

Spacewalk Destinations

Die Wolken von Venus

Venus – unser Schwesterplanet

Venus wird oft als der Schwesterplanet der Erde bezeichnet. Sie ist mit einem Durchmesser von 12.100 Kilometern fast so groß wie diese und weist zudem eine fast identische mittlere Dichte von rund 5.5g/cm^3 auf. Mit einer durchschnittlichen Entfernung von 108 Millionen Kilometern befindet sie sich aber viel näher an der Sonne und benötigt für einen Umlauf 225 Tage. Damit ist ein Venusjahr sogar kürzer als ein Venustag, der 243 Tage dauert.

Die Oberfläche von Venus wird von sanft gewellten Ebenen beherrscht. Daneben gibt es aber auch zwei Hochländer: eines mit Namen „Aphrodite Terra“ in der Nähe des Äquators und ein zweites namens „Ishtar Terra“ in den nördlichen Breiten jenseits des 45. Breitengrades. Dort liegt auch der höchste Gebirgszug auf Venus, die „Maxwell Mountains“ mit einer Höhe von fast 11 Kilometern. In diesem Gebirge findet man einen der größten Einschlagskrater von Venus mit Namen „Cleopatra“ und einem Durchmesser von 108 Kilometern. Der größte Krater namens „Mead“ ist sogar 240km groß. Nur neun Krater haben überhaupt einen Durchmesser von mehr als 100 Kilometern, dennoch besitzt Venus mehr als doppelt so viele Krater wie die Erde, aber rund 100x weniger als der Mond, der ja zudem viel kleiner als Venus ist.

Die Bedingungen auf der Oberfläche von Venus sind höllisch – die Temperaturen erreichen am tiefsten Punkt fast 500°C bei einem Druck von 120 Atmosphären. Das entspricht dem Wasserdruck in über 1.000 Metern Tiefe. Der Boden würde nachts für das menschliche Auge grauglühend erscheinen, so heiß ist es dort. Selbst auf den höchsten Gipfeln kann man dieser Feuerhölle nicht entkommen, denn auch dort sind die Bedingungen mit Temperaturen von 380°C und einem Druck von 45 Atmosphären mehr als lebensfeindlich. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass es kaum Aufnahmen von der Venusoberfläche gibt.

Ein Flug durch die Atmosphäre der Venus

Der Grund für diese höllischen Bedingungen ist die Atmosphäre von Venus. Sie ist sehr dicht und besteht zu 97% Prozent aus Kohlendioxid und zu 3% aus Stickstoff. Daneben gibt es noch eine ganze Reihe von Spurenelementen, worunter Schwefeldioxid und Argon die beiden häufigsten sind.

Wir wollen nun mit einer imaginären Raumkapsel die Venus verlassen und einen Flug durch die Venusatmosphäre unternehmen.

An unserem Startplatz herrschen an diesem Tag recht günstige Bedingungen. Die Lichtverhältnisse entsprechen in etwa denen auf der Erde an einem bewölktem Tag. Allerdings ist es recht dunstig - die Sichtweite beträgt nur rund 3km, während sie auf der Erde bei normalen Bedingungen um den Faktor 10-20 höher liegt. Die Windgeschwindigkeiten am Boden liegen bei weniger als 2 km/h. Auf der Erde würde man einen so sanften Wind kaum im Gesicht spüren. Doch wäre unsere Atmosphäre so dicht wie die der Venus, wären dieselben Luftbewegungen durchaus in der Lage, Äste zu bewegen oder Papier von einem Tisch zu wehen.

Endlich hebt unsere Raumkapsel ab und wir beginnen unseren Flug durch die Atmosphäre. Schon in 2 Kilometern Höhe können wir die Venusoberfläche kaum noch erkennen. Wir befinden uns in der dichten Dunstschicht der unteren Atmosphäre. Dort, in den untersten 28 Kilometern, befinden sich rund 90% der Masse der Atmosphäre.

Unsere Kapsel steigt weiter und erst in 25km Höhe beginnt sich der dichte Dunst langsam zu lichten. Die Außentemperatur ist auf 260°C gefallen und der Druck beträgt „nur“ noch 15 Atmosphären. Doch wir müssen unser Raumschiff gegensteuern, da die Windgeschwindigkeiten mittlerweile bei über 120km/h liegen. Blitze zucken durch die Luft und schlagen in unsere Raumkapsel ein. In 35 Kilometern Höhe ist die Atmosphäre deutlich aufgeklart und wenn wir nach oben schauen, können wir die Unterseite der dichten Wolkendecke erkennen.

Kurz bevor wir in die Wolken eintauchen, bilden sich auf unseren Fenstern die ersten Tröpfchen aus Schwefelsäure, die aus den Wolken abregnen. Da es auf Venus so heiß ist, erreichen die Tropfen aber niemals den Boden, so dass es auf der Oberfläche niederschlagsfrei ist.

Spacewalk Destinations

Die Wolken von Venus

Dann, in 49 Kilometern Höhe ist es soweit. Wir tauchen in die Venuswolken ein. Der Luftdruck entspricht nun dem auf der Erde und die Außentemperatur liegt bei 70°C. Die Windgeschwindigkeit hat hingegen dramatisch zugenommen. Sie liegt nun bei fast 300 Stundenkilometern und nimmt im weiteren Verlauf sogar noch auf 380 km/h zu. Diese hohen Geschwindigkeiten sind der Grund, warum die Wolken der Venus in nur 4 Tagen einmal um den gesamten Globus jagen. Man spricht dabei von „Super- Rotation“, die ansonsten nur noch in Form des Jetstreams auf der Erde oder der Wolkenobergrenze von „Titan“ vorkommt. Auch hier, tief inmitten der dichten Venuswolken, zucken ab und an Blitze durch den Himmel und springen von Wolke zu Wolke.

Nach einem turbulenten Flug erreichen wir in 70 Kilometern Höhe endlich die Wolkenobergrenze und befinden uns über einem gleißend hellen Wolkenmeer, das 77% des ankommenden Sonnenlichts reflektiert. Die Außentemperatur ist mittlerweile auf -45°C gefallen und auch die Windgeschwindigkeit hat deutlich abgenommen.

In 100 Kilometern Höhe passieren wir noch eine dünne Ozonschicht und haben dann die unwirtliche Atmosphäre endlich hinter uns gelassen.

Venus im Jahr 2020

Im Jahr 2020 lässt sich Venus besonders gut beobachten. Schon direkt zu Jahresbeginn kann man den hellsten aller Planeten am Abendhimmel sehen. Zunächst noch recht tief am Horizont, dann aber in Richtung Frühjahr immer höher steigend. Die besten Beobachtungsbedingungen ergeben sich in diesem ersten Sichtbarkeitsfenster von Mitte März bis Mitte April. Dann steht Venus zu Beginn der bürgerlichen Dämmerung bis zu 36° hoch über dem westlichen Horizont. Danach strebt sie ihrer unteren Konjunktion entgegen und wird Ende Mai unsichtbar.

Doch es dauert nicht lange, bis Venus am Morgenhimmel wieder auftaucht. Schon Anfang Juli kann man sie gegen 5 Uhr morgens im Osten als hellen Morgenstern sehen, der im Verlauf der warmen Sommernächte immer höher am Himmel emporsteigt. Die besten Bedingungen für diese zweite Sichtbarkeitsperiode bestehen Mitte September, wenn Venus mit Ende der bürgerlichen Dämmerung eine Höhe von fast 32° über dem östlichen Horizont erreicht.

Venus am Abendhimmel
bürgerliche Dämmerung – ME(S)Z

Datum	Uhrzeit	Höhe	mag	Bel. [%]	D ["]
01.01.20	17.17	16.2°	-4,0	82,1	13,1
10.01.20	17.26	19.4°	-4,0	79,7	13,7
20.01.20	17.39	22.9°	-4,0	76,9	14,4
01.02.20	17.57	26.9°	-4,1	73,2	15,4
10.02.20	18.11	29.6°	-4,2	70,2	16,3
20.02.20	18.26	32.1°	-4,2	66,5	17,5
01.03.20	18.42	34.2°	-4,3	62,4	18,9
10.03.20	18.56	35.4°	-4,4	58,4	20,4
20.03.20	19.12	36.2°	-4,5	53,5	22,5
01.04.20	20.30	36.0°	-4,6	46,7	25,7
10.04.20	20.44	34.8°	-4,6	40,9	28,8
20.04.20	21.01	32.0°	-4,7	33,6	33,1
01.05.20	21.19	26.9°	-4,7	24,3	39,3
10.05.20	21.33	20.4°	-4,7	15,9	45,4
20.05.20	21.48	10.7°	-4,4	06,7	52,5
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Venus am Morgenhimmel
bürgerliche Dämmerung – ME(S)Z

Datum	Uhrzeit	Höhe	mag	Bel. [%]	D ["]
01.07.20	04.45	09.3°	-4,7	19,3	42,6
10.07.20	04.53	14.3°	-4,7	27,3	36,9
20.07.20	05.06	19.3°	-4,6	35,3	31,7
01.08.20	05.23	24.4°	-4,5	43,4	27,0
10.08.20	05.37	27.4°	-4,5	48,8	24,2
20.08.20	05.53	29.7°	-4,4	54,1	21,7
01.09.20	06.11	31.3°	-4,3	59,8	19,4
10.09.20	06.24	31.7°	-4,2	63,7	18,0
20.09.20	06.39	31.4°	-4,2	67,8	16,7
01.10.20	06.55	30.3°	-4,1	71,8	15,5
10.10.20	07.08	28.9°	-4,1	74,9	14,7
20.10.20	07.23	27.0°	-4,0	78,1	13,9
01.11.20	06.41	24.2°	-4,0	81,6	13,1
10.11.20	06.54	21.8°	-3,9	84,0	12,6
20.11.20	07.09	18.9°	-3,9	86,4	12,1
01.12.20	07.23	15.5°	-3,9	88,8	11,6
10.12.20	07.32	12.6°	-3,9	90,6	11,3

In der Tabelle (für 49° Nord) lässt sich die Sichtbarkeit von Venus sehr schön ablesen. Mit angegeben sind neben der besten Beobachtungszeit (bürgerliche Dämmerung) auch die Höhe des Planeten über dem Horizont, die scheinbare Helligkeit, der Beleuchtungsgrad in Prozent sowie der scheinbare Durchmesser des Planetenscheibchens in Bogen Sekunden.

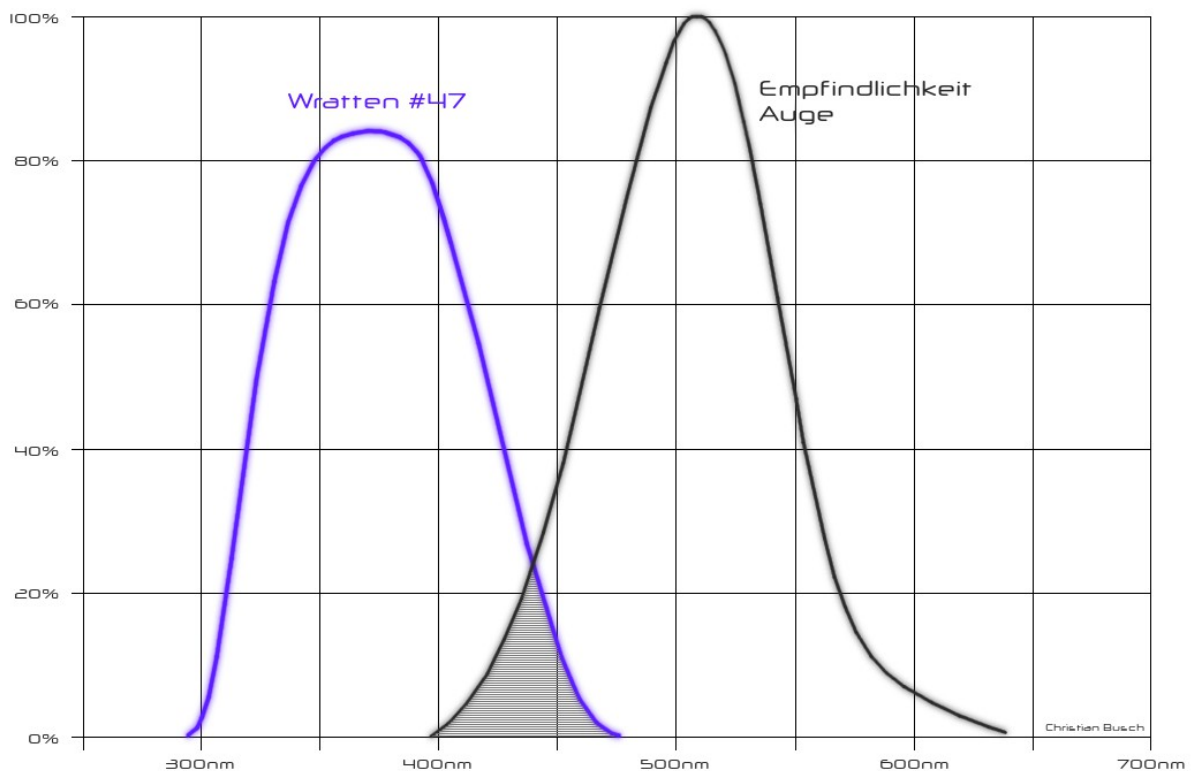
Spacewalk Destinations

Die Wolken von Venus

Das passende Filter für Wolkenstrukturen auf Venus

Die Wolkenstrukturen der Venus haben eine sehr eigentümliche Form. Die Luftmassen werden am Äquator besonders intensiv von der Sonne bestrahlt und heizen sich dort dementsprechend stark auf. Sie steigen nach oben und strömen zu den Polen. Dort kühlen sie ab, sinken nach unten und „fließen“ am Boden wieder zurück zum Äquator, wo sich das Spiel von Neuem wiederholt. Aufgrund der hohen Geschwindigkeiten der Venusatmosphäre haben die Wolkenstrukturen die Form eines in Rotationsrichtung liegenden „Y“ und sind vornehmlich im ultravioletten Spektralbereich zu sehen.

Die Schwierigkeit liegt nun darin, diese Strukturen auch visuell wahrzunehmen. Denn wer schon einmal Venus im Teleskop gesehen hat, der weiß sicherlich, dass unser Schwesterplanet auf den ersten Blick ziemlich strukturlos erscheint. Doch ein passender Farbfilter kann hier Abhilfe schaffen.



Wie gerade eben erwähnt, zeichnen sich die Wolkenstrukturen am besten im UV ab. Dieser Spektralbereich ist durch eine Wellenlänge von 200nm bis 400nm charakterisiert (UV-A bis UV-C). Während spezielle Planetenkameras dort durchaus noch empfindlich sind, sieht das bei unserem Auge anders aus. Die minimale Wellenlänge, die wir dunkeladaptiert gerade noch so wahrnehmen können, liegt bei etwa 400 Nanometern.

Wir benötigen also einen Filter, der zum einen möglichst nahe am UV-Bereich liegt, der aber auch die deutlich langwelligeren Bereiche abblockt, so dass die kontrastarmen Details der Wolken nicht anderweitig überstrahlt werden. Zudem muss der Filter einen passenden Durchlass bieten, der im spektralen Empfindlichkeitsbereich unserer Augen liegt. Zu unserem Glück gibt es tatsächlich ein derartiges Filter zu kaufen. Es wird unter anderem von der Firma Meade unter der Bezeichnung „Violett Filter - Wratten #47“ vertrieben.

Schauen wir uns das Diagramm der Filterkurve an, so sehen wir eine Überschneidung der Filterkurve mit der Empfindlichkeitskurve unseres Auges. Der Überlappungsbereich (schraffiert) ist nicht sonderlich groß. Das Maximum liegt bei einer Wellenlänge von rund 440 Nanometern (also tatsächlich bei Violett) mit einem maximalen Durchlass von 25%.

Spacewalk Destinations

Die Wolken von Venus

Das wiederum bedeutet, dass das Venusscheibchen beim Einbringen des Filters in den Strahlengang deutlich dunkler wird. Zum Glück ist Venus der hellste Planet am Firmament, so dass für Beobachtungen mit mittelgroßen Teleskopen selbst an der Grenze zum UV- Bereich immer noch genug Licht vorhanden ist.

Ich selbst habe sehr gute Erfahrungen mit dem Violett- Filter #47 an einem Teleskop mit 10 Zoll Öffnung gemacht und konnte über einen längeren Beobachtungszeitraum hinweg tolle Beobachtungen der Wolkenstrukturen von Venus anstellen.

Die Beobachtung mit dem Teleskop

Für die Beobachtung von Venuswolken ist ein Teleskop von 10 Zoll oder mehr Öffnung zu empfehlen, weil der oben beschriebene Violett- Filter recht dunkel ist und man für die Beobachtung von kontrastarmen Details doch einiges an Licht benötigt.

Aus der Sichtbarkeits- Tabelle lässt sich der optimale Beobachtungszeitpunkt schnell ablesen. Dieser liegt um die bürgerliche Dämmerung herum. Der Himmel ist dann schon ausreichend dunkel für eine sinnvolle Beobachtung von Wolkenstrukturen und Venus steht zu diesem Zeitpunkt immer noch hoch über dem Horizont. Zu dieser Zeit ist die Atmosphäre in der Regel recht ruhig, so dass mit einem guten Seeing zu rechnen ist. Das ist besonders wichtig, weil die Beobachtungen in einem sehr kurzwelligen Spektralbereich stattfinden, in welchem das Bild im Teleskop besonders anfällig für Luftbewegungen und Verwirbelungen ist.

Man sollte zudem schon ein wenig vorher am Beobachtungsplatz sein, damit man in Ruhe aufbauen kann und das Teleskop ausreichend Zeit hat, um auszukühlen. Der Platz ist optimalerweise so zu wählen, dass er außerhalb einer Ortschaft liegt, damit aufgeheizte Gebäude oder rauchende Schornsteine das Seeing nicht verschlechtern. Betonierete Flächen sind ebenfalls ungeeignet. In Richtung Venus sollten also hauptsächlich Wiesen und Wälder liegen.

Die Wahl der Vergrößerung hängt ein wenig von der scheinbaren Größe des Planetenscheibchens ab. Zum Zeitpunkt der besten Beobachtungsbedingungen ist Venus während der ersten Sichtbarkeitsperiode im Frühjahr rund 24" groß, in der zweiten Phase im Spätsommer hingegen um die 18". Das ist recht ordentlich, so dass Vergrößerungen von 150x bis 200x ausreichend sind. Man sollte aber in jedem Fall darauf achten, dass das Venusscheibchen nicht allzu dunkel wird, damit die recht kontrastarmen Strukturen nicht verschwinden. Auch das Überstrahlen durch eine zu helle Planetenscheibe verhindert das Erkennen von Details. In diesem Fall wählt man eine etwas höhere Vergrößerung oder bringt zusätzlich noch ein leichtes Graufilter in den Strahlengang.

Welche Wolkenstrukturen sind zu sehen?

Der Anblick des dunklen und tiefvioletten Planetenscheibchens ist zunächst einmal sehr gewöhnungsbedürftig. Am Anfang fällt es deswegen recht schwer, auf der „Oberfläche“ so etwas wie Details zu erkennen. Mit der Zeit gewöhnt man sich aber an den Anblick und man kann sich auf die Jagd nach Wolkenstrukturen machen.

Am einfachsten sind die beiden „Polkappen“ zu sehen. Das sind zwei helle Stellen, die je nachdem recht auffällig sein können. Nach einer Weile schälen sich dann weitere Details wie helle und dunkle Flecken heraus. Diese Flecken sind sehr kontrastarm und subtil. Am Anfang scheinen diese Flecken überall auf dem Venusscheibchen umher zu springen, doch mit der Zeit erkennt man ein wiederkehrendes Muster, die Fluktuationen werden weniger und man kann den Strukturen dann auch eine Form bzw. Position zuordnen. Von Zeit zu Zeit hat man sogar Glück und man findet auf Venus Wolkenstrukturen mit einem besonders hohen Kontrast vor, die einem recht schnell und deutlich ins Auge fallen.

Dennoch sollte man sich darüber im klaren sein, dass die Beobachtung von Venuswolken im Grenzbereich stattfindet und die erzielten Ergebnisse eine deutliche Streuung und Ungenauigkeiten aufweisen können. Spaß macht es aber allemal!

Spacewalk Destinations

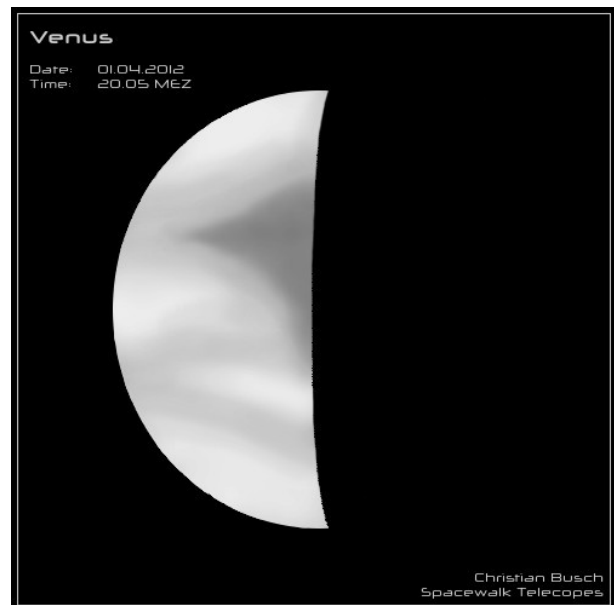
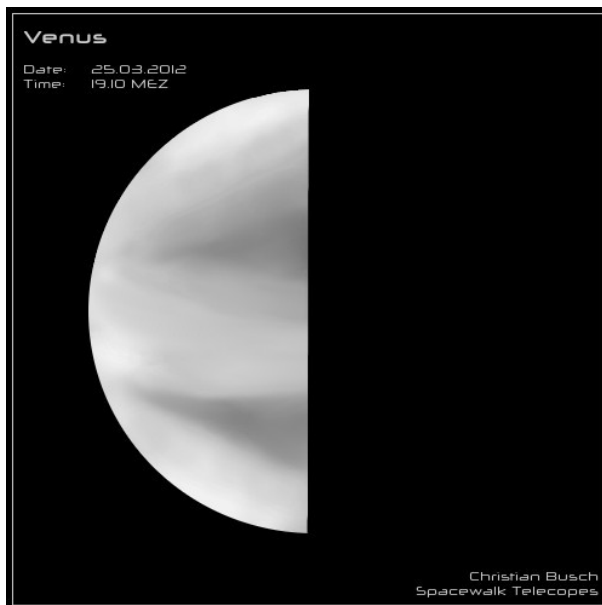
Die Wolken von Venus

Beobachtungsergebnisse mit einem 10" Dobson- Teleskop

Die nachfolgenden Ergebnisse sind mit einem 10 Zoll f/4.6 Dobson- Teleskop und einem selbst geschliffenen Spiegel im Frühjahr 2012 erzielt worden. Zu dieser Zeit hatte Venus ebenfalls eine wunderbare Abendsichtbarkeit zu bieten, so dass ich mich über einen Zeitraum von mehreren Wochen hinweg immer wieder in der Abenddämmerung auf die Jagd nach den Wolken von Venus gemacht habe. Mein Beobachtungsplatz lag außerhalb großer Ortschaften auf einer immer frisch gemähten Wiese.

Die Zeichnungen sind über einen Zeitraum von 20 bis 25 Minuten bei einer Vergrößerung von $V=205x$ in Verbindung mit dem Violett- Filter (Wratten #47) der Firma Meade gemacht worden. Dabei hatte ich oft meine Nachführplattform laufen, um den Planeten über die gesamte Zeit hinweg im Gesichtsfeld halten zu können.

Bei den finalen Ergebnissen habe ich den Kontrast deutlich nach oben gezogen, damit die Strukturen auch gut erkennbar sind. Wie schon erwähnt, sind die Details im Teleskop deutlich fahler und subtiler.



Obwohl die Beobachtung von Wolkenstrukturen auf Venus im Grenzbereich zum UV nicht einfach sind und ein wenig Übung sowie Geduld erfordern, sollte man sich davon nicht abhalten lassen. Denn auch die damit verbundenen Unsicherheiten bzgl. der Position und der Ausprägung von Details machen die Sache sehr spannend.

Alles in allem ist die Beobachtung der Venuswolken sicherlich ein interessantes Thema, das man sich im Jahr 2020 nicht entgehen lassen sollte.

In diesem Sinne viel Spaß beim Beobachten.

Christian Busch