



## Listen.UP- Der Podcast der Uni Potsdam

<b>Titel:</b>	<b>Tim Dietrich: Von Neutronensternen und Gravitationswellen</b>
<b>Episode:</b>	<b>26</b>

### *Sound / Musik Intro*

**Tim Dietrich:** Transfer für mich und auch hauptsächlich für meine Arbeit sind Verknüpfungen von verschiedenen Punkten. Zum einen Wissenstransfer von unserer Arbeit zur Allgemeinheit. Also da sind wir auch ganz stark involviert, um Visualisierungen zu machen, Videos darzustellen, wie denn Neutronensterne zusammenstoßen. Das finde ich eine ganz wichtige Sache. Wissenstransfer zwischen Wissenschaftlern selbst ist natürlich eine internationale Arbeit, die wir machen. Das heißt, wir müssen mit Kollegen reden, die Expertise haben. Die haben wir nicht. Wiederum wissen wir Dinge, die andere Kollegen nicht wissen. Und dann natürlich auch Wissenstransfer an die nächste Generation, der auch sehr viel Freude bereitet.

### *Sound / Musik*

#### **Sprecher Ansage (unter Musik): Listen.UP. Der Podcast der Uni Potsdam.**

**SprecherIn 1:** Heute: Von Neutronensternen und Gravitationswellen. - Mit Prof. Tim Dietrich.

**SprecherIn 2:** Tim Dietrich ist Professor für theoretische Astrophysik an der Uni Potsdam. Die Geheimnisse des Universums interessierten den aus Dessau in Sachsen-Anhalt stammenden Forscher schon sehr früh.

**Tim Dietrich:** Also, schon als Kind habe ich, fand ich Science-Fiction-Serien supertoll. Also Star Trek, Star Wars habe ich alles geschaut und es hat dann auch schnell dazu geführt, dass ich so ein bisschen verstehen wollte, wie das Ganze funktioniert und fand es dann, in der Schule war es noch zu kompliziert, aber im Studium sehr interessant, das dann selbst zu verstehen, also selbst nachrechnen zu können, wie so ein schwarzes Loch aufgebaut ist oder wie sich die Materie da verhält.

**SprecherIn 1:** Nach dem Studium in Halle und Jena und Stationen als Post-Doc am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Potsdam und dem niederländischen Forschungszentrum für subatomare Physik in Amsterdam ...

**SprecherIn 2:** ... wurde Tim Dietrich 2020, mit nur 31 Jahren, Professor für Theoretische Astrophysik an der Uni Potsdam. Grund dafür sei eine verbesserte Nachwuchsförderung und ...

**Tim Dietrich:** Man muss aber auch sagen, dass unser Feld gerade einen richtigen Boom erlebt hat. Also 2015 wurden erstmals Gravitationswellen - auf dem Gebiet arbeite ich - gemessen und 2016 wurde es der Öffentlichkeit dargestellt. 2017 gab es den Nobelpreis dafür. 2017 war dann auch noch mal eine Messung, bei der ich ganz stark involviert war, die dann auch ganz viele Preise bekommen hat, weil es eben so ein wissenschaftlicher Durchbruch war. Seit 100 Jahren hat man vermutet, dass es Gravitationswellen gibt, dass man die messen kann, und es ist eben vor ein paar Jahren passiert.

**Tim Dietrich:** Und jetzt ist es natürlich sehr gut, wenn man seine Karriere darauf aufbaut, dass so was vielleicht irgendwann gemessen wird und dann relativ früh so was auch stattfindet.

**SprecherIn 2:** Der wissenschaftliche Durchbruch vom 17. August 2017 war die Messung von Gravitationswellen beim Zusammenstoß von zwei Neutronensternen.

**SprecherIn 1:** An dieser Messung waren über 3000 Wissenschaftler weltweit beteiligt.

**Tim Dietrich:** Und da war es so, dass man gesehen hat, mit den Gravitationswellen-Detektoren - oder gemessen hat – dass eben zwei Neutronensterne zusammenstoßen. So ein Gravitationswellen-Detektor, der funktioniert halt dadurch, dass er Längenänderung misst. Und diese Änderung hat man messen können, das heißt man wusste okay irgendwo kam jetzt ein Gravitationswellen Signal her.

**SprecherIn 2:** Das Signal wurde allerdings nicht sofort als Gravitationswelle erkannt, da gleichzeitig eine starke Rauschquelle die Daten überlagerte.

**Tim Dietrich:** Zwei Sekunden später, hat ein Satellit der, also um die Erde drumherum fliegt, gesehen, dass ein Gamma Ray Gamma Blitz entdeckt wurde und man konnte dann feststellen, dass beides von der gleichen Region im Weltraum kam, konnte die miteinander verknüpfen und das war schon superwichtig und hat dazu geführt, dass in der Summe dann 70 Teleskope auf der Erde versucht haben, herauszufinden, ob da noch irgendwas ist. Und ungefähr zehn Stunden später hat man es dann geschafft und verschiedene Forschungsgruppen gleichzeitig geschafft und unabhängig voneinander eben noch Licht zu entdecken im infraroten Bereich, optischen Bereich, ultraviolette Strahlung, später auch Radiowellen, Röntgenstrahlung, all das wurde halt abgedeckt. Man beobachtet das Objekt immer noch und man sieht immer noch Strahlung davon. Obwohl das eben vor fünf Jahren passiert ist, sieht man immer noch die Signale davon.

### *Sound / Musik*

**SprecherIn 1:** Dieser Messung von Gravitationswellen bei einem Zusammenstoß von Neutronensternen, kam Tim Dietrichs voran gegangene theoretische Arbeit zugute.

**SprecherIn 2:** Er hatte Modelle darüber entwickelt, wie Gravitationswellensignale aussehen könnten und wie man sie mit Lichtsignalen verbindet, um den Aufbau von Neutronensternen besser zu verstehen.

**SprecherIn 1:** Neutronensterne sind sehr kompakte astronomische Objekte. Sie wiegen mehr als die Sonne, haben dabei aber nur einen Radius von zehn bis fünfzehn Kilometern.

**Tim Dietrich:** Das bedeutet, dass die Materie im Inneren extrem dicht ist. Also so ein Stück Würfelzucker würde irgendwie 100 Milliarden Tonnen wiegen. Extrem dicht. Und das schafft man nicht, irgendwie anders herzustellen. Also solche dichte Materie. Man möchte aber natürlich schon herausfinden, wie sie sich verhält, einfach um die Naturkräfte besser zu verstehen. Das heißt, wenn wir was über dichte Materie verstehen wollen, dann sollten wir uns Neutronensterne anschauen

**SprecherIn 2:** Man kann Neutronensterne zwar beobachten, man kann jedoch nur Lichtpunkte erkennen, keine hochaufgelösten Bilder.

**SprecherIn 1:** Allerdings kreisen Neutronensterne, so wie die Erde um die Sonne, häufig umeinander.

*Sound / Musik*

**Tim Dietrich:** Und jetzt passiert das und das hat mit Relativitätstheorie von Albert Einstein zu tun. Wenn Objekte umeinander kreisen und sich beschleunigt bewegen, dann senden sie Gravitationswellen ab. Bei den Gravitationswellen ist es so, dass sie Energie vom System wegnehmen und Drehimpuls. Und deshalb kommen eben die beiden Objekte immer näher und näher, bis sie irgendwann zusammenstoßen. Das dauert auch ganz, ganz lange, also viele Millionen Jahre, ehe eben auch ein kleiner Abstand überwunden ist und sie zusammenstoßen. Aber wenn sie das eben machen, diese wirklich schweren Objekte, dann bewegen Sie sich am Ende also mit 20 bis 30 % der Lichtgeschwindigkeit, also extrem schnell. Objekte, die wirklich stark massiv sind und kollidieren dann eben. Das ist so mit das Gewaltigste, was es so gibt im Universum und das kann man eben über Gravitationswellen messen oder eben auch über elektrische Strahlung, wenn diese Kollision selbst stattfindet.

**SprecherIn 2:** Je näher sich die Neutronensterne kommen, desto stärker werden die ausgesendeten Gravitationswellen und desto besser können die Forschenden sie messen.

**SprecherIn 1:** Gegenwärtig ist es möglich, die letzten ein bis zwei Minuten vor einer Neutronensternkollision zu messen.

**SprecherIn 2:** Neutronensterne sind aber nicht nur für die Gravitationswellenforschung interessant.

**Tim Dietrich:** Und man hat diese zwei Neutronensterne, die kollidieren, dann wird auch Materie weggeschleudert und diese Materie kommt von einem Neutronenstern. Das heißt, sie ist sehr, sehr dicht. Und innerhalb dieser dichten Materie können sich auch schwere Elemente formen. Also das Gold, was wir zum Beispiel auf unserer Erde haben oder auch Platin oder so, ist zu sehr, sehr großen Teilen dadurch entstanden, dass Neutronensterne irgendwo mal kollidiert sind. Dann wurde das eben ins Universum herausgeschleudert. Irgendwann später hat sich die Erde geformt. Das heißt, wir haben hier noch Überreste von solchen Neutronenstern Kollisionen.

**SprecherIn 2:** Neutronensterne umkreisen einander bis zu 100 Millionen Jahre, bis sie tatsächlich aufeinanderprallen. Allerdings gibt es so viele von ihnen, dass die Zusammenstöße häufig stattfinden.

**Tim Dietrich:** Das jetzt war ungefähr 130 Millionen Lichtjahre weit weg. Das heißt, dieser Zusammenstoß 130 Millionen Jahre früher in der Vergangenheit. Dann hat es 130 Millionen Jahre gedauert, ehe die Gravitationswelle ankam. Zwei Sekunden später kam die Lichtwellen davon an, weil sie auch später ausgesendet wurden. Also das ist für die Physik auch total interessant, diese zwei Sekunden, da kann man ganz viel daraus machen. Kann man messen, wie schnell Gravitationswellen sind, kann man Einsteinsche Relativitätstheorie quasi aus aufs Herz testen. Und das ist halt schon total spannende Sache, finde ich.

**SprecherIn 1:** Die Gravitationswellenmessung beruht auf internationaler Zusammenarbeit.

**SprecherIn 2:** Die Arbeitsgruppe von Tim Dietrich ist Teil der „LIGO-Virgo Kollaboration“ (Aussprache: 'laigo - 'virgo).

### *Sound / Musik*

**Tim Dietrich:** LIGO sind zwei Detektoren in den USA und Virgo ist ein Detektor in Italien. Und da arbeiten grob gesagt, ich glaube jetzt 1500, vielleicht 2000 Wissenschaftler zusammen, weil hinzukommt auch noch die KAGRA-Kollaboration, die jetzt dazugehört in Japan. Und das Gute ist, wenn man ein Netzwerk von Gravitationswellen-Detektoren hat, dann kann man Dinge besser messen, denn die Gravitationswelle geht ja durch die Erde durch und das heißt jeder Gravitationswellen-Detektor sollte anschlagen. Das heißt, man kann es miteinander vergleichen und kann Rauschquellen rausnehmen, kann viel besser messen.

**SprecherIn 1:** Gravitationswellen-Detektoren sind aufgebaut wie ein großes L, beide Armes des L's sind mehrere Kilometer lang.

**Tim Dietrich:** Das ist ein Verfahren, was man auch im Physikstudium lernt. Es ist schon über 100 Jahre alt. Und das wurde natürlich weiterentwickelt, mit ganz komplizierter Technik. Aber es sind wirklich große Detektoren, mehrere Kilometer lang, wo einfach Licht durch den Tunnel geschossen wird, reflektiert wird, zurückkommt und man misst das einfach über zwei Wege und schaut dann an am Ende. Okay, wir haben jetzt die gleiche Zeit gebraucht für diese Strecke, oder nicht? Und wenn sie die gleiche Zeit gebraucht haben, dann würde da keine Gravitationswelle drin sein. Wenn eben da ein kleiner Unterschied ist, dann weiß man, okay, da war eine Gravitationswelle oder dann war irgendwas. Und dann muss man natürlich mit den theoretischen Signalen vergleichen und sagen okay, war das eine Gravitationswelle oder nicht?

**SprecherIn 2:** Aktuell ist Tim Dietrich mit seiner Arbeitsgruppe u. a. mit der Vorbereitung einer neuen Messreihe im März 2023 beschäftigt.

**Tim Dietrich:** Prinzipiell ist es so, dass Gravitationswellen-Detektoren für eine gewisse Zeit messen. Dann werden sie runtergefahren, dann werden sie verbessert. Dann gehen sie wieder online, dann messen sie und so weiter und so fort. So ein interaktiver Prozess. Das wirkt am Anfang ein bisschen komisch, wenn man sich überlegt: Okay, ich habe jetzt was, das misst was, und wir können das sehen und ich lasse es einfach mal drei Jahre durchlaufen. Der Punkt ist aber, dass wenn man kleine Verbesserungen hat, dann sieht man ein deutlich größeres Volumen und sieht am Ende deutlich mehr Quellen.

**SprecherIn 1:** Für solche international vernetzten Messreihen müssen im Voraus Workflows entwickelt werden, die festlegen, welche Analysen getätigt werden und welche Teams welche Aufgaben übernehmen.

**Tim Dietrich:** Und wenn dann so viele Leute involviert sind, muss man auch vorher abklären, was passiert jetzt, wenn eine Messung stattfindet, weil dann eben die Dinge sehr, sehr schnell gehen müssen. Also wenn man was misst, muss man sehr schnell sich das angucken und eben auch den Kollegen Astronomen sagen können: Wir denken, es kommt aus dieser Region des Himmels. Wenn ihr wollt, schaut mit euren Teleskopen nach, vielleicht findet ihr was.

**SprecherIn 2:** In etwas fernerer Zukunft ist der Bau des Einstein-Teleskops, eines Gravitationswellen-Detektors der dritten Generations angedacht.

**SprecherIn 1:** Das Einstein-Teleskop soll voraussichtlich eine andere Form bekommen, als die gegenwärtigen Modelle.

*Sound / Musik*

**Tim Dietrich:** Das Einstein Teleskop, so wie es zurzeit überlegt ist, soll wahrscheinlich so ein Dreieck sein, als Gravitationswellen-Detektor, wo jeder Arm ungefähr zehn Kilometer groß ist, also zehn maximal zehn Kilometer und soll unterirdisch gebaut werden. Unterirdisch, weil man dadurch eben diese Geräuschquellen wie fahrende Autos oder irgendwelche Leute, die da oben langlaufen, reduzieren kann.

**SprecherIn 2:** Als Standorte für das neue Einstein-Teleskop, das wahrscheinlich um das Jahr 2035 erste Messungen liefern kann, sind die Region um Maastricht, Sardinien und die Lausitz im Gespräch.

**SprecherIn 1:** Auch Tim Dietrich ist mit seiner Arbeitsgruppe an der Planung des neuen Teleskops beteiligt.

**Tim Dietrich:** Ich bin zum Beispiel der Vorsitzende von so einer Teil-Organisation, die sich anschaut, wie eben diese Kern-Materie beobachtet werden kann, mit diesen Detektoren. Da gibt es wirklich Studien, die auch aussagen, wie muss ich diesen Gravitationswellen-Detektor bauen? Warum ist dieses Dreieck denn genau die beste Konfiguration, wären vielleicht zwei Ls, wie die jetzt auch aufgebaut sind, besser?

**SprecherIn 1:** Hinsichtlich der Bauweise und des Standorts des Einstein-Teleskops gibt es noch viele Entscheidungen, die auch auf Grundlage ihrer Kosten gefällt werden müssen.

**SprecherIn 2:** Es sei noch ein langer Weg, aber Tim Dietrich ist optimistisch:

**Tim Dietrich:** Das ist die relativ große Zukunftsmusik, die bezogen auf die letzten paar Jahre auch deutlich realistischer scheint. Es gibt noch nirgends eine feste Zusage, dass es gebaut wird, aber es scheint sehr, sehr wahrscheinlich, dass das der Fall sein wird.

*Sound / Musik*

**SprecherIn Absage: Listen-UP: der Podcast der Uni-Potsdam.**

**SprecherIn: Produziert von speak low im Auftrag der Innovativen Hochschule Potsdam.**