

## Experimentieren in der Jahrgangstufe 9 und 10

### Experiment „Reaktionszeit“

*Eine gezielte und kontinuierliche Kompetenzentwicklung bedarf handlungsorientierter Unterrichtssituationen. Der Unterricht soll von konkreten Beispielen und Phänomenen ausgehen. Einen besonderen Schwerpunkt bildet das eigenständige Experimentieren.*

*Bei der konkreten Arbeit an biologischen Objekten erkennen die Schülerinnen und Schüler Handlungsmuster, welche sie auf neue Situationen übertragen können. Bildungsplan 2004 S. 203*

#### Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler sind vertraut mit naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Ihnen ist bekannt, dass naturwissenschaftliche Experimente empirische Untersuchungen darstellen, die auf der Grundlage erhobener Daten Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung überprüfen. Die Durchführung von Experimenten folgt bestimmten Regeln, die letztlich das Ziel haben nachvollziehbare, wiederholbare und vergleichbare Ergebnisse zu garantieren. Ausgangspunkt eines Experiments ist häufig ein beobachtbarer Sachverhalt oder ein Problem, wodurch Fragen über Zusammenhänge und Bedingungen aufgeworfen werden.

Den Schülerinnen und Schülern ist bewusst, dass die Planung und Durchführung eines Experiments eine möglichst präzise formulierte Fragestellung voraussetzt. Auf Grundlage einer begründeten Annahme/Hypothese (= vorläufige Antwort auf eine Frage) wird ein standardisiertes Experiment geplant, dessen Ergebnis auf Grundlage der Hypothese vorausgesagt wird (Deduktion). Die Durchführung des Experiments dient der Testung der Hypothese. Die Bestätigung, vor allem aber die Widerlegung der Hypothese hat immer eine kritische Analyse der Versuchsdurchführung und eine Bewertung der Ergebnisse zur Folge (Fehlerdiskussion).

Schülerinnen und Schüler planen am Ende der Sek. I ihre Experimente weitgehend selbständig und können auch ihre Planungen auch umsetzen. Sie wählen geeignete Formen der Ergebnisdarstellung, nutzen angemessene statistische Methoden (z.B. Mittelwert, Median, Standardabweichung, etc.) und sind in der Lage ihre Ergebnisse zu interpretieren. Ihnen ist bekannt, dass bei einem Experiment, das valide Ergebnisse liefern soll, immer nur ein Faktor verändert werden darf und eine Kontrollgruppe notwendig ist. Sie sind in der Lage ihre Vorbereitungen, Planungen und Experimente sowie deren Ergebnisse und Interpretationen übersichtlich und vollständig, im Sinne eines standardisierten Protokolls, zu erstellen.

#### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb der Naturwissenschaften Bildungsplan 2004, S.174f

Die Schülerinnen und Schüler können...

- naturwissenschaftliche Fragestellungen mit vorgegebenen Anweisungen und Hilfsmitteln erschließen;
- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen;
- Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten auf vergleichbare Sachverhalte übertragen;

- beobachten, beschreiben und vergleichen;
- Experimente planen, durchführen, protokollieren, auswerten und Fehler analysieren;
- Hypothesen bilden und experimentell überprüfen;
- Experimente im Hinblick auf ihre Aussagekraft analysieren und bewerten;
- qualitative und quantitative Betrachtung als Möglichkeiten der Beschreibung und Erklärung nutzen;
- naturwissenschaftliche Ergebnisse und Prognosen überprüfen und beurteilen

**Diese Leitgedanken können dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet werden** (KMK, 2004; Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss)

Die Schülerinnen und Schüler können...

- eigene Darstellungen strukturieren, auf das Wesentliche reduzieren und sachlogisch argumentieren;
- Sachverhalte verständlich, übersichtlich und adressatengerecht dokumentieren und präsentieren;
- konkrete Sachverhalte mit Symbolen, Formeln, Gleichungen, Diagrammen und Simulationen darstellen und veranschaulichen;
- Datenmaterial und Statistiken interpretieren und bezüglich ihrer Aussagekraft bewerten

**Diese Leitgedanken können dem Kompetenzbereich Kommunikation zugeordnet werden** (KMK, 2004; Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss)

## **Standards der Biologie Klasse 10**

### **Grundlegende biologische Prinzipien**

- Struktur und Funktion
- Information und Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler können...

- die Sinnesorgane des Menschen im Überblick beschreiben;
- das Wirkungsprinzip der Sinneszellen als Signalwandler beschreiben. Sie wissen, dass Reize in elektrische Signale umgewandelt werden, die zum Zentralnervensystem weitergeleitet und dort verarbeitet werden;
- den Bau des Nervensystems im Überblick und die grundlegende Bedeutung des peripheren, des zentralen und des vegetativen Nervensystems beschreiben;

### **Unterrichtssituation**

#### **Einstieg**

Die Lehrkraft bittet zwei Schüler einen Reaktionsstart durchzuführen. Der Reaktionsstart erfolgt auf Kommando aus dem Stand mit paralleler Fußstellung und schulterbreit geöffneten Beinen.

*Fragestellung:* Wovon hängt es ab, welcher Schüler den ersten Schritt macht?

Mögliche Schülerantwort:

- Der Schüler, der am schnellsten reagiert, macht den ersten Schritt.

*Fragestellung für die Schülerinnen und Schüler:*

- *Wie „schnell“ ist die eigene Reaktionszeit?*

*Problemstellung für die Schülerinnen und Schüler:*

- *Auf welche Weise können wir die individuelle Reaktionszeit ermitteln?*

*Darauf aufbauende Fragestellung:*

- *Welche äußeren Faktoren können die individuelle Reaktionszeit beeinflussen?*

### **Ergänzung**

Auf folgender Internetseite <http://de.wikipedia.org/wiki/Schnelligkeit> könnten sich die Schülerinnen und Schüler etwas differenzierter mit den Begrifflichkeiten auseinandersetzen. Vor allem für die Planung und eine mögliche Interpretation der eigenen Ergebnisse liefert die Seite Informationen. Aber auch für den Einleitungstext eines Protokolls sind die Informationen hilfreich.

1. Definition Reaktionsschnelligkeit; Wdh. Reizwandlung, Erregungsleitung, Reaktion

2. Unterscheidung zwischen **Einfachen Reaktionen** (Reaktionsbereitschaft vorhanden, trainierbar; vgl. Situation „Reaktionsstart“), **Auswahl-Reaktionen** (Auswahl zwischen verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten als Reaktion auf den Reiz; „mehrfaches Fangen eines Balls“).

Die Schülerinnen und Schüler werden bei ihren Versuchsreihen feststellen, dass die Reaktionszeiten innerhalb einer Messreihe oft kürzer werden. Dies würde, verursacht durch die versuchsbedingt vorhandene Reaktionsbereitschaft und der gleichbleibenden Reiz-Reaktionssituation, zu einem Ergebnis führen, dass auf jeden Fall vor diesem Hintergrund interpretiert werden muss (Frage: Wie könnte dieser „Trainingseffekt“ umgangen werden?).

Für das Experiment, vor allem für die Interpretation der Ergebnisse ist das interessant, weil unterschiedliche Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler vor diesem Hintergrund interpretiert werden können/müssen. Vielleicht stellt sich auch die Frage, welche Möglichkeiten es bei der Versuchsplanung gibt Trainingseffekte zu vermeiden (evtl. durch Randomisierung).

Das weitere Vorgehen besteht nun aus drei Schritten:

1. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln zuerst eine Methode, mit der sie die individuelle Reaktionszeit ermitteln können.

2. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln ihre individuelle Reaktionszeit. Dies ist notwendig, damit für weitere Versuche Referenzwerte vorliegen.
3. In einem dritten Schritt werden dann vor dem Hintergrund unterschiedlicher Fragestellungen Experimente entwickelt z.B.: Welchen Einfluss hat laute Musik auf die Reaktionszeit? Welchen Einfluss hat das Aufwärmen im Sport auf die Reaktionsgeschwindigkeit.

### Alternativer Einstieg

Problem: „Schrecksekunde“ im Straßenverkehr. Viele Schülerinnen und Schüler sind in dem Alter, in dem sie den Führerschein machen. Dieses Problem liefert vor allem Fragestellungen, die zu weiterführenden Schülerexperimenten führen (Einfluss von Musik o.ä. auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Beeinflussung der Aufmerksamkeit).

### Versuchsmaterialien:

- Lineale, Zollstöcke oder dünne Holzstäbe
- Infobox zum Weg-Zeit-Gesetz des freien Falls:

#### Weg-Zeit-Gesetz des freien Falls

Jeder Körper fällt aus der Ruhe, bei vernachlässigbarem Luftwiderstand, nach dem Weg-Zeit-Gesetz des freien Falls:  $h = \frac{1}{2} g t^2$ ; dabei ist  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  (Fallbeschleunigung);  $t = \text{Zeit in Sekunden}$ ;  $h = \text{Weg in Metern}$

### Aufgaben:

#### Experimente zur Reaktionszeit

1. Erarbeitet mit den ausliegenden Materialien eine Methode, mit der ihr eure individuelle Reaktionszeit ermitteln könnt. Erwartet wird eine exakte Messvorschrift zur Ermittlung der individuellen Reaktionszeit.
2. Tauscht eure Messvorschrift mit einer anderen Gruppe aus und prüft, ob deren Messvorschrift den Kriterien Nachvollziehbarkeit, Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse genügt. Gebt der anderen Gruppe eine begründete Rückmeldung.
3. Überarbeitet und optimiert eure eigene Messvorschrift.
4. Bestimmt für die einzelnen Gruppenmitglieder die jeweilige durchschnittliche Reaktionszeit.
5. Ermittelt die durchschnittliche Reaktionszeit eurer Gruppe und vergleicht diese mit den Ergebnissen der anderen Gruppen und Werten aus der Literatur (z.B. <http://www.psychology48.com/deu/d/reaktionszeit/reaktionszeit.htm> ).

6. Wie müsste die gewählte Messvorschrift verändert werden, damit man die Auswirkung äußerer Einflüsse auf die Reaktionszeit untersuchen könnte? Plant und führt ein weiteres Experiment durch.

#### **Erwartungshorizont**

- Erarbeitung einer Methode zur Bestimmung der individuellen Reaktionszeit (Grundversuch).
- Bestimmung der individuellen Reaktionszeit (Referenzwert für weitere Experimente).
- Planung eines Experiments durch Abwandlung des Grundversuches vor dem Hintergrund verschiedener Fragestellungen.
- Durchführung, Auswertung und Protokollierung des Grundversuchs und eines weiteren Experiments.

## Welche Probleme können auftreten

### ➤ Probleme bei der Planung der Messmethode (Grundversuch)

- Die mathematische Formel des Weg-Zeit-Gesetzes kann nicht genutzt werden; die Schülerinnen und Schüler finden keine Lösung zur Ermittlung der Reaktionszeit aus der Falltiefe (Grundlage: Weg-Zeit-Gesetz des freien Falls  $h = \frac{1}{2} g t^2$ ).
- Die Messmethode wird nicht eindeutig festgelegt: Fanghand frei beweglich oder fixiert; Abstand der Finger wird nicht festgelegt; Räumliche Anordnung des Experiments wird nicht festgelegt (Positionen der einzelnen am Experiment beteiligten); Ablesen der Falltiefe am Lineal (Blickrichtung von oben auf die Messskala oder Blickrichtung Augenhöhe).
- Ein-Faktorenprüfung ist nicht gewährleistet.
- „Trainingseffekt“ wird nicht erkannt bzw. bei der Planung nicht berücksichtigt. Seine Bedeutung für die Diskussion der Ergebnisse wird nicht erkannt.
- Unkenntnis über Bedeutung und Einsatz einfacher statistischer Methoden (ausreichende Anzahl an Messergebnissen, Mittelwert, Median, Standardabweichung, Eliminierung von Extremwerten).
- ...

### ➤ Probleme bei der Planung weiterführender Experimente

- Den Schülerinnen und Schülern ist die Vorgehensweise der experimentellen Methode in den Naturwissenschaften unklar.
- Die Schülerinnen und Schüler finden keine weiterführenden Problem- oder Fragestellungen.
- Experimente werden unter Variation mehrerer unabhängiger Versuchsparameter geplant.
- ...

### ➤ Probleme bei der Dokumentation und Protokoll

- Den Schülerinnen und Schülern ist die Gliederung eines naturwissenschaftlichen Protokolls nicht oder nur vage bekannt.
- Die Fragestellung für die Untersuchung wird von den Schülerinnen und Schülern unvollständig oder gar nicht formuliert. Vorwissen oder recherchiertes Wissen geht nicht in die Einleitung und Entwicklung der Fragestellung mit ein.
- Formulierung der Hypothese wird vergessen.
- Die Ergebnisse werden nicht adäquat dargestellt. Eine Beschreibung der Ergebnisse erfolgt nicht oder nur ungenau. Keine Trennung zwischen „Beschreibung“ und „Interpretation“.

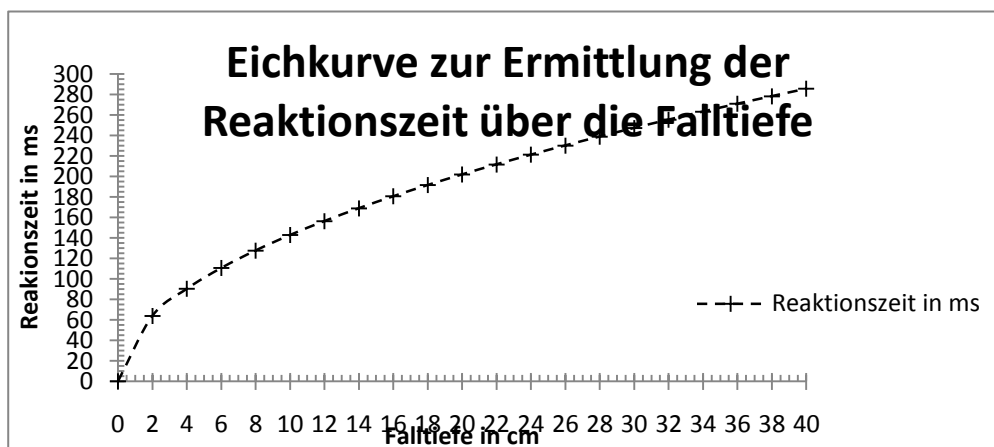
- Die Diskussion greift die eingangs gestellte Fragestellung nicht auf; die Ergebnisse werden nicht vor dem Hintergrund der Hypothese diskutiert; die Hypothese wird nicht explizit auf der Basis der Ergebnisse bewertet; es findet keine Fehlerdiskussion statt.

**Mögliche Hilfen:**

- Planung eines Experiments
  - Fragestellung - Vermutung - Hypothese - Planung eines Experiments, dessen Ergebnis auf Grundlage der Hypothese vorausgesagt wird - Durchführung des Experiments und Testung - Diskussion
- Die Schülerinnen und Schüler bekommen eine Tabelle, mit der sie eine Eichkurve erstellen

Falltiefe h in cm	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Fallzeit (= Reaktionszeit) t in ms	0	64	90	111	128	143	156	169	181	192	202	212	221	230	239	247	255	263	271	278	286

können.



- Die Schülerinnen und Schüler bekommen die umgestellte Formel  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  des Weg-Zeit-Gesetzes; damit kann die Fallzeit (= Reaktionszeit) direkt berechnet werden. Achtung: Da die Reaktionszeit hier in ms angegeben wird, in der Formel die Falltiefe h in Meter und die Erdbeschleunigung g in  $m/s^2$  angegeben ist, müssen die Schülerinnen und Schüler darauf achten, die Zahlenwerte korrekt umzurechnen.
- Messvorschrift:
  - Eine Versuchsperson legt den entspannten Ellbogen eines Armes auf einen Tisch, wobei die ganze Hand frei über die Tischkante hinausragt.
  - Es wird eine geöffnete Faust gebildet, in deren Öffnung von einer zweiten Person der Beginn des Lineals von oben eingebracht wird.

- Die Markierung 0 cm sollte auf der Höhe zwischen Daumen und Zeigefinger liegen. Die zweite Person hält den Meterstab am anderen Ende fest und lässt, für die Versuchsperson überraschend, das Lineal fallen.
- Innerhalb einer Arbeitsgruppe wechseln sich die Versuchspersonen nach dem Zufallsprinzip ab (Randomisierung; Vermeidung von Trainingseffekten).
- Die Distanz am Meterstab wird in cm abgelesen.
- Mehrfache Wiederholung und Mittelwertberechnung; Eliminierung von Extremwerten oder Berechnung des Zentralwertes Z (Median).
- Kein Blickkontakt zwischen den Versuchspersonen.
- Die Falltiefe am Lineal kann als Maßstab für die Reaktionszeit genommen werden.

**Quellen:**

NOLL, U. (1991): Freihandversuche von Schülern Zusammengetragen. Heft Ph 15 S. 30. Landesinstitut für Schulentwicklung.

MOSBACHER, M, NOLL, U. & SEEGER, F. (2010): Experiment - Messung - Protokoll. Heft S - NwT 10 S. 10-14. Landesinstitut für Schulentwicklung.