

Dank: Prof. Dr. Peter C. HÄGELE, Dr. Frank MERTINS, Peter SCHULLER und Matthias STEHLE danke ich für wertvolle Hinweise.

Literatur

- BAHCALL JN, SCHMIDT M (1967) Does the fine-structure constant vary with cosmic time? *Phys. Rev. Lett.* 19, 1294f.
 DYSON FJ (1967) Time variation of the charge of the proton. *Phys. Rev. Lett.* 19, 1291-1293.
 DYSON FJ (1972) *Aspects of Quantum Theory*. Cambridge U.P.
 GAMOW G (1967) Electricity, gravity, and cosmology. *Phys. Rev. Lett.* 19, 759.

- ITZYKSON C, ZUBER J-B (1980) *Quantum Field Theory*. McGraw-Hill, New York.
 JORDAN P (1971) *The Expanding Earth*, International Series of Monographs in Natural Philosophy 37, Chapter 1. Pergamon Press.
 MELNIKOV VN (1993) *Fundamental Physical Constants and Their Stability*. Preprint #CBPF-NF-047/93, ISSN 0029-3865, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro.
 MISNER CW, THORNE KS, WHEELER JA (1970) *Gravitation*. Freeman and Company, San Francisco.
 SETTERFIELD B (1983, revidiert 1987) *The Velocity of Light and the Age of the Universe*. Creation Science Association (Inc.), Adelaide.
 TROITSKII VS (1987) Physical constants and the evolution of the universe. *Astroph. Sp. Sci.* 139, 389-411.

KURZBEITRÄGE

WELTRAUMTELEGRAMM

Abb. 1: Der Quasar PKS 2349 (Pfeil), vom Hubble-Space-Telescope aufgenommen. (ESO) Es handelt sich um den kleinen Punkt oberhalb des großen Flecks unterhalb der Bildmitte.

von Norbert Pailer

Quasare geben neue Rätsel auf Energiesenken am Rande der Welt

Eigentlich hat man noch nie so richtig gewußt, mit welchen Objekten man es bei den Quasaren zu tun

hat. Seit ihrer Entdeckung im Jahre 1960 haben sie die Astronomen genarrt. Ein Hauptarbeitsgebiet der optischen Astronomie war damals, im Optischen sichtbare Objekte auszumachen, die zu den radioastronomischen Signalen gehören. Damit sollte die wahre Natur der Radioemission aufgedeckt werden. Mit dieser Aufgabe schlugen sich nun die Astronomen noch 35 Jahre später herum.

Hubble-Beobachtungen. Glücklicherweise haben sie heute ein Instrumentarium zur Hand, das ihnen ungeahnte Möglichkeiten eröffnen sollte. So setzt man große Hoffnungen auf das durch die Reparatur im Weltraum auf Höchstleistungen getrimmte Hubble Space Telescope. Auf der Jahrestagung der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft in Tucson hat John BAHCALL vom Institute of Advanced Study in Princeton über erste Beobachtungen an den 14 hellsten – und daher vermutlich relativ nahen – Quasaren berichtet. Diese Messungen scheinen die bisherigen Modellvorstellungen der Quasare, von deren Aufbau und Energieerzeugung auf den Kopf zu stellen. Dies dürfte eine neue Diskussion über diese rätselhaften Objekte auslösen. Abb. 1 zeigt ein vom Hubble-Space Telescope aufgenommenes Objekt vom Rande der Welt: den Quasar PKS 2349.

Die gewaltigen Energiesenken von Quasaren haben die Astrophysiker von Anfang an verwirrt. In den Anfängen waren es australische und englische Radioastronomen, die mit den damals noch recht bescheidenen Radioantennen auffällige Strahlungsquellen gefunden haben. Das Erstaunliche daran war, daß am vertrauten Sternenhimmel keine optischen Gegenstücke auszumachen waren. Erst mit dem 5m-Spiegel der Mount-Palomar-Sternwarte fand man winzige, sternähnliche Licht-



fleckchen, die aber ganz und gar nicht zu den hellen Radioquellen passen wollten.

Dieses sehr gegensätzliche Erscheinungsbild war denn auch der tiefere Grund, daß man sie „Quasar“ nannte, was für „quasistellare Radioquelle“ steht. Nun ging man daran, über die Aufnahme ihrer Spektren etwas mehr über die Natur dieser ausgefallenen Strahler zu erfahren. Man erhielt eine Antwort, die zunächst unverständlich blieb: Die Linien der Spektren ließen sich nicht mit den bekannten chemischen Elementen in Verbindung bringen. Erst Jahre danach konnten die wenigen überhaupt erkennbaren Linien dem Muster von Wasserstoff zugeordnet werden, wenn man eine extreme Rotverschiebung zuließ. Dies ist nach der Urknallvorstellung identisch mit einer riesigen Entfernung: Quasare müssen Milliarden von Lichtjahren und mehr entfernt sein.

Spektren. Am stärksten ist die Ly α -Linie ausgeprägt („Ly“ steht für „Lyman“). Sie wird von Wasserstoffatomen hervorgerufen, deren Elektronen aus dem ersten angeregten Zustand in den Grundzustand zurückfallen und dabei die Energiedifferenz zwischen den beiden Zuständen in Form von Photonen abgeben, die eine ganz bestimmte Wellenlänge haben, nämlich $\lambda_0 = 1215 \text{ \AA}$. Dies ist die „Laborwellenlänge“, die im Ruhesystem der Wasserstoffatome gemessen wird. Im Spektrum des Quasars erscheint die Linie jedoch bei etwa $\lambda_{\text{em}} = 4630 \text{ \AA}$. Dies entspricht einer Rotverschiebung der Emissionslinie z_{em}

$$z_{\text{em}} = \frac{\lambda_{\text{em}} - \lambda_0}{\lambda_0} = 2,81.$$

Aus anderen Linien, wie dem dreifach ionisierten Kohlenstoff C $^{3+}$ – das entspricht dem Peak CIV 1549 – ergibt sich ebenfalls obiger Wert für die Rotverschiebung.

Nach den Modellvorstellungen der Urknalltheorie wird daraus eine Fluchtgeschwindigkeit für den Quasar abgeleitet:

$$v_{\text{Quasar}} = \frac{(1 + z_{\text{em}})^2 - 1}{(1 + z_{\text{em}})^2 + 1} \cdot c,$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit ist. Mit $z_{\text{em}} = 2,81$ ergibt sich eine Fluchtgeschwindigkeit $v_{\text{Quasar}} = 0,871c = 261.000 \text{ km/sec}$ (BORGEEST 1995).

Aus der großen Anzahl scharfer Absorptionslinien bei höheren Massen in Quasarspektren, die auf dem Weg des Lichts durch das intergalaktische Medium entstanden, ergibt sich die Frage, woher diese Elemente kommen. Bei einem Urknall können sie nicht entstanden sein, da dort im Wesentlichen Wasserstoff und Helium synthetisiert wurden.

Im intergalaktischen Raum ist aber etwa jedes millionste Atom ionisierter Kohlenstoff. Da wegen der viel zu geringen Dichte intergalaktischer Wolken aus ihnen keine Sterne entstanden sein können, ist die logische Folgerung, daß es vor der Entste-

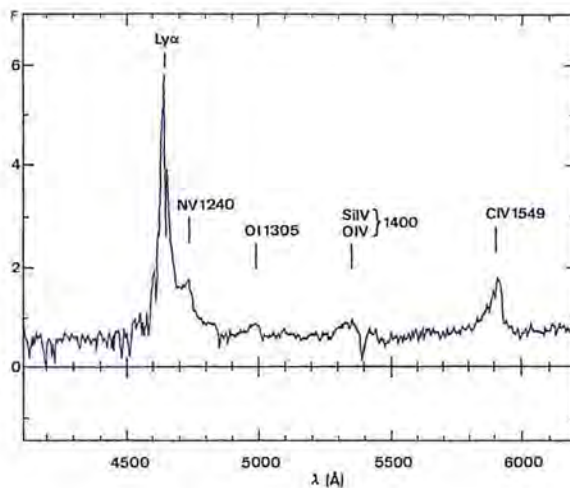


Abb. 2: Spektrum eines Quasars. Man erkennt deutlich einige breite Emissionslinien verschiedener Intensität. Es ist ausgewiesen, welchen atomaren Übergängen die Linien zuzuordnen sind. (nach BORGEEST 1995)

hung der heutigen Galaxien schon eine Generation von Sternen gegeben haben sollte. Diese ist möglicherweise als Supernovae explodiert und hat so den Kohlenstoff hinterlassen – ein möglicher Erklärungsversuch, der aber eine Reihe anderer Probleme aufwirft.

Doppelquasare. Das Lexikon der Astronomie (MOORE 1990, 158) schildert die Schwierigkeit, Doppelquasare zu verstehen: „Durch eingehende Beobachtungen einiger Quasare im Radiobereich konnten zwei oder mehr Komponenten gefunden werden, die sich voneinander entfernten. Wenn Quasare tatsächlich diese großen, aus der Rotverschiebung abgeleiteten Entfernungen haben, so scheinen sich diese Komponenten mit mehrfacher Lichtgeschwindigkeit voneinander wegzubewegen – in offensichtlichem Widerspruch zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Dieser Effekt wird überlichtschnelle Bewegung genannt. Zusammen mit der außergewöhnlichen Leuchtkraft hat dies einige Astronomen dazu veranlaßt, an den aus Rotverschiebungen abgeleiteten Entfernungen zu zweifeln.“ Erst in jüngster Zeit hilft man sich mit der Vorstellung, daß die scheinbar überschnelle Bewegung auf einem relativistischen geometrischen Effekt beruht.

Rasante Helligkeitsveränderung. Mit der Entdeckung der riesigen Entfernungen war natürlich noch gar nichts geklärt, vielmehr wurde ein weiteres Rätselraten ausgelöst: Was sich wie ein schwach leuchtendes Sternchen darstellte, mußte tatsächlich heller leuchten als Tausende von Galaxien und mußte viel weiter von uns entfernt sein, als alle uns bis dahin bekannten Sternsysteme. Eine zusätzliche Erschwernis brachten Quasare ein, indem manche innerhalb weniger Tage ihre Helligkeit signifikant verändern. Eine solche rasante Änderung ist nur möglich, wenn die Objekte klein sind. Sonst ist eine fast gleichzeitige Zu- und Abnahme der Helligkeit kaum denkbar. Wenn also ein Quasar innerhalb eines Tages seine Helligkeit

ändert, muß sein Radius kleiner sein als die Strecke, die das Licht an einem Tag zurücklegt. Das entspricht einem Lichttag oder umgerechnet 170 Astronomischen Einheiten. Das ist wahrhaft winzig im Vergleich zu einer Galaxie, die typischerweise einen Durchmesser von 100.000 Lichtjahren hat. Welcher physikalische Prozeß ist in der Lage, auf derart kleinem Raum von typischerweise Lichttagen bis -wochen soviel Energie freizusetzen?

Durch die Information einer großen Rotverschiebung hat man, wie bereits diskutiert, für die Quasare gewaltige Entfernungen abgeleitet. Damit muß es sich um Objekte handeln, die wir nach der Urknallvorstellung in einem frühen Entwicklungsstadium des Universums sehen. Nun hat man mit hochempfindlichen Detektoren um den Kern einiger Quasare eine Art Halo ausgemacht, die zu der Vorstellung Anlaß gab, daß wir mit Quasaren die Kerne von noch sehr jungen Galaxien vor uns haben.

Theorie der Quasare. Die zur Zeit am meisten favorisierte Theorie zur Klärung der Leuchtkraft von Quasaren postuliert im Zentrum dieser Objekte ein massives Schwarzes Loch, das von einer „Gastgeber“-Galaxie umgeben ist. Natürlich hat noch nie ein Teleskop ein Schwarzes Loch gesehen. Es ist, als ob man im Kohlenkeller eine schwarze Katze finden wollte. Nachweisen kann man es nur indirekt (PAILER 1994a) aufgrund seiner Wirkung auf seine Umgebung, denn seine geballte Anziehungskraft erfaßt alles, was zu nahe kommt und verschlingt es. Der Sog dieser kosmischen Kannibalen ist so groß, daß sogar Licht verschlungen wird. Daher der Name.

„Nun sitzt also ein Schwarzes Loch im Innern dieser „Gastgeber“-Galaxie, stets darauf bedacht, Materie aus der Umgebung an sich zu reißen. Diese Materie stürzt nicht direkt auf das Schwarze Loch zu, sondern sammelt sich zunächst in einer sogenannten Akkretionsscheibe – einer Art Materiestrudel. In diesem turbulenten, brodelnden Durcheinander wird schließlich soviel Energie freigesetzt, daß große Mengen elektrisch geladener Teilchen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit davonströmen und zugleich extreme Lichtmengen ausschütten können.“ (HAHN 1995, 88).

Diese Modellvorstellung stand bisher nicht im Widerspruch zu Beobachtungen, waren doch die Gastgebergalaxien mit erdgebundenen Teleskopen wegen atmosphärischer Störungen ohnehin nicht zu beobachten. Jedoch sollte das Hubble Space Telescope in der Lage sein, diese auszumachen. Bislang konnten sie jedoch nicht beobachtet werden, so daß eine Bestätigung des mühsam erstellten Quasar-Modells selbst mit dem größten, von atmosphärischen Störungen freien Teleskop nicht erreicht wurde.

Wenn die Quasare also nicht in eine Gastgeber-Galaxie eingebunden, sondern „nackt“ sind, bleibt

die Frage, wie die Schwarzen Löcher ihren gewaltigen Materiebedarf zur Energieproduktion decken. „Sie müßten jeweils bis zu zehn Sonnenmassen pro Jahr verschlingen, um sich über Milliarden von Lichtjahren hinweg bemerkbar machen zu können.“ (HAHN 1995).

Sicher hat man einige Erklärungsversuche parat, die aber nicht weit greifen:

1. Die „nackten“ Quasare könnten gerade so alt sein, daß sie das Material ihrer Gastgeber-Galaxie aufgezehrt haben; d. h. von einer einstigen Gastgeber-Galaxie wäre gerade nichts mehr zu erkennen. → Es klingt allerdings etwas unwahrscheinlich, daß sich mehr als die Hälfte der Quasare gerade in dieser letzten Phase ihrer Aktivität befinden sollten.

2. Die „nackten“ Quasare sind von „Dunkler Materie“ umgeben, von der sie weiterhin ihren Energiebedarf decken können.

→ Die Existenz „Dunkler Materie“ wird von vielen Astronomen für die Erklärung unterschiedlichster Phänomene für notwendig erachtet (vgl. PAILER 1994 a).

Sicher scheint zu sein, daß der Weiterführung von Beobachtungen vor der Fortführung von Spekulationen der Vorzug gegeben werden muß. Auf Überraschungen muß man sich jedenfalls gefaßt machen.

(Dem Bericht liegt ein Aufsatz aus „New Scientist“ vom 21. 1. 95 zugrunde.)

Wassereis auf Merkur

„Radarastronomen haben auf dem schattigen Boden etlicher Krater an den Polen des sonnennächsten Planeten Eis aufgespürt. Seine Herkunft ist rätselhaft“ (VAAS 1994).

Diese Entdeckung ist um so erstaunlicher, als auf Merkur Temperaturen bis zu 470° C herrschen, eine Temperatur, bei der Metalle wie Zinn und Blei schmelzen. Außerdem existiert nur eine hauchdünne Atmosphäre, die zudem keinen Wasserdampf enthält. Kein Wunder also, daß das Wassereis als sensationelle Entdeckung angesehen wird. Sie wurde mit der talfüllenden Radarschüssel um Arecibo gemacht. Hinweise auf eigenartige Reflexe in der Polregion des Merkur wurden schon früher gemacht (BÜHRKE 1993). Man hat sie mit Messungen an Marseis und den teilweise eisigen Monden des Jupiter verglichen, konnte aber junge Lavafelder als Ursache nicht ausschließen. Der durchschlagende Beweis war erst mit der Steigerung der Genauigkeit möglich, die eine Auflösung von nunmehr 15 km erreichte. Dabei fand man rund 30 ungewöhnlich starke, depolarisierte Radarechos um Merkurs Nord- und Südpol jeweils bis zum 80. Breitengrad. Der ausgedehnteste Reflex stammte von einer Region am Südpol mit 125 km Durchmesser. Er war schon 1991 mit dem Krater *Chao Meng-Fu* in Verbindung

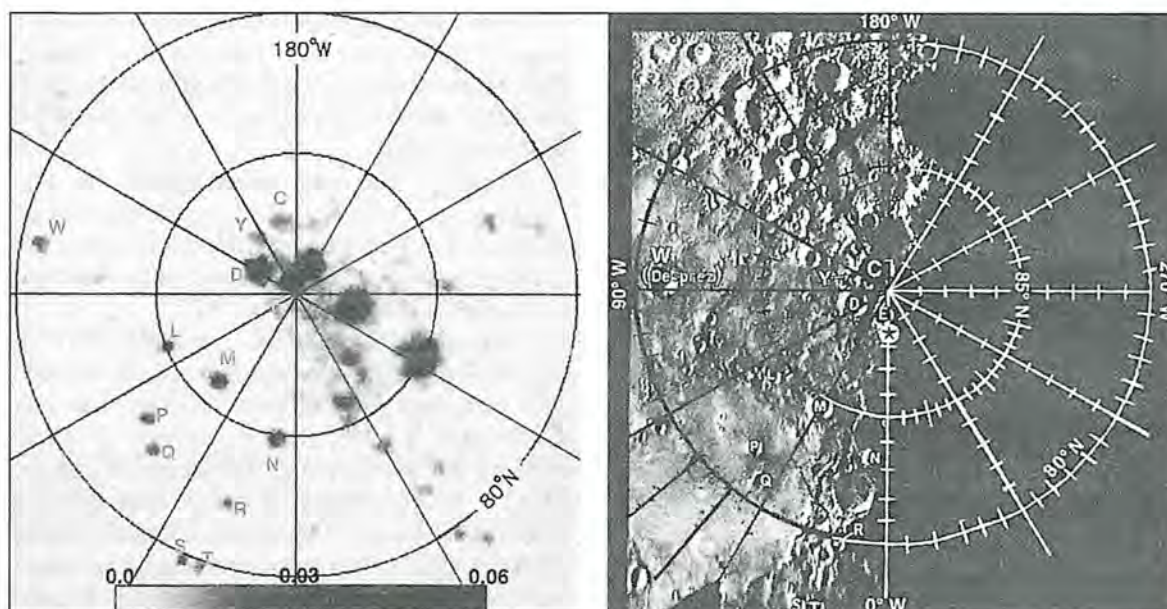


Abb. 3: Links: Radarbild vom Nordpol des Merkur. Es sind mehrere starke Reflexe zu sehen, wie sie von Wassereis hervorgerufen werden. Rechts eine von der Raumsonde Mariner 10 aufgenommene Karte von derselben Region, die an den entsprechenden Stellen Krater gleicher Größe ausweist. Wegen des Schattens lassen sich nicht alle Radarechos Kratern zuordnen. Abdruck mit Erlaubnis von Nature 369, 213ff. © 1994 Macmillan Magazines Limited

gebracht worden. Die anderen hatten Durchmesser von bis zu 60 km und waren ebenfalls kreisrund. Erst jetzt konnte man wegen der hohen Auflösung den Großteil der Echos mit großer Sicherheit Geländeformationen auf dem Merkur zuordnen. (In die Krater konnte nur deshalb von der Erde aus hineingespäht werden, weil die Merkurbahn zur Erdbahn um 7° geneigt ist.)

In den Jahren 1974/75 hatte sich die amerikanische Raumsonde Mariner 10 bei drei Vorbeiflügen dem Planeten bis auf 694 km genähert. Ihre rund 2.700 Photos zeigen eine kraternarbige Oberfläche wie die unseres Erdmondes. Allerdings hatte die Sonde, bedingt durch ihre Flugbahn, nur etwa 50% der Merkur-Oberfläche fotografieren können. Gerade in Polnähe waren weite Bereiche des Planeten im Schatten gelegen. Immerhin ließen sich die Positionen von gut der Hälfte der Radioechos Kratern zuordnen. In Abb. 1 werden Ergebnisse der Radarmessungen einer Aufnahme der Oberfläche durch die Mariner-Raumsonde gegenübergestellt.

Weil die Rotationsachse des Merkur nahezu senkrecht zu seiner Bahnebene verläuft, steht die Sonne an den Polen immer in Horizontnähe. Somit herrscht im Innern größerer, polnaher Krater ewige Finsternis, und das Eis ist vor der Strahlungswärme geschützt. Nach thermischen Modellrechnungen sollten die Temperaturen an den Polen zwar auch bei glatter Oberfläche ungemütliche -100°C betragen. Da wegen des extrem niedrigen Atmosphärendrucks Wasser selbst bei dieser Temperatur sieden würde, sollte sich vorhandenes Wassereis aber dennoch rasch verflüchtigen, was die Angelegenheit noch rätselhafter macht.

Woher das Eis stammen könnte, ist noch weitgehend unklar. Es ist damit auch ungeklärt, ob das

Eis ein Relikt aus der Frühzeit des Planeten oder ob es jüngeren Datums ist. Man diskutiert Wasserdampf aus früherer „Vulkan-tätigkeit“ (Ausgasen), das Ausfrieren einer früheren Atmosphäre in Form von ewigem Eis oder daß Meteoriten, Planetoiden oder – was wahrscheinlicher ist – Kometen auf die Planetenoberfläche gestürzt sind. Da letztere als „schmutzige Schneebälle“ verstanden werden, könnten sie als Quelle gelten.

Chiron – ein Objekt narrt die Fachwelt

Bereits 1977 wurde Chiron als schwaches Nebelfleckchen auf einer fotografischen Platte des Mt. Palomar-Observatoriums ausgemacht. Es bekam die routinemäßige Bezeichnung „1977 UB“ und wurde letztlich als Asteroid „2060 Chiron“ bezeichnet. Da aber Asteroiden üblicherweise zwischen Mars und Jupiter zu Hause sind, waren manche Astrophysiker unzufrieden. Denn das neuentdeckte Objekt bewegt sich zwischen Uranus und Saturn. Aber mit seinen 200 bis 350 km Größe war es auch kein typischer Komet. Chiron schien nicht in die bisherige Kategorie zu passen: Für einen Planeten war er zu klein, für einen Asteroiden zu weit entfernt und für einen Kometen zu groß. Nun, man hat sich damit zufrieden gegeben, daß man mit Chiron eben einen „schrägen Vogel“ von Objekt getroffen hat, der sich nun mal nicht so einfach kategorisieren läßt.

Während weiterer Beobachtungen über einen Zeitraum von ca. 10 Jahren hat man unter anderem

einen regelmäßigen Wechsel der Helligkeit von 9% entdeckt. 1988 wurde ein plötzlicher Anstieg der Helligkeit um den Faktor 2 beobachtet. Was mag in dieser kalten 13 AE (1 AE = Abstand Sonne – Erde) Entfernung Chiron passiert sein? (STERN 1994) Hat Chiron eine Koma (Atmosphäre) entwickelt? Wurde er von einem streunenden Objekt getroffen? Ist eine Art Geysir ausgebrochen?

Oft können Astronomen die Beobachtungen nicht erklären. Aber sie können Dinge als unwahrscheinlich ausschließen. Als Ergebnis fiel ein gewisser Verdacht auf Sublimationsvorgänge auf Chiron, die zur Ausbildung einer Koma führen könnten. Sublimation von Wassereis konnte schnell ausgeschlossen werden. Dafür ist er in einer zu kalten Region des Planetensystems. Deshalb bräuchte man etwas Leichtflüchtigeres, wie CO₂, Methan- oder Stickstoffeis. Zum andern ist klar: Wenn Chiron auch nur einen Bruchteil seines Lebens im Innern des Planetensystems zugebracht hätte, wäre dabei soviel Eis verlorengegangen, daß er heute nicht mehr aktiv sein könnte. Deshalb liegt es sehr nahe, daß Chiron von weiter außen kommen sollte. 1989 hat man dann tatsächlich eine Koma von Eis und Staub mit einer Ausdehnung von 320.000 km ausfindig gemacht.

Aus heutiger Sicht haben wir ein Objekt aus dem postulierten Kuiper-Gürtel (Bereich außerhalb der bekannten Planeten, der neben der noch weit entfernten Hills- und Oort'schen Wolke als Kometenreservoir dienen soll) vor uns. Das wird dadurch nahegelegt, daß in den Folgejahren regelmäßig im Abstand von 35 bis 45 AE immer wieder 200 bis 400 km große Objekte entdeckt wurden (PAILER 1994b).

Damit bekommt unser Planetensystem eine dritte Komponente: Neben inneren und äußeren Planeten und dem Asteroidengürtel gibt es im Planetensystem Objekte, die man als ausgerissene Mitglieder des postulierten Kuiper-Gürtels versteht. Wir wissen nichts über die Dichte und Weite des Gürtels. Wir wissen nichts über mögliche Lücken im Gürtel oder ob er kontinuierlich ist, was die typische Größe der Objekte ist, woraus sie gemacht sind.

Diese Entdeckungen von Objekten, die dem Kuiper-Gürtel zugeordnet werden, werden mit der Gas/Staub-Scheibe um β -Pictoris in Verbindung gebracht, die man vor Jahren mit dem Satelliten IRAS entdeckt hat.

Möglicherweise ist die Analogie mit dem Asteroidengürtel im Jahre 1807 angebracht, als man gerade Ceres, Juno, Pallas und Vesta entdeckte. Ein ganz neues Kapitel der Entdeckungen im Planetensystem ist eröffnet.

Die Geschichte von Chiron zeigt auch, wie über die letzten zwei Dekaden das Leben der Astrophysiker zunehmend schwieriger wurde. Viele klar umgrenzten Begriffe sind inzwischen verwischt worden. Wir wissen heute, daß Kometen „ausgeschaltet“ werden können, so daß sie dann sehr den Asteroiden ähneln. Gleichzeitig können typische Asteroiden auch aktiv werden und so kometenhaften Charakter zeigen. Kometen können von Planeten eingefangen und von deren Gravitationskräften zerbrochen werden und so zum Aufbau von haarfeinen planetaren Ringen dienen. Die Begriffe sind leider nicht mehr so scharf voneinander abzugrenzen, wie man es sich gerne wünschen würde.

Literatur

- BORGEEST U (1995) Quasar-Absorptionslinien. *Sterne und Weltraum* 6/95, S. 445-451.
- BÜHRKE T (1993) Eis auf dem Merkur. *Sterne und Weltraum*, 2/1993.
- HAHN HM (1995) Nackte Quasare. *Bild der Wissenschaft* 4/1995, S. 88-89.
- HECHT J (1995) Lonely quasars send astronomers back to basics. *New Scientist* Jan 21, 1995, p. 16.
- MOORE P (Hg, 1990) *Lexikon der Astronomie*. Freiburg.
- PAILER N (1994a) *Geheimnisvolles Weltall*. Neuhausen.
- PAILER N (1994b) Eiskörperpopulation jenseits der Planeten? In: *Neues aus der Planetenforschung*, 2. Auflage, Neuhausen 1994.
- STERN A (1994) Chiron. Interloper from the Kuiper Disk? *Astronomy* 08/1994.
- VAAS R (1994) Wassereis auf dem Merkur. *Spektrum der Wissenschaft*, 8/1994

Neues aus der „Dinowelt“

von Siegfried Scherer und Harald Binder

Dinosaurier-Ei mit Embryo

In der oberen Kreide der Wüste Gobi wurde eine reichhaltige Fossilagerstätte entdeckt, welche über 300 Skelette von Säugetieren und Reptilien enthält, dazu zahlreiche Dinosauriereier. Die Eier sind häufig in Form von Nestern angeordnet, eini-

ge davon zeigen Verwitterungserscheinungen. Eines der Eier enthielt das Skelett eines kurz vor dem Schlüpfen stehenden Embryos, im gleichen Nest fand man noch zwei Schädel von ähnlicher Größe, welche wahrscheinlich aus anderen Eiern stammen (NORELL et al 1994). Den Embryo konnte man der Gruppe der Oviraptoriden zuordnen, die Eierschalenstruktur zeigt Ähnlichkeiten zu ratiten Vögeln, einer heutigen Gruppe von bodenlebenden Vögeln, die im Erscheinungsbild dem Strauß gleichen. Ob die Ähnlichkeit der Eierschalenstruktur allerdings ein gewichtiges Indiz für eine phylogenetische Verwandtschaft ist, kann kontrovers dis-