

„Mit Gravitationswellen kommen wir Urknall näher“

Bei der Lisa-Mission der Europäischen Weltraumagentur sollen laufend Gravitationswellen gemessen werden. Die Physikerin **Gudrun Wanner** ist an der Mission beteiligt.

INTERVIEW: *Tanja Traxler*

Wien – Am 12. April 1961 flog der sowjetische Kosmonaut Juri Gagarin als erster Mensch in den Welt- raum. Um das zu feiern, finden weltweit jährlich an diesem Tag themenbezogene Veranstaltungen statt. In Wien sprach die deutsche Physikerin Gudrun Wanner bei der vom Verkehrsministerium und von der FFG unterstützten Veranstaltung „Yuri's Night“ des Österreichischen Weltraum-Forums im Naturhistorischen Museum über Gravitationswellen.

STANDARD: *Als der erste Nachweis von Gravitationswellen im Februar 2016 bekanntgegeben wurde, war von einer „neuen Ära der Astronomie“ die Rede – was konnten wir bisher durch Gravitationswellen über das Universum lernen?*

Wanner: Mit der allerersten Messung hatten wir schon etwas ganz Neues gefunden: Schwarze Löcher in einem Doppelsystem. Zuvor gab es solche Systeme nur auf dem Papier. Außerdem hatten beide Schwarzen Löcher eine Masse, die es zuvor auch nur auf dem Papier gab: Alle Schwarzen Löcher, die bis dahin beobachtet worden waren, hatten Massen unter dem 20-Fachen der Masse unserer Sonne. Auch die Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher zu einem großen war ein rein theoretisches Konzept gewesen.

STANDARD: *Wie geht es weiter in der Gravitationswellenastronomie?*

Wanner: Wir können nun Neues erfahren, indem wir das Universum mit Gravitationswellen beobachten. Es gibt Objekte, die kein Licht ausstrahlen – etwa Schwarze Löcher. Wir sind auch interessiert an Supernovae und der Verschmelzung von Neutronensternen oder Weißen Zwergen.



Gudrun Wanner ist Astrophysikerin an der Uni Hannover.

Foto: privat

STANDARD: *Werden Gravitationswellen künftig eine ebenso wichtige Rolle in der Astronomie spielen wie elektromagnetische Wellen?*

Wanner: Meine Meinung ist: auf jeden Fall. Wenn wir etwa weit hinaus blicken ins Universum in Richtung Urknall, bekommen wir mit elektromagnetischen Wellen keine Informationen. Mit Gravitationswellen kommen wir viel näher an den Urknall heran. Auch wissen wir nichts über die Menge von Schwarzen Löchern, die da draußen sind – elektromagnetische Wellen haben uns darüber nichts verraten. Wenn ihre Anzahl viel höher ist, als wir annehmen, könnten wir vielleicht auch Dunkle Materie erklären.

STANDARD: *Welche technischen Voraussetzungen sind dafür nötig?*

Wanner: Es ist gar nicht so einfach zu sagen, was die nächsten Schritte sind, weil auf sehr vielen Ebenen parallel gearbeitet wird. Zum

einen arbeitet Ligo (US-Gravitationswellenobservatorium, Anm.) daran, die Sensitivität zu verbessern. Der Gravitationswellendetektor Virgo ist nun fertig umgebaut, es wurden aber noch keine Messergebnisse veröffentlicht. Geo600 (Detektor bei Hannover, Anm.) arbeitet weiter. Zusätzlich soll es Ligo India geben. Außerdem warten wir gespannt auf den japanischen Gravitationswellendetektor Kagra, und auch Studien für einen europäischen Detektor der sogenannten dritten Generation werden betrieben. Es gibt also viel Arbeit, allein schon auf der Erde. Parallel läuft die Arbeit für Detektoren im Weltall.

STANDARD: *Sie sind am Erprobungssatellit Lisa Pathfinder der Europäischen Weltraumagentur (Esa) beteiligt, der 2015 gestartet ist. Was ist Ihr bisheriges Fazit?*

Wanner: Lisa Pathfinder ist sehr erfolgreich gewesen. Die Mission hat gezeigt, dass die Technologie für Lisa (geplanter Gravitationswellendetektor im All, Anm.) funktioniert.

STANDARD: *Wo stehen die Vorbereitungen für die Mission Lisa nun?*

Wanner: Wir haben ein Konzept bei der Esa eingereicht. Darin haben wir vorgeschlagen, dass wir gerne ein Laser-Dreieck mit 2,5 Millionen Kilometer Armlänge hätten, drei identische Satelliten, 30-Zentimeter-Teleskope. Jetzt wird das von einem Expertenteam der Esa überprüft. Die Esa plant, 2034 einen Gravitationswellendetektor ins All zu schicken. Wegen der positiven Ergebnisse von Ligo und Lisa Pathfinder ist das Interesse an einem früheren Starttermin aber sehr hoch.

STANDARD: *Wann ist es so weit?*

Wanner: Ich denke, Lisa wird zwischen 2030 bis 2034 starten, dann dauert es ein paar Monate, bis der Orbit erreicht ist. Anschließend richten sich die drei Satelliten aufeinander aus. Wenn das Laser-Dreieck erst einmal steht, werden wir sofort Gravitationswellen messen. Das werden viele Signale gleichzeitig sein – dabei wird spannend, all diese Gravitationswellen auseinanderzuidividieren.

STANDARD: *Was ist Ihre Aufgabe?*

Wanner: Ich bin Expertin für Laser-Interferometrie und bin bei Lisa Pathfinder an der Datenanalyse beteiligt. Für Lisa habe ich die Interferometrie für einen Prototyp mitentwickelt und Linsensysteme mitdesignt.

STANDARD: *Wie unterscheiden sich die beiden Missionen?*

Wanner: Bei Lisa dreht sich alles darum, die Signale von Gravitationswellen zu analysieren. Bei Lisa Pathfinder geht es darum, das Rauschen zu verstehen – da gibt es keine Gravitationswellensignale. Je besser man das versteht, umso eher kann man Störungen unterdrücken und so Lisa verbessern.

STANDARD: *Hat Sie der Gravitationswellen-Nachweis überrascht?*

Wanner: Nein, aber wenn man jahrelang darauf wartet, ist der Zeitpunkt, in dem es Wirklichkeit wird, ein beeindruckendes Moment.

GUDRUN WANNER (36) ist Physikerin am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Hannover.

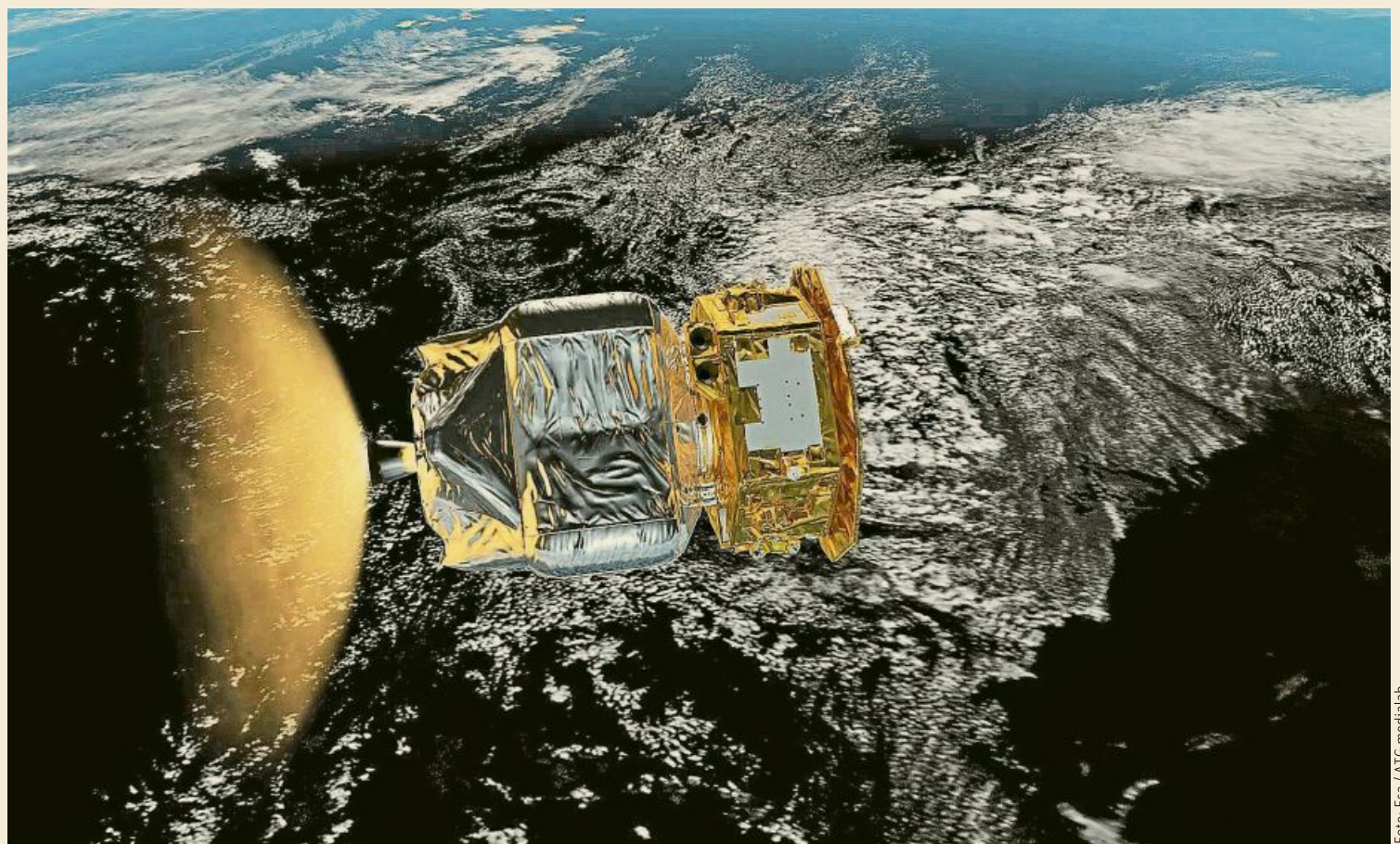


Foto: Esa / ATG mediablab

Der Satellit Lisa Pathfinder (im Bild), der 2015 gestartet ist, hat erfolgreich Technologien getestet, mit denen die Europäische Weltraumagentur (Esa) ab 2034 ein Gravitationswellenobservatorium im All betreiben will. Der Erfolg nährt Hoffnungen auf einen früheren Start.

WISSEN

Die Ära der Gravitationswellen

Die Bekanntgabe der erstmaligen Messung von **Gravitationswellen** durch das US-Gravitationswellenobservatorium Ligo war die wissenschaftliche Sensation des Jahres 2016. Bei den von Albert Einstein in seiner **allgemeinen Relativitätstheorie** 1916 vorhergesagten Wellen handelt es sich um **Störungen in der Struktur von Raum und Zeit**, die etwa bei der **Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher** oder **Sternexplosionen** entstehen.

Bisher konnten Gravitationswellen **zweimal direkt nachgewiesen** werden. Forscher erwarten, dass derartige Messungen in einigen Jahren Routine werden könnten und dadurch neue Einsichten über den **Ursprung des Universums**, **Schwarze Löcher** und andere astronomische Phänomene und Objekte ermöglicht werden. (trat)

DAS AKTUELLE WISSENSCHAFTSBUCH

Immer neue Fragen zur Anziehung zwischen Körpern

Seit Jahrtausenden sind Menschen bestrebt, dem Geheimnis der Anziehungskraft auf die Schliche zu kommen. In der Terminologie der Physik wird dabei von „Gravitation“ gesprochen. Ein neuer Band der Reihe „Very Short Introductions“ bietet nun eine prägnante Einführung in dieses Thema.

Im Vergleich zur elektromagnetischen Kraft, der Starken Wechselwirkung und der Schwachen Wechselwirkung ist die Gravitation bei weitem die schwächste der vier Grundkräfte der Physik. Über große Distanzen hinweg ist sie aber dennoch die dominierende Kraft, welche die Bewegungen der Körper im Universum lenkt. Ausgangspunkt für Timothy Cliftons Einführung sind die astronomischen Betrachtungen des deutschen Astronomen Johannes Kepler und die darauf aufbauende Theorie des englischen Naturforschers Isaac Newton.

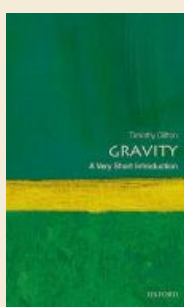
Newton war der Erste, der die Gravitation durch eine mathematische Formel beschrieb. Dabei formulierte er auch die erstaunliche Einsicht, dass es dasselbe Prinzip ist, das einen Apfel vom Baum Richtung Boden fallen lässt und das die Bewegungsbahnen der Planeten bestimmt – ein Gedanke, der die Welt für immer verändern sollte, wie Clifton schreibt. „Es war der Beginn einer Physik, wie wir sie heute kennen.“

Es bedurfte eines weiteren Genies, um Newton zu überwinden: Albert Einstein. Abermals war es die Erforschung der Gravitation, die Einstein zu seiner allgemeinen

Relativitätstheorie führte. Während Newton die Gravitation als Kraft zwischen Körpern formulierte, verstand Einstein sie als Effekt der Struktur des Raums.

Am Beispiel eines Apfels, der vom Baum fällt, heißt das Folgendes: Laut Newton fällt der Apfel, weil er aufgrund der enormen Masse der Erde von ihrer Schwerkraft angezogen wird. Nach Einstein führt die Masse der Erde dazu, dass sich die Raumzeit krümmt und gewissermaßen eine Mulde bildet, in die der Apfel wie von selbst hineinrollt. So ist Einsteins Verständnis der Gravitation auch mit völlig neuen Vorstellungen über die Natur von Raum und Zeit verbunden.

Die Oxford-University-Press-Reihe „Very Short Introductions“ umfasst mit über 500 Bänden und Titeln von A wie *Adolescence* bis Z wie *Zionism* ein wahrlich breites Spektrum an Wissensgebieten. Auch bei *Gravity* lohnt sich der Versuch, einen Experten eine komprimierte Einführung in sein Wissenschaftsfeld vorlegen zu lassen. So ist der Exkurs in die Gravitation durch den Lektor für Kosmologie an der Queen Mary University of London nicht nur von einer gesunden Portion Enthusiasmus getragen, sondern zeigt auch offene Fragen auf – zum Beispiel: Wie lassen sich Gravitation und Quantenphysik zusammenführen? Ein Thema, in das man ebenfalls gerne eine kurze Einführung bekommen würde. (trat)



Timothy Clifton, „Gravity. A Very Short Introduction“. € 9,99 / 103 S. Oxford University Press, Oxford 2017

WAS KOMMT

■ **Zukunft von Weizen** Anlässlich des 13. Internationalen Symposiums für Weizengenetik findet am 25. April ab 19.30 Uhr eine Podiumsdiskussion zum Thema „Weizen – ein Grundnahrungsmittel der Menschheit“ statt. Es diskutieren u. a. Eva Stöger, Professorin für molekulare Physiologie an der Universität für Bodenkultur, und Hans Braun, Leiter des Weizenprogramms der NGO Cimmyt – im Danubium Tulln, Brüdergasse 1 in Tulln an der Donau. Anmeldung: officebp@groupwise.boku.ac.at <http://iwgs2017.boku.ac.at>

■ **Europa und Demokratie** Das im Jahre 2016 gegründete Department für Europapolitik und Demokratieforschung der Donau-Universität Krems wird am 27. April ab 15.30 Uhr offiziell eröffnet. Es spricht u. a. der Schriftsteller Robert Menasse. Im Anschluss findet die Vernissage des Kunst- und Forschungsprojektes „Die Botschaft von Amikejo“ im Audimax der Donau-Uni statt. Am 28. April um 10 Uhr hält Ulrike Guérot, die das Department leitet, ihre Antrittsvorlesung im Seminarraum 2.4.

➔ www.donau-uni.ac.at/de/aktuell/news/archiv/25223/index.php