Wie kosmische Uhren **ticken**

Pulsare sind die kompaktesten Körper im Universum. Ihr Durchmesser entspricht etwa dem der Stadt München, doch beinhalten sie die Masse der Sonne. Diese extremen Verhältnisse machen sie zu idealen Testkörpern für die allgemeine Relativitätstheorie, wie **Michael Kramer** und seine Kollegen aus dem Bonner **Max-Planck-Institut für Radioastronomie** mit ihren Arbeiten beweisen.

TEXT **THOMAS BÜHRKE**

Die Geschichte beginnt Ende September 1967, als die 24-jährige Astronomiestudentin Jocelyn Bell mit einem neuen Radioteleskop Signale empfängt, die sich im Abstand von exakt 1,33730109 Sekunden wiederholen. Sie und ihr Doktorvater Antony Hewish nennen die Quelle scherzhaft Little Green Man (Kleines Grünes Männchen) und denken an Zeichen einer außerirdischen Zivilisation. Zumindest scheint das für Hewish die naheliegendste Erklärung für die rasche Folge von Radiopulsen aus dem Sternbild Füchschen zu sein.

Bald jedoch schließen Hewish und Bell Aliens als Ursache aus. Die Forscher kommen schließlich auf die richtige Erklärung: Es handelt sich um ein kompaktes Objekt, einen Neutronenstern, der extrem schnell rotiert. Er besitzt einen Durchmesser von etwa 20 Kilometern, beinhaltet aber etwa die Masse unserer Sonne. Damit sind Neutronensterne die am stärksten verdichteten Himmelskörper: Ein Stück Materie von der Größe eines Stücks Würfelzucker würde auf der Erde rund eine Milliarde Tonnen wiegen. Außerdem ist ein Neutronenstern von einem starken Magnetfeld umgeben, das – ähnlich wie jenes der Erde – im Wesentlichen eine bipolare Struktur besitzt. Entlang der Magnetfeldachse senden diese Körper innerhalb eines engen Kegels Strahlung aus. Wenn Rotations- und Magnetfeldachse zueinander geneigt sind, streift der Strahl wie bei einem Leuchtturm durchs All. Trifft er dabei zufällig auf die Erde, so registriert man kurze Pulse, deren Frequenz der Rotationsfrequenz des Himmelskörpers entspricht. Neutronensterne, die sich auf diese Weise bemerkbar machen, heißen Pulsare.

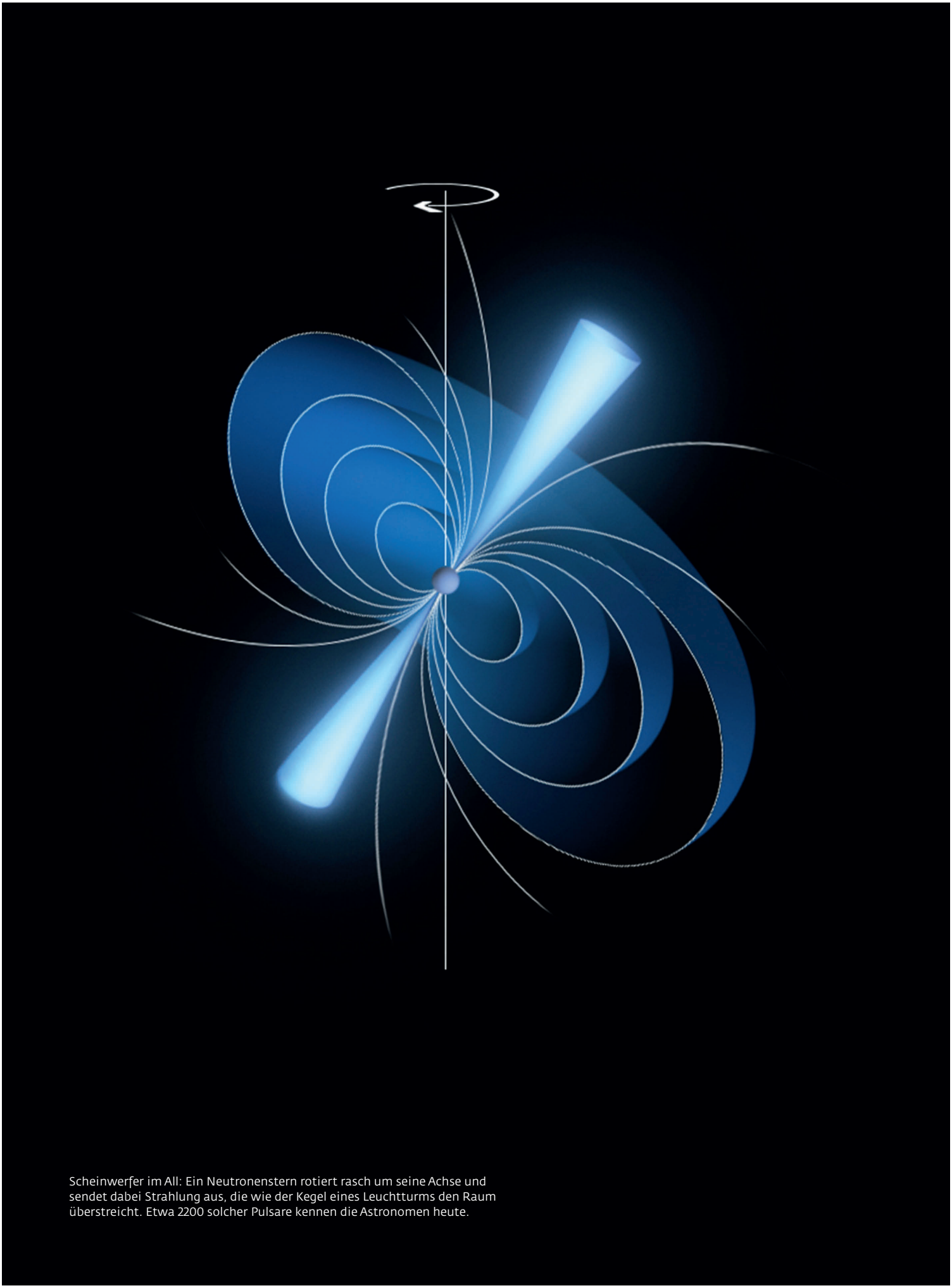
700 UMDREHUNGEN IN DER SEKUNDE

„Wir kennen heute rund 2200 Pulsare mit Perioden zwischen 1,4 Tausendstelsekunden und 8,5 Sekunden“, sagt Michael Kramer, der sich seit zwei Jahrzehnten mit der Physik dieser kosmischen Leuchttürme beschäftigt und heute Direktor am Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn ist. Der schnellste Pulsar wirbelt also mehr als 700-mal pro Sekunde um die eigene Achse. Die theoretische Höchstgrenze liegt bei etwa 2000 Umdrehungen pro Sekunde; wäre er noch schneller, so würden ihn die Fliehkräfte zerreißen.

In den vergangenen Jahrzehnten ließen sich Pulsare in allen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums – von den Radiowellen bis hin zum Gammabereich – nachweisen. Dennoch ist nicht in allen Details geklärt, wie die Strahlung entsteht. Zu Beginn dieses Jahres beobachtete eine internationale Kollaboration unter Beteiligung der Bonner Max-Planck-Gruppe erstmals eine unerwartete Korrelation zwischen Radio- und Röntgenpulsen: Wenn die Radiopulse stark sind, ist die Röntgenstrahlung schwach – und umgekehrt.

Dieser Wechsel erfolgt erstaunlicherweise innerhalb von Sekunden. Danach verharrt das Ganze für einige Stunden stabil in dem neuen Zustand. Dieses wechselhafte Verhalten erklären die Astronomen damit, dass die beiden Strahlungsarten in unterschiedlichen Bereichen entstehen. >

Foto: ESA medialab



Scheinwerfer im All: Ein Neutronenstern rotiert rasch um seine Achse und sendet dabei Strahlung aus, die wie der Kegel eines Leuchtturms den Raum überstreicht. Etwa 2200 solcher Pulsare kennen die Astronomen heute.

Im Innern einer Riesenschüssel: Mit einem Durchmesser von 100 Metern gehört das Radioteleskop in Effelsberg zu den größten Anlagen seiner Art. Michael Kramer (links) und sein Kollege Norbert Wex nutzen das Instrument für ihre Forschungen.

„An der Oberfläche des Pulsars ist die vom Magnetfeld induzierte elektrische Kraft einige Hundertmilliarden Mal stärker als die Schwerkraft“, sagt Kramer. Dadurch werden Elektronen aus der Oberfläche herausgezogen und vom Magnetfeld eingefangen. Die Bedingungen sind so extrem, dass sich auch Positronen (Antielektronen) mit positiver Ladung bilden. Diese rasen zurück zur Oberfläche und erhitzen diese beim Aufprall auf Millionen von Grad. Die Folge: An beiden Magnetpolen entsteht ein wenige Kilometer großer Hotspot, der Röntgenstrahlung aussendet.

HÖLLISCHES SZENARIO MIT WIRBELNDEM PLASMA

Die Elektronen dagegen bleiben in dem Magnetfeld gefangen und wirbeln mit dem Pulsar herum. Das Plasma rotiert umso schneller, je weiter es vom Pulsar entfernt ist. „In dem Abstand, wo es nahezu Lichtgeschwindigkeit erreichen würde, öffnen sich die Magnetfeldlinien in den Raum, die Elektronen schießen in zwei Kegeln ins All und senden dabei Radiostrahlung aus“, sagt Kramer, während er dieses höllische Szenario gelassen auf einem Blatt Papier skizziert.

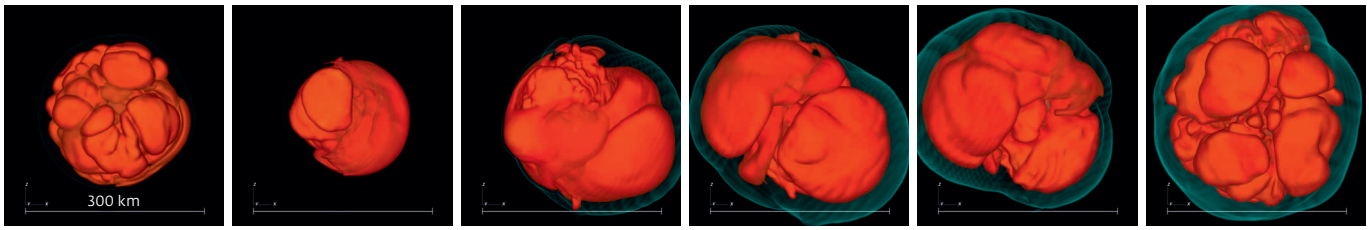
Als Grund für die jüngste Beobachtung des Wechsels zwischen gepulster Radio- und Röntgenstrahlung nennen die Forscher Umordnungen der rund 100 000 Kilometer großen Magnetosphäre binnen weniger Sekunden. Auf welche Weise das genau geschieht und was diese auslöst, ist nicht abschließend geklärt. Interessant erscheint aber, dass die meisten Pulsare trotz solcher Änderungen extrem genau ticken. Die Regelmäßigkeit, mit der die Pulse auf der Erde ankommen, kann durchaus die Präzision von Atomuhren erreichen.

Das macht Pulsare zu den Himmelskörpern, die am besten geeignet sind, um an ihnen Einsteins allgemeine Relativitätstheorie zu testen. Und genau dieser Aufgabe hat sich die Bonner Abteilung Radioastronomische Fundamentalphysik unter der Leitung von Michael Kramer verschrieben. Vielleicht gelingt mit ihnen sogar der erste direkte Nachweis von Gravitationswellen. Aber der Reihe nach.

Als Albert Einstein Ende 1915 seine allgemeine Relativitätstheorie vollendet hatte, war die Schwerkraft – auch Gravitation genannt – keine Kraft mehr, sondern eine geometrische Eigenschaft von Zeit und Raum. Himmelskörper krümmen den Raum um sich herum, ähnlich wie Kugeln ein gespanntes Tuch eindellen. Gerät ein anderer Körper in ein solches Gebiet, so weicht er vom geraden Weg ab und folgt der Krümmung. Dasselbe gilt für Licht. Zudem verläuft die Zeit nahe an einem Stern – also im Bereich großer Krümmung – langsamer als im freien, ebenen Raum.

Bisher hat Einsteins Theorie sämtliche Prüfungen bestanden. Sehr genaue Tests gestalten sich allerdings schwierig, weil die Effekte verhältnismäßig schwach ausfallen. In unserem Sonnensystem wurde die allgemeine Relativi-

Foto: Frank Vinken



Stellare Turbulenzen: Mit einer dreidimensionalen Computersimulation stellen Forscher aus dem Max-Planck-Institut für Astrophysik die Entwicklung eines Neutronensterns zu sechs Zeitpunkten (0,154, 0,223, 0,240, 0,245, 0,249 und 0,278 Sekunden, von links) dar. Dabei bilden sich charakteristische pilzartige Blasen, in denen neutrinogeheiztes Gas „kocht", während die sogenannte Akkretionsstoßinstabilität gleichzeitig wilde Pulsationen und Drehbewegungen der gesamten geheizten Materieschicht (rot) und der einhüllenden Supernovastoßwelle (blau) verursacht.

tätstheorie auf unterschiedliche Weise überprüft, doch gerade in Bereichen starker Gravitation – sprich starker Krümmung – ist sie bislang nur sehr selten auf die Probe gestellt worden. Pulsare bieten dafür als kompakteste bekannte Himmelskörper einzigartige Möglichkeiten. Nur schwarze Löcher könnten sie noch toppen.

Für solche Tests benötigen die Astronomen Pulsare in Doppelsternsystemen. Rund jeder Zehnte von ihnen besitzt einen Begleiter, doch nicht alle solche Systeme sind geeignet. Die meisten Doppelsternsysteme bestehen aus einem Pulsar und einem weißen Zwerg, einem ausgebrannten Stern, der bis auf die Größe der Erde geschrumpft ist. Da ein weißer Zwerg bei Weitem nicht so kompakt ist wie ein Neutronenstern, erzeugt er auch keine sehr starke Raumkrümmung. Am besten eignen sich daher Systeme aus einem Pulsar und einem weiteren Neutronenstern. Hiervon kennen die Forscher etwa zehn.

Den absoluten Favoriten entdeckten Astronomen mit dem Parkes-Radioteleskop in Australien im Jahr 2003: das erste und bisher einzige System, das aus zwei Pulsaren besteht. „Es ist für uns wirklich ein Glücksfall, denn die beiden Pulsare sind nicht nur wie zwei extrem genau gehende Uhren, sondern sie besitzen zufällig auch noch einige besonders günstige Eigenschaften", sagt Kramers Kollege Norbert Wex, Experte für die Relativitätstheorie.

Beide Körper sind ungefähr gleich schwer und beinhalten 1,3 Sonnenmassen. Der eine von ihnen benötigt für eine Umdrehung um die eigene Achse 23 Tausendstelsekunden, der andere 2,8 Sekunden. Ihr gegenseitiger Abstand von 900 000 Kilometern ist sehr gering und entspricht gut der doppelten Entfernung des Mondes von der Erde. Während der Mond aber für eine Umrundung 28 Tage benötigt, umkreisen sich die beiden Pulsare in nicht einmal zweieinhalb Stunden – mit einer Geschwindigkeit von rund einer Million Stundenkilometern.

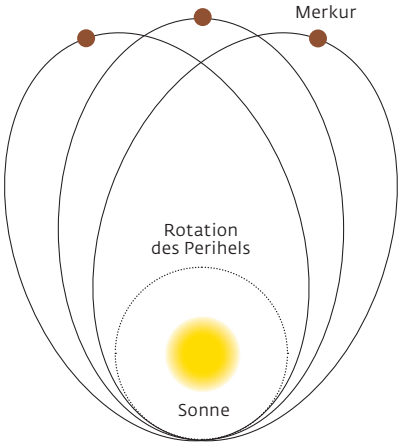
LAKMUSTEST FÜR DIE RELATIVITÄTSTHEORIE

Michael Kramer und seine Kollegen gehören einer internationalen Gruppe von Radioastronomen an, die diesen Doppelpulsar regelmäßig beobachten und damit Einsteins Theorie auf Herz und Nieren prüfen. Zum Beispiel dreht sich die Umlaufbahn der beiden Pulsare im Raum. Dieser Effekt tritt in unserem Sonnensystem besonders stark bei dem innersten Planeten Merkur auf.

Die Erklärung dieser sogenannten Periheldrehung war der erste Triumph von Einsteins Theorie. Doch während diese bei Merkur drei Millionen Jahre für eine komplette Periode benötigt, dauert sie bei dem Doppelpulsar nur 21 Jahre – ein klares Indiz dafür, um wie viel stärker die Effekte der Relativitätstheorie in diesem System sein müssen.

Außerdem haben die Astronomen Glück, dass sie fast exakt auf die Kante der Bahn schauen. Deshalb stehen die beiden Pulsare bei jedem Umlauf nahezu exakt hintereinander. In dieser Situation läuft das Signal des hinteren Pulsars in nur 20 000 Kilometer Entfernung am vorderen vorbei. Da es hierbei die Raummulde durchqueren muss, verlängert sich der Weg – was sich in einer Verzögerung der Ankunftszeit der Pulse um eine Zehntausendstelsekunde zeigt. Wegen des extremen Gleichlaufs der beiden Pulsaruhren lässt sich dieser Effekt präzise messen.

Die Forscher haben mittlerweile weitere, von der allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagte Phänomene registriert. Alle diese Ergebnisse bestätigen die Theorie bis auf einige Promille



In Bewegung: Der sonnennächste Bahnpunkt (Perihel) des Planeten Merkur bleibt nicht fix im Raum, sondern wandert. Diese Periheldrehung hat Einstein präzise vorhergesagt.

Visualisierung: Elena Erastova und Markus Rampp, RZG; Grafik: designergold nach einer Vorlage des MPI für Radioastronomie (rechts)

genau. Einstein postuliert zudem, dass zwei einander umkreisende Himmelskörper Gravitationswellen abstrahlen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. In der Analogie zu dem eingedellten Tuch lassen sie sich als Wellen veranschaulichen, die vom Doppelpulsar, vereinfacht gesagt, in konzentrischen Wellen ausgehen – ähnlich wie die Wellen auf der Wasseroberfläche eines Sees, in den man einen Stein geworfen hat.

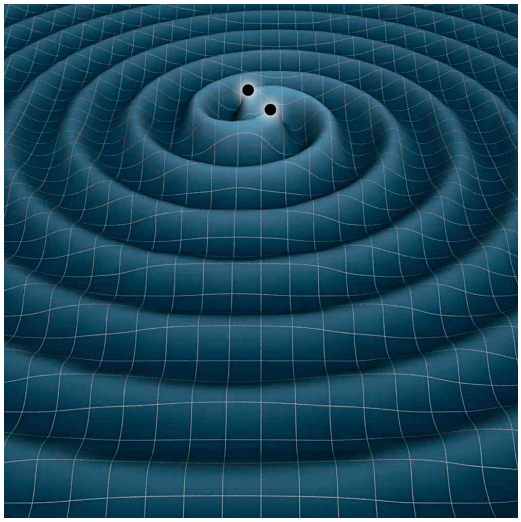
Durch das Abstrahlen von Gravitationswellen verlieren die beiden Körper einen Teil ihrer Bahnenergie. Als Folge davon nähern sie sich einander auf einer spiralförmigen Bahn langsam an. „Wir haben herausgefunden, dass sich der Orbit auf diese Weise um jährlich 7,12 Millimeter verkleinert“, sagt Kramer und fügt schmunzelnd hinzu: „Mit einer Unsicherheit von neun tausendstel Millimetern.“ Diese unglaubliche Präzision führt zu der Vorhersage, dass die beiden Körper in 85 Millionen Jahren kollidieren und in einem gigantischen Feuerball miteinander verschmelzen werden.

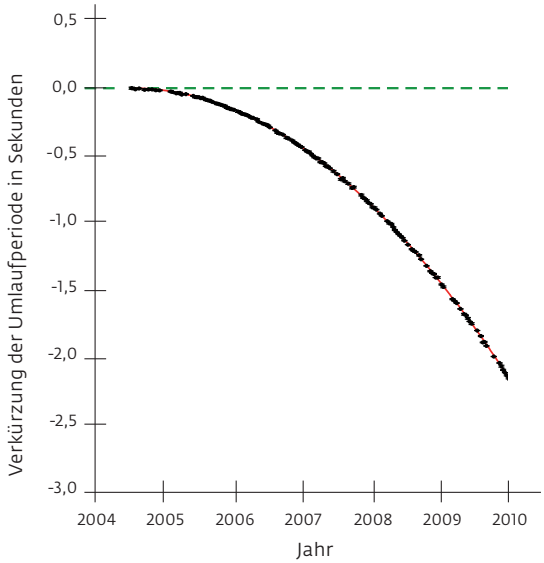
Schon vor mehr als zwanzig Jahren haben die amerikanischen Astronomen Russell Hulse und Joseph Taylor bei einem anderen Doppelsternsystem mit nur einem Pulsar anhand der Abnahme der Umlaufzeit auf indirekte Weise Gravitationswellen nachgewiesen. Dafür wurden sie 1993 mit dem Physik-Nobelpreis geehrt. Die neuen Messdaten des Doppelpulsars sind aber noch genauer und eignen sich besonders gut zum Test alternativer Theorien zu Einsteins Jahrhundertwerk.

Bekanntestes Beispiel einer dieser Alternativen dürfte wohl die sogenannte MOND-Theorie (Modifizierte newtonsche Dynamik) des israelischen Physikers Mordehai Milgrom sein. Der hatte bereits vor dreißig Jahren das newtonsche Gravitationsgesetz so abgeändert, dass es die Rotation von Spiralgalaxien ohne die Annahme der hypothetischen Dunklen Materie erklärt. Der Theoretiker Jacob Bekenstein hat dann vor etwa

Lagebesprechung: Im Kontrollraum des Effelsberger Radioteleskops (im Hintergrund) diskutieren Norbert Wex (links) und Michael Kramer die Ergebnisse ihrer Messungen.

Foto: Frank Vinken





Pas de deux im All: Wenn zwei Neutronensterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt tanzen, strahlen sie Gravitationswellen ab (links). Weil beide Körper dadurch ständig einen Teil ihrer Bewegungsenergie verlieren, nähern sie sich einander auf einer spiralförmigen Bahn langsam an, und ihre Umlaufperiode wird kürzer. Das Diagramm rechts zeigt die Verhältnisse bei dem Doppelpulsar PSR J0737-3039.

zehn Jahren Milgroms Theorie eine relativistische Form gegeben, indem er zusätzlich zur Raumkrümmung zwei weitere Hilfsfelder einführte.

AUF DER JAGD NACH GRAVITATIONSWELLEN

Bekensteins Alternative namens TeVeS weicht von der einsteinschen Theorie in der Vorhersage der abgestrahlten Gravitationswellen vor allem in starken Feldern ab. Deswegen eignet sich der Doppelpulsar in einzigartiger Weise für die Nagelprobe. Das Ergebnis ist eindeutig: Die Messwerte stimmen bis auf 0,05 Prozent mit der Vorhersage der allgemeinen Relativitätstheorie überein. Bekenstein kann diese nur dann erklären, wenn er sehr spezielle, unphysikalische Bedingungen annimmt. „Aus unserer Sicht ist TeVeS damit widerlegt“, fasst Norbert Wex die Ergebnisse zusammen.

Einmal mehr also hat Einstein alle Tests mit Bravour bestanden. Doch die Bonner Max-Planck-Astronomen steuern ein weiteres großes Ziel an – den direkten Nachweis von Gravitationswellen. Und der geht so: Eine Gravitationswelle staucht und dehnt den von ihr durchquerten Raum. Dabei verkürzen und verlängern sich kurzzeitig die Abstände im Raum. Solche Mikroverwerfungen versuchen Physiker schon seit einigen Jahren mit Laserinterferometern zu messen. Eines dieser im weltweiten Verbund arbeitenden Instrumente namens Geo600 befindet sich in der Nähe von Hannover und wird vom Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik betrieben.

Diese Geräte sind für Gravitationswellen mit Frequenzen zwischen einigen zehn und tausend Hertz ausgelegt, entsprechend Wellenlängen zwischen 100 und 10 000 Kilometern. Sie sollten vorwiegend von verschmelzenden Neutronensternen und von schwarzen Löchern sowie explodierenden Sternen (Supernovae) stammen. Diesen Bereich wollen die Bonner Radioastronomen zusammen mit Kollegen aus aller Welt im Rahmen des Pulsar Timing Array ergänzen, und zwar in der Größenordnung von Nanohertz, also bei Wellenlängen von einigen zehn Lichtjahren.

Hier erwarten die Forscher Signale von zwei verschmelzenden, supermassereichen schwarzen Löchern, wie sie in den Zentren von Galaxien existieren. „Im jungen Universum, als die Sternsysteme noch näher beisammen waren, sollte es häufiger zu Kollisionen und dem Verschmelzen schwarzer Löcher gekommen sein“, sagt Michael Kramer. Doch wie kann man das mit Pulsaren feststellen?

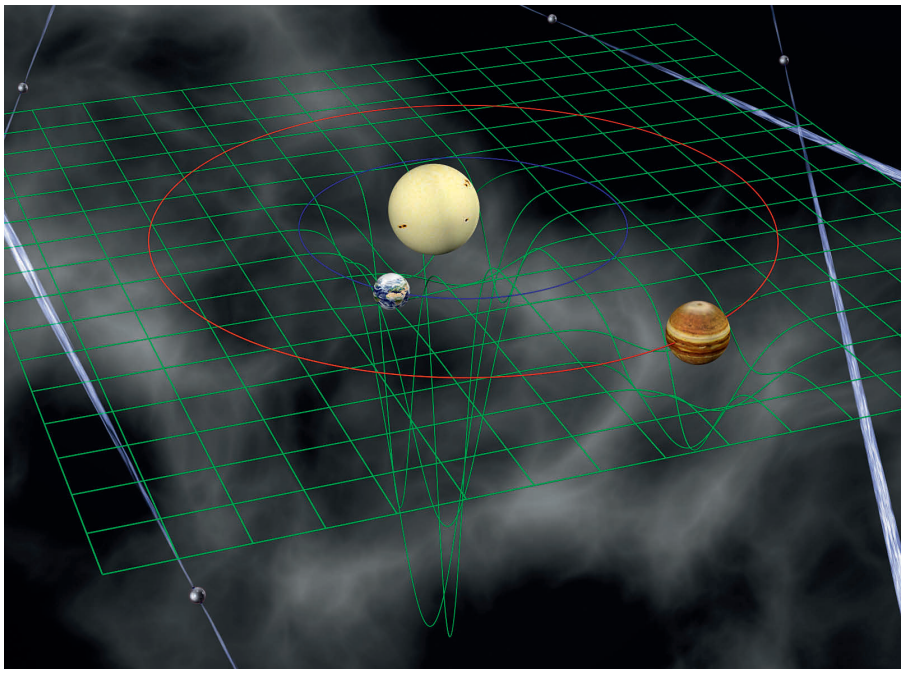
Nähert sich eine Gravitationswelle der Erde, so verzerrt sie den Raum in der Umgebung des Sonnensystems und verändert die Abstände zwischen den ankommenden Pulsarsignalen. Aufgrund einer besonderen Eigenart dieser Wellen wird die Entfernung in der einen Richtung verkürzt und in der Richtung senkrecht dazu vergrößert. Das äußert sich in einer Änderung der Ankunftszeiten der Pulsarsignale, die am Himmel korreliert ist: Während die Signale aus der einen Richtung früher eintreffen als im Normalfall, kommen die Signale aus einem um 90 Grad versetzten Himmelsbereich später an.

KOSMISCHE LEUCHTTÜRME ERHELLEN DIE ASTRONOMEN

Die Astronomen benötigen für ihre Suche nach Gravitationswellen rund vierzig Pulsare mit maximaler Ganggenauigkeit am gesamten Himmel. Bisher beobachten sie etwa dreißig, um deren Genauigkeit im Laufe des Experiments zu bestimmen. Um weitere kosmische Leuchttürme aufzuspüren, arbeiten die Bonner Forscher intensiv mit dem Kollegen Holger Pletsch vom Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Hannover zusammen.

Pletsch, frischgebackener Heinz Maier-Leibnitz-Preisträger, hat eine Methode

Fotos: NASA (links), MPI für Radioastronomie - Michael Kramer



Das Sonnensystem auf der Waage: Die Massen von Sonne und Planeten krümmen den Raum und beeinflussen so die Ankunftszeit von Pulsarsignalen auf der Erde. Über die Korrektur der Zeitfehler der Pulsarsignale lassen sich die Massen der Planeten mit hoher Genauigkeit abschätzen. Das Messverfahren ist kompliziert, die Raumkrümmung hier nur schematisch dargestellt.

entwickelt, um die riesigen Datenmengen der Gravitationswellendetektoren wie GEO600 zu analysieren. Doch mit ihr kann man auch in den Daten der Radioteleskope die Piepser der Pulsare aufspüren. „Auf diese Weise haben wir schon mehr als zehn weitere Pulsare gefunden“, sagt Kramer.

DIE RAUMKRÜMMUNG IST NICHT ZU VERNACHLÄSSIGEN

Allerdings eignen sich nur wenige Pulsare für dieses Vorhaben, denn die Forscher müssen die Pulse über Jahre hinweg mit einer Genauigkeit von weniger als 100 Nanosekunden aufzeichnen. Außerdem müssen sie die Raumkrümmung berücksichtigen, welche die Körper in unserem Sonnensystem verursachen. Auch sie verzögert die Ankunftszeit der Signale. Kennt man etwa die Masse des Planeten Jupiter nicht genau genug, ist auch der Schwerpunkt des Sonnensystems nicht exakt bekannt. Als Folge davon schwanken die ermittelten Ankunftszeiten genau mit Jupiters Bahnperiode.

Aus diesem Grund hat ein internationales Team unter der Leitung von Kramers Kollegen David Champion eine genaue Messung der Massen der Riesenplaneten vorgenommen. „Dadurch konnten wird zum ersten Mal Planeten inklusive aller Monde und Ringe komplett wiegen“, sagt Champion. Und das mit einer Präzision, wie sie sich bisher nur mit Raumsonden erzielen ließ.

Zurzeit nutzen die Radioastronomen für das Pulsar Timing Array mehrere weltweit verteilte Antennen, darunter das 100-Meter-Radioteleskop in Effelsberg. Vom nächsten Jahrzehnt an wird ihnen das neue Square Kilometre Array (SKA) zur Verfügung stehen, das in Südafrika und Australien entsteht. Im Endausbau soll es hundertmal empfindlicher sein als der Riese von Effelsberg.

„Wenn wir mit dem SKA keine Gravitationswellen nachweisen, ist etwas faul“, sagt Michael Kramer. In diesem Fall würden entweder die Modelle der Kosmologen über das Verschmelzen von schwarzen Löchern im jungen Universum nicht stimmen, oder Albert Einstein hätte mit der Vorhersage der Gravitationswellen doch nicht recht gehabt. Die zweite Möglichkeit halten die Bonner Radioastronomen jedoch für nahezu ausgeschlossen. ◂

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

- **Rund 2200 Pulsare – kompakte Neutronensterne – kennen die Astronomen bisher.**
- **Aufgrund ihrer großen Schwerkraft und der einzigartig präzisen Rotation eignen sich Pulsare für allerlei physikalische Tests.**
- **Forscher überprüfen etwa Aussagen der allgemeinen Relativitätstheorie oder testen alternative Modelle zu Einsteins Gedankengebäude.**
- **Pulsare dienen auch zum direkten Nachweis von Gravitationswellen, die bisher aber noch nicht gefunden wurden.**

GLOSSAR

Allgemeine Relativitätstheorie (ART): Die 1915 von Albert Einstein (1879 bis 1955) vorgelegte Theorie beschreibt die Wechselwirkung zwischen Materie sowie Raum und Zeit. Eine zentrale Rolle in der ART spielt die Gravitation, die als geometrische Eigenschaft der gekrümmten vierdimensionalen Raumzeit gilt.

GEO600: Die Anlage auf einem Feld bei Ruthe nahe Hannover besteht aus zwei jeweils 600 Meter langen, mit Wellblech abgedeckten Gräben. Darin laufen die Strahlen eines Lasers, die an den Enden der Röhren reflektiert werden, am Strahlteiler wieder zusammenlaufen und dort auf einen Detektor treffen. Gehen Gravitationswellen durch die Anlage, wird die Raumzeit gestaucht, und das Licht weist winzige, aber messbare Laufzeitunterschiede auf.

Neutronenstern: Hat ein Stern seinen Brennstoff verbraucht, setzt die Energieproduktion aus. Der Gasdruck verschwindet, und die Schwerkraft lässt den inneren Teil des Sterns in Bruchteilen von Sekunden in sich zusammenstürzen. Beträgt die Masse dieses Kerns zwischen 1, 4 und etwa 3 Sonnenmassen, so bildet sich ein Neutronenstern. Masseärmere Sterne enden als weiße Zwerge, schwerere als schwarzes Loch. Die äußere Hülle wird ins All abgesprengt und leuchtet als Supernova auf.

Square Kilometre Array (SKA): Das Square Kilometre Array ist ein Radioteleskop mit einer Gesamtsammelfläche von rund einem Quadratkilometer. Seine Empfindlichkeit soll jene herkömmlicher Antennen um ein Vielfaches übertreffen. Außerdem werden die Astronomen mit der Anlage den Himmel zehntausendfach schneller absuchen können als bislang. Das SKA wird in Südafrika und Australien gebaut und soll 2023 komplett fertiggestellt sein.

Grafik: MPI für Radioastronomie – David Champion

Anzeige

Sonderpreis für technologische Gründungsidee zu gewinnen!

Anmeldung zur Teilnahme an start2grow 2014 ab sofort möglich.

Technologie und Forschung werden in Dortmund groß geschrieben: Dies belegt einmal mehr der bundesweit ausgelobte Gründungswettbewerb start2grow 2014. Unter dem Motto „Wir machen Sie fit für Ihre Gründung!" unterstützt start2grow technologieorientierte Gründerinnen und Gründer aus ganz Deutschland dabei, ihre Ideen und Forschungsergebnisse in einen realisierbaren Businessplan zu überführen. „Das Ziel des start2grow-Wettbewerbs reicht jedoch weiter als bis zur Erstellung eines Businessplans. Wir begleiten die Gründerinnen und Gründer bis an den Start des eigenen Unternehmens", erläutert Sylvia Tiews, Teamleiterin von start2grow.

Im Rahmen des Gründungswettbewerbs gibt es ein vielfältiges Angebot: Mehr als 600 ehrenamtliche Coaches - selbstständig tätig oder als Experten aus Unternehmen entsandt - vermitteln den Teilnehmern Wissen und wertvolle Kontakte zu Partnern aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und Kapital. In zwei Phasen des Wettbewerbs gibt es hohe Geld- und Sachpreise zu gewinnen. „Der Sonderpreis „Technologie" wird für eine innovative, technologieorientierte Geschäftsidee vergeben", erläutert Sylvia Tiews. „Das Preisgeld von 30.000 EUR können die Gewinner nutzen, um Dienstleistungen der Dortmunder Kompetenzzentren, z.B. der MST.factory dortmund, dem BioMedizin-ZentrumDortmund oder dem Zentrum für Produktionstechnologie, in Anspruch zu nehmen, in Büros einzuziehen oder spezielle Infrastruktureinrichtungen wie Labore, Reinräume oder Maschinen zur Entwicklung von Prototypen zu mieten". Gründerinnen und Gründer aus ganz Deutschland sind herzlich eingeladen in Dortmund aktiv zu werden - mit einem potenzialträchtigen Businessplan können sie den Sonderpreis gewinnen.

Ergänzt werden diese Angebote durch ein innovatives Umfeld: In Dortmund finden sich namhafte Unternehmen, international renommierte und spezialisierte Forschungsinstitute sowie technisch orientierte Hochschulen mit einer Vielzahl von Lehrstühlen und Nachwuchskräften. Unterschiedliche Fachdisziplinen laden regelmäßig zu Expertengesprächen, Fachkonferenzen und Messen ein. Entwickler, Entscheider und Innovatoren aus ganz Europa tauschen sich in Dortmund aus. Durch dieses Spektrum an Angeboten ist Dortmund zu einem innovativen Hightech-Standort gewachsen. www.hightech-guide-dortmund.de

Gründungswettbewerb start2grow

„Wir machen Sie fit für Ihre Gründung!" Unter diesem Motto unterstützt der start2grow-Wettbewerb Gründerinnen und Gründer aus ganz Deutschland dabei, ihre Geschäftsideen in die Tat umzusetzen. Beim Gründungswettbewerb stehen mehr als 600 ehrenamtliche Coaches bereit, um die Teilnehmer mit Wissen und wertvollen Kontakten zu unterstützen. Mehr als 4.000 Teams haben an den bislang 31 Wettbewerben teilgenommen. Erfolgsbilanz: Über 900 Unternehmen wurden erfolgreich gegründet und haben mehr als 5.200 Arbeitsplätze geschaffen. Der Gründungswettbewerb, als einziger deutschlandweit nach ISO 9001 für sein Qualitätsmanagement zertifiziert, steht Gründungsideen aus allen Branchen offen, zusätzliche Angebote gibt es für die Sonderdisziplin „Technologie". start2grow ist eine Initiative des dortmund-project, eines Geschäftsbereichs der Wirtschaftsförderung Dortmund.

www.start2grow.de

Kontakt:
Sylvia Tiews, Wirtschaftsförderung Dortmund
Töllnerstraße 9-11, 44122 Dortmund
Telefon-Hotline: 0800 – 4 782 782 (unentgeltlich aus dem dt. Festnetz und den Mobilfunknetzen)

Wir machen Sie fit für Ihre Gründung.

Sie haben eine zündende Geschäftsidee? Mit dem Gründungswettbewerb start2grow 2014 starten Sie erfolgreich durch!

Bundesweiter Wettbewerb:
- Kostenfreie Teilnahme
- Hohe Geld- und Sachpreise
- Netzwerk mit mehr als 600 Coaches
- Alle Branchen plus Sonderdisziplin „Technologie"

Start ab 11. November 2013. Jetzt anmelden: **www.start2grow.de**

start2grow
Eine Initiative des dortmund-project.