

E.1.7

Spezielle Relativitätstheorie – Relativistische Kinematik

EVA – Konzepte der speziellen Relativitätstheorie

Mona Hitznauer



© RAABE 2024

Erzeugt mit GPT-4o

Keine Angst vor der Relativitätstheorie! Mithilfe dieser Materialien erarbeiten sich die Jugendlichen die Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie spielerisch einfach. Schritt für Schritt erklären sie sich Einsteins Welt selbst. Sie lernen Einsteins Postulate kennen und werden von verrückten und gleichzeitig genialen Gedankenexperimenten in den Bann gezogen. Mithilfe der „Lichtuhr“ und mathematischen Werkzeugen erschließen sie sich die Zeitdilatation und Längenkontraktion in Teamarbeit.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11, 12
Dauer:	8–10 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz
Methoden:	Übung, Brainstorming, Diskussion, Kooperatives Lernen, Recherche
Inhalt:	Spezielle Relativitätstheorie, Längenkontraktion, Zeitdilatation, Superposition, Einsteins Postulate

Didaktisch-methodische Hinweise

Lernvoraussetzungen:

Die Heranwachsenden kennen den Begriff Bezugssystem und können gleichförmige, beschleunigte und rotierende Bewegungen voneinander unterscheiden. Sie haben sich bereits mit dem freien Fall, waagerechten Wurf- und Kreisbewegungen auseinandergesetzt. Ihre Klasse kann mit Gleichungen umgehen und diese nach bestimmten Variablen umstellen und im Sachzusammenhang interpretieren.

Methodische Hinweise:

Die Materialien erarbeiten sich die Lernenden selbstständig in Kleingruppen und präsentieren ihre Ergebnisse schrittweise (z. B. mit dem Material) vor der Klasse. Auch von den Schülerinnen und Schülern neu entwickelte Fragestellungen und Lösungsansätze sind ausdrücklich erwünscht. Betonen Sie vor der Bearbeitung, dass der Einsatz von digitalen Endgeräten zur Recherche erlaubt ist.

Die Klasse diskutiert und vergleicht nach den Vorträgen die verschiedenen Denk- und Lösungsansätze. Sie als Lehrkraft übernehmen während dieser Arbeitsphasen lediglich eine moderierende Rolle. Zum Abschluss jedes Materials ziehen Sie die Lösung heran, tragen diese vor oder diskutieren sie aus.

Zusatzmaterialien

Sie finden alle Grafiken auch zum Download. Außerdem finden Sie in Ihrem Downloadbereich auch eine PowerPoint-Präsentation, die Sie zur Gestaltung Ihres Unterrichts nutzen können. Sie können einige der Aufgaben auch interaktiv in der LearningApp zur Verfügung stellen. Sie finden an den entsprechenden Aufgaben einen QR-Code und Link. Beachten Sie, dass die Lernenden bei der Bearbeitung der interaktiven Materialien direkt Feedback zu ihrer Lösung erhalten.

Auf einen Blick

Bezugs- und Koordinatensysteme, Relativität

- M 1 Inertialsysteme
M 2 Relativitätsprinzip

Spezielle Relativitätstheorie

- M 3 Postulate von Einstein
M 4 Zeitdilatation
M 5 Längenkontraktion

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		

M 1 Inertialsysteme

Bewegungen lassen sich mathematisch beschreiben und berechnen. Doch ihre Beschreibung ist nicht eindeutig, sondern hängt ganz entscheidend vom gewählten Bezugssystem ab.

Bezugssystem

Ein Bezugssystem ist in der Physik ein gedachter Raum bzw. ein Raum-Zeit-Konstrukt. Dieser Raum ist in der Regel begrenzt und benötigt eine Zeitmessung.

Die Bewegungen, die man beschreiben möchte, können im Bezugssystem oder außerhalb davon stattfinden. In der klassischen Mechanik wählt man meist ein sog. Inertialsystem.

Inertialsystem

Ein nicht beschleunigtes Bezugssystem, auf das keine Kraft von außen wirkt, nennt man Inertialsystem. In allen Inertialsystemen gelten die Gesetze von Newton.

- Körper im Kräftegleichgewicht oder ohne einwirkende Kräfte verweilen in Ruhe oder bewegen sich geradlinig mit gleicher Geschwindigkeit fort,
- Kraft ist Masse mal Beschleunigung und
- Kräfte treten stets paarweise auf.

Bezugssysteme, die im Vergleich zu einem Inertialsystem ruhen oder sich geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit dazu bewegen, sind ebenfalls Inertialsysteme.

Bezugssysteme, die gegenüber einem Inertialsystem beschleunigt sind, sind grundsätzlich keine Inertialsysteme. Bezugssysteme auf der Erde sind aus diesem Grund streng genommen keine Inertialsysteme. Die Erdoberfläche erfährt aufgrund der Erdrotation und Bewegung um die Sonne eine beständige Beschleunigung, da sich die Richtung der Geschwindigkeit kontinuierlich ändert. Dennoch sind Bezugssysteme auf der Erde in sehr guter Näherung Inertialsysteme, da die Einflüsse der Erdbewegungen meist vernachlässigbar klein sind.

Bei der Wahl des Bezugssystems gibt es kein „Richtig“ oder „Falsch“. Allerdings bedeutet das nicht, dass die Wahl egal wäre. Je nach Bezugssystem ändern sich die mathematischen Beschreibungen einer Bewegung – die Gleichungen und Berechnungen können einfacher oder komplexer werden.

Aufgaben (M 1)

1. **Entscheiden** Sie, welche **Bezugssysteme** (fett geschrieben) Inertialsysteme bezüglich der Erde sind. Nehmen Sie dabei die Erde als Inertialsystem an.
 - a) Ein **Zug** fährt mit konstanter Geschwindigkeit geradlinig an einem Bahnübergang vorbei.
 - b) In einem anfahrenden **Aufzug** steht eine Frau.
 - c) Eine Motorradfahrerin durchfährt mit ihrem **Motorrad** eine Kurve.
 - d) In einem bremsenden **Lkw** sitzen drei Männer.
 - e) Ein **Auto** fährt mit gleichbleibendem Geschwindigkeitsbetrag im Kreisverkehr.
 - f) Eine **Kiste** mit einem Ball im Inneren wird senkrecht nach oben geworfen.
 - g) Eine Familie fährt in einer **Gondel** Riesenrad.
 - h) In einem **Zimmer** fällt ein Buch aus einem Regal.
 - i) Ein Ball wird auf einem **Fußballfeld** geradlinig Richtung Tor geschossen.
 - j) In einer ruhenden **Schachtel** läuft eine Ameise in Schlangenlinien.
 - k) Auf einem in einem Kreis galoppierenden **Pferd** kurvt eine Reiterin einen Handstand.



Alternativ online bearbeiten: <https://raabe.click/phy-inertialsysteme>

2. **Entscheiden** Sie, welche **Bezugssysteme** (fett geschrieben) Inertialsysteme bezüglich des angegebenen Bezugssystems (kurz) sind. Nehmen Sie dabei die Erde als Inertialsystem an.
 - a) In einem anfahrenden **Zug** rollt ein **Wanderwagen** mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus.
 - b) In einem mit gleichbleibender Geschwindigkeit fahrenden **Aufzug** hüpfet ein **Mann** senkrecht nach oben.
 - c) In einem **Flugzeug**, das sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit geradlinig fortbewegt, beschleunigt ein Steward einen **Flugzeug-Trolley**.
 - d) Ein **Kind** läuft mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus in einem **Zug**, der geradlinig an einem Bahnhof anfährt.



Alternativ online bearbeiten: <https://raabe.click/phy-inertialsysteme2>

3. **Beschreiben** Sie die Bewegung eines sitzenden Kindes in einem Zug, der mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus unterwegs ist, relativ zu den **Bezugssystemen**.
 - a) Ein **Gleisarbeiter**, der hinter dem Zug auf den Gleisen steht.
 - b) Ein **Ball**, der gleichauf neben dem Zug mitfährt.
 - c) Eine **Maus** auf den Gleisen vor dem Zug.
 - d) Eine **Frau**, die im Zug am Kind vorbeigeht.
 - e) Ein **Jugendlicher**, der neben dem Kind sitzt.
 - f) Ein **Auto**, das geradlinig neben dem Zug beschleunigt.
 - g) Ein unbewegter **Astronaut** im Weltall (falls er den Zug erkennen könnte).

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

