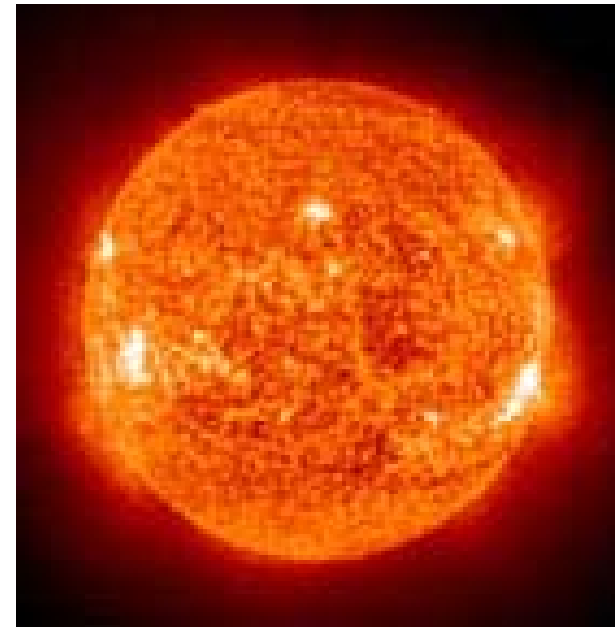


# Jahreszeiten





# Kinderlieder

---

**"Es war eine Mutter. Die hatte vier Kinder:  
den Frühling, den Sommer,  
den Herbst und den Winter."**

**"Der Frühling bringt Blumen,  
der Sommer den Klee.  
Der Herbst, der bringt Trauben,  
der Winter den Schnee."**

# Kunst



Frühling



Sommer

Giuseppe Arcimboldo (1527 - 1593): Die vier Jahreszeiten

# Kunst



Herbst



Winter

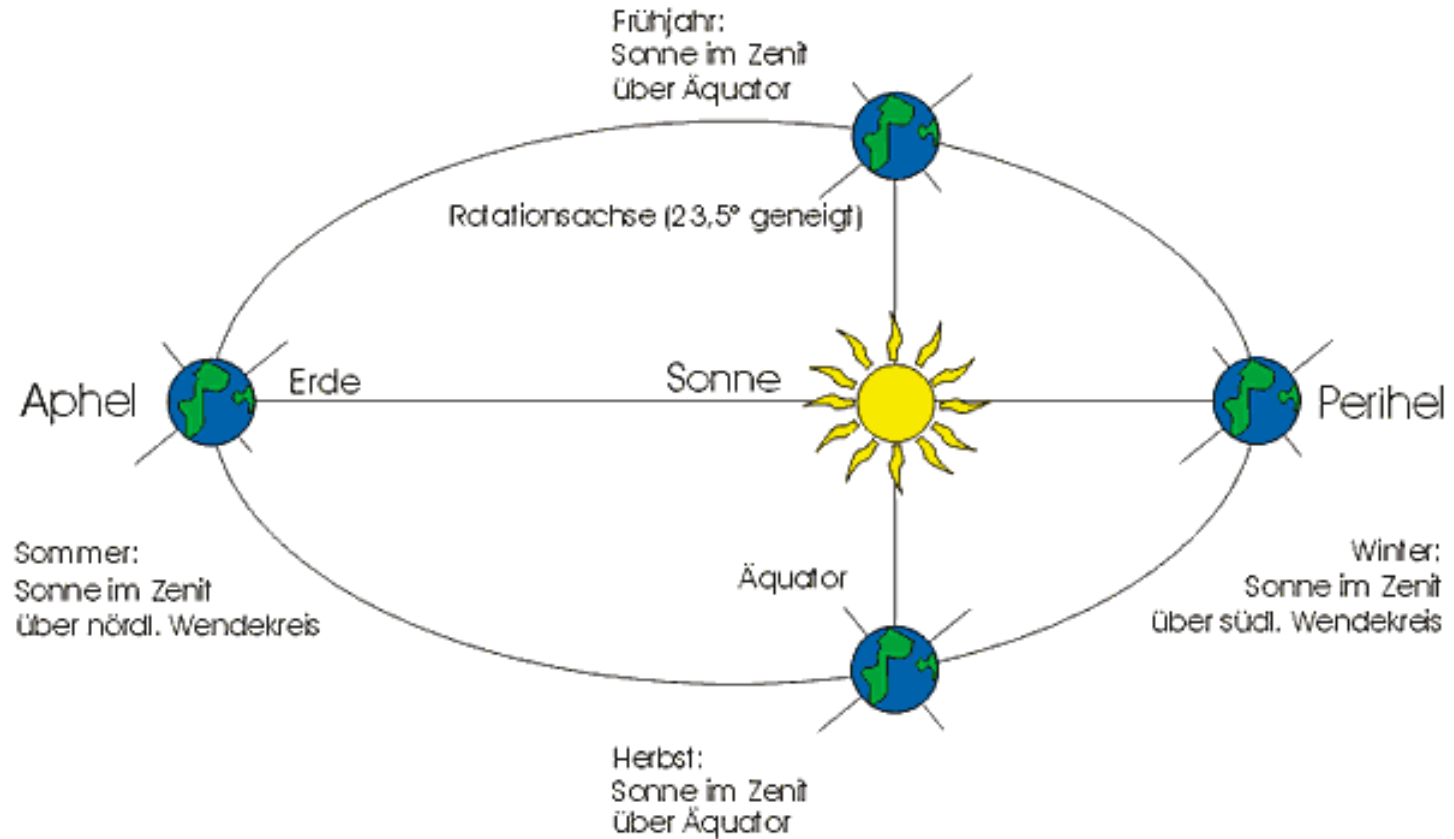
# Natur



# Natur



# Revolution



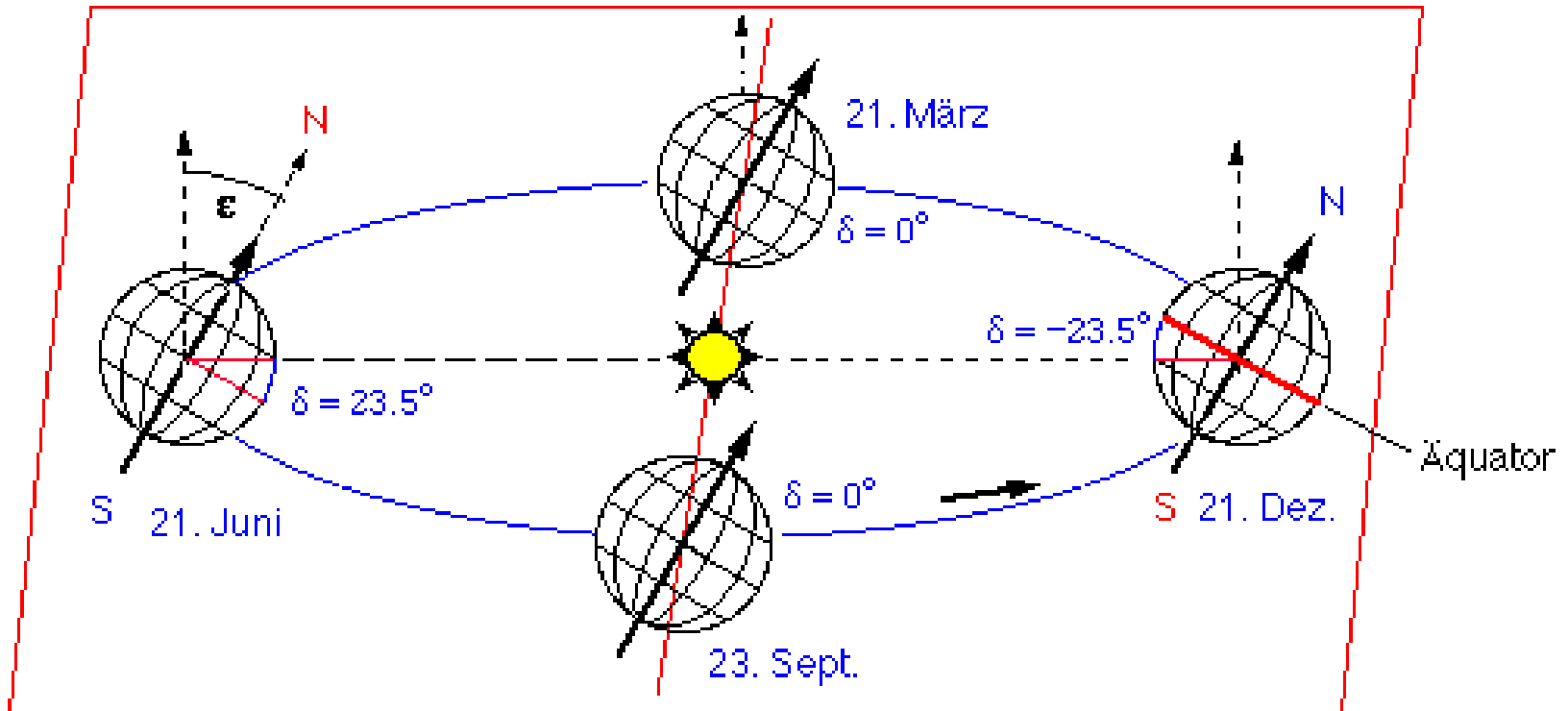


# Revolution

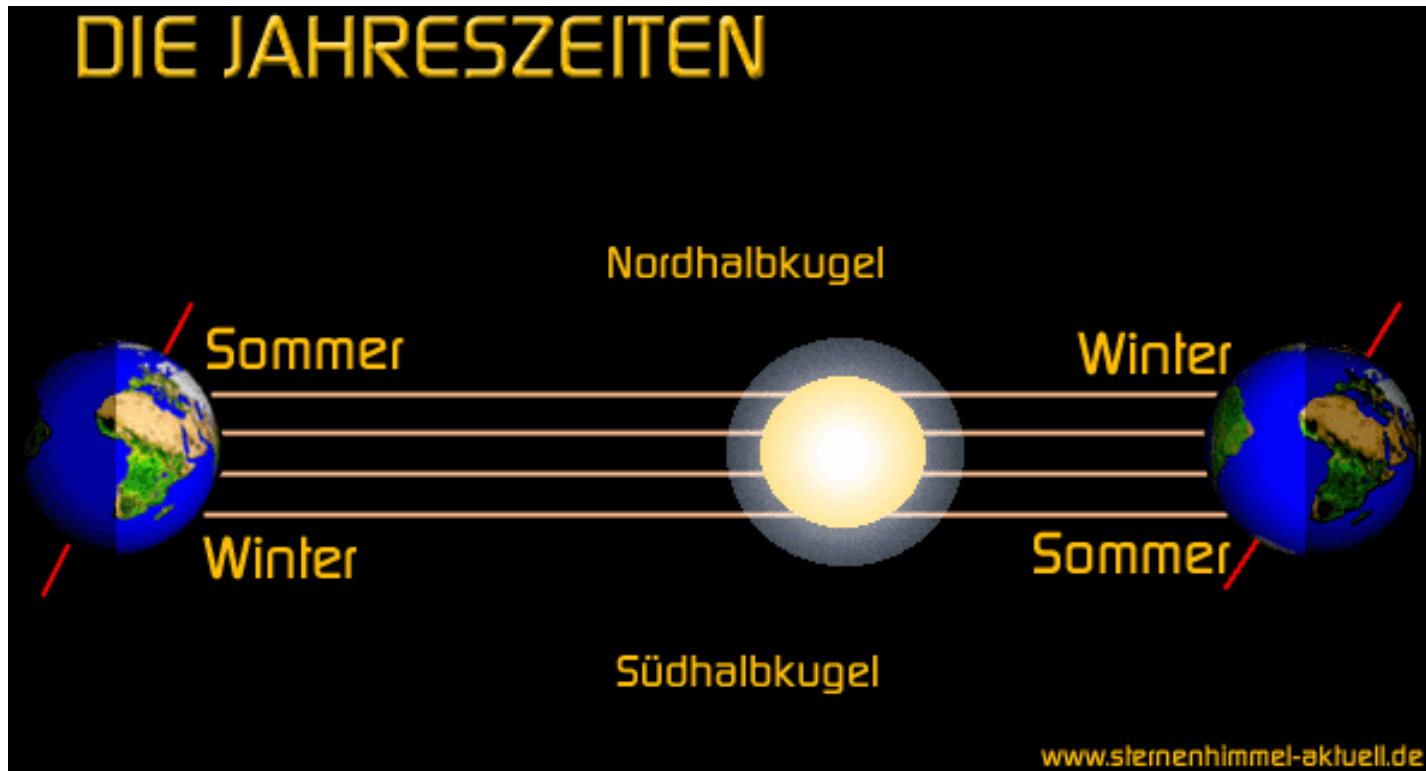
---

<http://lo-net2.de/group/Material/jahreszeiten/Aufgaben.html>

# Deklination der Sonne



# Einfallswinkel



# Ekliptik - Äquator

Bei ihrem jährlichen Umlauf um die Sonne bewegt sie die Erde in einer Bahnebene, die man als **Ekliptik** bezeichnet.

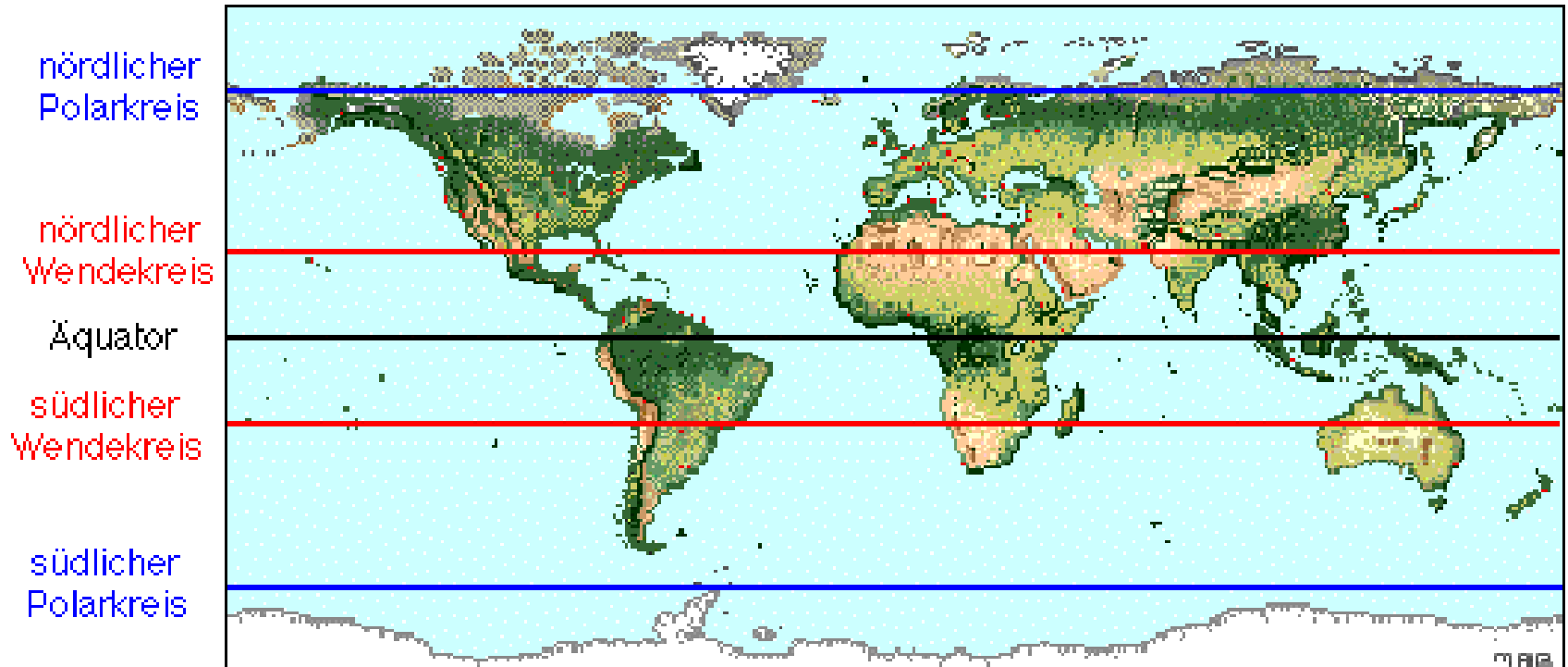
Die Erdbahn hat die Form einer **Ellipse**: die Entfernung zwischen Sonne und Erde ändert sich zwischen 152,1 Mio km und 147,1 Mio km.

Die durch den Nord- und Südpol verlaufende Drehachse der Erde steht dabei nicht senkrecht auf der Ebene der Ekliptik, sondern ist um den Winkel  $\varepsilon = 23,5$  Grad geneigt.

Um diesen Winkel ist auch die Äquatorebene gegen die Ekliptik geneigt (Schiefe der Ekliptik). Während des Umlaufs um die Sonne behält die Drehachse ihre Richtung im Raum bei.

Der Winkel  $\delta$  (Deklination der Sonne) gibt den Winkel an, den der Sonnenstrahl zum Erdmittelpunkt mit der Äquatorebene einschließt. er ändert sich zwischen  $-23,5^\circ$  am 21. Dezember und  $+23,5^\circ$  am 21. Juni.

# Parallelen zum Äquator





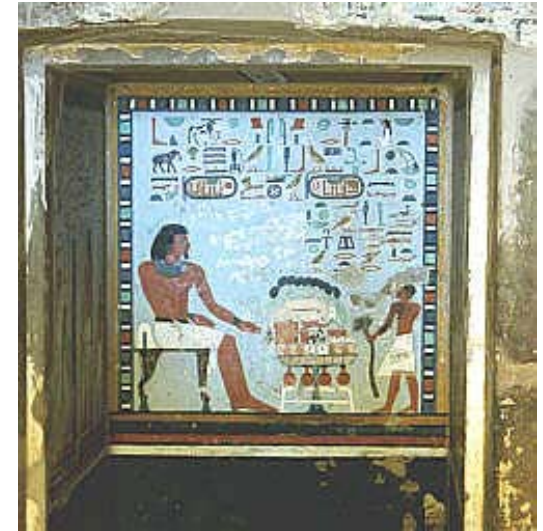
# Breitenkreise

Die Schiefe der Ekliptik und ihr Wert von  $23,5^\circ$  legen auf der Erdkugel vier besondere Breitenkreise fest, die auf der Weltkarte als Parallelen zum Äquator erscheinen:

Die blauen Linien in der Karte markieren den nördlichen Polarkreis (geografische Breite  $66,5^\circ$  Nord =  $90^\circ - 23,5^\circ$ ) und den südlichen Polarkreis (geografische Breite  $66,5^\circ$  Süd). Die roten Linien stellen den nördlichen Wendekreis der Sonne ( $23,5^\circ$  Nord, Wendekreis des Krebses) und ihren südlichen Wendekreis ( $23,5^\circ$  Süd, Wendekreis des Steinbocks) dar.

Orte, die zwischen Polarkreis und Pol liegen, also zwischen  $66,5^\circ$  und  $90^\circ$  nördlicher oder südlicher Breite, haben zu bestimmten Zeiten des Jahres "Polartag" und "Polarnacht": bei z.B.  $70^\circ$  nördlicher Breite geht die Sonne von Mitte Mai und Ende Juli nicht unter, und bei  $70^\circ$  südlicher Breite geht sie in dieser Zeit nicht auf.

# Assuan



# Wendekreis des Steinbocks



Namibia



Wendekreis des Steinbocks:  
Landmarkierung nördlich von  
Alice Springs, Australien



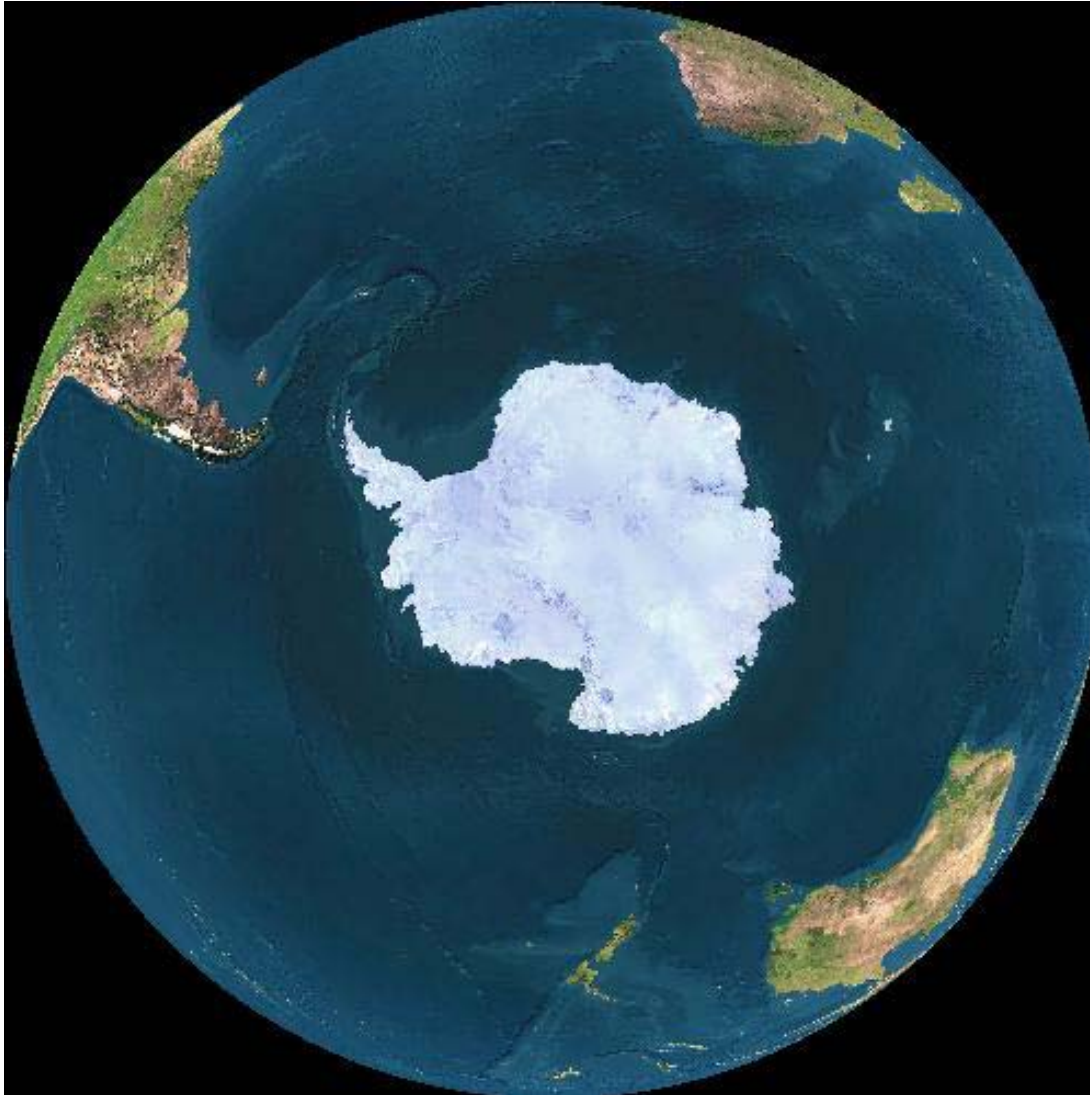
# Nordpol



# Erdrotation



# Südpol



# Rotation

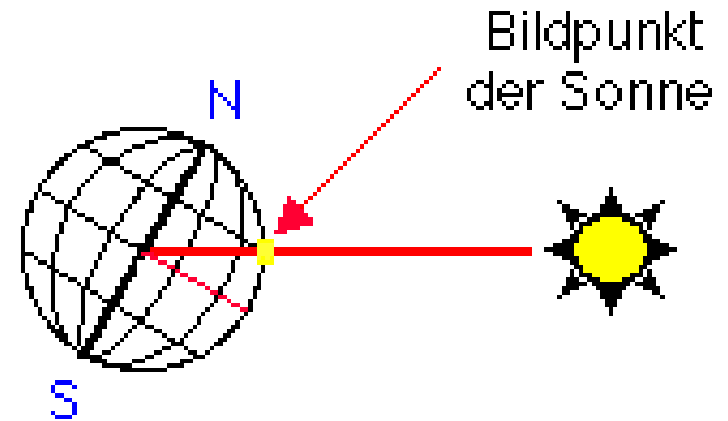


# Bildpunkt der Sonne

Eine gerade Linie, von der Sonne zum Mittelpunkt der Erde gezogen, durchstößt deren Oberfläche in einem Punkt, den man den **Bildpunkt** der Sonne nennt.

Ein Beobachter, der sich dort befindet, sieht die Sonne genau senkrecht über seinem Kopf (im Zenit).

Der Bildpunkt befindet sich je nach Jahreszeit zwischen dem nördlichen und südlichen Wendekreis und bewegt sich im Tageslauf parallel zum Äquator.





# Wintersonne

---

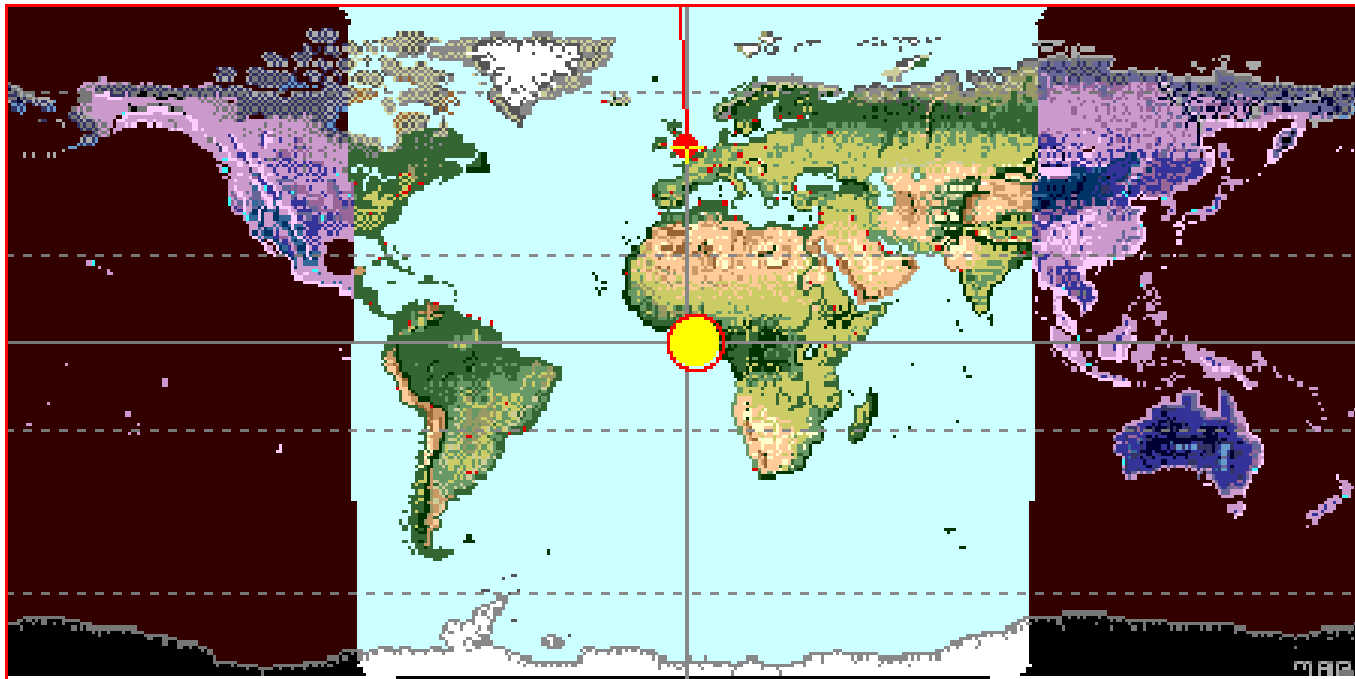
Am 21. Juni liegt der Bildpunkt genau auf dem nördlichen Wendekreis, am 21. Dezember auf dem südlichen Wendekreis.

Die geographische Breite des Bildpunktes stimmt mit dem Deklinationswinkel der Sonne überein.

# 21. März

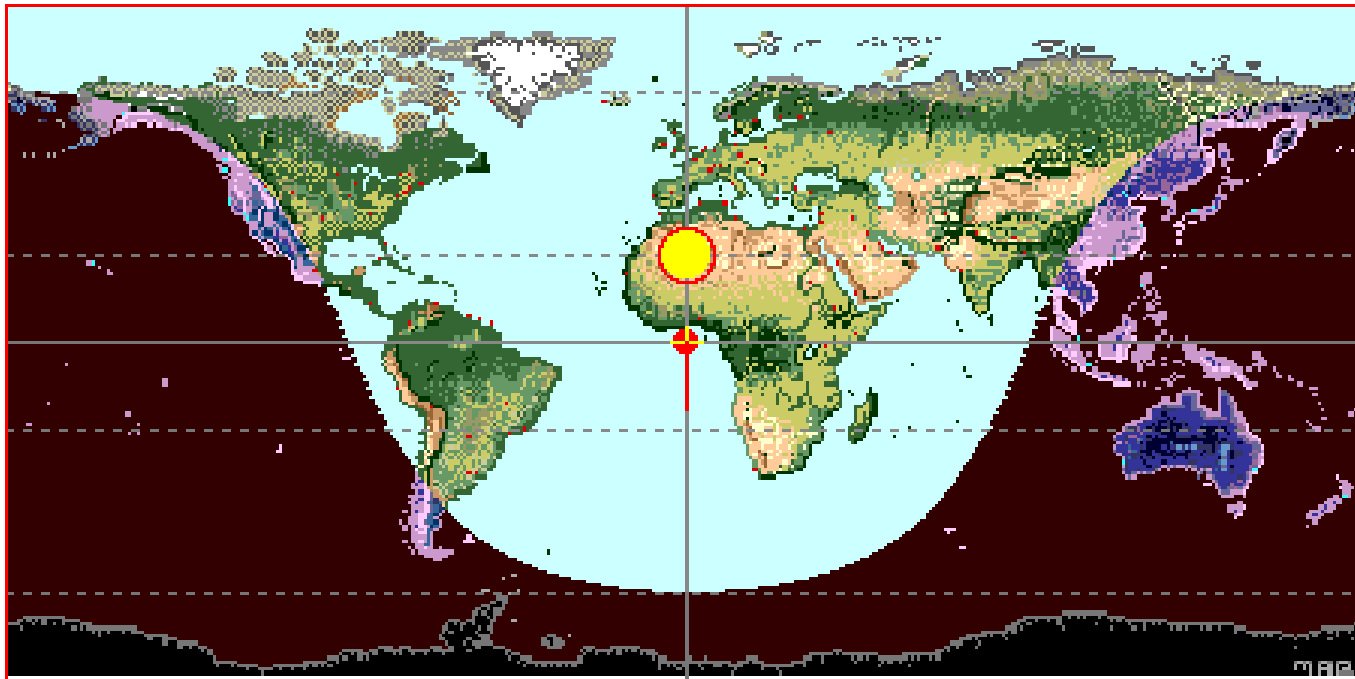
Der Bildpunkt der Sonne läuft am 21. März genau den Äquator entlang.

Äquinoktium: Tag- und Nachtgleiche



# Sommerbeginn

Am 21. Juni beginnt für die Nordhalbkugel der Sommer (Sommersonnenwende). Der Bildpunkt der Sonne bewegt sich auf dem nördlichen Wendekreis.



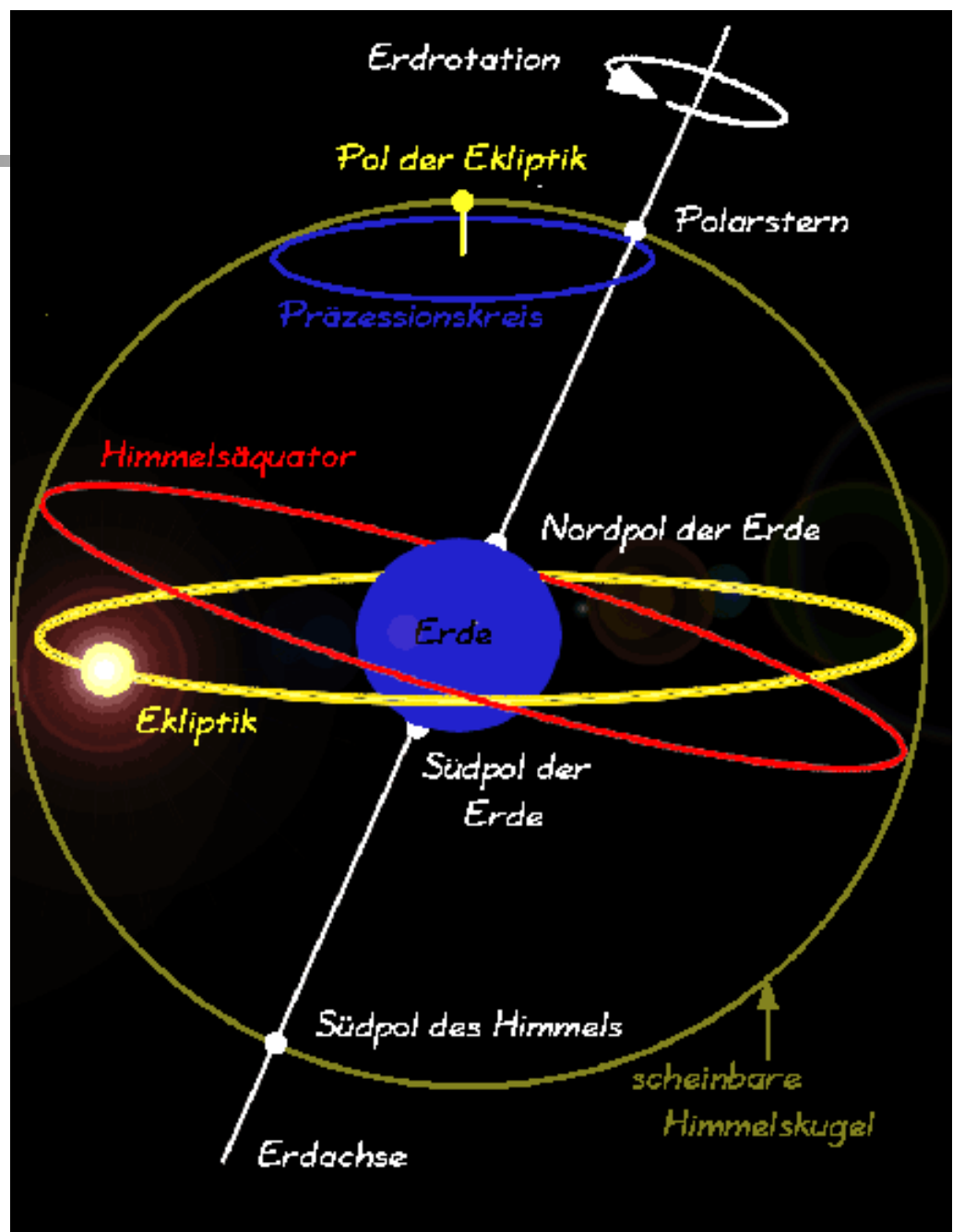
Die Sonne:

unterhalb und oberhalb  
des Himmelsäquators

2 Solstitien:

Frühlingspunkt und

Herbstpunkt





# Jahreslänge

---

Ein Tropisches Jahr dauert 365,242199 Tage

Astronomische Basis für unseren Kalender ist das tropische Jahr, der Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der Sonne durch den **mittleren** Frühlingspunkt.

Warum muss nun ein **mittlerer** Frühlingspunkt definiert werden?

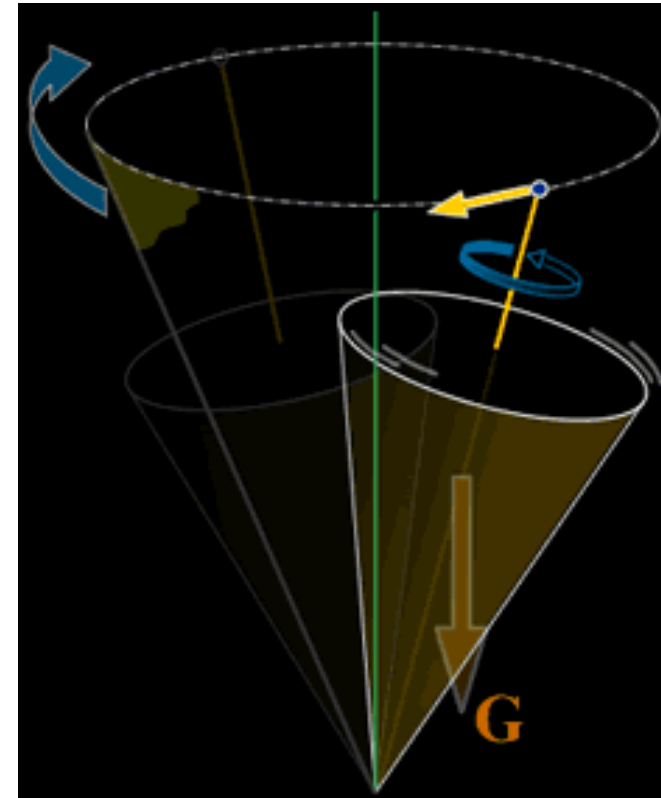
# Kinderkreisel

Jeder kennt das vom Spielzeugkreisel:

Ein Kreisel wird in Drehung versetzt. Sobald seine Figurenachse (gelb) nicht mehr senkrecht steht und damit nicht mehr mit der Richtung der Gravitationskraft  $G$  übereinstimmt, beginnt sich die Figurenachse um die Senkrechte (grün) zu drehen.

Gemäß den Kreiselgesetzen sagt man auch: Ein äußeren Kräften unterworfenen Kreisel versucht, der (durch  $G$  verursachten) Neigung seiner Figurenachse senkrecht auszuweichen, in diesem Fall z. B. in Richtung des gelben Pfeils.

Die Figurenachse beschreibt ihrerseits einen Kegelmantel, der links oben leicht angedeutet ist. Diese Bewegung wird als **Präzession** bezeichnet. (lat. praecedere = voranschreiten. Beschriftete Pfeile sind *Kräfte*, unbeschriftete kennzeichnen *Bewegungen*)



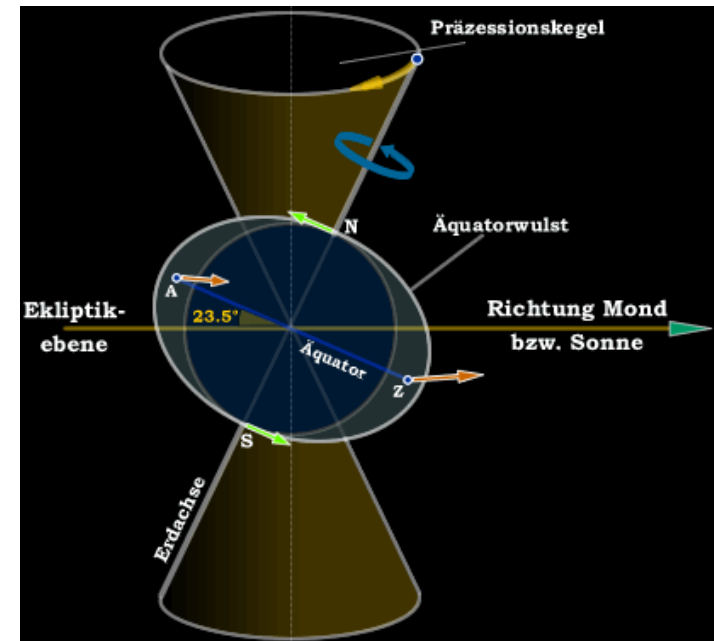


# Präzession der Erdachse

Auf die Erde angewandt ergibt sich folgender Sachverhalt:

Da die Erde keine Kugel ist, sondern ein Rotationsellipsoid (genauer gesagt ein Geoid), ist der Äquatordurchmesser um ca. 43 km größer als der Poldurchmesser.

Mond und Sonne wirken mit ihrer Anziehungskraft auf diesen Äquatorwulst der Erde. Diese Kraft ist im zugewandtem Punkt Z etwas größer (da näher) als im abgewandten Punkt A. In Summe ergibt sich ein Drehmoment, welches versucht, die Erdachse aufzurichten und damit die Ekliptikschiefe zu verkleinern (grüne Pfeile in N und S). Gemäß den oben beschriebenen Kreiselgesetzen weicht die Erdachse senkrecht aus und beschreibt einen (doppelten) Kegelmantel.

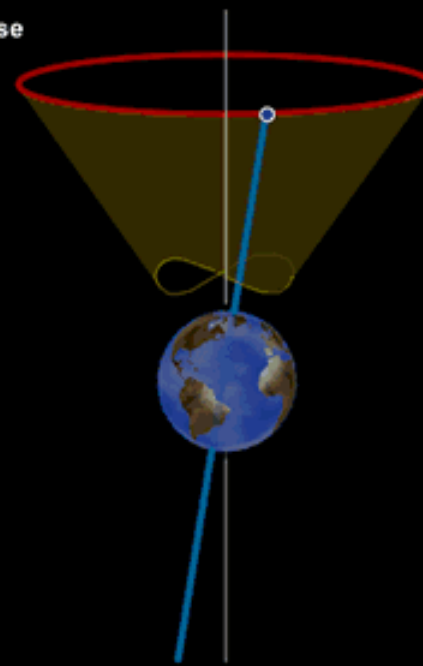




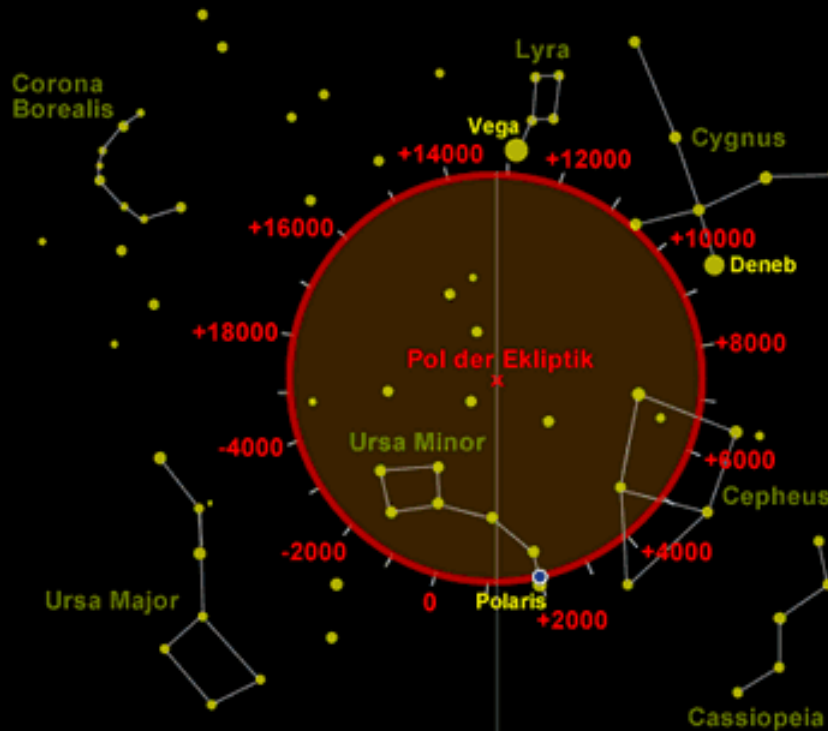
# Präzession der Erdachse

---

Ein voller Umlauf der Erdachse dauert ca. 25.780 Jahre. Momentan zeigt sie in Richtung *Alpha Ursae Minoris* (heutiger Polarstern), in etwa 12000 Jahren, also um 14000 n.Chr. wird Wega (Alpha Lyrae) die Funktion des Polarsterns innehaben.

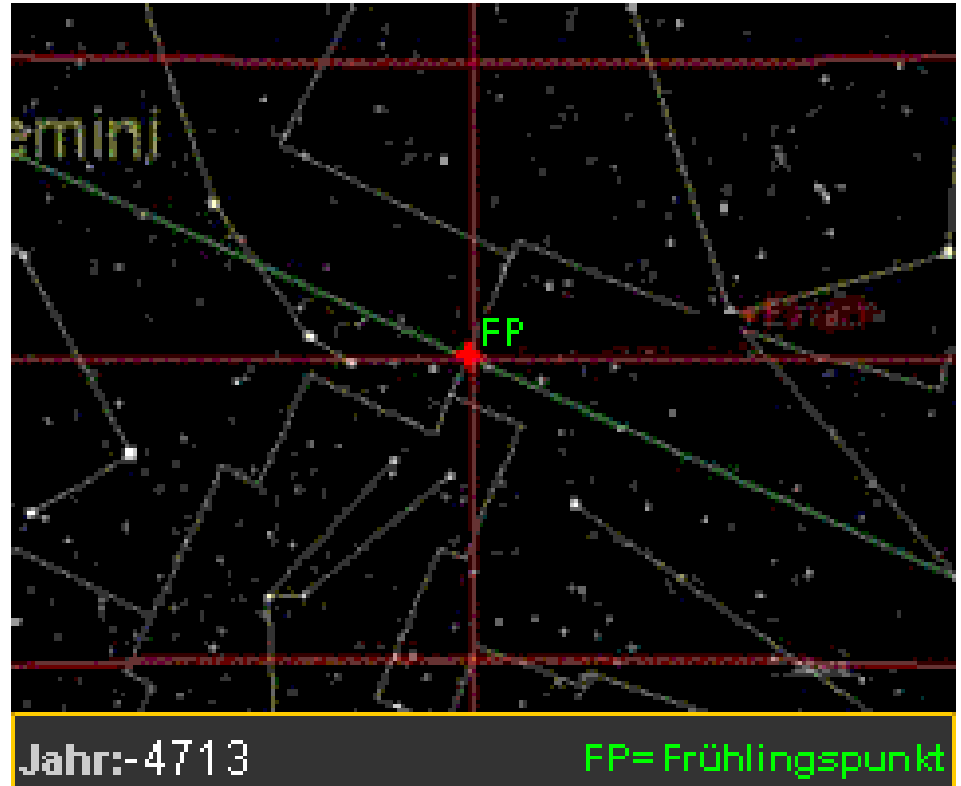


# Präzession der Erdachse



# Wanderung des Frühlingspunktes

Capricornus	Steinbock
Aquarius	Wassermann
Pisces	Fische
Aries	Widder
Taurus	Stier
Gemini	Zwillinge
Cancer	Krebs
Leo	Löwe
Virgo	Jungfrau
Libra	Waage
Scorpius	Skorpion
Ophiucus	Schlangenträger
Sagittarius	Schütze





# Wanderung des Frühlingspunktes

Wir leben im Zeitalter der Fische!

Legt man die international gültigen Grenzen der Sternbilder zugrunde, dann befindet sich der Frühlingspunkt zur Zeit im Sternbild Fische.

In diesem Sinne befinden wir uns also gegenwärtig im "Zeitalter der Fische". Voraussichtlich kurz vor dem Jahr 2600 überschreitet der Frühlingspunkt die Grenze zum Sternbild Wassermann (lat. Aquarius).

Wenn man so will, beginnt dann das Zeitalter des Wassermanns, das ungefähr bis zum Jahr 4300 dauern wird.

Ganz genau lassen sich diese Daten erst einige Jahrzehnte vorher bestimmen, weil die Präzessionsbewegung von kleineren Schwankungen überlagert wird, die sich innerhalb von einem Jahrhundert deutlich ändern.



# Age of Aquarius

---

Nebenbei bemerkt:

Soweit sich aus der Literatur entnehmen lässt, herrscht unter den Sterndeutern keine Einigkeit über die genaue Festlegung des Wassermann-Zeitalters. Wie alles in der Astrologie ist der Interpretationsspielraum beliebig groß und so wurde der Beginn des Wassermann-Zeitalters von diversen Astrologen schon auf folgende Jahre gelegt: 1781, 1844, 1900, 1904, 1962, 1983, 1999, 2000, 2160, 2217, 2375, 2376 und 2740.

Zahlreiche Sterndeuter bestreiten sogar grundsätzlich die astrologische Relevanz von sog. "Weltjahren", die eine Länge von jeweils 2160 Jahren haben sollen.

Die Vorstellungen vom Wassermann-Zeitalter gehen auf antike Mythen vom "Goldenen Zeitalter" zurück, in welcher die Menschheit in einem paradiesischen Urzustand lebt. Populär wurde das Thema durch das Musical "Hair" aus dem Jahr 1967. Dort heißt es im Lied "Aquarius":

"Wenn der Mond im siebten Haus steht, und Jupiter mit Mars geht, wird Friede die Planeten lenken, und Sterne werden Liebe schenken."

Nun ja...



# Mittlerer Frühlingspunkt

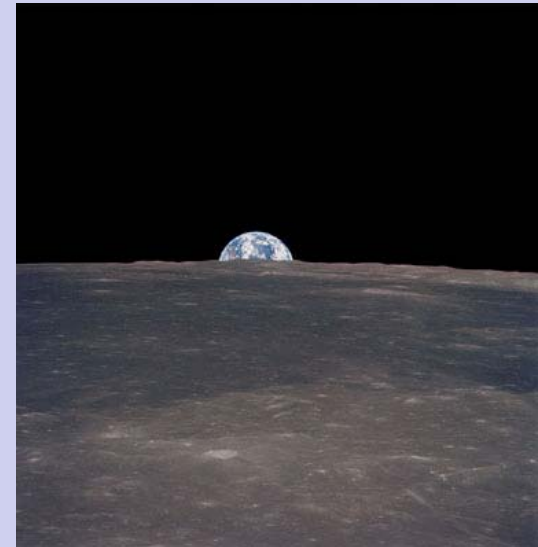
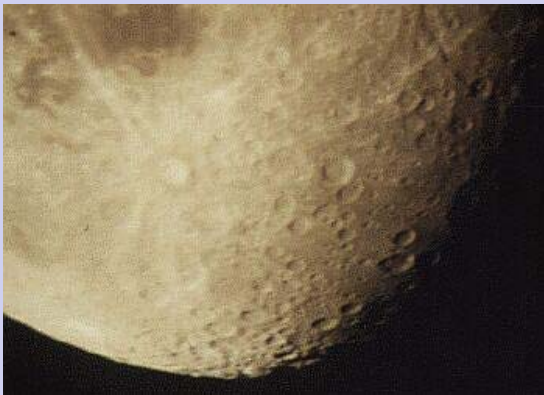
---

Aber die Verschiebung des Frühlingspunktes durch den Zodiakus beantwortet noch immer nicht die Frage, warum für die Jahreslänge ein **mittlerer** Frühlingspunkt definiert werden muss!

Wir müssen noch eine Bewegung der Erde berücksichtigen!

# Nutation

Ursache dieser Bewegung ist der Mond!



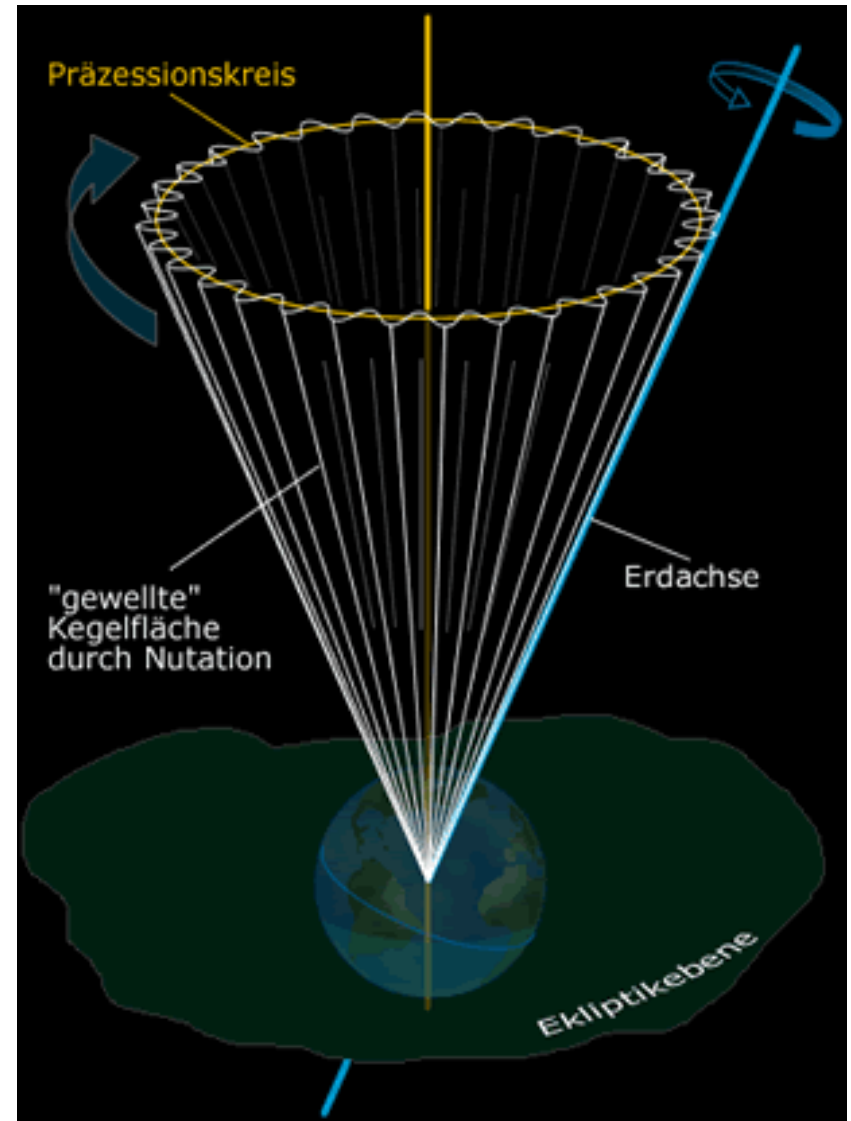
# Präzession und Nutation

Die Bahn des Mondes um die Erde ist um etwa  $5,1^\circ$  gegen die Ekliptikebene geneigt.

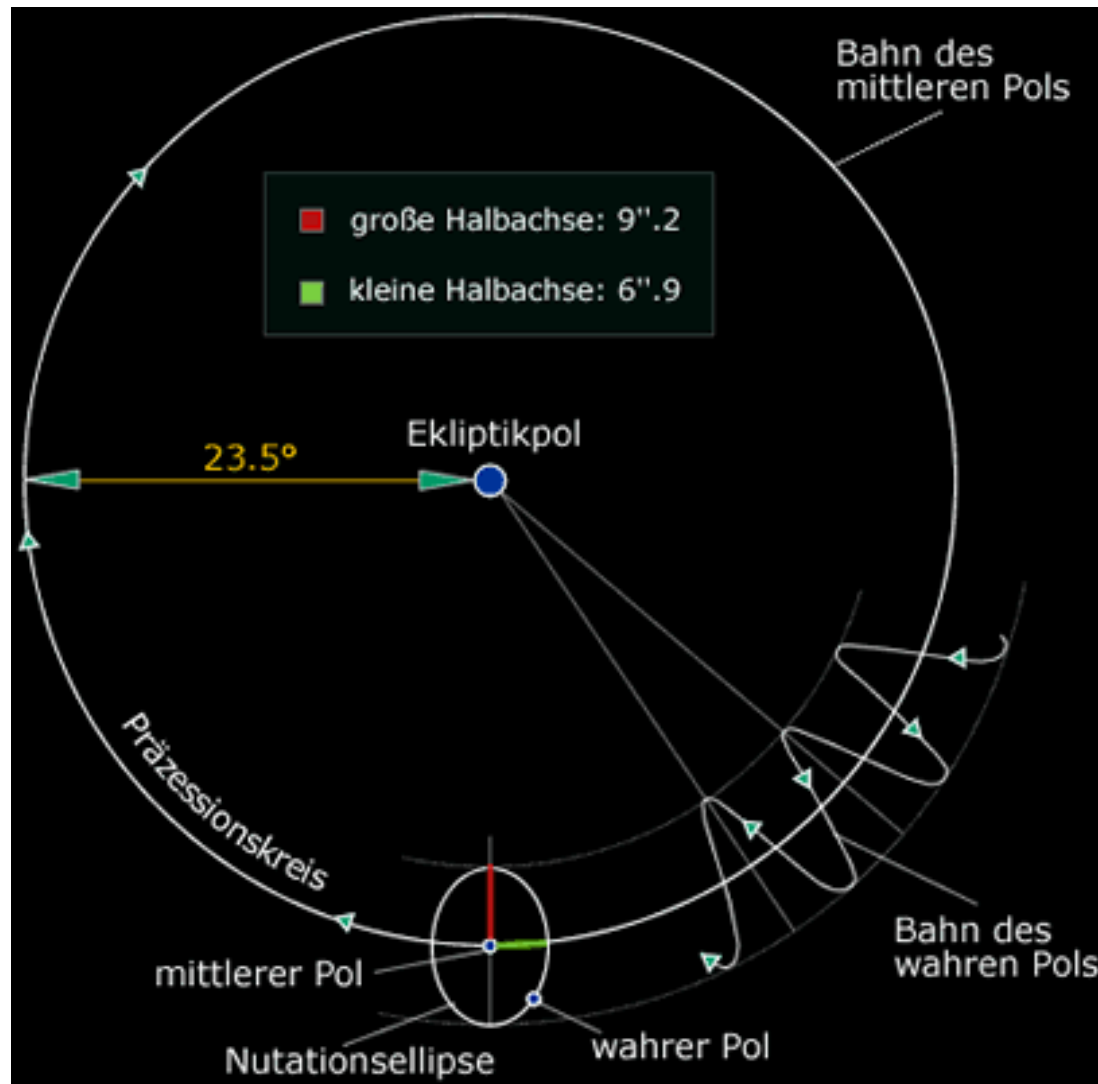
Die Knoten dieser Bahn bewegen sich rückläufig durch die Ekliptik mit einer Umlaufzeit von etwa 18,6 Jahren (Saros-jahr).

- ◆mal addiert sich die Neigung der Mondbahn zur Ekliptik-schiefe von  $23,5^\circ$
- ◆mal wird sie abgezogen

Das Drehmoment auf die Erdachse ändert sich.



# Nutation





# Mittlerer FP

---

Durch die Nutation schwankt der **wahre** Frühlingspunkt um den **mittleren** Frühlingspunkt.



# Jahreszeiten

---

Für einen irdischen Beobachter gehören die unterschiedlichen Jahreszeiten zu den ersten und wichtigsten Lebenserfahrungen.

In unseren Breiten macht sich der Umlauf der Erde um ihr Zentralgestirn insbesondere durch große Schwankungen in Sonnenhöhe und Tageslänge bemerkbar.

In Hannover reicht die Spanne in der mittäglichen Sonnenhöhe von  $14,5^\circ$  zum Winterbeginn bis  $61,5^\circ$  zum Sommerbeginn.

Der Tageslänge wechselt zwischen knapp 8 Stunden und über 16 Stunden.



# Sonnenhöhe

---

Ein interessantes Projekt ist die regelmäßige Photographie der Sonne zur gleichen mittäglichen Zeit.

Die Überlagerung der mittäglichen Sonnenscheiben ergibt eine **Analemma**.

# Analemma

**Analemma**, eine langgestreckte Figur in Form einer Acht, die man erhält, wenn man die Position der Sonne am Himmel zu ein und derselben Tageszeit über ein Jahr hinweg registriert (z.B. photographisch).

Die Figur illustriert, wie sich durch die Schiefe der Ekliptik (Neigung der Erdachse hinsichtlich der Erdbahnebene) die Höhe der Sonne im Verlauf der Jahreszeiten verändert.

Die Schlaufen der Figur werden durch die sog. *Zeitgleichung* beschrieben.



# Analemma

