



Mechanik - Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Lehrerhandreichung

- **Jahrgangsstufe:** Einführungsphase
- **Methode:** Demonstrationsexperiment (Luftkissenbahn)
- **Thema:** Gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- **Versuchszeit:** 15 min

In diesem Versuch sollen die Gesetzmäßigkeiten der gleichmäßig beschleunigten Bewegung, insbesondere die Abhängigkeiten der Größen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung, untersucht werden. Auf der Luftkissenbahn wird ein auf dem Gleiter befestigtes Handy nahezu reibungsfrei durch eine fallende Masse über eine Umlenkrolle gleichmäßig beschleunigt. Eine Leiste mit Magneten oberhalb der Fahrstrecke dient als Signalgeber für das Smartphone, auf welchem die App *phyphox* installiert ist. Diese App wertet mit dem Magnetfeldsensor die Signale so aus, dass man Weg-Zeit- sowie Geschwindigkeits-Zeit-Daten erhält.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass in vielen Physik-Schulbüchern eine Bezeichnung von Datenpunkten und Diagrammen verwendet wird, die nicht mit der Benennung konform ist, die in den Lehrbüchern der Physik benutzt wird. Auf dem AB wird stets die gängige physikalische Notation verwendet: Die y -Achsenbeschriftung (Ordinatenachse) wird vor der x -Achsenbeschriftung (Abszissenachse) gesetzt, z.B. Weg-Zeit-Daten, Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm.

Thema

- Versuchszeit (reine Durchführung): 15 min
(einmalig ca. 30 min Aufbauzeit für die Magnet-Halterung (s.u.))
- Mechanik: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- Verwendeter Sensor: Magnetfeldsensor

Material

1. Luftkissenbahn
2. Holzleiste (Länge soll der Fahrstrecke auf der Luftkissenbahn mindestens entsprechen): Preis ca. 5 €
3. Magnete:¹ Preis ca. 3,10 € für 10 Stück

¹ In den Testversuchen sind S-06-02-N Scheibenmagnete der Internetfirma supermagnete.de verwendet worden





Mechanik - Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Lehrerhandreichung

4. Smartphone mit der App *phyphox*
5. Gleiter, auf dem das Smartphone befestigt werden kann
6. Vorrichtung zur gleichmäßigen Beschleunigung des Gleiters auf der Bahn: z.B. Umlenkrolle, über die der Gleiter mit einer frei fallenden Masse verbunden ist.

Voraussetzungen

1. Begriffe *Weg* und *Geschwindigkeit*
2. Zusammenhang Geschwindigkeit $v = \frac{s}{t} + v_0$ mit Wegstrecke s und Zeit t sowie einer möglichen Anfangsgeschwindigkeit v_0

Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler

1. untersuchen den Zusammenhang der Größen *Weg* und *Geschwindigkeit* in Abhängigkeit von der *Zeit* in einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung
2. lernen dabei das Smartphone als Datenerfassungssystem kennen
3. erfahren, wie man mit Magneten und dem (meist) im Smartphone vorhandenen Magnetfeldsensor Weg-Zeit-Daten mit Hilfe der App *phyphox* erhält

Methodische Anmerkungen

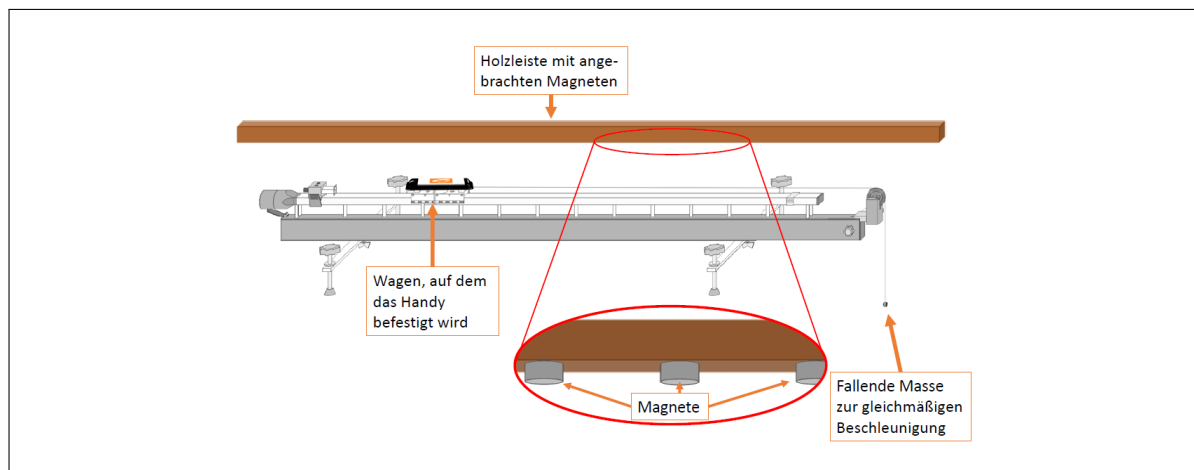


Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Smartphone-Experiments an der Luftkissenbahn. Zur Inbetriebnahme der Luftkissenbahn wird ein Gebläse benötigt. Auf dem Wagen zur Luftkissenbahn, welcher über eine fallende Masse gleichmäßig beschleunigt wird, ist das Handy befestigt. Die fallende Masse ist über eine Umlenkrolle mit dem Wagen verbunden. Zudem ist für das Smartphone-Experiment eine Holzleiste vonnöten, an welcher Magnete befestigt sind, die als Signalgeber für den im Smartphone vorhandenen Magnetfeldsensor dienen, so dass Weg-Zeit-Daten gemessen werden können².





Mechanik - Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Lehrerhandreichung

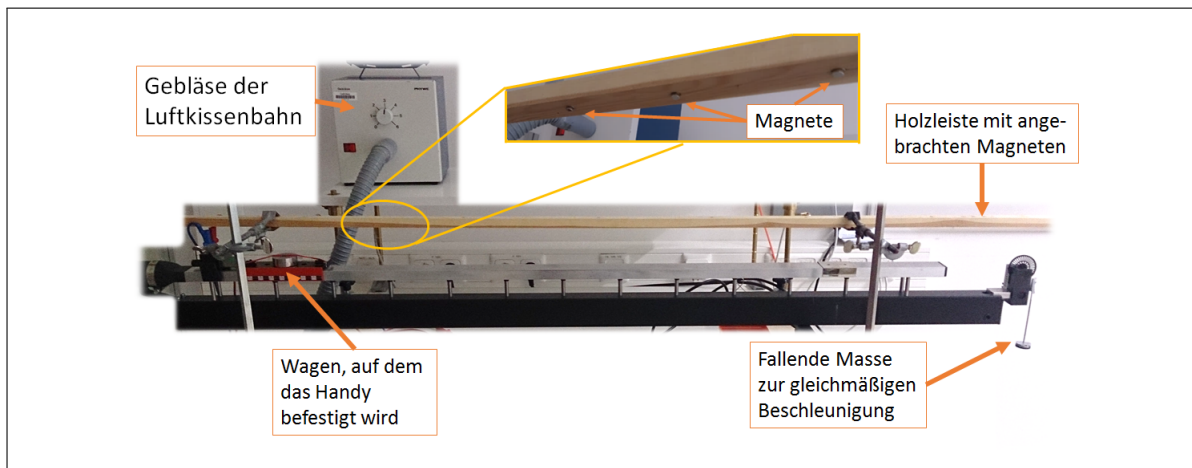


Abbildung 2: Realer Aufbau des Smartphone-Experiments an der Luftkissenbahn

Um Anpassungen an das vorhandene Material vornehmen bzw. eigene Alternativen für die Umsetzung finden zu können, ist möglicherweise ein Blick auf den schematischen oder realen Aufbau in den Abbildungen 1 und 2 hilfreich.

An dieser Stelle sollen Hinweise für die Vorbereitung sowie die Durchführung gegeben werden. Es sei zudem angemerkt, dass kein Unterrichtsentwurf zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung bzw. zu ihren Gesetzmäßigkeiten vorgestellt wird.

1. Vorbereitung

Neben der Luftkissenbahn wird eine Vorrichtung für die Befestigung der Magnete benötigt. Da später die kleinen Scheibenmagnete als Signalgeber für das Smartphone dienen, bietet sich ein nicht magnetischer Stoff für diese Vorrichtung an, um das Magnetfeld bzw. die Signalgeberfunktion der Magnete nicht weiter zu beeinflussen. Daher ist die Wahl auf eine Holzleiste gefallen, welche für ca. 5 € gekauft werden kann. In dieser können Schrauben aus einem ferromagnetischen Stoff geschraubt werden, sodass die Magnete an den Schraubköpfen über die magnetische Wechselwirkung haften bleiben. Bei einem Abstand der Schrauben in der Holzleiste von ca. 10 cm können die Signale später gut aufgelöst werden. Größere Abstände sind möglich, wobei die Zahl der Messpunkte im Blick behalten werden sollte. Ebenso ist ein gleicher Abstand der Magnete erforderlich, um das Werkzeug „Magnet-Lineal“ der App *phyphox* verwenden zu können.

Der Gleiter für die Luftkissenbahn muss so aufbereitet werden, dass ein Smartphone auf diesem befestigt werden kann. Da viele verschiedene Luftkissenbahnen erhältlich sind, kann an dieser Stelle nur eine beispielhafte Methode, durchgeführt mit der

2 Bild der Luftkissenbahn aus *Gebrauchsanweisung Luftkissenfahrbahn 337 501*: <http://www.ld-didactic.de/documents/de-DE/GA/GA/3/337/337501d.pdf>, S. 4



Mechanik - Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Lehrerhandreichung

Luftkissenbahn 337 501 von Leybold Didactic, dargestellt werden. Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, ist der Gleiter mit einem Gummiband sowie zwei Wägestücken als Abstandshalter „Smartphone-transportfähig“ gemacht worden. Durch die Erhöhung wird das Smartphone vor Kratzern durch die spitzen Fadenhalterungen geschützt. Das Gummiband verhindert ein Herunterfallen des Smartphones, wenn der Gleiter stark gebremst wird.



Abbildung 3: Beispielhafter Aufbau des Gleiters für die Luftkissenbahn

Die Luftkissenbahn wird herstellergerecht aufgebaut. Zusätzlich wird nun eine Halterung für die Holzleiste montiert. In Abbildung 2 ist zu erkennen, dass diese Vorrichtung mit Stativmaterial einfach realisiert werden kann. Hierbei muss individuell auf die vorhandene Luftkissenbahn geachtet werden. Ein Abstand von ca. 5 cm zwischen Holzleiste und Smartphone auf dem Gleiter liefert bei den oben aufgeführten Magneten ausreichend starke Signale. Zudem ist wichtig darauf zu achten, dass der erste Magnet sehr nah an der Startposition des Smartphones bzw. nah an der Startposition des Magnetfeldsensors³ ist, um die Anfangsstrecke und -geschwindigkeit bei der Auswertung vernachlässigen zu können.

Die gleichmäßige Beschleunigung des Gleiters wird im Aufbau aus Abbildung 1 mit einer Umlenkrolle und einer fallenden Masse realisiert. Dazu wurde über einen Garnfaden die Masse mit dem Gleiter verbunden, sodass über die Umlenkrolle die Gewichtskraft der Masse für die gleichmäßige Beschleunigung des Gleiters und damit des Smartphones sorgt.

2. Durchführung

Nachdem die Luftkissenbahn betriebsbereit und die Holzleiste befestigt ist, wird auf dem Smartphone die App *phyphox* geöffnet. Zur Handhabung der App *phyphox* steht eine Anleitung zur Verfügung. In der App *phyphox* wird das Werkzeug „Magnet-Lineal“ ausgewählt. Optional kann nun die App mit einem Rechner verbunden werden, sodass die Live-Messdaten über einen Beamer projiziert werden,

3 Im Internet sind Tipps zum Finden der Position dieses Magnetfeldsensors aufgeführt (s. z.B. <http://www.physi.uni-heidelberg.de/~eisele/Experimentsheets/Magnetfeldmessungen.pdf>).





Mechanik - Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Lehrerhandreichung

damit jeder Schüler diese sehen kann. Der Gleiter wird so positioniert, dass sich der erste Magnet etwas vor dem Magnetfeldsensor des Smartphones befindet. Nachdem die Messung gestartet ist, kann der Gleiter losgelassen und über die fallende Masse beschleunigt werden. Die App wertet die Signale aus und zeigt Weg-Zeit- und auch Geschwindigkeits-Zeit-Daten an, mit denen die Lehrkraft sowie die Schülerinnen und Schüler arbeiten können.

Bitte beachten: Viele Luftkissenbahnen verfügen über eine Magnethalterung, die den Wagen bis zum Auslösen an der Startposition hält. Es kann jedoch zu verfälschten Messwerten kommen, wenn das Magnetfeld dieser Halterung so stark ist, dass es die Signalstärke des ersten Magneten übersteigt. Es kommt damit zu Messdaten, die nicht den Gesetzmäßigkeiten der gleichmäßig beschleunigten Bewegung genügen.

3. Ausblick

Bei einer anschließenden Auswertung der erhaltenen Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Daten sollte darauf geachtet werden, dass durch den gewählten Aufbau die Annahme getroffen werden kann, dass keine Anfangsstrecke s_0 und keine Anfangsgeschwindigkeit v_0 betrachtet werden müssen.

Wenn dieses Experiment mit den Schülerinnen und Schülern (SuS) durchgeführt worden ist, bieten sich in weiteren Experimentierphasen Smartphone-Experimente an. Die SuS haben nun das Smartphone in einem neuen Anwendungsbereich kennengelernt und können diese Kenntnisse beispielsweise in experimentellen Hausaufgaben weiter einsetzen. Zudem ist mit der speziellen Methode von Magneten als Signalgeber (wird als **Methode „Magnet-Lineal“** bezeichnet) ein Grundstein für viele weitere Versuche in der Mechanik gelegt worden. So können die SuS beispielsweise im Versuch zum freien Fall die Erdbeschleunigung g mit dieser Methode in kleineren Versuchsgruppen selbstständig bestimmen (vgl. hierzu Materialien zum *phyphox*- Experiment *Freier Fall*).