



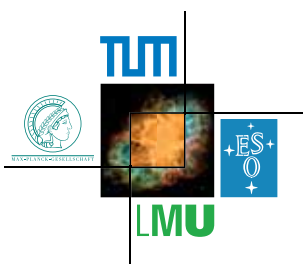
Quelle: NASA

Zeitreise zum Urknall

Licht ist das Schnellste, was es gibt: Es bewegt sich im Weltall mit knapp 300.000 Kilometern pro Sekunde oder 1,1 Milliarden Kilometern in der Stunde. Wenn wir z.B. ein Haus anschauen, braucht das Licht eine bestimmte Zeit, bis es auf die Netzhaut des Auges trifft. Diese „Lichtreisezeit“ dauert im Alltag nur einige Milliardstel Sekunden.

Beim Blick in den Kosmos haben wir es mit viel weiter entfernten Objekten zu tun – entsprechend lange ist das Licht unterwegs. Beobachten wir heute z.B. die Andromeda-Galaxie, sehen wir, was dort vor 2,5 Millionen Jahren passiert ist! Auf diese Weise sind astronomische Beobachtungen immer auch ein Blick in die Vergangenheit des Universums.

Gehen Sie mit dem Exzellenzcluster Universe auf Zeitreise: Von heute bis zum Anfang des Kosmos – dem Urknall.



Exzellenzcluster Universe · www.universe-cluster.de

Unser Mond

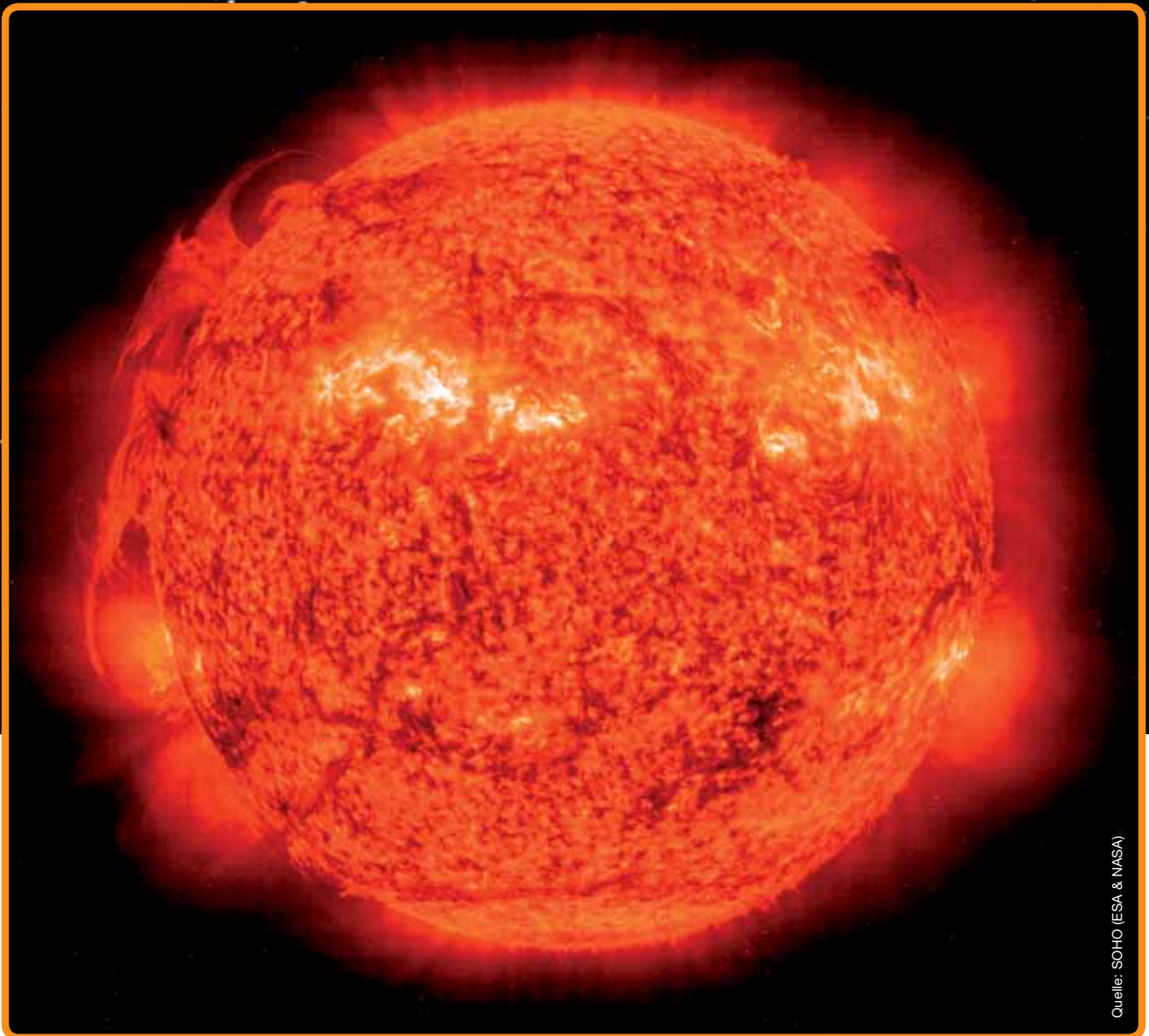


Quelle: NASA/JPL/USGS

Der Mond umkreist die Erde in etwa 380.000 Kilometern Entfernung. Unser Begleiter ist übersät mit Kratern – diese Spuren belegen, dass er schon seit Jahrmilliarden einem Bombardement

unzähliger Meteoriten ausgesetzt ist. Die großen, dunklen Gebiete sind die so genannten „Meere“ (Maria), die auch mit bloßem Auge sichtbar sind.

Die Sonne

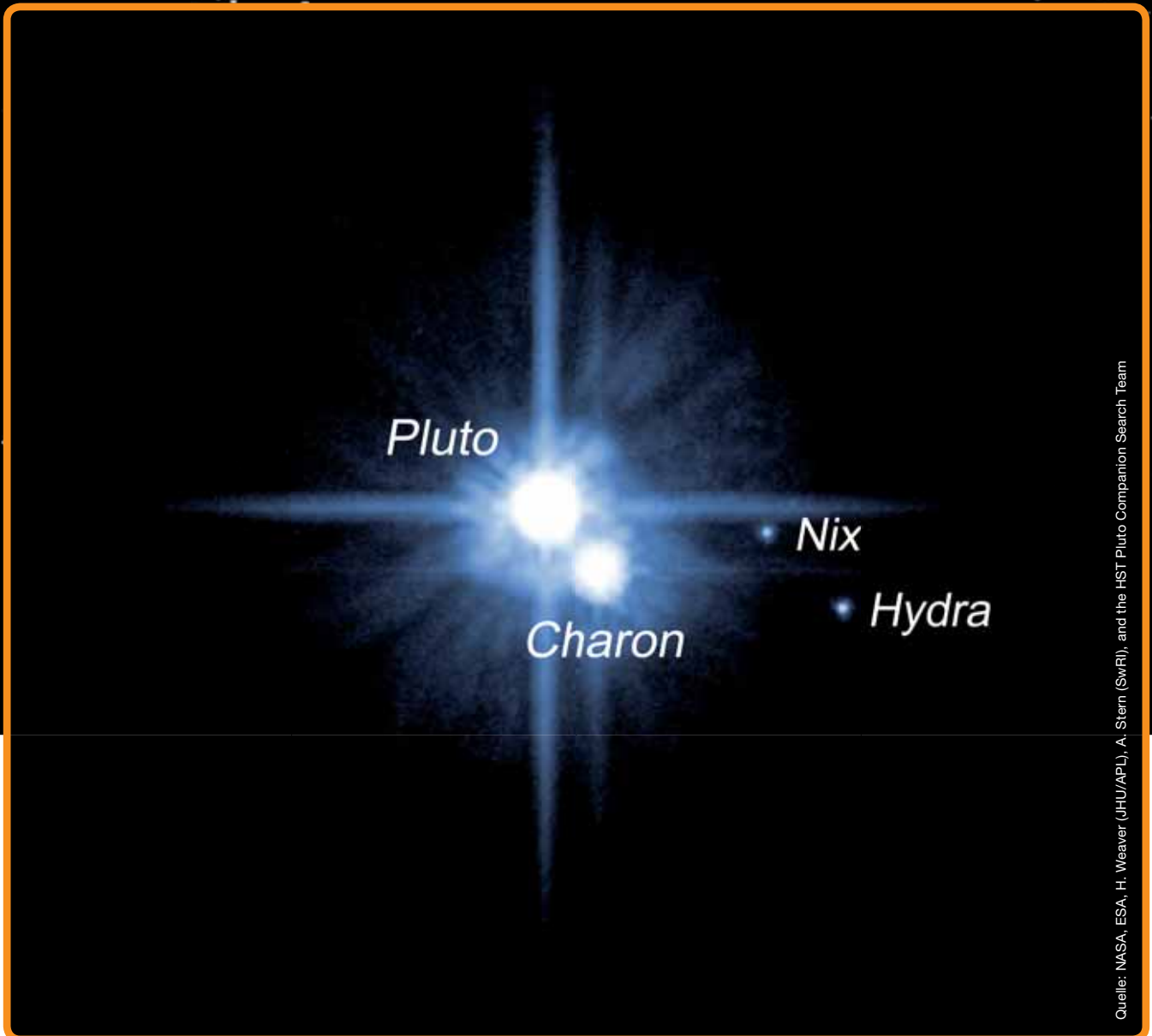


Quelle: SOHO (ESA & NASA)

Die Sonne befindet sich in einer Entfernung von ca. 150 Millionen Kilometern. Bis zur Erde braucht das Sonnenlicht acht Minuten. Auf dem Bild erscheint das Antlitz der Sonne anders als gewohnt, weil das Foto mit einem Filter gemacht wurde. Daher erkennt

man die Körnung der Sonnenoberfläche und einige weiße Sonnenflecken. Am Sonnenrand sind gigantische Explosionen zu sehen, die weit in den Raum hinausreichen.

Pluto und seine Monde



Quelle: NASA, ESA, H. Weaver (JHU/APL), A. Stern (SwRI), and the HST Pluto Companion Search Team

Der Zwergplanet Pluto liegt 7 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt im Außenbereich unseres Sonnensystems. Bis 2005 kannten die Astronomen nur einen Mond, der den Pluto umkreist – Charon. Im gleichem Jahr wurden zwei weitere Monde ent-

deckt. 2006 wurden sie auf die Namen Nix und Hydra getauft. Alle vier Himmelskörper sind hier zu sehen.

Proxima Centauri



Quelle: David Mallir, UK-Schmidt-Telescope, DSS, AAO

Der von der Erde aus nächst gelegene Stern nach der Sonne heißt Proxima Centauri. Er befindet sich 4,3 Lichtjahre entfernt und ist im südlichen Sternbild Zentaurus gelegen. Proxima ist ein recht unschein-

barer, roter Stern und hier in der Bildmitte zu erkennen.

Plejaden (Siebengestirn)



Quelle: Robert Gendler 2004

Beobachter der nördlichen Hemisphäre kennen sie sicher: Die Plejaden im Sternbild Stier. Ihr volkstümlicher Name „Siebengestirn“ liegt auf der Hand: Schon mit bloßem Auge sieht man mindestens sieben Sterne, die in einer auffälligen Gruppe beisammen

stehen. Bei den Plejaden handelt es sich um einen offenen Sternhaufen, in dem sich die Sterne auch physikalisch in einer Gruppe bewegen.

Superstern η Car



Quelle: X-ray: ASA/CXC/GSFC/M. Corcoran et al.; Optical: NASA/STScI

Unsere Sonne ist verglichen mit anderen Sternen ein Leichtgewicht: Dieses Foto zeigt Eta Carinae in der Bildmitte, einen richtigen Superstern, der mindestens hundertmal schwerer als die Sonne ist! Als sehr aktiver Stern erzeugt er

einen starken Sternenwind (blau: sichtbares Licht). Dieser Materiestrom von der Sternoberfläche regt die Umgebung zum Leuchten an, und zwar mit hochenergetischen Röntgenstrahlen (orange).

Galaktisches Zentrum



Quelle: NASA/CXC/MIT/FK. Baganoif et al.

Das Zentrum der Milchstraße ist sehr weit von uns entfernt: Das Licht ist 26.000 Jahre unterwegs, bevor es unseren Planeten erreicht. Das Foto zeigt die Zentralregion unserer Heimatgalaxie im Sternbild Schützen. Die Milchstraße hat

einen Durchmesser von etwa 100.000 Lichtjahren. Im hell leuchtenden Zentrum lauert ein superschweres Schwarzes Loch, das so viel wiegt wie drei Millionen Sonnen.

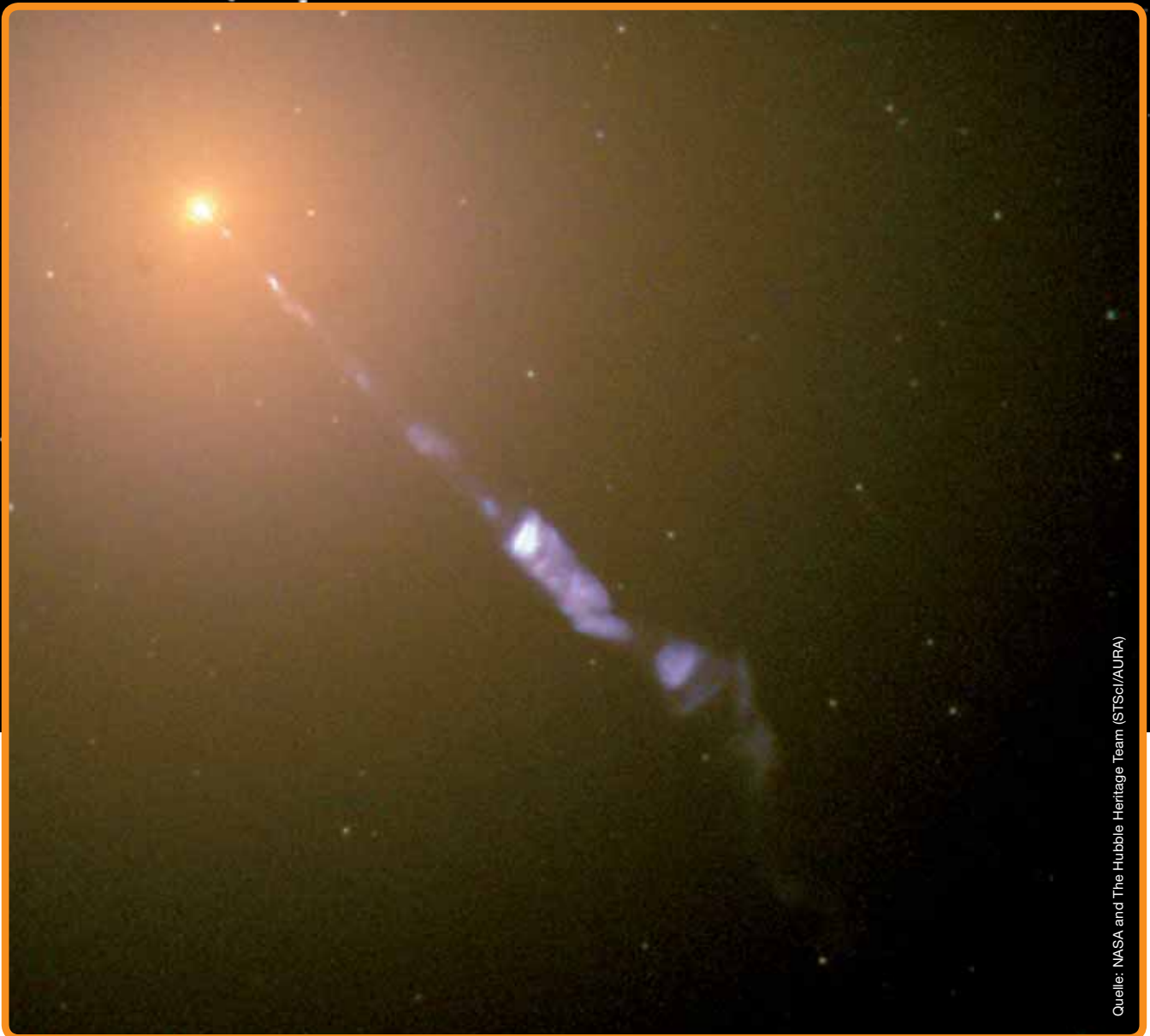
Andromeda-Galaxie



Auch Galaxien haben Nachbarn: Unsere Milchstraße bewegt sich in einer Galaxiengruppe, der Lokalen Gruppe, in der sich die hier abgebildete Andromeda-Galaxie, die beiden Magellanischen Wolken und viele Zwerggalaxien befinden. Die Andromeda-

Galaxie ist eine Spiralgalaxie in 2,5 Millionen Lichtjahren Entfernung. Sie ist das am weitesten entfernte Himmelsobjekt, das man noch mit bloßem Auge sehen kann – und zwar im nördlichen Sternbild Andromeda.

Aktive Galaxie M87



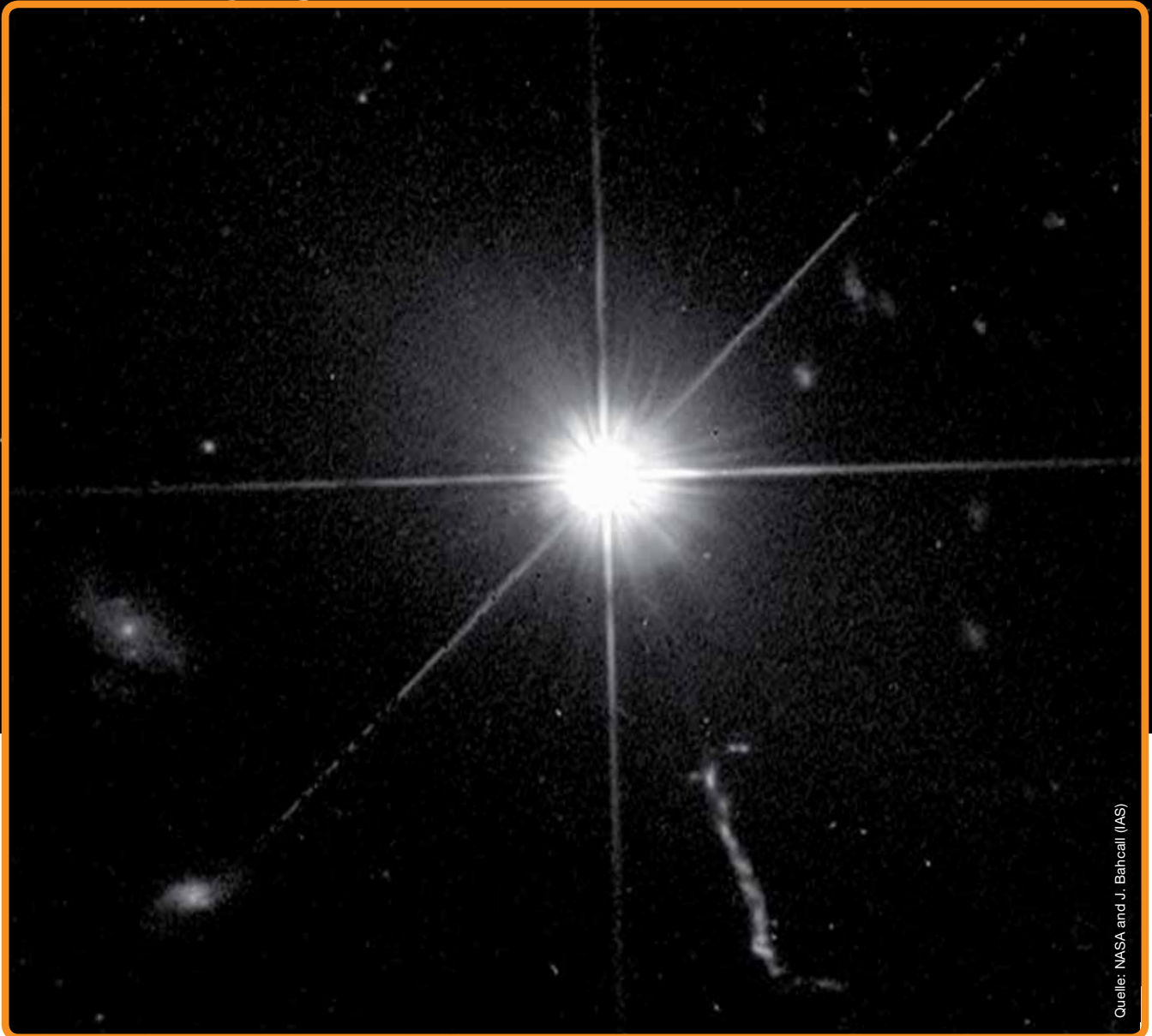
Quelle: NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Galaxien verändern sich, wenn wir tiefer ins Universum blicken: Die hier abgebildete elliptische Galaxie M87 sieht ganz anders aus als Spiralgalaxien wie z.B. unsere Milchstraße. Das superschwere Schwarze Loch im Zentrum erzeugt eine extreme Helligkeit in der Galaxie. Die

Aktivität ist auch in Gestalt eines Materiestrahls sichtbar, der von dem Loch nach rechts unten heraus schießt. Dieser so genannte Jet bewegt sich fast so schnell wie das Licht. M87 liegt im Zentrum eines riesigen Galaxienhaufens, der im Sternzeichen Jungfrau zu finden ist.



Quasar 3C 273

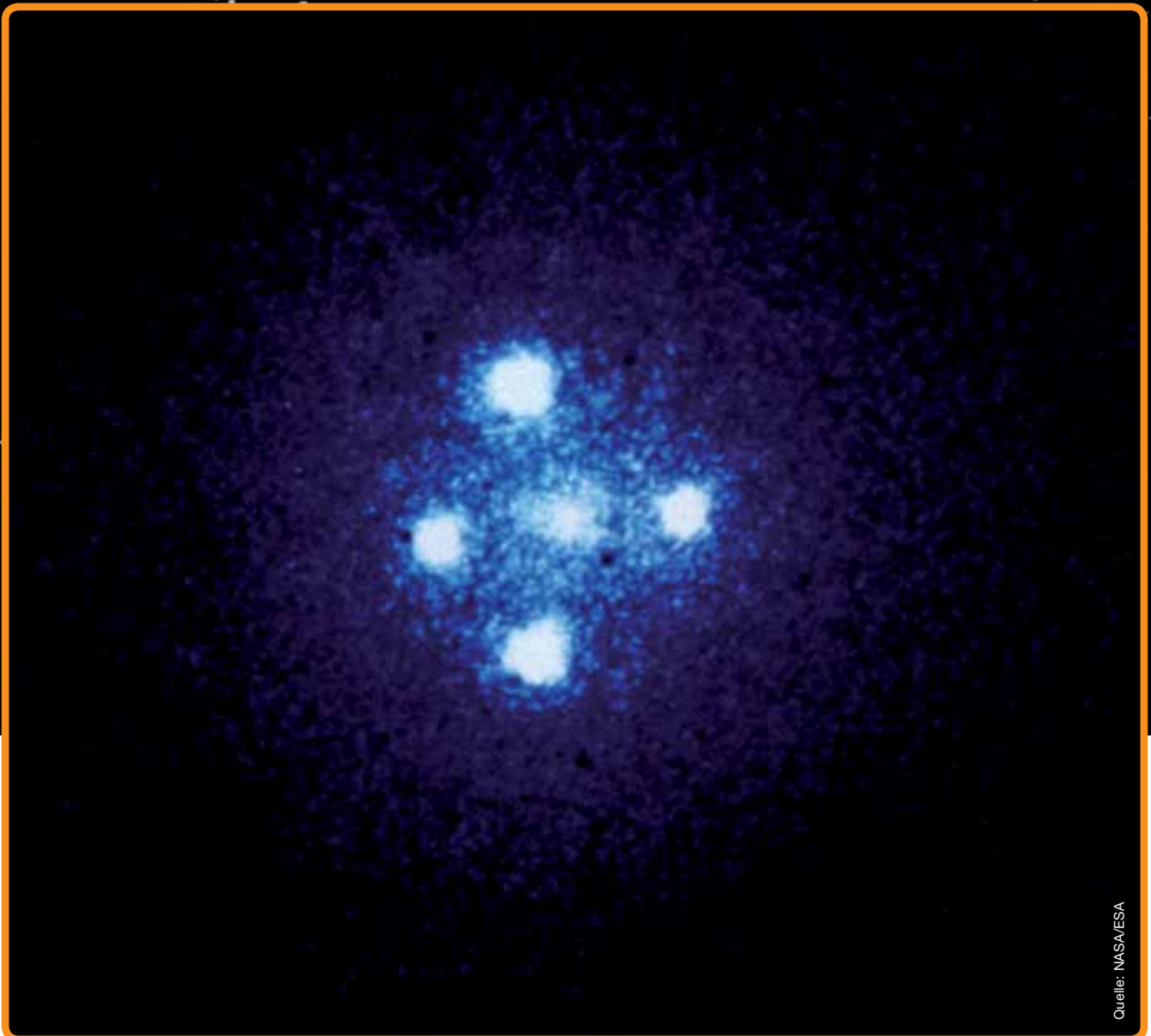


Quelle: NASA and J. Bahcall (IAS)

Das Objekt hier sieht aus wie ein Stern, ist aber tatsächlich eine ganze Galaxie! Dieses Foto zeigt einen Quasar, also den extrem hellen Kern einer Galaxie, dessen Aktivität durch ein extrem schweres Schwarzes Loch in der Mitte der Galaxie

gespeist wird. Quasare gehören zu den am weitesten entfernten kosmischen Objekten. Aufgrund ihrer enormen Leuchtkraft sind sie trotzdem sichtbar.

Vierfachbild eines Quasars

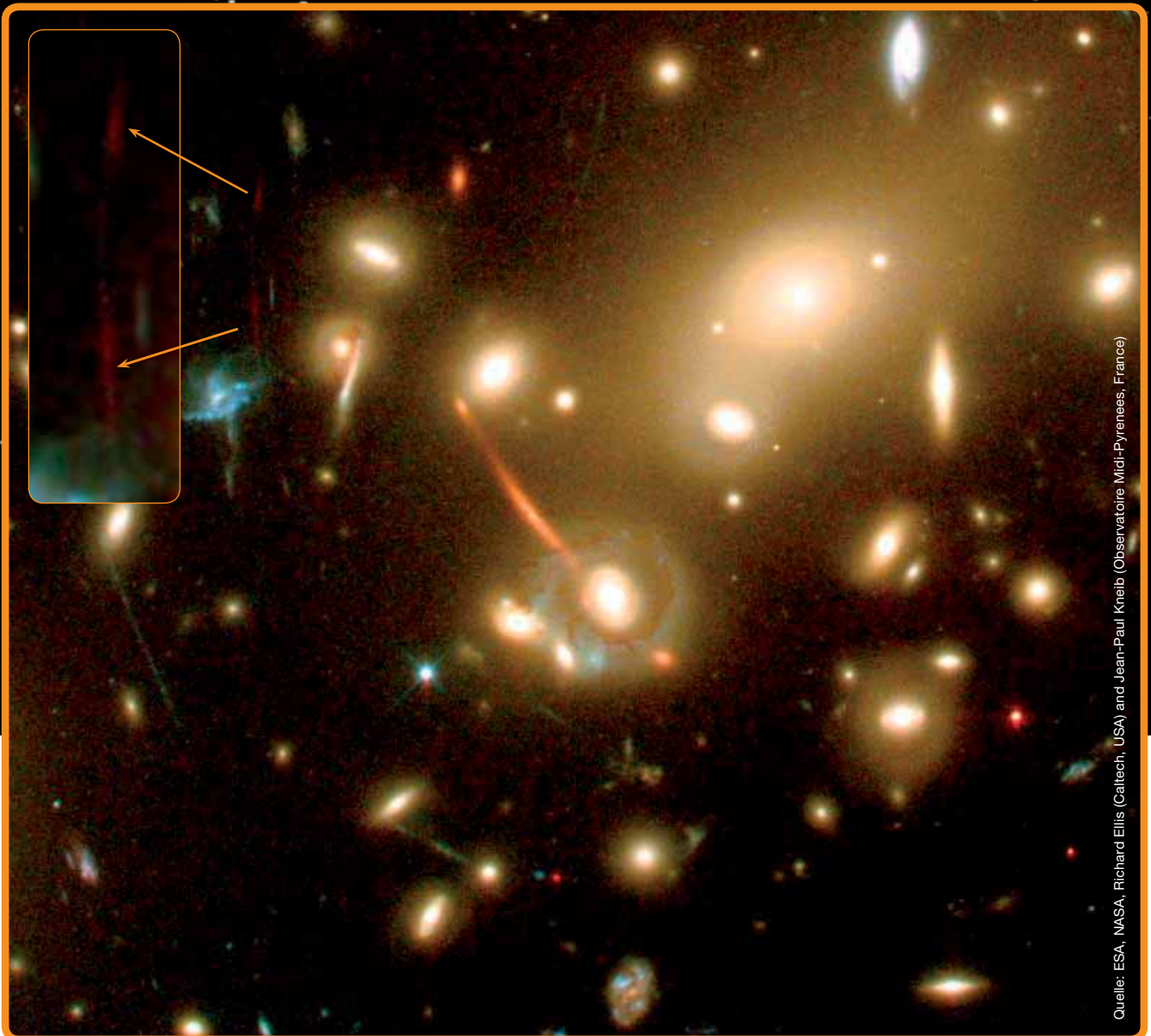


Quelle: NASA/ESA

Im Kosmos geschehen seltsame Dinge. Wie das Physikgenie Albert Einstein erklärte, wird Licht durch Massen abgelenkt. Genau das ist hier passiert: Ein massereicher Galaxienhaufen hat das Licht eines extrem hellen, noch weiter

entfernten Quasars um sich herumgebogen. Als Resultat sehen wir eine „kosmische Fata Morgana“: Um die zentrale Galaxie wurden vier Bilder des einzelnen Quasars abgebildet. Nichts ist wie es scheint.

Galaxienhaufen Abell 2218



Quelle: ESA, NASA, Richard Ellis (Caltech, USA) and Jean-Paul Kneib (Observatoire Midi-Pyrénées, France)

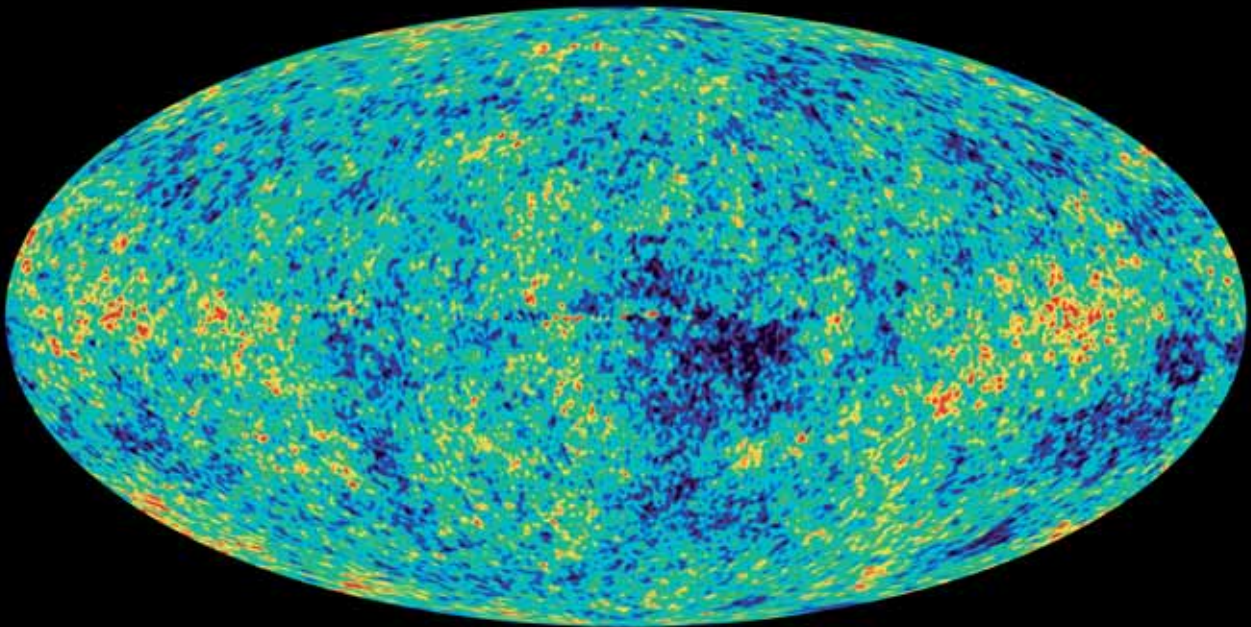
Dieses Beobachtungsfoto des Weltraumteleskops Hubble zeigt keine Einzelsterne mehr, sondern eine Ansammlung vieler Galaxien. Auch hier tritt die Lichtablenkung auf und verzerrt das Erscheinungsbild der Galaxien in eine längliche Form. Diese Bögen ordnen sich auf Kreisen mit gleichem

Mittelpunkt an. Kaum sichtbar sind zwei rötliche Streifen in der linken oberen Bildmitte (s. Vergrößerung): Diese Galaxie in den Tiefen des Weltalls ist so weit entfernt, dass ihr Licht 13 Milliarden Jahre unterwegs war.

Zeitreise zum Urknall
13,69 Milliarden Jahre

13

Kosmische Hintergrundstrahlung



Quelle: NASA/WMAP Science Team

Das älteste Signal, das Menschen messen können, ist die kosmische Hintergrundstrahlung. Sie erreicht uns aus einer Zeit, in der es weder Planeten, Sterne, noch Galaxien gab. Diese Strahlung entstand, als das frühe Universum so weit abgekühlt war,

dass leichte Atomkerne Elektronen einfangen konnten. Das heiße Urplasma wandelte sich dadurch in neutrales Gas um. Die Wärmestrahlung des Urplasmas sehen wir heute als kosmische Hintergrundstrahlung.

Der Urknall



Quelle: Exzellenzcluster Universe

Das Universum, der Raum und die Zeit entstanden im so genannten Urknall (Big Bang). Für das Urknallmodell gibt es fünf Zeugen: Die kosmische Hintergrundstrahlung, die Fluchtbewegung der Galaxien, weit entfernte explodierende Weiße

Zwerge (Supernovae Ia), die Häufigkeit der leichten Elemente und die großräumige Verteilung der Galaxien. Sie bezeugen, dass der Anfang des Kosmos' heiß und klein war.