

## Die Perihel-Drehung der Merkurbahn

Am 12. September 1859 veröffentlichte Urbain Jean Joseph **Le Verrier** seine Beobachtungen, dass sich das Perihel des Merkur pro Jahrhundert um 38 Sekunden verschiebt, und er stellte fest, dass diese Tatsache durch die NEWTONsche Theorie **nicht erklärt werden kann**.

Am 18. November 1915 gelang es **EINSTEIN** zu zeigen, dass die Perihel-Drehung des Merkur quantitativ durch seine neue Allgemeine Relativitätstheorie gedeutet werden kann («Ich war einige Tage fassungslos vor freudiger Erregung»).

Der gegenwärtig bekannte Wert für die Periheldrehung des Merkurs beträgt  $43,11'' \pm 0,45''$ . EINSTEIN hatte 1915 einen Zahlenwert von  $45'' \pm 5''$  angegeben.

## Die Lichtablenkung im Gravitationsfeld

Am 29. Mai 1919 fand auf der Südhalbkugel eine totale Sonnenfinsternis statt. Dabei wurden auch sonnennahe Fixsterne sichtbar.

1911 berechnet EINSTEIN, dass Sternenlicht, das die Sonne bei einer totalen Sonnenfinsternis streift, um  $0,87''$  abgelenkt werden sollte (ohne Raumkrümmung). Diese  $0,87''$  werden heute als *NEWTONscher Wert* bezeichnet.

1915 realisiert EINSTEIN, dass durch die Raumkrümmung die Lichtablenkung verdoppelt werden sollte: Er prophezeit eine Ablenkung um  $1,74''$ .

6. November 1919: *Der Tag, an dem EINSTEIN «heilig gesprochen» wurde* (PAIS). An einer Sitzung der Royal Astronomical Society verkündeten DYSON, CROMMELIN und EDDINGTON, dass die gemessene Lichtablenkung exakt den von EINSTEIN berechneten Wert ausmacht.

Londoner *Times* vom 7. Nov. 1919: «*Revolution in der Wissenschaft*», «*Der Raum ist gekrümmt*», «*Umsturz im NEWTONschen Weltbild*»...

## Die Gravitations - Rotverschiebung

In der Astrophysik unterscheidet man zwischen einer **DOPPLER-Rotverschiebung** (wie sie an weit entfernten Galaxien beobachtet wird) und der **Gravitations-Rotverschiebung**, welche ein rein relativistischer Effekt ist und nichts mit der Relativgeschwindigkeit zwischen Quelle und Beobachter zu tun hat.

Nach der allgemeinen Relativitätstheorie laufen Uhren in der Nähe von grossen Massen langsamer als ohne Gravitationsfeld. Ein strahlendes Atom auf der Sonne stellt eine Uhr dar, welche – von der Erde aus betrachtet – zu langsam geht. So kommt es zur Rotverschiebung. Dieser Effekt ist so klein, dass sich zum Leidwesen von EINSTEIN ein experimenteller Nachweis als unmöglich erwies. Erst 1959 (also vier Jahre nach EINSTEINsTod) gelang der Nachweis der Gravitations-Rotverschiebung mit Hilfe des 1958 entdeckten MÖSSBAUER-Effektes (die Gravitations-Rotverschiebung kann allerdings auch aus der speziellen Relativitätstheorie mit grosser Genauigkeit gedeutet werden).