

<b>Zeitschrift:</b>	Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Astronomische Gesellschaft
<b>Band:</b>	32 (1974)
<b>Heft:</b>	140
<b>Rubrik:</b>	Zur Kenntnis der "Schwarzen Löcher" : Auszug aus dem NASA-Report 73-251

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Zur Kenntnis der «Schwarzen Löcher»

Auszug aus dem NASA-Report 73-251

Mit Hilfe des COPERNICUS-Satelliten, dem astronomischen Observatorium auf einer Erdumlaufbahn, konnte Dr. P. SANFORD von London University eine Bindung des Doppelsterns und Überriesen HDE 226.868 an die RÖNTGENstrahlenquelle Cygnus X-1 und damit die Existenz eines «schwarzen Lochs» erstmals nachweisen.

Cygnus X-1 emittiert bekanntlich eine äusserst intensive RÖNTGENstrahlung, deren Energie rund eine Million mal grösser als die gesamte Sonnenstrahlung ist. Diese RÖNTGENstrahlung hat ihren Ursprung am Rande des «schwarzen Lochs», das die Atmosphäre des sichtbaren Überriesen an sich reisst, die schliesslich im «schwarzen Loch» verschwindet.

Dieser Vorgang ist schematisch in der Figur dargestellt.

Nach ersten Schätzungen beträgt die Masse dieses «schwarzen Lochs» etwa die dreifache Sonnenmasse, seine Grösse ist aber nur etwa 1/50 der Sonne. Ein «schwarzes Loch» ist ein sterbender Stern, der in sich selbst zusammengefallen ist und aus dem zufolge seines ungeheuren Gravitationsfeldes weder Masse, noch Strahlung entweichen kann. Seine Masse ist so dicht gepackt, dass ein Esslöffel davon etwa eine Billion Tonnen wiegt. Es kann nur an der RÖNTGENstrahlung erkannt werden, die extrem heisse Gase emittieren, wenn sie vom «schwarzen Loch» angezogen und «verschluckt» werden. Die Möglichkeit besteht, dass der diese Gase liefernde Stern schliesslich selbst vom «schwarzen Loch» verschluckt wird und damit, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen, verschwindet.

Aus der Absorption der RÖNTGENstrahlung durch

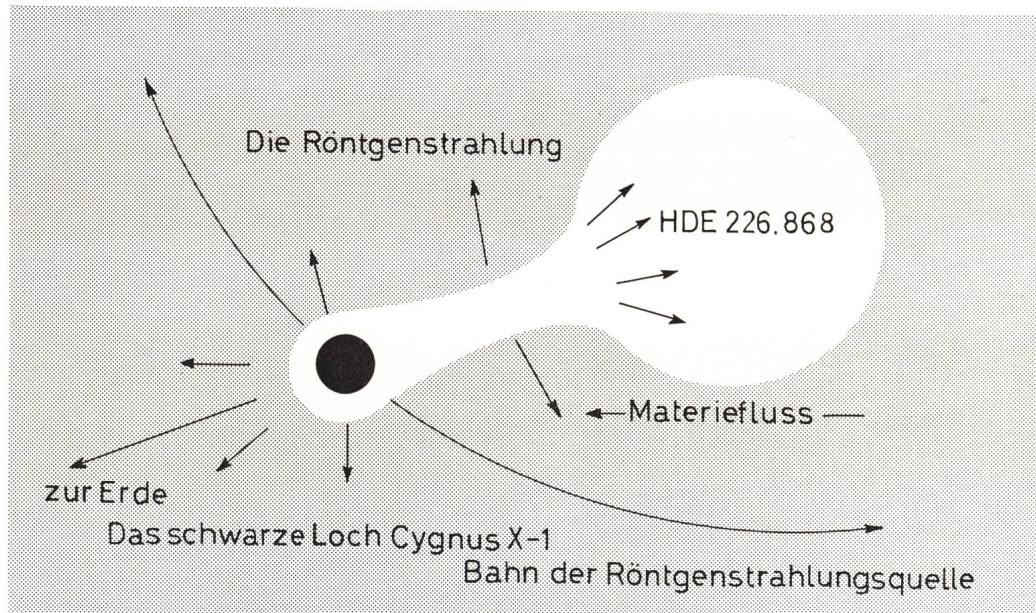


Fig. 1: Schema des Zusammenwirkens des Überriesen HDE 226,868 mit dem «schwarzen Loch» Cygnus X-1.

die Atmosphäre der sichtbaren Komponente war zu schliessen, dass Cygnus X-1 ein kleines Objekt ist und etwa die oben angegebene Grösse von 1/50 der Sonne hat. Seine Masse von etwa 3 Sonnenmassen hat sich aus Bahnbeobachtungen berechnen lassen. Ein derartiger unsichtbarer Stern lässt nach Dr. P. SANFORD nur den Schluss zu, dass es sich dabei um ein «schwarzes Loch» handeln muss.

Cygnus X-1 ist von uns etwa 6000 Lichtjahre entfernt und umkreist den sichtbaren Stern HDE 226.868 in 5.6 Tagen.

Mit Hilfe des COPERNICUS-Satelliten haben die britischen Astronomen weitere ausgedehnte RÖNTGENstrahlenquellen auch in Galaxien-Haufen, beispielsweise in jenen von Perseus, Coma, Virgo und Cen-

taurus festgestellt. Die Strahlenquellen als solche sind noch unbekannt, nur im Perseus-Haufen wurde festgestellt, dass die RÖNTGENstrahlung von der explodierenden Seyfert-Galaxie NGC 1275 herrührt. Die Beobachter glauben, dass diese Strahlung im Kern dieser Galaxie ihren Ursprung hat und dass sie den ganzen Perseus-Haufen mit mehreren Tausend Galaxien beeinflusst. Sie glauben weiter, dass diese RÖNTGENstrahlung mit dem sogenannten inversen COMPTON-Effekt zusammenhängt, bei welchem nahezu auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigte Elektronen mit Photonen verschiedener Wellenlängen zusammenstossen. Damit wird die Ansicht vertreten, dass die RÖNTGENstrahlung jeweils in den aktivsten Galaxien ihren Ursprung hat.

Die Theorie der «schwarzen Löcher» für RÖNTGENstrahlungs-Sterne ist von vielen Astronomen angenommen worden, obschon es schwer hält, weitere Beweise für diese Theorie zu finden. Es muss aber bemerkt werden, dass es bisher keine bessere Theorie für diese Sterne gibt.

*Anmerkung:* Der 2200 kg schwere COPERNICUS-Satellit weist unter anderem ein vom Observatorium

der Princeton-Universität entwickeltes Ultraviolet-Teleskop und ein von der London University übernommenes RÖNTGENstrahlen-Teleskop auf. Dieser Satellit wurde am 21. August 1972 vom KENNEDY-Raumfahrtzentrum in Florida gestartet. Für das Projekt zeichnete das Goddard-Raumfahrtzentrum in Greenbelt, Maryland und seine Ausführung war der Grumman Aerospace Corporation, Bethpage, Long Island (New York) übertragen worden.

*Berichterstatter:* Dr.-Ing. E. WIEDEMANN, Garbenstrasse 5, CH - 4125 Riehen.

## Vorläufige Ergebnisse der Jupiter-Erforschung durch Pioneer 10

Die Sonde Pioneer 10 hat ausser den auf der Titelseite dieser Nummer wiedergegebenen Bildern nach dem vorläufigen NASA-Bericht 73-279 die folgenden Befunde erbracht:

1. Jupiters Strahlungsgürtel ist  $10^4$ – $10^6$  mal so stark wie jener der Erde. Er hat innerhalb eines um etwa  $15^\circ$  dagegen geneigten Magnetfeldes von etwa  $4 \cdot 10^6$  km Durchmesser die Form einer flachen Scheibe, ist also gegen dieses um etwa  $15^\circ$  verdreht (Neigung der Magnetfeldachse gegen die Polachse des Planeten =  $15^\circ$ ), was zur Folge hat, dass die relativ dünne Scheibe des Strahlungsgürtels innerhalb des Magnetfeldes mit jeder 10-stündigen Umdrehung des Planeten um  $\pm 15^\circ$  hin und her schwankt (wobbelt). Die intensivste und möglicherweise nicht ungefährliche Strahlung scheint auf die Mittelebene des Magnetfeldes konzentriert zu sein und jenseits dieser Ebene rasch abzufallen. Strahlungsgürtel und Magnetfeld liegen etwas oberhalb der Äquatorebene des Planeten. Während das innere, etwa  $3 \cdot 10^6$  km im Durchmesser betragende Magnetfeld die in ihm befindlichen Partikel festhält, scheinen die im äusseren Teil dieses Feldes vorhandenen Partikeln von den magnetischen Kräften nicht gehalten werden zu können, so dass sie zum Teil entweichen. Sie scheinen dann zum Teil von den Jupiter-Monden angezogen zu werden. Die Polarität des Magnetfeldes von Jupiter ist jener des Erdfeldes entgegengesetzt, so dass eine Kompassnadel auf Jupiter zum Südpol zeigen würde.
2. Neben Wasserstoff konnte in der Jupiter-Atmosphäre Helium nachgewiesen werden, was Licht in die Entstehungsgeschichte des Sonnensystems bringen könnte. Eine Bestimmung der Massenverteilung dieser Gase in verschiedenen Höhenschichten wird Aufschlüsse über den Massentransport ermöglichen. Jupiters Ionosphäre scheint mehrschichtig und etwa 600 km hoch zu sein.
3. Der Jupiter-Mond Io, etwa so gross wie Merkur, war bereits als orangefarbiges und das Licht am stärksten reflektierendes Objekt des Sonnensystems bekannt. Pioneer 10 hat dazu seine Dichte

als zwischen jener des Erdmondes und des Mars liegend bestimmt. Io scheint daher aus felsigem Material und Eisen zu bestehen, im Gegensatz zu den anderen 3 grossen Jupiter-Monden, die zumindest in den äusseren Schichten aus Eis bestehen sollen. Io weist eine Ionosphäre und eine etwa 20000 mal dünner Atmosphäre als die Erde auf, die bis in eine Höhe von etwa 110 km reicht. Io zeigt auch eine geringfügige UV-Strahlung. Auf Grund dieser Befunde wird nun auch bei den 3 anderen grossen Jupiter-Monden eine Atmosphäre vermutet. Ios Glanz beim Auftauchen aus dem Planetenschatten wird auf das Vorhandensein von Methan-«Schnee» auf seiner Oberfläche zurückgeführt, der dann durch die Insolation verdampft wird und die Dichte der Io-Atmosphäre erhöht, bis er sich in der Io-Nacht wieder kondensiert und als Schnee zurückfällt.

4. Die Temperatur der hellen Zonen von Jupiter wurden etwa um  $12^\circ$  niedriger als jene der orangefarbenen Bänder gemessen. Der Planet strahlt etwa  $2\frac{1}{2}$  mal mehr Wärme ab, als er absorbiert. Ein Temperaturunterschied zwischen den von der Sonne beleuchteten und der im Schatten liegenden Zonen war wahrscheinlich deshalb nicht feststellbar, weil Jupiters Atmosphäre ein gewaltiges Wärmereservoir darstellt, das ständig Wärme abstrahlt. Mit Hilfe der von Pioneer aufgenommenen Daten konnte eine erste Temperatur-Karte von Jupiter erstellt werden, die warme Flecken und kühle Gebiete unterscheidet. Während die Oberflächen der Monde kalt (um  $-250^\circ$ ) sind, liegen bei Jupiter die Temperaturen 40–50 km unterhalb der Obergrenze der Atmosphäre zwischen  $-180^\circ$  (warmer Flecken) und  $-200^\circ$  (kalte Zonen). Tiefere Schichten dürften natürlich erheblich höhere Temperaturen aufweisen. Die Temperaturverhältnisse auf Jupiter machen es wahrscheinlich, dass es sich bei den Temperaturzonen um längere Zeit stabile, radiale Bereiche handelt, die durch die Rotation des Planeten zu Zonen gestreckt (auseinandergezogen) werden. Diese Zonen steigen und sinken in der Atmosphäre. In den Äquatorgegenden scheinen