

# Gravitationslinsen

Ein Blick auf die dunkle Seite des Universums

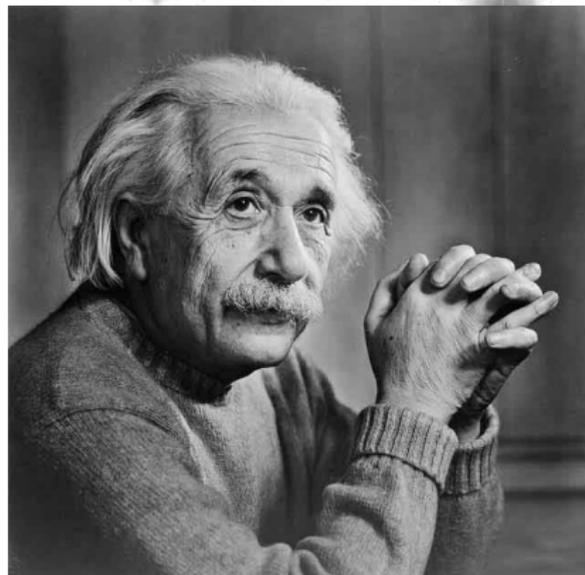
Julian Merten

Institut für Theoretische Astrophysik  
Zentrum für Astronomie  
Universität Heidelberg

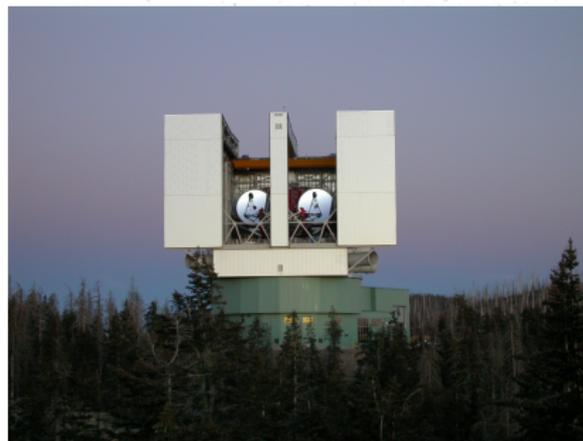
Ravensburg, 26. Juni 2009



- 1 Was ist der Gravitationslinseneffekt?
- 2 Wie und wo kann man ihn beobachten?
- 3 Die verschiedenen Linseneffekte
  - Der starke Linseneffekt
  - Der schwache Linseneffekt
  - Der Mikrolinseneffekt
- 4 Anwendungen in der Astrophysik.



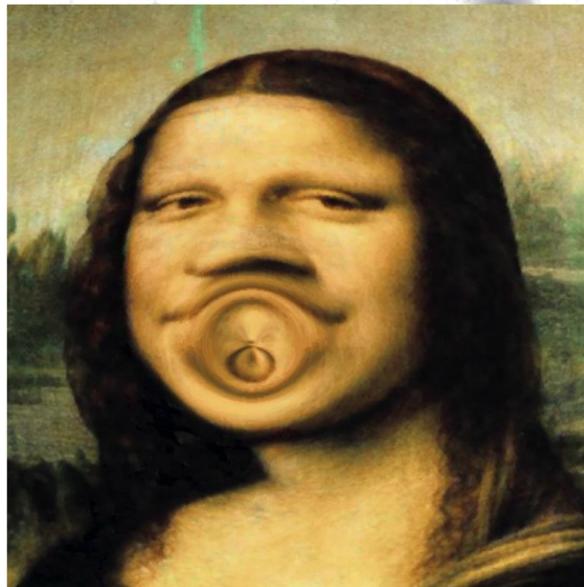
- 1 Was ist der Gravitationslinseneffekt?
- 2 Wie und wo kann man ihn beobachten?
- 3 Die verschiedenen Linseneffekte
  - Der starke Linseneffekt
  - Der schwache Linseneffekt
  - Der Mikrolinseneffekt
- 4 Anwendungen in der Astrophysik.



- 1 Was ist der Gravitationslinseneffekt?
- 2 Wie und wo kann man ihn beobachten?
- 3 Die verschiedenen Linseneffekte
  - Der starke Linseneffekt
  - Der schwache Linseneffekt
  - Der Mikrolinseneffekt
- 4 Anwendungen in der Astrophysik.



- 1 Was ist der Gravitationslinseneffekt?
- 2 Wie und wo kann man ihn beobachten?
- 3 Die verschiedenen Linseneffekte
  - Der starke Linseneffekt
  - Der schwache Linseneffekt
  - Der Mikrolinseneffekt
- 4 Anwendungen in der Astrophysik.



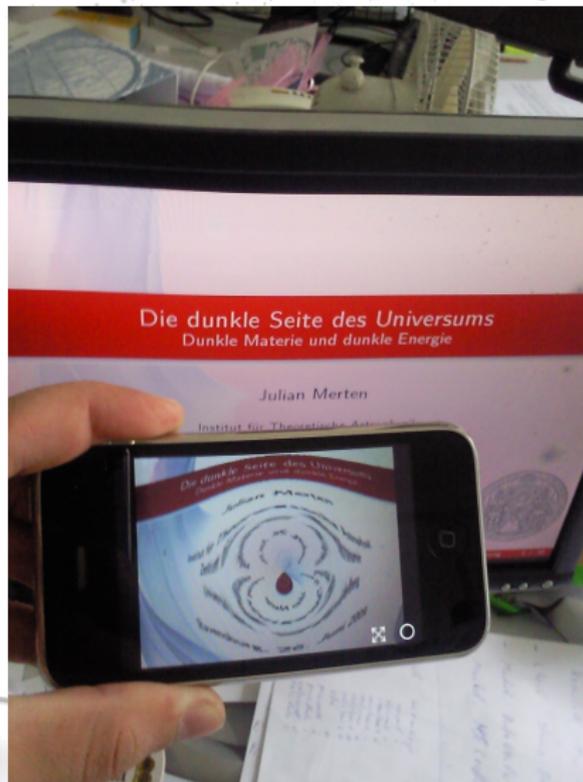
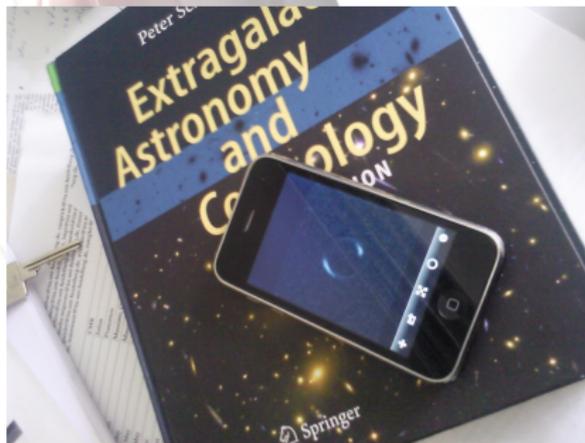
# Ein erster Eindruck



# Ein erster Eindruck

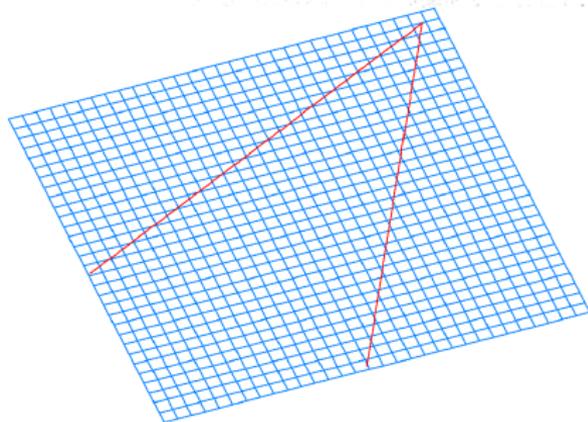


# Gravitationslinsen auf dem iPhone



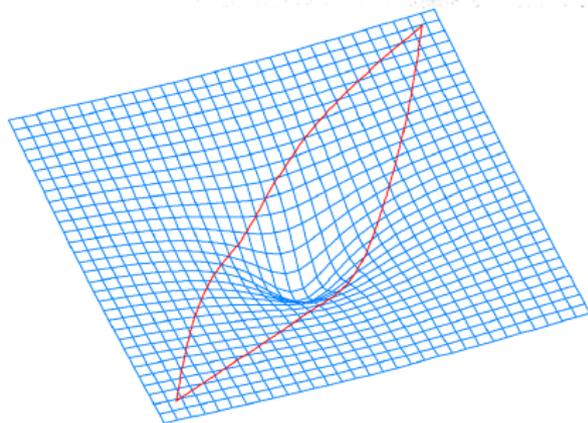
# Eine kurze Erklärung

- Die Grundlage des Effekts ist Einstein's Allgemeine Relativitätstheorie.



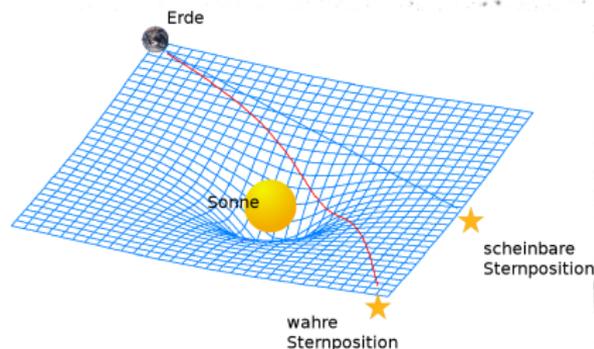
# Eine kurze Erklärung

- Die Grundlage des Effekts ist Einstein's Allgemeine Relativitätstheorie.
- Sehr massereiche Objekte krümmen die Raumzeit.



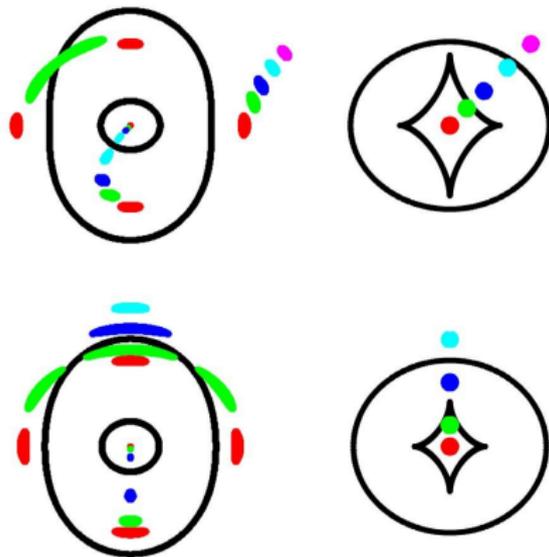
# Eine kurze Erklärung

- Die Grundlage des Effekts ist Einstein's Allgemeine Relativitätstheorie.
- Sehr massereiche Objekte krümmen die Raumzeit.
- Diese Krümmung beeinflusst den Weg eines Lichtstrahls.



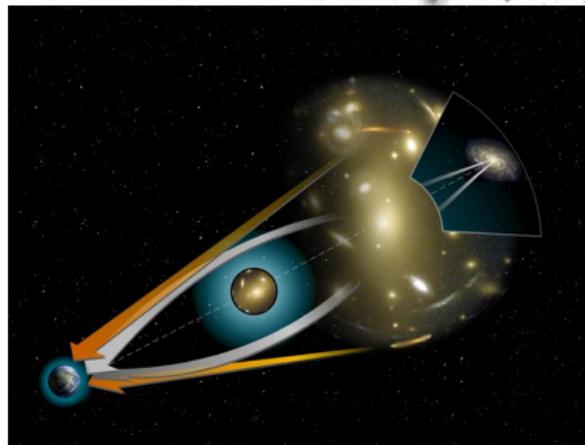
# Eine kurze Erklärung

- Die Grundlage des Effekts ist Einstein's Allgemeine Relativitätstheorie.
- Sehr massereiche Objekte krümmen die Raumzeit.
- Diese Krümmung beeinflusst den Weg eines Lichtstrahls.
- Die Bilder von Objekten wirken verzerrt.



# Eine kurze Erklärung

- Die Grundlage des Effekts ist Einstein's Allgemeine Relativitätstheorie.
- Sehr massereiche Objekte krümmen die Raumzeit.
- Diese Krümmung beeinflusst den Weg eines Lichtstrahls.
- Die Bilder von Objekten wirken verzerrt.
- Sehr verschiedene Objekte können als Gravitationslinse fungieren.



# Die vielen Anwendungsgebiete für Gravitationslinsen

Großräumige Strukturen

Galaxien/Galaxienhaufen

Sterne und Planeten

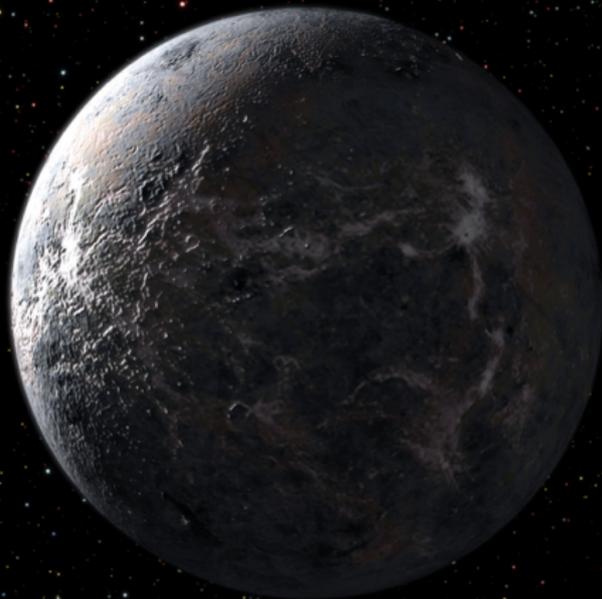
Der schwache  
Linseneffekt

Der starke  
Linseneffekt

Der  
Mikrolinseneffekt

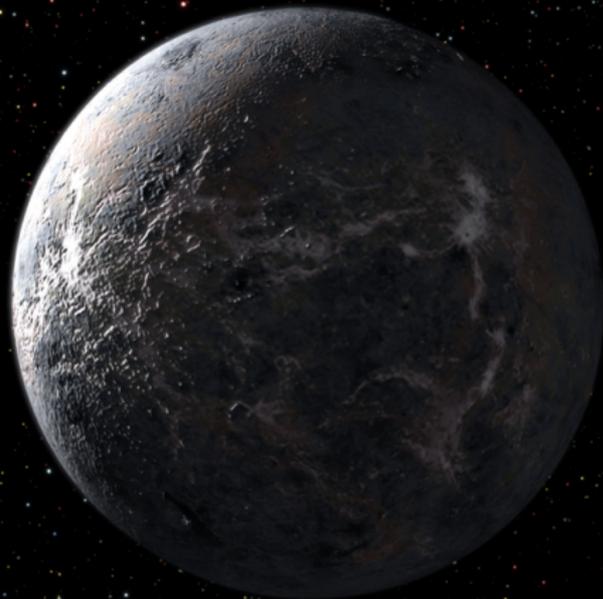
# Planetensuche mit Gravitationslinsen

- Der Mensch ist schon seit langem auf der Suche nach extrasolaren Planeten, leider ist das sehr schwierig.  
⇒ Planeten sind dunkel.
- Bisher wurden rund 350 dieser Planeten gefunden.
- Verschiedene Methoden wurden verwendet:
  - Transientenmethode
  - Einfluss des Planeten auf die Sternbewegung.
  - Direkte Beobachtung.

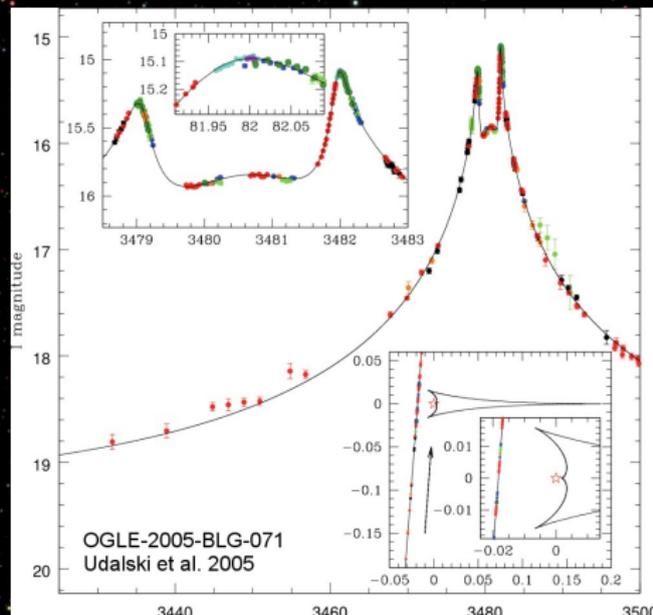
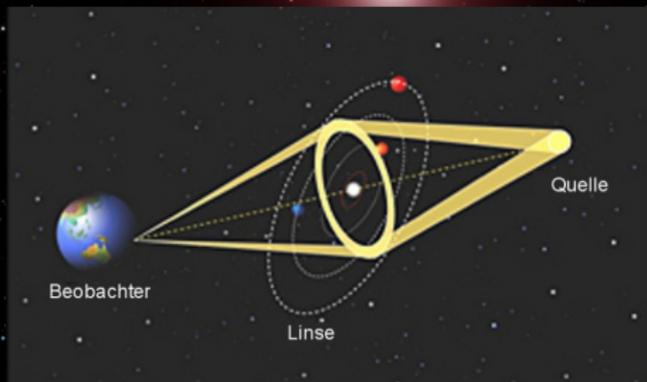


# Planetensuche mit Gravitationslinsen

- Der Mensch ist schon seit langem auf der Suche nach extrasolaren Planeten, leider ist das sehr schwierig.  
⇒ Planeten sind dunkel.
- Bisher wurden rund 350 dieser Planeten gefunden.
- Verschiedene Methoden wurden verwendet:
  - Transientenmethode
  - Einfluss des Planeten auf die Sternbewegung.
  - Direkte Beobachtung.
- Der Gravitationslinseneffekt.



# Wie funktioniert das?



# Galaxien als natürliche Teleskope

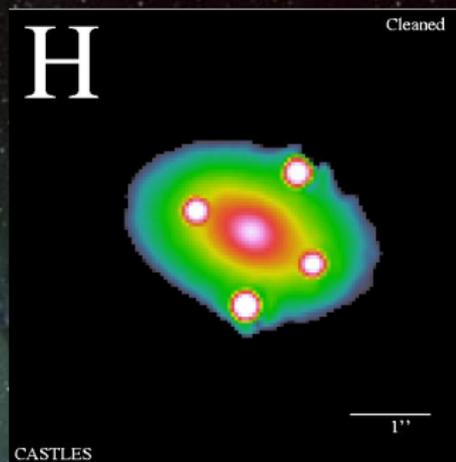


# Galaxien als natürliche Teleskope

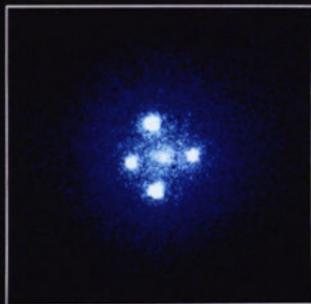
- Viele Galaxien sind extrem weit von uns entfernt und daher sehr lichtschwach.  
⇒ Auch sie sind dunkel.
- Manchmal schiebt sich eine andere Galaxie vor diese Hintergrundgalaxie.
- Man beobachtet spektakuläre Effekte.

# Galaxien als natürliche Teleskope

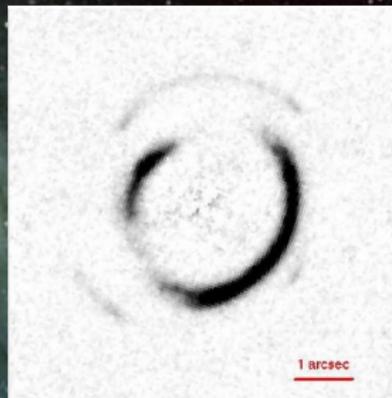
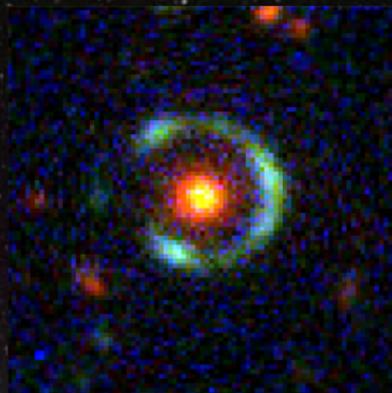
- Viele Galaxien sind extrem weit von uns entfernt und daher sehr lichtschwach.  
⇒ Auch sie sind dunkel.
- Manchmal schiebt sich eine andere Galaxie vor diese Hintergrundgalaxie.
- Man beobachtet spektakuläre Effekte.



# Weitere Beispiele



Gravitational Lens G2237+0305



# Noch eine Nummer größer: Galaxienhaufen

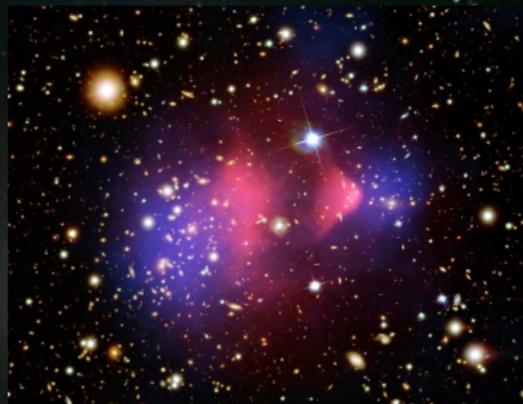


# Noch eine Nummer größer: Galaxienhaufen

- Galaxienhaufen sind die massereichsten, durch ihre Gravitation gebundenen, Objekte die wir kennen.
- Sie enthalten viele Hunderte Galaxien.
- Nur ein Bruchteil ihrer Masse besteht aus sichtbar leuchtender Materie.
- Wir benutzen sowohl den starken als auch den schwachen Linseneffekt um den ganzen Haufen sichtbar zu machen:

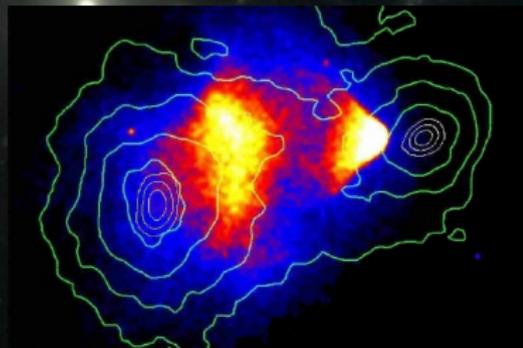
# Noch eine Nummer größer: Galaxienhaufen

- Galaxienhaufen sind die massereichsten, durch ihre Gravitation gebundenen, Objekte die wir kennen.
- Sie enthalten viele Hunderte Galaxien.
- Nur ein Bruchteil ihrer Masse besteht aus sichtbar leuchtender Materie.
- Wir benutzen sowohl den starken als auch den schwachen Linseneffekt um den ganzen Haufen sichtbar zu machen:



# Noch eine Nummer größer: Galaxienhaufen

- Galaxienhaufen sind die massereichsten, durch ihre Gravitation gebundenen, Objekte die wir kennen.
- Sie enthalten viele Hunderte Galaxien.
- Nur ein Bruchteil ihrer Masse besteht aus sichtbar leuchtender Materie.
- Wir benutzen sowohl den starken als auch den schwachen Linseneffekt um den ganzen Haufen sichtbar zu machen.

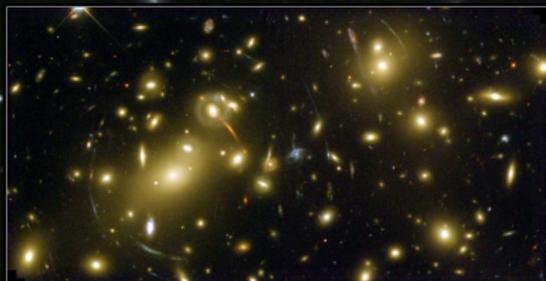
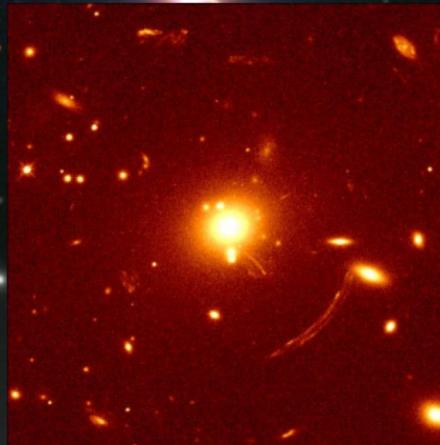


# Galerie berühmter Linsen

Galaxy Cluster Abell 1689 HST • ACS



NASA, N. Benitez (JHU), T. Broadhurst (Hebrew Univ.), H. Ford (JHU),  
M. Clampitt (STScI), G. Harris (STScI), G. Illingworth (UCO/Lick Observatory),  
the ACS Science Team and ESA STScI-PRC03-01a



Galaxy Cluster Abell 2218 HST • WFPC2

NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI, ST-ECF) • STScI-PRC00-08

