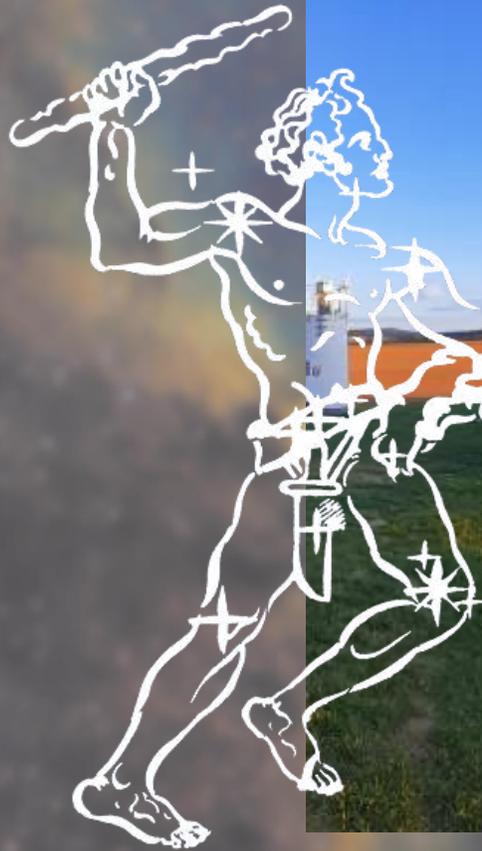




# Einführung in die Astronomie



# AZM



Teil 1 – Geschichte der Astronomie und Entwicklung unserer Vorstellung von unserer Stellung im Universum

- Die Wurzeln der Astronomie
- Unser Platz im Kosmos
- Moderne Astronomie und Raumfahrt

Teil 2 – Das Sonnensystem

- Entstehung von Planetensystemen
- Aufbau unseres Sonnensystems
- Die Planeten und ihre Monde
- Der Erdmond
- Leben auf anderen Planeten

Teil 3 – Aufbau und Entwicklung der Sterne

- Zustandsgrößen der Sterne
- Entwicklung der Sterne
- Veränderliche Sterne
- Supernovae, Neutronensterne und Schwarze Löcher

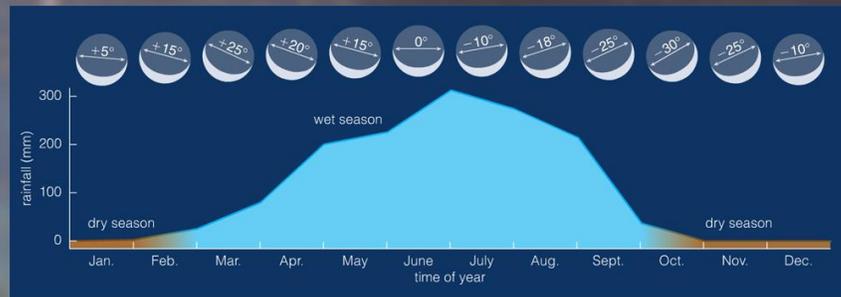
Teil 4 – Galaxien und kosmische Zusammenhänge

- Unsere Milchstraße
- Sternhaufen, Kugelhaufen und interstellare Materie
- Entwicklung und Klassen von Galaxien
- Die Expansion des Universums



Fernab jeglicher Lichtverschmutzung übte der sternensüßer Himmel seine Faszination auf die Menschen vergangener Epochen aus. Unerklärliche Phänomene am Himmel wurden übernatürlichen Wesen zugeschrieben, welche die Geschicke der Menschen beeinflussten und ihr Leben bestimmten. Neben willkürlichen Geschehnissen, die es durch Opfergaben an die zuständigen Götter zu beeinflussen galt, war es wichtig, wiederkehrende Ereignisse, etwa den Beginn der Regenzeit oder die Zeit der Aussaat, zu bestimmen.

- Ursprung und Gründe für astronomische Beobachtung
  - Gesetzmäßigkeiten, Kultische und religiöse Feste
  - Jahreszeiten und Kalender
  - Navigation in der Seefahrt

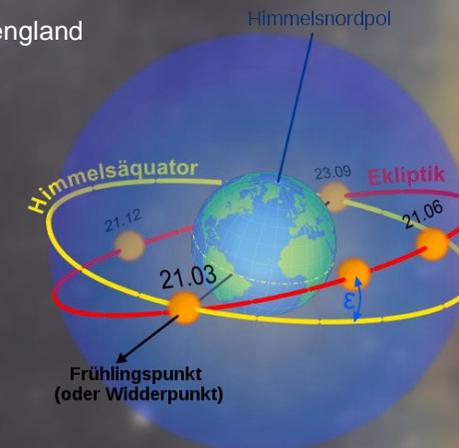


Beginn und Ende der Regenzeit bei Völkern Zentralafrikas

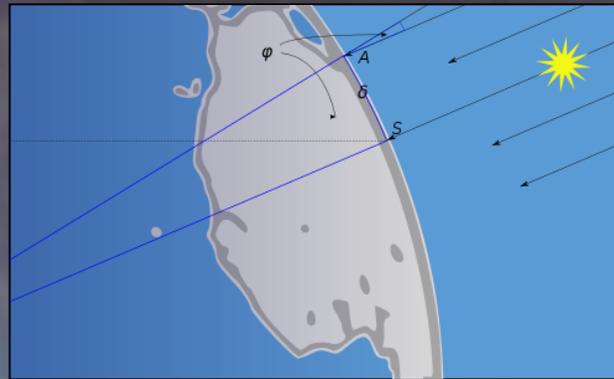
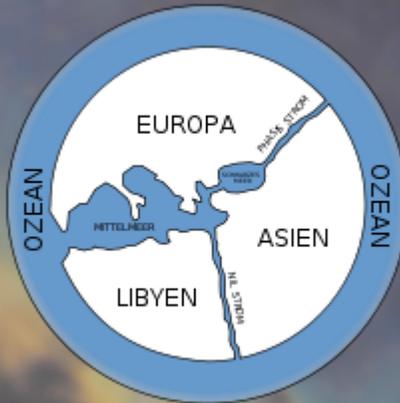


Stonehenge in Südengland

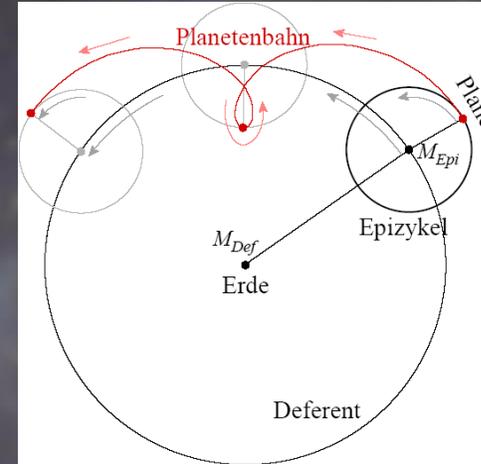
- Erste systematische Erforschung der Himmelserscheinungen und Vorhersage astronomischer Ereignisse
  - Ägypter – heliakischer Aufgang des Sirius (Sopthet) als Beginn des Jahres
  - Babylonier – Namen der Sterne und Sternbilder, Saroszyklus
  - Maya – genaue Kalenderrechnung



- Das griechische Weltbild
  - Kugel oder Scheibe?
  - Pythagoras, Thales und Eratosthenes



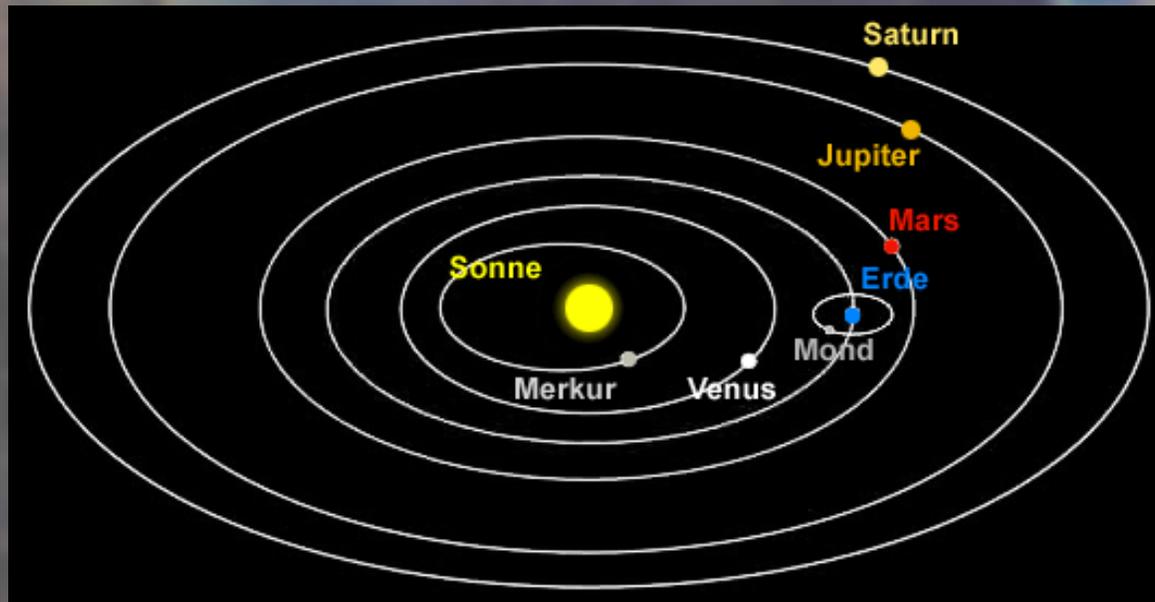
Bestimmung des Erdumfangs durch Eratosthenes



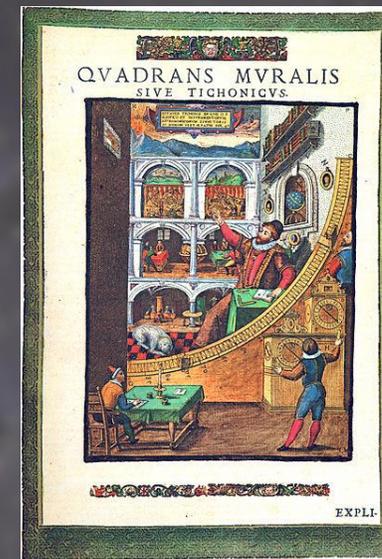
Epizykelbewegung der Planeten

<p><b>Thales</b> 1. Modell des Universums, das nicht auf übernatürliche Kräfte beruht</p>	<p><b>Pythagoras</b> Die Erde ist eine Kugel</p>	<p><b>Platon</b> Bewegungen des Himmels laufen in perfekten Kreisen</p>	<p><b>Aristoteles</b> Geozentrisches Universum</p>	<p><b>Eratosthenes</b> Bestimmt den Erdumfang zu rund 40.000 km</p>	<p><b>Hipparchos</b> Präzessionsbewegung u. Magnituden</p>	<p><b>Ptolemäus</b> Sein Geozentrisches Modell hatte fast 1500 Jahre Bestand</p>	
600	500	400	300	200	100	0	100
<p><b>Anaximander</b> Einführung des Kozepts der Himmelskugel</p>		<p><b>Demokrit</b> Welt ist aus unsichtbaren Atomen aufgebaut</p>		<p><b>Aristarch</b> Erde bewegt sich um die Sonne</p>	<p><b>Apollonios</b> Epizykelbewegung der Planeten</p>		

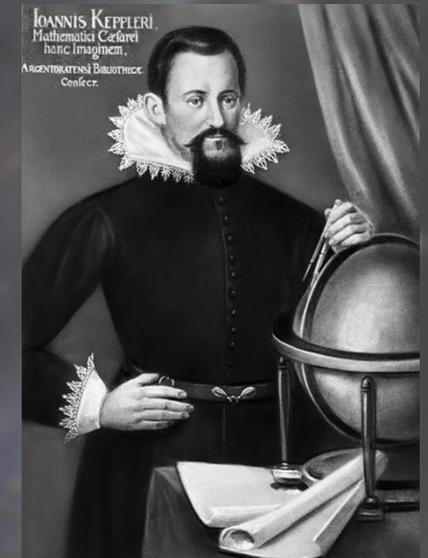
- Die kopernikanische Wende
  - Das heliozentrische Weltbild des Nikolaus Kopernikus
  - Tycho Brahe, der letzte freisichtige Beobachter
  - Johannes Kepler und der 8'-Fehler



Das heliozentrische Weltbild

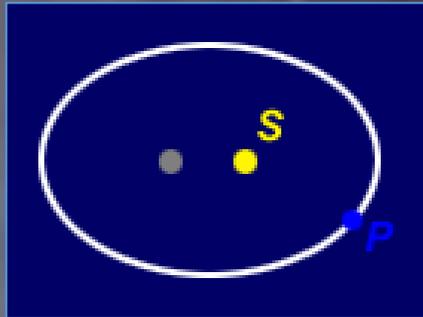


Tycho Brahe und einer seiner Mauerquadrante in Uranienburg



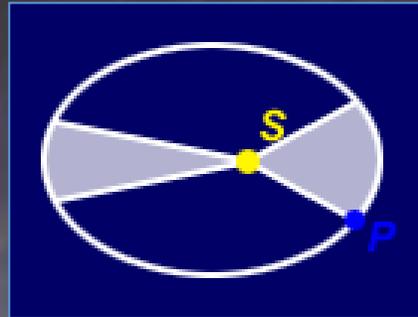
Johannes Kepler (1571 – 1630)

- Die kopernikanische Wende
  - Die Keplerschen Gesetze



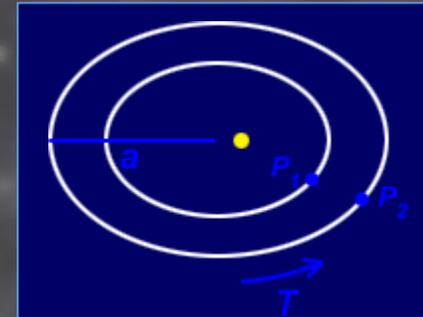
1. Keplersches Gesetz:

Alle Planeten laufen auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht



2. Keplersches Gesetz:

Die Verbindungslinie Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen



3. Keplersches Gesetz:

Die 3. Potenz der großen Halbachsen zweier Planetenbahnen verhalten sich gleich dem Quadrat ihrer Umlaufzeiten  
Also:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3$$

- Galileo Galilei – Mitbegründer der modernen Naturwissenschaft

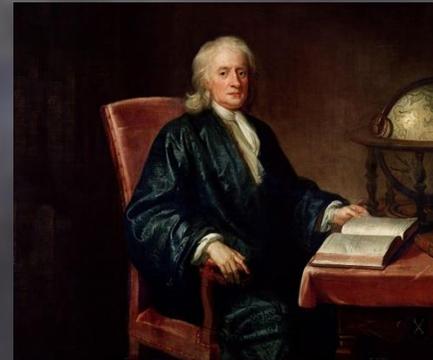


Galileo Galilei (1564 – 1641)

## Beginn der Moderne

- Die Newtonschen Bewegungsgesetze
  1. *„Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.“*
  2. *„Die Änderung der Bewegung einer Masse ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht in jene Richtung, in welche diese Kraft wirkt.“*
  3. *„Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio). Also: actio=reactio“*

$$F = -G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$



Isack Newton (1643 – 1727)

## Die moderne Astronomie und Weltraumforschung

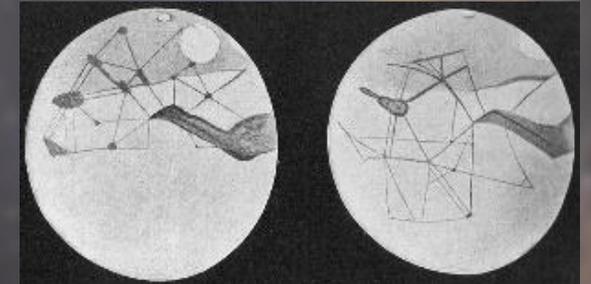
- Entmystifizierung und neue Denkansätze
- Die Erfindung des Teleskops (von Galilei bis VLT und JWST)
- Durchmusterungen, Kataloge und Statistiken (Messier, Herschel und Co.)
- Spektroskopie, Fotografie und Detektoren
- Computer, Modelle und Theorien
- Multiwellenlängen-Astronomie und Netzwerke
- Satelliten, Sonden und bemannte Raumfahrt
- Relativitätstheorie, Quantenmechanik, Big Bang und GUT
- SETI und die Suche nach außerirdischen Intelligenzen



Giordano Bruno  
(1548-1600)

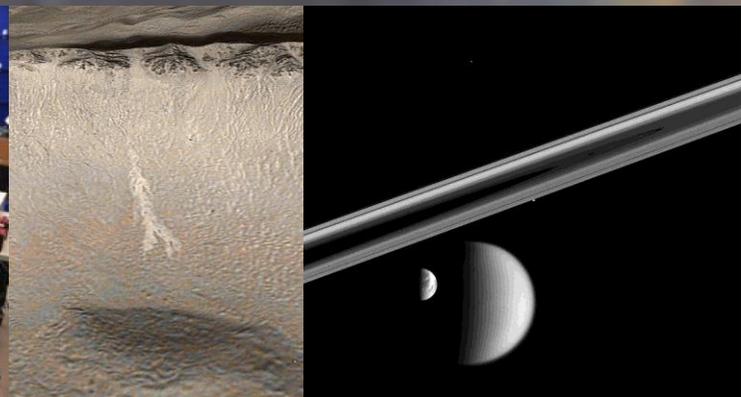
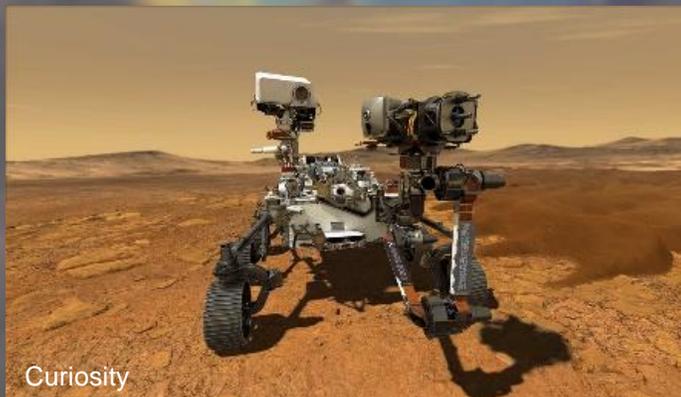
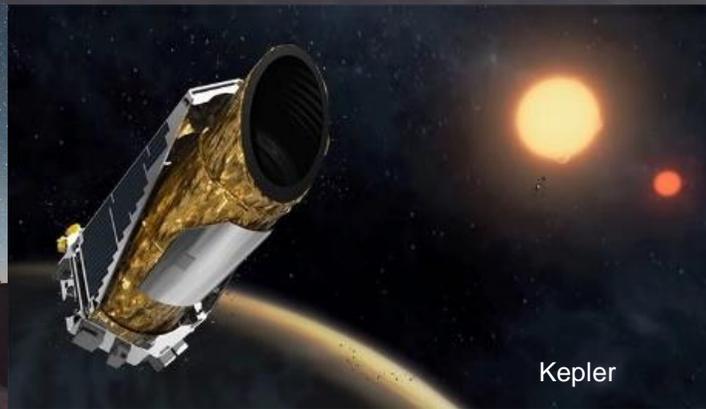


Immanuel Kant  
(1724 – 1804)

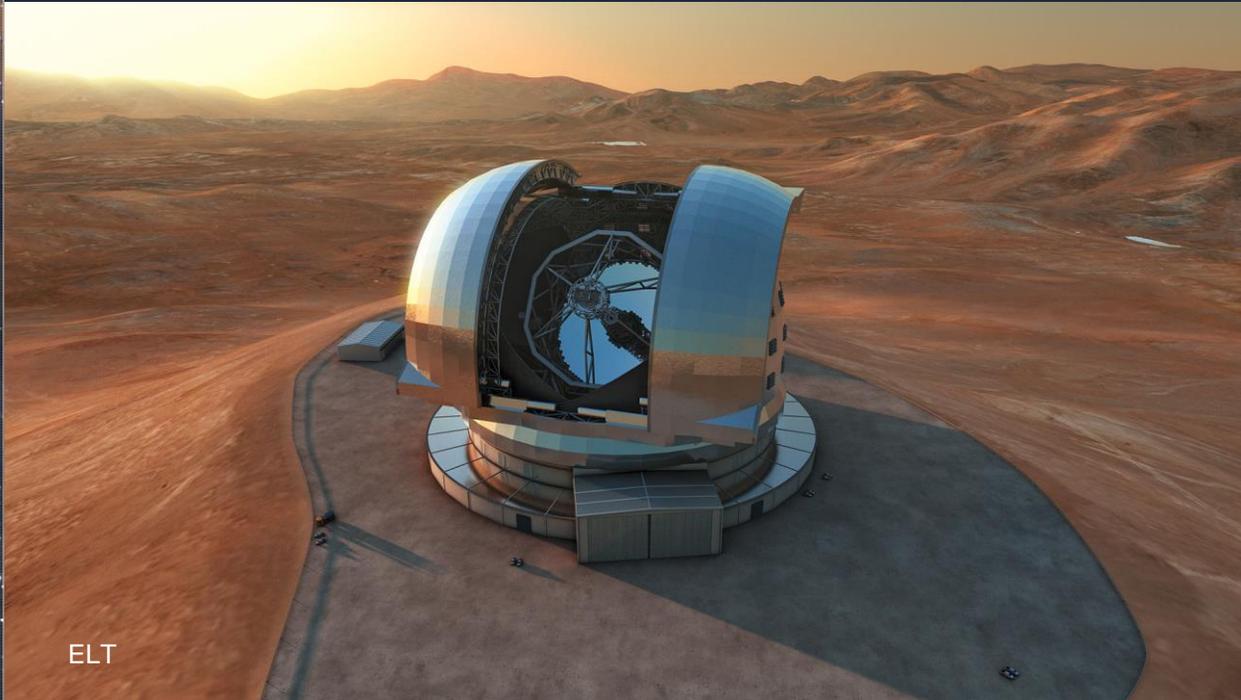


Marskanäle nach P. Lowell

## Die moderne Astronomie und Weltraumforschung



Aktuelle und künftige Großprojekte  
unter Zusammenschluss mehrerer Staaten



ELT

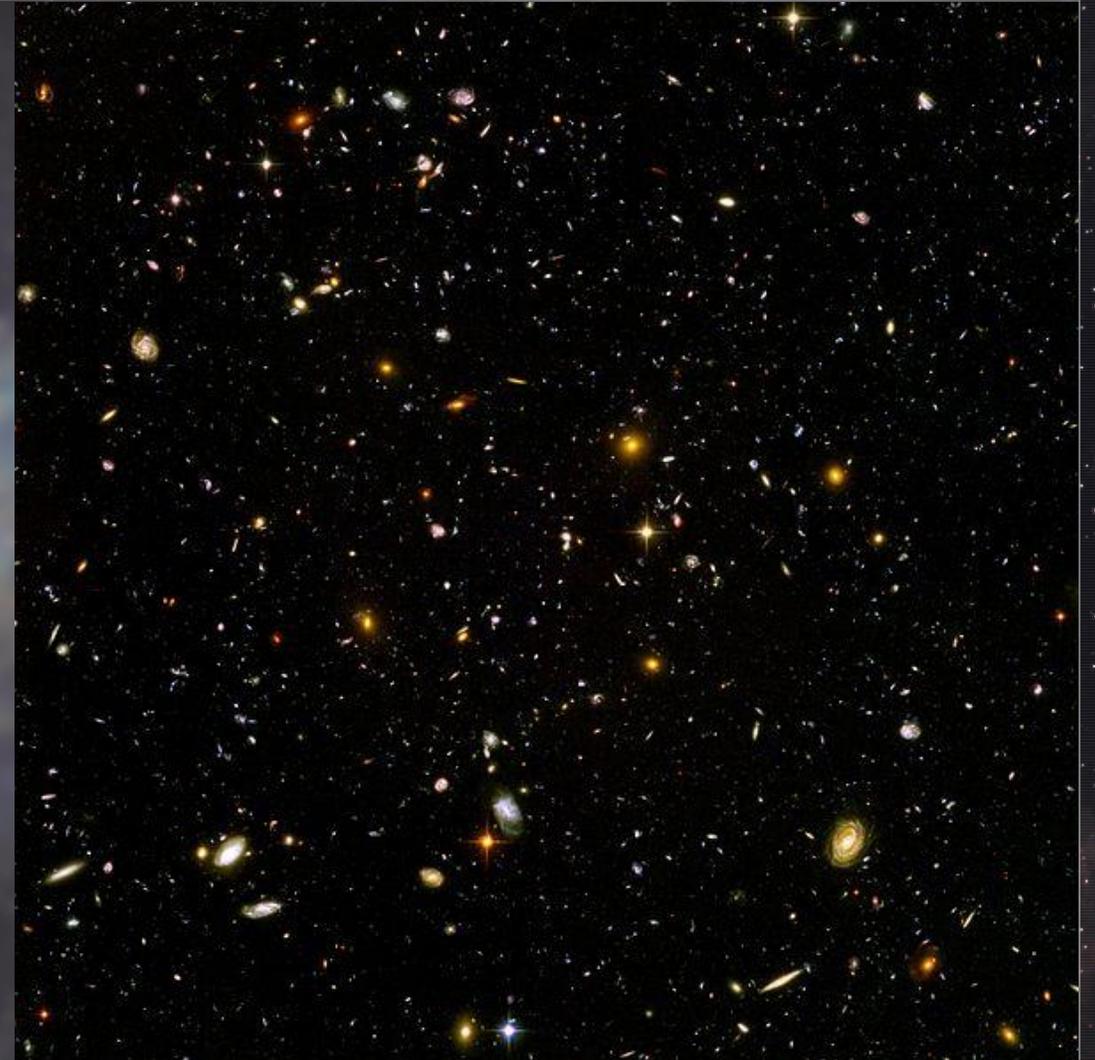


JWST

## Gegenstand der astronomischen Forschung

- Grundlagenforschung
- Physikalische Beschaffenheit des Kosmos und aller enthaltenen Körper
  - Sterne und Galaxien
  - Planetensysteme
  - Interstellare Materie
  - Energie
  - Entwicklung des Kosmos
- Hilfs- und interdisziplinäre Wissenschaften
  - Mathematik
  - Computerwissenschaften
  - Raumfahrt
  - Optik
  - Physik
  - Chemie
  - Geologie
  - Biologie, ...

Nachteil: keine Laborbedingungen



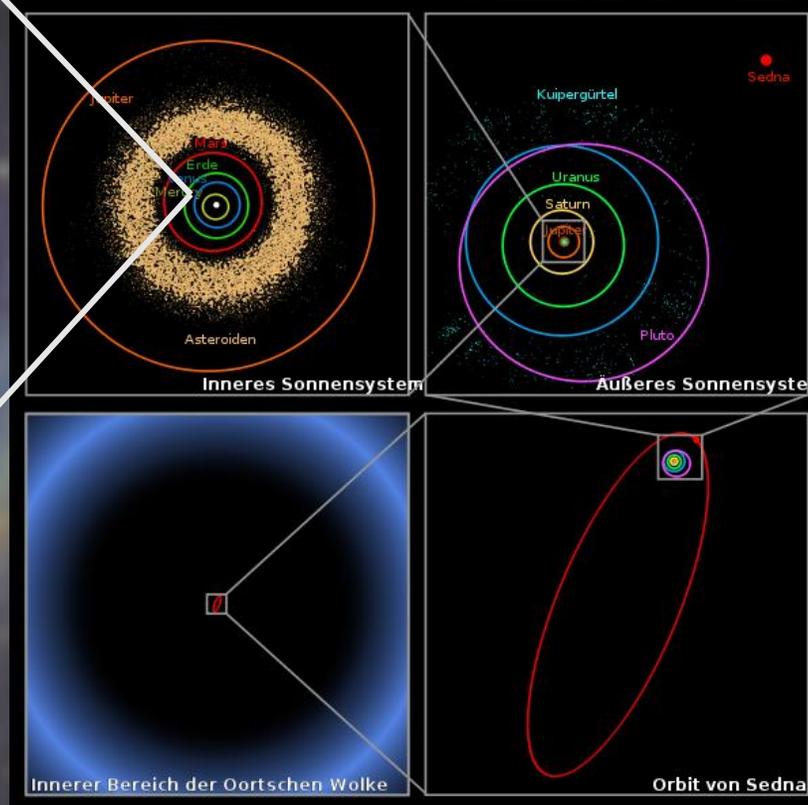




Erde ~ 12.750 km  
 Distanz Sonne – Erde 150 Mio km  
 Distanz Erde – Mond 384 000 km

Inneres Sonnensystem ~ 1 Mrd. km

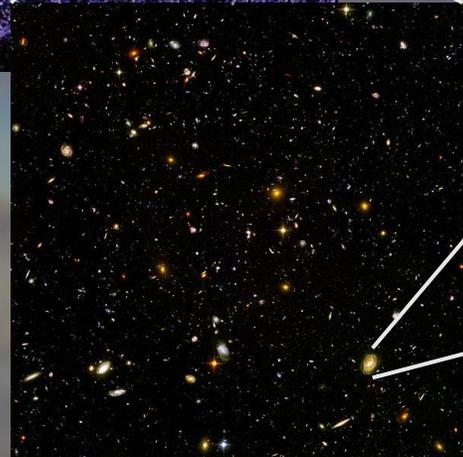
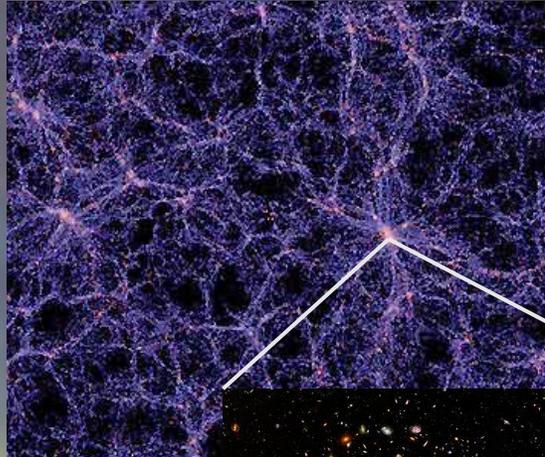
Äußeres Sonnensystem ~ 10 Mrd. km



Oortsche Wolke ~ 10 Billionen km  
 ~ 1 Lichtjahr



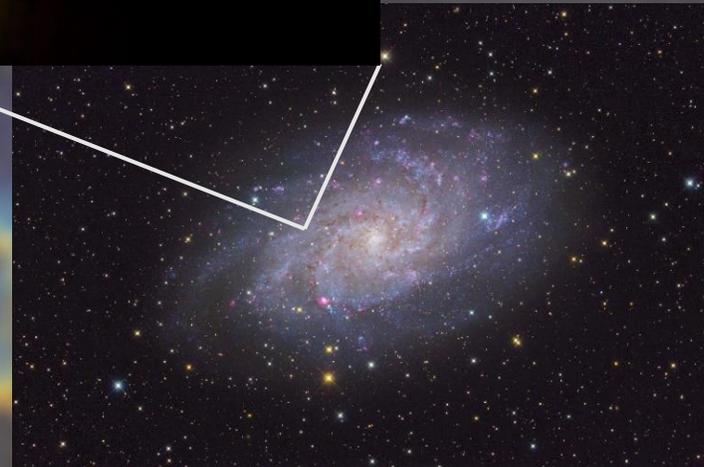
„schaumige“ Struktur des Universums



Lokaler Superhaufen ~ 100 Millionen Lichtjahre



Sonnensystem ~ 1 Lichtjahr



Milchstraßensystem ~ 100.000 Lj.

Die Erde rotiert in 24 h 1 mal um sich selbst  
Rotationsgeschw. am Äquator ~1600 km/h



Die Erde läuft in einem Jahr mit  
über 100.000 km/h einmal um die Sonne



Die Milchstraße rotiert und trägt so  
unser Sonnensystem in 230 Mio. Jahren  
mit etwa 800.000 km/h um ihr Zentrum.



Das Universum expandiert. Je weiter  
entfernt ein Objekt ist, desto schneller  
bewegt es sich von uns weg. Die ent-  
ferntesten Objekte bewegen sich fast  
mit Lichtgeschwindigkeit von uns fort.

Unsere Galaxie bewegt sich relativ  
zu anderen Mitgliedern unserer  
lokalen Gruppe. Unsere Galaxie und  
die Andromedagalaxie bewegen sich  
mit rund 300.000 km/h aufeinander zu

