

1. Ein physikalisch-historischer Überblick

Schwarze Löcher sind heutzutage zwar Bestandteil des astronomischen Alltags, gehören aber gleichzeitig noch immer zu den größten Rätseln des Universums. Die von ihnen ausgehende *Gravitationskraft* ist so groß, dass selbst Licht von ihnen verschlungen wird und nicht mehr entkommen kann.

Demzufolge sind Schwarze Löcher unsichtbar (daher auch der Name) und können – wenn überhaupt – nur durch indirekte Beobachtung von strahlenden Plasmaringen oder rasenden Teilchen-Jets vermutet werden.

Mit dem Event Horizon Telescope, einem weltweiten Verbund von Radioteleskopen, gelang im Jahr 2019 den Astronomen erstmals eine radioteleskopische Aufnahme des mit 6,6 Milliarden Sonnenmassen überaus massereichen Lochs M87* im Zentrum der Galaxie M87.

Doch bis es soweit war, mit beeindruckenden Aufnahmen die Realität Schwarzer Löcher zu dokumentieren, vergingen viele Jahre intensivster Forschung. Bereits seit mehr als fünfzig Jahren vermuten Physiker, dass die meisten großen Galaxien ein Schwarzes Loch – mit Millionen bis Milliarden Sonnenmassen – in ihrem Zentrum beherbergen.

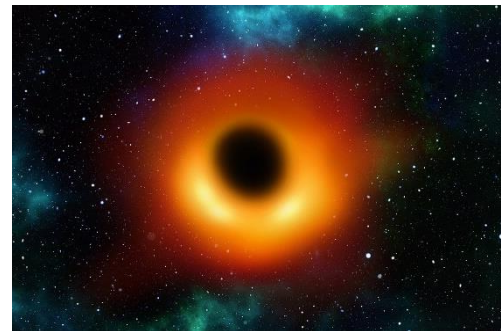


Abb. 1: Beispielbild eines schwarzen Lochs.
Quelle: <https://pixabay.com/illustrations/black-hole-fake-abstract-photoshop-4118711/>

Auf dem Weg zwischen einem galaktischen Zentrum und unserer Erde befinden sich unzählige Sterne sowie riesige Wolken aus interstellarem Gas und Staub. Diese Materie schluckt alles sichtbare Licht aus den zentralen Bereichen der Milchstraße, sodass es nur mit besonderen Methoden möglich wird, einen Blick auf ausgesuchte Objekte zu erhaschen. Mithilfe von Radio- und Infrarotteleskopen wird dies möglich, da diese Bereiche des elektromagnetischen Spektrums die interstellaren Wolken durchdringen können.

Die Forschenden um Prof. Reinhard Genzel (*1952) vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching sowie Prof. Andrea Ghez (*1965) von der University of California in Los Angeles machen sich diese technischen Möglichkeiten seit Anfang der 1990er-Jahre zunutze, um ein Objekt mit dem Namen Sagittarius A* im 26.000 Lichtjahre entfernten Zentrum unserer Galaxis – der Milchstraße – zu erforschen.

Unabhängig voneinander gelang es beiden Forschungsteams, die Bewegung von Sternen in der Nähe des galaktischen Zentrums über einen Zeitraum von fast zwei Jahrzehnten zu messen und aufgrund ihrer Ergebnisse auf die Existenz eines sehr massereichen Schwarzen Loches von rund vier Millionen Sonnenmassen zu schließen.

Beide Forscher erhielten dafür zu je einem Viertel den Nobelpreis für Physik des Jahres 2020 mit der Begründung, dass sie den bisher überzeugendsten Beweis für ein supermassereiches Schwarzes Loch im Zentrum der Milchstraße geliefert hätten – so die Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften.

Die andere Hälfte des Preises erhielt britische mathematische Physiker Prof. Roger Penrose (*1931) von der Universität Oxford, der mit seinen theoretischen Ableitungen schon in den 1960er-Jahren den rechnerischen Beweis erbrachte, dass Schwarze Löcher eine genauso natürliche Konsequenz aus Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie (ART) aus dem Jahr 1915 sind wie beispielsweise gekrümmte Lichtstrahlen oder die Änderung des Laufs der Zeit unter dem Einfluss von Gravitationsfeldern. Für Roger Penrose war dies sicher eine besondere Ehre, denn der Nobelpreis für Physik wird für theoretische Arbeiten nur dann vergeben, wenn eine Bestätigung der Theorie durch Experimente oder Beobachtung erfolgte – genau dies erbrachten die beiden anderen Preisträger.

2. Videos und Texte zu Schwarzen Löchern

1. In einem sehr informativen Vortrag mit zahlreichen Animationen und Abbildungen anlässlich der Lindauer Online Matinee erläutert Frau Dr. Hannah Übler (Doktorandin im Team von Prof. Reinhard Genzel) anschaulich das Wichtigste zu Schwarzen Löchern und den Forschungen von Reinhard Genzel und Andrea Ghez:

<https://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/38866/2021-matinee>

2. Unter folgendem Link sind weitere erläuternde Materialien zum Thema Schwarze Löcher zu finden:

<https://www.lindau-nobel.org/?q=schwarze+l%C3%B6cher&s=>

3. Im folgenden Beitrag kommentiert der Astrophysiker und Wissenschaftsjournalist Prof. Harald Lesch die Physik-Nobelpreisverleihung 2020:

<https://www.youtube.com/watch?v=vOOetvMcuXM>

4. Quarks – Wie man mit Radioteleskopen Schwarze Löcher, die man nicht sieht, sichtbar macht:

<https://www.youtube.com/watch?v=e4VoZBAagYo>

5. Der YouTube-Kanal „Dr. Watson“ zum Nobelpreis für das Schwarze Loch. In diesem Filmbeitrag erklärt Prof. Reinhard Genzel, wie er es geschafft hat, etwas nachzuweisen, das per Definition unsichtbar ist:

<https://www.youtube.com/watch?v=yd7HDMORIK8>

3. Videos zum Verständnis der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART)

1. Die Überlegungen von Albert Einstein, dass Gravitation keine Kraft, sondern eine geometrische Eigenschaft von Raum und Zeit sei, verändert die bis dahin geltende Physik vollständig:

<https://www1.wdr.de/mediathek/av/video-einstein-und-die-gravitation-102.html>

2. Prof. Harald Lesch erläutert die geniale Interpretation der Gravitation durch Albert Einstein:

<https://www.youtube.com/watch?v=Cr6SO2ymINE>