



Auf der Suche nach Spitzentönen: Europäische Gravitationswellen-Detektoren messen erstmals gemeinsam in höheren Frequenzbereichen

Test neuer Technologien

Wissenschaftler der beiden europäischen Gravitationswellen-Observatorien GEO600 (Deutschland/Großbritannien) und Virgo (Italien) haben mit einer gemeinsamen Messkampagne begonnen, die bis September 2011 andauern wird. Während dieses so genannten Science Runs messen beide Observatorien erstmals gemeinsam in höheren Frequenzbereichen. Gleichzeitig werden Technologien für die zweite Generation der Gravitationswellendetektoren getestet. Für Virgo ist es der letzte Science Run vor dem Umbau zu einem Gravitationswellen-Detektor der nächsten Generation, zu Advanced Virgo.

Trotz unterschiedlicher Armlängen von 600 m bei GEO600 und 3000 m bei Virgo, erreichen beide Detektoren aufgrund innovativer Detaillösungen im Bereich von 1kHz bis 6kHz inzwischen die gleiche Empfindlichkeit. Sie könnte ausreichen, um Gravitationswellen von Sternexplosionen zu messen.

Der direkte Nachweis der von Albert Einstein vorausgesagten Gravitationswellen - winzigen Verzerrungen der Raumzeit - gehört zu den wichtigsten offenen Fragen der modernen Wissenschaft. Ihre direkte Beobachtung wird die Ära der Gravitationswellenastronomie einläuten und vollkommen neue Einblicke in unser Universum ermöglichen. Man wird, so hoffen die Wissenschaftler, beispielsweise zurück bis in die erste Billionstel Sekunde des Universums sehen und viele Rätsel über die Entstehung des Universums lösen können. Bisherigen Beobachtungsmethoden blieben diese Einsichten verwehrt.

„Vergleicht man die Empfindlichkeiten von GEO600 und Virgo, sieht man sehr gut, dass beide Detektoren in einem Frequenzbereich ab ca. 600 kHz und höher eine vergleichbare Messempfindlichkeit erreichen.“ sagt Dr. Hartmut Grote, Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut/AEI). „Für uns ist es deshalb sehr interessant, jetzt in diesem Bereich mit Virgo zusammen nach möglichen Gravitationswellen von Supernova-Explosionen oder Gammastrahlen-Ausbrüchen zu suchen.“

Die Wissenschaftler vermuten, dass Gammastrahlen-Ausbrüche z.B. von sich umkreisenden und miteinander verschmelzenden Neutronensternen oder schwarzen Löchern stammen könnten. Diese würden starke Gravitationswellen aussenden und sind damit interessante bekannte Referenzen für die Gravitationswellen-Suche. Die erwarteten Frequenzen hängen von der Masse der Objekte ab und können sich bis in den kHz-Bereich erstrecken. Die Signalstärke nimmt allerdings mit zunehmender Frequenz ab. Die Häufigkeit potentieller Messungen hängt daher stark von der Empfindlichkeitskurve der beiden Detektoren ab.

Signale vom Vela-Pulsar?

Virgo wird während des Science Runs auch nach Signalen des Vela-Pulsars suchen, dem Überrest einer großen Supernova-Explosion. Er sendet regelmäßige Pulse elektromagnetischer Strahlung aus – und zwar in Frequenzbereichen von Gamma-Strahlung bis zu Radiowellen. Seine Gravitationswellen-Frequenz liegt bei etwa 20Hz und könnte in diesem Science Run nur von Virgo wahrgenommen werden.

Nach Abschluss des gemeinsamen Science Runs

wird Virgo bis etwa 2014/2015 in die Umbauphase gehen. GEO600 wird in dieser Zeit als einziges laser-interferometrisches Gravitationswellen-Observatorium weltweit die Stellung halten – zusammen mit den italienischen Niedrigtemperatur- und Resonanz-Detektoren. In dieser Zeit können Gravitationswellen von kosmischen Ereignissen gemessen werden, die gleichzeitig von anderen Teleskopen, beispielsweise Gammastrahlen- oder Röntgen-Satelliten, beobachtet werden.

GEO600 als Prototyp und Observatorium

GEO600 hat mit seinen im Vergleich zu Virgo und LIGO deutlich kürzeren Armen die Wissenschaftler immer wieder zu Höchstleistungen angespornt. Auf diese Art und Weise wurden Technologien entwickelt, die heute auch in anderen Gravitationswellen-Observatorien eingesetzt werden und für eine höhere Empfindlichkeiten und stabile Messungen sorgen.

„Im Bereich hoher Frequenzen sind wir besonders empfindlich“, sagt Hartmut Grote dazu. „Wir haben dies u.a. mit einer um 50% höheren Laser-Leistung geschafft. Der wesentliche Schritt ist aber der Einsatz von dem, was wir gequetschtes Licht oder auch Squeezing nennen. Wir haben es im vergangenen Jahr in GEO600 eingebaut und testen es nun erstmals in einem offiziellen Science Run.“

Viele der neuen Technologien für die Detektoren der nächsten Generation wurden und werden in GEO600 entwickelt und getestet. Dazu gehören das

- „Signal Recycling“, eine Technologie zur Verstärkung des Gravitationswellensignals,
- Monolithische Aufhängungen (spezielle Glasfasern) der optischen Spiegel, die thermisch bedingte Messungenauigkeiten stark reduzieren,
- sowie elektrostatische Aktuatoren (Electro-Static actuators), die die Spiegel der Laserinterferometer am optimalen Arbeitspunkt halten und geringere Störungen verursachen als die bisher verwendeten elektromagnetischen Aktuatoren.

GEO600: Das deutsch-britische Observatorium ist in der Nähe von Hannover angesiedelt und wird von Forschern des AEI sowie der britischen Universitäten Glasgow, Cardiff und Birmingham betrieben. Finanziert wird das GEO-Projekt von der Max-Planck-Gesellschaft, dem Land Niedersachsen, der Volkswagenstiftung, sowie dem britischen Science and Technologies Facilities Council (STFC). GEO arbeitet eng mit dem Exzellenzcluster QUEST (Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research) in Hannover zusammen.

Weitere Informationen: <http://www.geo600.de>

Virgo: Französisch-italienisch-niederländisches Projekt mit 3 km langen Laserarmen in Cascina bei Pisa. Dieses Projekt hat sich von Anfang an auch die Messung bei besonders niedrigen Frequenzen zum Ziel gesetzt. Virgo wird von CNRS (Centre national de la

recherche scientifique) und INFN (Istituto Nazionale de Fisica Nucleare) finanziert.
Weitere Informationen: <http://www.virgo.infn.it/>

Contact & further information:

For GEO600: Susanne Milde; milde@mildemarketing.de; Tel.: +49.331.5839355
<http://www.geo600.org/>

For Virgo: Carlo Bradaschia; carlo.bradaschia@pi.infn.it; Tel.: +39.339.6722355
<http://www.ego-gw.it/>

Images:

For GEO600: <http://www.geo600.org/documents/the-geo600-photo-album>

For Virgo: <https://tds.ego-gw.it/itf/tds/file.php?callFile=VIR-0381A-11.tif>
(Caption: Aerial view of the Virgo interferometer at the European
Gravitational Observatory, Pisa, Italy.
Credits: EGO, Cascina, Pisa, Italy -)<http://www.ego-gw.it/>