

Schneller als die Lichtgeschwindigkeit

GALAXIEN Das Universum dehnt sich immer weiter aus – mehr Parkplätze gibt es aber trotzdem nicht.

REGENSBURG. Jahrtausende galt das Weltall als unveränderlich. Heute wissen wir: Seit seiner Entstehung vor rund 14 Milliarden Jahren durchlief der Kosmos verschiedene Phasen physikalischer und chemischer Evolution, bis hin zum heutigen Zeitalter der Sterne, Planeten und Lebewesen. Dass diese Serie von Veränderungen überhaupt möglich war, liegt nicht zuletzt an einer faszinierenden Eigenschaft des Raumes an sich: Er dehnt sich aus.

Die berühmte Expansion des Raumes wurde im 20. Jahrhundert entdeckt. Astronomen wie Edwin Hubble beobachteten ferne Milchstraßensysteme (Galaxien) und stellten fest, dass fast alle von uns wegzufiegen scheinen – als wären sie auf der Flucht vor uns. Es ist eine Pikaresse der Geschichte, dass die Entdecker dieser „Galaxienflucht“ ihre Beobachtungen zunächst durch eine gänzlich falsche Physik, den so genannten Doppler-Effekt interpretierten und trotzdem zu korrekten Ergebnissen kamen.

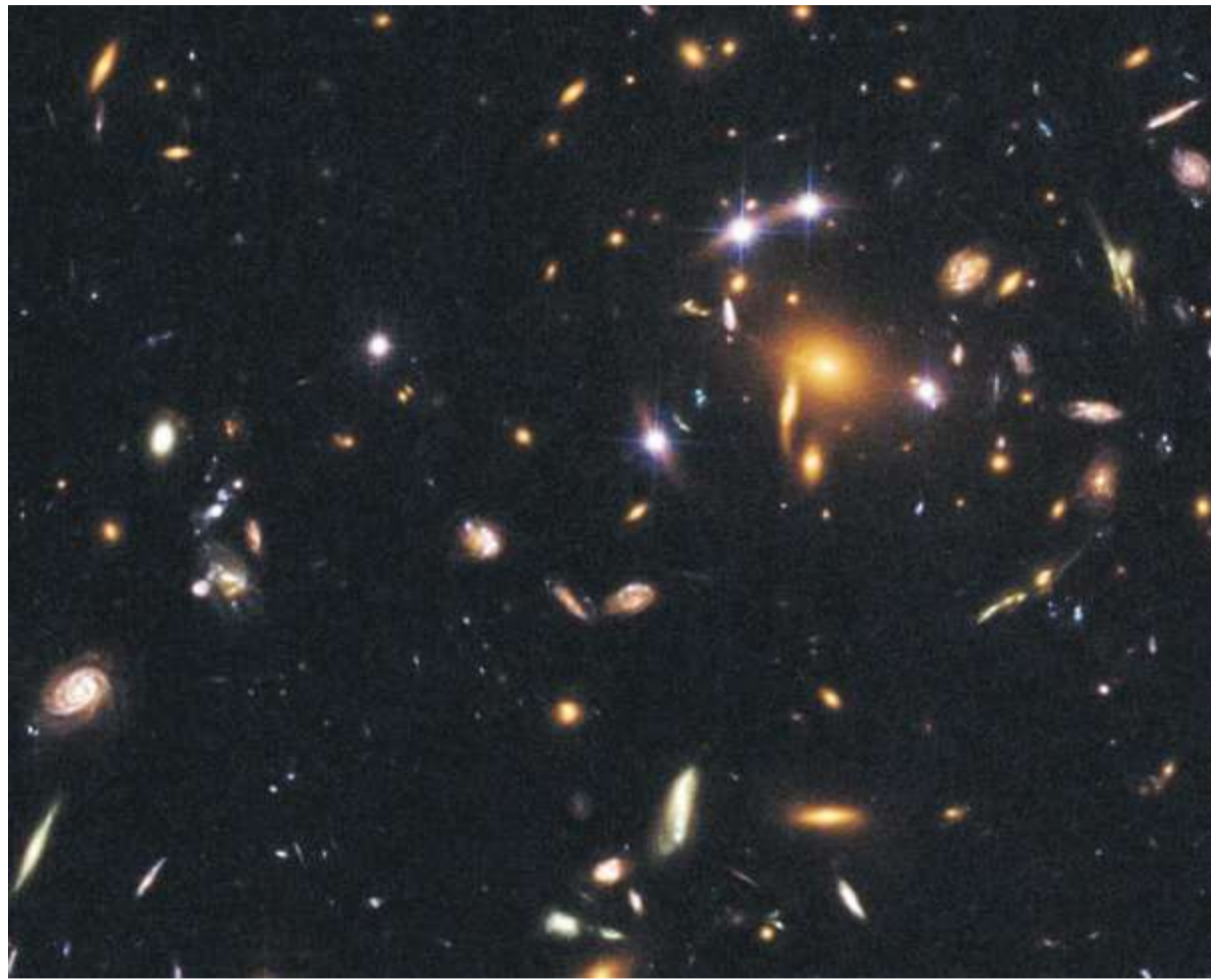
Wie ein schöner Hefeteig

Erst nach und nach wurde klar, dass sich die Galaxien keineswegs aktiv von uns wegbewegen; stattdessen driften sie infolge der Raumdehnung auseinander, werden vom Raum fortgetragen wie Blätter auf einem Fluss. Das abstrakte Verhalten dieses „Hubble-Flusses“ wird durch komplizierte Feldgleichungen von Einsteins weltberühmter Allgemeiner Relativitätstheorie beschrieben – doch genügt auch schon ein Blick in die heimische Küche, um das Prinzip zu verstehen.

Wer immer an Weihnachten einen Stollen aus Hefeteig hergestellt hat, konnte dem Teig beim „Aufgehen“ zuschauen. Dabei haben sich die Abstände aller darin enthaltenen Rosinen fortlaufend vergrößert, ohne dass sie sich dabei selbst bewegt hätten oder selbst größer geworden wären. Und von jeder einzelnen Rosine aus gesehen, hätte man den Eindruck, als würden sich alle anderen von einem weg bewegen, und zwar mit umso höherer Geschwindigkeit, je weiter entfernt sie im Teig stecken. Wenn wir uns statt des Teiges einen „aufgehenden“ Raum und statt der Rosinen einzelne Galaxien denken, haben wir bereits ein recht gutes Vergleichsmodell gefunden.

Schneller als die Polizei erlaubt

Und wir bekommen auch eine Antwort auf die oft gestellte Frage, warum die Parkplätze trotz der Raumdehnung nicht mehr werden! Ganz offensichtlich bleiben die Rosinen – und auch al-



Der Galaxienhaufen „SDSS J1004+4112“ ist infolge der Raumdehnung heute über 15 Milliarden Lichtjahre von uns entfernt. Diese Distanz wächst derzeit mit zwölf Prozent Überlichtgeschwindigkeit an. Foto: ESA, NASA

HINTERGRUND

► **Milchstraßensysteme (Galaxien)** sind riesige Ansammlungen aus Milliarden von Sternen, Gas und Staub („Sterninseln“). Sie sind voneinander durch riesige Distanzen (zehntausende bis Millionen von Lichtjahren) getrennt.

► **Die Spezielle Relativitätstheorie** wurde von Albert Einstein im Jahr 1905 formuliert. Sie besagt unter anderem, dass sich massebehaftete Körper (z. B. Galaxien) keinesfalls schneller als das Licht durch den Raum bewegen können. Die Allgemeine Relativitätstheorie (ART)

Einsteins aus dem Jahr 1915 enthält eine geometrische Beschreibung der Schwerkraft. Folgerungen daraus sind Phänomene wie Krümmung oder Dehnung von Raum.

► **Edwin Powell Hubble (1889 bis 1953)** beschrieb im Jahr 1929 die Fluchtbewegung der Galaxien. Bald wurde klar, dass dieses Phänomen durch die Ausdehnung des Raumes und nicht durch die Eigenbewegung der Galaxien hervorgerufen wird.

► **Der Hubble-Fluss**, die Expansion des

Raumes, wird durch Gleichungen der ART beschrieben und unterliegt nicht den Beschränkungen der Speziellen Relativität. Folge: Sehr weit entfernte Galaxien weichen mit Überlichtgeschwindigkeit zurück.

► **Verwirrende Entfernungen:** Wenn das Universum erst 14 Milliarden Jahre alt ist, wie kann man dann Regionen sehen, die 45 Milliarden Lichtjahre entfernt sind? Antwort: Der Raum hat sich in dieser Zeit ja auch um einen entsprechenden Betrag ausgedehnt. (wn)

le andern Körper im Universum – gleich groß und völlig intakt. Das liegt daran, dass Körper durch Kräfte zusammengehalten werden, die dem Hubble-Fluss mit Leichtigkeit widerstehen können. Auch die Schwerkraft, die den Mond an die Erde, die Erde an die Sonne oder die Sterne innerhalb einer Galaxie bindet, ist viel stärker als der Hubble-Fluss.

Deshalb wächst trotz Raumdehnung weder die Erdoberfläche an (schade wegen der Parkplätze!), noch vergrößert sich zum Beispiel der Abstand der Erde von der Sonne. Nur zwischen weit voneinander entfernten Objekten wie Galaxienhaufen, zwischen denen die Schwerkraft nur noch

sehr schwach wirkt, macht sich der Hubble-Fluss bemerkbar und treibt sie auseinander wie der Hefeteig die Rosinen.

Dabei hängt die Geschwindigkeit, mit der die Galaxien (oder Rosinen im Teig) voneinander weggetrieben werden, von einem einfachen Abstandsgesetz ab: doppelte Entfernung, doppelte Geschwindigkeit. Daraus folgt einer der unglaublichsten Aspekte des Hubble-Flusses: Ab einer bestimmten Distanz weichen die Galaxien mit Überlichtgeschwindigkeit auseinander. Physikalische Gesetze verbieten es zwar, dass sich Körper schneller als das Licht durch den Raum bewegen können, aber bezüglich des Hubble-Flus-

ses bewegen sich die Galaxien ja gar nicht durch den Raum, ebenso wenig wie es die Rosinen im Hefeteig tun! Tatsächlich weisen zwar alle kosmischen Körper auch Eigenbewegungen auf, und die können natürlich niemals schneller als das Licht sein – aber das ist physikalisch etwas ganz anderes und hat mit dem Hubble-Fluss nichts zu tun.

Tatsächlich hat man schon tausende von Galaxien identifiziert, die überlichtschnell von uns zurückweichen, und die fernste beobachtbare Region des Raumes (der sogenannte „Kosmische Hintergrund“, rund 45 Milliarden Lichtjahre) flieht sogar mit mehr als dreifacher Lichtgeschwindigkeit. (wn)

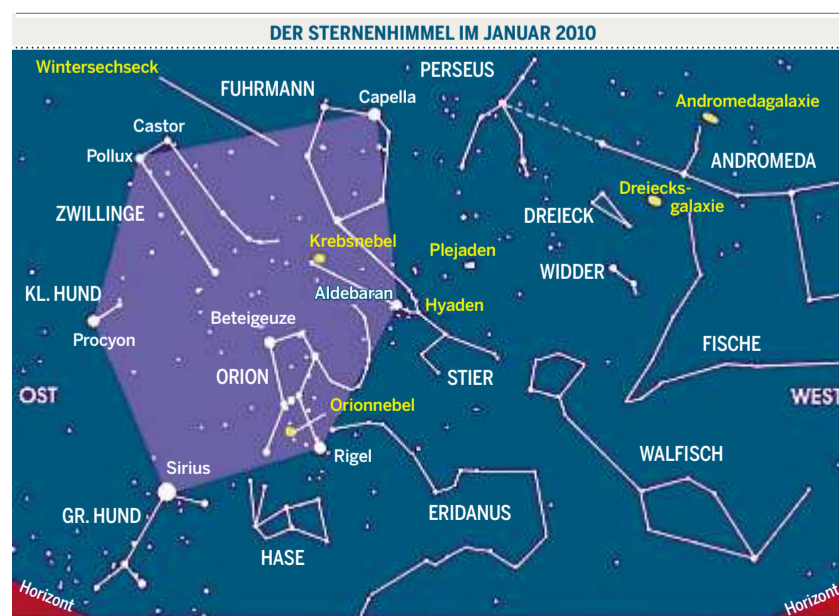
Im Januar erstrahlt der Mars am Nachthimmel

BEOBACHTUNG Unser Nachbarplanet ist im Osten zu sehen.

REGENSBURG. Alle sechs klassischen Wintersternbilder sind nun schon am Abend vollständig aufgegangen: Fuhrmann, Stier, Orion, Großer und Kleiner Hund sowie die Zwillinge. Ihre auffallenden Sterne Capella, Aldebaran, Rigel, Sirius, Procyon und Pollux umschreiben eine riesige Figur, die als himmlisches Markenzeichen dieser Jahreszeit gilt: das „Wintersechseck“.

Herbstliche Sternbilder wie Pegasus, Andromeda (mit der hellen Andromedagalaxie) und Fische sind schon weit nach Westen abgerückt. Die Sternkarte zeigt den Anblick des Himmels in Richtung Süden am 15. Januar um 20 Uhr.

Im Bereich des Wintersechsecks befinden sich eine Reihe interessanter Beobachtungsobjekte. Die drei auffallenden „Gürtelsterne“ des Orion kön-



Die Sternkarte zeigt den Anblick des Himmels in Richtung Süden am 15. Januar um 20 Uhr. Repr.: Sternwarte/MZ

nen hierzu als Wegweiser dienen. Verlängert man sie nach links, trifft man auf den hellsten Stern des Himmels, Sirius im Großen Hund. Verlängert man sie nach rechts, trifft man zunächst auf den großen, V-förmigen Sternhaufen der Hyaden („Regengestirn“) im Stier, wo auch der helle, rötliche Stern Aldebaran steht. Noch weiter in dieser Richtung findet sich der sehr markante Sternhaufen der Plejaden („Siebengestirn“), der häufig mit dem Sternbild „Kleiner Wagen“ verwechselt wird.

Etwas unterhalb der Gürtelsterne befindet sich der „Orionnebel“, eine riesige leuchtende Gas- und Staubwolke; er kann schon mit kleinen Ferngläsern mühelos erkannt werden.

Auffälligstes Gestirn am östlichen Himmel ist in den späteren Abendstunden der hell orangerötlich strahlende Planet Mars, von ähnlicher Farbe wie die Riesensterne Beteigeuze im Orion und Aldebaran im Stier. (wn)

KURZ NOTIERT

Kleidung reflektieren

REGENSBURG. „Was ziehe ich an?“ Die Wahl der Kleidung ist Ausdruck der Persönlichkeit und berührt mehrere Dimensionen des Lebens, auch die religiöse. An vielen Stellen in der Bibel ist vom Bekleidetsein und von Gewändern die Rede. Am Besinnungswochenende für Frauen vom 5. bis 7. Februar im Kloster Weltenburg werden verschiedene Aspekte in kreativer Weise mit der Referentin Karolina Kammerl „bespiegelt“, Anmeldung bei der Frauenseelsorge, Telefon (09 41) 597 22 43 oder frauenseelsorge@bistum-regensburg.de.

Rat bei Nackenschmerz

REGENSBURG. Verspannungen und Schmerzen im Nacken sind häufig verbreitet und oft ist es sinnvoll, sie nicht nur als körperliches Problem zu betrachten, sondern auch die emotionale und geistige Ebene mit zu berücksichtigen. Weil die klassische Homöopathie mit Unterstützung der Physiotherapie viel zur Verbesserung bei Nackenschmerzen beitragen kann, bietet der Kneipp-Verein am 21. Januar (19 Uhr) in der Landshuterstraße 19 einen Vortrag an mit dem Thema „Keine Nackenschmerzen mehr mit Physiotherapie und Homöopathie“. Physiotherapeutin und Heilpraktikerin Claudia Scherg zeigt Möglichkeiten zur Eigenbehandlung, Anmeldung: beim Kneipp-Verein, Tel. (09 41) 5 21 17.

Eltern-Kind-Gruppen

REGENSBURG. Für Frauen, die die Leitung einer Eltern-Kind-Gruppe übernehmen wollen, findet am 23. Januar ein Seminar statt, bei dem die Katholische Erwachsenenbildung und der Katholische Frauenbund das Konzept vorstellen. Interessierte Frauen bekommen praktische Anregungen, die zum Start einer Eltern-Kind-Gruppe notwendig sind: ab 9.30 Uhr im Obermünsterzentrum, Infos unter Telefon (0 94 02) 9 47 70.

Fit für die Familie

REGENSBURG. Das neue Programm von „Fit for family“ mit Veranstaltungen rund um Schwangerschaft und Familie liegt vor. Das Kursangebot für die Monate Januar bis Juni 2010 reicht von der Babyernährung bis zu Schwimmen und Yoga in der Schwangerschaft, Rückbildungsgymnastik, Säuglings- und Kinderkrankheiten, Einschlafhilfen und zum Erste-Hilfe-Kurs für Eltern. „Fit for family“ liegt als Broschüre an der Pforte der Klinik St. Hedwig aus und ist als pdf-Datei erhältlich auf den Internet-Seiten der Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe: www.barmherzige-regensburg.de.

Tanzen gegen Krebs

REGENSBURG. Die Psychosoziale Beratungsstelle der Bayerischen Krebsgesellschaft e. V. bietet für Frauen mit Krebs eine Tanz- und Körpertherapiegruppe an: ab 26. Januar (10 bis 12.15 Uhr). Der Kurs findet im Yogastudio „Tarayoga“ im Spatzengässchen 1 statt, die Leitung hat Tanz- und Ausdrucks-therapeutin Gabriela Geß. Elf Vormittage (je Dienstag) kosten 80 Euro, Anmeldung: unter der Telefonnummer (09 41) 5 99 97 83.

Kurs in Hauswirtschaft

REGENSBURG. Der VerbraucherService im KDFB führt einen Vorbereitungslehrgang auf die Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf Hauswirtschaftler/in durch. Die berufsbegleitende Maßnahme läuft immer Freitag und beginnt am 5. Februar in der Plattlinger Straße 24. Der Lehrgang vermittelt Fertigkeiten und Kenntnisse zu hauswirtschaftlichen Versorgungs- und Betreuungsleistungen sowie der Betriebswirtschaft. Zulassungsvoraussetzung ist eine mindestens vierjährige hauswirtschaftliche Tätigkeit; anerkannt wird auch die eigene Haushaltsführung. Information unter Telefon (08 21) 51 03 68 oder (09 41) 56 34 58