

## Zeitreisen und Wurm Löcher – Was Einstein nicht wusste

Univ.-Prof. Dr. Peter C. Aichelburg, Institut für Theoretische Physik, Universität Wien

Zeitreisen – ein Thema, das schon Albert Einstein beunruhigte. Bereits 1914 erkannte er, dass seine Theorien Zeitschleifen zulassen: Teilchenbahnen, die zum selben Punkt in der Raumzeit zurückkehren. Obwohl das seinen physikalischen Überzeugungen widerstrebte, konnte er nicht das Gegenteil beweisen. Univ.-Prof. Dr. Peter Aichelburg zeigt anhand von Zeitreisen und Wurmlöchern, was unter Einsatz von Einsteins Theorien alles möglich ist.

Der österreichische Logiker Kurt Gödel veröffentlichte 1949 eine Lösung von Einsteins Feldgleichungen der Gravitation, nach der es möglich wäre, „in jede Region der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu reisen und wieder zurück“. Reisen in die Zukunft sind für Aichelburg Realität: „Das ist einfach, da sind wir sicher, dass es möglich ist. Die spezielle Relativitätstheorie macht es möglich.“

Man nehme zwei Uhren. Eine verbleibt auf der Erde, die andere wird in einem Raumschiff auf sehr hohe Geschwindigkeit beschleunigt und kehrt dann zur Erde zurück. Auf der beschleunigten Uhr vergeht die Zeit langsamer als auf der Erde. Wenn daher das Raumschiff wieder zurückkehrt, findet es sich in der Zukunft wieder – auf der Erde ist mehr Zeit vergangen als im Raumschiff. „Ein Effekt, den wir täglich beobachten“, so Aichelburg: Das amerikanische Global-Positioning System GPS würde innerhalb weniger Minuten unbrauchbar werden, würde man nicht die Erkenntnisse der Relativitätstheorie berücksichtigen.

Reisen in die Vergangenheit sind deutlich schwieriger. Neben das Problem der praktischen Machbarkeit tritt das der logischen Implikationen. Aichelburg nennt das „Großvater-Paradoxon“ als Beispiel: Was, wenn man in die Vergangenheit reist und den eigenen Großvater umbringt, bevor er den Vater gezeugt hat – „Kann die Theorie so etwas überhaupt zulassen?“

Ein mögliches Mittel für solche Reisen wären Wurmlöcher: Abkürzungen im Raum, die nach Einsteins Gravitationstheorie mathematisch möglich sind. Ähnlich einem Wurm, der sich quer durch den Apfel frisst anstatt außen herum zu gehen, kürzt ein Wurmloch den Weg über lange Distanzen ab. Wenn man es nun schafft, den Eingang des Wurmloches mit einem Ausgang zu einem früheren Zeitpunkt zu verbinden, kann man in die Vergangenheit reisen. Allerdings ergeben sich bei Verwendung von Materie mit bekannten Eigenschaften keine stabilen Lösungen. Beim Versuch, durch das Wurmloch zu reisen, würde sich der Schlund abschnüren und in zwei Singularitäten enden.

Was ist nun mit dem Unbehagen, das Einstein wegen seiner Theorien und ihrer Implikationen geplagt hat? „Bei Einsatz normaler Mittel wehrt sich die Theorie gegen Zeitschleifen“, meint Aichelburg, „andererseits weiß man vom Gödel-Universum, dass es Lösungen gibt, die so etwas erlauben.“ Allerdings wäre dazu ein spezielles rotierendes Universum nötig, die Energie zum Durchlaufen einer Zeitschleife wäre „jenseits von allem Möglichen“. Aber für Aichelburg ist es „legitim, die Aussagen einer Theorie bis ins Extreme auszureizen.“ Oder anders formuliert: „Alles was von der Theorie nicht verboten ist, muss es auch geben.“