

**Beginn: 12.15 Uhr!**

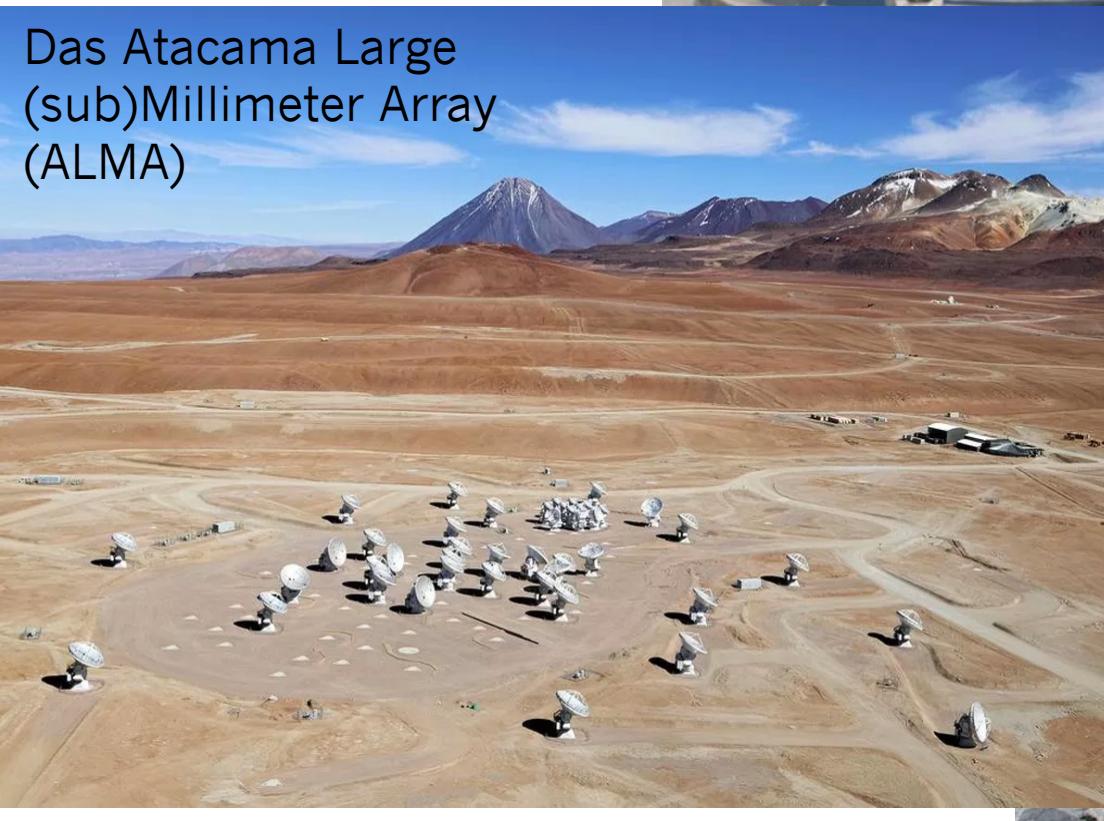
**Astro121 - Einführung in die Astronomie**

Prof. Frank Bigiel

Argelander-Institut für Astronomie

# Mein Hintergrund ...

Das Atacama Large  
(sub)Millimeter Array  
(ALMA)



# Mein Hintergrund ...



Das Effelsberg 100m  
Radioteleskop

# 1. Details zur Vorlesung

- Uhrzeit: 12.15 – 13.45 Uhr (mit 5 Min. Pause)
- Vorlesung ist in Präsenz! (und bleibt es hoffentlich auch)
- Interaktion und Fragen: Vorlesung, Tutorien, email, Foren auf eCampus
  - Sie können Benachrichtigungen einstellen wenn neue Nachrichten in den Foren sind.
- eCampus Seiten: Bitte **unbedingt** anmelden sonst erreichen wir Sie nicht per email!

# Details zur Vorlesung

- Uhrzeit: 12.15 – 13.45 Uhr (mit 5 Min. Pause)
- Vorlesung ist in Präsenz! (und bleibt es hoffentlich auch)
- Interaktion und Fragen: Vorlesung, Tutorien, email, Foren auf eCampus
  - Sie können Benachrichtigungen einstellen wenn neue Nachrichten in den Foren sind.
- eCampus Seiten: Bitte **unbedingt** anmelden sonst erreichen wir Sie nicht per email!



## Forum: Organisatorisches

In diesem Forum können Fragen zur Organisation der Vorlesung gestellt werden.

Beiträge (Ungelesen): 2 (2)

Letzter Beitrag: Der provisorische Vorlesungsplan ist ... von Lukas Neumann (s6luneum), 06. Okt 2022, 06:46



## Forum: Vorlesungs Themen und Inhalt

Forum für Fragen bezüglich Themen und Inhalt der Vorlesung

Beiträge (Ungelesen): 0 (0)

# eCampus

## Wichtige Informationen zur Vorlesung:

- Die Vorlesungen des Kurses astro121 sowie die Übungsstunden finden dieses Semester **in Präsenz** statt.
- Die erste Vorlesung ist am **12.10.2022 um 12.15 - 13.45 Uhr**.
- Die erste Übungsstunde findet in der Woche vom **24.10.2022** statt.
- Die Klausur ist auf die letzte Vorlesung (**Mittwoch 01.02.2023**) angesetzt und auf 90 min ausgelegt.
- Für allgemeine Anfragen können Sie gerne die Kursassistentin Cosima Eibensteiner ([eibensteiner@uni-bonn.de](mailto:eibensteiner@uni-bonn.de)) oder Prof. Bigiel kontaktieren ([bigiel@astro.uni-bonn.de](mailto:bigiel@astro.uni-bonn.de)). Für Fragen die für alle Studentinnen und Studenten von Relevanz sind, können Sie auch gerne das Forum nutzen.

## Allgemeines

Die **Vorlesung** findet in der **Anatomie / HS Anatomie B (in der Nussalle 10)** in Präsenz statt.

## Dozent:

Prof. Frank Bigiel ([bigiel@astro.uni-bonn.de](mailto:bigiel@astro.uni-bonn.de))

## Kursassistentin:

Cosima Eibensteiner ([eibensteiner@uni-bonn.de](mailto:eibensteiner@uni-bonn.de))

## Tutorin/Tutor des Kurses:

Yvonne Fichtner, [yfichtner@astro.uni-bonn.de](mailto:yfichtner@astro.uni-bonn.de)  
Malena Held, [s6maheld@uni-bonn.de](mailto:s6maheld@uni-bonn.de)  
Sebastian Laudage, [s6selaud@uni-bonn.de](mailto:s6selaud@uni-bonn.de)  
Lukas Neumann, [lneumann@astro.uni-bonn.de](mailto:lneumann@astro.uni-bonn.de)  
Chris Nowaczek, [s6chnowa@uni-bonn.de](mailto:s6chnowa@uni-bonn.de)  
Nico Tintel, [s6nitint@uni-bonn.de](mailto:s6nitint@uni-bonn.de)

## Übungsgruppen

Gruppe	Tag	Uhrzeit	Tutor:in	Raum (Alfa)
a	Mittwoch	14:30-16:00	Yvonne Fichtner	Hörsaal
b	Mittwoch	15:00-16:30	Sebastian Laudage	0.005

c	Donnerstag	10:30-12:00	Yvonne Fichtner	0.006
d	Donnerstag	10:30-12:00	Nico Tintel	0.008
e	Donnerstag	13:30-15:00	Sebastian Laudage	0.006
f	Donnerstag	14:00-15:30	Malena Held	0.005
g (English)	Donnerstag	16:00-17:30	Lukas Neumann	0.005
h	Donnerstag	16:30-18:00	Chris Nowaczek	0.006
i	Freitag	11:00-12:30	Nico Tintel	0.006
j (English)	Freitag	13:30-15:00	Lukas Neumann	0.006
k	Freitag	13:30-15:00	Chris Nowaczek	0.008
l	Freitag	15:00-16:30	Malena Held	Hörsaal

## Lehrbücher:

- Astronomie: Die Kosmische Perspektive*, "Pearson", Bennett et al. ([Online Zugriff mit Uni-Account](#))
- Der neue Kosmos*, Unsöld und Baschek ([Ausleihbar](#) über UB, oder [Online Zugriff mit Uni-Account](#))
- Duden Astronomie*, de Boer et al. ([Ausleihbar](#) über UB)

# Was erwartet Sie im WS22/23?

- Einleitung
- Strahlung, Koordinaten
- Astronomie und Zeitmessung, Historie
- Instrumente der Astronomie
- Sonnensystem & Planeten
- Sterne
- Sternentwicklung
- Endphasen der Sternentwicklung
- Sterne und interstellares Medium
- Das Milchstraßensystem (teilweise)
- Klausur

# Was erwartet Sie im WS22/23?

Datum	Vorlesungsthemen	Kapitel (in Pearsons "Astronomie")
12.10.2022	Einleitung, Astronomie als Wissenschaft	1.1, 1.2
19.10.2022	Elektromagnetische Strahlung	5.1, 5.2, 5.4
26.10.2022	Koordinaten, Parallaxe	S1.2, 2.4
2.11.2022	Planck Spektrum, Magnituden, optische Teleskope	S1.1, S1.3
9.11.2022	Adaptive Optik, Detektoren	15.1, 6.1, 6.2, 6.3
16.11.2022	Zeitmessung	S3.4, 6.4
23.11.2022	Sonnensystem & Planeten 1	S3.4, 6.4, 5.2 (im "Der neue Kosmos")
30.11.2022	Sonnensystem & Planeten 2	2.3, 8.1, 8.2, 11.1, 11.2, 12.2, 12.3, 12.4
7.12.2022	Keine Vorlesung	Dies Academicus
14.12.2022	Gravitationswellen, Röntgen-, und Radioteleskope	7.1, 7.2, 9.1
21.12.2022	Sterne: Klassifikation & HRD 1	15.1, 15.2
28.12.2022	Keine Vorlesung	Weihnachtsferien
4.1.2023		
11.1.2023	Sterne: Klassifikation & HRD 2	15.1, 15.2, 7.4.1 & 6.5.4 (im "Der neue Kosmos")
18.1.2023	Sterne: Aufbau, Energieerzeugung & Eigenschaften	14.1, 14.2
25.1.2023	Sterne: Entwicklung & Endstadien, Milchstrasse	16.2, 17.1, 17.2, 17.3, 19.1
1.2.2023	Klausur	

# Übungsgruppen

- „Anwesenheitsübungen“ – Anmeldungen offen ab heute 14 Uhr bis Sonntag 20 Uhr. Bitte diese Woche anmelden!
- „First come first serve“ (sorry, 200 Teilnehmer)
- Beginn: ab übernächste Woche (Mittwoch, 26.10.)
- Bitte nur in EINER Gruppe anmelden.
- 2 Gruppen sind auf Englisch!

# Übungsgruppen

- Bitte machen Sie sich mit dem aktuellen Übungszettel und dem relevanten Stoff VOR dem Tutorium vertraut!
- Übungszettel werden Mittwochs auf eCampus online gestellt
- Termine sind Mittwochs, Donnerstags, Freitags
- Ablauf:
  - Besprechung des Übungszettels **zusammen**, d.h. Sie sollen sich das mit den Tuto ren erarbeiten! Bringen Sie Ideen zu den Aufgaben mit!
  - Fragen zur Vorlesung

# Klausur

- Erster Termin: **1. Februar 2023 12:15 Uhr im Hörsaal in Präsenz**
- Zweiter Termin: TBD gegen Ende der Semesterferien
- Ganz grober Richtwert:
  - Etwa 50% Multiple Choice, Lückentext oder kurze Antworten
  - Etwa 50% Aufgaben mit Zeichnungen/Rechnungen
- **Die Tutorien bereiten Sie darauf vor, seien Sie regelmässig da!**
- Machen Sie aktiv bei den Übungszetteln mit!

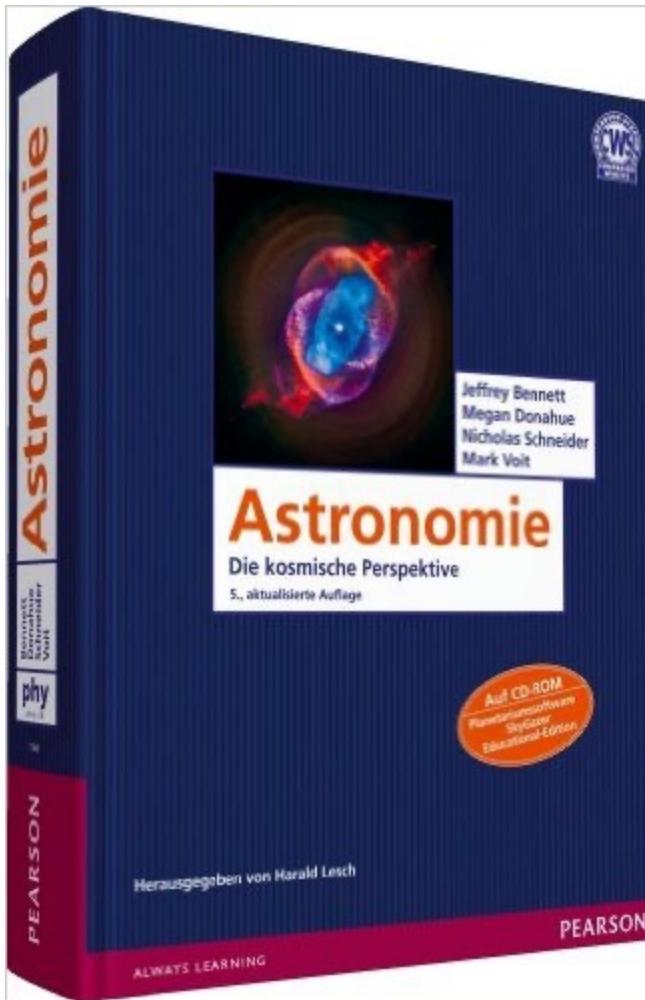
# Präventiv ...

- "X und Y wurden in der Klausur gefragt aber waren so nicht auf den Folien"
- "X und Y musste man in der Klausur ausrechnen, dabei wird in der Vorlesung gar nichts gerechnet"
- "Ich bin krank und kann nicht in die Vorlesung kommen"

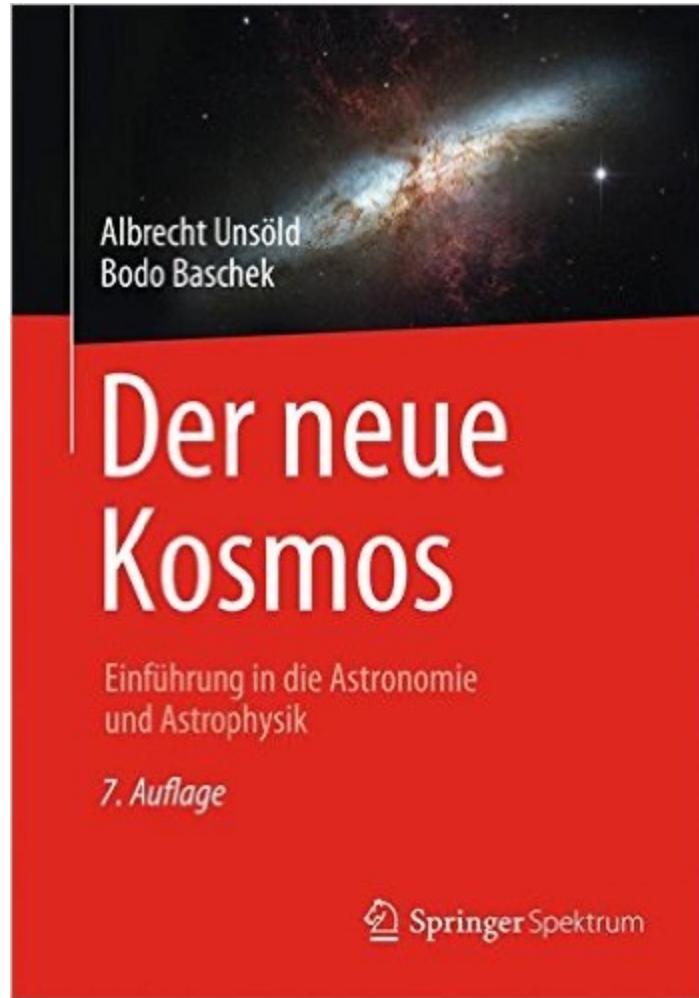
Kommen Sie in die Vorlesung und zu den Tutorien, schauen Sie sich die Vorlesungsfolien, Literatur und Übungszettel an!

# Bücher

# Bücher



# Bücher



# Astronomie im Bachelor Studium

- Neben der „*Einführung in die Astronomie*“ (astro121) gibt es im Sommersemester
  - „*Einführung in die extragalaktische Astronomie*“ (astro122)
  - „*Einführung in die Radioastronomie*“ (astro123)
- Jede Vorlesung gibt 4 Leistungspunkte

# 2. Prinzipielles zu wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn

$x = Y \cdot \cos(\varphi) \quad \text{with } Y = \sqrt{x^2 + z^2} - \sqrt{2b + \cos(\varphi)} \quad \text{and } \varphi = \arctan\left(\frac{z}{x}\right)$   
 $y = \sin(\varphi) + \sqrt{2b + \cos(\varphi)} \quad \text{with } Y = \sqrt{x^2 + z^2}$   
 $n = 5.43 \quad \text{with } x_2 - y_{2+3} = \frac{\pi}{3.88} = 0.77$   
 $P_S = 543L - x \sum_i^2 - 2b - \sqrt{x^2 - 2b} \quad h_0 = \frac{C_{22} + C_{24}}{m_{per} + n_c} \quad C_1 = 22 \quad (e=24)$   
 $\text{matrix: } \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(x) + \sin(y) \\ \tan(\pi \cdot b) \\ \cos(x) \end{bmatrix} \quad \text{B?} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(x) + \sin(y) \\ \tan(\pi \cdot b) \\ \cos(x) \end{bmatrix}$   
 $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(x) + \sin(y) \\ \tan(\pi \cdot b) \\ \cos(x) \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(x) + \sin(y) \\ \tan(\pi \cdot b) \\ \cos(x) \end{bmatrix}$   
 $\sum_i^2 \log X_{10} = \ln(n) - 2a \quad n = \sqrt{3x + 4y} \quad \sum_i^2 = \cos(x) \cdot ab^2 \quad \text{A} \quad \text{B} \quad \sqrt{a^2 + b^2} = x^2 + y^2 \quad \text{S} \quad V = 22 \quad (\bar{a} + \bar{b})$   
 $- C_1 + C_2 \quad \sin(A) = N_1 \quad 22.856000 \quad \pi = 3.14 \quad \text{A} \quad \text{B} \quad x^2 + y^2 = ab + 4c \quad \text{C}(x, y) \quad \begin{cases} xy = c \\ cx - cy = 2b^2 \\ 2\pi = c \end{cases} \quad \text{AB} \quad \bar{x} =$   
 $76+x \quad \sin(B) = N_2 \quad \tan(\beta) = F \quad \sum \begin{cases} x^2 + y^2 = 54 \\ 2x + b = -xy \\ 432x = y + ab \end{cases} \quad A \quad B \quad \beta = 90 \quad A = B \quad 24 + x + \frac{a^2 + b^2}{c} + \frac{2b^2}{x} \quad S$   
 $= NM \quad \tan(\beta) = F \quad \begin{cases} N_1, M_2 \\ N_2, M_1 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 6 \\ d = 6c \end{cases} \quad \text{men} = 384 + n^{av} (x^2 + 34x + c^2) \quad \text{E}$   
 $u\sqrt{(2+c)^2} \cos(\alpha) + y + 4.4553258 = MN + h_2 \quad \text{B} \quad \text{C} \quad \text{D} \quad \text{E} \quad \text{F} \quad \text{G} \quad \text{H} \quad \text{I} \quad \text{J} \quad \text{K} \quad \text{L} \quad \text{M} \quad \text{N} \quad \text{O} \quad \text{P} \quad \text{Q} \quad \text{R} \quad \text{S} \quad \text{T} \quad \text{U} \quad \text{V} \quad \text{W} \quad \text{X} \quad \text{Y} \quad \text{Z}$   
 $2.944 \quad 2x^2 + 4.51y + 7.62z = MN \quad \text{B} \quad \text{C} \quad \text{D} \quad \text{E} \quad \text{F} \quad \text{G} \quad \text{H} \quad \text{I} \quad \text{J} \quad \text{K} \quad \text{L} \quad \text{M} \quad \text{N} \quad \text{O} \quad \text{P} \quad \text{Q} \quad \text{R} \quad \text{S} \quad \text{U} \quad \text{V} \quad \text{W} \quad \text{X} \quad \text{Y} \quad \text{Z}$   
 $P(N) = f_{XY} (4.561781 + k_2 + y_2 - \sqrt{MN}) \quad \sqrt{42 + 2c} = n_m \lim_{x \rightarrow 0} \quad \text{B} = 9 + x^2 + y^2 \quad \text{C} =$   
 $\text{D} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{E} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{F} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{G} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{H} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{I} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{J} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{K} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{L} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{M} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{N} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{O} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{P} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{Q} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{R} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{S} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{T} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{U} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{V} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{W} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{X} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{Y} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{Z} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{B} = 9 + x^2 + y^2 \quad \text{C} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{D} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{E} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{F} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{G} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{H} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{I} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{J} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{K} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{L} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{M} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{N} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{O} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{P} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{Q} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{R} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{S} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{T} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{U} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$   
 $\text{V} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{W} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{X} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{Y} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)} \quad \text{Z} = \sqrt{\cos(x) + \cos(y)}$

# In der Physik werden Tatsachen gemäß dem Prinzip der Einfachheit interpretiert

- **Meßmethode:** Transparent und einfach verständlich
- **Daten:** einfache und zuverlässige Registrierung sowie Auswertung
- **Ergebnisse:** geringer materieller und zeitlicher Aufwand bei großer Genauigkeit

# Wissenschaftliche Methodik

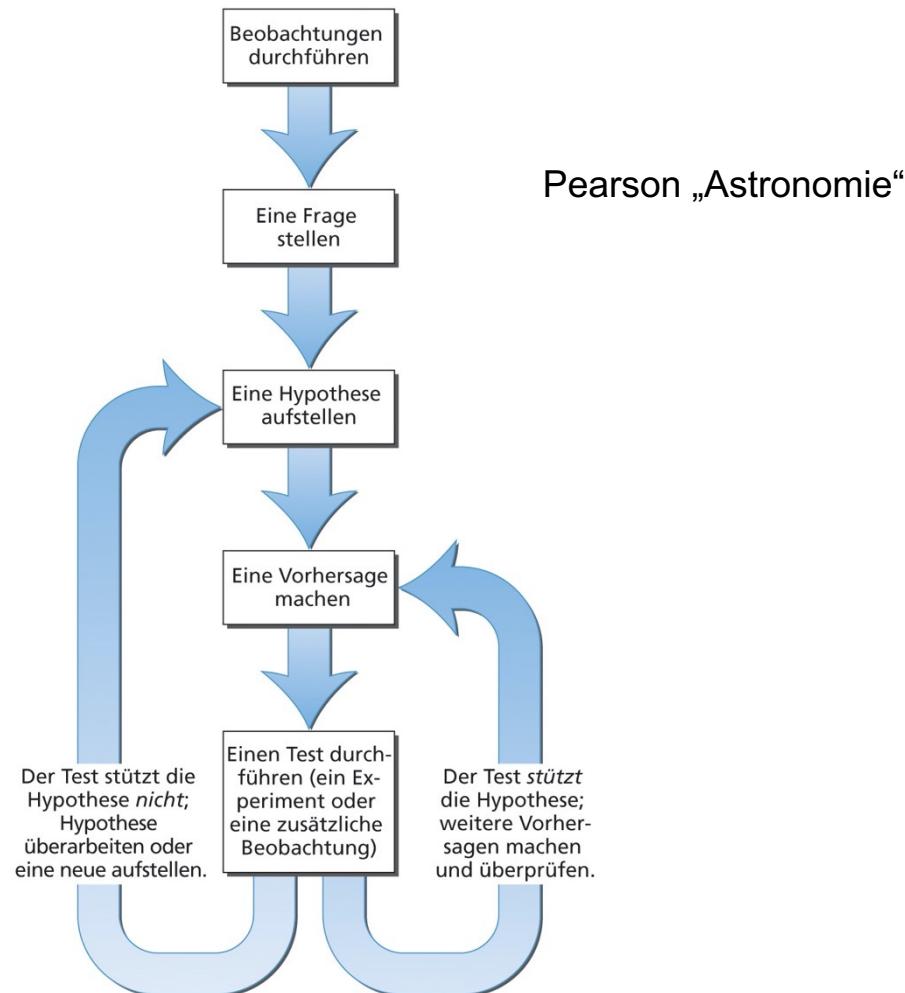


Abbildung 3.25: Dieses Flussdiagramm zeigt schematisch das Vorgehen nach der wissenschaftlichen Methode.

# Wissenschaftliche Methodik - Astronomie

## Grundproblematik astronomischer Beobachtung:

1) astronomische Objekte sind **lichtschwach**

-> Licht muß “aufgesammelt” werden:

Lösung: Teleskope:

-> große **Sammelfläche** durch Linsen & Spiegel

-> große **Seh-Schärfe**, “Auflösung”

-> Nebeneffekt: Vergößerung

Lösung: Detektoren:

-> **Speicherung** des “Lichts” mit Detektoren

(vgl. Photoplatte, digitale Kamera)

2) alle **Information** kommt über das **“Licht”**

-> Information aus Lichtsignal “**herausfiltern**”

Lösung: Instrumente:

-> **Analyse** der Licht-Eigenschaften:

z.B. Energie (Energie), zeitl. Variation



# Wissenschaftliche Methodik - Astronomie



## Astronomisches Untersuchungsverfahren:

### 1) Beobachtung (Observatorium):

mit Teleskop wird Objekt verfolgt,  
mit Instrument **Signal** zerlegt,  
mit Detektor gespeichert -> **Daten**

### 0),4) theoretische Modellierung:

theoretische Untersuchung physik.  
Prozesse in astron. Objekten:  
-> **Analytisch-mathem. Lösungen**  
    astrophysikalischer Gleichungen  
    (z.B. Massen-, Energieerhaltung)  
-> Oder: **Computersimulationen**  
    der Prozesse  
-> aus Rechnungen: "theoretische"  
    Beobachtungsdaten für Vergleiche

### 2) Datenanalyse (Büro):

Signalverarbeitung: Abzug von  
Vorder- und Hintergrundeffekten,  
Vergleich **verschied.** Datensätze:  
-> Zeitentwicklung des Signals  
-> Bestimmung der Farbe

### 3) Interpretation der Daten:

Berücksichtigung **phys.** Gesetze:  
gemessener Helligkeit, Farbe  
-> Temperatur, Dichte, Geschw.  
Interpretation abgeleiteter Größen  
-> Entfernung, Masse, Energie

**Verständnis astrophysikalischer  
Abläufe, Entwicklungszustand ...**

### **3. Unser Platz in Universum**

- Auf einigen Folien grober Kontext, um unseren Platz (Erde) und Zeitspannen in kosmischen Maßstäben einzurichten

# Wie groß ist das Universum?

**Weit:** Wir sehen eine Galaxie in 7 Milliarden Lichtjahren Entfernung so, wie sie vor 7 Milliarden Jahren aussah – als das Universum etwa die Hälfte seines heutigen Alters von 14 Milliarden Jahren erreicht hatte.

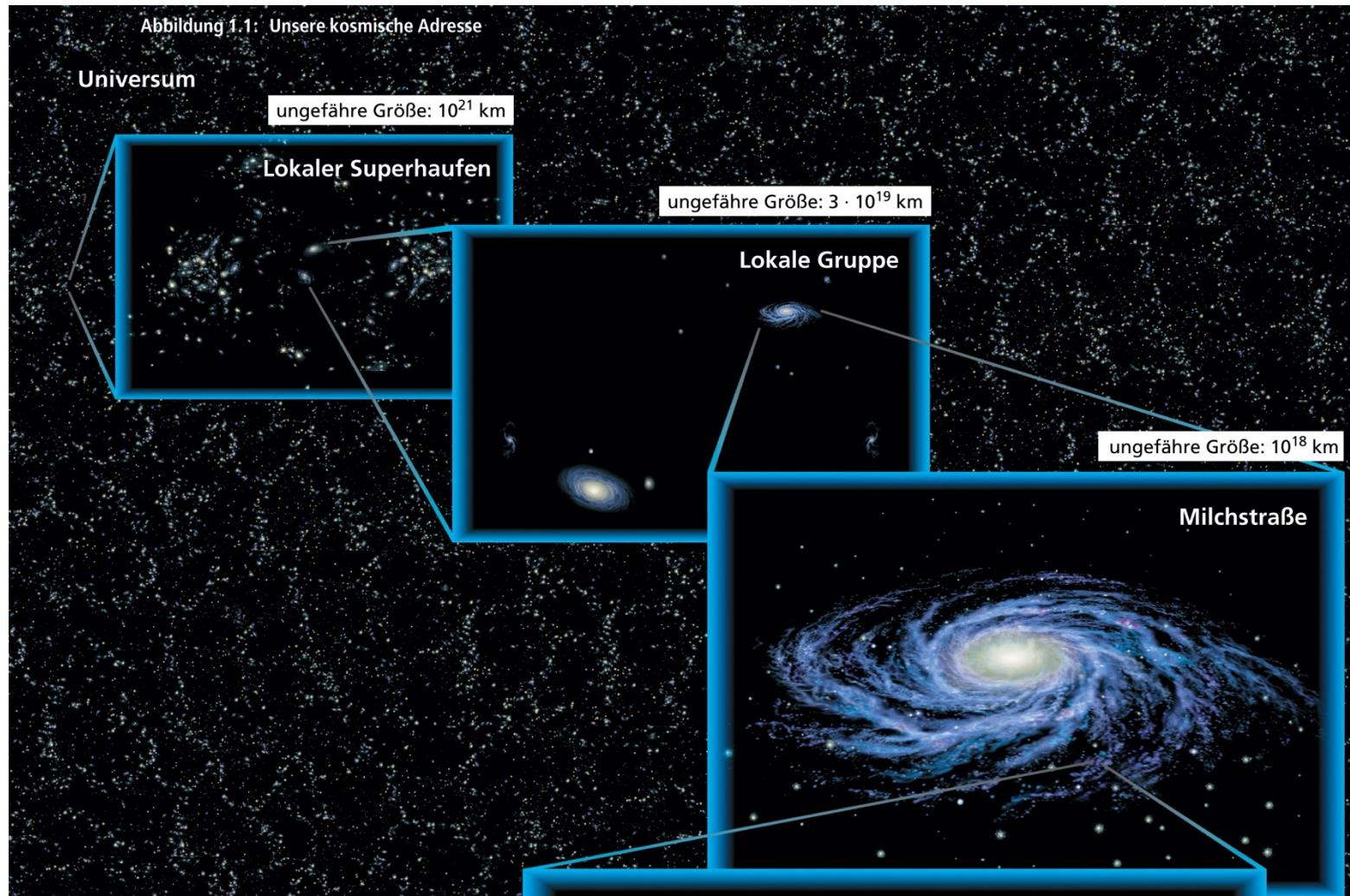
**Weiter:** Eine Galaxie in 12 Milliarden Lichtjahren Entfernung sehen wir so, wie sie vor 12 Milliarden Jahren aussah – damals war das Universum etwa 2 Milliarden Jahre alt.

**Die Grenze des beobachtbaren Universums:** Licht aus einer Entfernung von etwa 14 Milliarden Lichtjahren zeigt, wie das Universum kurz nach dem Urknall aussah, als noch keine Galaxien existierten.



**Abbildung 1.5:** Je weiter wir in den Weltraum hinausblicken, desto weiter blicken wir in die Zeit zurück. Das Alter des Sonnensystems begrenzt daher die Größe des sichtbaren Universums – den Teil des Universums, den wir zumindest prinzipiell beobachten können.

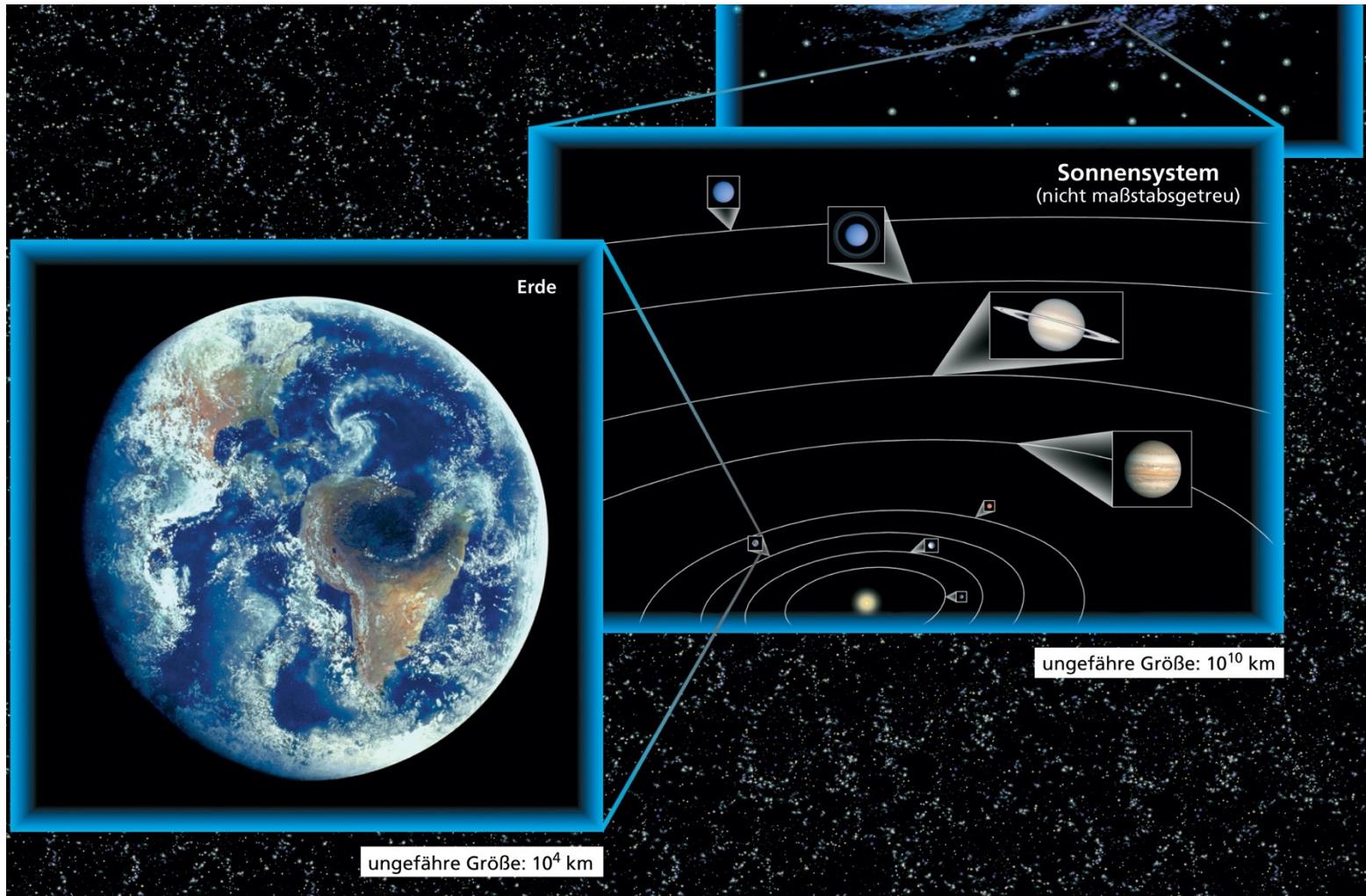
# Unser Platz in Universum



Pearson „Astronomie“

Fortsetzung auf nächster Folie

# Unser Platz in Universum



Pearson „Astronomie“

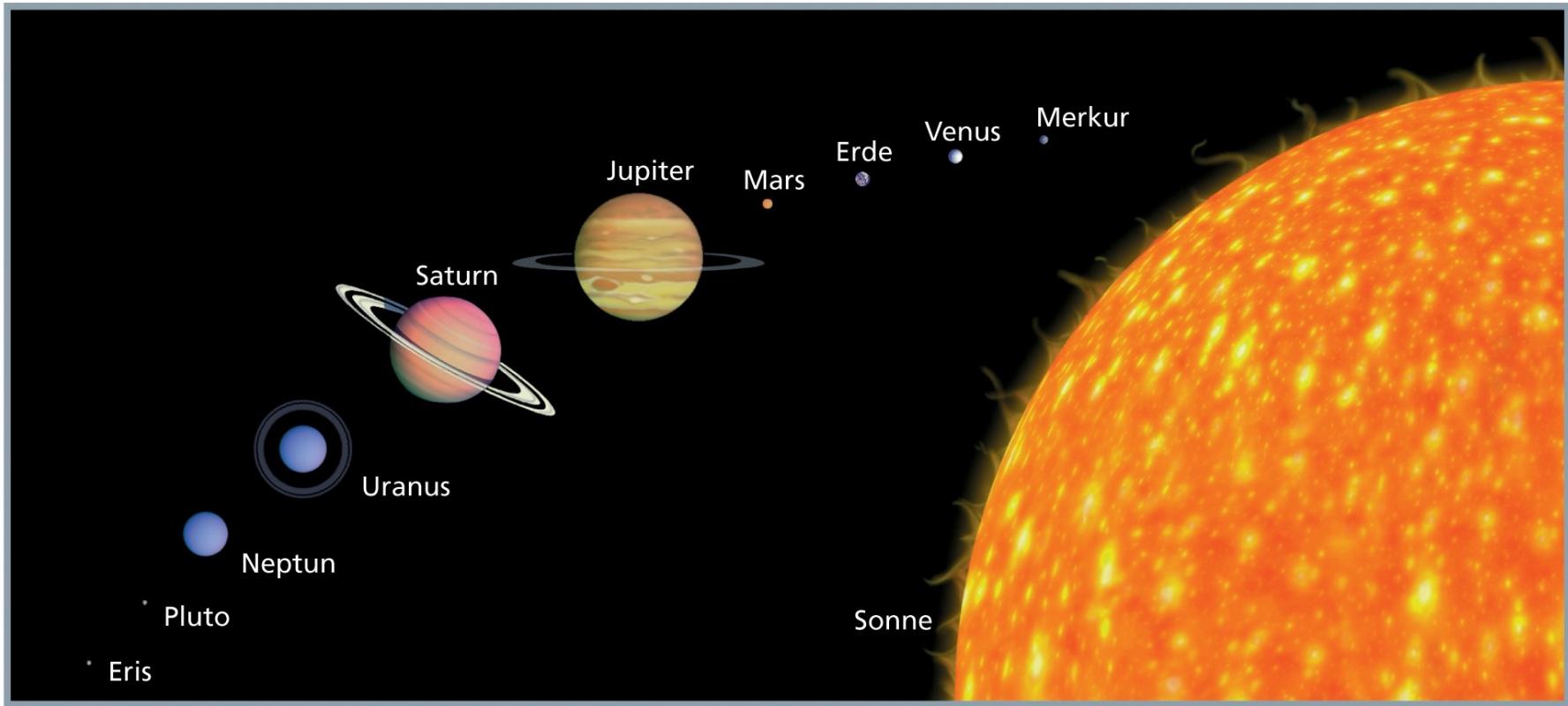
# Umfrage

- Ordnen Sie die Planeten des Sonnensystems in der richtigen Reihenfolge an (mit wachsendem Abstand von der Sonne).



[fbr.io/pdiur](https://fbr.io/pdiur)

# Das Sonnensystem



- a Diese Grafik zeigt maßstabsgerecht die Größe der Sonne, der Planeten und der beiden größten bekannten Zwergplaneten (Pluto und Eris). (Die Abstände zueinander sind allerdings nicht maßstabsgerecht dargestellt.)

# Alter des Universums

Die Geschichte des Universums in einem Jahr

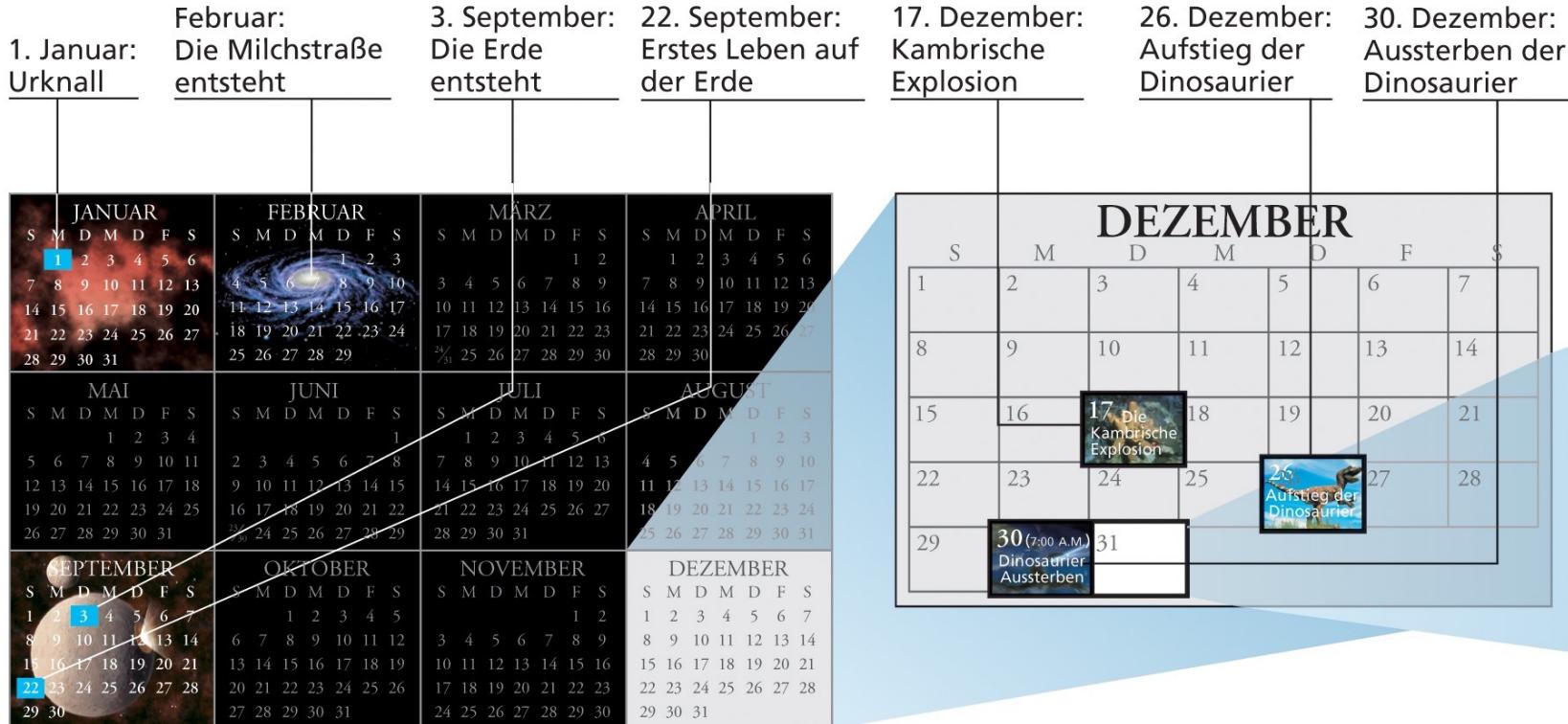


Abbildung 1.11: Der kosmische Kalender presst die 14 Milliarden Jahre lange Geschichte des Universums in ein Jahr, sodass jeder Monat gut einer Milliarde Jahre entspricht (genauer gesagt 1,17 Milliarden Jahre). Jeder Tag entspricht etwa 38 Millionen Jahren. Dieser kosmische Kalender beruht auf einer Version von Carl Sagan und liegt dem Buch als Poster bei.

# Alter des Universums

31. Dezember:

21:00 Uhr:  
Erste Hominiden  
entwickeln sich

23:58 Uhr:  
Der moderne Mensch  
taucht auf

vor 25 Sekunden:  
Die Landwirtschaft  
entsteht

vor 11 Sekunden:  
Bau der  
Pyramiden

vor einer Sekunde:  
Kepler und Galilei  
beweisen, dass die Erde  
die Sonne umkreist

Gegenwart

