

# „Mir war ungefähr klar, was auf mich zukommen würde“

Über die Galaxie zum Nobelpreis: Ein Gespräch mit dem Astrophysiker **Reinhard Genzel** über Forschung in Deutschland und den USA, den Tanz der Sterne und die Frage, was sich im Inneren eines Schwarzen Lochs befindet.

Fragen **Ursula Heller**

Herr Genzel, hätte Ihnen als Jugendlicher jemand gesagt: „Reinhard, Du wirst einmal Nobelpreisträger“ – wie hätten Sie reagiert?

Mein Vater war Physiker und hat mir sozusagen als erster Lehrer sehr viel beigebracht. Ich will nicht abstreiten, dass da irgendwann auch einmal das Wort Nobelpreis gefallen ist, da er ein hervorragender Forscher in der Festkörperforschung war. Aber so etwas kann man nie planen. Man muss, das ist wichtig, wirklich für die Forschung brennen. Ich hatte eine humanistische Ausbildung und wollte eigentlich Archäologe werden. Aber dann wurde mir bewusst, dass in der Physik doch noch mehr Neues zu tun war.

Spätestens seit dem 6. Oktober 2020, dem Tag der Preisverkündung, sind Sie ein „Super-Promi“. Wie fühlt sich das an, und wie wichtig ist es für die Wissenschaft, dass es auch Stars gibt, die begeistern? Von anderen Nobelpreisträgern, die ich kannte, war mir ungefähr klar, was

auf mich zukommen würde. Aber die Geschwindigkeit und Hektik, in der das ablief, waren schon erstaunlich. Für die Vertretung der Wissenschaften in der Bevölkerung ist so ein Preis sehr wichtig, und ich werde mein Bestes tun, die Rolle auch auszufüllen – für die Max-Planck-Gesellschaft, in der ich seit über 35 Jahren arbeiten darf, und für mein Team. Denn eines ist klar: Diese Art von Forschung geht nur im Team, und mein Team hat den Preis genauso verdient wie ich.

Wie haben Sie den Tag erlebt? Hatten Sie das erwartet?

Nein, absolut nicht. Ich habe vor acht Jahren schon einen hohen Preis der Schwedischen Akademie bekommen, den Crafoord-Preis, der in gewissem Sinne der Nobelpreis für die Forschungsfelder ist, die keinen Nobelpreis haben, etwa die Mathematik und die Astronomie. Hinzu kam, dass in den letzten fünf Jahren die astrophysikalische Forschung bereits mehrfach gewürdigt worden ist. Als dann

der Anruf kam, war ich gerade in einer Online-Konferenz mit Kollegen. Da klingelte das Telefon, ich habe angenommen, es hat eine Weile gedauert, dann sagte eine Stimme „This is Stockholm“, und man bat mich, kurz zu warten. Ich dachte, was ist jetzt los, das kann ja gar nicht sein, und dann kam der Sekretär des Nobelpreiskomitees ans Telefon. Man hat mich gebeten, nichts zu verraten bis zur öffentlichen Verkündung 10 oder 15 Minuten später. Ich weiß noch, dass ich den Kollegen sagte, ich müsse jetzt raus aus der Konferenz und man möge in 15 Minuten den Fernseher anschalten. Das war ganz lustig, keiner wusste, worum es eigentlich ging.

Über die Galaxie zum Nobelpreis – das klingt nach einer langen Reise.

Ja, in der Tat. Vor mehr als hundert Jahren hat Albert Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie entwickelt. Dieses Werk war zunächst eine rein mathematische, sehr schwierige Formulierung, die anzuwenden keinesfalls einfach war.

**„Wir hatten  
überhaupt nicht  
erwartet, dass  
es Sterne gab, die  
so nah an ein  
Schwarzes Loch  
herankamen.“**

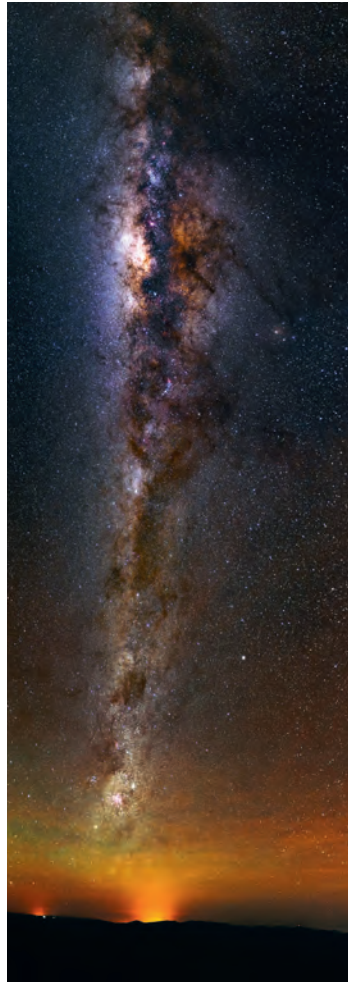
Reinhard Genzel im  
Supernova Planetarium  
der Europäischen  
Südsternwarte ESO in  
Garching bei München.



Dennoch gab es 1916 die erste Lösung der Gleichungen, bei der bereits die Schwarzen Löcher als eine mögliche Lösung herauskamen. Die ersten Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie im Sonnensystem waren gleich erfolgreich, und die Periheldrehung der Merkurbahn sowie die Lichtablenkung waren messbar geworden. Dadurch wurde Einstein weltberühmt. Aber dann dauerte es nochmal 50 Jahre, bis man auch die vollkommen unerwarteten Vorhersagen der Theorie experimentell angehen konnte. In den 1960er Jahren wurden die Quasare entdeckt, sehr weit entfernte, extrem helle Objekte. Die Energieproduktion in diesen sehr kompakten Objekten hat den Theoretikern immenses Kopfzerbrechen bereitet, bis die Idee aufkam, das könnten Schwarze Löcher sein, auf die Materie einfließt. Bevor diese Materie quasi hinter dem sogenannten Ereignishorizont verschwindet und damit nicht mehr sichtbar ist, wird sehr viel Energie produziert. Aber das blieb lange eine Hypothese, die man nicht belegen konnte, da die Quasare zu weit entfernt sind, um die Gravitation zu messen. So wurde erst einmal darüber nachgedacht, ob es Schwarze Löcher auch in näheren oder gar in unserer Galaxie geben könnte. Ich kam Ende der 1970er Jahre zum Nobelpreisträger Charles Townes, der diese Art von Forschung im Zentrum unserer Milchstraße begann.

Wir haben vorab viele Fragen per E-Mail bekommen. Ein siebenjähriger Junge fragt, was ein Schwarzes Loch eigentlich ist.

Dazu muss man wissen, dass Informationen in der Physik mit einer maximalen Geschwindigkeit übertragen werden können, und das ist die Lichtgeschwindigkeit. Wir kennen nichts, das sich schneller als die Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Die Großtat von Albert Einstein war, zu erkennen, dass sich auch das Licht nach der Gravitation richten muss. Stellen wir uns vor, wir schießen eine Rakete von der Erde in den Weltraum, dann muss diese Rakete mit etwa elf Kilometern pro Sekunde hochgeschossen werden, damit sie von der Erde wekommt. Wenn man sich jetzt weiter vorstellt, dass die Erde mit der gleichen Masse immer kleiner wird, dann wird die Schwerkraft immer größer, das heißt, die Fluggeschwindigkeit dieser Rakete müsste auch immer



Die Milchstraße, aus der Atacama-Wüste in Chile gesehen.

**„Der Mensch in seiner Neugierde fragt natürlich sofort, was im Inneren eines Schwarzen Lochs ist.“**

größer werden. Und wenn man in Gedanken die Erde auf einen Zentimeter zusammenpresst, kann man ausrechnen, dass die Geschwindigkeit der Rakete die Lichtgeschwindigkeit sein muss – und das geht eben nicht. Damit hat man ein Paradox. Das kann man nur auflösen, indem man sagt: Wenn es solche Objekte gibt, deren Fluggeschwindigkeit größer oder gleich der Lichtgeschwindigkeit ist, dann werden sie sozusagen abgetrennt, sie werden zum Schwarzen Loch: Information von innen kann nicht zu uns gelangen.

Der Mensch in seiner Neugierde fragt natürlich sofort, was im Inneren eines Schwarzen Lochs ist. Diese Frage hält uns heute, 100 Jahre nach Einstein, immer noch gefangen. Wir wissen, dass es solche Objekte mit großer Wahrscheinlichkeit in verschiedenen Formen gibt. Aber was ist innerhalb dieser Verhüllung, aus der das Licht nicht mehr herauskommen kann? Da sagt die Theorie voraus, dass nichts, was einmal in diesen inneren Bereich hineinkommt, aufhaltbar ist, es muss unweigerlich zum Zentrum hin. Wenn man sich ein solches Schwarzes Loch vorstellt und dann immer weiter Materie einfließen würde, bedeutet das, dass sich in diesem Punkt eine unendlich hohe Dichte aufbaut.

Wie sieht Ihre Forschungsarbeit aus, woran arbeiten Sie konkret?

Die Atacama-Wüste in Nordchile ist, was die Astronomie angeht, einer der wichtigsten Orte weltweit. Die Europäische Südsternwarte, die ESO, mit der wir seit vielen Jahren eng zusammenarbeiten, hat dort das beste und größte Observatorium der Welt im optischen Bereich, mit vier acht Meter großen Spiegeln, in denen das optische Licht aufgefangen und über weitere Spiegel zu einem gemeinsamen Detektor gebracht werden kann. In den letzten zehn Jahren haben wir es geschafft, die großen Teleskope zusammenzuschalten, was einem Durchmesser von mehr als hundert Metern entspricht. Mit diesem „Riesenteleskop“ lässt sich eine 1-Eurocent-Münze auf dem Mond auflösen. Das hat uns in die Lage versetzt, im Zentrum unserer Milchstraße, etwa 26.000 Lichtjahre weit entfernt, so genau und präzise die Position und dann, über die Zeit, die Bewegung von Sternen zu vermessen. Wenn im Zentrum der

Milchstraße ein Schwarzes Loch ist, wird es der Punkt sein, um den sich alles dreht, und um diese Bewegung geht es.

Was lässt sich aus dieser Bewegung, aus dem „Tanz der Sterne“, ablesen?

Man kann aus der Bewegung die Masse messen, ohne dass wir das Objekt selbst sehen können. Wir haben das Glück, dass die Natur uns einen Stern gegeben hat, der auf 17 Lichtstunden an das Schwarze Loch herankommt, und daher können wir vermessen, dass die Masse innerhalb dieser Entfernung 4 Millionen Sonnenmassen entspricht. Damit ist klar, dass keine andere Massenkonfiguration stabil hineinpasst als ein Schwarzes Loch.

Per E-Mail hat uns die Frage erreicht, ob es einen Heureka-Moment gab, als Sie wussten: „Jetzt habe ich es gefunden“?

Wir waren 1985 in Berkeley um Charles Townes aufgrund der ersten Messungen ziemlich sicher, dass es ein Schwarzes Loch im Zentrum der Milchstraße gab. Aber dass wir das wussten und in „Nature“ publiziert haben, bedeutet in der Forschung noch lange nicht, dass es andere auch glauben. Eine weitere Entdeckung kam einem Heureka-Moment am nächsten: als wir nach vielen Jahren der Messungen begannen, diesen einen Stern zu sehen, von dem wir eben gesprochen haben. Wir hatten überhaupt nicht erwartet, dass es Sterne gab, die so nah an ein Schwarzes Loch herankamen.

Es gibt die Hypothese, dass Schwarze Löcher kurz nach dem Urknall entstanden sind. Ist das richtig?

Wir kennen im Moment zwei Formen von Schwarzen Löchern und wissen ungefähr, wie sie entstanden sind. Die einen sind sogenannte stellare Schwarze Löcher. Sie haben eine Masse von etwa 8 bis 40 oder 50 Sonnenmassen und sind ein Produkt der Sternentwicklung selbst. Über die andere Form, die massiven Schwarzen Löcher, haben wir vorhin gesprochen. Sie wachsen langsam in Zentren von Milchstraßen. Und es gibt möglicherweise andere Objekte, die bereits im Urknall entstanden sind. Das ist eine interessante, aber im Moment sehr spekulative Frage.

Sie haben enge wissenschaftliche Verbindungen in die USA.

**„Ich will nicht abstreiten, dass da irgendwann auch einmal das Wort Nobelpreis gefallen ist.“**



München statt Stockholm:  
Coronabedingt erhielt  
Reinhard Genzel den Physik-  
Nobelpreis 2020 Anfang  
Dezember in der Bayerischen  
Staatskanzlei.

Ja, wir sind 1978, nach meiner Doktorprüfung, nach Boston an das Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics gegangen. Meine Frau hat in Boston ihre Ausbildung zur Ärztin abgeschlossen, dort kam unsere Tochter zur Welt. 1980 ging es nach Berkeley, wo unsere zweite Tochter zur Welt kam. 1985/86 bin ich zurückberufen worden nach München, aber bis heute forsche ich auch in Berkeley.

Als Sie 1986 nach Garching kamen, als Direktor eines Max-Planck-Institutes – waren Sie da im Forscherhimmel?

Absolut. Amerika war toll, aber es war klar, dass die Max-Planck-Gesellschaft

mir Möglichkeiten geben würde, Risiken einzugehen, die normalerweise in der Forschung nicht möglich sind. In diesem Sinne ist das System der MPG einzigartig. Dafür bin ich sehr dankbar. Garching insgesamt ist, wenn man die Max-Planck-Institute, die Institute der Universitäten und die ESO zusammenzählt, einer der weltweit größten und besten Astrophysik-Forschungsbereiche.

Wie haben Sie und Ihre Frau es geschafft, mit Familie Ihre Karrieren zu verfolgen?

In den USA war Kinderbetreuung außerhalb der Familie bereits voll akzeptiert. Daneben war aber klar, dass es im Verbund gehen musste. Als Ärztin hatte meine Frau viele Nachtschichten, da musste ich früh aus der Uni nach Hause. Wegen meiner ein- bis zweiwöchigen Beobachtungstouren war ich auch oft weg. Aber wir haben es zusammen gut geschafft und uns bemüht, auch das intellektuelle Interesse unserer Töchter früh zu wecken.

Schauen Sie privat noch in den Himmel?

Zwischen „privat“ und „dienstlich“ gibt es keinen Unterschied. Es ist wie beim Profisport: Man ist mit einer Sache vollkommen verbunden und kann nicht einfach abschalten. Aber ich tue auch andere Dinge gern. Ich lese Bücher oder gehe in die Berge.

#### **Prof. Dr. Dr. Reinhard Genzel**

ist Direktor des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik, Teilzeit-Professor an der University of California in Berkeley, Honorarprofessor an der LMU München und BADW-Mitglied.

#### **Ursula Heller**

moderiert u. a. im BR Fernsehen die „Rundschau“ sowie die Radiosendung „Eins zu Eins. Der Talk“ auf Bayern 2.

Das Gespräch fand am 14. Januar 2021 in der Akademie statt.

Die ausführliche Fassung finden Sie unter [www.badw.de/mediathek](http://www.badw.de/mediathek)