

Neutronensternverschmelzung – neue Gravitationswellen? [12. Okt.]

Das erdgebundene *Gravitationswellenobservatorium* **LIGO** (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*) hat dieses Mal wahrscheinlich nur den Anstoß für eine neue, ungewöhnliche Messung von **Gravitationswellen** gegeben. Weitere Detektoren und Teleskope im Optischen, Röntgen- und Gammastrahlenbereich scheinen den Ausschlag für die erste direkte Beobachtung und den Nachweis einer Verschmelzung zweier **Neutronensterne** gegeben.

Dieses Mal dreht sich alles nicht nur um Gravitationswellen, sondern andere Beobachtungen im *elektromagnetischen Spektrum*, Emissionen, die von **verschmelzenden Neutronensternen** stammen oder gar einer *Supernova*.

Falls sich dies bewahrheiten sollte, wäre das eine Sensation. Bisher hat LIGO drei Mal Signale verschmelzender Schwarzer Löcher erfolgreich beobachtet und dies kurz nach einem Upgrade der Anlage in den Vereinigten Staaten, beim letzten Mal mithilfe des Gravitationswellendetektors *Virgo* in Italien, in der Nähe der Touristenstadt Pisa.

Mehrere Pressekonferenzen am Montag

Am **Montag, den 16. Oktober**, wollen Repräsentanten des LIGO, Virgo und eine Auswahl von Forschern von 70 anderen Observatorien ihre neuen Beobachtungen bzw. deren Auswertung im *National Press Club* in Washington vorstellen. Der gleiche Ort wie bei der ersten Verkündung im Februar 2016. Die *Europäische Südsternwarte ESO* (*European Southern Observatory*) plant zur gleichen Zeit eine Pressekonferenz an ihrem Hauptsitz in Garching bei München.

Die Tatsache, daß derart viele Observatorien auf der ganzen Welt am gleichen Tag eine Pressekonferenz ankündigen ist wahrscheinlich ein Hinweis darauf, daß eine neue Messung von Gravitationswellensignalen mit den beobachteten Emissionen im elektromagnetischen Spektrum übereinstimmt. So etwas hat es bisher noch nicht gegeben.

Verschmelzende Neutronensterne?

Könnte es sich bei der **Entdeckung** um die Verschmelzung von Neutronensternen handeln? Zahlreiche Bemerkungen von Fachleuten und Gerüchte favorisieren dieses Szenario; denn die Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher erzeugt kein Licht. Im letzten Monat erklärten die verantwortlichen Wissenschaftler, daß man die letzte Beobachtung am LIGO nicht mit den dazugehörigen elektromagnetischen Beobachtungen in Einklang bringen könnte.

Das Merkwürdige ist, daß Teleskope, die im elektromagnetischen Spektrum beobachten, vom *Radio-* über den *Infrarotbereich* bis hin zu *Röntgen-* und *Gammastrahlen*, dagegen messen LIGO und Virgo Veränderungen der *Raumzeit*. Nur Ereignisse wie *Supernovae* sowie die Verschmelzung von Schwarzen Löchern und Neutronensternen sind so energiereich, daß Gravitationswellen entstehen können.

Bereits seit August vermuten zahlreiche Wissenschaftler, daß es sich dieses Mal um die Beobachtung einer Verschmelzung von Neutronensternen handeln könnte (Abb. 1).



J Craig Wheeler
@ast309



New LIGO. Source with optical counterpart. Blow your sox off!

7:25 PM - Aug 18, 2017

Abb. 1 Twittermeldung von Craig Wheeler vom 18. August.

In einer Meldung vom 18. August meldete Wheeler die mögliche Detektierung eines Gravitationswellenereignisses zweier miteinander verschmelzender Neutronensterne.

© Twitter

Der **Hinweis** erfolgte durch Beobachtungen der *Galaxie NGC 2993* im Sternbild *Wasserschlange* (Hyd). Die Galaxie ist 130 Millionen *Lichtjahre* entfernt. Zudem twitterten mehrere Astronomen, beispielsweise *Peter Yoachim* und *Craig Wheeler*, über ein **optisches Gegenstück** einer Gravitationswellenbeobachtung. Wheeler entschuldigte sich anschließend für die frühe Veröffentlichung seines Kommentars. Zudem wurde am 22. August bekannt, daß die Galaxie NGC 4933 einen Kandidaten für die Verschmelzung zweier Neutronensterne enthält.

Wenn renommierte Fachzeitschriften wie *Nature*, *Science* und andere diese Gerüchte aufnehmen und ausführlich darüber berichten, scheint darin zumindest ein Körnchen Wahrheit zu stecken.

Was geschieht bei der Verschmelzung von Neutronensternen?

Bei Neutronensternen handelt es sich um eines von mehreren möglichen *Endstadien* eines alten entwickelten Sterns. Ein Neutronenstern entsteht, wenn ein großer Stern mit einer Masse von 8-30 *Sonnenmassen* am Ende seines Lebens als Supernova endet. Ein derartiger Stern ist nicht viel größer als eine große Stadt, er besitzt einen Durchmesser von rund 20 Kilometern.

Am Ende seiner Entwicklung enthält der Neutronenstern eine Masse von 1,4 *Sonnenmassen*, die jedoch nicht – wie bei der Sonne – in einem heißen Gasball mit einem Durchmesser von 1,4 Millionen Kilometern stecken, sondern lediglich in 20 Kilometern – ein derartiger Stern ist 70.000 mal kleiner als die Sonne. Die Dichte eines Neutronensterns ist enorm; ein Kubik-zentimeter Neutronensternmaterie wiegt mehr als der *Mount Everest*; anders gesagt: versuchen Sie ein Würfelzuckerstück anzuheben, in dem die Masse eines massiven Bergs wie dem Mount Everest steckt. Unmöglich!

Eine **Visualisierung** des *Albert Einstein-Instituts* auf einem *Supercomputer* zeigt, was geschieht, wenn zwei Neutronensterne kollidieren und ein Schwarzes Loch bilden [3]. Wenn Neutronensterne kollidieren ist das spektakulär: in der Simulation verschmelzen Neutronensterne mit Massen von 1,4 und 1,7 *Sonnenmassen*.

Am Beginn der Simulation (Abb. 2) befinden sie sich nur 11 Kilometer voneinander entfernt. Während die beiden dichten Sternreste umeinander kreisen, verformen die enormen *Gezeitenkräfte* ihre *Krusten*; dabei fliegt der kleinere Neutronenstern auseinander und schleudert seinen heißen, dichten Inhalt in die *Bahnenebene*, der um den 2. Neutronenstern kreist. Wenn die beiden Sterne verschmelzen, wird diese Materie von dem größeren Neutronenstern aufgesammelt, der dadurch kollabiert und in einem Schwarzen Loch endet.

Ein derartiges Ereignis ist deshalb besonders interessant, weil die Wissenschaftler annehmen, daß es von einem **Gammastrahlenereignis** (GRB – *Gamma Ray Burst*) begleitet wird. Derartige kurzzeitige GRBs emittieren die gleiche Energiemenge wie sie innerhalb eines Jahres von sämtlichen Sternen der Galaxie abgegeben werden, in dem sich die Neutronensterne befinden – allerdings in nur etwa 2 Sekunden. Wenn die Verschmelzung abgeschlossen ist, werden diese Ereignisse von Gammastrahlendetektoren auf der Erde oder im Weltraum beobachtet.

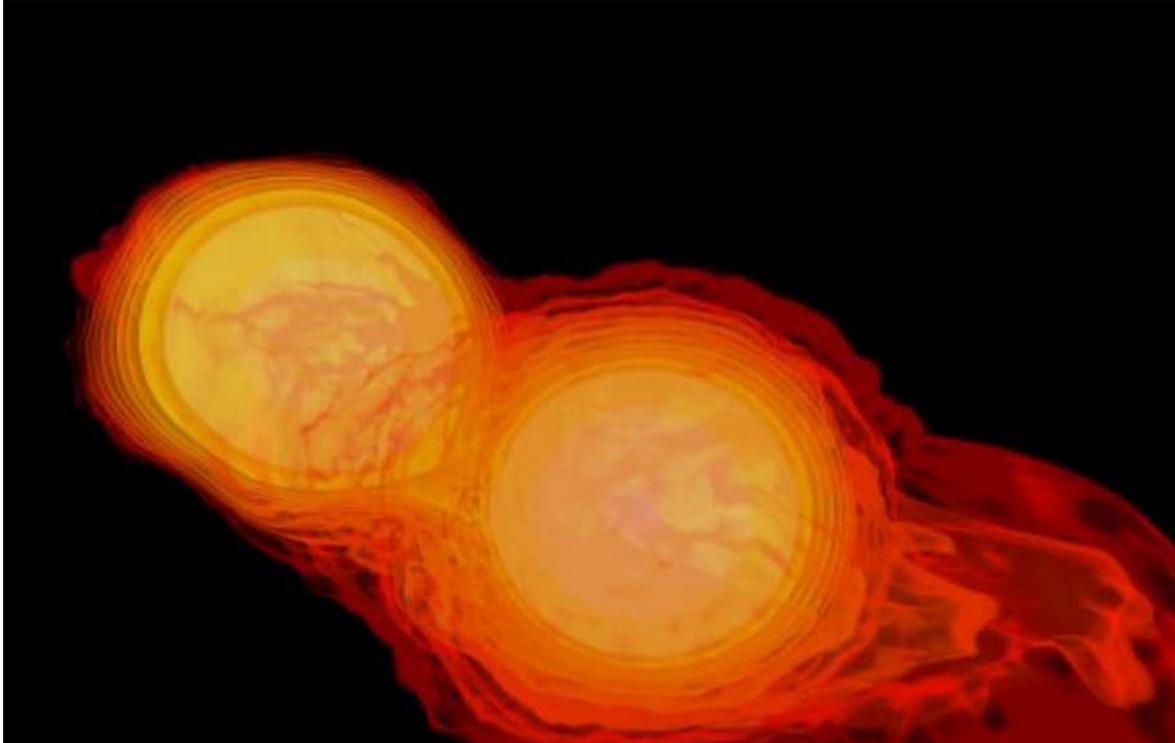


Abb. 2 Simulation der Verschmelzung zweier Neutronensterne.

Mithilfe eines Supercomputers simulierten Forscher die Ereignisse während der Verschmelzung zweier ungleicher Neutronensterne. Wahrscheinlich entsteht dabei am Ende ein Schwarzes Loch.

© AEI (Albert Einstein-Institut)-Potsdam-Golm

Viele Wissenschaftler erwarteten daher, daß die Pressekonferenz des LIGO im September die Entdeckung der Verschmelzung zweier Neutronensterne ankündigen würde. Jedoch war es erneut die Messung zweier verschmelzender Schwarzer Löcher. Das macht das Ganze noch merkwürdiger; nun vermuten die Wissenschaftler erst recht die Entdeckung einer neuen Art von Gravitationswellen, wahrscheinlich von Neutronensternen (Abb. 3).

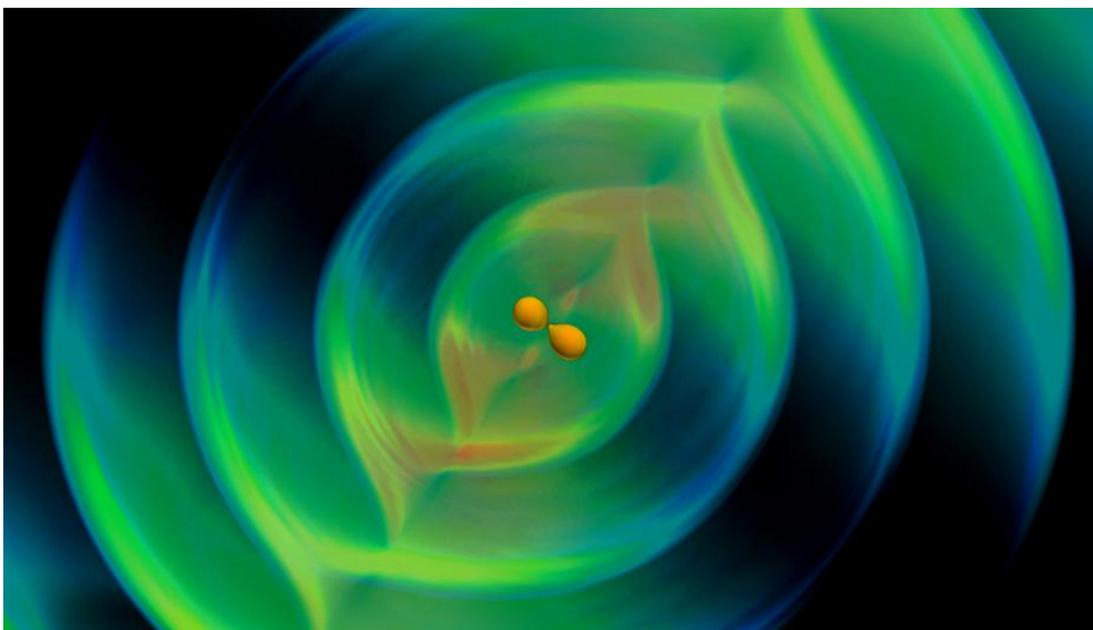


Abb. 3 Simulation der Gravitationswellen bei der Verschmelzung zweier Neutronensterne.

Die Simulation zeigt die Entstehung von Gravitationswellen, die bei der Verschmelzung eines Neutronensternsystems entstehen. Die zentrale (Dichte-)Region wurde um einen Faktor 5 gestreckt.

© AEI-Potsdam-Golm

Unterstützt wird diese Vermutung dadurch, daß die Pressekonferenz am Montag den **Fokus auf Gammastrahlenausbrüche oder Supernovae** legen wird und nicht primär auf Neutronensterne. Einige der Astronomen, die an der Pressekonferenz teilnehmen werden sind übrigens Spezialisten im Bereich Supernovadurchmusterungen und Gammastrahlen.

Falls es sich dabei um die Verbindung von optischen Beobachtungen PLUS Gravitationswellenmessungen handelt, wäre das sensationell und ein enormer Fortschritt im Bereich der *Multi-Beobachtungs-Astronomie*, die Fähigkeit unterschiedliche Beobachtungen und Messungen zu kombinieren, um extreme astronomische Phänomene zu entdecken, um damit ein vollständigeres Bild des Universums zu erhalten.

Details zur Pressekonferenz

<u>Datum:</u>	16. Oktober 2017
<u>Uhrzeit:</u>	16:00 Uhr
<u>Ort:</u>	National Press Club, Washington, D.C.
<u>Veranstalter:</u>	National Science Foundation (NSF)
<u>Teilnehmer :</u>	LIGO, Virgo, mehrere Observatorien
<u>Inhalt:</u>	Überblick über neue Entdeckungen, Details der beteiligten Teleskope, die mit LIGO und Virgo zusammenarbeiten

Programm:

10:00 a.m.

Moderator: France Córdova (Director NSF)

- David Reitze (Executive director, LIGO Laboratory/Caltech)
- David Shoemaker (Spokesperson, LIGO Scientific Collaboration/MIT)
- Jo van den Brand (Spokesperson, Virgo Collaboration/Nikhef, VU Univ. Amsterdam)
- Julie McEnery (Fermi Project scientist, NASA's Goddard Space Flight Center)
- Marica Branchesi (Virgo Collaboration/Gran Sasso Science Institute, Italy)
- Vicky Kalogera (Astrophysicist, LIGO Scientific Collaboration/Northwestern Univ.)

11:15 a.m.

Moderator: Jim Ulvestad (NSF acting assistant director for Mathematical and Physical Sciences)

- Laura Cadonati (Deputy spokesperson, LIGO Scientific Collaboration/Georgia Tech)
- Andy Howell (Staff scientist at Las Cumbres Observatory/UC-Santa Barbara)
- Ryan Foley (Assistant professor of astronomy and astrophysics, Univ. of California-Santa Cruz)
- Marcelle Soares-Santos (Assistant professor, Fermi National Accelerator Laboratory/Brandeis Univ.)
- David Sand (Assistant professor in astronomy, Univ. of Arizona)
- Nial Tanvir (Professor of astrophysics, Univ. of Leicester, UK)
- Edo Berger (Professor of astronomy, Harvard Univ.)
- Eleonora Troja (Research scientist at NASA Goddard Space Flight Center/Univ. of Maryland)
- Alessandra Corsi (Assistant professor, Department of Physics and Astronomy, Texas Tech Univ.)

Ob es sich bei der Pressekonferenz am Montag um Neutronensterne, Supernovae oder etwas völlig anderes handelt, sie wird sicherlich extrem interessant.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über astronomische Begriffe (*kursive Schreibweise*)
www.wikipedia.de

[2] Mehr Information über die bisherigen Entdeckungen von Gravitationswellen
http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_gravitationswellen_hauptseite.html

[3] Animation zweier verschmelzender Neutronensterne
<https://www.youtube.com/watch?v=vw2sLcyV7Vc>

[4] Mehr Information zur ESO und LIGO
www.eso.org
www.ligo.caltech.edu