

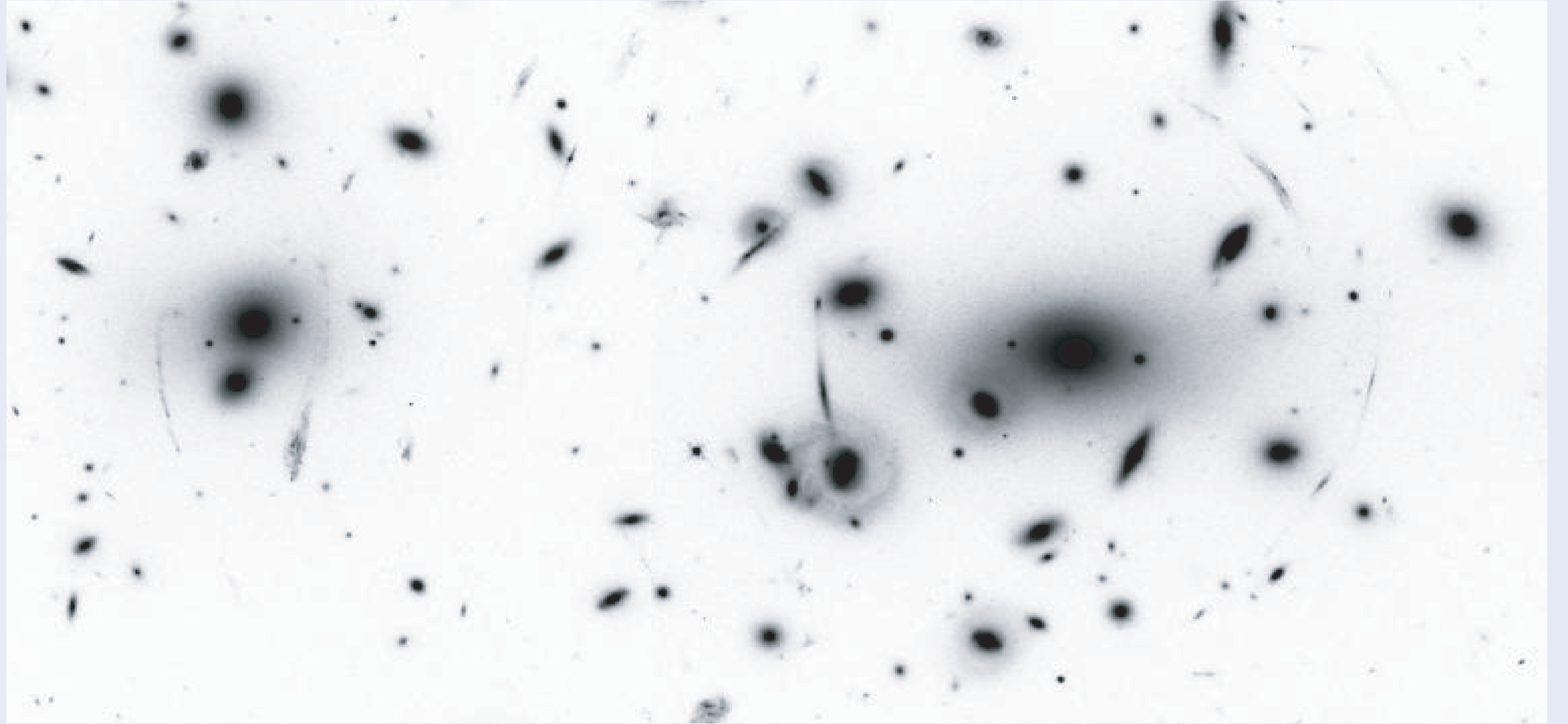
Gravitationslinsen und dunkle Materie im Universum

Philippe Jetzer, Institut für theoretische Physik, Universität Zürich

Starke Gravitationslinsen

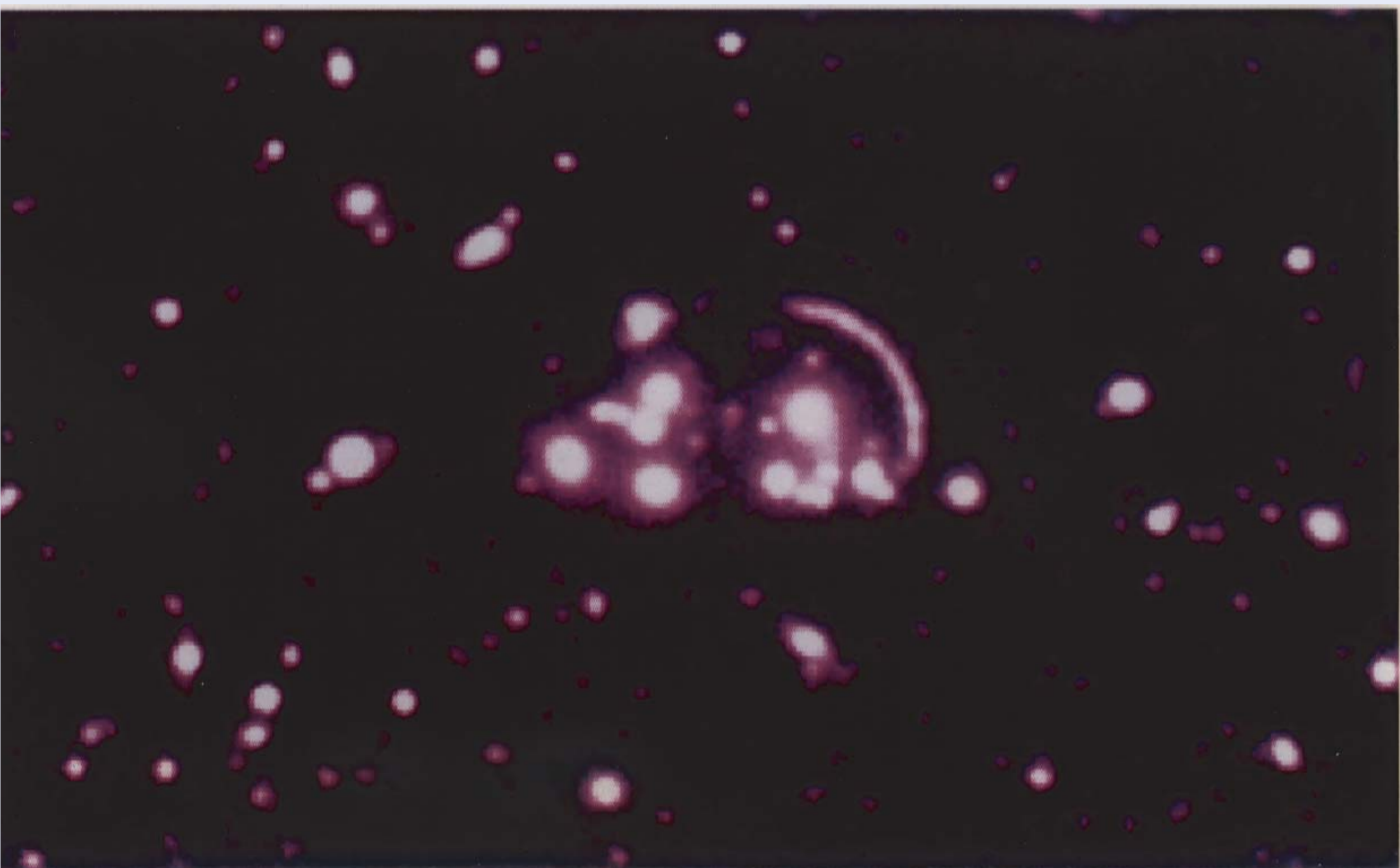
Das Verhalten von Licht in einem Gravitationsfeld wird mittels der Allgemeinen Relativitätstheorie von Albert Einstein aus dem Jahre 1915 beschrieben. Befindet sich eine Masse ungefähr auf der Sichtlinie zu einer weiter entfernten Quelle, so werden die Lichtstrahlen als Folge der gravitationellen Lichtablenkung zu uns gebündelt. Das heisst also, dass in diesem Fall die Masse wie eine Linse wirkt. Man spricht dann, wenn auch etwas ungenau, von Gravitationslinsen.

Figur 1



Auf dem Bild sehen wir den Abell 2218-Galaxienhaufen aufgenommen mit dem Hubble Weltraumteleskop. Man erkennt deutlich einige dünne Bögen. Diese sind das durch den Gravitationslinseneffekt verzerrte Bild von weiter entfernten Galaxien.

Figur 2



Dieses Bild zeigt ein Galaxienhaufen (CI 2244-02). Der Bogen, der sich über etwa 100 Grad erstreckt, ist das durch den Gravitationslinseneffekt verzerrte Bild einer sehr weit entfernten Galaxie.

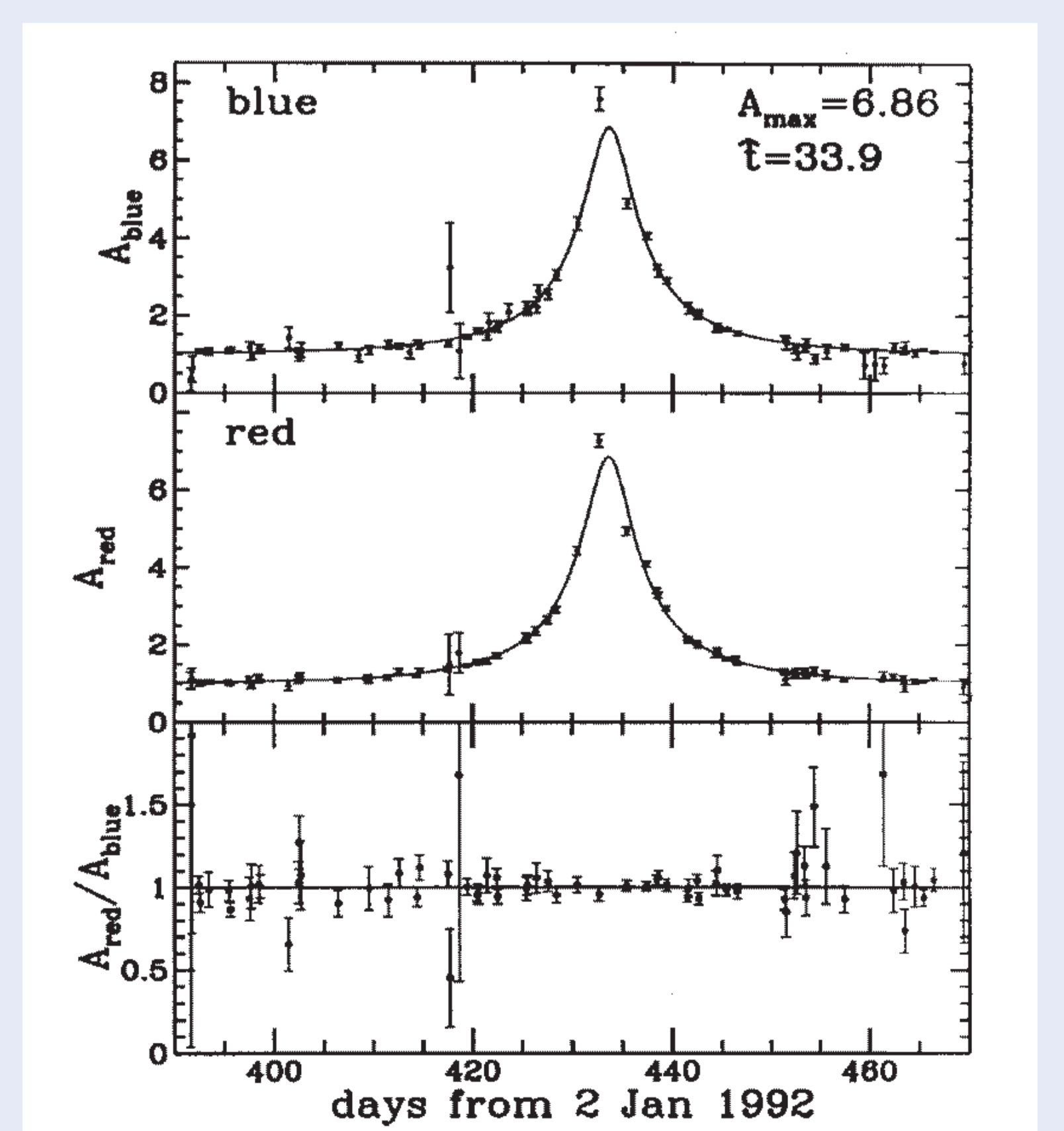
Mikrogravitationslinsen

Die dunkle Materie, welche die Spiralgalaxien und insbesondere unsere Galaxie umgibt, könnte zum Teil aus einer grossen Menge von "Sternen" mit niedriger Masse, sogenannten Braunen Zwergen oder grossen Planeten wie Jupiter bestehen, welche die Milchstrasse auf Keplerschen Bahnen umkreisen. Die Helligkeit solcher Himmelskörper ist zu schwach, um mit den Teleskopen sichtbar zu sein. Eine mögliche Methode, um sie nachzuweisen, beruht auf dem Gravitationslinseneffekt. Das Licht von Sternen der Grossen Magellanschen Wolken - einer benachbarten Zwerggalaxie der Milchstrasse - wird von dunklen Halo-Objekten unserer Galaxis gelegentlich längs der Sichtlinie zu uns gebündelt. Die Lichtablenkung durch Jupiter-Ähnliche ist zwar unmessbar klein, aber die Helligkeit des Sternes ändert sich dabei jedoch merklich (Siehe Figur 3). Mehrere solche Ereignisse wurden seit 1993 beobachtet.

Gravitationslinsensysteme

Die wichtigste Anwendung der Gravitationslinsensysteme ist die Bestimmung der dunklen Materie, d.h. der Materie, die sich nur durch ihre Anziehungskraft bemerkbar macht und die uns sonst im optischen oder in den anderen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums nicht zugänglich ist. Zahlreiche astronomische Beobachtungen in den letzten Jahrzehnten haben gezeigt, dass mindestens 90% der Materie im Universum dunkel ist.

Figur 3



Dieses Bild zeigt die gemessene Lichtkurve eines Mikro-Linseneignisses in Richtung der Magellanschen Wolke.