

Ausschnitte dieses Kapitels  
auch als Video auf uwudl.de:  
<https://t1p.de/30a1a>

I Einführung

II Orientierung am Himmel

→ **2 Himmelsbeobachtungen und deren zeitliche Veränderungen**

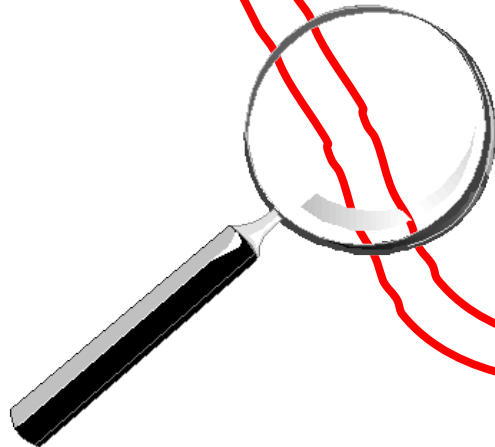
**2.1 Einführung / 2.2 Tag und Nacht / 2.3 Mondphasen**

**2.4 Fixsterne im Jahresverlauf**

**2.5 Sonnenposition im Jahresverlauf (Jahreszeiten)**

**2.6 Planeten = „Wandelsterne“**

**2.7 Besondere astronomische Ereignisse**



II Orientierung am Himmel

III Beobachtungsmittel

IV Erkenntnisse aus den Positionsveränderungen der Gestirne

V Erkenntnisse aus dem Licht der Gestirne

VI Astronomischer Wissensstand

**1. Astronomisches Grundverständnis zum Aufbau der Welt schaffen**

**2. Orientierung am Himmel erlernen**

**3. Verständnis der zeitlichen Veränderung der Himmelsobjekte erlernen**

**4. Differenzierung der Entfernungs- und Zeitskalen im Universum**

Im Handout sind einige Folien ausgeblendet

### 2.1.1 Welche zeitlichen Veränderungen kennen wir?

Himmel sieht nie gleich aus, es gibt viele Veränderungen:

- ◆ Tag & Nacht
- ◆ Mondphasen
- ◆ Sternbilder im Wandel der Jahreszeiten
- ◆ jahreszeitliche Schwankungen der Höhe des Sonnenstandes
- ◆ Planeten ändern Positionen zu den Sternen („Wandelsterne“)
- ◆ Kometen
- ◆ Sternschnuppen
- ◆ Sternschnuppenschwärme (z.B. Perseiden)
- ◆ Finsternisse (Sonne-, Mond-,)
- ◆ Merkur- und Venusvorübergänge vor der Sonne
- ◆ Flugzeuge und insbes. Erdsatelliten

### Maßeinheiten zur

### Messung scheinbarer Entfernungen am Himmelsgewölbe

- ◆ Grad:  $1^\circ = 1/360$  des Umfang des Einheitskreises
- ◆ Bogenminute:  $1' = 1/60^\circ$
- ◆ Bogensekunde:  $1'' = 1/60' = 1/3600^\circ$  ( $1'' = 1 \text{ arcsec}$ )
- ◆ Bruchteile einer " :      marcsec,  $\mu\text{arcsec}$  (Milli-, Mikrobogensekunde)
- ◆ Grad-/Stundenmaß:  $360^\circ = 24\text{h}$ 
  - $1\text{h} = 15^\circ$
  - $1\text{m} = 15'$
  - $1\text{s} = 15''$
- ◆ Radian [rad]:  $1^\circ = \pi/180 \text{ rad}$
- ◆ für kleine Winkel  $\theta$  gilt:  $\sin\theta \approx \theta$  (in rad !!!)

- ◆ Mittagshöhe Sonne (Rosenheim) 21.12./20.3/20.6.:  $19^\circ/42^\circ/65^\circ$
- ◆ Höhe des Polarsterns über Horizont (Rosenheim):  $48^\circ$
- ◆ Durchmesser eines Sternbildes:  $\approx 5^\circ$  bis  $15^\circ$
- ◆ Durchmesser des Vollmonds/der Sonne:  $\approx 0,5^\circ$
- ◆ Abstand zweier Autoscheinwerfer in 1 km Entferng:  $\approx 5'$
- ◆ Durchmesser Venus bei maximaler Erdnähe:  $\approx 1'$
- ◆ Auflösungsvermögen des menschlichen Auges:  $\approx 1'$
- ◆ Turbulenzen in der Erdatmosphäre (seeing) bei besten Bedingungen:  $\approx 0,5''$
- ◆ Hubble Weltraumteleskop:  $\approx 0,1''$
- ◆ Theoretisches Auflösevermögen des VLT (Spiegel: 8m Ø): 15marcsec
- ◆ Neil Armstrong auf dem Mond: 1 marcsec

**Beachte**  
**Übung K02**

### ◆ Erde dreht sich um sich selbst

#### □ Wie lange braucht die Erde für eine Umdrehung?

- ca. 24 Std.
- genau 23 Std 56 min 04 sec (sic!)
- wieso ist der Tag trotzdem genau 24 Std lang? → 5.2/5.3
  - Erde dreht sich um sich selbst und bewegt sich gleichzeitig um die Sonne
  - muss sich noch ein bisschen weiter drehen um wieder in gleiche Position zu kommen

#### □ Wie lange ist der Tag? Wie lange die Nacht?

- wieso nicht jeden Tag genau 12 Std. plus 12 Std.?
- → Jahreszeiten durch Schiefstellung der Erdachse (s.u.)

- ◆ Wieso leuchtet der Mond?
- ◆ Wieso die Sonne?
- ◆ Wieso die Planeten?

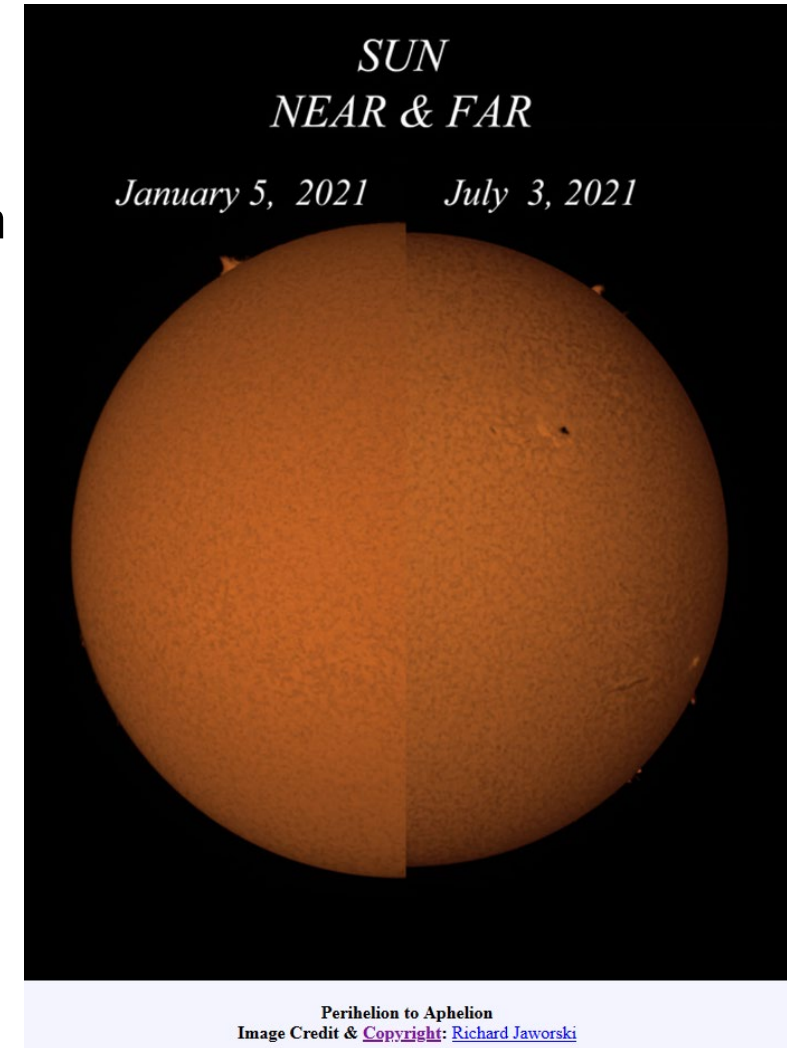
# Warum ist es im Sommer warm und im Winter kalt??

## ◆ Abstand Sonne – Erde ist variabel

### □ Ja stimmt, aber

- 3-5. Januar: Abstand: 147,1 Millionen km
- 3-6. Juli: Abstand: 152,1 Millionen km

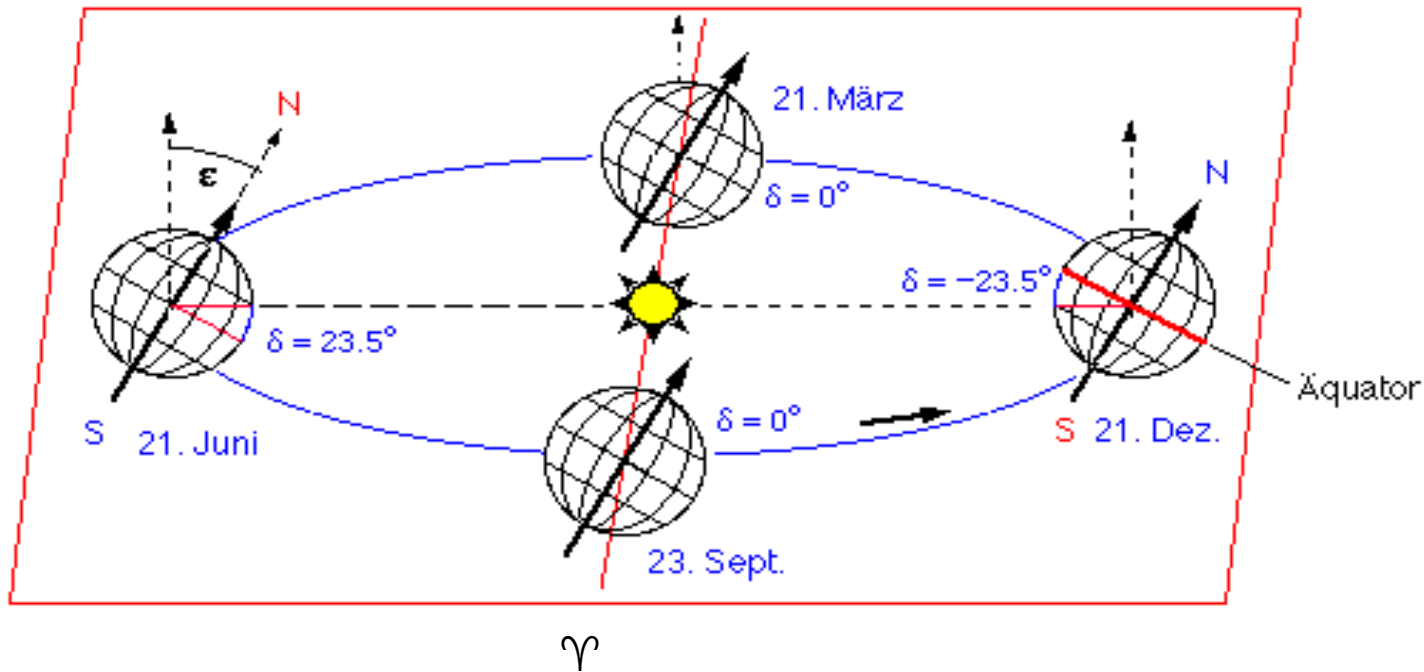
### □ .. ☹ ??



<https://apod.nasa.gov/apod/ap210708.html>

## 2.3 Sonnenposition im Jahresverlauf (Jahreszeiten):

- ◆ Ekliptik = Ebene definiert durch Erdbahn bei Sonnenumlauf
- ◆ Erdachse ist um  $\varepsilon = 23^\circ 26'$  ( $\approx 23,5^\circ$ ) gegen Ekliptik geneigt
  - Diese Schiefstellung ist Ursache der Jahreszeiten



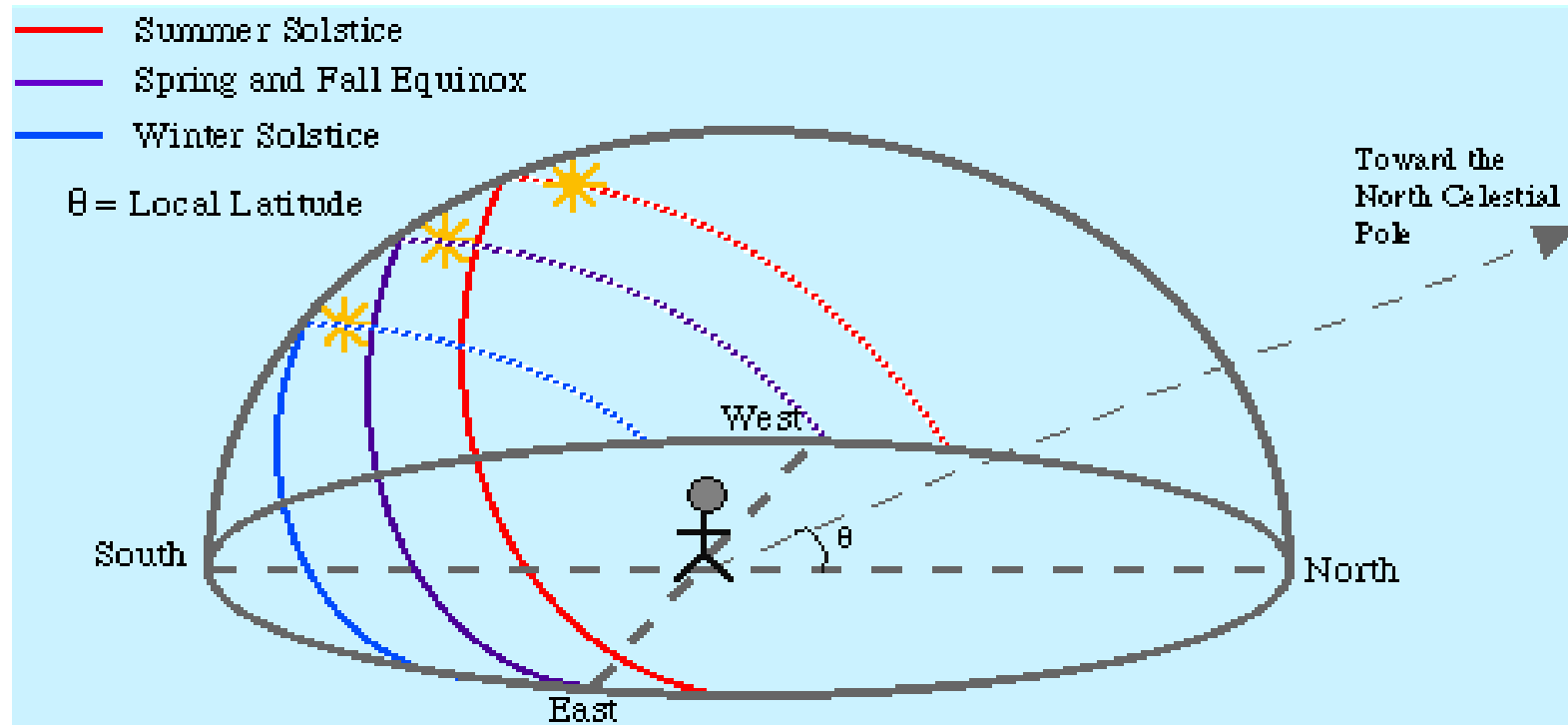
$\delta$ : Deklination der Sonne (→ 4.3)

$\gamma$ : Richtung zum Frühlingspunkt (→ 4.3)



## ◆ Bahn der Sonne am Himmel im Jahresverlauf

- um 22. Dez / 20. Mrz & 22. Sept / 21. Juni
- $\theta$ : geografische Breite des Beobachters (manchmal auch:  $\varphi$  oder  $\Phi$  abgekürzt)



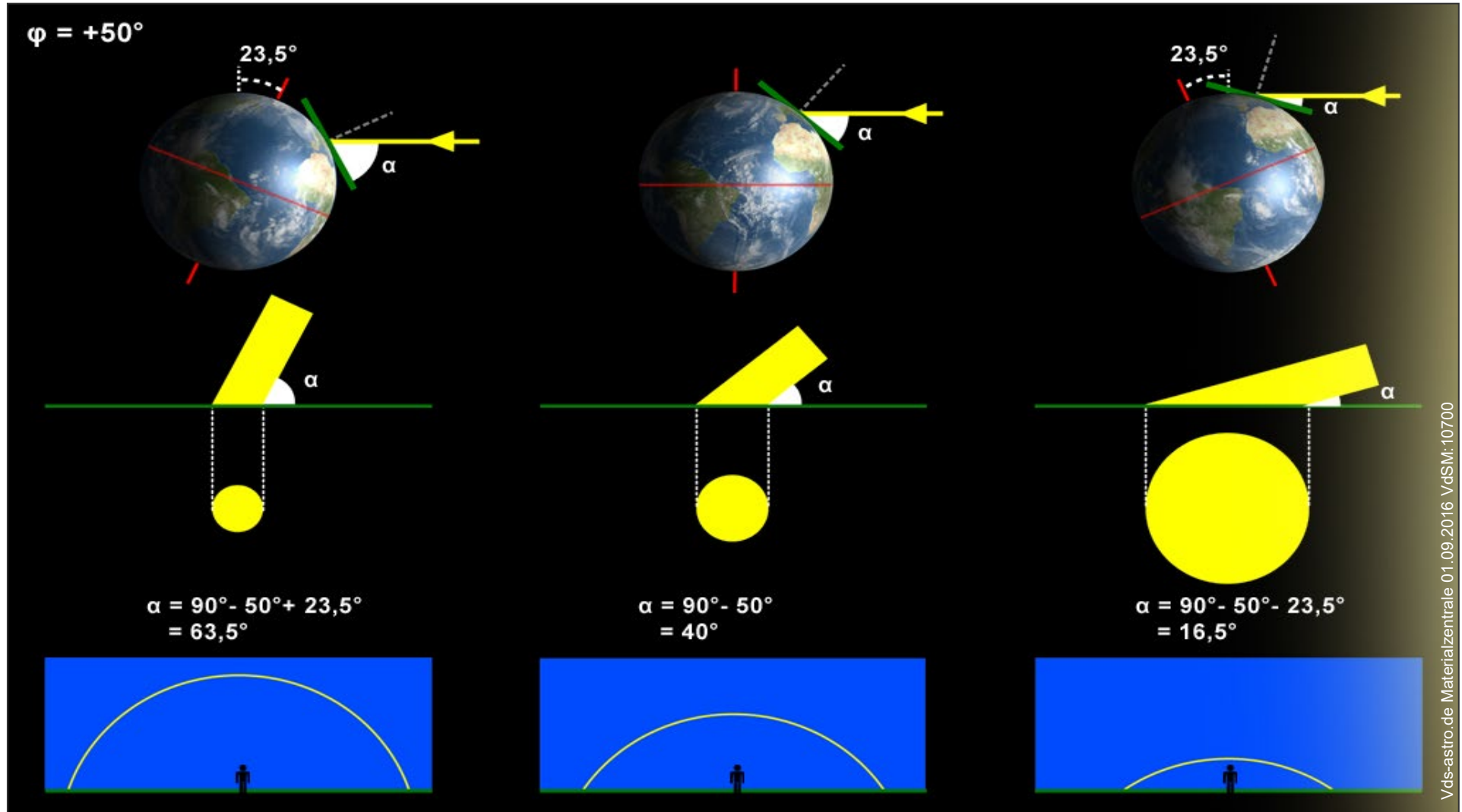
# Entstehung der Jahreszeiten auf der Erde

## Neigung Erdachse → Daher im Sommer wärmer!

Sommer

Herbst/Frühling

Winter



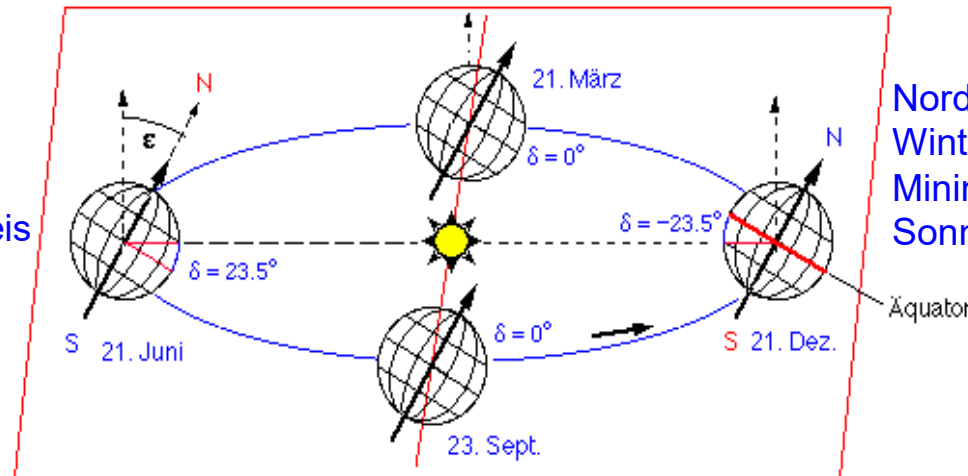
# Die Jahreszeiten

## Beginn ist ein Zeitpunkt (Erdposition auf Bahn)

- ◆ Jahreszeiten erklären sich natürlich aus der Neigung der Erdachse zur Ekliptik  $\varepsilon$  und der konstanten Lage der Erdachse während der Bahnbewegung (analog Mars)
- ◆ Polarkreise bei\*  $\theta = 90^\circ - \varepsilon$  (Mitternachtssonne möglich)
- ◆ Wendekreise bei\*  $\theta = \pm \varepsilon$  (Sonne im Zenit möglich)

\* $\theta$ : geografische Breite  
(manchmal auch:  $\varphi$  oder  $\Phi$  abgekürzt)

Nordfrühling (Frühlingspunkt, Tag- und Nachtgleiche, Sonne „auf“ Äquator)



Nordherbst (Herbstpunkt, Tag- und Nachtgleiche, Sonne „auf“ Äquator,)

Nordsommer:  
Sommer-Sonnenwende  
Maximale Deklination  $\delta$ ,  
Sonne „auf“ nördlichen Wendekreis

Nordwinter:  
Winter-Sonnenwende  
Minimale Deklination  $\delta$ ,  
Sonne „auf“ südlichem Wendekreis

Sommeranfang auf Nordhalbkugel = Winteranfang auf Südhalbkugel u.s.w.  
Begriff „Deklination  $\delta$ “  $\rightarrow$  4.3 (Höhe eines Objektes über dem Himmelsäquator)

# Die Jahreszeiten

## Beginn der Jahreszeiten auf der Nordhalbkugel

	Frühling		Sommer		Herbst		Winter	
2024	20. März	04:06 Uhr MEZ	20. Juni	22:51 MESZ	22. September	14:44 MESZ	21. Dezember	10:21 MEZ
<b>2025</b>	20. März	10:01 Uhr MEZ	21. Juni	04:42 MESZ	22. September	20:19 MESZ	21. Dezember	16:03 MEZ
2026	20. März	15:46 Uhr MEZ	21. Juni	10:24 MESZ	23. September	02:05 MESZ	21. Dezember	21:50 MEZ
2027	20. März	21:24 Uhr MEZ	21. Juni	16:11 MESZ	23. September	08:01 MESZ	22. Dezember	03:42 MEZ

[https://de.wikipedia.org/wiki/Jahreszeit#Beginn  
der\\_Jahreszeiten](https://de.wikipedia.org/wiki/Jahreszeit#Beginn_der_Jahreszeiten) 08.04.24

Besonderheiten:

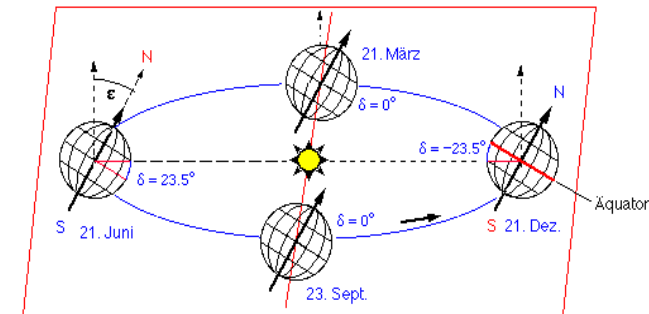
Frühlingsbeginn 19.3.: 2048, 2052, 2056

Frühlingsbeginn 21.3.: 2103

(„Wann beginnt der Frühling“ Kosmos Himmelsjahr 2018, S.83ff)

Beginn der einer Jahreszeit: Exakter Punkt der Erde auf ihrer Bahn

→ daher auf Minute genauer Zeitpunkt



- ◆ Mond umläuft die Erde.
- ◆ Relative Position von Mond-Erde-Sonne bestimmt die Phase
- ◆ Scheinbare Umlaufdauer  $T_{\text{synodisch}} \approx 1 \text{ Monat (genau 29,53d)}$ 
  - 1. Woche von Neumond bis Halbmond;
  - 2. Woche bis Vollmond;
  - 3. Woche bis Halbmond;
  - 4. Woche bis Neumond
  - ➔ Vier Mondphasen ➔ 7-Tages Rhythmus (Babylon-Mondkalender)
    - 1792-1805: 10 Tage Woche im Französischen Revolutionskalender
    - 1929-1940: 5 Tage Woche im Sowjetischen Revolutionskalender

# Die Entstehung der Mondphasen vs. Mondfinsternisse

- ◆ Lernziel: Die Entstehung der Mondphasen und die Entstehung einer Mondfinsternis können über die geometrische Anordnung der drei Himmelskörper im Weltraum erklärt und sicher unterschieden werden.
- ◆ Beachten Sie dafür das **Arbeitsblatt** im Learning Campus:
  - „02\_Mondphasen-und-Mondfinsternisse\_Handout\_v7.pdf“
- ◆ Das **Video-1** zu Mondphasen ist auch sehr hilfreich
  - <https://www.youtube.com/watch?v=wz01pTvuMa0>
- ◆ Dieses **Video-2** grenzt die Mondphasen zu Finsternissen prima ab:
  - <https://www.youtube.com/watch?v=INi5UFpales>

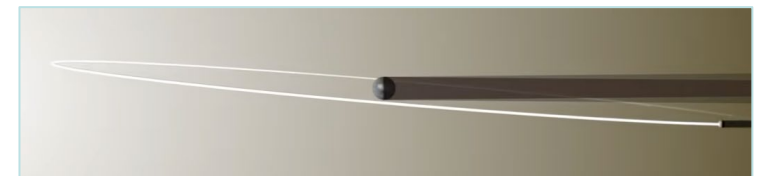
Einführung in die Astronomie (Skriptauszug)  
Prof. Dr. E. Junker / Fakultät ANG / Physik ([www.th-rosenheim.de/junker.html](http://www.th-rosenheim.de/junker.html))  
Studium Generale Hochschule Rosenheim ([www.sternwarte-rosenheim.de](http://www.sternwarte-rosenheim.de)) 15.04.2021

Technische Hochschule Rosenheim

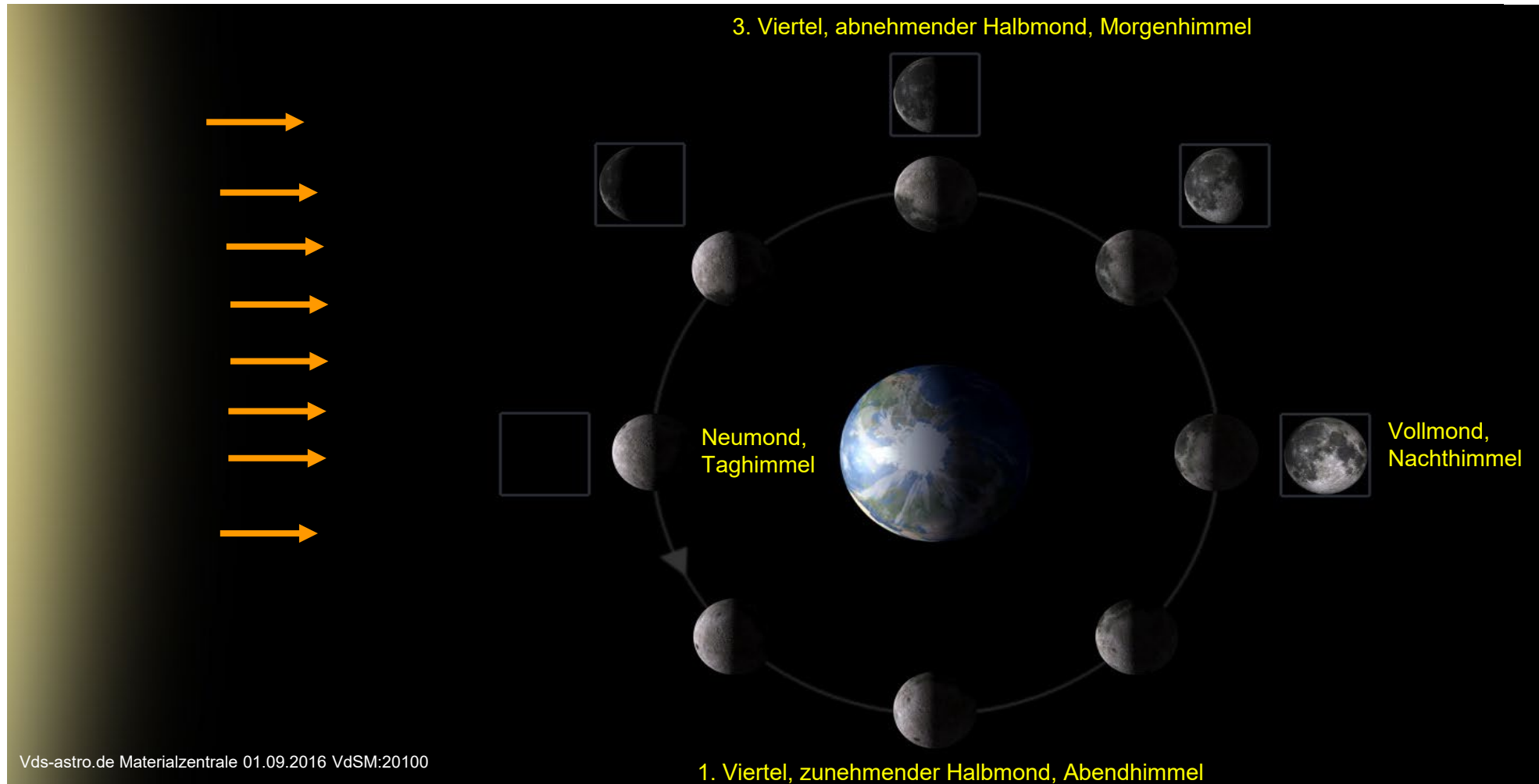
2 Himmelsbeobachtungen und deren zeitliche Veränderungen  
2.3 Mondphasen und Mondfinsternisse

**Lernziel:**  
Die Entstehung der Mondphasen und die Entstehung einer Mondfinsternis können über die geometrische Anordnung der drei Himmelskörper im Weltraum erklärt und sicher unterschieden werden.

**A) Die Entstehung der Mondphasen**  
• Die Erde dreht sich in 24 h um sich selbst; der Mond kreist in 29,5 Tagen um die Erde (von der Erde aus gesehen).



- ◆ Beim Umlauf des Mondes sieht man von der Erde aus nur Teile des Mondglobus von der Sonne beleuchtet – der Mond zeigt Phasen

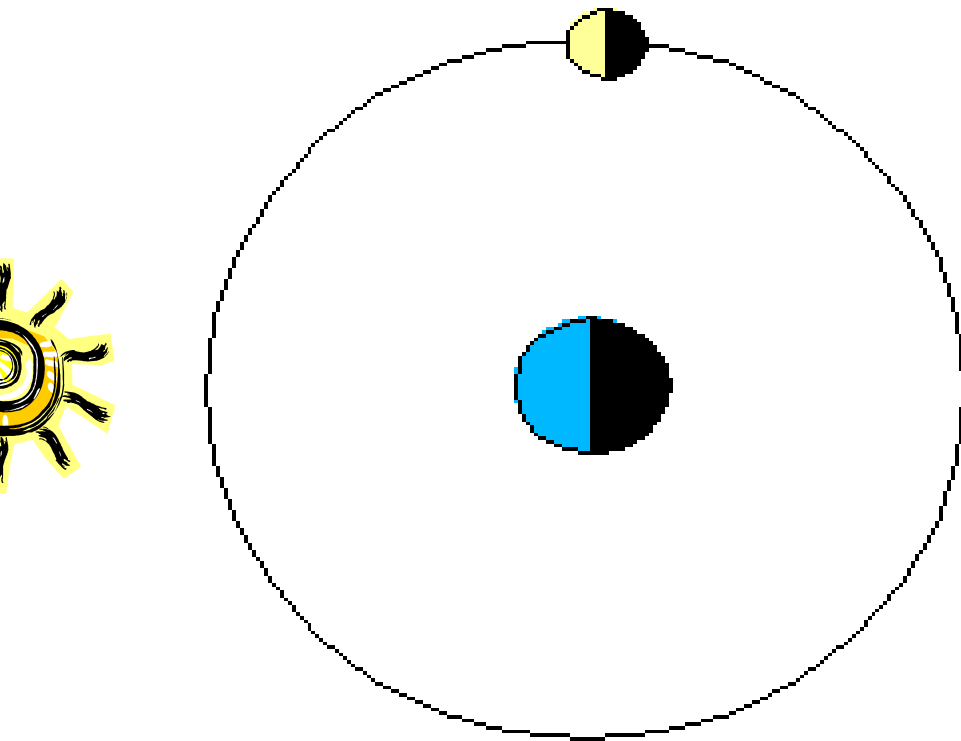


Vds-astro.de Materialzentrale 01.09.2016 VdSM:20100

1. Viertel, zunehmender Halbmond, Abendhimmel

# Die Mondphasen

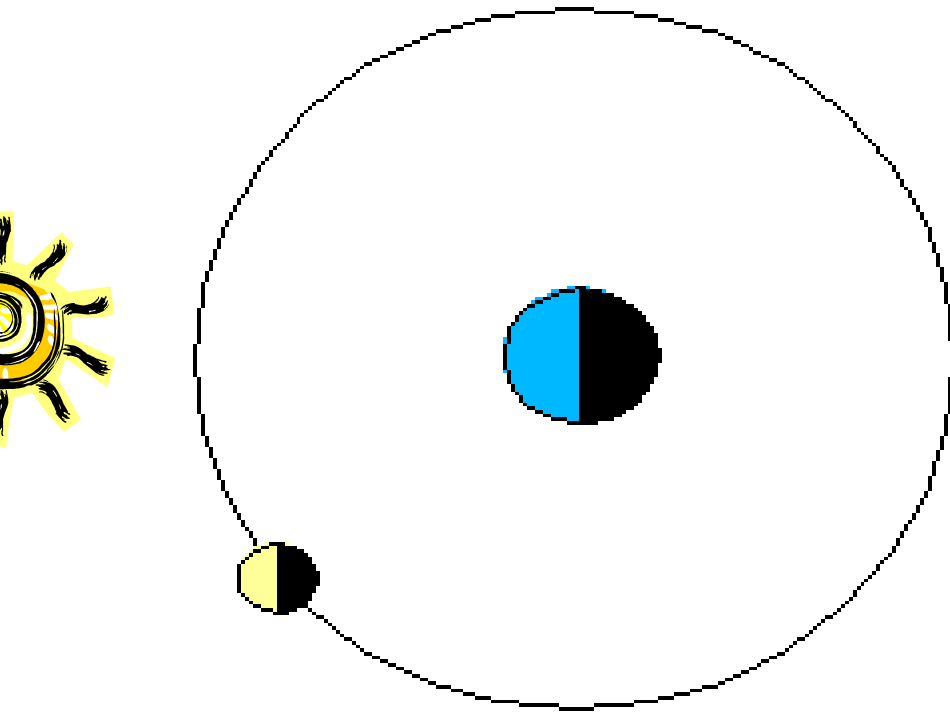
## Abnehmender Halbmond (wie „α“) (Nordhalbkugel)





# Die Mondphasen

## Zunehmender Mond (wie deutsches „z“: $\mathfrak{z}$ ) (Nordhalbkugel)

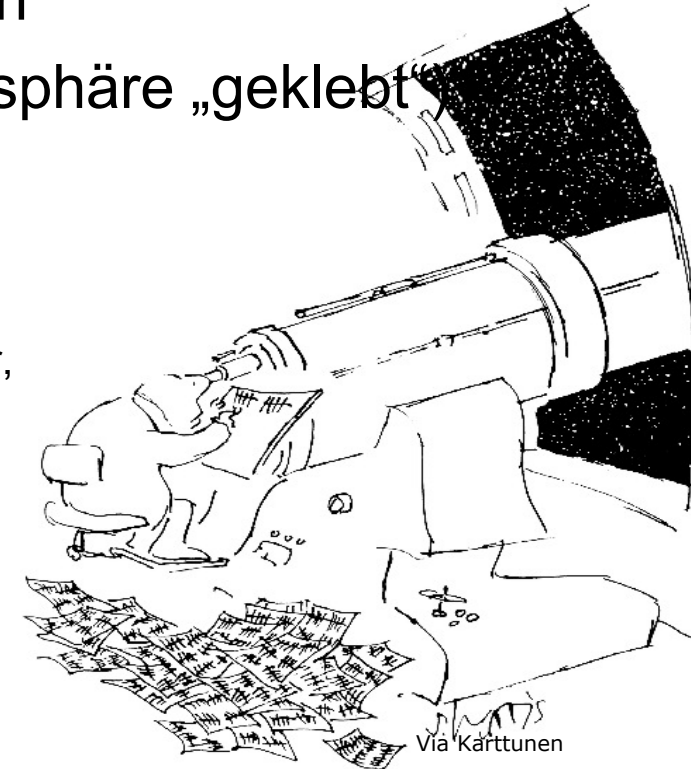


# 2.5 Fixsterne

## 2.5.1 Einführung

### ◆ Sterne:

- Punktförmige Lichtquellen am Himmel
- Entfernungen: nächster Stern  $1,3 \text{ pc} = 4,2 \text{ Lj} = 40 \text{ Bill.km}$  (→ 9)
- Mit bloßem Auge: ca. 2000-3000 Sterne sichtbar
- auch mit Fernrohr nicht räumlich aufzulösen
- nahezu ortsfest (Fixsterne: fest an Himmelsphäre „geklebt“)
  - Details (→ 4; → 9):
    - Rektaszension  $\alpha$ , Deklination  $\delta$  de facto const.
    - Eigenbewegung heller Sterne
      - » typisch  $0,001 \dots 0,01$  Bogensekunden pro Jahr,
      - » maximal wenige Bogensekunden pro Jahr



- ◆ Zusammenfassung von Sternen in „anschauliche“ Bilder



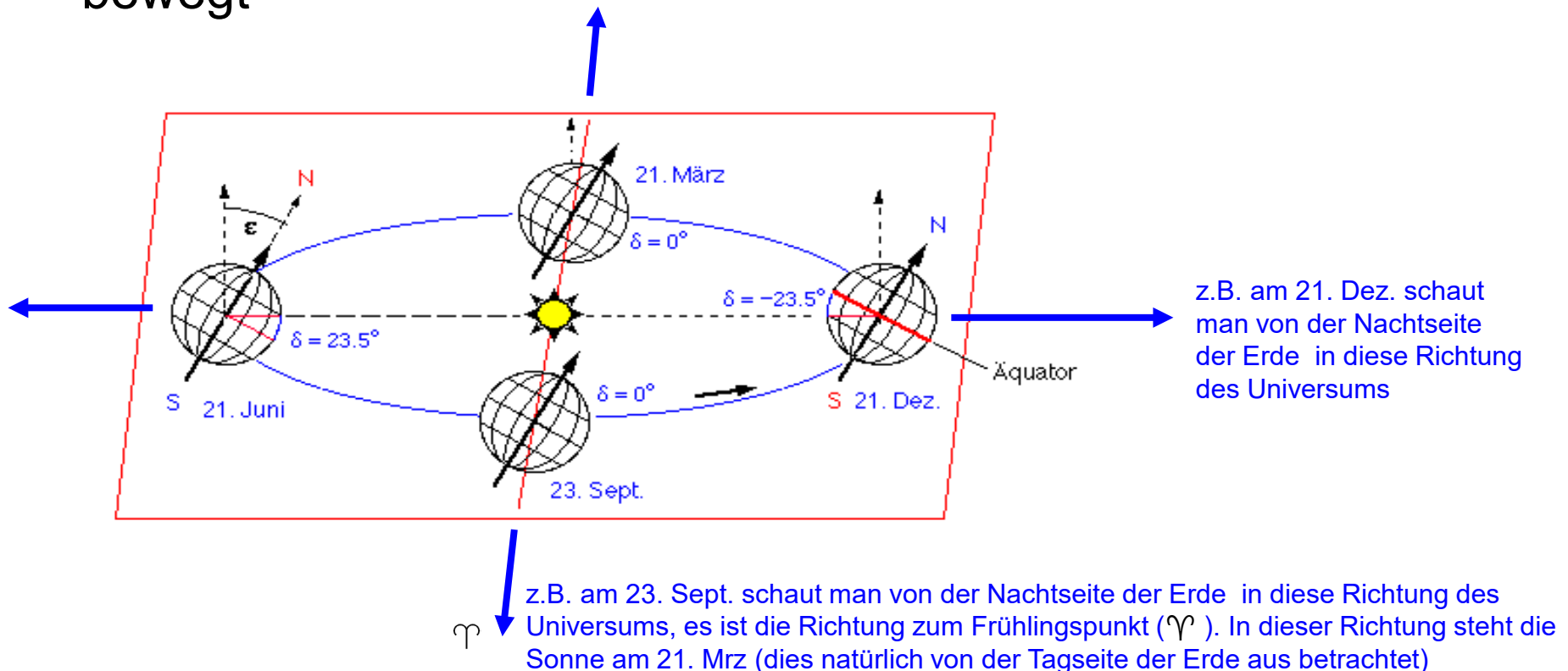
- oft mit mythologischen Hintergrund (griechische Sagen)
- Seit 1928 offizielle Einteilung in **88 Sternbilder** (rechtwinklig begrenzte Gebiete im Äquinox 1875,0)
- **Tierkreis: 12+1 Sternbilder** entlang der Ekliptik, je 30° Abschnitte
- ◆ Scheinbare Nähe impliziert nicht tatsächliche Nachbarschaft oder gar physikalische Assoziation
- ◆ Beispiele: Orion (Himmelsjäger), großer Wagen – große Bärin  
➔ Details Kapitel 9

## 2.5.3 Fixsternhelligkeiten (→Details siehe Kapitel 10)

- ◆ Leuchtkraft der Sonne:  $L_{\odot} = 3.826 \times 10^{26}$  Joule/s
- ◆ Scheinbare Helligkeit & Entfernung → absolute (=„wirkliche“ Helligkeit)
- ◆ Absolute Helligkeitsbestimmung schwierig
  - Entfernung unsicher
  - Messung nur bei bestimmten Wellenlängen
- ◆ Scheinbare Helligkeit: Magnituden (=Größenklasse):
  - geht wohl zurück auf Hipparchos (~150 v.Chr., antikes Griechenland):
  - hellste Sterne am Himmel:  $m=1$  mag
  - schwächste Sterne mit bloßem Auge  $m=6$  mag
- ◆ Heute:
  - 5 mag Differenz entspricht Helligkeitsunterschied von Faktor 100
  - Skala erweitert: besonders hell: negative Werte,  $m=0$  mag ist Referenz
- ◆ Empfindlichkeit der Sinnesorgane: logarithmisch → Kap. 10
- ◆ Sonne -27 mag, Sirius -1,5 mag, Gr. Wagen 2 mag, Fernrohre: 13..29 mag

## 2.5.4 Fixsterne im Jahresverlauf

- ◆ Zu jeder Jahreszeit (genau genommen an jedem Tag) sieht man andere Sternbilder.
  - Sonne überstrahlt immer andere Sterne.
  - „Nacht-Richtung“ ist immer eine andere, da Erde sich um Sonne bewegt

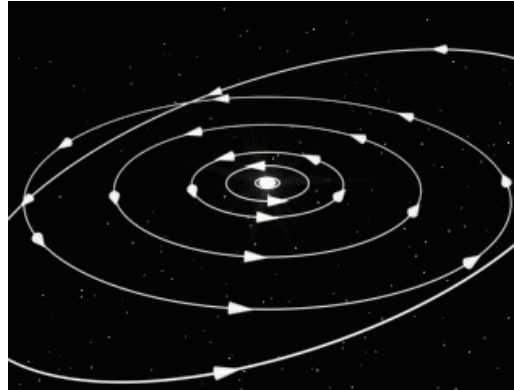


# 2.6 Planeten = „Wandelsterne“

## 2.6.1 Einführung

### ◆ Planeten im Gegensatz zu Fixsternen:

- Bewegen sich im Vergleich zu den Fixsternen (Wandelsterne)
  - Liegt an relativer Position von Erde zu Planet (jeweils anderer Himmelshintergrund)



- im Fernrohr Oberflächendetails sichtbar
  - ➔ für Auge ruhiger, flackern nicht
- Fernrohr: Scheibe (Jupiter 45", Mars bis zu 24")

# Vokabeln (siehe auch Kap. „98 Astrovokabeln“)

Gute Grafiken: <https://starwalk.space/de/news/what-is-elongation> (16.03.25)

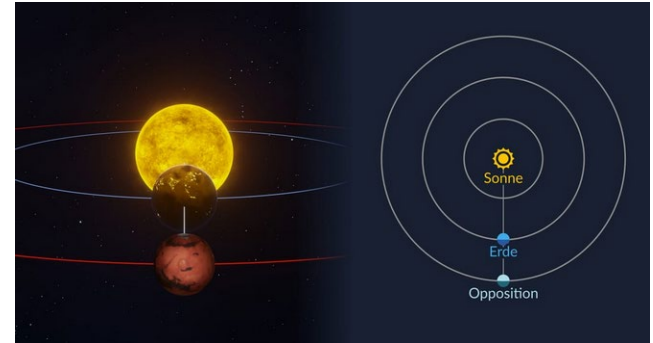


## ◆ Opposition

- 2 Himmelskörper stehen am Himmel gegenüber voneinander

» insbesondere: Opposition zur Sonne

» z.B. Mars steht in Opposition zur Sonne



<https://starwalk.space/de/news/what-is-elongation> (16.03.25)

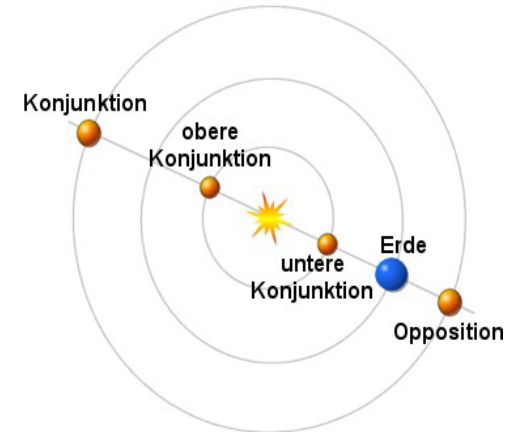
## ◆ Konjunktion

- 2 Himmelskörper stehen am Himmel nahe beieinander (gleiche Richtung)

- bei inneren Planeten

- obere Konjunktion zur Sonne

- untere Konjunktion zur Sonne (Durchgänge:  
Venus 2004/2012/2117, Merkur 2019/2032/2039/2049)



[https://de.wikipedia.org/wiki/Konjunktion\\_\(Astronomie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Konjunktion_(Astronomie)) 15.03.25

## ◆ Elongation (innere Planeten)

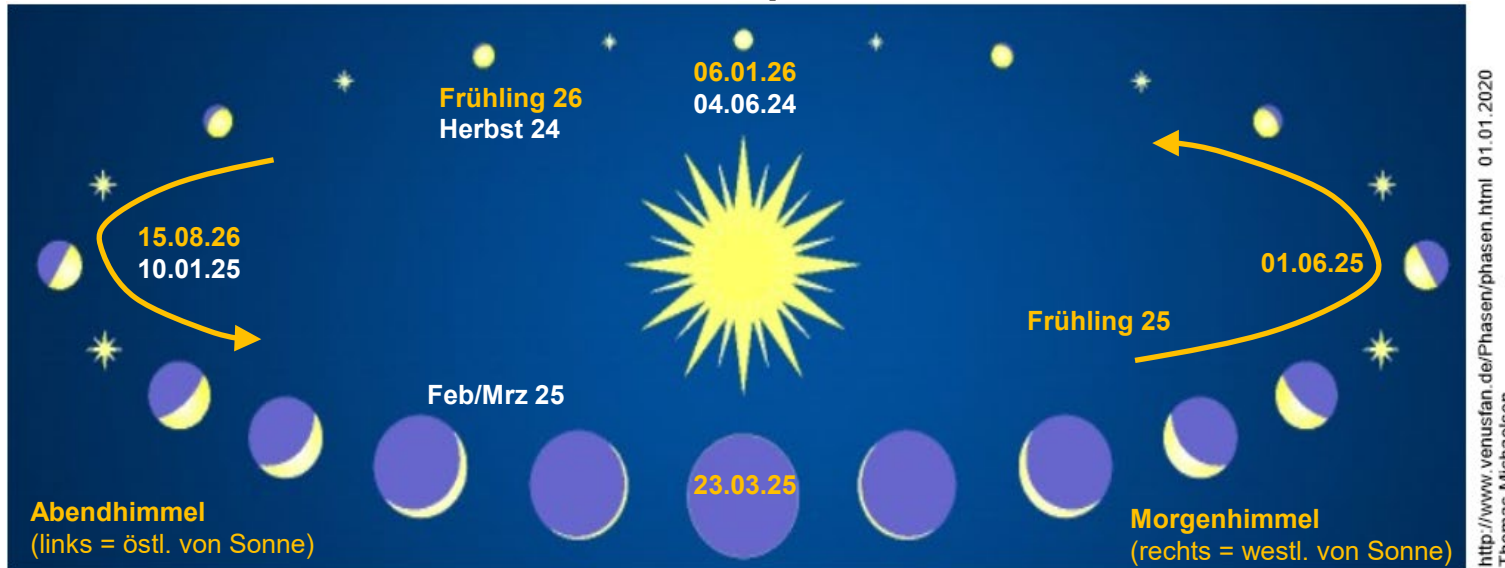
- östliche bzw. westliche Elongation

- Winkelabstand des Planeten von Sonne  
Winkel: Sonne-Erde-Planet  
max.: Merkur 28°, Venus 48°



<https://starwalk.space/de/news/what-is-elongation> (16.03.25)

### ◆ innere Planeten am Beispiel der Venus aktuell



### ◆ äußere Planeten

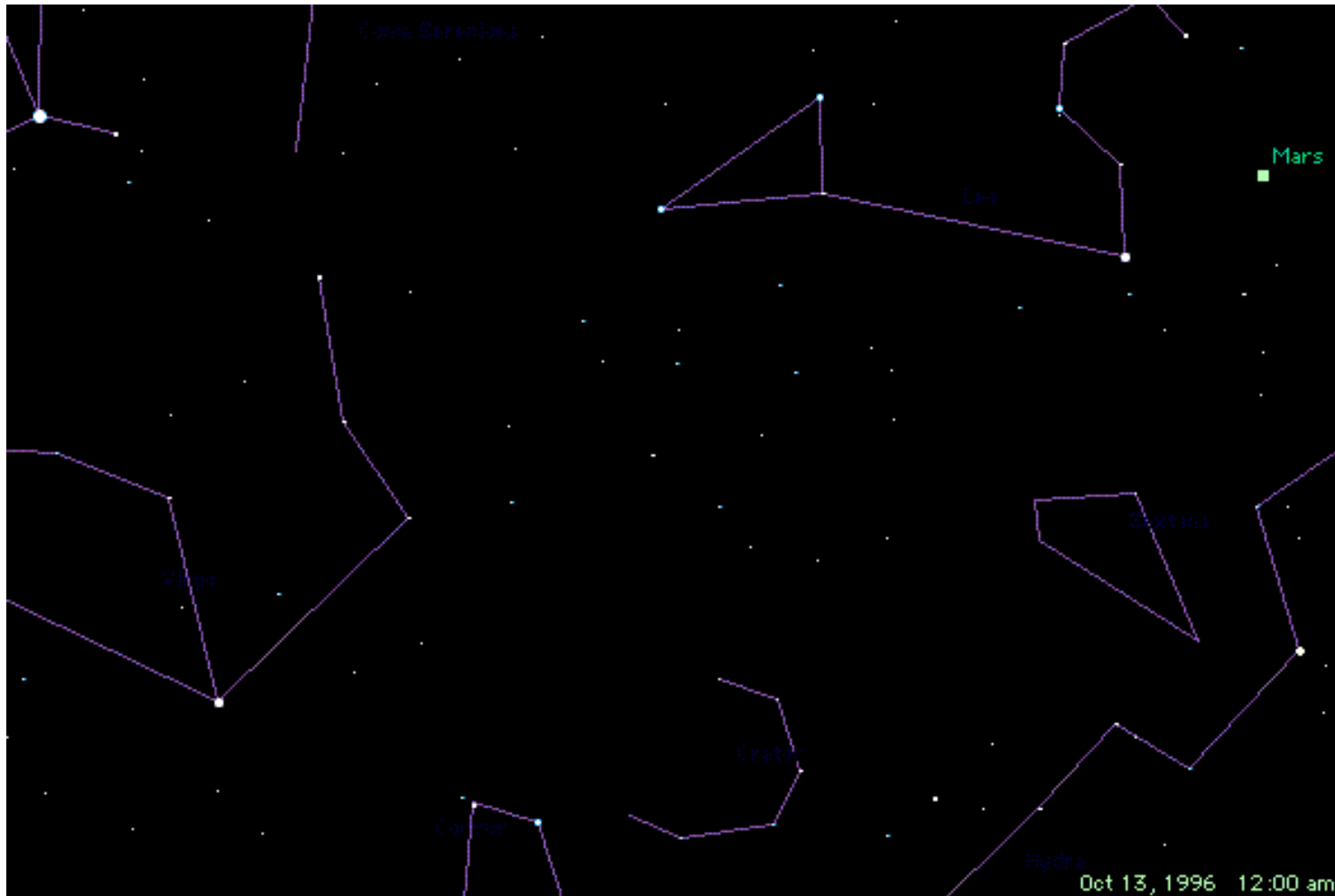
- analog,
- allerdings meist fast vollständig angestrahlt, da viel weiter weg als Erde
  - bei Mars im Teleskop noch auffallend,
  - bei Jupiter fast nicht mehr auffallend



[http://www.martin-wagner.org/planete\\_n\\_mit\\_videoastronomie.htm](http://www.martin-wagner.org/planete_n_mit_videoastronomie.htm) 01.09.2016



## 2.6.3 Rückläufigkeit Oppositionsschleife des Mars 1997



# Rückläufigkeit erklärt

→ Siehe auch Kap. 3: Epizykel (geozentrisches Weltbild)

## ◆ Verursacht durch Überholvorgang der Erde

## ◆ Projektionseffekt

- Erklärungsgrafik mit Projektionspfeilen:
- daher „Oppositions“-Schleife genannt, da immer bei Opposition
- Bsp. Erde überholt Mars



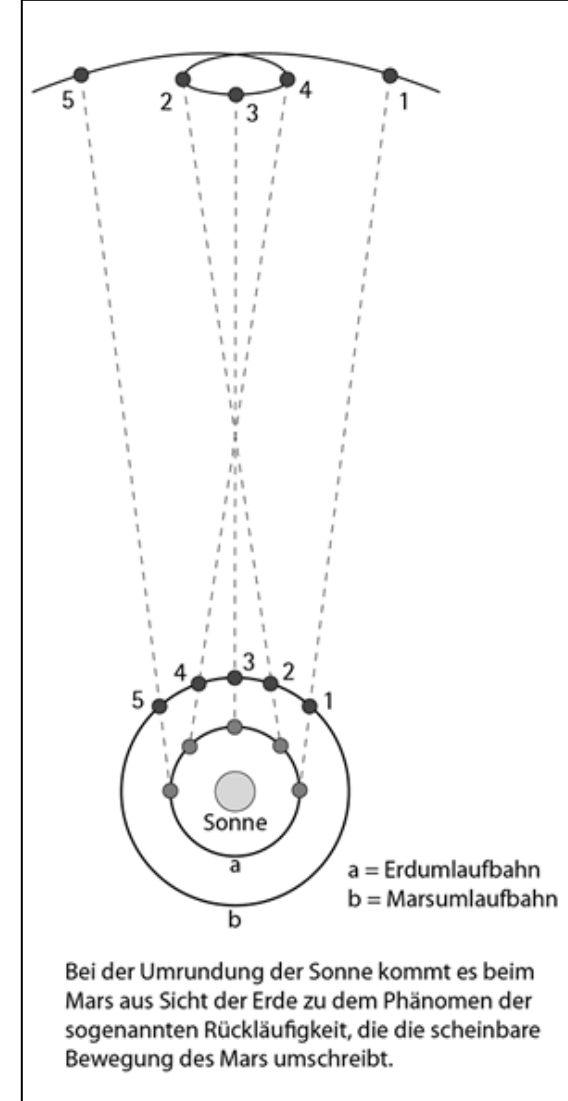
Rückläufigkeit von Mars 2003, Überlagerung mehrerer Bilder. Die kleine gepunktete Linie im Hintergrund stammt von Uranus.

<https://www.youtube.com/watch?v=DJtCfEd284Y>  
Mars ab 01:30 (5.5.20)

<https://www.leifiphysik.de/mechanik/weltbilder-keplersche-gesetze/downloads/heliozentrisches-weltssystem-ruecklaeufige-retrograde-bewegung-des-mars-animation> 5.5.20

<https://www.leifiphysik.de/mechanik/weltbilder-keplersche-gesetze/downloads/heliozentrisches-weltssystem-erklarung-der-schleifenbahnen-animation> 5.5.20

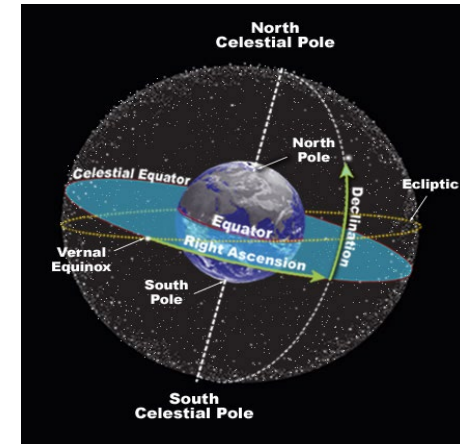
<http://wiki.astro.com/astrowiki/de/Datei:Ruecklaeufigkeit.png>  
[http://wiki.astro.com/astrowiki/de/Datei:Mars\\_retrograd.jpg](http://wiki.astro.com/astrowiki/de/Datei:Mars_retrograd.jpg)  
01.09.2016, CreatComm



## 2.6.4 Der Tierkreis - Die Ekliptik

### ◆ Bahn der Sonne und Planeten am Himmel durch Tierkreissternbilder

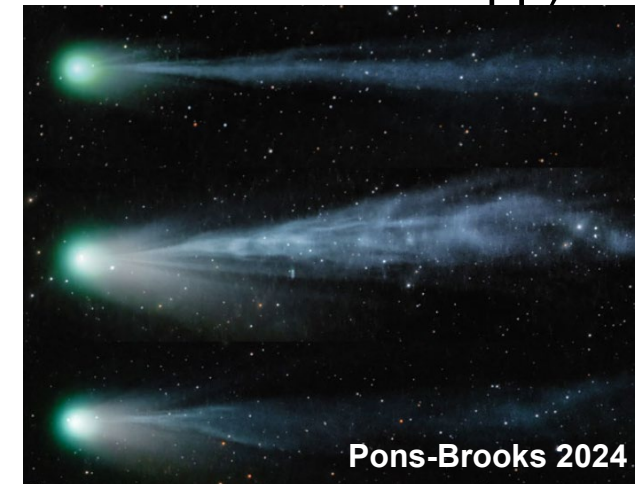
- Schiefe der Ekliptik:  $23,5^\circ$
- **12+1 Sternbilder entlang der Ekliptik:** Tierkreis (Zodiac)
  - Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe,
  - Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze
  - Steinbock, Wassermann, Fische, (+13.Sternbild: Schlangenträger)
- Vorsicht: astrologische Daten stimmen nicht mehr
  - war vor 2000 Jahren richtig, hat sich um ca. ein Sternbild verschoben
  - Präzession der Erdachse (→4.3)
  - Sternbilder-Zuordnung erst in Neuzeit definiert (→9)
    - Schlangenträger als Zusatzsternbild, also eigentlich 13 Sternbilder
  - Astrologie (→20)



# 2.7 Besondere astronomische Ereignisse

## 2.7.1 Kometen

- ◆ Objekte aus Kuipergürtel, auf elliptischer Bahn in Sonnennähe
- ◆ Ausbildung von Schweif(en)
- ◆ Häufig schnelle (scheinbare) Bewegung am Himmel
- ◆ Hinterlassen Staub auf Bahn (→ Sternschnuppenschwärme)
  - 1996: Hale-Bopp (C/1995 O1)
  - 2020: NEOWISE (C/2020 F3) (schönster Komet seit Hale Bopp).
  - 2024: Pons-Brooks (12P) (Fernglaskomet, 5 mag)
  - 2024: Tsuchinshan-ATLAS (C/2023 A3) (schönster Komet seit Hale Bopp).



## ◆ Oktober 2024 am Abendhimmel



← Harald Krause  
Samerberg 17.10.

Elmar Junker ↓ →  
Erlbach 17.10.



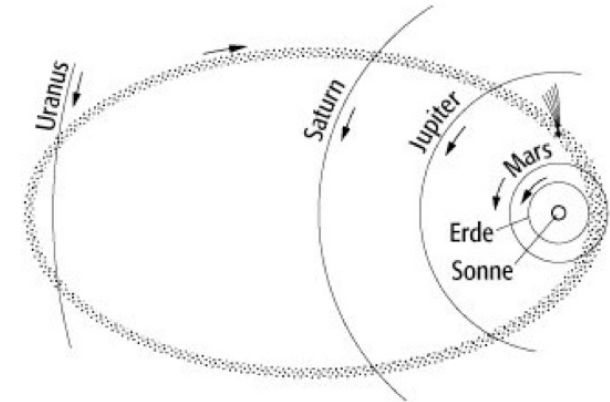




- 

## 2.7.2 Sternschnuppenschwärme

- ◆ Wenn Erdbahn eine (alte) Kometenbahn kreuzt
  - ➔ Zusammenstoß mit zusätzlichen Staubmassen
  - ➔ sehr viele Sternschnuppen
- ◆ Recht regelmäßig
  - Nächte um 22. April (16.-25.04.): **Lyriden**
    - Normales Maximum: 20 Meteore pro Stunde
  - Nächte um 19. Mai (15.04.-15.07.): **Sagittariden**
    - Normales Maximum: 6 Meteore pro Stunde
  - **Nächte um 12. August (vom ca. 17.07. bis 24.08.): Perseiden**
    - **Normales Maximum: 20-40 Meteore (bis zu 100) pro Stunde**
  - Nächte um den 08. Oktober 2011: **Draconiden**: variabel: 2011/12 bis zu 500 Meteoren pro Stunde!!
  - Nächte um 21. Oktober (19.10.-23.10.): **Orioniden**
    - Normales Maximum: um 10 Meteore pro Stunde
  - Nächte um Anfang November (01.10.-25.11.): **Tauriden**
    - Normales Maximum: 5 Meteore pro Stunde, Anf. Nov. viele Feuerkugeln (2022 besonders viele)
  - **Nächte um 17. November (14.-21.11.): Leoniden**
    - Normales Maximum: 20 Meteore pro Stunde
  - **Nächte um 13./14. Dez (07.12.-17.12.): Geminiden**
    - **Normales Maximum: 50-100 Meteore pro Stunde (in den letzten Jahren)**
  - Nächte um 3. Januar (01.01.-05.01.): **Quadrantiden\*** / **Bootiden**
    - Normales Maximum: 100 Meteore pro Stunde



<https://www.spektrum.de/lexikon/ph/ysik/meteor/9674> 21.10.23

\*von altem Sternbild Mauerquadrant (nicht mehr geführt)



## ◆ Geminiden

- Ursprung: Aktiver Asteroid  
3200 Phaethon
- 22 km/s
- Xinglong Observatory, China
- APOD 13.12.2020 (NASA)
  - Steed Yu, NightChina.net
  - <https://apod.nasa.gov/apod/ap201213.html>



- ◆ Für Quiz-Modul im Learning-Campus
  - Multiple choice
  - Zuordnung
  - wahr/falsch
  
- ◆ E-Mail an mich, wir pflegen das ein,...
  
- ◆ ich nehme Aufgaben aus dem Pool, falls...
  - ... alle Details im LC in Sektion 8

## 2.7.3 Finsternisse

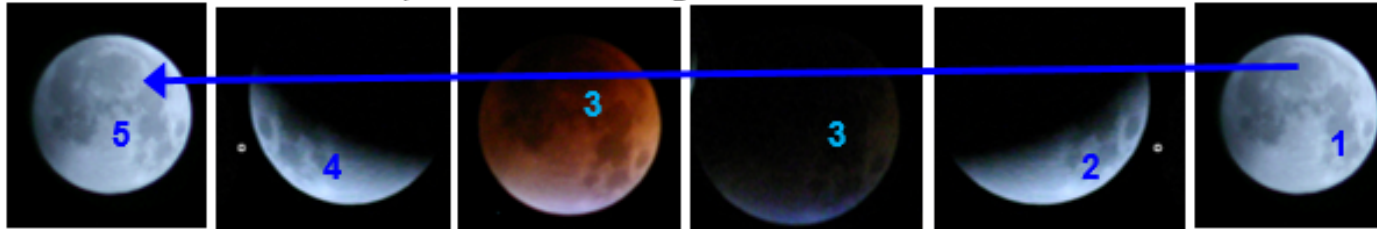
### Mondfinsternisse (MoFi)

Beachten Sie dafür das **Arbeitsblatt** im Learning Campus:  
„02\_Mondphasen-und-Mondfinsternisse\_Handout\_v7.pdf“

Dieses **Video-2** grenzt die Mondphasen zu Finsternissen prima ab:

<https://www.youtube.com/watch?v=INi5UFpales>

Wenn bei einer Mondfinsternis der Mond zunehmend durch den Erdschatten verfinstert wird, ähnelt das Aussehen den verschiedenen Mondphasen, hat aber gar nichts damit zu tun:



(Abb. 4)

Abb. 4: Pfeilrichtung = zeitlicher Verlauf einer Mondfinsternis von der Erde aus gesehen (von rechts nach links, da der Mond sich gegen den Sternenhimmel nach links bewegt; ähnliche Zeitpunkte sind in den Bildern (auch unten) mit gleichen Zahlen gekennzeichnet. Von Position 2 bis Position 4 braucht der Mond hier 2 Stunden:

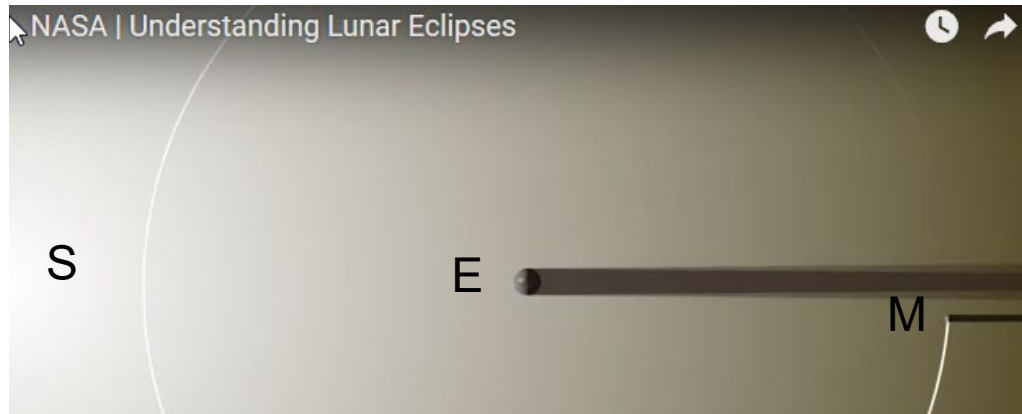
1: kurz vor Beginn der partiellen Phase, 2: partielle Phase nach Eintritt, 3: Totalität (Mond im Kernschatten (= Umbra), rötliches Bild ist länger belichtet), 4: partielle Phase nach Austritt, 5: nach der Finsternis.

# Erklärung

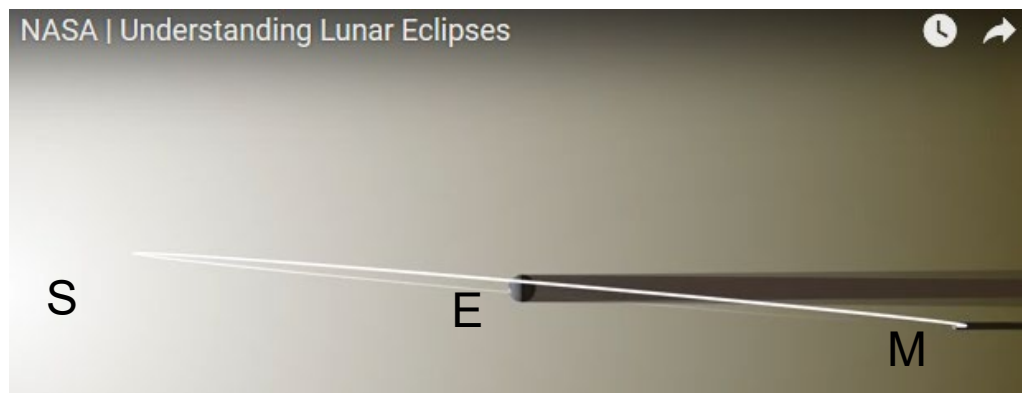
## Wieso keine MoFI jeden Monat?

- ◆ Neigung der Mondbahn gegenüber der Erdbahn um die Sonne um  $5,2^\circ$

- Mondbahn von oben:



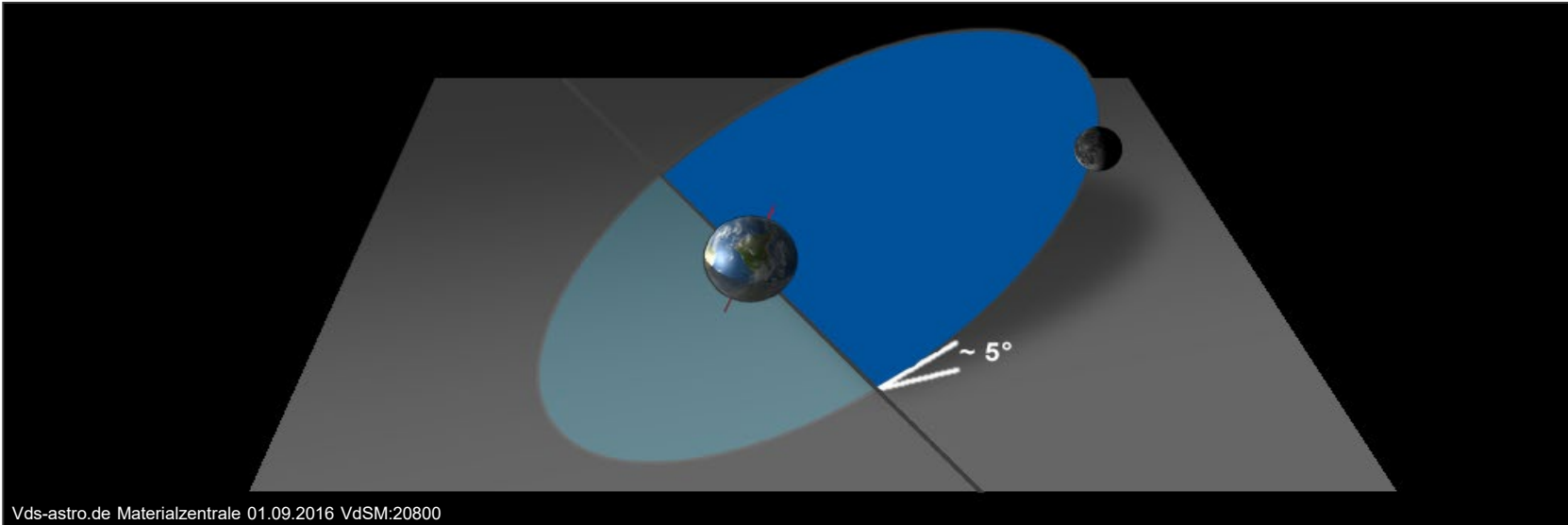
- Mondbahn von Seite



<http://www.mondfinsternis.net/was.htm>  
[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=43&v=INi5UFpales](https://www.youtube.com/watch?time_continue=43&v=INi5UFpales) 12.11.17

# Warum kommt es nicht jeden Monat zu einer Mondfinsternis?

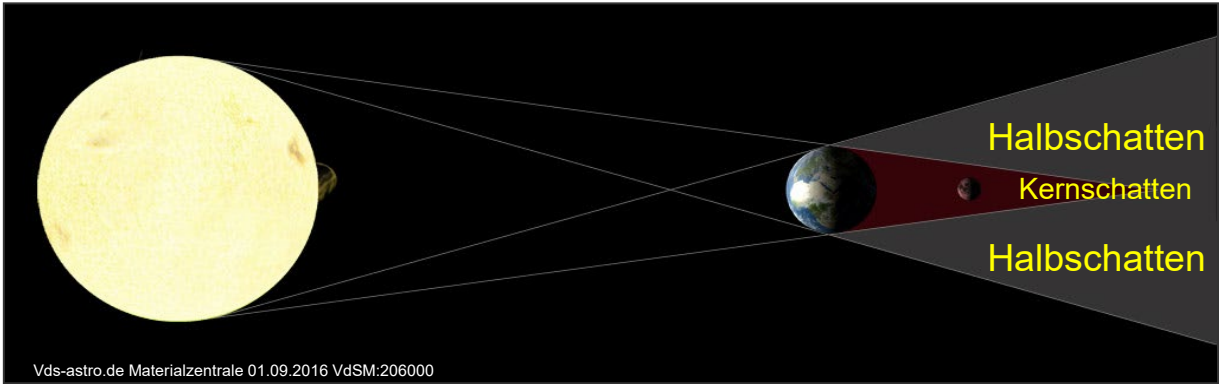
- ◆ Neigung der Mondbahnebene gegenüber der Ekliptik



- ◆ Maßstabsgerechte Darstellung von Erde und Mond ( $5^\circ$  Korridor)



MoFis also bei Vollmond, falls der Mond durch einen Bahnknoten geht.  
(➔ 8.3 ; d.h. Sonne-Erde-Mond eine Linie)  
Wg. Neigung der Mondbahn gegen Ek-iptik nicht jeden Monat eine Mondfinsternis



Typische Dauer:  
Totalität: ca. eine Stunde  
Gesamten Finsternis: gut 3 Stunden

Abhängig von Entfernung Erde-Mond  
und Geometrie (Nähe zum Knoten)

Mondfinsternisse sind sichtbar auf gesamter Hemisphäre mit Mond über Horizont.  
Rötung: Von der Erdatmosphäre in den Kernschatten hinein gebrochenes Licht.  
Daten für in Mitteleuropa sichtbar (<http://www.mondfinsternis.net/chronik.htm#y2021>):

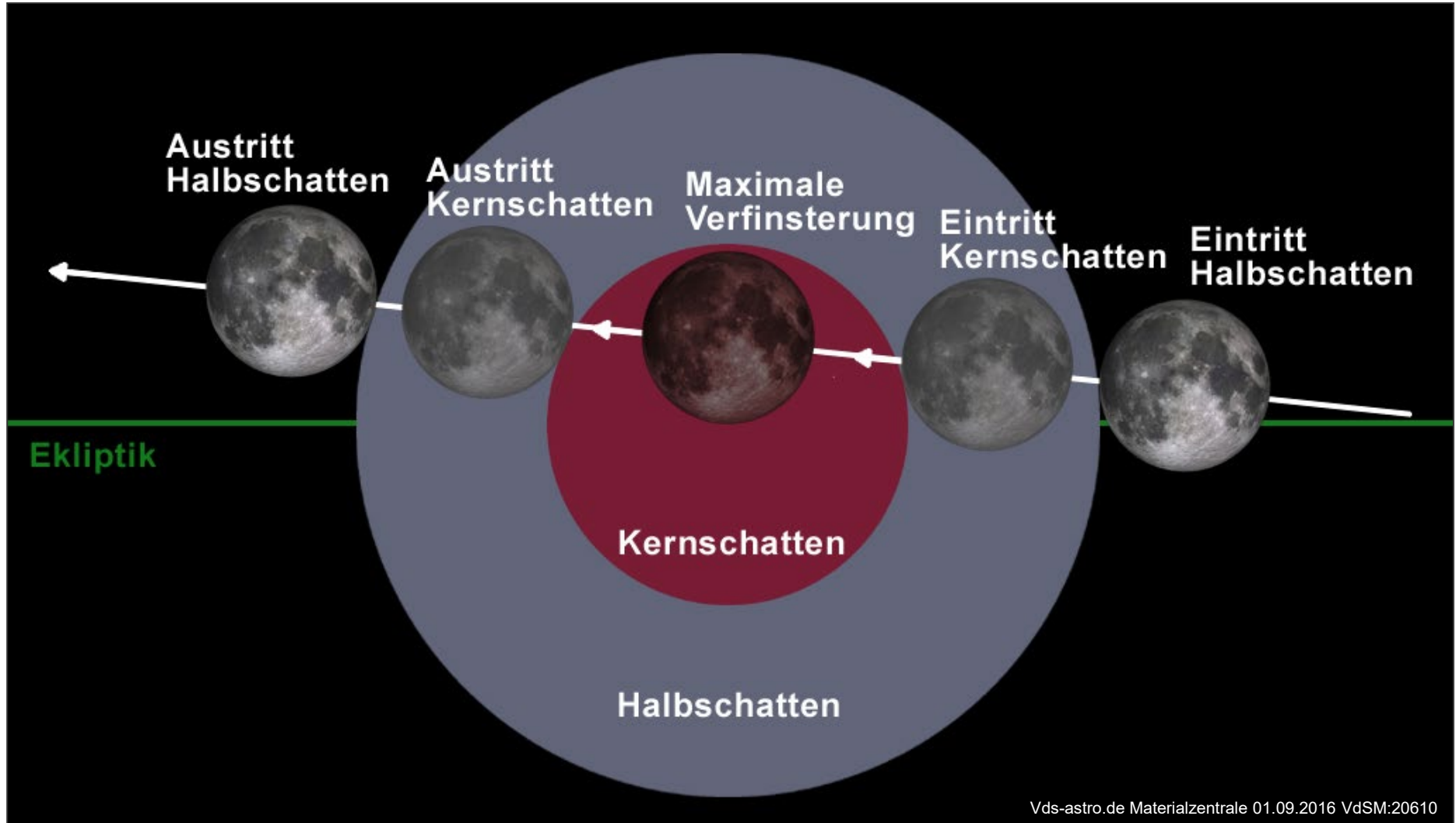


Datum	Typ	Mitteleuropa
<a href="#">28.10.2023</a>	P	P, 0.12
<a href="#">25.03.2024</a>	H	H, 0.40
<a href="#">18.09.2024</a>	P	P, 0.08
<a href="#">14.03.2025</a>	T	P, 0.61
<a href="#">07.09.2025</a>	T	T, 1.36
<a href="#">28.08.2026</a>	P	P, 0.93

Typ:  
T: total;  
P: partiell;  
H: Halbschatten

# Mondfinsternis

## Exemplarischer Verlauf



## ◆ 10.12.2011 von Beijing



<http://apod.nasa.gov/apod/image/1112/TLE2011Dec10WangLetian.jpg> (APOD)

<http://apod.nasa.gov/apod/astropix.html>



# Sonnenfinsternisse

## SoFi: Total oder ringförmig?

Mondbahn elliptisch:  
Mittlerer Abstand: 384.460 km  
Erdnächster Punkt (Perigäum): 363.460 km  
Erdfernster Punkt (Apogäum): 400.500 km  
& Erdbahn um Sonne ist elliptisch.

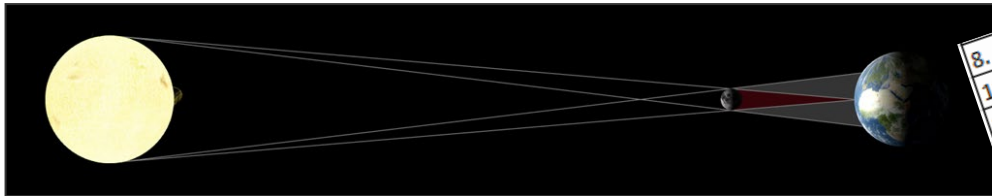


Scheinbare Durchmesser von Sonne & Mond:  
Sonne: von 31'31" bis 32'35"  
Mond: von 29'22" bis 33'33"  
Also scheinbar etwa gleich groß!  
War nicht immer so: Mond entfernt sich langsam von Erde.

Nicht jeden Monat eine SoFi (bei Neumond) bzw. MoFi (bei Vollmond)  
da die Mondbahn gegenüber der Erdbahn etwas geneigt ist! Grafik s.o.

### Totale SoFi:

Finsternis perigäumsnah → Total, lang (max. ~ 7min)



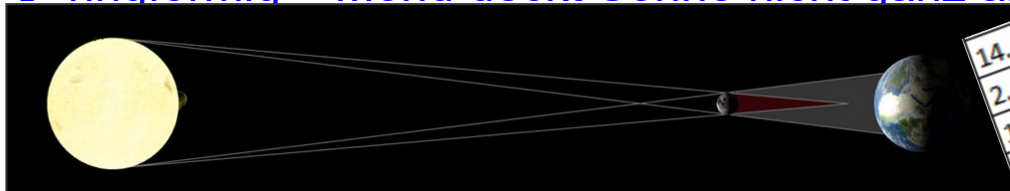
8. Apr. 2024	04m28s	Nordamerika, Mittelamerika,
12. Aug. 2026	02m18s	Nördliches Nordamerika, We
2. Aug. 2027	06m23s	Afrika, <b>Europa</b> , Naher Osten,
22. Juli 2028	05m10s	Südostasien, Australien, Neu
25. Nov. 2030	03m44s	Südliches Afrika, südlicher In
30. März 2033	02m37s	Nordöstliches Asien, <b>Island</b> , N
20. März 2034	04m09s	Afrika, <b>Europa</b> , westliches As



### Ringförmige SoFi:

Finsternis apogäumsnah

→ ringförmig – Mond deckt Sonne nicht ganz ab

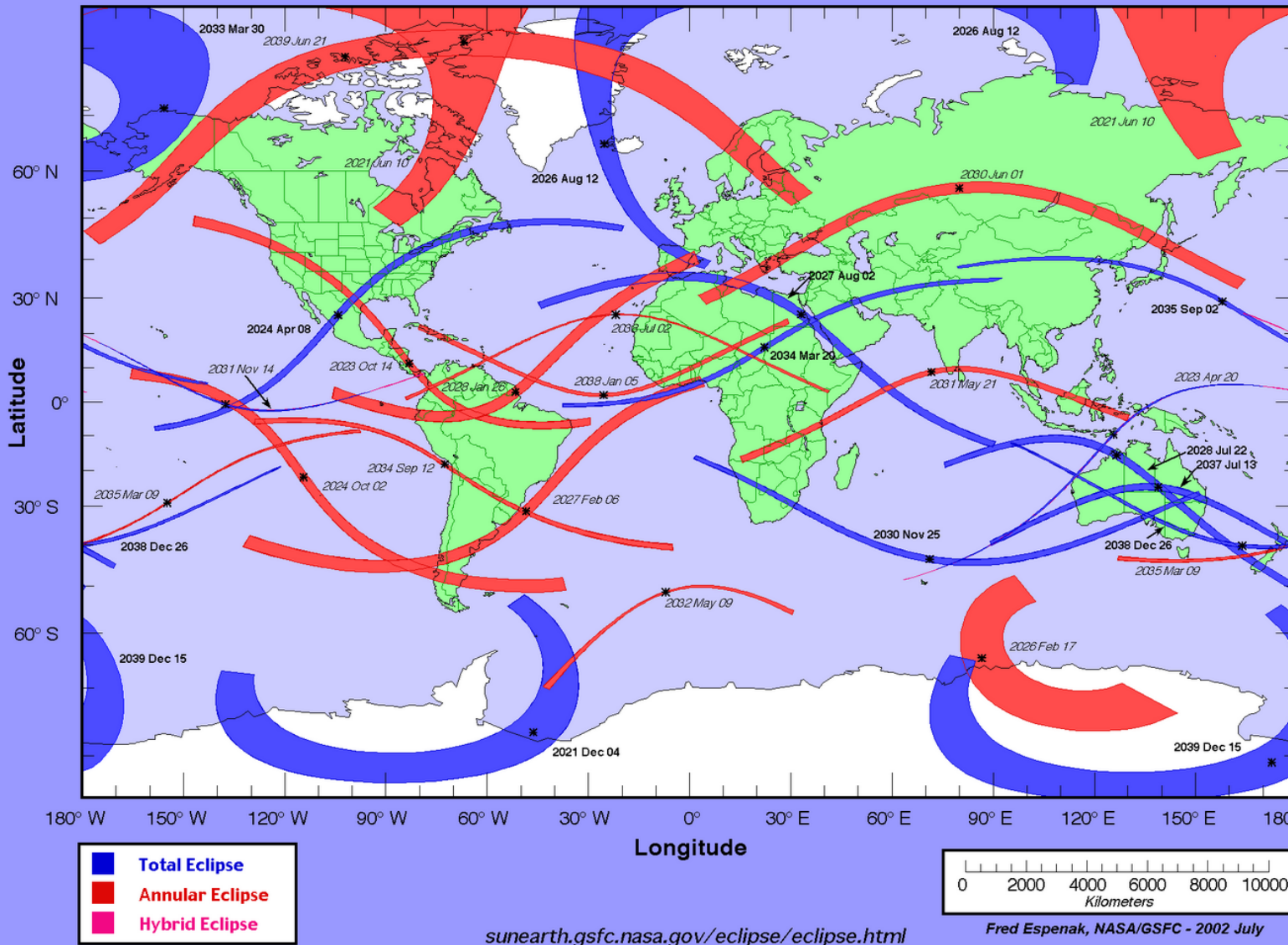


14. Okt. 2023	05m17s	Nordamerika, Mittelame
2. Okt. 2024	07m25s	Pazifik, südliches Südame
17. Feb. 2026	02m20s	Südargentinien und Chile
6. Feb. 2027	07m51s	Südamerika, Antarktis, W
26. Jan. 2028	10m27s	Östliches Nordamerika, N
1. Juni 2030	05m21s	<b>Europa</b> , Nordafrika, Nahe
21. Mai 2031	05m26s	Afrika, Südasien, Südosta





# Total and Annular Solar Eclipse Paths: 2021 –2040



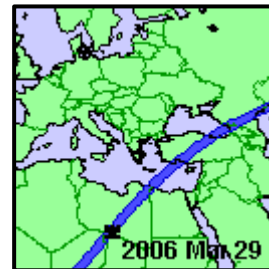
**1991:**



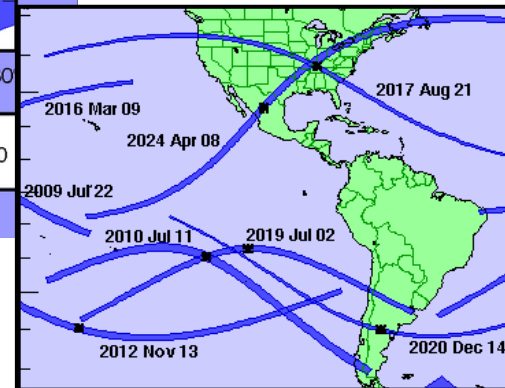
**1999:**



**2006:**

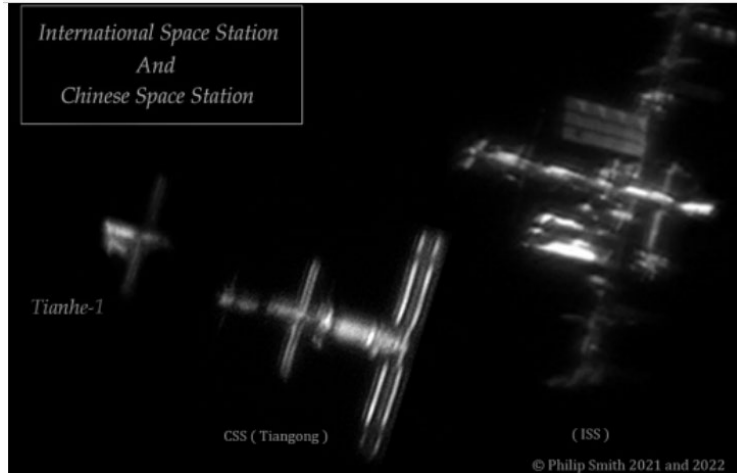


**2017-2020:**



<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html> <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEatlas/SEatlas3/SE2001-25T-1.GIF>  
<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEatlas/SEatlas3/SEatlas2021.GIF>  
<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEatlas/SEatlas2/SEatlas1981.GIF> 21.10.2023  
 siehe auch: [http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Sonnenfinsternisse\\_des\\_21.\\_Jahrhunderts](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Sonnenfinsternisse_des_21._Jahrhunderts)

### ◆ ISS, (International Space Station), Tiangong



Comparison of Space Stations

	International Space Station	Chinese Space Station	Mir
Maximum Length	109 m	37 m	31 m
Mass	420 metric tons	60 - 70 metric tons	130 metric tons
Lifespan	26 yrs if deorbited in 2024	>10 yrs	15 yrs
Crew Size	6, or 9 short-term	3, or 6 short-term	3, or 6 short-term
Initial Launch Date	1998	2021	1986

ChinaPower CSIS | SPACE FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

www.spaceweather.com 23.09.2022

### ◆ Star-Link Satelliten von Elon Musk (Lichtverschmutzung<sup>3</sup>)

### ◆ Envisat

### ◆ ...

### ◆ www.heavens-above.com

- Beobachtungspunkt auf der Erde ist anzugeben
- Rosenheim: 47,85° nördliche Breite und 12,13° östl. Länge

- ◆ *Das Handout der Folien ist nur zum persönlichen Gebrauch für die Studierenden der Lehrveranstaltung bestimmt und darf nicht an Dritte weitergegeben (oder auf andere Plattformen hochgeladen) werden.*
- ◆ *Für die verwendeten Grafiken liegen Erlaubnisse der Urheber für diesen Zweck vor, oder sie sind gemeinfrei (z.B.: creative commons = CC) oder die Verwendung fällt unter das Zitierrecht.*
- ◆ *Details:*
  - *NASA-Fotos & ihrer Weltraummissionen sind gemeinfrei ([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov))*
  - *ESO-Fotos fallen unter CC 4.0 ([www.eso.org](http://www.eso.org))*