

## Habt ihr schon gewusst 266 ... Zeitreisen

---

Schon in den Naturphänomenen wird man als Physiklehrkraft mit der Frage nach „Zeitreisen“ konfrontiert. Den Grund für diese Schülerfragen muss man wohl in der Zunahme von Sciencefiction-Sendungen im Fernsehen suchen.

In der ausgehenden Sekundarstufe I – wohl am Ende der Klasse 10 – steht das Thema „Grenzen der klassischen Physik“ im Bildungsplan. Sollte man in diesem Zusammenhang den Vorschlag „spezielle Relativitätstheorie“ behandeln, befindet man sich im Zentrum der Frage nach „Zeitreisen“.

Vor einer Behandlung dieser Thematik sollte man – allerdings abgestimmt auf die betreffende Klassenstufe – eventuell den „tragfähigen“ physikalischen Hintergrund diskutieren.

In diesem Zusammenhang könnte man eventuell folgende „Schlagworte“ behandeln.

**Inkonsistenz-Paradoxon** ... Dieses Paradoxon ist in der Alltagssprache auch als „Großvaterparadoxon“ bekannt. Es geht darum, dass eine Enkelin durch eine „Zeitmaschine“ in die Vergangenheit reist, dort ihren Großvater so beeinflusst, dass er die Großmutter nicht heiratet, damit die Grundlage für die Entstehung der Enkelin nicht mehr gegeben ist und damit die Enkelin ihre eigene Existenz auslöscht ... also nicht mehr in die Vergangenheit reisen könnte ... also der Großvater die Großmutter wie gehabt heiratet ... damit die Enkelin wieder entsteht ... die Enkelin wieder in die Zukunft reisen kann ... usw.

Es würde übrigens schon genügen, wenn die Enkelin die Vergangenheit nur geringfügig ändern würde ... denn man sollte nicht vergessen, dass die Enkelin in der Form, in der sie existiert, aus einer Eizelle und einem Spermium aus Millionen von Samenzellen hervorgegangen ist. Nur geringe Veränderungen in der Zukunft könnten leicht zu einem anderen Menschen führen.

**Wissen** ... Es steht die Definition von Wissen, die davon ausgeht, dass Wissen immer nur aus einem Prozess einer Problemlösung resultieren kann ... also sicher nicht aus dem „Nichts“ entstehen kann.

**Wissens-Paradoxon** ... Dabei geht es um die Frage, welche Voraussetzungen notwendig sind, um „Wissen“ zu generieren. Das Paradoxon ist auch als „Wissen aus dem Nichts“ bekannt ... z.B. könnte eine Person mit der Reproduktion der „Mona Lisa“ in die Vergangenheit zurückreisen und Leonardo da Vinci dazu anregen, dieses Gemälde zu malen. Die Reproduktion ist hierbei eine Kopie des Originals ... während das Original in diesem Szenario eine Kopie der eigenen Reproduktion wäre ... also wäre dieses Bild gewissermaßen aus dem „Nichts“ entstanden ... was immer das ist.

**Klassische Physik** ... Dr. Deutsch und Dr. Lockwood (Spektrum der Wissenschaften 11/94) schreiben: Unserer Meinung nach sind alle Überlegungen zu Paradoxien ohnehin von rein akademischen Interesse, denn letztlich ist die klassische Physik falsch. In vielen Fällen kommt sie zwar der Wahrheit äußerst nahe – doch bei geschlossenen Zeitschleifen versagt sie ganz und gar.

**Freier Wille** ... Was in einem bestimmten Zeitpunkt geschieht, ist eindeutig davon bestimmt, was sich zu einem beliebigen früheren Zeitpunkt passiert ist. Dieser Determinismus, der aus der klassischen Physik folgt, ist unvereinbar mit der Willensfreiheit.

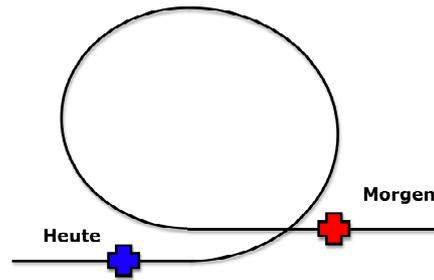
**Autonomieprinzip** ... In unserer unmittelbaren Umgebung können wir jede materielle Anordnung erzeugen, die nach den physikalischen Gesetzen lokal (also örtlich) erlaubt ist, ohne uns dabei um den Rest des Universums zu kümmern.

Sowohl die klassische Physik als auch die Quantenphysik gehorchen ohne Zeitschleifen oder Zeitreisen diesem Autonomie-Prinzip.

**Konsistenzprinzip** ... Es können nur diejenigen Materiekonfigurationen lokal eintreten, die global selbstkonsistent (in sich widerspruchsfrei) sind.

**Zeitschleifen** ... In der speziellen Relativitätstheorie wird unsere „Wirklichkeit“ als Weltlinie in einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum beschrieben. Reduziert man die drei Raumkoordinaten auf eine Orts-Koordinate, dann kann man die Weltlinie in einem Orts-Zeit-Diagramm darstellen. Die Geschwindigkeit des Körpers entlang dieser Orts-Koordinate tritt hierbei als Steigung auf. Die Einheiten auf den Achsen dieses Raum-Zeit-Kontinuum werden meist so gewählt, dass die Weltlinie eines Photons, das sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, der Winkelhalbierenden entspricht. Da die Geschwindigkeit aller Körper kleiner als die Lichtgeschwindigkeit ist, liegen alle Weltlinien innerhalb oder auf dem Rand des Kegels, der durch die Weltlinie des Photons bestimmt wird.

In der Nähe großer Massen – z.B. in der Nähe eines „Schwarzen Lochs“ – könnten so genannte Zeitschleifen entstehen.



Eine Rückreise in die Vergangenheit vom Morgen nach Heute ist nur zu dem Heute möglich, an dem die Zeitschleife erzeugt wurde. Wenn wir heute eine Zeitschleife erzeugen, kann es uns passieren, dass wir dem Morgen heute schon begegnen.

**Quantenphysik** ... Im Gegensatz zur klassischen Physik, bei der wir bei einem Massenpunkt aus den Orts- und Impulswerten zu einem beliebigen Zeitpunkt die zukünftige Position und Geschwindigkeit des Massenpunktes vorhersagen können, sind in der Quantenphysik nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Schicken wir z.B. ein Photon oder Elektron durch einen Doppelspalt, dann können wir im besten Falle nur berechnen, wie groß die Wahrscheinlichkeit dafür ist, dass das Quantenobjekt an der Stelle x auf dem Schirm auftritt. Diese Wahrscheinlichkeitsberechnungen liefern exakt die Intensitätsverteilung hinter dem Doppelspalt bei einer großen Anzahl von Photonen ... aber sie liefert keine exakte Aussage über ein „Einzelergebnis“ ...

Die Quantenphysik ist determiniert bzgl. der Entwicklung aller Möglichkeiten (Superposition aller Möglichkeiten) vor der Messung ... Durch die Messung erfolgt der so genannte „Kollaps“ der Wellenfunktion ... und damit wird genau eine der vielen Möglichkeiten – also an welcher Stelle das Photon auf dem Schirm eintrifft – „wirklich“.

In der Sekundarstufe II werden die Eigenschaften der Quantenobjekte – Interferenzfähigkeit, stochastisches Verhalten, Messprozess, Komplementarität und Nichtlokalität – ausführlich behandelt.

**Multiuniversum** ... Nach Everetts Vielfachwelten-Interpretation der Quantenphysik finden alle physikalisch möglichen Ereignisse wirklich statt – allerdings in verschiedenen Universen.

Diese Interpretation sagt die subjektive Wirklichkeit jedes Messergebnisses voraus, in dem sie den Bruchteil der Universen angibt, in denen genau dieses Resultat auftritt.

Zeitreisen führen in diesem Multiuniversum zu keinen Paradoxien und die Quantenphysik ist in dieser Interpretation deterministisch.

**Hawking** ... meint, dass der beste Beweis, dass Zeitreisen nie möglich sein werden, darin besteht, dass bei uns keine Scharen von Touristen aus der Zukunft umherlaufen.

Diesem Argument könnte man widersprechen ...

- Es könnte ja leicht sein, dass Zeitreisen in der Zukunft zwar möglich sind, der materielle und damit finanzielle Aufwand aber so groß ist, dass Zeitreisen zwar exemplarisch möglich sind ... aber sicher zu keinem Massentourismus führen.
- Ein zweites Gegenargument kann man von der Entstehung der Zeitschleifen ableiten ... eine Rückreise in die Vergangenheit ist nur bis zu dem Zeitpunkt möglich, an dem die Zeitschleife installiert wurde ... weiter zurück in die Vergangenheit ist die Reise nicht möglich.

## Arbeitsaufträge

A steigt morgen in die Zeitmaschine und kehrt nach heute zurück – aber er steigt nur dann in die Zeitmaschine, wenn er heute seinem Morgen nicht begegnet.

- Liefert diese Vorgehensweise ein Paradoxon zur klassischen Physik?
- Liefert diese Vorgehensweise ein Paradoxon im Rahmen der Multiversen von Everett?
- Recherchieren Sie in Filmen die hier angesprochenen Prinzipien.