

Semestereinführung

SS 2024

Sie können das Modul mit Astrophysik II beginnen!

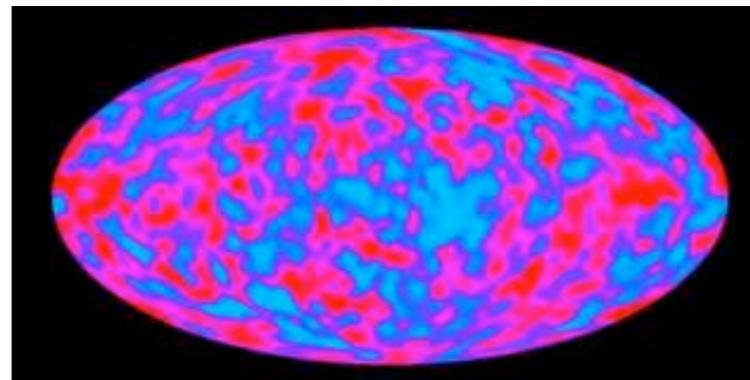
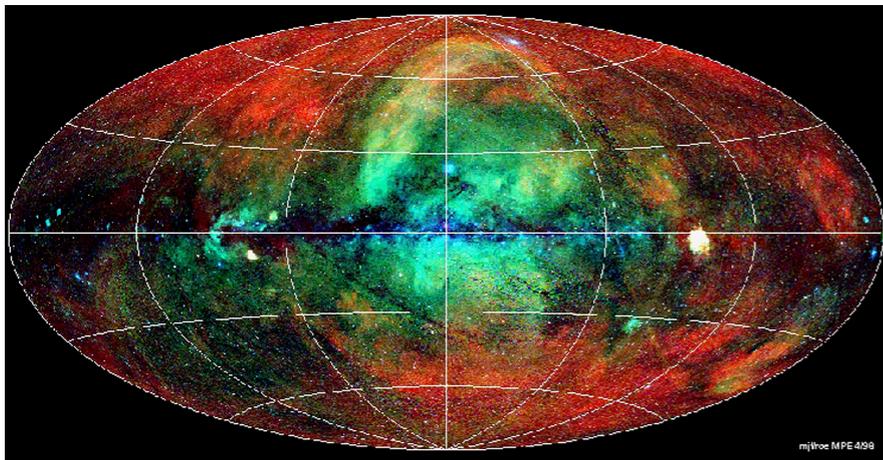
Grundlagen der Astronomie und Astrophysik

Dieter Breitschwerdt

<http://www-astro.physik.tu-berlin.de/~breitschwerdt>

Astrophysik: Physik der Extreme I

- Höchste Dichten, Temperaturen, Energien ...
- **Fundamentale Fragen:** Materie in extremen Zuständen; Ursprung und Entwicklung des Universums; finale Theorie (Quantengravitation); was ist **Dunkle Materie?** was ist **Dunkle Energie?**



Babyfoto des Universums 379000 Jahre nach dem Urknall: COBE-Satellit



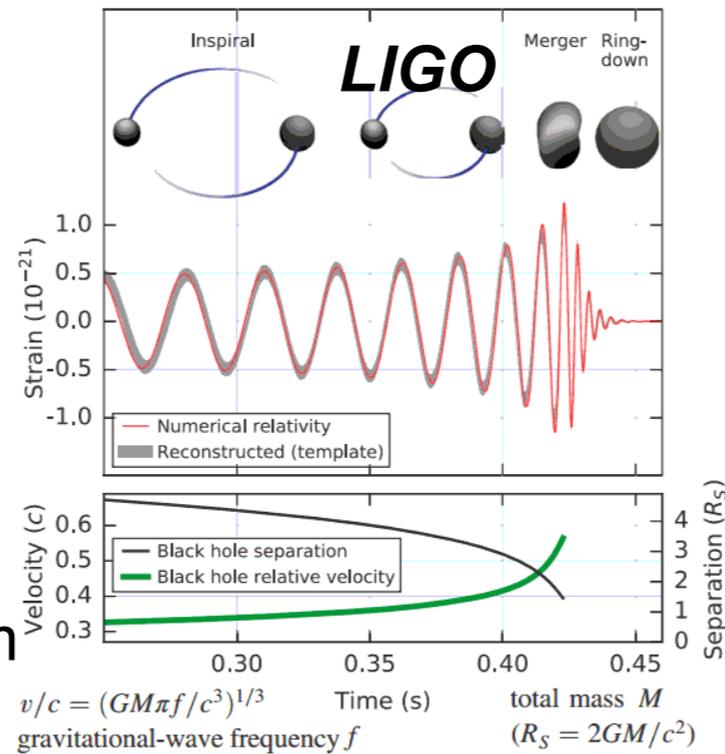
R. Giacconi
**Röntgen-
astronomie**
2002



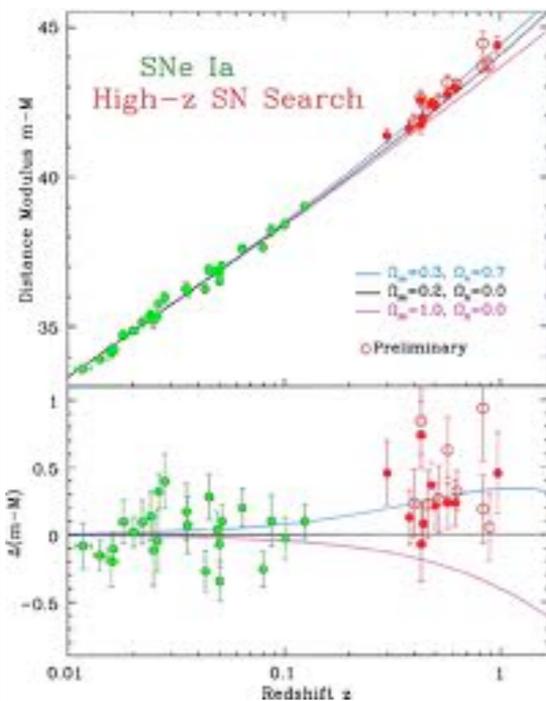
G. Smoot
J. Mather
**Kosmischer
Mikrowellen-
hintergrund**
2006

6 Nobelpreise in Astrophysik seit 2002!

Astrophysik: Physik der Extreme II



Nobelpreis 2019
J. Peebles für theoretische **Kosmologie**: Erforschung der **Dunklen Materie und Dunkle Energie**, Strukturbildung
M. Mayor, D. Queloz für die Entdeckung des ersten **extra-solaren Planeten 51 Pegasi b** um sonnenähnlichen Stern



beschleunigendes Universum
2011

14.9.15: Entdeckung von **Gravitationswellen** von 2 verschmelzenden Schwarzen Löchern; Nobel-Preis **2017** für R. Weiss, K. Thorne, B. Barish

“Dunkle Energie”



6 Nobelpreise in Astrophysik seit 2002!

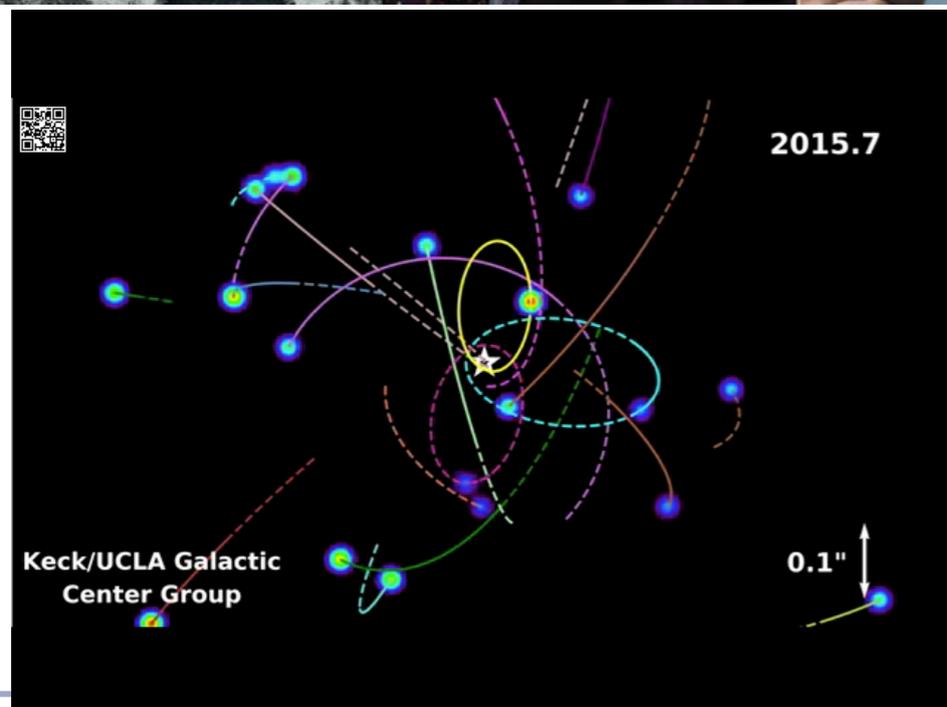
Astrophysik: Physik der Extreme III



Nobelpreis 2020

R. Genzel, Andrea Ghez für die Erforschung und Bestätigung der Existenz des **supermassereichen Schwarzen Lochs** im Zentrum der Milchstraße

R. Penrose für die Erforschung der theoretischen Grundlagen für die Existenz von **Schwarzen Löchern** im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie



Orbits des zentralen Sternclusters im NIR von 1995 - 2019 beobachtet
Sternbahnen lassen auf eine kompakte Masse in Sag A* mit 4.6 Mio. Sonnenmassen schließen (innerhalb eines Radius von der Größe der Merkurbahn, ca. 0.3 AU)

6 Nobelpreise in Astrophysik seit 2002!

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik II

Globale Organisation der Materie im Universum
Sommersemester

Vorlesung
4 SWS

- **Der Galaktische Materiekreislauf**
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- **Der Globale Materiekreislauf**
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- **Kosmologie**
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

Astrophysik:
Aufregende Zeiten
James Webb Space Telescope (JWST)



Globale Organisation der Materie im Universum

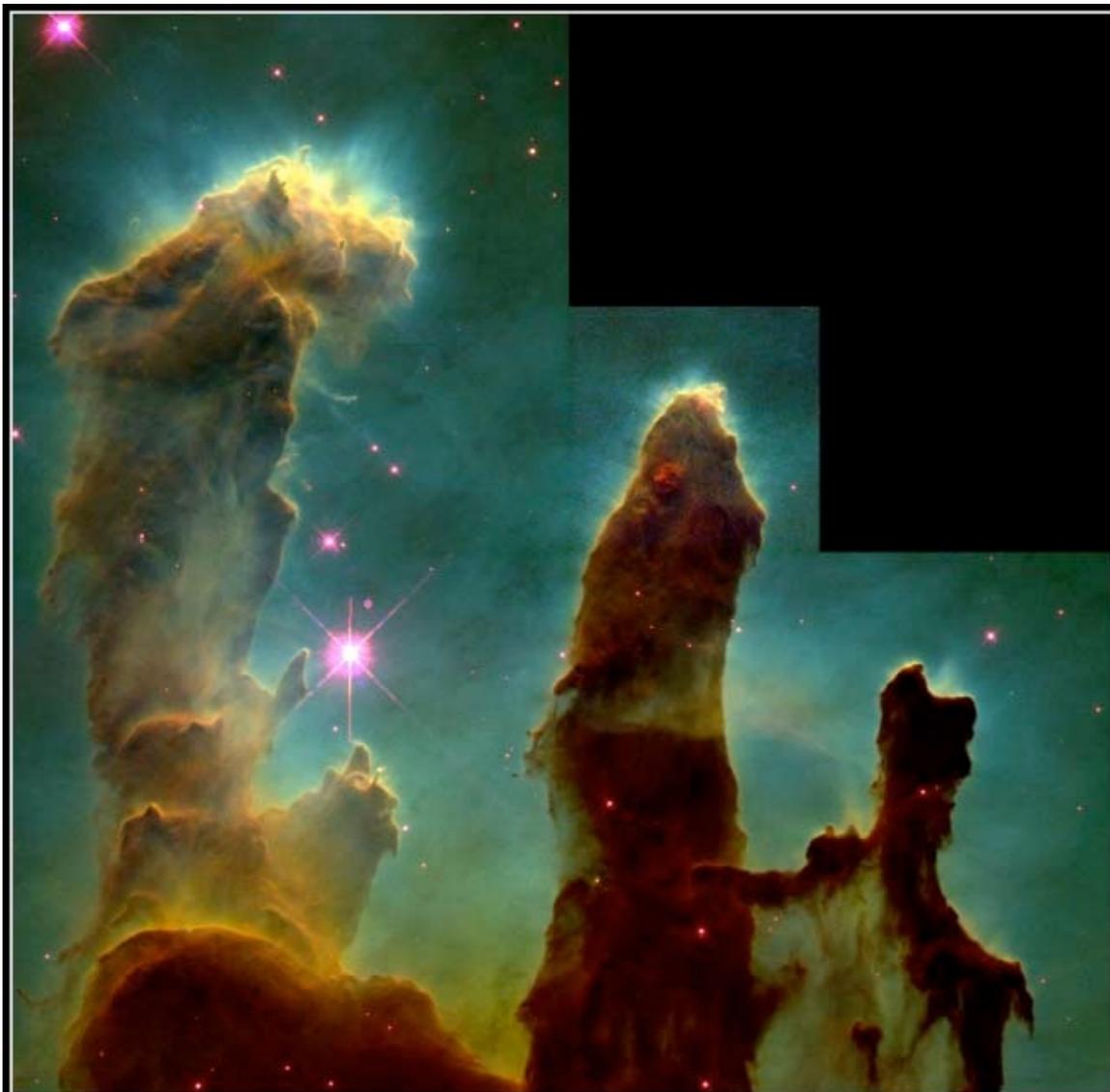


Credit: JWST
NIRCam

NGC 3244, Carina Nebel, Sternentstehungsregion; junge heiße Sterne ionisieren das kühle umgebende Gas (braun); Aufnahme im nahen Infraroten mit NIRCam des JWST

- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

Globale Organisation der Materie im Universum



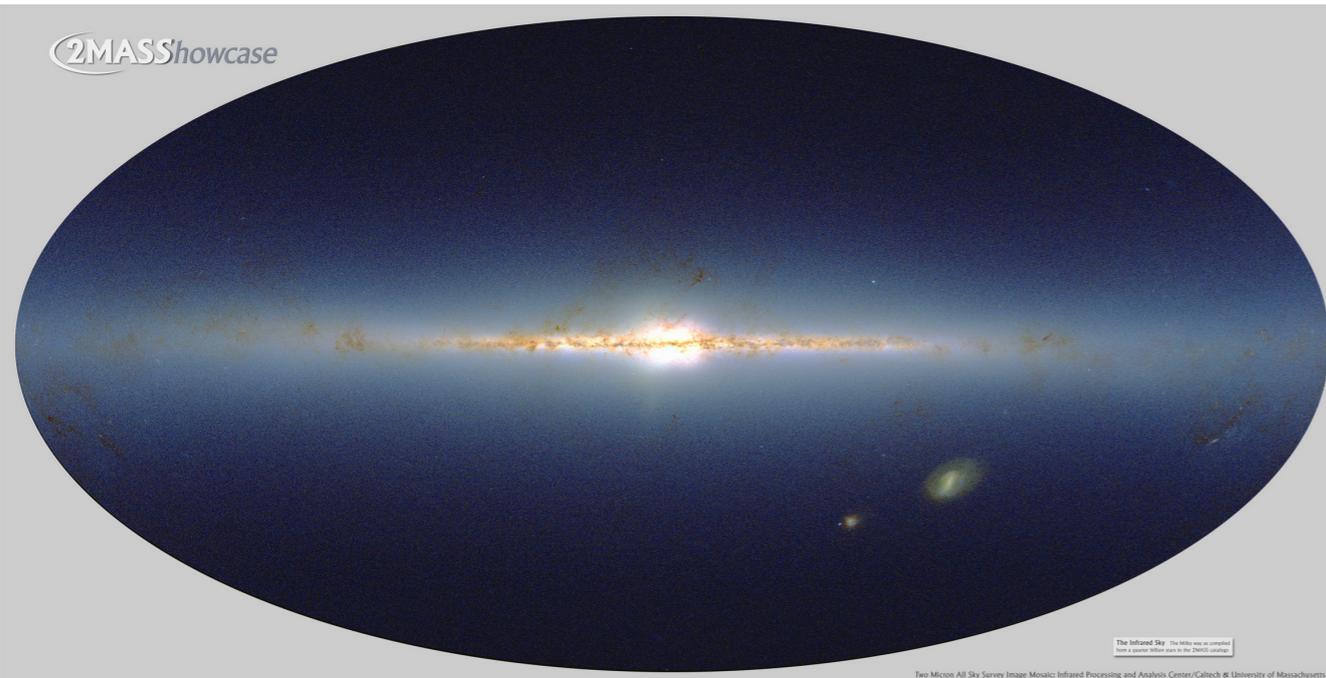
Gaseous Pillars • M16

HST • WFPC2

PRC95-44a • ST ScI OPO • November 2, 1995
J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - **Interstellares Medium (ISM)**
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

Globale Organisation der Materie im Universum



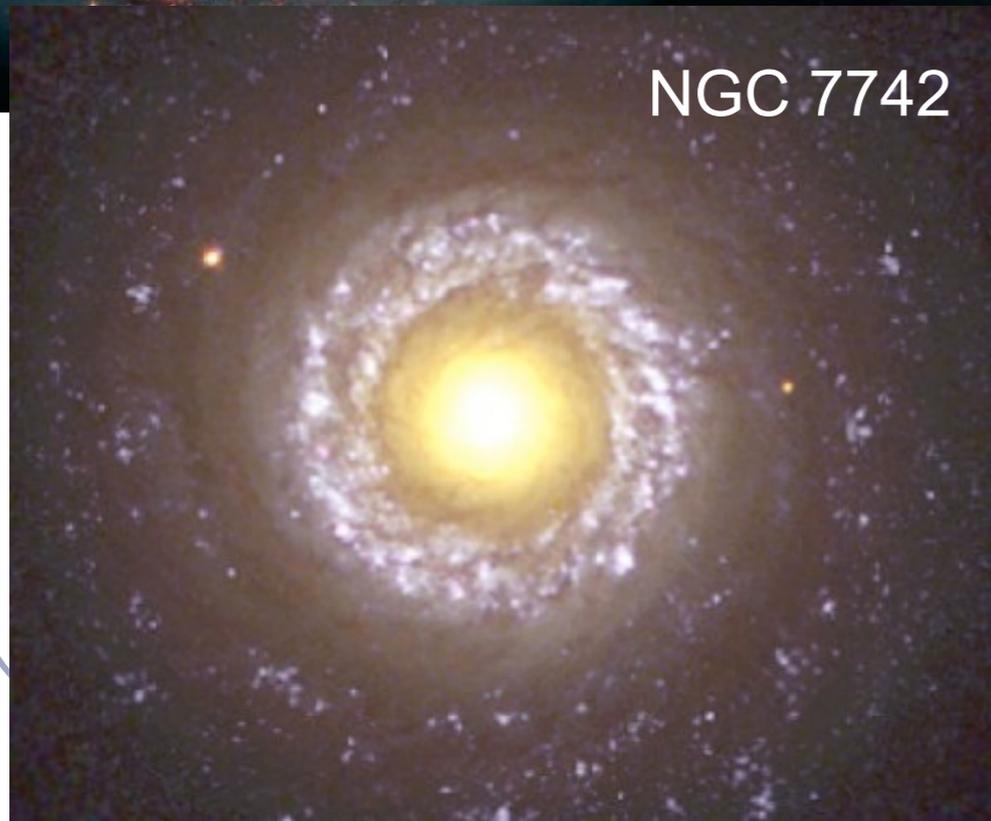
2mass-Image Milchstraße (500 Mio. Sterne!
1.2 - 1.6 und 2.2 μ Infrarot-Survey)

- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

Globale Organisation der Materie im Universum



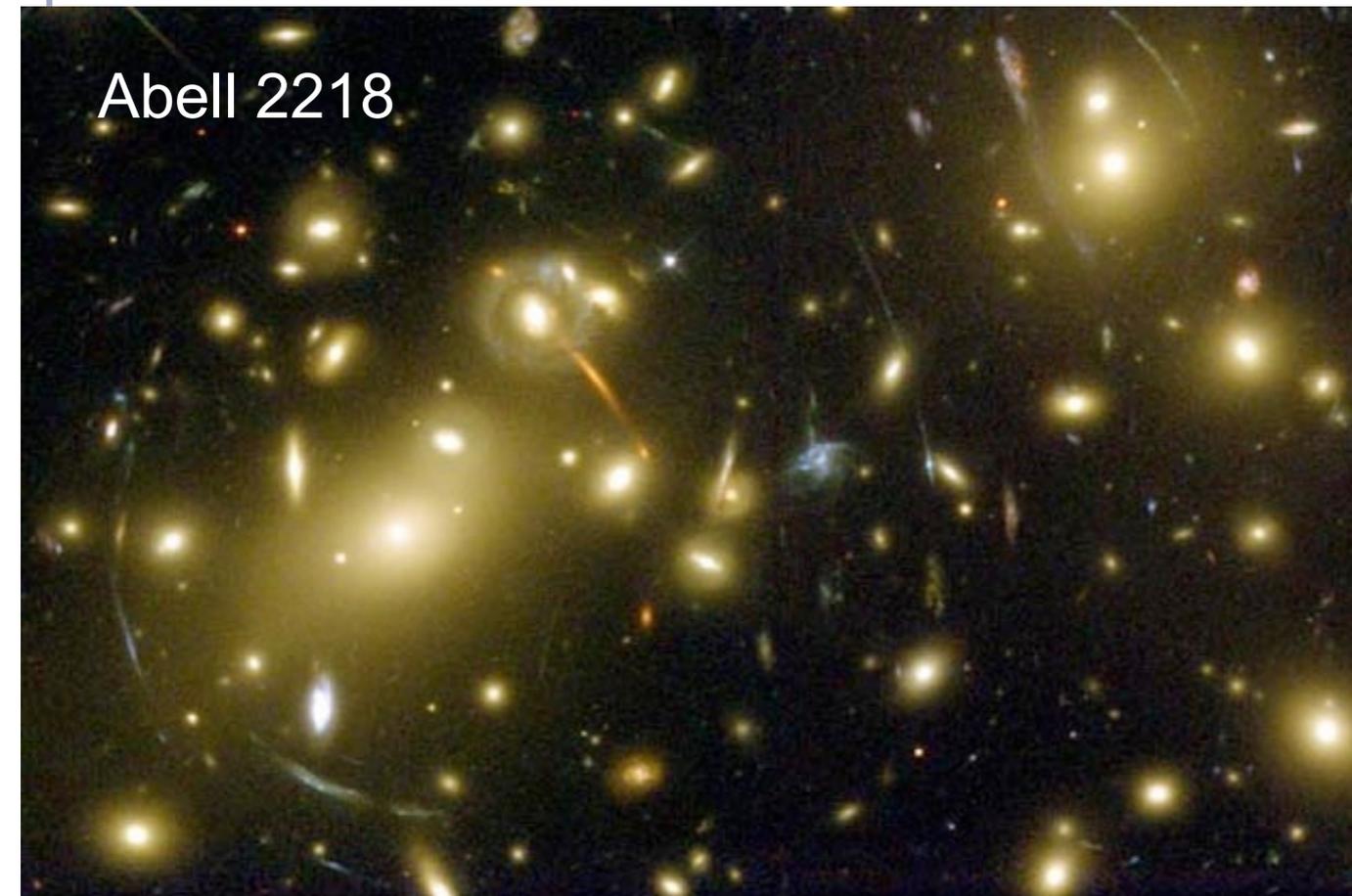
NGC 7742



- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

Globale Organisation der Materie im Universum

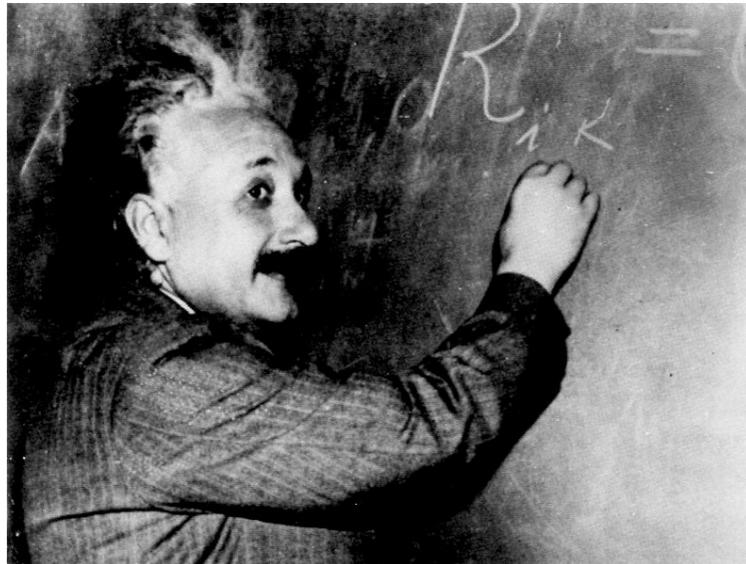
Abell 2218



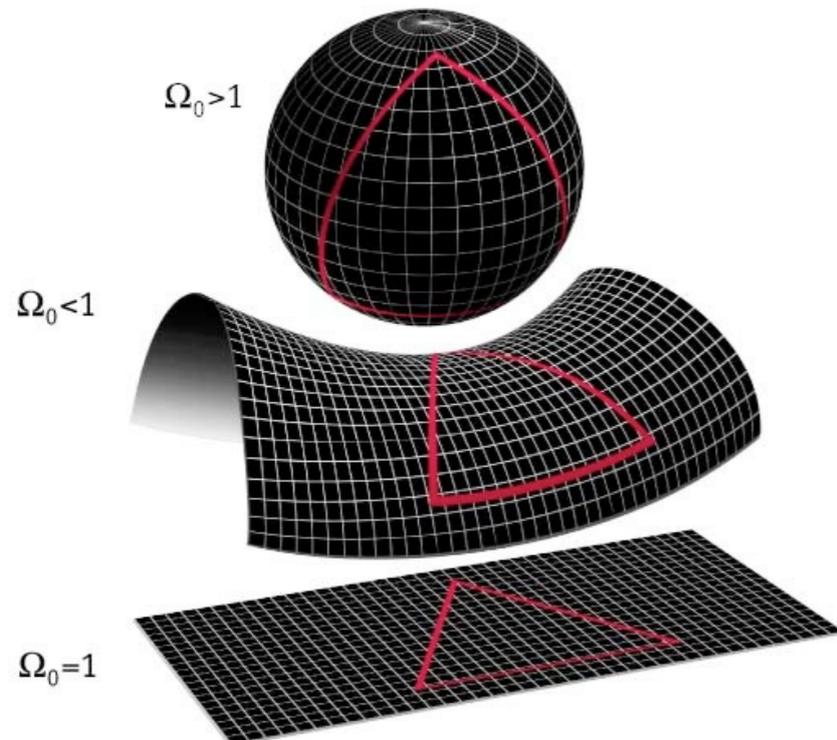
Entfernung: ~ 3 Milliarden Lichtjahre

- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - **Galaxienhaufen, Gravitationslinsen**
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

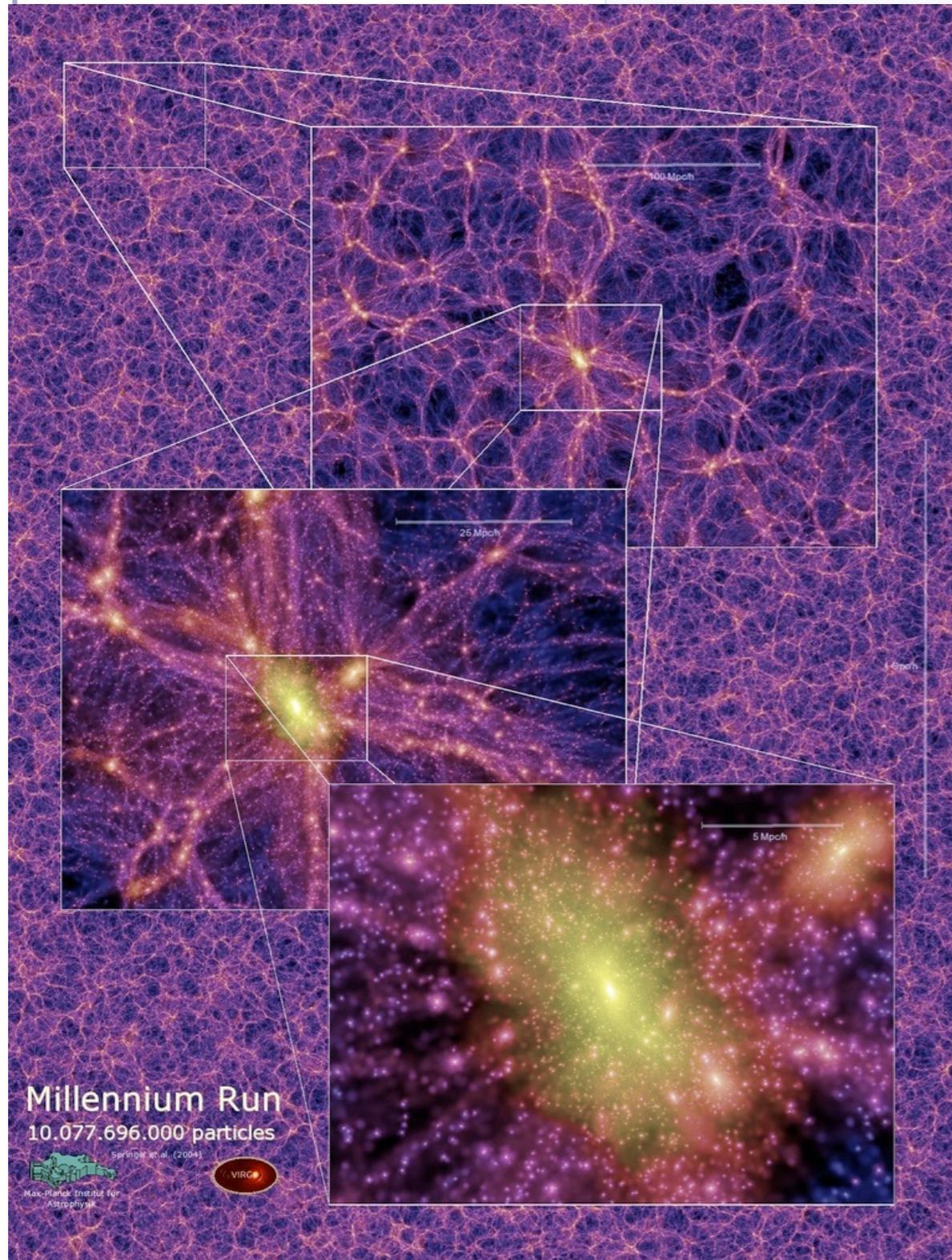
Globale Organisation der Materie im Universum



- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie



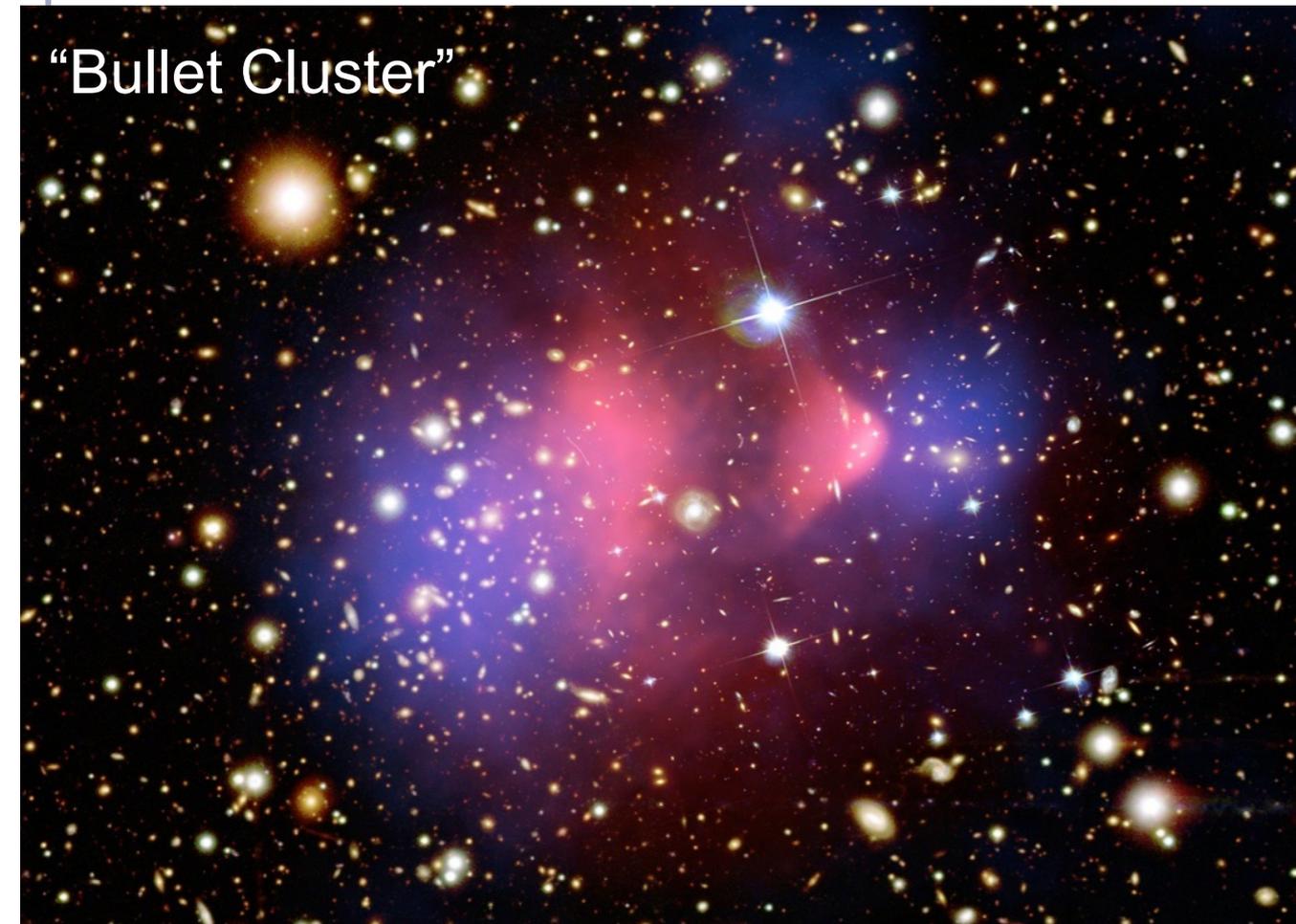
Globale Organisation der Materie im Universum



- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - **Strukturbildung**
 - Dunkle Materie und Dunkle Energie

Globale Organisation der Materie im Universum

“Bullet Cluster”



Kollision von 2 Galaxienhaufen
“Bullet Cluster”, Distanz ca. 3.7 Milliarden Lj.

- Der Galaktische Materiekreislauf
 - Sternentstehung
 - Interstellares Medium (ISM)
 - Aufbau und Entwicklung der Milchstraße
- Der Globale Materiekreislauf
 - Galaxien
 - Aktive Galaktische Kerne
 - Lokale Gruppe
 - Galaxienhaufen
- Kosmologie
 - Kosmologische Modelle
 - Frühes Universum
 - Strukturbildung
 - **Dunkle Materie und Dunkle Energie**

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik I+II

* Immatriulationsbeginn ab WS18/19 (neue StuPO)

Lokale Organisation der Materie im Universum (I)
Wintersemester
(9+3) bzw. (7+3) ECTS*

Globale Organisation der Materie im Universum (II)
Sommersemester
(9+3) bzw. (7+3) ECTS*

Vorlesung (VL)
4 SWS

Übung (UE)
2 SWS

Vorlesung (VL)
4 SWS

Übung (UE)
2 SWS

- Modulabschluss: **eine** mündliche Einzelprüfung
- für Physik (Bachelor) ist Übung verpflichtend

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik I

Lokale Organisation der Materie im Universum
Wintersemester

Vorlesung
4 SWS

- **Klassische Astronomie**

- Anfänge der Astronomie
- Himmelsmechanik
- Physik des Planetensystems /
Extrasolare Planeten

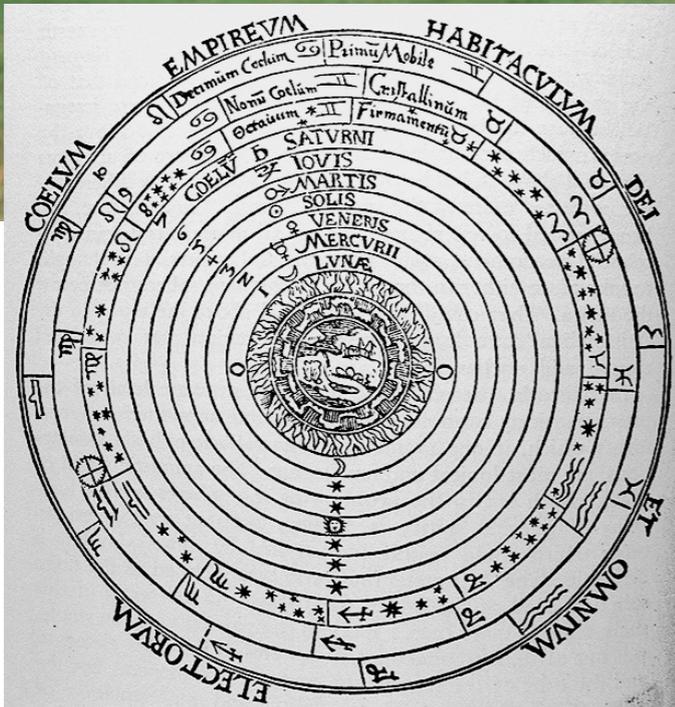
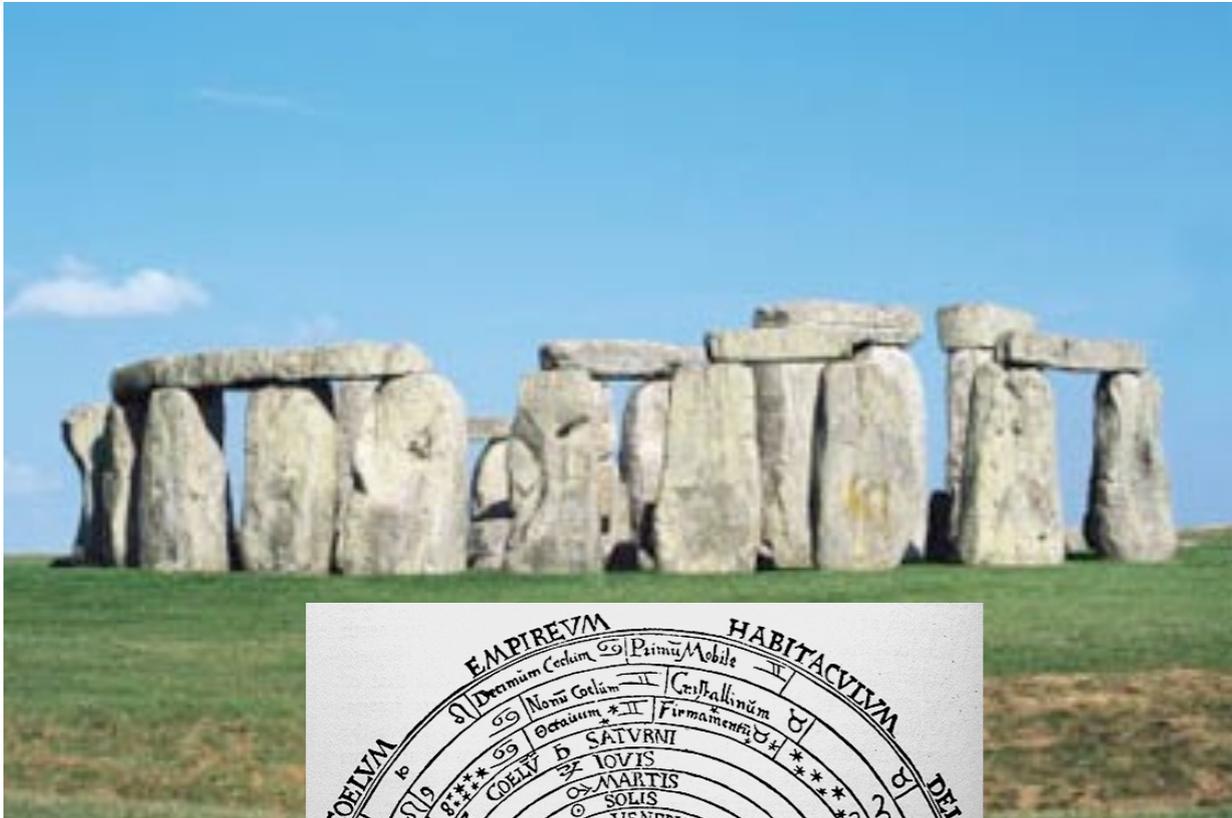
- **Experiment und Beobachtung**

- Rolle des Lichtes
- Wechselwirkung: Strahlung – Materie
- Teleskope, Satelliten, Instrumente

- **Physik der Sterne**

- Hertzsprung-Russell-Diagramm
- Sternatmosphären
- Sternaufbau und –entwicklung
- Sonne
- Endstadien der Sternentwicklung
(Weiße Zwerge, Neutronensterne,
Schwarze Löcher)

Lokale Organisation der Materie im Universum



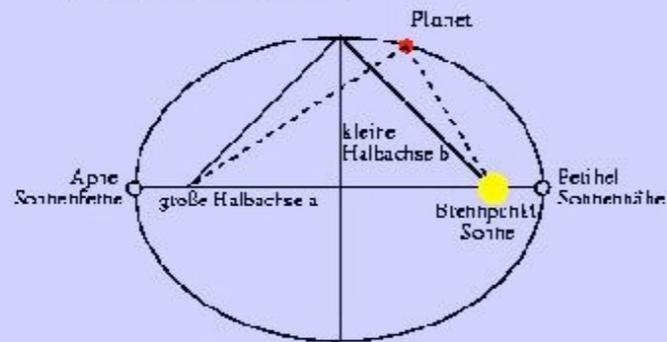
- **Klassische Astronomie**
 - Anfänge der Astronomie
 - Himmelsmechanik
 - Physik des Planetensystems / Extrasolare Planeten
- **Experiment und Beobachtung**
 - Rolle des Lichtes
 - Wechselwirkung: Strahlung – Materie
 - Teleskope, Satelliten, Instrumente
- **Physik der Sterne**
 - Hertzsprung-Russell-Diagramm
 - Sternatmosphären
 - Sternaufbau und –entwicklung
 - Sonne
 - Endstadien der Sternentwicklung (Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)

Lokale Organisation der Materie im Universum

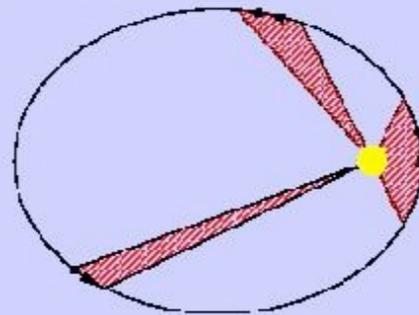


J. Kepler

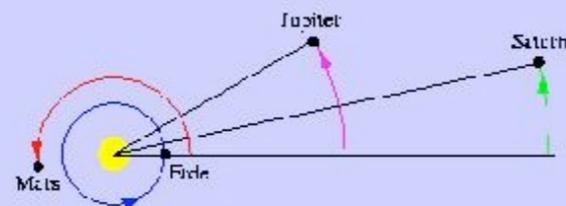
1. Keplersches Gesetz



2. Keplersches Gesetz



3. Keplersches Gesetz



• Klassische Astronomie

- Anfänge der Astronomie
- **Himmelsmechanik**
- Physik des Planetensystems / Extrasolare Planeten

• Experiment und Beobachtung

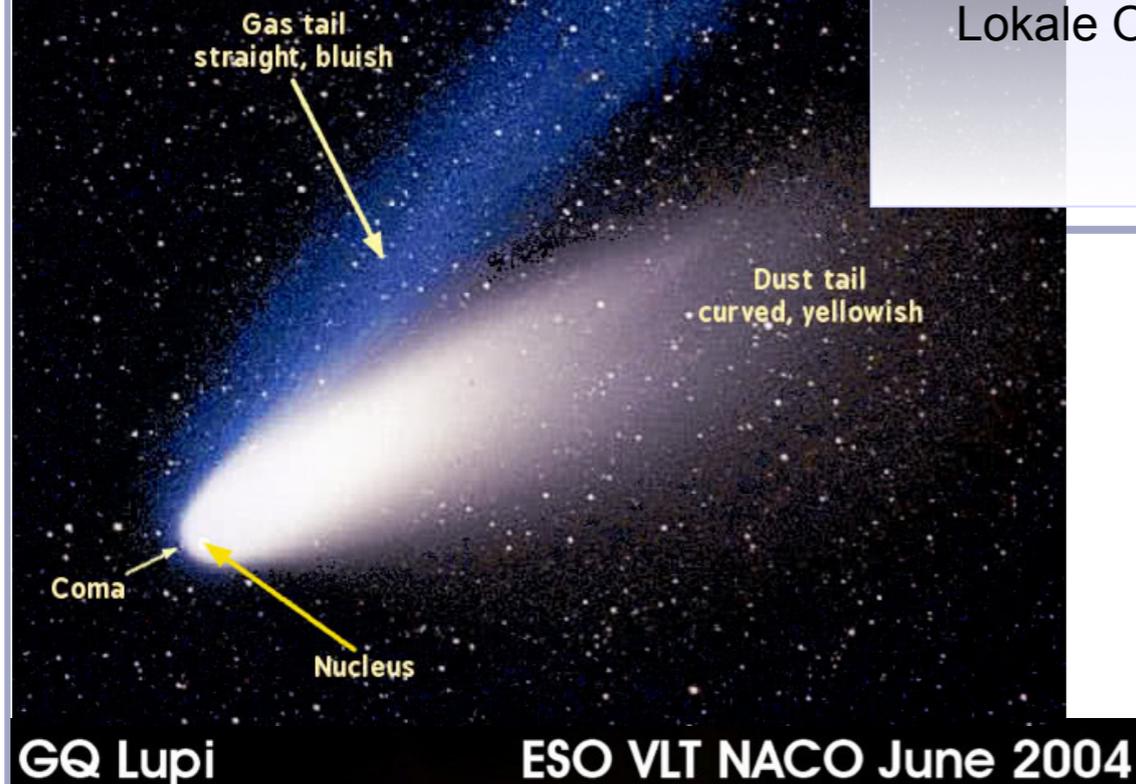
- Rolle des Lichtes
- Wechselwirkung: Strahlung – Materie
- Teleskope, Satelliten, Instrumente

• Physik der Sterne

- Hertzsprung-Russell-Diagramm
- Sternatmosphären
- Sternaufbau und –entwicklung
- Sonne
- Endstadien der Sternentwicklung (Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)

Comet Hale Bopp 1997

Lokale Organisation der Materie im Universum



- **Klassische Astronomie**
 - Anfänge der Astronomie
 - Himmelsmechanik
 - **Physik des Planetensystems / Extrasolare Planeten**
- **Experiment und Beobachtung**
 - Rolle des Lichtes
 - Wechselwirkung: Strahlung – Materie
 - Teleskope, Satelliten, Instrumente
- **Physik der Sterne**
 - Hertzsprung-Russell-Diagramm
 - Sternatmosphären
 - Sternaufbau und –entwicklung
 - Sonne
 - Endstadien der Sternentwicklung (Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)

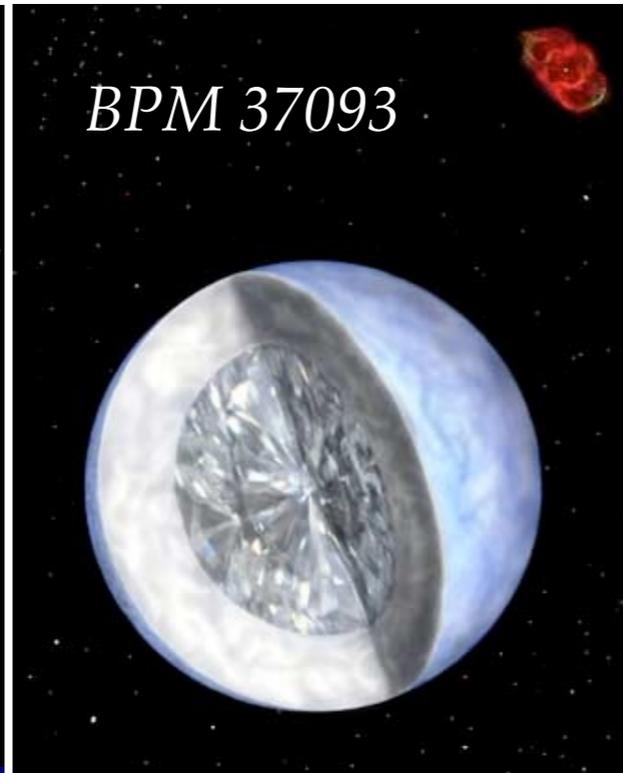
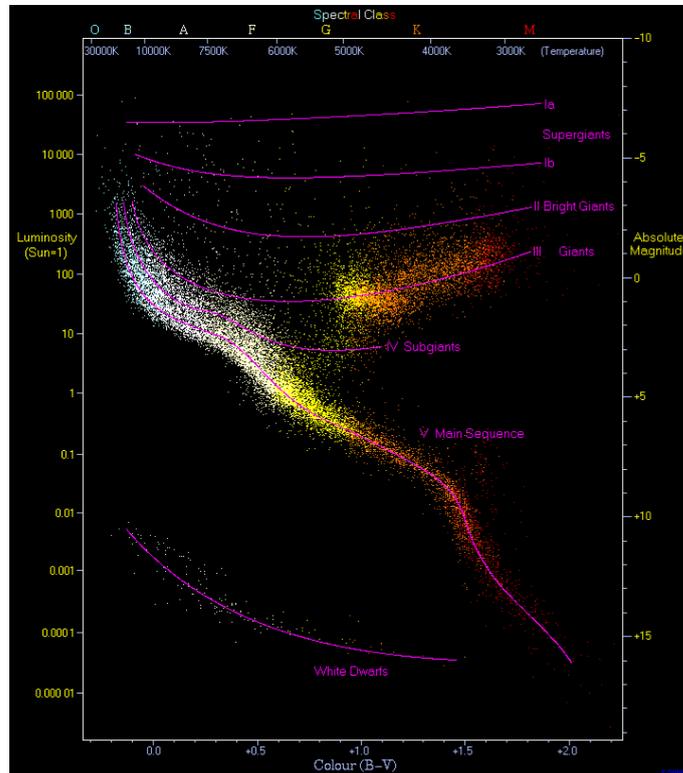
Planet oder Brauner Zwerg?

Lokale Organisation der Materie im Universum

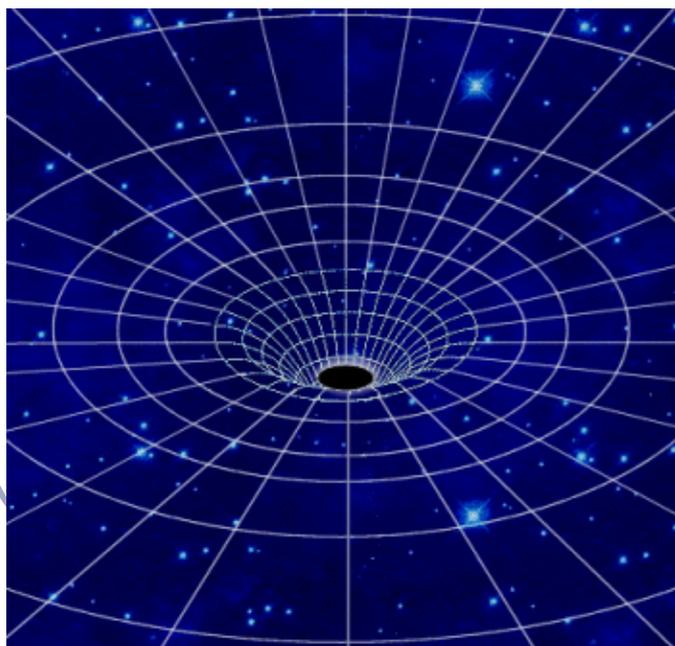


- **Klassische Astronomie**
 - Anfänge der Astronomie
 - Himmelsmechanik
 - Physik des Planetensystems / Extrasolare Planeten
- **Experiment und Beobachtung**
 - Rolle des Lichtes
 - Wechselwirkung: Strahlung – Materie
 - **Teleskope, Satelliten, Instrumente**
- **Physik der Sterne**
 - Hertzsprung-Russell-Diagramm
 - Sternatmosphären
 - Sternaufbau und –entwicklung
 - Sonne
 - Endstadien der Sternentwicklung (Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)

Lokale Organisation der Materie im Universum



weißer Zwerg
"Diamant" mit
 10^{31} Karat



• Klassische Astronomie

- Anfänge der Astronomie
- Himmelsmechanik
- Physik des Planetensystems / Extrasolare Planeten

• Experiment und Beobachtung

- Rolle des Lichtes
- Wechselwirkung: Strahlung – Materie
- Teleskope, Satelliten, Instrumente

• Physik der Sterne

- Hertzsprung-Russell-Diagramm
- Sternatmosphären
- Sternaufbau und -entwicklung
- Sonne
- Endstadien der Sternentwicklung (Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)

Globale Organisation der Materie im Universum – SS 2024

- **ISIS-Konto:** enthält alle Infos + Anmeldung zur Vorlesung
- <https://isis.tu-berlin.de/course/view.php?id=38159>

- Falls eine Vorlesung online stattfindet, ist dort auch der Zoom-Link angegeben **VL:** Mo 12-14, Do 14-16
Beginn: Mo 15. 4. 2024, 12:00 ct
- **UE:** Auswahl **eines** Termins: Mo: 14-16 (EW226), Di: 12-14 (EW809), 14-16 (EW226), Mi: 10-12 (EW217), 14-16 (EW226), Do 16-18 (EW 809)
- **Anmeldung** für die UE über das **MOSES-Konto:**
<https://moseskonto.tu-berlin.de/moseskonto/>
bis **Mi 17.4.24 (18:00)!!** unter Angabe **eines** gewünschten Übungstermins und **eines** (!) Ausweichtermins!
! **Beginn der UE** in der **ZWEITEN VL-Woche**

Im Notfall: Anmeldung direkt bei Dr. Beate Patzer: patzer@astro.physik.tu-berlin.de