

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 46 (1988)  
**Heft:** 224  
  
**Rubrik:** Retrospektive : Astrophysik 1986 [Fortsetzung]

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

104) erreicht, der sich fast  $20^\circ$  weiter südlich an der Grenze zwischen Jungfrau und Rabe befindet. Gut  $1^\circ$  östlich M 49 sehen wir, unverwechselbar mitten zwischen zwei Sternen 7. Grösse, die  $15'$  voneinander entfernt sind, NGC 4526, eine eng gewundene Spirale; die mit einer Entfernung von 70 Mio. Lichtjahren dem Randbereich angehört. NGC 4526 ist, wie M 87, M 86, M 89, M 60, und M 49, bei guter Sicht auch schon mit dem 11,5-cm-Fernrohr zu sehen.  $2^\circ$  südwestlich von M 49 ist NGC 4365 zu finden, eine elliptische Galaxie, welche, 47 Mio. Lichtjahre von uns entfernt, zum Viro-Haufen gehört.  $2^\circ$  südsüdwestlich von NGC 4365 befindet sich schliesslich die Spiralgalaxie M 61, nach einem Drittel der Strecke  $\gamma$  Virginis -

Denebola. M 61 dürfte mit einer Entfernung von 64 Mio. Lichtjahren auch schon zum Randbereich des Virgo-Haufens gehören.

Fürwahr eine grosse Fülle von Daten! Doch will diese Arbeit nicht bloss Lektüre sein, sondern eine Anleitung zur systematischen Beobachtung von Galaxien.

Besonders eifrige Himmelsbeobachter seien daran erinnert, dass dieselbe Szenerie des erweiterten Virgo-Haufens im Dezember/Januar am Morgen zu sehen ist.

Adresse des Autors: Dr. KONRAD HESS, Napfstrasse 14 CH-3550 Langnau i. E.

## Retrospektive: Astrophysik 1986

Fortsetzung aus Orion 223

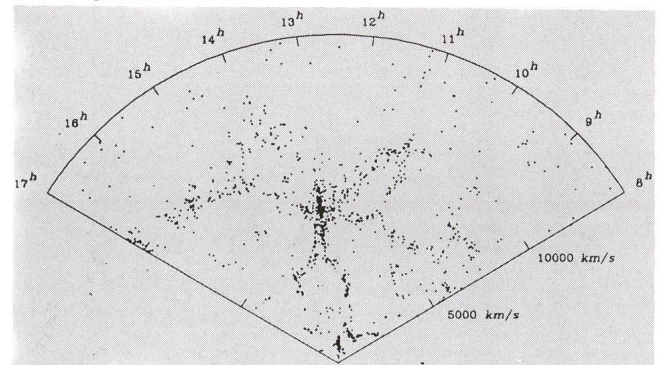
### Blasenstruktur des Universums

Eine aktuelle Durchmusterung eines scheibenförmigen Querschnittes durch das Universum ergab, dass die Galaxien auf der Oberfläche von dünnen sphärischen Schalen verteilt sind. Diese Folgerung hat starke mögliche Implikationen für die schwierigen Aussagen der Kosmologie, eingeschlossen der Bildung von Galaxien, des Ursprungs der Haufen- und Superhaufenbildung, der Natur und des Vorherrschens von unsichtbarer Materie im intergalaktischen Raum und die Interpretation einer gleichermässen neuen Entdeckung, dass Galaxien innerhalb einer weiten Region, welche sowohl die Milchstrasse und ihre Lokale Gruppe von Galaxien einschliesst, einer gemeinsam gerichteten Bewegung teilhaben.

Die durchmusterte Scheibe durch das Universum umfasst am Himmel 6 Grad Breite und 117 Grad Länge. Sie ist um den galaktischen Nordpol zentriert und schneidet den Coma-Galaxienhaufen. Weil die Durchmusterung durch die sichtbare Helligkeit limitiert wird, hängt die Distanz, bis zu welcher Galaxien beobachtet werden, von deren absoluter Helligkeit ab; hellere Galaxien werden bis in grössere Entfernungen detektiert. Galaxien von mittlerer absoluter Helligkeit wurden bis in Tiefen von ungefähr 100 Mpc (ca.  $330'000'000$  Lichtjahre) in der Scheibe beobachtet, unter der Annahme, dass die Hubble Konstante  $H_0 = 100$  km/s/Mpc beträgt. Für kleinere Werte von  $H_0$ , welche von gewissen Astrophysikern bevorzugt werden, mögen die durchmusterten Distanzen und die Skala der identifizierten Strukturen zweimal so gross sein.

Wie in allen Studien über grossräumige Strukturen des Universums, werden die Distanzen nicht direkt bestimmt, sondern durch die Rotverschiebung der 1100 Galaxien in dieser Studie, welche ausschliesslich der Expansion des Universums zuzuschreiben ist. Viele der Rotverschiebungen wurden mit einem 1.5m-Teleskop auf Mount Hopkins gemessen, in der Nähe von Amado (Arizona). Vermutlich hat jede Galaxie eine sogenannte Eigenbewegung, als Folge ihrer Bewegung relativ zu den nahegelegenen Massenkonzentrationen solcher Galaxienhaufen. Die Effekte solcher Eigenbewegungskomponenten

wurden vernachlässigt, ein Umstand, der weiterer Untersuchung bedarf.



Figur 3: Diese zweidimensionale Darstellung einer 3D-Karte, publiziert von Margaret Geller, John Huchra und Valérie de Lapparent vom Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, zeigt Galaxien (durch Punkte bezeichnet), welche auf Oberflächen von gigantische Blasenstrukturen verteilt sind. Der «Homunculus» in der Mitte wird von einem Galaxienhaufen im Sternbild Coma gebildet.

Die Galaxien in der durchmusterten Scheibe scheinen auf der Oberfläche von Schalen lokalisiert zu sein, auf «Blasen», mit einem typischen Durchmesser von 25 Mpc; dort ist eine betonte Unterhäufigkeit von detektierbaren Galaxien im Innern der Blasen festzustellen, welche bis zu 50 Mpc anwachsen. Die Daten ermutigen die Verteidiger der explosiven Galaxienbildungs-Theorie, weil Stosswellen, welche von dieser Theorie vorausgesagt werden, die Düntheit der Schalenwände zu erklären vermögen. Trotzdem vermögen die existierenden Versionen dieser Theorie nicht die grossen Durchmesser einer typischen Blase zu erklären. Die Pfannkuchentheorie für die Bildung von grossräumigen Strukturen im Universum (wie etwa Superhaufen) führen natürlicherweise zur Voraussage von filamentartigen Strukturen im Universum, welche von gewissen Beobachtungen bestätigt zu sein scheinen.

Trotzdem sind nachweisbare filamentartige Strukturen in der Scheibe des durchmusterten Universums in der gegenwärtigen Arbeit ausstehend. Galaxienhaufen scheinen in der gegenwärtigen Arbeit in der Nähe der Berührungspunkte von benachbarten Blasen lokalisiert zu sein. Geschwindigkeitsstreuungen von Galaxien an den Rändern von Haufen müssen möglicherweise neu interpretiert werden, oder im Lichte dieser Beobachtung mit äusserster Vorsicht interpretiert werden. Solche Geschwindigkeitsstreuungen werden oft dazu benützt um Vermutungen zu bestätigen, dass dort ein sehr hohes Massen-Licht-Verhältnis in Haufen anzutreffen ist, vermutlich wegen der unsichtbaren Masse von zwar ungewisser Herkunft.

STEPHEN P. MARAN, NASA-Goddard Space Flight Center

### Einige rekordbrechende Weisse Zwergsterne

Weisse Zwerge sind kleine Bälle von der Grösse der Erde, in welchen einige Tonnen von Sternmaterie in das Volumen von der Grösse eines Fingerhutes eingepackt sind. Sie sind sterbende Schlacke, die letzten Überreste eines massenarmen Sterns wie unsere Sonne. Weisse Zwerg-Materie ist mit seiner hohen Dichte seltsam genug, doch noch andere Extremwerte von stellaren Eigenschaften werden unter den Weissen Zwergen gefunden. Während des letzten Jahres haben verschiedenen Gruppen eine Anzahl von extremalen Eigenschaften von diesen Objekten festgelegt: die höchsten Temperaturen, die stärksten Magnetfelder und möglicherweise die niedrigsten Helligkeiten unter all den gewöhnlichen Einzelsternen.

Wenige Prozent von Weissen Zwergen haben extrem hohe Magnetfelder, welche von einigen wenigen bis zu einigen hundert Megagauss reichen (zum Vergleich beträgt das Magnetfeld der Erdoberfläche 0.3 Gauss). In diesen Sternen beeinflusst das Magnetfeld die Energiezustände der Atome auf der Sternoberfläche derart, dass es das Sternspektrum verändert und die Interpretation schwierig macht. Auf der Basis der Berechnungen des Verhaltens des gewöhnlichen Wasserstoffatoms in hohen Magnetfeldern schätzten zwei Forschergruppen, dass der erste je entdeckte magnetische Weisse Zwergstern, (ein Stern, welcher Greenwich + 70°8247 genannt wird), ein Magnetfeld von 300 Megagauss hatte. Gary Schmidt und seine Mitarbeiter an der Universität von Arizona identifizierten das Objekt PG 1031+234 als einen magnetischen Weissen Zwerg mit einem noch höheren Magnetfeld, mit über 500 Megagauss. Die Rotationsperiode von magnetischen Weissen Zwergen kann manchmal bestimmt werden, weil das Spektrum und das Polarisationsmuster sich ändern, während die Sternrotation verschiedene Regionen mit unterschiedlicher Feldstärke ins Gesichtsfeld bringt. Ein kurioser Unterschied zwischen diesen zwei magnetischen Sternen besteht darin, dass PG 1031+234 normal schnell rotiert, einmal in 3 Stunden und 24 Minuten umdrehend, während Grw 70°8247 mindestens zwei Jahrhunderte für eine Umdrehung benötigt, (sein Spektrum blieb während 50 Jahren unverändert). Diese Magnetfelder sind viel stärker als diejenigen, welche in andern mehr oder weniger gewöhnlichen Sterntypen bekannt sind. Die einzigen bekannten starken Felder stammen von Pulsaren ( $10^{12}$  Gauss).

Zwei Bestimmungen vom gutbestimmten Höchsttemperaturen sind während des Jahres unter gewöhnlichen Einzelsternen erschienen. Der Stern, welcher H1504+65 genannt wird, war zuerst als die siebent hellste Quelle bei einer Gesamthimmeldurchmusterung im weichen Röntgenwellenbereich durch HEAO-I entdeckt worden, und nachfolgende Untersuchun-

gen identifizierten ihn als sehr blauen schwachen Stern, mit einem sehr aussergewöhnlichen Spektrum, das steil vom Sichtbaren zum Ultravioletten ansteigt. Für einen solch schwachen Stern, der so hell ist im Röntgenbereich, muss die Temperatur mindestens  $160'000^{\circ}\text{K}$  betragen, was ihn zum heissesten bekannten Weissen Zwergstern macht. Aber seine Hauptspezialität liegt in seiner Zusammensetzung. Die meisten Sterne enthalten Wasserstoff und Helium, aber dieser Stern enthält kein Anzeichen von diesen beiden astronomisch gewöhnlichen chemischen Elementen. Es könnte ein sehr heisser heliumreicher Stern sein, so heiss, dass die Heliumlinien nicht sichtbar sind. Noch wahrscheinlicher ist es ein einziger Kohlenstoff-Sauerstoff-Stern, der Überbleibsel eines roten Riesen, welcher seine Hülle abgeworfen hat und dessen Inneres sich nun im Kernfusionsstadium befindet.

Eine noch extremere Temperatur wurde für ein Objekt festgelegt, welches gerade ein Weisser Zwerg wird, der Zentralstern im Planetarischen Nebel NGC 2440. In mindestens einigen Fällen, wenn nicht in allen, sind Sterne, welche gerade Weisse Zwerge werden, umgeben mit einer Wolke glühenden Gases, die letzten Überreste der äusseren Hülle eines sterbenden Sterns. Die Gaswolke wird ein Planetarischer Nebel genannt, weil sie dem Aussehen nach einem Planeten ähnelt, wenn sie durch ein Teleskop betrachtet wird. Der Nebel selbst kann dazu benützt werden, die Anzahl der vom Zentralstern emittierten Hochenergie-Photonen abzuschätzen, weil diese Photonen diesen Nebel zur Lichtabstrahlung durch Fluoreszenz anregen. Atherton, Reay und Pottasch gelang es zum ersten Mal die visuelle Helligkeit des Zentralsterns von NGC 2440 durch eine CCD-Kamera (Charge-coupled device) im Fokus des Anglo-Australischen Teleskops zu messen. Der Zentralstern ist sehr schwach, bloss sechsmal heller als das schwächste sichtbare Objekte in grossräumigen Himmeldurchmusterungen. Wenn ein solch schwaches Objekt einen sichtbaren Nebel produziert, muss es tatsächlich sehr heiss sein: in diesem Falle ungefähr  $350'000\text{ K}$ .

Um diese Reihe von Höchsttemperaturrekorden zu vervollständigen, wurde ein weisser Zwergstern, welcher einer der kältesten und dunkelsten ist, wenn nicht *der* kälteste bekannte, im Laufe eines Supernove-Suchprogramms an der Universität von Chile entdeckt. Ruiz, Maza, Wischnejwsky und Gonzales erkannten dieses Objekt, genannt ER 8, so speziell, weil es sich sehr rasch am Himmel bewegt und ziemlich schwach ist. Sein Spektrum ist generell ähnlich dem Spektrum von zwei anderen sehr kühlen Weissen Zwergsternen, welche eine Temperatur von rund  $4000^{\circ}\text{K}$  haben. Seine schwache Helligkeit und seine hohe Eigenbewegung lassen den Schluss zu, (wenn auch nicht zwingend), dass er kühler ist, was ihn zum Stern mit der kleinsten bekannten Leuchtkraft macht. Sehr kühle Weisse Zwerge wie ER 8 sind nicht die kältesten Sterne, aber wegen ihrer kleinen Grösse sind sie die Sterne mit der kleinsten bekannten Leuchtkraft.

Die Entdeckungen dieser seltsamen Bewohner des sogenannten «astrophysikalischen Zoos» ergeben Fragen über den Ursprung und die Evolution der exotischen Typen von Weissen Zwergsternen. Die extremen Charakteristika von einigen Weissen Zwergsternen suggerieren, dass man nicht fundamental neue Klassen von Objekten entdecken muss um neue Rätsel zu erhalten.

HARRY SHIPMAN, University of Delaware

### Quasiperiodische Oszillationen in galaktischen Röntgenquellen

Die hellsten galaktischen Röntgenquellen wurden vor über zwanzig Jahren entdeckt, sind aber in vielen Beziehungen immer noch mysteriös. Astronomen haben ein akzeptables allgemeines Modell entwickelt, in welchem ein Begleitstern Masse an den Neutronenstern abgibt, (oder in manchen Fällen an ein Schwarzes Loch), und dabei Röntgenstrahlen produzieren. Aber Fortschritte über diese allgemeine Vorstellung hinaus sind schwierig zu erreichen, weil der Neutronenstern selbst nicht direkt beobachtbar ist, verborgen hinter einer komplexen turbulenten und vielleicht magnetisierten Akkretionsscheibe. In den letzten anderthalb Jahren haben eine Anzahl von Forschergruppen entdeckt, dass die Röntgenintensität von gewissen galaktischen Röntgenquellen, wie sie vom europäischen Satellit EXOSAT gemessen wird, nahezu regelmäßig variiert. Wiederholte Analysen von früheren Daten des Satelliten EINSTEIN bestätigten dies. Dieses Phänomen mag sich als wertvolles Beobachtungsmittel herausstellen, welches uns erlaubt, die Komplexität der den Neutronenstern umgebenden Akkretionsscheibe zu testen.

Die Forschergruppen suchten periodische Röntgenstrahlung, erzeugt durch die Rotation des Neutronensterns, ähnlich der klar geformten regulären Pulse, wie sie bei Pulsaren gesehen werden. Nachdem solche Pulse nicht gefunden wurden, machte sich die beharrliche Suche mit der Entdeckung der quasiperiodischen Oszillation (QPO) in vielen Quellen doch noch bezahlt. Heute sind zehn QPO bekannt. Diese QPO fallen durch ein breites Maximum im Power-Spektrum auf, ganz verschieden vom scharfen Maximum, welches von einem rotierenden Neutronenstern erwartet würde. Die erste

berichtete Entdeckung einer QPO war die helle Quelle GX5-1 und ähnliche Berichte einer Anzahl von andern Quellen folgten nach.

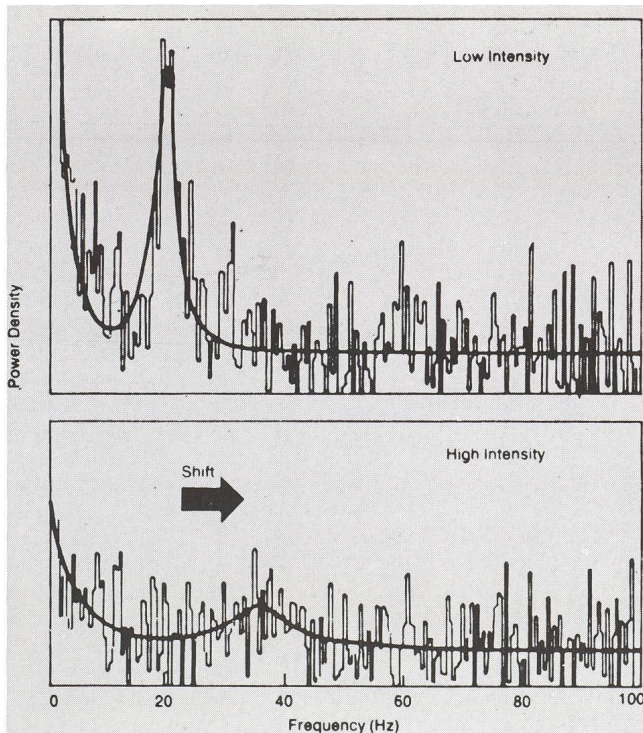
Ein neulich entdecktes Phänomen verlangt nach einer unmittelbaren Interpretation. Bisher publizierte Modelle legen nahe, dass die Oszillation von der Wechselwirkung des schnell rotierenden Neutronensterns mit dem Material am innern Teil der Akkretionsscheibe entsteht. Das Doppelsternmaterial, welches in einem wechselwirkendem Doppelsternsystem von einem Stern zum andern ausgetauscht wird, bildet eine Scheibe um den akkretierenden Stern, und die Geschwindigkeiten in der Scheibe nehmen zu, wenn man näher zum Akkretionsstern hingeht. Die Temperatur der Scheibe steigt an und das Magnetfeld des Akkretionssterns, (falls es eines hat), wird stärker, was komplexe Wechselwirkungen zufolge hat.

Alpar und Shaham interpretierten die Periodizität der QPO als Folgeerscheinung der Differenz zwischen der Frequenz, mit der das Material an der inneren Kante der Akkretionsscheibe den Neutronenstern umkreist, und der Frequenz, mit welcher der Neutronenstern um seine eigene Achse rotiert - als Modulationsfrequenz. In einer späteren Weiterentwicklung dieses Modells führten Lamb, Shibasaki, Alpar und Shaham die Idee ein, dass Klumpen von Material an der inneren Kante der Scheibe die Modulationsfrequenz sichtbar machen könnten. In diesem Szenario trifft ein Gasklumpen auf magnetische Felder von verschiedener Stärke und Geometrie während er um den Neutronenstern kreist. Jedesmal wenn er denselben Längengrad relativ zum rotierenden Neutronenstern erreicht, wird Material vom Klumpen weggesaugt, fällt auf den Neutronenstern und emittiert einen intensiven Ausbruch von Röntgenstrahlen.

Dieses Modell kann eine Beziehung zwischen der Frequenz der quasiperiodischen Oszillationen und der Intensität der Röntgenquelle voraussagen. Die Rate, mit welcher das Material auf den Neutronenstern deponiert wird, variiert in diesen Quellen; im allgemeinen produziert eine höhere Akkretionsrate eine dichtere Scheibe, welche sich näher an die Oberfläche des Neutronensterns ausdehnt, und damit eine höhere Röntgenemission. Eine vernünftige Wahl von Modellparametern fitet die Daten der erstentdeckten QPO sehr gut, wo höhere Oszillationsfrequenzen auftraten, wenn die Quelle intensiver war.

Trotzdem ist die Intensität-Frequenz-Beziehung in verschiedenen Quellen ziemlich verschieden und kann ziemlich kompliziert sein. In der hellsten galaktischen Röntgenquelle (Sco X-1) nimmt die Frequenz leicht ab statt zu für zunehmende Quellenintensität, solange die Quelle nicht zu hell ist. Aber wenn die Bedingungen in der Quelle sich ändern, kann auch die Energie und Intensität der Röntgenstrahlung ändern. Ein Abfall in der Röntgenintensität bei einer bestimmten Energie, wie er mit einigen Satelliteninstrumenten gemessen wurde, bedeutet nicht notwendigerweise, dass der totale Röntgenfluss abnimmt, und daher kann die Interpretation der Intensität-Frequenz-Relation ziemlich kompliziert sein.

Es wurden andere Modelle für QPO vorgeschlagen. Alle Modelle, (eingeschlossen das obene beschriebene), sind sich im Grunde genommen ähnlich in der Annahme, dass die Wechselwirkung zwischen dem rotierenden Neutronenstern und der ihn unmittelbar umgebenden innern Teil der Scheibe die Oszillation verursacht. In einem Szenario werden die Röntgenstrahlen, welche direkt vom zentralen Neutronenstern produziert werden, vom heißen Gas überhalb der Scheibe gestreut und es ist die periodische Rotation der Blasen vom heißen Gas um den Neutronenstern, welche die quasireguläre



Figur 4: Frequenzspektren von quasi-periodischen Oszillationen der Röntgenintensität von GX 5-1. Wenn die Quelle mit niedriger Intensität strahlt, entspricht die Oszillation der Frequenz von 20 Hz (oben), während die Frequenz 36 Hz (unten) einer höheren Intensität entspricht. (William C. Priedhorsky, Los Alamos National Laboratory.)

ren Röntgenausbrüche produziert. In einem zweiten Szenario kanalisiert die komplexe Wechselwirkung von Magnetfeldern und heissem Gas im innern Teil der Scheibe das Material zur Oberfläche des Neutronensterns und produziert helle Flecken, welche zufällig auf der Oberfläche des Neutronensterns verteilt sind und einige wenige Rotationsperioden andauern. Das Gas, welches an den Neutronenstern akkretiert wird, muss ein Drehmoment auf den rotierenden Neutronenstern oder auf die umgebende Scheibe von Materie ausüben, und Priedhorsky argumentierte, dass Änderungen in diesem Drehmoment eine grosse Anzahl von beobachteten Phänomene erklären könnte, eingeschlossen das QPO-Verhalten von Sco X-1. Ständig neue Schemen werden in den kommenden Monaten publiziert. Ein gemeinsamer Punkt von all diesen Szenarios ist demjenigen ähnlich, bei welchem viel langsamere QPO in kataklysmischen Veränderlichen gesehen werden, in Doppelsternsystemen, in welchen sich eher ein Weisses Zwerg als ein Neutronenstern im Zentrum der Akkretionsscheibe befindet. Instabilitäten in der Magnetosphäre der Erde wurden ebenfalls benutzt um theoretische Interpretationen zu unterstützen.

Das QPO-Phänomen ist ziemlich komplex. Zukünftige Studien werden zeigen, ob diese (oder andere) Modelle die Daten erklären können. Es kann sein, dass die QPO ein sehr guter Beobachtungstest für Röntgen-Doppelsternsysteme sein werden, weil die Frequenz, mit welcher ein astronomisches Objekt oszilliert, oft in einer fundamentalen Beziehung zur Struktur des Objektes steht. Aber es ist auch möglich, dass die Ursache dieses Phänomens in der galaktischen Hochenergie-Astronomie für einige Zeit ein herausforderndes Rätsel bleiben wird.

HARRY SHIPMAN, University of Delaware

### Lösung des Sonnen-Neutrino Problems?

Verstehen wir, wie die Sonne scheint? Wissen wir wie sich Neutrinos ausbreiten? Diese Fragen plagten Astronomen und Physiker seit mindestens zwei Jahrzehnten. Ein Experiment, welches von R. Davis und seinen Mitarbeitern ausgeführt wurde, welche 100'000 Gallonen von Perchloräthylen auf dem Grund der Homestake Goldmine in Süd-Dakota benützten, erbrachte das folgende rätselhafte Resultat: Die Beobachtungen wichen stark von den Berechnungen ab. Der gemessene Wert ist ungefähr um einen Faktor drei tiefer als der theoretisch vorausgesagte, welcher auf der Standardtheorie basiert, wie die Sonne scheint. Diese beharrliche Diskrepanz liess die Forscher manche vorstellbare Lösung aushecken, welche teils auf der Idee basieren dass die herkömmliche Astronomie falsch ist, teils auf Grund von spekulativen Ideen aus der Physik. Zwei neue Anregungen aus der Arena der fundamentalen Physik haben die Forscher rund um die Welt stimuliert die Eigenschaften der schwach wechselwirkenden Teilchen wiederholt zu prüfen.

Die sowjetischen Kosmische-Strahlen-Physiker Mikheyev und Smirnov, welche den früheren Studien von L. Wolfenstein nachgingen, haben gezeigt, dass elektronische Neutrinos durch Resonanzstreuung an Elektronen in myonische Neutrinos umgewandelt werden können, welche die Neutrinos auf ihrem Weg vom Sonneninnern zur Erde antreffen. Die Asymmetrie zwischen elektronischen und myonischen Neutrinos ist durch die zusätzliche (Landungsstrom-) Wechselwirkung verursacht, welche zwischen Elektronen und elektronischen Neutrinos besteht. Dieser Prozess, welcher jetzt nach seinen Erfindern MSW genannt wird, ist die konventionellste Lösung des Sonnen-Neutrinoproblems welche vorgeschlagen wurde, zumal sie bloss verlangt, (1) dass die in radioaktivem

Zerfall erzeugten Neutrinos in einer Mischung von Neutrinozuständen vorkommen, (2) dass die Neutrino-Massendifferenz sich im Bereich von  $10^{-2}$  bis  $10^{-4}$  befindet und (3) dass das elektronische Neutrino im Vakuum leichter ist als das myonische Neutrino.

Zwei Gruppen von amerikanischen Astrophysikern haben trotzdem vorgeschlagen, dass das Vorhandensein der schwach wechselwirkenden massiven Teilchen (WIMPS) zwei fundamentale Probleme mit einem Schlag lösen würde: das Problem der fehlenden Masse (missing mass) und das Problem der Sonnenneutrinos. Die Häufigkeit dieser massiven Partikel (typisch einige GeV oder schwerer), welche beim Urknall produziert wurden, wäre gerade ausreichend um die astronomisch detektierte unsichtbare Masse zu erklären. Dabei wird vorausgesetzt, dass sie den richtigen Wirkungsquerschnitt haben um von der Sonne eingefangen zu werden und einen beträchtlichen Energiebetrag vom Sonnenkern auswärts in äussere Schichten transportieren zu können. Die eingefangenen WIMPS könnten den theoretisch berechneten Wert der zentralen Sonnentemperatur herabsetzen, und damit den wichtigen Neutrinofluss, weil sie zur Effizienz des Energietransports der Photonen beitragen. Es können Parameter für die WIMPS vorgeschlagen werden, welche mit einer gemeinsamen Lösung für das Problem der fehlenden Masse und das Problem der Sonnenneutrinos konsistent sind. Es bleiben nur noch wichtige Fragen übrig, warum die WIMPS nicht selbst stark annihilieren oder sich durch die gegenseitige Zerstörung offenbaren.

JOHN BAHCALL, Institute for Advanced Study

Physics Today / January 1987

Aus von Dr. MARKUS ASCWANDEN, Institut für Astronomie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

### Ferien-Sternwarte Calina Osservatorio Calina CH-6914 CARONA

Programm	1988
11. - 16. April	<b>Elementarer Einführungskurs</b> in die Astronomie, mit praktischen Übungen an den Instrumenten der Sternwarte Leitung: Dr. M. Howald-Haller, Basel
18. - 23. April	<b>Einführung in die Astrofotographie</b> und die Auswertung von Astroaufnahmen Leitung: E. Greuter, Herisau
4. - 5. Juni	<b>Kolloquium</b> Kontrolle und Justierung optischer Instrumente für die Astronomie (Beobachtung, Fotografie) Leitung: Prof. Dr. Max Schürer, Bern
11. - 16. luglio (a partire dalle 19.30)	<b>Corso principianti</b> (in lingua italiana) Introduzione teorica e pratica all'astronomia Istruttore: Fumagalli Francesco, Varese Tel. 096 21 23 38 Iscrizione: Osservatorio Calina, c.p. 8, 6914 Carona Tel. 091 68 83 47 o 68 52 22
3. - 8. Oktober	<b>Elementarer Einführungskurs</b> in die Astronomie mit praktischen Übungen an den Instrumenten der Sternwarte Leitung: Dr. M. Howald-Haller, Basel
17. - 23. Oktober	<b>Einführungskurs</b> Computer und Astronomie Leitung: Hans Bodmer, Greifensee

Besitzer/Proprietario:	Gemeinde Carona/Comune di Carona
Anmeldungen/Informazioni:	Feriensternwarte/Osservatorio c.p. 8, CH-6914 Carona Tel. 091 68 83 47 o B. Nicoli 091 68 52 22
Technischer Berater:	Erwin Greuter, Postfach 41, CH-9100 Herisau 1