

Überblick über den Ablauf der Unterrichtseinheit

Einstieg und Experimentierphase

Zu Beginn der Stunde (s. a. Überblick in **Tab. 1**) werden die Lernenden in Kleingruppen von 2–3 Personen eingeteilt und es werden ihnen die „Spielregeln“ für die Methodenstunde mitgeteilt: Die Schülerinnen und Schüler erhalten jeweils ein eigenes Arbeitsblatt (s. Ausschnitt in **Abb. 6**) und sollen dieses für sich alleine ausfüllen, ohne mit den anderen Gruppenmitgliedern darüber zu sprechen.

Kugelexperiment

Vermutung
Stell dir vor, du lässt drei gleich große Kugeln gleichzeitig aus derselben Höhe fallen. Welche Kugel fällt am schnellsten?
 Holzkugel Styroporkugel Tischtennisball Alles gleich schnell
Und warum? Schreibe deine Vermutungen auf.

Durchführung & Beobachtung
Hole dir das Material. Führe das Experiment durch.

Material
1 Tischtennisball
1 Holzkugel
1 Styroporkugel

- Lass die Kugeln gleichzeitig aus der gleichen Höhe fallen (z. B. Tischhöhe).
- Beobachte, welche Kugel am schnellsten ist und zuerst auf dem Boden landet.

Notiere deine Beobachtung, also das, was du im Experiment gesehen hast.

Lies dir deine Vermutung von oben noch einmal durch. Wurde sie bestätigt / war sie „richtig“? Kreuze an.

Ja Nein weiß nicht

Begründe deine Entscheidung. (Hast du eine neue Vermutung? Schreibe sie auf.)

Fertig?
Lege das komplette Material zurück in die Tüte und warte, bis diese eingesammelt wird.

Diskussion der Ergebnisse

Nach der Experimentierphase werden die Ergebnisse aus der Experimentierphase besprochen. Die Schülerinnen und Schüler sollen angeben, was ihr Ergebnis aus dem Experiment ist. Da das Experiment bewusst uneindeutige Daten produziert, gehen die Meinungen in diesem Schritt oftmals auseinander. An der Tafel kann eine Strichliste geführt werden, welches Ergebnis wie oft genannt wird, in anonymisierter Form könnte auch mit digitalen „WordCloud“ gearbeitet werden. Kommt von den Lernenden nicht selbst die Frage, wer denn nun recht hat, sollte dies von der Lehrkraft gefragt werden und damit eine Diskussion angeregt werden.

Zusammenführung der Ergebnisse

Nachdem die Experimente besprochen wurden, werden die Ergebnisse zusammengetragen und nach Gemeinsamkeiten gefragt. Möglicherweise brauchen die Lernenden hier ein wenig Hilfestellung, da die Experimente keine thematische Gemeinsamkeit haben. Abschließend soll festgehalten werden, dass die durchgeführten Experimente (bewusst) uneindeutige Ergebnisse liefern, und es soll auch die fachlich richtige Erklärung nachgeliefert werden.

Gemeinsam wird anschließend überlegt, welche allgemeinen Informationen über das Experimentieren, unabhängig vom Thema, mitgenommen werden können.

Sicherung

Als Sicherung bzw. Fazit soll festgehalten werden, was nun fachlich richtig ist (s. **Kästen 1–2**) und was aus den Experimenten als „Wissen über das Experimentieren“ auch in anderen Kontexten angewendet werden kann. Hier kann angeführt werden, dass auch äußere Einflüsse wie Schwankungen des Messwertes, Genauigkeit der Geräte oder menschliches Einwirken (warme Hand an Temperatursensor, Reaktionszeit, ...) Einfluss auf den Wert einer Messung haben.

6 | Exemplarische Seite des Arbeitshefts

Das Experimentieren findet anschließend gemeinsam statt, aber ohne dass über mögliche Interpretationen der Ergebnisse gesprochen wird, denn hierfür ist nach der Experimentierphase genügend Zeit.

Zusammengefasst:

- aufschreiben alleine,
- experimentieren im Team,
- Ergebnisse notiert wieder jeder für sich.

Nachdem die Regeln geklärt sind, werden die Arbeitsblätter an die Gruppen ausgeteilt.

Zeit (ca) /Phase	Unterrichtsgeschehen	Sozialform / Arbeitsform	Medien / Material
5 min	Begrüßung	Plenum	–
10 min / Einstieg	Einteilung in Kleingruppen (2–3 Personen) Erklärung der „Spielregeln“: Hypothese und Beobachtungen werden immer allein notiert, Experimentieren in Gruppen, aber keine Diskussionen der Ergebnisse.	Plenum / Gruppenarbeit	Arbeitsheft
20 min / Experimentierphase	Selbstständiges Experimentieren, LK sorgt für Einhaltung der Spielregeln und Ausgabe der Experimentiermaterialien: <ul style="list-style-type: none">• freier Fall• Wärmeschutz für Gummiente Ausgabe neuer Materialien erst nach Notation der Hypothese.	Gruppenarbeit	Experimentiermaterial
20 min / Abstimmung und Diskussion	Abstimmung/Positionierung der Ergebnisse Kernfrage „Was zeigt das Experiment eurer Gruppe?“ Ergebnisse werden anhand einer Strichliste / Tabellendokument / „Wordcloud“ festgehalten. Falls nicht automatisch im Unterrichtsgespräch aufgekommen, weiterführende Frage: „Wer hat denn nun recht?“ Die Diskussion kann nun konkret in Richtung der Experimente und deren Aussagekraft gelenkt werden. Besonders der freie Fall eignet sich hier gut für einen Einstieg, da Einflüsse wie Reaktionszeit deutlicher sind. Kernfragen: „Wie sicher können wir das wirklich sagen? Gibt es Einflüsse, die uns das genaue Messen erschweren?“ <ul style="list-style-type: none">• Reaktionszeit• gleichzeitiges Loslassen• ...• Hand am Temperatursensor• Schwankung des Temperatursensors• ... Optional: beispielhafte Demonstration der statistischen Streuung anhand der Zeitmessung beim freien Fall: Mehrfachmessung bei selber Höhe von selber Person zeigt starke Abweichungen und gibt Hinweise für die Größe eines Vertrauens.	Plenum	Abstimmungskarten, Tafel / Tabellendokument oder „Wordcloud“ Tafel
20 min / fachliche Klärung und Sicherung	Fachliche Betrachtung und Auseinandersetzung – Messungen sind immer unsicherheitsbehaftet. Fachlich „richtige“ Lösung wird genannt, diese kann aber von den Experimenten so nicht gezeigt werden. Kernaussage: Nicht alle experimentellen Daten sind aussagekräftig.	Plenum	vorherige Visualisierung (Tafel oder Tabellendokument)
15 min / Transfer	Erarbeitung von Verbesserungsmöglichkeiten und methodisches Vorgehen für genaueres Messen. Kernfrage: „Wie können die Experimente verbessert werden, um genauere Messungen zu ermöglichen?“	Plenum	

Tab. 1 | Verlauf der Stunde im Überblick





Varianten

Je nach Jahrgangsstufe und Vorwissen der Schülerinnen und Schüler bieten sich neben dem oben gezeigten Stundenverlauf auch gewisse Varianten an:

Variante 1:

Keine Doppelstunde? Kein Problem!

Die Experimentierphase lässt sich auch mit nur einem Experiment durchführen, hier empfiehlt es sich, das Experiment zum freien Fall durchzuführen, da keine Wartezeit benötigt wird und das Experiment zuverlässig uneindeutige Daten produziert.

Zudem lässt es sich sehr leicht vorbereiten, da bis auf drei gleich große Kugeln unterschiedlichen Materials nichts weiter benötigt wird. Die Abstimmung bzw. Positionierung sollte möglichst kurz gehalten werden, damit anschließend noch genügend Zeit für eine ausreichende Diskussion und fachliche Klärung vorhanden ist.

Der Transfer „Worauf sollten wir in Zukunft bei unseren Messungen/Experimenten achten?“ kann in eine kurze Hausaufgabe ausgelagert und zu Beginn der nächsten Stunde z. B. als ein kurzer Einstieg vor einem neuen Experiment genutzt werden.

Variante 2: Die Wolle hilft doch!

Besonders in den Jahrgangsstufen 5–8 trifft man häufig auf das Konzept „Wolle macht warm“, einige notieren zwar „Wolle hält warm“, was fachlich korrekt wäre, haben im Hinterkopf jedoch die angebliche „wärmende Eigenschaft“ der Wolle. Dass das bestehende Konzept gute Ansätze besitzt, lässt sich mit einem kleinen Demonstrationsexperiment in der fachlichen Klärung zeigen:

- Hierzu werden drei Gummi-Enten in einem Wasserbad erwärmt und so auf eine deutlich höhere Temperatur als die des Klassenraums gebracht. Die Temperaturen der drei Enten werden gemessen und an der Tafel notiert.
- Anschließend legt man eine Ente ohne „Verpackung“ auf das Pult, eine Ente in die Papiertüte und eine Ente in die Wollsocke und wartet ca. 10 Minuten. Während dieser Zeit kann die fachliche Klärung des freien Falls vorgenommen werden.
- Nach den 10 Minuten wird erneut die Temperatur der Enten gemessen und notiert. Es fällt auf: Eine Verpackung hält die Gummi-Ente warm, die Temperatur ist demnach weniger stark gesunken als ohne Verpackung. Die Temperatur ist aber nicht höher geworden als zu Beginn.

- Es kann somit das Konzept der wärmeisolierenden Wirkung der Wollsocke festgehalten werden.

Variante 3:

Wie schnell sind die Kugeln wirklich?

In der erwähnten Studie wurde das Experiment zum freien Fall auch quantitativ-messend durchgeführt. Das bedeutet, dass die Falldauer jeder einzelnen Kugel gestoppt und anschließend notiert wurde.

Ab der Jahrgangsstufe 9 bietet es sich jedoch an, auch die Messung von Fallzeiten als Variante in Betracht zu ziehen. Der Versuchsteil ist ohne zusätzliches Material möglich, da zum Stoppen der Fallzeiten die Stoppuhr des Smartphones genutzt werden kann.

Die Schülerinnen und Schüler nehmen ihre Daten in den Kleingruppen auf und vergleichen sie anschließend im Plenum. Hier kann erste Kritik an der Messmethode geübt werden: „Wie genau kann ich überhaupt die Fallzeit einer Kugel mit meiner Stoppuhr messen?“, sowie eine Thematisierung der Reaktionszeit als Unsicherheitsquelle vorgenommen werden.

Variante 4: Es geht besser!

Die obigen Experimente wurden bewusst so gestaltet, dass Daten mit kaum bis geringer Aussagekraft entstehen. Daher ist hier Potenzial zur Optimierung des Versuchsaufbaus vorhanden, denn es geht besser!

Die Beobachtung des Auftreffens von drei fallenden Kugeln ist mit dem bloßen Auge sehr schwierig. Durch die Hinzunahme digitaler Hilfsmittel lässt es sich jedoch vereinfachen. Die meisten Smartphones besitzen mittlerweile Kameras mit einer Slow-Motion-Funktion, diese lässt sich dazu nutzen, das Experiment zum freien Fall vorab zu filmen und später in der Unterrichtsstunde abzuspielen. Wichtig ist hierbei, dass die Kugeln wirklich zeitgleich fallen gelassen werden. Daher empfiehlt es sich, diese Aufnahme vorbereitet zu haben.

Eine weitere Möglichkeit ist es (besonders, wenn zuvor Variante 2 durchgeführt wurde), mithilfe von Lichtschranken die Fallzeiten der Kugeln zu ermitteln und zu vergleichen. Dies bietet sich besonders nach dem quantitativen Versuchsteil an, da hier möglicherweise bereits von den Lernenden selbst die Frage nach einer Minimierung der Reaktionszeit kommt und daher einfach die Messung mithilfe von Lichtschranken eingeführt werden kann.