



Jupiter - Großer Roter Fleck (GRF) und Oval BA

Über die Natur dieser Wirbel und eigene Beobachtungen seit 2009

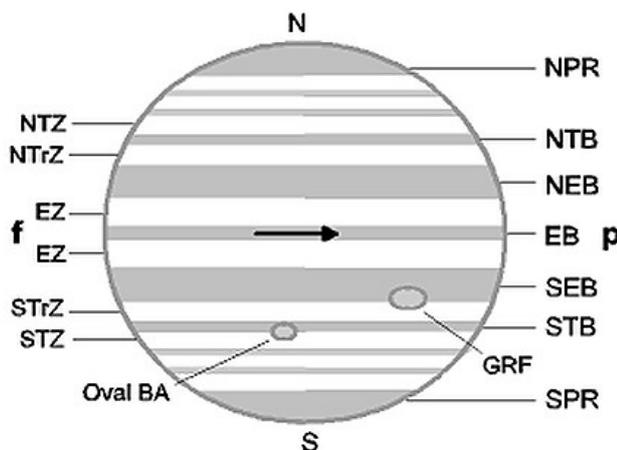
0. Einleitung

Mit kleineren Teleskopen können Sternfreunde auf den Planeten Mars und Jupiter Details erkennen und deren Veränderungen beobachten. Bei Saturn sind die Möglichkeiten eingeschränkt, denn auf dem Ringplanet sind nur die geometrische Ansicht der Ringe und Schatten von Planet und Ringe beobachtbar. Details auf der Oberfläche können bisher erst in wesentlich größeren Teleskopen erkannt werden, neue Kameras und verfeinerte Bildbearbeitungsprogramme werden in absehbarer Zeit auch hier mit Amateurlinienteleskopen Details sichtbar machen.

Die Atmosphäre des Jupiter zeigt viel Interessantes. Oft fallen die beiden Bänder NEB und SEB beidseits des Äquators auf, die allerdings auch verblassen können. Weiterhin gibt es helle und dunklere Flecke mit spezielle Bezeichnungen, die sich immer wieder neu bilden und auflösen. Besondere Erscheinungen sind die zwei großen und sehr langlebigen Wirbelstürme Großer Roter Fleck (GRF) und Oval BA, die sich gut beobachten lassen.

1. Die Jupiteratmosphäre

1.1 Nord/Süd-Orientierung, Bezeichnung wichtiger Bänder und Zonen, Rotationsrichtung



Bezeichnungen der wesentlichen Bänder und Zonen.

GRF und Oval BA sind den Bändern und Zonen richtig zugeordnet, nur die Längenpositionen sind frei gewählt.

EB Äquatorialband; SEB Südliches Äquatorialband; STB Südliches Temperiertes Band; SPR Südpolarregion;

EZ Äquatorialzone;

STzZ Südliche Tropische Zone; STZ Südliche Temperierte Zone

f-Rand und p-Rand, Rotationsrichtung durch Pfeil gekennzeichnet

Bei den Fotos sind zwei unterschiedliche Orientierungen üblich: Traditionell wurde Jupiter mit dem Südpol oben, wie er im umkehrenden Teleskopen sichtbar ist, gezeichnet und oft sind die Fotos so ausgerichtet.

Die andere Orientierung mit dem Nordpol schließt sich an die gewohnte Orientierung an, die wir von Darstellungen auf der Nordhalbkugel der Erde gewohnt sind. In den vergangenen Jahren hatte ich Jupiter mit Süden oben dargestellt. Inzwischen habe ich mich für die anschaulichere Ausrichtung mit Norden oben entschieden, die eine immer breitere Anwendung findet.

Auf dem Bild ist die Rotationsrichtung mit einem Pfeil angegeben. Infolge der Rotation erscheinen Objekte am Westrand (f-Rand, engl. following, nachfolgend) und verschwinden am Ostrand (p-Rand, engl. preceding, vorausgehend). Weiterhin befindet sich wegen des Phasenwinkels die Dämmerungszone vor dem Opposition am Ostrand (p.-Rand) und danach am Westrand (f-Rand). Die Bezeichnungen f und p werden benutzt, um Verwechslungen mit Ost und West zu vermeiden. Dazu folgende nicht ganz einfach nachvollführbare Überlegungen: Für irdische Beobachter befindet sich der Westrand des Planeten links, also am Horizontsystem östlich und der Ostrand rechts, entsprechend am Horizontsystem westlich.

1.2. Die Rotation und die Strömungen in der Jupiteratmosphäre

Früher nahm man an, dass die äquatornahen Zonen und das Äquatorband am schnellsten rotieren und die Geschwindigkeiten polwärts langsamer werden. Besonders durch Raumsonden konnten neue Erkenntnisse über die Jupiteratmosphäre gewonnen werden. Die Atmosphäre erweist sich als ein sehr komplexes dynamisches System, das noch viele Rätsel aufgibt. Die unterschiedlichen Strömungen sind sowohl von den jovigrafischen Breiten als auch von den Höhenschichten abhängig.

Die Atmosphäre hat eine größere Ausdehnung, als uns Jupiter erscheint. Die Begrenzung der Atmosphäre im sichtbaren Licht wird einem bestimmtem Druck zugeordnet. Die Randverdunkung entsteht durch den Blick in darunterliegende Teile der Atmosphäre. Tiefere Schichten sind für uns unsichtbar und gehen in einen flüssigen Kern über, der im Wesentlichen aus Wasserstoff und Helium besteht. Übrigens muss die Ausdehnung der Jupiteratmosphäre im infraroten Licht nicht zwangsläufig mit der im sichtbaren Licht übereinstimmen. Die Strömungen verlaufen nicht einmal in der gleichen Richtung analog der Rotation, sondern auch entgegengesetzt. Deshalb können sich GRF und Oval BA zwar begegnen, aber nicht durch "Überholen", weil sich Oval BA relativ zur Umgebung rückläufig bewegt.

Die bekannten Rotationssysteme System I und II stellen die Strömungen der Atmosphäre nur sehr genähert dar. System I bezieht sich auf die äquatorialen Bereiche, System II für den Rest des Planeten; früher wurde System II nur auf die dunkleren detailreicheren Bänder bezogen. Das System III der Rotationsperiode der Radiostrahlung wird der Rotation des festen Kernes zugeschrieben.

Alle Rotationssysteme haben sicherlich ihre Berechtigung, aber keines hat einen festen Bezug zum Planeten. Zwischenzeitlich war ich der Meinung, man solle die Zentralmeridiane aller Systeme bei den Beobachtungen angeben. Doch nun bleibe ich beim System II, andere verwenden zusätzlich auch die Systeme I und III. Vorteile mag es bei diesen drei Angaben geben, wenn man Beobachtungen vergleichen will.

2. GRF und Oval BA

2.1 GRF

Der GRF (engl. Great Red Spot, GRS) ist schon sehr alt, wurde erstmals im Jahr 1891 beobachtet. Möglicherweise wurde er bereits im Jahr 1664 gesichtet. Da aber aus dieser frühen Zeit nur sehr wenige Beobachtungen bekannt sind, lässt sich nicht sicher nachvollziehen, ob dieser Fleck aus der frühen Beobachtung von 1664 mit dem heutigen GRF identisch ist.

Es ist ein Antizyklon, der sich entsprechend der südlichen Lage entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn dreht (entspricht einem Hochdruckgebiet in der Erdatmosphäre). Ende des 19. Jahrhunderts hatte er eine Ausdehnung von 40.000 km x 14.000 km. Mit den Aufnahmen der Raumsonde Voyager wurde nur eine Länge von knapp 24.000 km festgestellt. Seit 2012 wird das Oval zunehmend kleiner. 2014 hatte der GRF eine Länge von nur noch 16.500 km. Nach eigenen Beobachtungen aus dem Jahr 2019 war der GRF 16.000 km x 11.500 km groß und 2023 habe ich eine Größe von ca. 14200 km x 10200 km mit vorhandenen Meßfehlern gemessen. Auch zeigt sich dieser Wirbelsturm von unterschiedlicher rötlicher Intensität.

2.1.1 Veränderungen des GRFs im Jahr 2019

Dieses Oval verändert im Laufe der Jahre Kontrast und Farbe. Doch waren die Veränderungen des GRF im Jahr 2019 intensiver als bisher beobachtet. Der orange-rote GRF wird gewöhnlich von einer weißlichen Strömung umgeben. Neben dem GRF verstärkte sich ein dunkler Fleck und zog Material aus dem GRF ab. Der GRF hatte sich bereits in den vergangenen Jahrhunderten verkleinert, wird dies nun so weitergehen?

Da der GRF ein Antizyklon ist, liegt die rötliche obere Schicht höher und wird offensichtlich nicht durch andere Schichten überdeckt. Die Herkunft der roten Färbung ist noch unbekannt. Aber die Änderung der GRFs steht im Zusammenhang mit dem Aussehen des SEB. Wenn das SEB blass ist, erscheint der GRF eher kontrastreich und umgekehrt.

2.2 Oval BA

Oval BA:

In Jahr 1939 wurden im Bereich des Südlichen Temperierten Bandes STB und der Südlichen Temperierten Zone STZ drei lange dunkle Abschnitte beobachtet, aus der sich drei weiße Ovale mit den Bezeichnungen FA, DE und BC bildeten. Anfangs nahmen die drei Wirbel etwa 90° des Jupiterumfangs ein. Sie näherten sich an, 1965 waren es nur noch 10°. Im Juli 1998 verschmolzen DE und BC zu einem Wirbel BE. FA blieb bis zum Jahr 2000 separat. Seit September 2000 erfolgte eine weitere Verschmelzung zu

dem immer noch existierenden Oval BA.

Dieser Wirbel ist ein Zyklon, der sich entsprechend seiner südlichen Lage im Uhrzeigersinn dreht, entspricht in der Erdatmosphäre einem Tiefdruckgebiet. In seiner Größe ist Oval BA vergleichbar mit der Erde. Nach eigenen Beobachtungen im Jahr 2019 war Oval BA mit 6.600 km x 5.000 km merklich kleiner als der GRF. Anfangs war dieser Wirbel weiß und nahm etwa 2006 eine rötliche Färbung an und wird deshalb auch Red Junior genannt. Seit den Jahren 2007 und 2008 verblasste Oval BA und sieht jetzt gelblich grau aus. Dunkle Flecke folgten diesem Oval BA und beeinflussten diesen Wirbel. Beim GRF und Oval BA treten Geschwindigkeiten bis zu 650 km/h auf.

Der Zyklon Oval BA ist im Gegensatz zum Antizyklon GRF von anderer Natur. Es liegt vermutlich etwas tiefer, wird wahrscheinlich nicht von anderen Schichten überdeckt. Oval BA ist oft von einem schmalen dunkleren Rand umgeben.

2.2.1 Trifft des Oval BA in den vergangenen Jahren

Mit eigenen Beobachtungen seit dem Jahr 2012 habe ich die Positionen gemessen. Doch nach den Beobachtungen des Jahres 2019 hat sich die Trifft gegenüber dem System II beschleunigt. Weitere Beobachtungen werden zeigen, ob dies nur vorübergehend ist.

2.3 Veränderungen in Farbe und Größe

Bemerkenswert ist, dass beide Ovale sich immer zwischen einem speziellen Band und einer speziellen Zone befinden. Deshalb kommen diese Wirbel auch nicht zusammen.

Zur Beobachtung ist es vorteilhaft, wenn man weiß, wann diese Ovale sichtbar sind. Für diesen Zweck müssen die Zentralmeridiane bekannt sein. Für den GRF geben verschiedene Quellen die Zeiten an, wann er sich im Zentralmeridian befindet. Kennt man seine Position, kann man sich auch an den Zentralmeridianen orientieren.

Oval BA ist nicht so groß und kontrastreich. Um ihn gezielt zu beobachten, verwende ich die Position aus dem Diagramm und die Zentralmeridiane aus den monatlichen Tabellen, z. B. für April 2020 im Anhang.

2.4 Begegnungen von GRF und Oval BA:

Seit 2011 beobachte ich regelmäßig Jupiter mit diesen beiden Ovalen. WinJUPOS ermöglicht die Positionen dieser Wirbelstürme zu messen und die Positionen als Längen im System II anzugeben. Da Jupiter keine feste Oberfläche hat und die Atmosphäre unterschiedlich rotiert, beziehen sich diese von mir gemessenen Längen auf das so definierte System II. Beide Flecke verändern ihre Positionen. Die gemessenen Längen habe ich in den Diagrammen dieser Seite eingetragen.

Beim GRF nehmen die Längen zu und beim Oval BA ab. Deshalb treffen sich diese Ovale in ca. zwei Jahren auf gleicher Länge im System II. Die Längenänderungen von GRF und Oval BA verlangsamen sich, wenn sich Jupiter nahe des Perihels befindet. Die Periheldurchgänge in dem zu betrachtenden Zeitraum fanden 2011-03-17 und 2023-01-20 statt, im Aphel war Jupiter 2017-02-17. Außerdem soll sich die Geschwindigkeit von Oval BA erhöhen, wenn es sich ab ca. 50° dem GRF nähert. Dies zu beobachten, war bisher nicht einfach, weil die Begegnungen von GRF und Oval BA unglücklicher Weise nahe der Konjunktionen eintrat. Nur im Jahr 2012 und jetzt wieder 2023 ereignen sich diese Begegnungen während guter Sichtbarkeiten.

Die unterschiedlichen relativen Bewegungen sind von den Bewegungen der jeweiligen atmosphärischen Schichten abhängig. Der GRF hält sich zwischen Südlichem Äquatorialband (SEB) und der Südlichen Tropischen Zone (StrZ) auf. Andere Strömungen herrschen in dem Südlichen Temperierten Band (STB) und in der Südlichen Temperierten Zone (STZ), wo sich der Oval BA aufhält.

3 Auswertung und Vorbereitung von Beobachtungen mittels Diagramme und Zentralmeridiane

3.1 Diagramm für die Jahre 2011 bis 2020:

In den Anlagen befinden sich Diagramme, links ist jeweils die Zeitskala mit den Jahren und deren Quartalen eingetragen. Auf der rechten Seite sind teilweise Konjunktionen und Oppositionen angegeben. Oben und zwecks Übersichtlichkeit auch unten sind die Längen im Systems II eingetragen. Die Längen nehmen von rechts nach links zu entsprechend dem Anblick des Planeten (Norden oben).

In dem Diagramm sind die Längen des GRF und des Oval BA eingetragen, die ich auf meinen Fotos mit JUPOS gemessen habe. Die Genauigkeit beträgt etwa ein Grad, unter ungünstigen Beobachtungsbedingungen und bei Positionen nahe des Jupiterrandes nimmt die Genauigkeit etwas ab (bis maximal geschätzt drei Grad).

Leider konnte ich Oval BA im Jahr 2014 gar nicht und 2015 nur einmal im Februar beobachten, deshalb fehlen Positionen aus dem Jahr 2014 und für 2015 ist nur eine Position vom Februar zu finden. Bis zum Jahr 2016 war mit den wenigen Daten nicht zu erkennen, wie sich Oval BA bezogen auf System II bewegt.

Der GRF und das Oval BA bewegen sich im System II entgegengesetzt, d.h., beim GRF nehmen die Längen zu und beim Oval BA ab. Dies führt dazu, dass sich beide Ovale nach rund zwei Jahren begegnen, sich auf gleicher Länge befinden. Aus den Diagrammen ist ersichtlich, dass inzwischen drei Begegnungen stattfanden: Ende 2012, Ende 2014 und Ende 2016. Leider habe ich aus diesem Zeiten keine unmittelbaren Beobachtungen, zumal die Begegnung 2016 wenig nach der Konjunktion am 26. September stattfand und daher schwierig beobachtbar war. Auch die Begegnung zum Jahreswechsel 2018/2019 war nicht beobachtbar, da diese kurz nach der Konjunktion am 26. November 2018 erfolgte.

Die Trifft der Ovale ist hier durch Geraden dargestellt. Für das Jahr 2019 wird für Oval BA die gestrichelte Linie als extrapolierte Bewegung angegeben.

3.2 Auswertung und Vorbereitung von Beobachtungen mittels Diagramme:

Ursprünglich wollte ich mit diesem Diagramm nur die Längenänderungen der beiden Ovale darstellen. Da sich Oval BA recht schnell bewegt, kann man für zukunftsnahe Beobachtungszeiten ableiten, auf welcher Länge sich die Ovale befinden werden und danach die Beobachtungen planen.

Im Jahr 2016 fehlte mir zunächst die aktuelle Position des Oval BA. Mit Hilfe des Diagramms konnte ich meine Aufnahmen der zurückliegenden Jahre noch einmal nach dem Oval BA durchsehen und auch bisher nicht beachtete Fotos mit Oval BA finden.

Für künftige Beobachtungen sind die wahrscheinlichen Positionen aus dem Diagramm zu erkennen. Günstige Beobachtungszeiten folgen aus bekannten Zentralmeridianen.

4. verschiedene Quellenangaben und Links

Wikipedia

Roth, Planeten beobachten

<https://www.astropage.eu/sonnensystem/planeten/jupiter/jupiter-atmosphaere/>

https://de.frwiki.wiki/wiki/Atmosphère_de_Jupiter

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019103511002508>

Karl-Heinz Bücke

Bearbeitungsstand: 2023-09-03