Ein neuer Beweis der Einsteinschen Gravitationstheorie

Autor(en): **Müller, Helmut**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **29 (1971)**

Heft 122

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899904

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ein neuer Beweis der Einsteinschen Gravitationstheorie

von HELMUT MÜLLER, Zürich

Die Hauptaufgabe der Raumsonden Mariner 6 und 7 war es, Bilder vom Mars zu übermitteln, bereits beim Hinflug Globalaufnahmen, beim nahen Vorbeiflug Ende Juli bzw. Anfang August 1969 Detailaufnahmen von den verschiedensten Gebieten auf der Marsoberfläche aus der geringen Distanz von rund 3500 km mit Weitwinkelkameras und mit Teleobjektiven, ferner waren auch noch eine ganze Anzahl spezieller Messungen mit verschiedenen Instrumenten durchzuführen. Alsdann flogen die Mariner-Raumfahrzeuge weiter in den interplanetaren Raum und umkreisen nun in weiten Bahnen die Sonne als künstliche Planeten.

Auch in dieser Phase ihres Daseins sind die Sonden nicht unnütz, man hat sie dazu verwenden können, einen neuen, recht überzeugenden Beweis für die Einsteinsche Gravitationstheorie zu liefern. EINSTEIN selber hatte drei Methoden zur Prüfung seiner Theorie angegeben: Die Rotverschiebung der Linien im Spektrum massereicher Sterne, die Lichtablenkung im Schwerefeld der Sonne, die man bei totalen Sonnenfinsternissen durch genaue Positionsmessungen von Sternen in der Nähe der Sonne bestimmen kann, und die langsame Verschiebung des Perihels der Merkurbahn. Ein vierter Test wurde 1964 von D. O. MUHLEMANN und I. I. SHAPIRO am Massachusetts Institute of Technology vorgeschlagen, der sich darauf gründet, dass Lichtwellen und natürlich genau so Radiowellen in einem starken Gravitationsfeld eine Verzögerung erfahren, die Lichtgeschwindigkeit wird anscheinend langsamer. Demgemäss werden auch Radiosignale von Raumsonden, die auf ihrem Weg in geringem Abstand an der Sonne vorbeistreichen, eine Verzögerung erleiden, deren Betrag man nach der Einsteinschen Theorie genau berechnen kann.

Die drei ersten der genannten Effekte sind seither durch zahlreiche Messungen qualitativ zweifelsfrei nachgewiesen worden, die quantitative Bestätigung ist allerdings etwas unsicher, da die Messungen derart kleiner Grössen noch heute zu den schwierigsten Aufgaben der Astronomie gehören. In dieser Hinsicht war von den drei Prüfmöglichkeiten bisher die Verschiebung des Merkurperihels am überzeugendsten, wo Beobachtung und Theorie auffallend gut übereinstimmten. In neuster Zeit hatte man nun hier auf einmal Bedenken bekommen, seit nämlich R. H. DICKE und seine Mitarbeiter eine geringe Abplattung der Sonnenscheibe gefunden hatten. Nach diesen Autoren beträgt die Differenz zwischen dem Äquatorradius und dem Polarradius der Sonne: $(5.0 \pm 0.7) \times 10^{-5} R_{\odot} = 35$ km. Stellt diese abgeplattete Sonnenoberfläche eine Äquipotentialfläche dar, was allerdings von manchen als keineswegs unbedingt notwendig bestritten wird, so wirkt sich dies recht merklich auf die Perihelbewegung des Merkur aus und EINSTEINS Wert für die relativistische Periheldrehung der Merkurbahn weicht nun um etwa 8% vom beobachteten Wert ab. Nach theoretischen Überlegungen von CH. BRANS und R. H. DICKE führt dies zu einer Modifizierung der Einsteinschen Theorie mit der Konsequenz, dass sich dann auch die erwähnte Verzögerung der Lichtwellen im Gravitationsfeld der Sonne um etwa 8% ändert.

Die beiden Mariner-Raumfahrzeuge boten nun eine vortreffliche Gelegenheit, diesen vierten Test der Einsteinschen Theorie praktisch durchzuführen. Von einem Radioteleskop mit einem Durchmesser von 64 m auf der Goldstone-Station in der Mojave-Einöde wird ein eng gebündeltes Radiosignal mit einer Sendestärke von 200000 Watt zum Raumfahrzeug gesandt. Das Signal wird von der Antenne der Mariner-Sonde empfangen und setzt dort einen Sender in Betrieb, der ein verstärktes Signal zur Ausgangsstation zurückschickt, das nun hier wieder mit der hohen zeitlichen Genauigkeit von etwa einer Mikrosekunde registriert wird. Solche Signalmessungen sind seit dem Vorbeiflug der Mariner-Raumfahrzeuge am Mars laufend ausgeführt worden und werden weiter fortgesetzt; es liegen bisher einige hundert davon vor, wobei Distanzen bis zu fast 400 Millionen Kilometer überbrückt worden sind, die Laufzeit des Signals für den Hinweg und den Rückweg kann somit bis zu 43 Minuten betragen. Besonders intensiviert wurden die Messungen im Frühjahr 1970, als die Radiosignale im geringen Abstand von rund 1.6 Millionen Kilometer an der Sonnenoberfläche vorbeieilten.

Nach den Angaben von Dr. JOHN D. ANDERSON vom Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, die in den NASA-Berichten vom November 1970 publiziert sind, betrug die Gesamtverzögerung der Zeit bei den günstigsten Messungen von Mariner 6 204 μs, während nach der Einsteinschen Theorie 200 μs zu erwarten gewesen wären und die BRANS-DICKE-Theorie etwa 186 μs voraussagte; nach NEWTONS Theorie hätte sich überhaupt keine Verzögerung ergeben. Nach diesen Ergebnissen kann man also sagen, dass durch dieses neue Experiment die Einsteinsche Gravitationstheorie mit einer Sicherheit von rund 2% bestätigt worden ist.

Es ist recht erfreulich, dass uns die Raumfahrt so vielseitige Erfolge zu bringen vermag auch auf Gebieten, an die man primär gar nicht gedacht hat, sozusagen als Nebenprodukt zusätzlich zu den eigentlichen, geplanten Hauptaufgaben. So wird man sicherlich noch manches erhoffen können, Erwartetes und Unerwartetes, und das vorliegende Experiment ist ein schönes Beispiel dafür, dass es sich doch lohnt, Raumfahrt zu betreiben, sie bringt uns Früchte mannigfacher Art, die wir heute noch gar nicht übersehen. Forschung tut not.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. HELMUT MÜLLER, Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich.