phenomena of Venus from 2000 through 2100 (UT), Astrodienst AG 30-Dez-2002, S. 3
http://www.astro.com/swisseph/swepa_g.htm

Weitere Quellen und Literaturhinweise

Seite „*Venus (Planet)*“, in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie
[http://de.wikipedia.org/wiki/Venus_\(Planet\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Venus_(Planet))

Vergl. hierzu auch: Joachim Schultz: Rhythmen der Sterne: Erscheinungen und Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten, Verlag am Goetheanum, Dornach 1963, S. 133 ff.

Die siderischen Umläufe von Erde und Venus

Ein **tropisches Jahr** (von altgriechisch τροπος (tropos) = Drehung, Wendung) ist, vereinfacht gesprochen, die Zeit zwischen zwei gleichen Zeitpunkten im Ablauf der Jahreszeiten, zum Beispiel von einer Frühlings-Tagundnachtgleiche (Frühlingsanfang) zur nächsten oder von einer Sommersonnenwende (Sommeranfang) zur nächsten. Von der Beziehung zur Sonnenwende leitet sich die Bezeichnung „tropisch“ ab.

Wegen der Präzessionsbewegung des mittleren Frühlingspunktes ist ein tropisches Jahr rund 20 Minuten kürzer als ein **siderisches Jahr**, das gleich der Dauer eines Umlaufs der mittleren Sonne relativ zum ruhenden Sternhintergrund ist. Da für die Jahreszeiten nicht die Richtung der Sonne relativ zu den anderen Sternen, sondern relativ zum Frühlingspunkt maßgeblich ist, soll die Länge eines Kalenderjahres (das stets eine ganze Anzahl von Tagen enthält) im Mittel das tropische Jahr approximieren.

Die Länge des tropischen Jahres betrug zu Beginn des Jahres 2000:

$$\begin{aligned} & 365,24219052 \text{ Tage} \\ & = 365 \text{ Tage, } 5 \text{ Stunden, } 48 \text{ Minuten, } 45,261 \text{ Sekunden} \\ & = 31.556.925,261 \text{ Sekunden} \end{aligned}$$

Da die Präzessionsbewegung des mittleren Frühlingspunktes nicht mit konstanter Winkelgeschwindigkeit, sondern leicht beschleunigt erfolgt, ist die Länge des tropischen Jahres geringfügig veränderlich. Sie nimmt gegenwärtig um etwa eine halbe Sekunde pro Jahrhundert ab.

Ein **Sternenjahr** oder **siderisches Jahr** ist die Zeitspanne, die vergeht, bis die Sonne von der Erde aus gesehen die gleiche Stellung am Himmel in Bezug auf einen fiktiven unendlich weit entfernten Fixstern ohne Eigenbewegung einnimmt. Das siderische Jahr ist 20 Minuten und 24,5 Sekunden länger als das tropische Jahr.

Die Länge des siderischen Jahres beträgt:

$$\begin{aligned} & 365,25636042 \text{ Tage} \\ & = 365 \text{ Tage, } 6 \text{ Stunden, } 9 \text{ Minuten und } 9,54 \text{ Sekunden} \\ & = 31.558.149,54 \text{ Sekunden} \end{aligned}$$

Die **siderische Umlaufperiode der Venus** beträgt:

$$\begin{aligned} & 224,70069 \text{ Tage} \\ & = 224 \text{ Tage, } 16 \text{ Stunden und } 49 \text{ Minuten} \\ & = 19.414.140 \text{ Sekunden} \end{aligned}$$

Die synodische Venusperiode

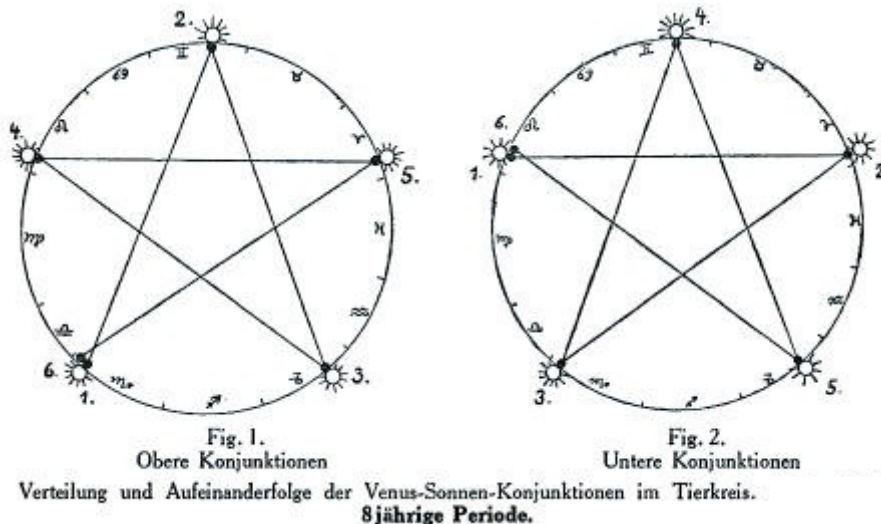
Die synodische Periode der Venus von einer oberen bis zur nächsten oberen respektive einer unteren bis zur nächsten unteren Konjunktion mit der Sonne dauert annähernd ein Jahr und sieben Monate. Die genaue Dauer einer synodischen Venusperiode dauert:

$$\begin{aligned} & 583,924 \text{ Tage} \\ & = 583 \text{ Tage, } 22 \text{ Stunden und } 34 \text{ Minuten} \\ & = 50.451.034 \text{ Sekunden} \end{aligned}$$

Die (siderische) Umlaufdauer der Venus beträgt $T_V = 224,701$ Tage, die der Erde $T_E = 365,256$ Tage. Für die Dauer T zwischen zwei unteren Konjunktionen der Venus gilt:

$$1/T = 1/T_V - 1/T_E \quad \text{oder} \quad T = T_V \times T_E / (T_V - T_E) = 583,924 \text{ Tage}$$

Zusammen mit der Bahnperiode der Erde von 365,256 Tagen ergibt sich als Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden größten Annäherungen eine Periode von 583,924 Tagen beziehungsweise 1,599 Jahren. Von der Erde aus gesehen ist das die synodische Umlaufperiode der Venus. Die Umlaufzeiten von Venus und Erde befinden sich zueinander in der Kommensurabilität 8:13 (genau 8:13,004); das heißt, sie stehen in einem Verhältnis, das auf einem gemeinsamen Maß beruht und sich dementsprechend fast exakt durch kleine ganze Zahlen ausdrücken lässt. Aus der Differenz der beiden Zahlen ($13-8=5$) kann man in dem Fall eines übereinstimmenden Drehsinns ablesen, dass sich die größten Annäherungen (untere Konjunktionen) ungefähr auf jeweils fünf verschiedene Bahnpunkte gleichmäßig verteilen würden. Die räumliche Reihenfolge der Bahnpunkte nach jeweils einem Ganzen und drei Fünfteln eines Sonnenumlaufs (1,6 Jahre) ergibt mit gedachten Verbindungslinien das Venus-Pentagramm.



Bildquelle: Schultz, Joachim: *Die Venusperioden und ihr 4 jähriger kosmischer Atmungsrythmus*, in: *Kalender Ostern 1934 – Ostern 1935*, Mathematisch-Astronomische Sektion am Goetheanum, Dornach, 1934, S. 7

Obere Konjunktionen			Untere Konjunktionen		
Fig. 1 Nr.	Datum	Position	Fig. 2 Nr.	Datum	Position
4	16.08.2011	23°18' Löwe	1	18.08.2007	24°51' Löwe
5	28.03.2013	08°11' Widder	2	27.03.2009	07°16' Widder'
1	27.10.2006	04°10' Skorpion	3	29.10.2010	05°30' Skorpion
2	09.06.2008	18°43' Zwillinge	4	06.06.2012	15°45' Zwillinge
3	11.01.2010	21°32' Steinbock	5	11.01.2014	21°12' Steinbock
4	16.08.2011	23°18' Löwe	6	15.08.2015	22°39' Löwe

In einem Zeitraum von acht Jahren ergeben sich jeweils fünf Konjunktionsstellen für die oberen Konjunktionen, die sich durch ein Pentagramm miteinander verbinden lassen. Das Gleiche gilt für die fünf unteren Konjunktionsstellen. Durch den Vergleich der Pentagramme kann aufgezeigt werden, dass Venus bei einer oberen Konjunktion mit der Sonne (fast) beim selben Stern steht wie vier Jahre später bei einer unteren Konjunktion. Ein Beispiel: Am 9. Juni 2008 stand Venus in oberer Konjunktion im Sternzeichen der Zwillinge bei $18^{\circ}43'$, am 6. Juni 2012 wird die Venus in unterer (bei $15^{\circ}45'$ Zwillinge) und am 6. Juni 2016 wieder in oberer Konjunktion (bei $16^{\circ}36'$ Zwillinge) stehen. Alle vier Jahre kommt es somit im selben Tierkreisbild abwechselnd zu einer oberen und zu einer unteren Konjunktion.

Nach acht Jahren kehrt die Venus nur etwa $2\frac{1}{2}$ Tage vor dem ursprünglichen Jahrestag an den Ausgangspunkt zurück:

$$\begin{aligned}5 \times 583,924 \text{ Tage} &= 2.919,620 \text{ Tage} \\8 \times 365,242191 \text{ Tage} &= 2.921,938 \text{ Tage} \\13 \times 224,701 \text{ Tage} &= 2.921,113 \text{ Tage}\end{aligned}$$

Eine ähnliche Übereinstimmung ist nach 243 Jahren gegeben. Da kehrt die Venus nur etwa $2\frac{1}{2}$ Tage nach dem ursprünglichen Jahrestag an den Ausgangspunkt zurück:

$$\begin{aligned}152 \times 583,924 \text{ Tage} &= 88.756,448 \text{ Tage} \\243 \times 365,242191 \text{ Tage} &= 88.753,852 \text{ Tage} \\395 \times 224,701 \text{ Tage} &= 88.756,895 \text{ Tage}\end{aligned}$$

243 Jahre ist der Zyklus, nach dem sich die Venuspassagen (Venusdurchgänge) wiederholen.

Venuspassagen

Bei einer Venuspassage stehen die Sonne, die Venus und die Erde exakt in einer Linie. Dies ist ein sehr seltenes Ereignis, von dem es in einem Jahrhundert maximal zwei gibt, und zwar abwechselnd nach einem kurzen Abstand von acht und einem langen Abstand von über 100 Jahren. Der Abstand zwischen fünf Venuspassagen ist periodisch und beträgt etwa 243 Jahre und zwei Tage. Die nächste Venuspassage wird am 6. Juni 2012 stattfinden, der vorletzte war am 6. Dezember 1882 zu beobachten. Im 20. Jahrhundert fand keine einzige Venuspassage statt. Eine Venuspassage ist deshalb tatsächlich ein *astronomisches Jahrhundertereignis* und aufgrund seiner Seltenheit ein die Beobachtung lohnendes Himmelschauspiel.

Sicherheitshinweis: Sonnenbeobachtungen erfordern größte Vorsicht und Sachkunde, da sonst bleibende Augenschäden drohen. Eine Sonnenfinsternisbrille bietet Schutz, auch die Projektion des Sonnenbildes ist ungefährlich. Benutzt man jedoch ein Fernglas oder Teleskop, muss ein geeigneter Sonnenfilter, der 99,99 % des Sonnenlichts absorbiert, auf der zur Sonne weisenden Seite angebracht werden.

Ursache für die Seltenheit der Venuspassagen ist die Neigung der Venusbahn gegenüber der Erdbahnebene (Ekliptik) um $3,4^{\circ}$. Daher steht die Venus nicht bei jeder unteren Konjunktion ausreichend genau zwischen Erde und Sonne, sondern ihre Bahn verläuft in 98-99 von 100 Fällen ober- oder unterhalb an der Sonne vorbei. Voraussetzung für eine Venuspassage ist es also, dass sich die Venus bei einer unteren Konjunktion nahe genug einem der beiden Knotenpunkte (aufsteigender Knoten oder absteigender Knoten; Schnittpunkte der Venusbahn mit der Ekliptik) ihrer Bahn befindet. Der Winkel, um den sich die Venusbahn in acht Jahren verlagert, beträgt etwa $0,37^{\circ} = 22'$. Um diesen Winkel verschiebt sich also die Venusbahn auf der unter 32' erscheinenden Sonnenscheibe nach einer achtjährigen Periode.

Venuspassagen im Verlaufe der Zeit

Datum der Venuspassage	Uhrzeit (Weltzeit, UTC) (Mitte der Passage)	Dauer bis zur nächsten Passage
Sonntag, 7. Dezember 1631	05:19 Uhr	8 Jahre
Sonntag, 4. Dezember 1639	18:25 Uhr	121,5 Jahre
Samstag, 6. Juni 1761	05:19 Uhr	8 Jahre
Samstag, 3. Juni 1769	22:25 Uhr	105,5 Jahre
Mittwoch, 9. Dezember 1874	04:07 Uhr	8 Jahre
Mittwoch, 6. Dezember 1882	17:06 Uhr	121,5 Jahre
Dienstag, 8. Juni 2004	08:20 Uhr	8 Jahre
Mittwoch, 6. Juni 2012	01:29 Uhr	105,5 Jahre
Samstag, 11. Dezember 2117	02:48 Uhr	8 Jahre
Samstag, 8. Dezember 2125	16:01 Uhr	121,5 Jahre

Der Zyklus der Venuspassagen in der Übersicht

Die Venuspassagen von 1631 bis 2125 mit Jahres- und Monatsangabe										
Juni			1761	1769			2004	2012		
Dez.	1631	1639			1874	1882			2117	2125

Der aufsteigende Knoten (Schnittpunkt der Venusbahn mit der Ekliptik) liegt zur Zeit bei 16° 40' 14" im Sternzeichen Zwillinge, der absteigende Knoten liegt genau gegenüber im Sternzeichen Schütze. Die Venuspassagen im Juni finden somit beim aufsteigende Knoten, die im Dezember beim absteigenden Knoten statt.

In einem Zyklus von 243 Jahren finden insgesamt vier Venuspassagen statt:

$$8 \text{ Jahre} + 105,5 \text{ Jahre} + 8 \text{ Jahre} + 121,5 \text{ Jahre} = 243 \text{ Jahre}$$

wobei die ersten 121,5 Jahre durch zwei Venuspassagen – acht Jahre nach Beginn und acht Jahre vor dem Ende dieser Zeitspanne – unterbrochen werden während die nächsten 121,5 Jahre ohne Venuspassage verlaufen. Folgender Zusammenhang erscheint für die Rhythmik der Venuspassagen relevant zu sein:

$$8 \text{ Jahre} + 105,5 \text{ Jahre} + 8 \text{ Jahre} = 121,5 \text{ Jahre} = \text{halber Zyklus von 243 Jahren}$$

Das Zusammenspiel der Rhythmen

Venussynoden		Tropische Jahre		Differenz in Tagen
Anzahl	Tage	Anzahl	Tage	
1	583,924	---	---	---
5	2.919,620	8	2.921,938	-2,318
66	38.538,984	105,5	38.533,051	5,933
76	44.378,224	121,5	44.376,926	1,318
152	88.756,448	243	88.753,852	2,594

Das achtjährige Paarmuster für die Venuspassagen ist nicht für die Ewigkeit gemacht. Gegen Ende des dritten Jahrtausends wird es nur noch Einzelpassagen geben, weil die Knotenpunkte der Bahnen sich bis dahin so verschoben haben, dass die Konjunktionen fast genau beim auf- oder absteigenden Bahnknoten stattfinden werden. Die Venus wird dann bei diesen Passagen fast genau durch die Mitte der sichtbaren Sonnenscheibe wandern. Allerdings wird dann die Venus weder acht Jahre früher noch später vor der Sonne ihre Bahn ziehen, weil bei diesen beiden Terminen die Venus knapp knapp an der Sonne vorüberziehen wird.

Hinweise zur Beobachtung

Von Beobachtungen der Sonne oder eines Planetentransits mit bloßem Auge oder mit selbstgebaute Filtern ist unbedingt abzuraten. Bei Eigenbaufiltern aus ungeprüften Materialien besteht keine Sicherheit, ob schädliche, aber unsichtbare Ultraviolett- und Infrarotanteile des Sonnenlichtes ausgefiltert werden. Vor allem sollte man niemals mit bloßem Auge (auch nicht mit Sonnenbrille oder ähnlichem) durch ein Prismenfernglas oder Teleskop in die Sonne sehen, da das Sonnenlicht so stark gebündelt wird, dass die Netzhaut des Auges sofort zerstört wird.

Bei der Beobachtung mit speziellen Sonnenfiltern müssen diese vor dem Objektiv befestigt sein, nicht aber hinter dem Okular (dort wäre die Hitze zu groß). Am einfachsten ist es, die Sonnenbeobachtungen durch Projektion des Sonnenbildes auf weißes Papier durchzuführen. Dabei richtet man das Teleskop anhand seines Schattens auf die Sonne aus und hält das Papier in 10–30 cm Abstand hinter das Okular. Die Sonne erscheint dann als helle kreisförmige Fläche und wird durch Drehen des Okulars scharf gestellt. Die Venus wandert während der Passage als kleines dunkles Scheibchen im Laufe von Stunden über die Fläche hinweg.

Diese Projektionsmethode eignet sich auch sehr gut für die Beobachtung von Sonnenflecken. Dabei muss man allerdings aufpassen, dass sich das Teleskop nicht überhitzt, wodurch Linsen oder Spiegel zerplatzen würden. Das Sucherfernrohr des Teleskops muss abgedeckt sein, da die gebündelte Strahlung der Sonne ausreicht, das Fadenkreuz des Suchers zu zerstören oder in die Kleidung Löcher zu brennen.

Quellen und Literaturhinweise

Seite „*Venustransit*“, in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie
<http://de.wikipedia.org/wiki/Venustransit>

Jürgen Giesen: Venustransit
<http://www.venus-transit.de/index1.html>

NASA: The 2012 Transit of Venus
<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/transit12.html>

Alois Treindl, Dieter Koch (Astrodienst Zürich): Ephemeriden für 6.000 Jahre, Venuszyklen -500 – 2099
http://www.astro.com/swisseph/swepha_g.htm

Oktavierung in den Sicht- und Hörbereich

Der **Jahreston der Erde** ist das Om. In unserem Tonsystem entspricht diese Schwingung dem Cis. In der 32. Oktave des Erdenjahres schwingt dieser Ton bei 136,10 und in der 33. Oktave bei 272,20 Hertz.

Warum diese Frequenz genau 136,10 Hertz beträgt, lässt sich leicht nachrechnen: Die Dauer eines Jahres wird in Sekunden umgerechnet. Der Tag hat 86.400 Sekunden. Das Jahr – hier ist das **tropische Jahr** gemeint, dass von einem bis zum nächsten Frühlingsanfang währt – hat 365,24219052 Tage. Das Jahr hat somit: $365,24219052 \times 86.400 = 31.556.925,261$ Sekunden. Von dieser Sekundenzahl bildet man den Kehrwert (beim Taschenrechner einfach die 1/x-Taste betätigen), und das Resultat wird dann 32 mal mit zwei multipliziert – schon haben wir die 136,102 Hertz in der Anzeige. Multipliziert man diesen Wert nochmals 42 mal mit zwei, dann erscheint in der Anzeige der Wert $5,9858 \times 10^{14}$. Dies ist die Frequenz der Farbe Türkis, ein Grün, das in Richtung Blau-grün tendiert. Die entsprechende Wellenlänge dieser Farbe misst 501 Nanometer.

Das **siderische Jahr** ist 20 Minuten und 24,3 Sekunden länger als das tropische Jahr, welches die Basis für das bürgerliche Jahr der Kalenderrechnung bildet. Der Unterschied zwischen siderischem und tropischem Jahr beruht auf dem Vorrücken der Frühlingspunktgleichung, die durch die Präzession der Erdachse mit einer Periode von etwa 25.800 Jahren¹ verursacht wird. Die Periode des siderischen Jahres dauert 31.558.149,54 Sekunden. Der 32. Oktave dieser Periode entspricht die Frequenz von 136,097 Hertz. Diese Frequenz liegt für das menschliche Ohr unmerklich tiefer als jene der 32. Oktave des tropischen Jahres.

Die **siderische Umlaufperiode der Venus** beträgt 224,70069 Tage = 19.414.140 Sekunden. Der 32. Oktave dieser Periode entspricht die Frequenz von 221,23 Hertz, der 33. Oktave die Frequenz von 442,46 Hertz. Diese Frequenzen liegen im Tonbereich des a respektive des a'. Die 73. Oktave liegt im Sichtbereich des Farbspektrums bei 616 Nanometer. Dies entspricht einem Gelb-Orange.

Die **synodische Periode der Venus** dauert 583,924 Tage = 50.451.034 Sekunden. Der 32. Oktave dieser Periode entspricht die Frequenz von 85,13 Hertz. Dies ist genau die Differenz der Frequenzen der siderischen Umlaufperiode der Venus und des siderischen Jahres der Erde in der 32. Oktave:

Frequenz 32. Oktave siderische Umlaufperiode der Venus	221,23 Hz
Frequenz 32. Oktave des siderischen Jahres der Erde	136,10 Hz
Differenz = 32. Oktave der synodischen Periode der Venus	85,13 Hz

1 Die Wanderung des Frühlingspunktes ist der astronomische Zeiger für das platonische Jahr. Derzeit wandert der Frühlingspunkt jährlich etwa 50,28" rückläufig in der Ekliptik. Das platonische Jahr hätte somit derzeit eine oskulierende Länge von:

$$360^\circ : 0^\circ 50,28'' = 25.776 \text{ Jahre}$$

Das oskulierende Element des Frühlingspunktes kann aufgrund alter Sternbeobachtungsaufzeichnungen genau berechnet werden. Dazu sei in diesem Fall der Stern Alpha Leonis (Regulus), der hellste Stern im Sternbild Löwe, als Beispiel herangezogen. Vor 4000 Jahren hatte Alpha Leonis eine ekliptikale Länge von 94,4°, vor 3000 Jahren eine solche von 108,1°, vor 2000 Jahren eine solche von 121,9°, vor 1000 Jahren eine solche von 135,8° und heute eine solche von 149,8°. Die Längendifferenz pro Jahrtausend nahm von 13,7° sukzessive auf 14,0° zu. Die durchschnittliche jährliche Bewegung des Frühlingspunktes lag vor 4000 Jahren mit 49,32" deutlich unter dem heutigen Wert. Entsprechend war die oskulierende Länge des platonischen Jahres damals mit etwa 26.277 Jahren deutlich größer als heute.

Die Frequenz von 85,13 Hertz liegt im Bereich des Tones F und die entsprechende Farbe liegt im Bereich des Violett ganz am Rande des sichtbaren Spektrums.

Der Zyklus von **fünf synodischen Perioden der Venus** dauert etwa acht Jahre respektive 2.919,620 Tage = 252.255.168 Sekunden. Die entsprechende Frequenz in der 32. Oktave liegt bei 17,03 Hertz, in der 33. Oktave bei 34,05 Hertz, in der 34. Oktave bei 68,11 Hertz und in der 35. Oktave bei 136,21 Hertz. Dies sind nur 0,11 Hertz mehr als der Ton des Erdenjahres in der 32. Oktave – entsprechend etwa einer Schwebung in neun Sekunden. Die Abweichung beträgt gerade einmal 1,37 Cent. Bei der musikalischen Umsetzung kann das Cis somit sehr „breit“ gestimmt werden, das heißt mit einem sehr langsamen Vibrato, das aus den Schwebungen hervorgeht.

Die Intervalle zwischen den Oktavtönen von einer und fünf synodischen Venusperioden sind die reine große Terz (386,31 Cent) und die reine kleine Sexte (813,69 Cent). Dies sind somit die zentralen Intervalle für die Vertonung der Venussynoden.

Die Oktavtöne von **76 synodischen Venusperioden** (121,5 Jahre) respektive von **152 synodischen Venusperioden** (243 Jahre) liegen im Bereich des Tones D mit Frequenzen von z.B. 71,69 Hertz, 143,38 Hertz oder 286,76 Hertz. Die entsprechende Farbe liegt im Blaubereich.

Die Oktavtöne von 76 respektive 152 synodischen Venusperioden bilden zu den Oktavtönen der einfachen synodischen Venusperiode Intervalle, die nahezu der gleichschwebenden temperierten Skala entsprechen: kleine Terz (297,51 Cent) und große Sexte (902,49 Cent).

Die Oktavtöne von **66 synodischen Venusperioden** (105,5 Jahre) liegen im Bereich des Tones E mit Frequenzen von z.B. 82,55 Hertz, 165,10 Hertz oder 330,21 Hertz. Die entsprechende Farbe liegt im Blau-Violett-Bereich.

Die Oktavtöne von 66 synodischen Venusperioden bilden zu den Oktavtönen der einfachen synodischen Venusperiode Intervalle, die etwa einen Viertelton ausmachen (53,27 Cent) oder einer übermäßigen großen Septime entsprechen (1.146,73 Cent).

Das Alphorn-Fa² steht für den 11. Ton der Naturtonreihe. Das Frequenzverhältnis von Alphorn-Fa zur dritten Oktave beträgt 11:8 entsprechend 551,32 Cent. Das zugehörige Intervall ist zwischen einer Quarte und einem Tritonus anzusiedeln. Spielt man von diesem Ton aus eine reine Quinte (701,95 Cent), gelangt man zu einem Intervall von 1.253,27 Cent oder zu dem Intervall von 53,27 Cent in der neuen Oktave. Nicht nur die Oktavtöne von fünf, sondern auch die von 66 synodischen Venusperioden können absolut rein gestimmt werden.

2 Der Name Alphorn-Fa ist den Bezeichnungen der Solmisation entnommen, bei der die Tonleiter mit *Do-Re-Mi-Fa-So-La-Si-Do* bezeichnet wird, wobei *Do* den Grundton (in C-Dur C) und *Fa* den vierten Ton der Tonleiter (in C-Dur F) bezeichnet.

Erläuterungen zu den Stimmdatenblättern

Basis zur Berechnung der Frequenz f der Periode p ist deren Sekundenzahl. Die Berechnung erfolgt nach der Formel:

$$f = 1 / p$$

Die Frequenz f wird so oft mit zwei multipliziert, bis das Resultat f_n größer oder gleich 427,474054 Hz ist:

$$f_n = f \times 2^n \quad \text{wobei } f_n \geq 440 / 2^{1/24} = 427,474054108 \text{ und } n \text{ der Oktavzahl entspricht}$$

Zur Berechnung der Centabweichung vom Normton $a' = 440$ Hz wird zuerst der Intervallfaktor I_{f_n} zum Normton berechnet:

$$I_{f_n} = f_n / 440 \quad \text{wobei das Resultat zwischen } 0,971531941 \text{ und } 1,943063882 \text{ zu liegen kommt}$$

Dann wird der natürliche Logarithmus (\ln) von I_{f_n} gebildet, dieser dann durch den natürlichen Logarithmus der Zahl 2 dividiert und schließlich wird das Resultat mit 1.200 multipliziert. Somit erhält man den Centwert des Intervalls mit dem Intervallfaktor I_{f_n} :

$$\text{Centwert von } I_{f_n} = \ln I_{f_n} / \ln 2 \times 1.200 \quad \text{wobei das Resultat zwischen } -50 \text{ und } 1.150 \text{ liegt}$$

Dann wird vom Resultat so oft die Zahl 100 abgezogen, bis das Ergebnis $diff$ kleiner oder gleich 50 ist. Die Anzahl m der Subtraktionen zeigt die Anzahl der Halbtonschritte an, die zwischen dem Kammerton a' und der Frequenz f_n liegen.

$$\text{Centabweichung vom Normton } a' \quad diff = \text{Centwert von } I_{f_n} - (m \times 100) \quad \text{wobei } m \geq 0 \text{ und } \leq 11 \text{ ist}$$

Die Berechnung des korrespondierenden gleichschwebenden Kammertones a' wird wie folgt berechnet:

$$\text{Korrespondierender Kammerton } a' = f_n / 2^{m/12} = f_n / 1,059463904^m$$

Basis zur Berechnung der ergänzenden Stimmdaten in den Stimmdatenblättern sind die Frequenz f_n des zur Periode oktavanalogen Tones in der n . Oktave und die Centwertdifferenz $diff$ des korrespondierenden Kammertones a' zum Normkammerton $a' = 440$ Hz. In den untenstehenden Formeln (Gleichungen) steht die Abkürzung $diff$ für diese Centwertdifferenz.

Grunddaten für die Tempi, Echo-, Hall- und Loopzeiten

$$\text{Beats per Minute (in der } (n - 8)\text{ten Oktave) } = 60 \times (f_n / 256)$$

$$\text{Beats per Minute (in der } (n - 9)\text{ten Oktave) } = 60 \times (f_n / 128)$$

$$\text{Beats per Minute (in der } (n - 10)\text{ten Oktave) } = 60 \times (f_n / 64)$$

$$\frac{1}{4} \text{ Note in Millisekunden (in der } (n - 8)\text{ten Oktave) } = 1.000 \times (1 / (f_n / 256))$$

$$\frac{1}{4} \text{ Note in Millisekunden (in der } (n - 9)\text{ten Oktave) } = 1.000 \times (1 / (f_n / 128))$$

$$\frac{1}{4} \text{ Note in Millisekunden (in der } (n - 10)\text{ten Oktave) } = 1.000 \times (1 / (f_n / 64))$$

Synthesizer-Einstellungen

$$\text{Microtune (+/- 64) } = diff / 1,5625$$

$$\text{Hinweis: } 100 / 64 = 1,5625$$

$$\text{Pitch (64=0); Range 1 } = diff / 1,5625 + 64$$

$$\text{Pitch (64=0); Range 2 } = diff / 3,125 + 64$$

$$\text{Hinweis: } 100 / 32 = 3,125$$

$$\text{Microschritt / SY 77 } = (\ln (f_n / 440 \text{ Hz}) / \ln 2) \times 1.024 + 3.755$$

$$\text{Pitchbend (+/- 8.192); Range 1 } = diff \times 81,92$$

$$\text{Pitchbend (8.191 } \rightarrow \text{ +/- 0); Range 1 } = diff \times 81,92 + 8.191$$

$$\text{Pitchbend (8.191 } \rightarrow \text{ +/- 0); Range 2 } = diff \times 40,96 + 8.191$$

$$\text{Pitchbend (8.191 } \rightarrow \text{ +/- 0); Range 8 } = diff \times 10,24 + 8.191$$

Tropisches Jahr (Erde)

Grunddaten Periodendauer = 365,24219052 Tage = 31.556.925,261 Sekunden

Tonname:	Cis	Frequenz:	544,41 Hz		
Kammerton:	432,10 Hz	Differenz zu 440 Hz:	-31,38 Cent		
Beats per minute:	31,90	63,80	127,60	Farbe:	Türkis
¼ Note in Millisek.:	1.881	940	470	λ = 501 nm	

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-20	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-2.570
Pitch (64=0); Range 1:	44	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	5.621
Pitch (64=0); Range 2:	54	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	6.906
Microschritt / SY 77:	4.070	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	7.870

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
21	15.047,51	0,07	3,99
22	7.523,76	0,13	7,97
23	3.761,88	0,27	15,95
24	1.880,94	0,53	31,90
25	940,47	1,06	63,80
26	470,23	2,13	127,60
27	235,12	4,25	255,19
28	117,56	8,51	510,38
29	58,78	17,01	1.020,77
30	29,39	34,03	2.041,53
31	14,69	68,05	4.083,07
32	7,35	136,10	8.166,13
33	3,67	272,20	16.332,27
34	1,84	544,41	32.664,53
35	0,92	1.088,82	65.329,06
36	0,46	2.177,64	130.658,12
37	0,23	4.355,27	261.316,24
38	0,11	8.710,54	522.632,49
39	0,06	17.421,08	1.045.264,98
40	0,03	34.842,17	2.090.529,96

Siderisches Jahr (Erde)

Grunddaten Periodendauer = 365,25636042 Tage = 31.558.149,54 Sekunden

Tonname:	Cis	Frequenz:	544,39 Hz		
Kammerton:	432,10 Hz	Differenz zu 440 Hz:	-31,44 Cent		
Beats per minute:	31,90	63,80	127,59	Farbe:	Türkis
¼ Note in Millisek.:	1.881	941	470	λ = 501 nm	

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-20	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-2.576
Pitch (64=0); Range 1:	44	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	5.615
Pitch (64=0); Range 2:	54	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	6.903
Microschritt / SY 77:	4.070	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	7.869

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
21	15.048,10	0,07	3,99
22	7.524,05	0,13	7,97
23	3.762,02	0,27	15,95
24	1.881,01	0,53	31,90
25	940,51	1,06	63,80
26	470,25	2,13	127,59
27	235,13	4,25	255,18
28	117,56	8,51	510,36
29	58,78	17,01	1.020,73
30	29,39	34,02	2.041,45
31	14,70	68,05	4.082,91
32	7,35	136,10	8.165,82
33	3,67	272,19	16.331,63
34	1,84	544,39	32.663,26
35	0,92	1.088,78	65.326,53
36	0,46	2.177,55	130.653,05
37	0,23	4.355,10	261.306,11
38	0,11	8.710,20	522.612,21
39	0,06	17.420,41	1.045.224,43
40	0,03	34.840,81	2.090.448,86

Siderischer Venusumlauf

Grunddaten Periodendauer = 224,701 Tage = 19.414.166 Sekunden

Tonname: A **Frequenz:** 442,46 Hz
Kammerton: 442,46 Hz **Differenz zu 440 Hz:** 9,64 Cent

Beats per minute: 51,85 103,70 207,40 **Farbe:** **Gelb-Orange**
¼ Note in Millisek.: 1.157 579 289 **λ = 616 nm**

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64): 6 Pitchbend (+/- 8192); Range 1: 790
Pitch (64=0); Range 1: 70 Pitch (8191 → +/- 0); Range 1: 8.981
Pitch (64=0); Range 2: 67 Pitch (8191 → +/- 0); Range 2: 8.586
Microschritt / SY 77: 4.787 Pitch (8191 → +/- 0); Range 8: 8.290

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
21	9.257,38	0,11	6,48
22	4.628,69	0,22	12,96
23	2.314,35	0,43	25,93
24	1.157,17	0,86	51,85
25	578,59	1,73	103,70
26	289,29	3,46	207,40
27	144,65	6,91	414,80
28	72,32	13,83	829,61
29	36,16	27,65	1.659,22
30	18,08	55,31	3.318,43
31	9,04	110,61	6.636,86
32	4,52	221,23	13.273,73
33	2,26	442,46	26.547,46
34	1,13	884,92	53.094,92
35	0,57	1.769,83	106.189,84
36	0,28	3.539,66	212.379,67
37	0,14	7.079,32	424.759,34
38	0,07	14.158,64	849.518,69
39	0,04	28.317,29	1.699.037,38
40	0,02	56.634,58	3.398.074,75

Synodische Venusperiode

Grunddaten Periodendauer = 583,924 Tage = 50.451.034 Sekunden

Tonname: **F** **Frequenz:** **681,05 Hz**
Kammerton: **429,04 Hz** **Differenz zu 440 Hz:** **-43,69 Cent**

Beats per minute: **39,91** **79,81** **159,62** **Farbe:** **Rot-Violett**
¼ Note in Millisek.: **1.157** **579** **289** **λ = 400 nm**

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64): -28 Pitchbend (+/- 8192); Range 1: -3.579
Pitch (64=0); Range 1: 36 Pitch (8191 → +/- 0); Range 1: 4.612
Pitch (64=0); Range 2: 50 Pitch (8191 → +/- 0); Range 2: 6.402
Microschritt / SY 77: 4.400 Pitch (8191 → +/- 0); Range 8: 7.744

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
21	24.056,93	0,04	2,49
22	12.028,46	0,08	4,99
23	6.014,23	0,17	9,98
24	3.007,12	0,33	19,95
25	1.503,56	0,67	39,91
26	751,78	1,33	79,81
27	375,89	2,66	159,62
28	187,94	5,32	319,24
29	93,97	10,64	638,49
30	46,99	21,28	1.276,97
31	23,49	42,57	2.553,94
32	11,75	85,13	5.107,88
33	5,87	170,26	10.215,77
34	2,94	340,53	20.431,54
35	1,47	681,05	40.863,07
36	0,73	1.362,10	81.726,15
37	0,37	2.724,20	163.452,29
38	0,18	5.448,41	326.904,59
39	0,09	10.896,82	653.809,18
40	0,05	21.793,64	1.307.618,36

5 synodische Venusperioden \approx 8 Jahre

Grunddaten Periodendauer = 2.919,620 Tage = 252.255.168 Sekunden

Tonname:	Cis	Frequenz:	544,84 Hz		
Kammerton:	432,44 Hz	Differenz zu 440 Hz:	-30,00 Cent		
Beats per minute:	63,85	127,70	255,39	Farbe:	Türkis
¼ Note in Millisek.:	940	470	235	λ = 500 nm	

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-19	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-2.458
Pitch (64=0); Range 1:	45	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	5.733
Pitch (64=0); Range 2:	54	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	6.962
Microschritt / SY 77:	4.071	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	7.884

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
21	120.284,64	0,01	0,50
22	60.142,32	0,02	1,00
23	30.071,16	0,03	2,00
24	15.035,58	0,07	3,99
25	7.517,79	0,13	7,98
26	3.758,89	0,27	15,96
27	1.879,45	0,53	31,92
28	939,72	1,06	63,85
29	469,86	2,13	127,70
30	234,93	4,26	255,39
31	117,47	8,51	510,79
32	58,73	17,03	1.021,58
33	29,37	34,05	2.043,15
34	14,68	68,11	4.086,31
35	7,34	136,21	8.172,61
36	3,67	272,42	16.345,23
37	1,84	544,84	32.690,46
38	0,92	1.089,68	65.380,92
39	0,46	2.179,36	130.761,84
40	0,23	4.358,73	261.523,67

66 synodische Venusperioden \approx 105,5 Jahre

Grunddaten Periodendauer = 38.538,984 Tage = 3.329.768.218 Sekunden

Tonname:	E	Frequenz:	660,41 Hz
Kammerton:	440,77 Hz	Differenz zu 440 Hz:	3,04 Cent
Beats per minute:	77,39	154,78	309,57
¼ Note in Millisek.:	775	388	194
		Farbe:	Violett
		$\lambda = 413 \text{ nm}$	

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	2	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	249
Pitch (64=0); Range 1:	66	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 1:	8.440
Pitch (64=0); Range 2:	65	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 2:	8.315
Microschritt / SY 77:	4.355	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 8:	8.222

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
26	49.617,41	0,02	1,21
27	24.808,71	0,04	2,42
28	12.404,35	0,08	4,84
29	6.202,18	0,16	9,67
30	3.101,09	0,32	19,35
31	1.550,54	0,64	38,70
32	775,27	1,29	77,39
33	387,64	2,58	154,78
34	193,82	5,16	309,57
35	96,91	10,32	619,14
36	48,45	20,64	1.238,27
37	24,23	41,28	2.476,55
38	12,11	82,55	4.953,10
39	6,06	165,10	9.906,20
40	3,03	330,21	19.812,40
41	1,51	660,41	39.624,80
42	0,76	1.320,83	79.249,60
43	0,38	2.641,65	158.499,19
44	0,19	5.283,31	316.998,39
45	0,09	10.566,61	633.996,78

76 synodische Venusperioden \approx 121,5 Jahre

Grunddaten Periodendauer = 44.378,224 Tage = 3.834.278.554 Sekunden

Tonname:	D	Frequenz:	573,52 Hz
Kammerton:	429,65 Hz	Differenz zu 440 Hz:	-41,20 Cent
Beats per minute:	67,21	134,42	268,84
¼ Note in Millisek.:	893	446	223
		Farbe:	Blau
		$\lambda = 475 \text{ nm}$	

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-26	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-3.375
Pitch (64=0); Range 1:	38	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 1:	4.816
Pitch (64=0); Range 2:	51	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 2:	6.503
Microschritt / SY 77:	4.147	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 8:	7.769

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
26	57.135,20	0,02	1,05
27	28.567,60	0,04	2,10
28	14.283,80	0,07	4,20
29	7.141,90	0,14	8,40
30	3.570,95	0,28	16,80
31	1.785,48	0,56	33,60
32	892,74	1,12	67,21
33	446,37	2,24	134,42
34	223,18	4,48	268,84
35	111,59	8,96	537,67
36	55,80	17,92	1.075,34
37	27,90	35,84	2.150,69
38	13,95	71,69	4.301,38
39	6,97	143,38	8.602,75
40	3,49	286,76	17.205,50
41	1,74	573,52	34.411,01
42	0,87	1.147,03	68.822,02
43	0,44	2.294,07	137.644,04
44	0,22	4.588,13	275.288,08
45	0,11	9.176,27	550.576,15

152 synodische Venusperioden \approx 243 Jahre

Grunddaten Periodendauer = 88.756,448 Tage = 7.668.557.107 Sekunden

Tonname:	D	Frequenz:	573,52 Hz
Kammerton:	429,65 Hz	Differenz zu 440 Hz:	-41,20 Cent
Beats per minute:	67,21	134,42	268,84
¼ Note in Millisek.:	893	446	223
		Farbe:	Blau
		$\lambda = 475 \text{ nm}$	

Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-26	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-3.375
Pitch (64=0); Range 1:	38	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 1:	4.816
Pitch (64=0); Range 2:	51	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 2:	6.503
Microschritt / SY 77:	4.147	Pitch (8191 \rightarrow +/- 0); Range 8:	7.769

Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktave	Millisekunden	Hertz	Tempo (Bpm)
26	114.270,41	0,01	0,53
27	57.135,20	0,02	1,05
28	28.567,60	0,04	2,10
29	14.283,80	0,07	4,20
30	7.141,90	0,14	8,40
31	3.570,95	0,28	16,80
32	1.785,48	0,56	33,60
33	892,74	1,12	67,21
34	446,37	2,24	134,42
35	223,18	4,48	268,84
36	111,59	8,96	537,67
37	55,80	17,92	1.075,34
38	27,90	35,84	2.150,69
39	13,95	71,69	4.301,38
40	6,97	143,38	8.602,75
41	3,49	286,76	17.205,50
42	1,74	573,52	34.411,01
43	0,87	1.147,03	68.822,02
44	0,44	2.294,07	137.644,04
45	0,22	4.588,13	275.288,08