

Thomas Sean Weatherby

Theo III: 1. Introduction - spezielle Relativitätstheorie





Einstiegsaufgabe:

- Warum wurde Relativitätstheorie entwickelt?
 - Was kann nur damit beschrieben?
 - Warum unterscheidet es sich von der Physik, die ihr bisher begegnet habt?
- Warum ist es wichtig es im Studium zu begegnen?
- Warum sollten Schüler*innen* dazu etwas lernen?



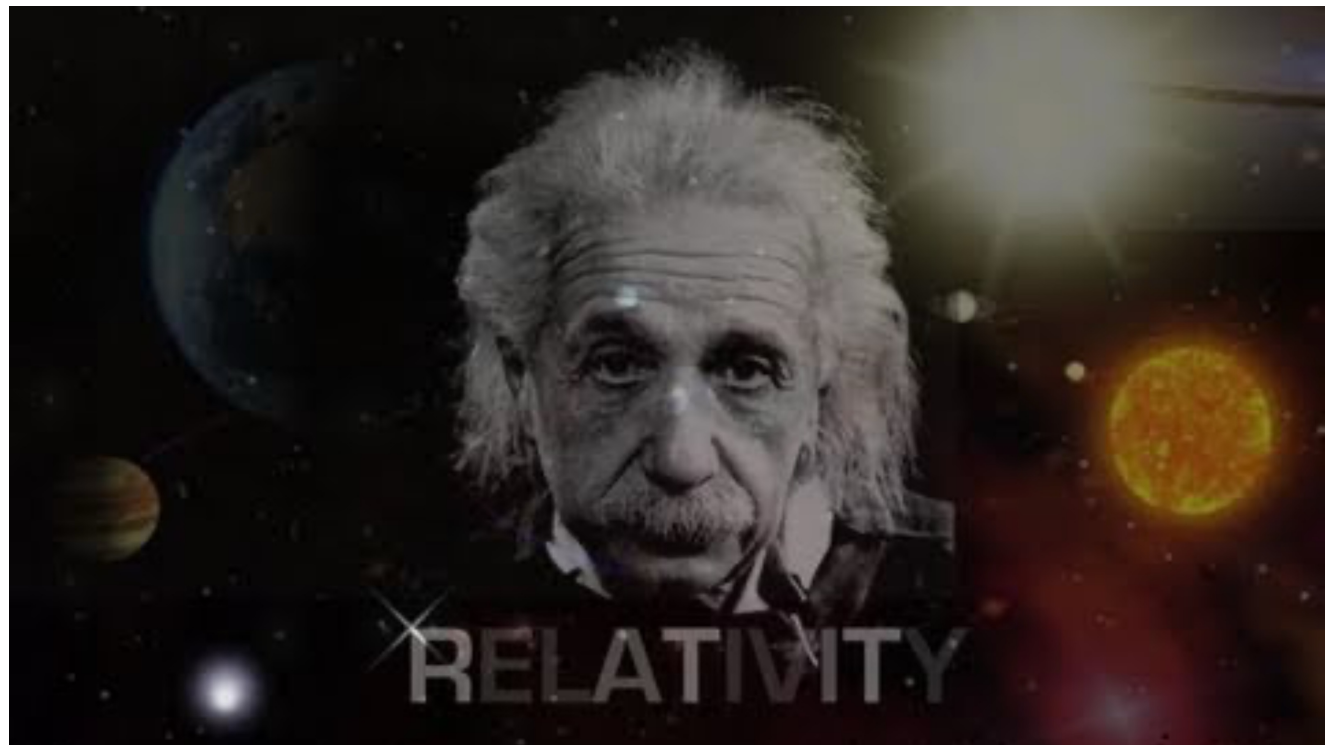
Die berühmteste Formel der Welt

$$E = mc^2$$

- **Masse ist „gespeicherte“ Energie.**
- **„ c^2 “ als (extremer) Wechselkurs**
 - $c^2 \approx 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2\text{s}^{-2} \Rightarrow$ winzige Masse \rightarrow gewaltige Energie
- **Wichtig für:**
 - Kernprozesse im Stern
 - Kernkraft & -medizin (**PET**)
 - Atombomben
 - Teilchenbeschleuniger
- **Physik-Hook:**
 - SR macht Energie-Impuls-Bilanz konsistent
 - **Ruheenergie** (in Ruhesystem) ist $E_0 = mc^2$
- **Aufgabe für SchülerInnen:** „Wie schwer ist ein Joule?“

GPS – nur mit Relativitätstheorie

- **GPS braucht Relativität** – Satelliten „gehen“ anders als Boden-Uhren; ohne Korrektur **driftet die Position schnell weg.**
- **Alltagseffekt:** Navi, Flugrouten, usw. – **präzise** nur mit Relativitätstheorie
- **Takeaway:** Relativität ist Lebensrelevant – sie steckt **in jenem Handy.**



Sci-Fi erklären, als Motivation

1) Star Trek: Materie-Antimaterie-Antrieb (Warp)

- **Was stimmt:** Annihilation setzt nach $E = mc^2$ **sehr viel** Energie frei.
- **Physik-Realität (SR):** Selbst mit beliebig viel Energie bleibt $v < c$; c ist Obergrenze.
 - „Warp“ erfordert extra Annahmen (Raumkrümmung/GR-Fiktion), nicht nur Antriebskraft.
- **Klassentaugliche Frage:** *Wie viel Energie liefert 1 g Antimaterie?*

2) Zwillingsparadoxon: Ein Zwilling fliegt nahe c , kommt jünger zurück. Viel Zeit vergeht am Startpunkt. z.B. Planet of the Apes (1968)

- **Was stimmt: Zeitdilatation** – bewegte Uhren gehen langsamer.
- **Physik-Realität (SR):** Keine echte „Paradoxe“. Ergebnis: Reisende Person ist **jünger** – exakt vorhersagbar über den Lorentzfaktor.
- **Klassentaugliche Frage:** *Alterungsunterschiede bestimmen.* (mit Geschwindigkeit, Dauer usw.)

3) Star Wars: Millennium Falcon & „Lichtstreifen“ beim Beschleunigen

- **Was stimmt (so halb):** Bei sehr hohen v gibt es **relativistische Aberration**: Licht „staut“ sich nach vorn; **Doppler-Shift** macht vorn blauer, hinten rötler.
- **Physik-Realität (SR):** Man sähe **keine** weißen Striche; eher eine **vorne konzentrierte, blauverschobene Helligkeit**.
- **Klassentaugliche Frage:** *Wie ändert sich der Sternenhimmel bei $v \rightarrow c$?*

Spezielle Relativitätstheorie im Kerncurriculum

Niveau	Inhalte (Kernpunkte)
GK	<ul style="list-style-type: none"> • Relativitätspostulate • Relativitätsprinzip (Gleichberechtigung gleichförmig bewegter Inertialsysteme; Galilei-Trafo als Kontrast) • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Bezug: Michelson–Morley • Zeitdilatation & Längenkontraktion • Einstein-Synchronisation • experimentelle Nachweise • Minkowski-Diagramme zur Veranschaulichung • relativistische Massenzunahme
LK	<ul style="list-style-type: none"> • Lorentztransformation & Geschwindigkeitsaddition • Herleitung der relativistischen Massenzunahme aus Grundprinzipien

Wer bin ich?

- Tom (Thomas Weatherby)
 - weatherby@physik.uni-frankfurt.de
 - Büro in Raum 02.215
- Bachelor in England
 - Physik mit Nebenfach Didaktik
- Master in München
 - „Applied and Engineering Physics“ (Laser und Nano-Physik)
- Doktor in Frankfurt
 - Betreuer Prof. Thomas Wilhelm
 - E-Lehre in der 8. Klasse in England
- Gesamtschullehrer in Nord-England
 - Naturwissenschaften und Deutsch

Gruppentheorie – Kurzgesagt

