

# Präzession

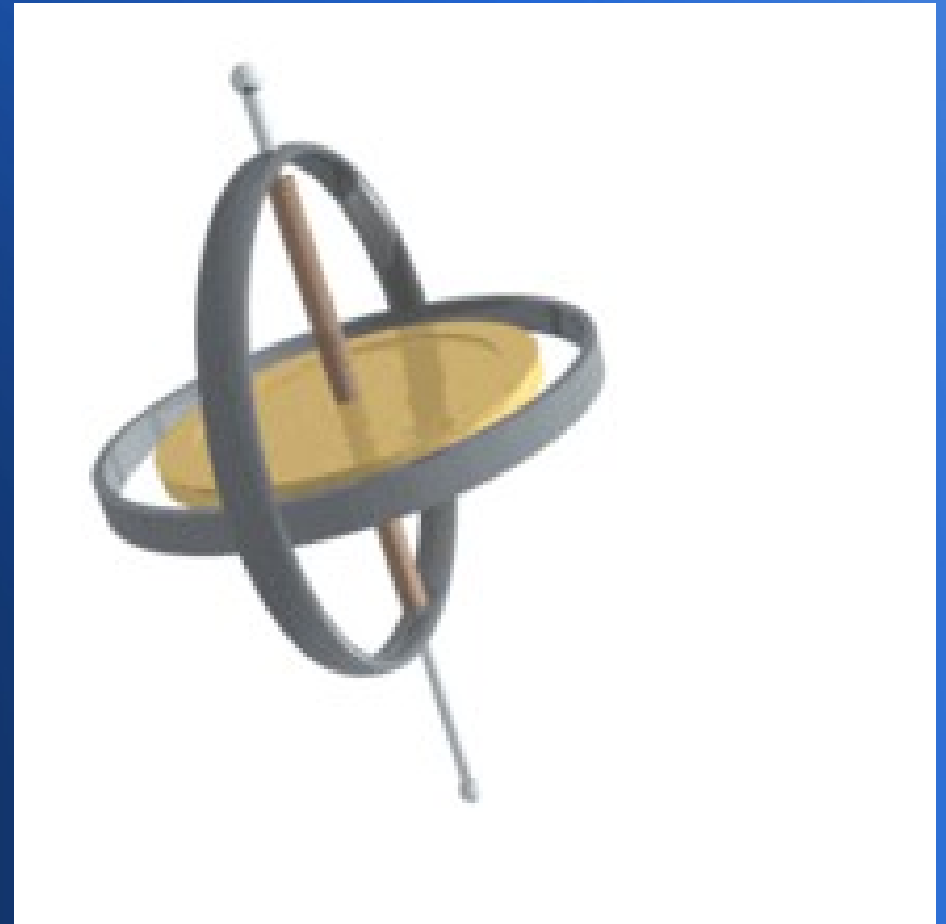
Von Anika Damm

# Inhalt

- 1 Präzession der Erde
  - 1.1 Definition
  - 1.2 Präzession der Erde
  - 1.3 Folgen
- 2 Präzession in Sternsystemen
  - 2.1 Doppelsterne
  - 2.2 Röntgendoppelsterne
  - 2.3 Präzession der Akkretionsscheibe
  - 2.4 SS 433
- 3 Quellen

# Definition

- Die Präzession ist die Richtungsänderung der Achse eines rotierenden Körpers, wenn äußere Kräfte auf ihn wirken

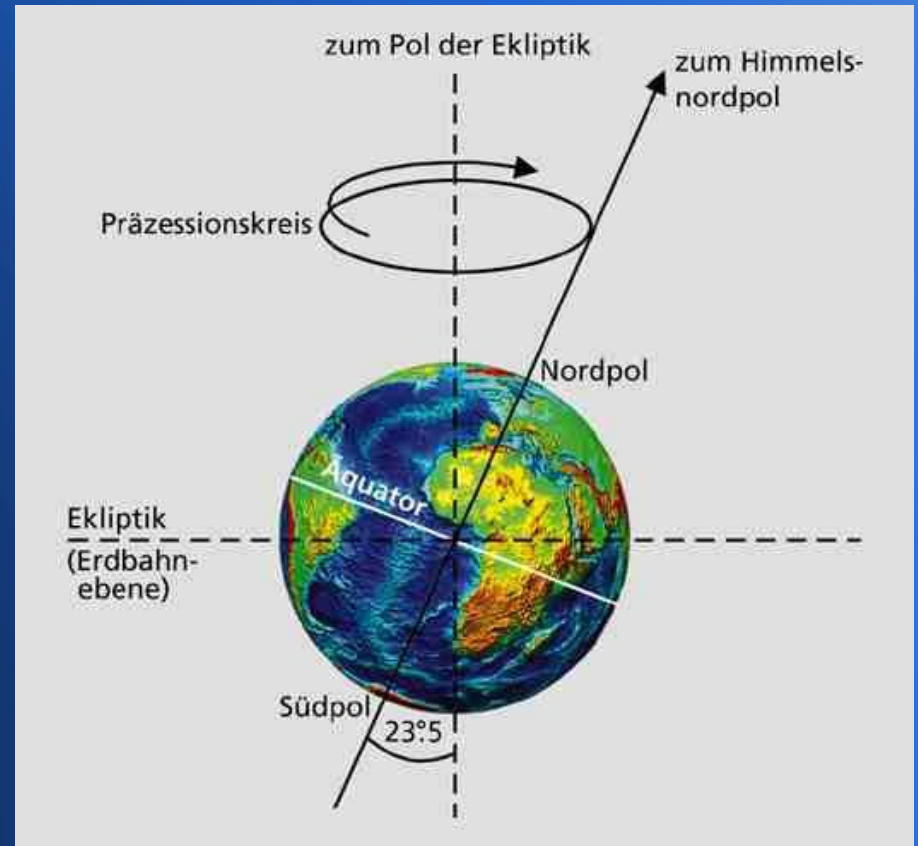


# Präzession der Erde

- Die Rotationsachse der Erde steht  $23^{\circ} 27'$  Grad schräg zur Senkrechten auf der Ekliptik
- Auf Grund der Präzession bewegt sie sich alle 25800 Jahre einmal um die Senkrechte herum

Ursachen:

- Die Erde ist leicht abgeplattet d.h. sie hat am Äquator eine Wulst
- Die Gravitation der Sonne und des Mondes greift am Äquatorwulst an und wirkt aufrichtend



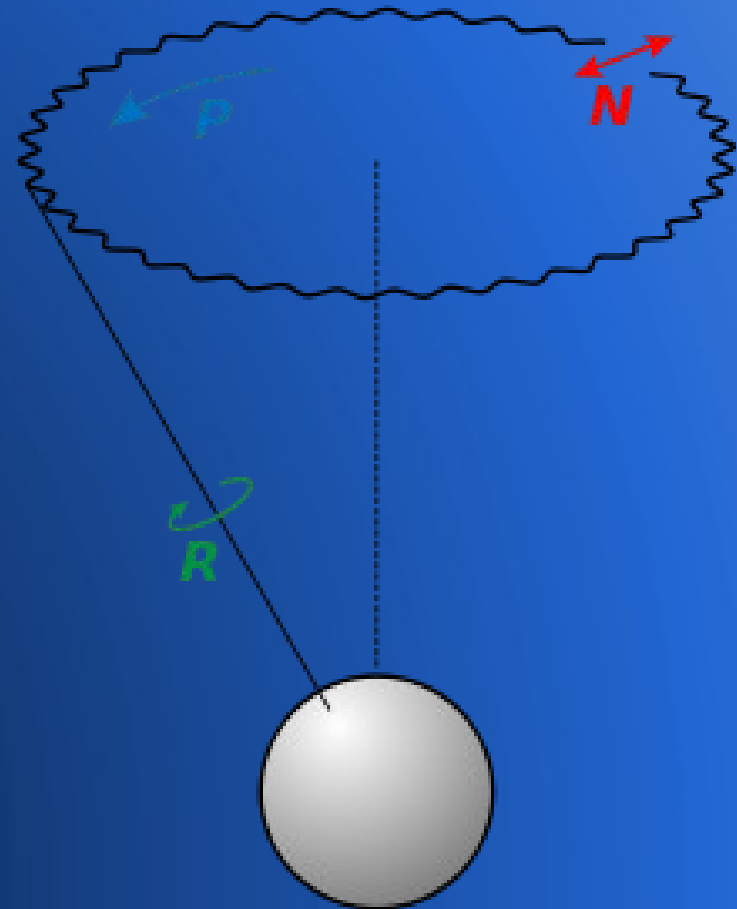
- Quelle:  
<http://www.astronomie.de/bibliothek/artikel-und-beitraege/rund-ums-sonnensystem/die-praezession/>

# Präzession der Erde

- Wegen der unterschiedlichen Distanz ist die Kraft an der sonnen- und mondzugewandten Seite größer
- Wegen der Rotation der Erde kommt es statt einer Verringerung der Achsenneigung zu einer Ausweichbewegung der Erdachse
- Die Sonne allein würde einen Präzessionszyklus von 81000 Jahren hervorrufen
- Der Mond allein würde einen Präzessionszyklus von 39700 Jahren hervorrufen

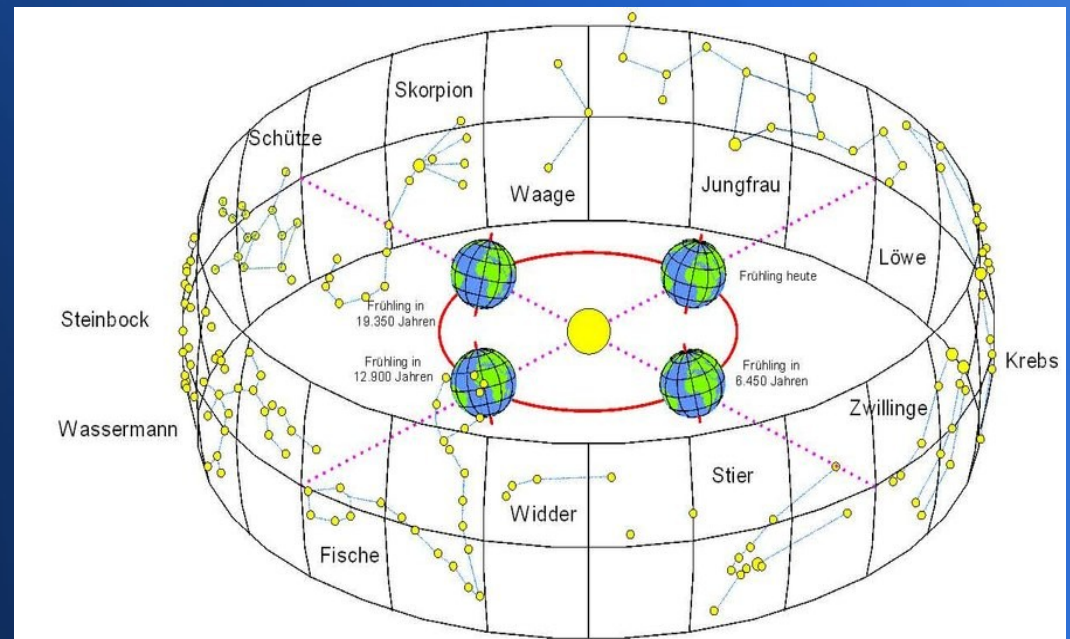
# Präzession der Erde

- Die Ebene der Mondbahn ist gegenüber der Ekliptik um etwa 5,1 Grad geneigt
- Die auf die Erde ausgeübten Kräfte sind wegen der Bahnbewegung des Mondes nicht konstant
- Dadurch kommt es zu kleinen periodischen Schwankungen der Richtung der Erdachse, welche sich der Präzession überlagern
- Diese Schwankung wird Nutation genannt
- Sie hat eine Periode von 18,6 Jahren



# Folgen

- Das tropische Jahr (Zeitspanne zwischen zwei gleichen Zeitpunkten im Ablauf der Jahreszeiten) ist kürzer als das siderische Jahr (Zeitspanne in der die Sonne von der Erde aus gesehen die gleiche Stellung am Himmel einnimmt, bezogen auf einen Fixstern)
- Die Position an der sich die Sonne bei Frühlingsanfang befindet verändert sich



- Quelle:  
<http://www.astronomie.de/bibliothek/artikel-und-beitraege/rund-ums-sonnensystem/die-praezession/>

# Folgen

- Die Position der Erdachse am Himmel verändert sich:
- Die Himmelpole sind die Durchstoßpunkte der verlängerten Erdachse durch das Himmelsgewölbe
- In Nordrichtung gibt es den Himmelsnordpol
- In Südrichtung gibt es den Himmelssüdpol
- Heute befindet sich der Stern  $\alpha$  Ursae minoris nahe dem Himmelsnordpol

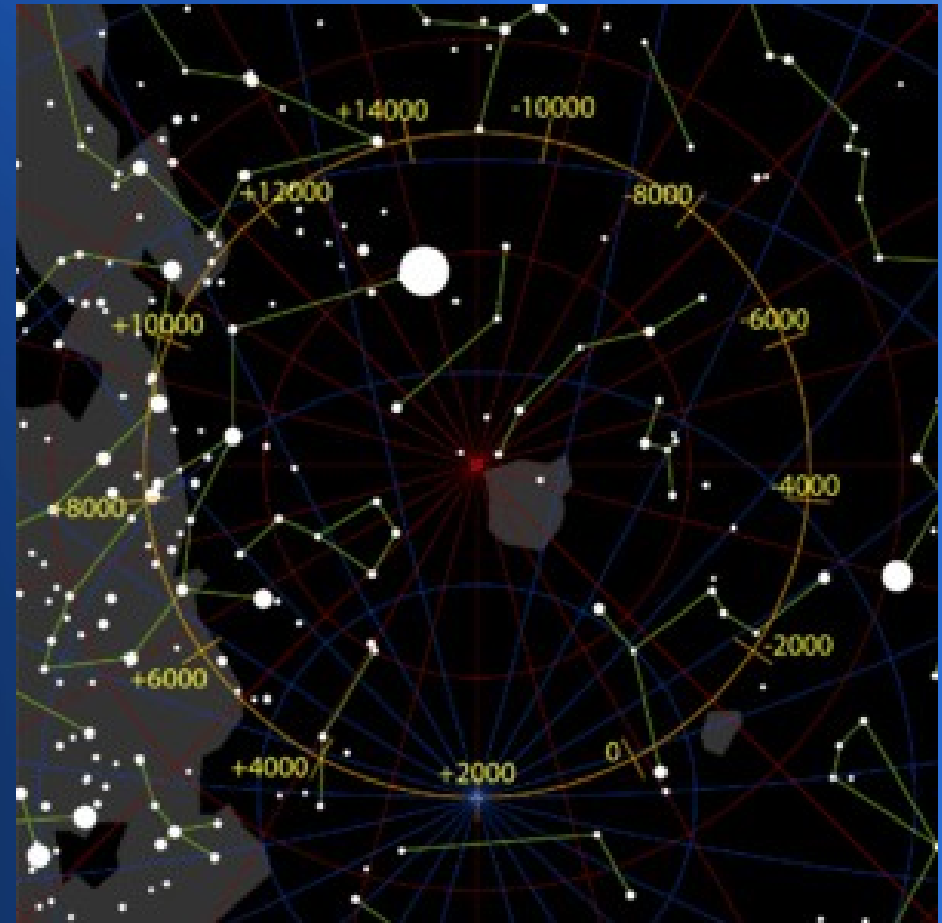


- Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Himmelspol> ;  
<http://www.redshift-live.com/de/kosmos-himmelsjahr/lexikon/Himmelspol.html>



# Folgen

- $\alpha$  Ursae minoris ist in unserer Hemisphäre der Polarstern
- Wenn sich die Erdachse wegen der Präzessionsbewegung verschiebt, verschieben sich auch die Himmelspole
- Dann liegen u.U andere Sterne nahe den Himmelspolen d.h. Es gibt einen anderen Polarstern
- In 12000 Jahren ist z.b. Die Wega der neue Polarstern

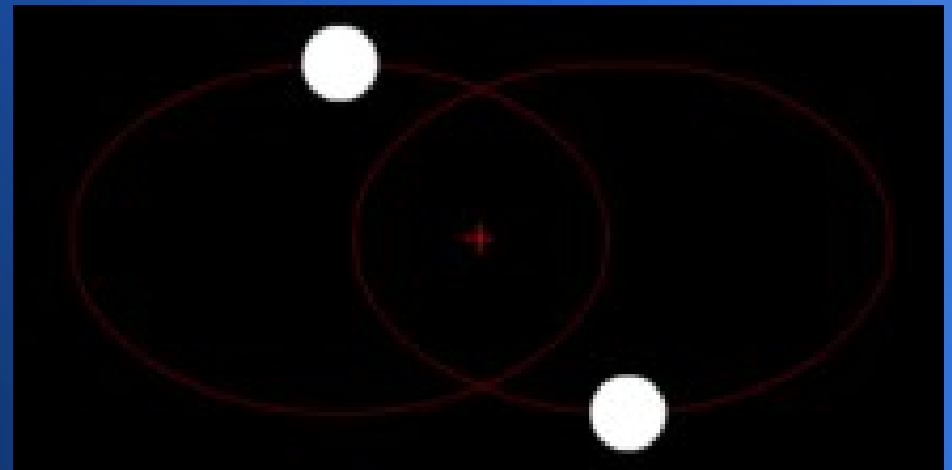


**Auf den vorherigen Seiten haben wir uns mit der Präzession der Erde, also eines Planeten beschäftigt**

**Präzession tritt jedoch auch bei Sternen auf. Hierzu bedarf es allerdings eines zweiten Sterns, welcher jene Kräfte auf den Stern ausübt, welche im Falle der Erde von Mond und Sonne ausgeübt werden. Dies kommt in Doppelsternsystemen vor.**

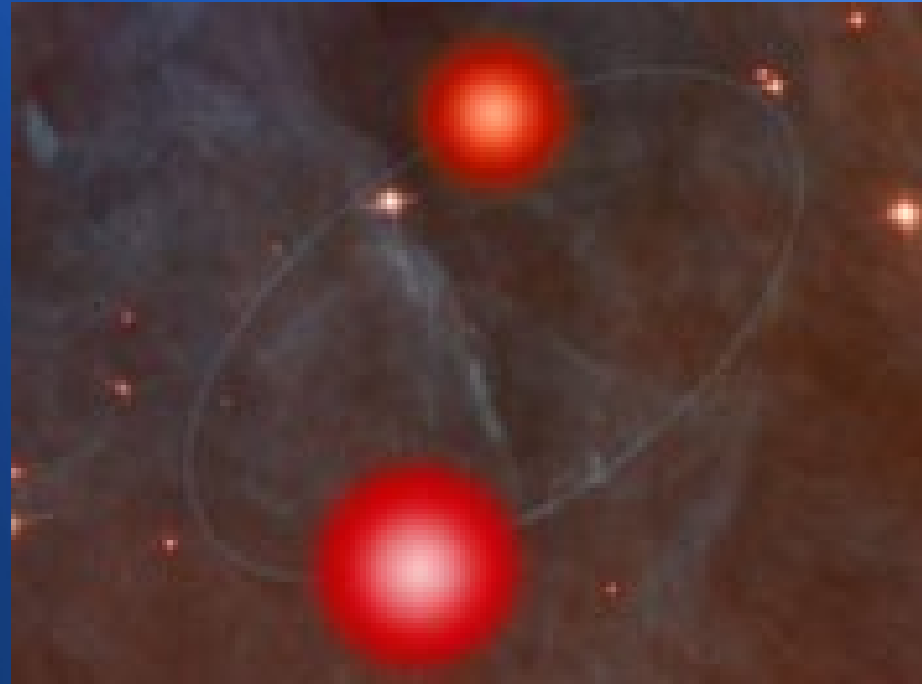
# Doppelsterne

- Ein Doppelstern bzw. Ein Doppelsternsystem besteht aus zwei Sternen, welche scheinbar oder tatsächlich am Himmel nahe beisammen stehen
- Es gibt optische Doppelsterne und physische Doppelsterne
- Optische Doppelsterne scheinen von der Erde aus nahe beieinander zu stehen, sind jedoch nicht gravitativ aneinander gebunden



# Doppelsterne

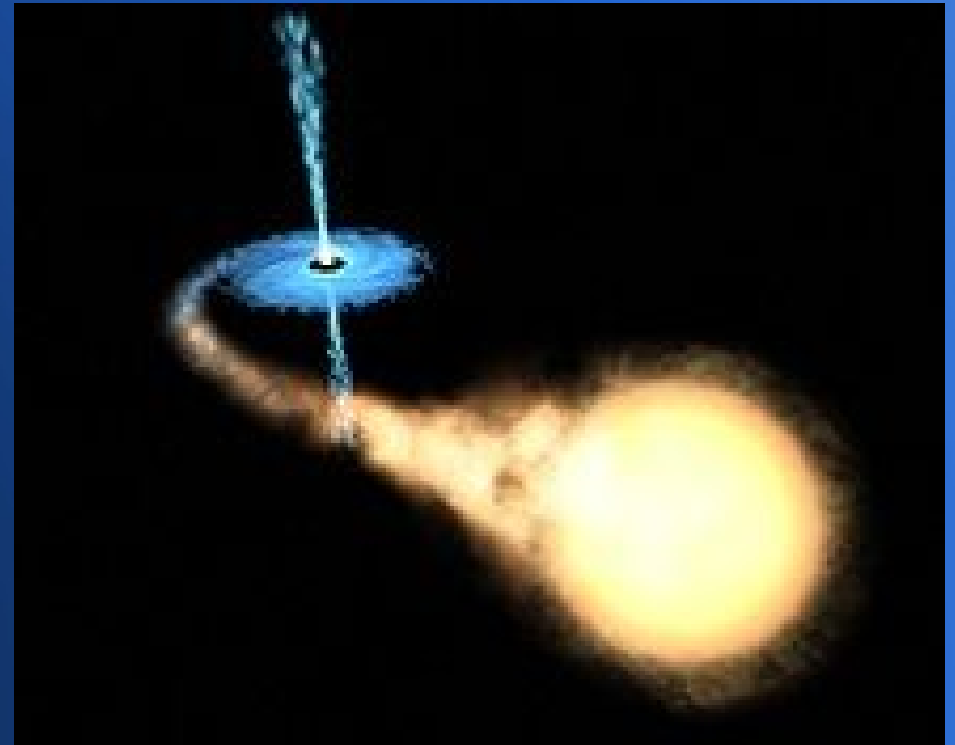
- Physische Doppelsterne sind wegen ihrer räumlichen Nähe gravitativ gebunden und bewegen sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt ( keplersche Gesetze)
- Doppelsterne unterscheiden sich von unserem Sonnensystem
- Bei uns gibt es nur einen Stern, unsere Sonne, um welchen Planeten kreisen
- In Mehrfachsystemen kommen drei oder mehr Sterne vor
- Mehr als die Hälfte aller Sterne unserer Milchstrasse befinden sich in Doppelstern-oder Mehrfachsystemen



Nach den normalen Doppelsternsystemen  
beschäftigen wir uns nun mit einem besonderen  
Doppelsternsystem: den Röntgendoppelsternen

# Röntgendoppelsterne

- Ein Röntgendoppelstern ist ein Doppelsternsystem, bei welchem ein normaler Stern mit einem kompakten Objekt (entweder ein schwarzes Loch oder ein Neutronenstern) verbunden ist
- Dabei fließt Materie vom Stern zu seinem kompakteren Partner
- Wegen des Drehimpulses bildet sich eine Akkretionsscheibe um den Stern



Quelle:

<http://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ntgendoppelstern>

# Röntgendoppelsterne

- Auf Grund der Reibung innerhalb der Scheibe heizt sich diese sehr stark auf und es wird Röntgenstrahlung ausgesandt

Auch in Röntgendoppelsternen gibt es Präzession.

Hier ist es die Akkretionsscheibe, welche präzediert.

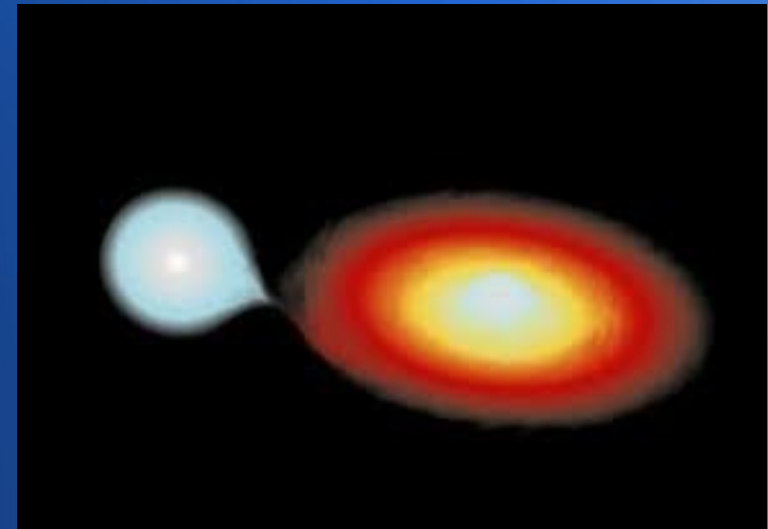


# Präzession der Akkretionsscheibe in Röntgendoppelsternen

- Das Verhältnis zwischen der Umlaufzeit und der Präzessionsperiode ist gegeben durch:

$$P/P_p = 3/7 \mu (1/1+\mu) R_o/a \cos \delta$$

- Das Massenverhältnis  $\mu$  ist gegeben durch:  $\mu = M_s/M_p$
- $M_s$  ist die Masse des zweiten Sterns
- $M_p$  ist die Masse des kompakten Objekts
- $R_o$  ist der äußere Radius der Scheibe
- $a$  ist die halbe Achse
- $\delta$  ist der Winkel zwischen der Bahn und der Scheibe

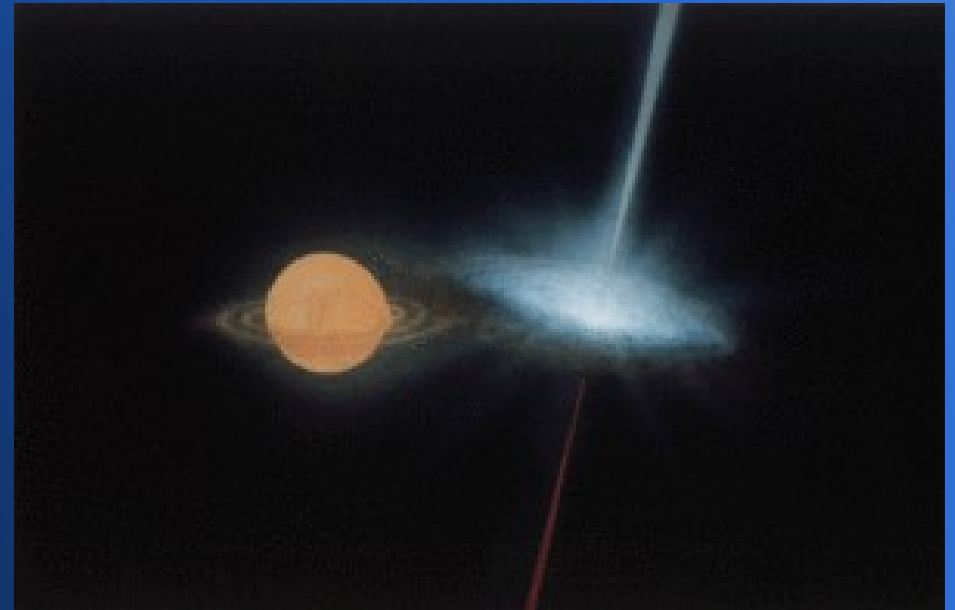


# Präzession der Akkretionsscheibe in Röntgendoppelsternen

- $R_o$  ist jedoch unbekannt
- $R_o$  ist proportional zum Massenverhältnis und lässt sich bestimmen durch:  
 $R_o = \beta R_R$
- $R_R$  ist ein bekannter Wert, welcher ebenfalls proportional zum Massenverhältnis ist
- $\beta$  ist für Massenverhältnisse von  $0,03 < \mu < 2/3$  gleich 0,86
- Bei Massenverhältnissen von  $2/3 < \mu < 30$  liegt  $\beta$  zwischen 0,85 und 0,6
- Für den Röntgenstern SS 433 ist  $\beta$  z.B. 0,84 und  $P/P_P = 13/164$
- Die Präzessionsperiode ist immer um einen Faktor  $> 10$  größer als die Umlaufzeit
- SS 433 ist interessant, da hier auch die Präzession zweier Jets zu sehen ist

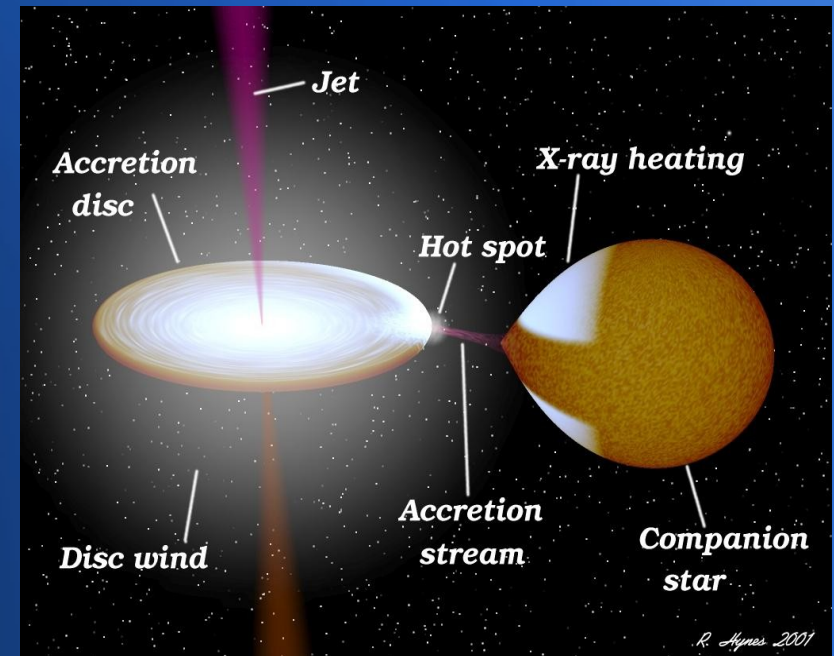
# SS 433

- SS 433 ist ein besonderes Doppelsystem mit zwei radio Jets, ein Mikroquasar
- Es besteht aus einem massereichen Stern und einem schwarzen Loch
- Lage: im Sternbild Aquila; im Zentrum des Supernovaüberrest W50
- Entfernung: 16000 Lichtjahre
- Das gesamte System ist von einem Gasring umgeben



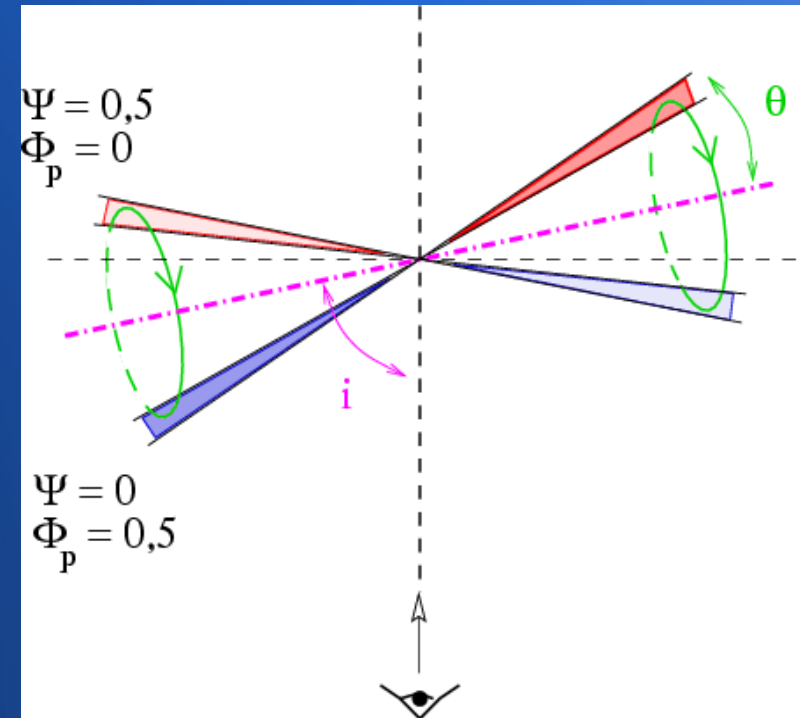
# SS 433

- Es werden Radiowellen und Röntgenstrahlen ausgesandt
- Im Spektrum sind H-alpha-Emissionslinien zu sehen
- Vom massereichen Stern fließt Materie zum schwarzen Loch
- Es bildet sich eine Akkretions-scheibe mit zwei einander entgegengesetzten Jets
- Die Jets präzedieren mit einer Periode von 164 Tagen
- Die Umlaufdauer beträgt 13 Tage



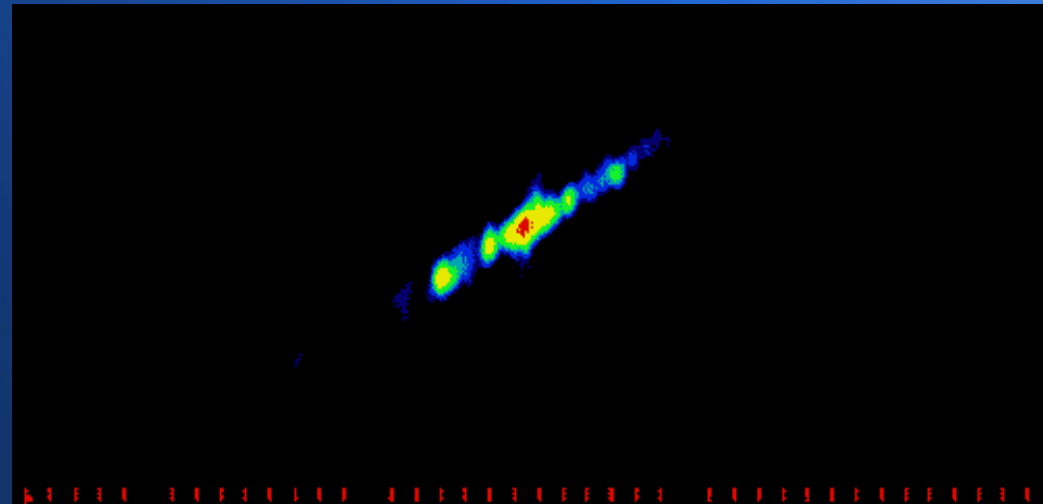
# SS 433

- Die Präzessionsperiode ist auf den Verschiebungen der Emissionslinien zu erkennen
- Die Jets erinnern an an den Wasserstrahl eines rotierenden Rasensprengers
- Auf dem Bild zu erkennen, dass der Jet, welcher zuvor zu uns zeigte nun von uns wegzeigt und umgekehrt
- Dies liegt an der Präzession
- Die Frequenz der Strahlung des uns zugewandten Jets wird blau verschoben, die Frequenz der Strahlung des uns abgewandten Jets wird rot verschoben (Dopplereffekt)



# SS 433

- Es wird angenommen, dass bei den Jets von SS 433 Materiepakete, sogenannte Blobs, ausgesandt werden oder Shocks erzeugt werden
- Dies geschieht mit 26 % der Lichtgeschwindigkeit
- Der Film rechts zeigt viele aneinander gereihete Aufnahmen der Jets von SS 433
- Man kann ihre Präzessionsbewegung erkennen



- Quelle: Sterne und Weltraum;  
[http://de.wikipedia.org/wiki/SS\\_433](http://de.wikipedia.org/wiki/SS_433)  
[http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/astro\\_co.html#ss433](http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/astro_co.html#ss433)

# Informationsquellen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4zession>

<http://www.astronomie.de/bibliothek/artikel-und-beitraege/rund-ums-sonnensystem>

[http://de.wikipedia.org/wiki/Nutation\\_%28Astronomie%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Nutation_%28Astronomie%29)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Himmelspol>

<http://www.redshift-live.com/de/kosmos-himmelsjahr/lexikon/Himmelspol.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelstern>

<http://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ntgendoppelstern>

[http://de.wikipedia.org/wiki/SS\\_433](http://de.wikipedia.org/wiki/SS_433)

[http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/astro\\_co.html#ss433](http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/astro_co.html#ss433)

“On the Precession of accretion discs” by J. Larwood, 1998, MNRAS, 299

“ SS 433 – ein Mikroquasar in unserer Galaxys” aus “ Sterne und Weltraum”  
von Axel M. Quetz

# Bildquellen

[http://de.wikipedia.org/wiki/Nutation\\_%28Astronomie%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Nutation_%28Astronomie%29)

<http://www.astronomie.de/bibliothek/artikel-und-beitraege/rund-ums-sonne/>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Himmelspol>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelstern>

<http://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ntgendoppelstern>

[http://de.wikipedia.org/wiki/SS\\_433](http://de.wikipedia.org/wiki/SS_433)

[Www.fh-gelsenkirchen.de/fb03/homepages/domogala/sp-betalyra3.JPG](http://www.fh-gelsenkirchen.de/fb03/homepages/domogala/sp-betalyra3.JPG)

[Www.aanda.org/index.php?option=com\\_image&format=raw&url=/articles/a](http://www.aanda.org/index.php?option=com_image&format=raw&url=/articles/a)

[Www.learningspaces.org](http://www.learningspaces.org)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4zession>

[www.br-online.de/wissen-bildung/spacenight/sterngucker/foto/doppelstern-](http://www.br-online.de/wissen-bildung/spacenight/sterngucker/foto/doppelstern-)

[www.mpia.de/suw/SuW/1996/12-96/S927Abb5-hr.jpg](http://www.mpia.de/suw/SuW/1996/12-96/S927Abb5-hr.jpg)



# Astroquiz

1) Was ist Präzession ?

- a) Die Rotation eines Körpers
- b) Die Richtungsänderung der Achse eines rotierenden Körpers
- c) Die Veränderung der Achsenneigung eines Körpers
- d) Die äußere Kraft, welche einen Körper zum rotieren bringt

2) Was geschieht bei der Präzession der Erde?

- a) durch die Gravitation von Mond und Sonne wird die Achsenneigung verringert
- b) Die Erde dreht sich um die Sonne
- c) Die Erde weicht von ihrer Umlaufbahn ab
- d) Die Erdachse bewegt sich periodisch um die Senkrechte

# Astroquiz

3) Was ist die Nutation ?

- a) kleine periodische Schwankungen der Richtung der Erdachse
- b) die Richtungsänderung der Mondachse
- c) die Präzessionsbewegung des Mondes
- d) ein anderes Wort fuer Präzession

4) Was ist eine Folge der Präzession der Erde ?

- a) die Erde wird ihre Umlaufbahn um die Sonne ändern
- b) das tropische Jahr ist kürzer als das siderische Jahr
- c) es gibt keine Jahreszeiten mehr
- d) der Abstand zwischen Erde und Sonne verringert sich

# Astroquiz

- 5) Warum wird der Polarstern nicht immer am Himmelsnordpol stehen?
- a) wegen der Verschiebung der Erdachse
  - b) Weil unser heutiger Polarstern langsam um die Erde kreist
  - c) Weil unser heutiger Polarstern nicht mehr existiert und wir nur noch jenes Licht sehen, welches er vor Jahren ausgesandt hat
  - d) weil die Sonne in naher Zukunft den Polarstern verdecken wird
- 6) Was sind physische Doppelsterne?
- a) zwei Planeten bewegen sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt
  - b) zwei Galaxien bewegen sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt
  - c) zwei Sterne bewegen sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt
  - d) zwei Sterne scheinen nah beieinander zu stehen, sind jedoch nicht gravitativ aneinander gebunden

# Astroquiz

7) Was sind Röntgendoppelsterne?

- a) Ein Doppelsternsystem bestehend aus einem Planeten und einem schwarzen Loch
- b) Sterne auf denen sich Aliens mit Röntgenstrahlung beschiessen
- c) Zwei schwarze Loecher, welche einander umkreisen
- d) Ein Doppelsternsystem bestehend aus einem Stern und einem schwarzen Loch bzw. Neutronenstern

8) Was ist ein Mikroquasar?

- a) unser galaktisches Zentrum
- b) ein besonderes Röntgendoppelsternsystem mit zwei Jets
- c) Ein Planet aus einer anderen Galaxie
- d) Ein Satellit