



Ein Unterrichtskonzept von Gina Kraatz und Franziska Buchien

Jahrgang	Klasse 7/8
Zeitumfang	90 Minuten
Unterrichtsreihe	Das menschliche Verdauungssystem – Mund, Speiseröhre, Magen, Darm
Fachinhalt	Die Nahrung wird anhand von peristaltischen Muskelbewegungen durch die Speiseröhre transportiert.
Kompetenzen T A	Die SuS erstellen eigenständig Modelle vom Nahrungstransport in der Speiseröhre und nutzen diese wissenschaftlich, indem sie mit den Modellen Vermutungen über die Funktionsweise der Speiseröhre aufstellen, diese testen und die Modelle ggf. ändern.
Methoden	Modellbau in Partner- oder Gruppenarbeit, Unterrichtsgespräch
Materialien	Kopien der Arbeitsblätter (AB 1 und AB 2; evtl. auch als Folien), Plakat, Nylonstrümpfe, Papprollen mit Deckel, Tennisbälle, Tischtennisbälle, Gummis und evtl. weitere Materialien zum Modellbau, Wasser, Strohhalm, Brot, Banane, Computer mit Internetzugang, Beamer

➔ **Einstieg:** L isst unkommentiert z.B. eine Banane und fordert die SuS anschließend auf, Vermutungen zu äußern, was mit der Banane nach dem Schlucken passiert. L sammelt diverse Schülerantworten und lenkt schließlich auf den Schwerpunkt der Stunde – der Weg der Nahrung durch die Speiseröhre in den Magen.

➔ **Erarbeitung I:** In Partnerarbeit erstellen die SuS mit den gegebenen Materialien Modelle (z.B. Abb. 1), die die vermuteten Transportmechanismen der Speiseröhre darstellen (verändert nach Schmidt & Byers 1995). Die Erarbeitungsschritte sind anhand des Arbeitsblattes (AB 1) gegliedert.

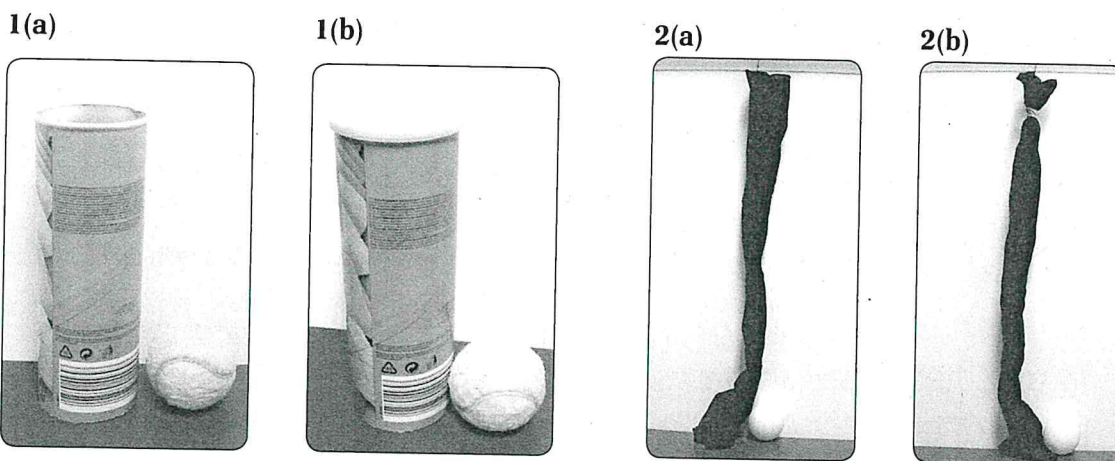


Abb. 1: Mögliche Schülermodelle

➔ **Sicherung I:** Während einer Modellpräsentation z.B. im Stuhlkreis werden alle von den SuS entwickelten Modelle vorgestellt. *Eigenschaften von Modellen* („Unsere Modelle stellen Vermutungen dar.“) und *Alternative Modelle* („Wir haben verschiedene Vermutungen über Bau und Funktion der Speiseröhre.“) können angesprochen werden.

Auf Grundlage der verschiedenen Modellvarianten werden Vermutungen bezüglich des Originals abgeleitet, z.B. die Speiseröhre ist „steif bzw. elastisch“ und der Zugang zum Mund ist „offen bzw. verschlossen“. Die bis dahin besprochenen Überlegungen werden in das Schema auf dem Arbeitsblatt eingetragen (AB 2: Original, Daten 1, Vor-



überlegungen, Modelle 1, Vermutungen). Die SuS können daran die wissenschaftliche Vorgehensweise der Erkenntnisgewinnung mit Modellen verfolgen.

Um zu testen, ob die abgeleiteten Vermutungen mit dem Original übereinstimmen, wird das Handstand-/Kopfstandexperiment (im Handstand essen und trinken) durchgeführt. Ergebnis: Die Speiseröhre transportiert die Nahrung bzw. das Getränk auch kopfüber weiter. Wird sehr kaltes Wasser getrunken, können die SuS den Weg der Nahrung direkt nachempfinden. Zusätzlich kann der Hinweis gegeben werden, dass auch im Welt-
raum (ohne Schwerkraft) Nahrung durch Schlucken in den Magen gelangt. Die Vermutungen, dass der Zugang zum Mund dauerhaft offen ist und die Schwerkraft ausreicht, konnten widerlegt werden. Wäre die Speiseröhre nur durch einen Deckel verschlossen, so müsste eine weitere Schluckbewegung im Handstand die Nahrung in den Mund zurückführen, auch diese Vermutung ist somit widerlegt. Entsprechende Modelle sind zu ändern. Das Schema auf dem Arbeitsblatt wird ergänzt (AB 2: Rückschlüsse auf Modelle 1).

→ **Erarbeitung II:** L erfragt die weitere Vorgehensweise. Die SuS fordern daraufhin zusätzliche Informationen zum Original ein. Diese werden aus einem originalgetreuen (nicht modellhaften) Filmausschnitt¹ erschlossen und anschließend ausgewertet. Nach einer erneuten Modellerstellung bzw. -änderung erfolgt eine Präsentation, in der vor allem auf die Änderungen der Modelle eingegangen wird. Für den Transport der Nahrung im Nylonstrumpf ist das fortschreitende Zusammendrücken der Hand oberhalb des Tennisballs eine Möglichkeit der Darstellung der Peristaltik. Die neuen Modellvarianten (z. B. Abb. 2) sowie die daraus abgeleiteten Vermutungen über das Original werden in das Schema eingefügt (AB 2, Aufgabe 1).

→ **Sicherung II:** L fasst das Prinzip des Transportmechanismus der Speiseröhre mit den SuS zusammen. Die Begriffe „Ringmuskulatur“ und „Peristaltik“ werden dabei näher erläutert.

→ **Reflexion:** In der Reflexionsphase wird der wissenschaftliche Erkenntnisweg zum geänderten Modell (z. B. Abb. 2) mithilfe des Arbeitsblattes von den SuS wiederholt und reflektiert. Die Prozesse der schwerpunktmäßig geschulten Teilkompetenzen *Testen von Modellen* und *Ändern von Modellen* werden dabei besonders hervorgehoben. Hierzu erarbeiten die SuS gemeinsam mit L Merksätze, die auf dem Arbeitsblatt notiert werden (AB 2, Aufgabe 2).

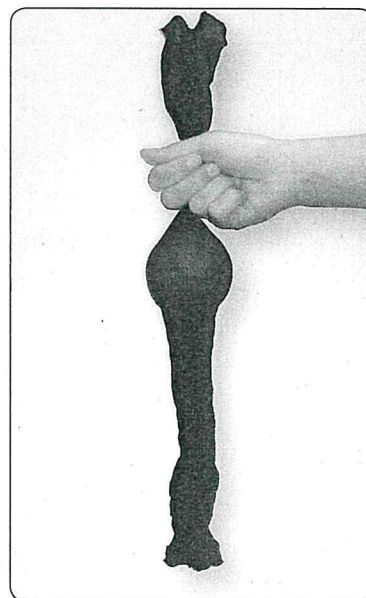


Abb. 2: Mögliches geändertes Modell

¹ z. B.: www.myyoutube.de/watch/6942702/Die_Verdauung_Teil_1_Von_Mund_bis_Magen (ab 00:01:25)

Name:

Datum:

Erstellt aus den Materialien ein Modell, das den Transportmechanismus der Speiseröhre darstellt, und erklärt dieses Modell anschließend euren Mitschülern. Geht nach folgenden Arbeitsschritten vor:

1. Überlegt, auf welche Weise der Speisebrei durch die Speiseröhre gelangen könnte. Nutzt die zur Verfügung stehenden Materialien, um eure Vorstellungen in einem Modell darzustellen.
2. Skizziert euer Modell und beschriftet es.

3. Füllt die Tabelle aus.

verwendetes Material im Modell	entspricht im Original

4. Folgert aus eurem Modell Vermutungen zum Bau und zur Funktionsweise der Speiseröhre und insbesondere zum Transport der Nahrung.

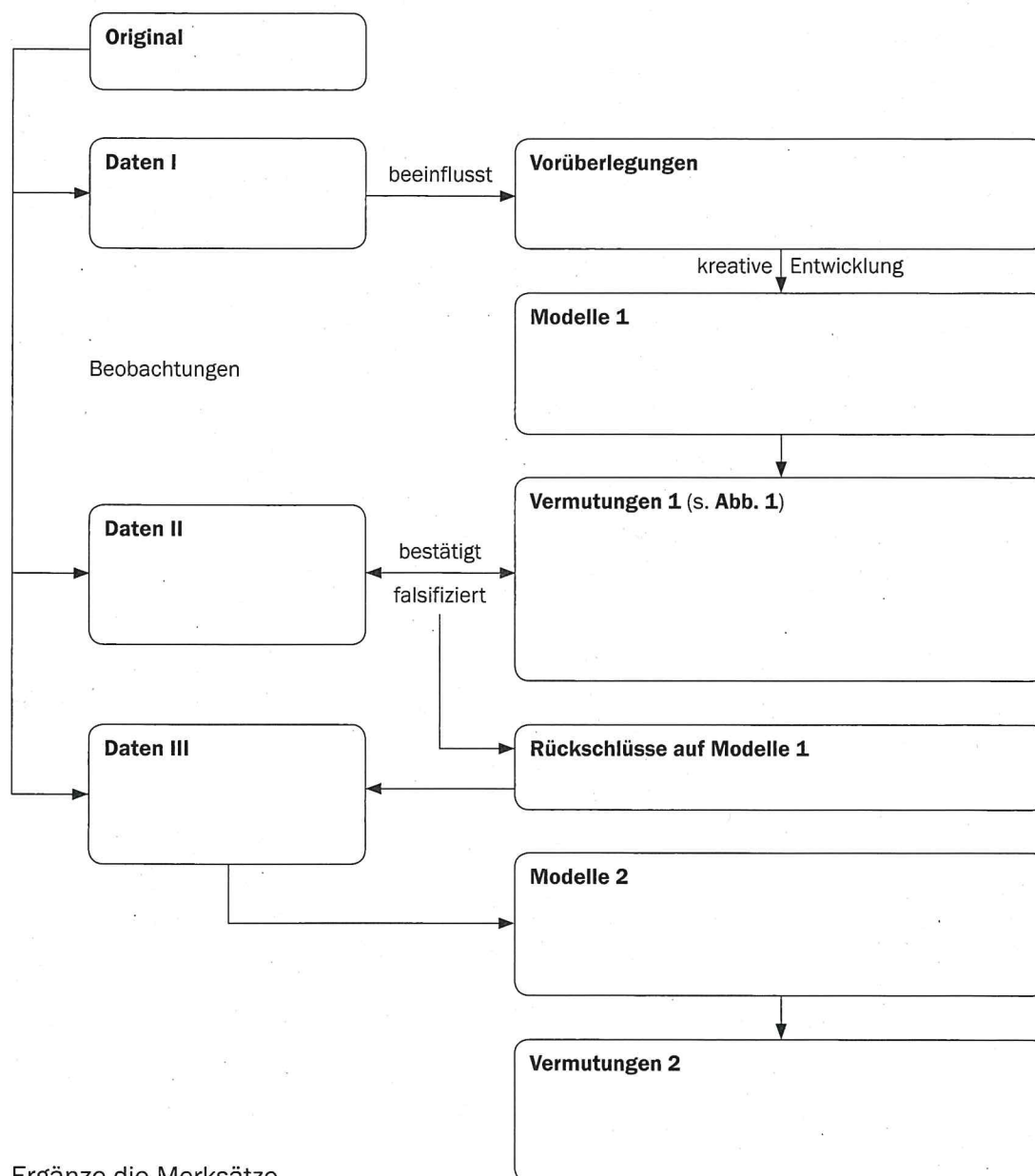
5. Bereitet euch auf die Modellpräsentation vor.

Name:

Datum:

Der Einsatz von Modellen zum Erkenntnisgewinn

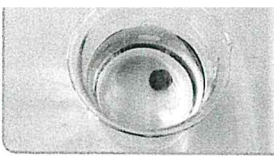
1. Fülle mit deinem Nachbarn das Schema zur Erkenntnisgewinnung mit Modellen aus.



2. Ergänze die Merksätze.

Testen von Modellen (Erkläre, wie getestet werden kann, ob dein Modell tauglich ist.):

Ändern von Modellen (Begründe, was dazu führen kann, dass dein Modell verändert werden muss.):



Ein Unterrichtskonzept von Ronny Vogler

Jahrgang	Klasse 9/10
Zeitungfang	2 bis 3 Unterrichtsstunden
Unterrichtsreihe	Sinneswahrnehmung – Informationen aus der Umwelt
Fachinhalt	Bau und Funktion des Gleichgewichtsorgans
Kompetenzen MK	Die SuS erstellen Modelle zum Gleichgewichtsorgan und nutzen diese wissenschaftlich, indem sie mit den Modellen Hypothesen über die Funktionsweise des Gleichgewichtsorgans aufstellen, diese an neuen Daten vom Original testen und die Modelle ggf. ändern.
Methoden	Modellbau in Partner- oder Gruppenarbeit, Unterrichtsgespräch
Materialien	Kopien der Arbeitsblätter (AB 1–3), Flüssigkeit (Wasser), Klebestreifen, Faden, Knete, Gefäße, evtl. Farbstoffe (Lebensmittelfarbe), ggf. weitere Materialien zum Modellbau, Drehstuhl, Augenbinde, Kopfhörer

➔ **Einstieg:** Ein Schüler wird auf einen Drehstuhl gesetzt (Kopf auf die Brust gesenkt und Augen geschlossen), mit mehreren Umdrehungen gedreht und plötzlich angehalten (verändert nach Eckbrecht et al. 2006). Die Versuchsperson öffnet nun die Augen und versucht, auf einer geraden Linie ein paar Schritte vorwärtszugehen. Durch das irritierte Gleichgewichtsorgan wird dies dem Schüler schwerfallen. L kann nach den Empfindungen des Schülers fragen und mit der Klasse diskutieren, in welchem Zusammenhang ähnliche Achterbahn- oder Schwindelgefühle auftreten. Die Ergebnisse werden notiert (AB 1, Aufgabe 1). Anschließend gibt L bekannt, dass nun die Funktion des Gleichgewichtsorgans mithilfe von Modellen erarbeitet wird.

➔ **Erarbeitung I:** Auf Basis der Beobachtungen entwerfen die SuS in Partner- oder Gruppenarbeit Modelle, mit denen die Funktionsweise des Gleichgewichtsorgans dargestellt werden kann (vgl. Abb. 1, AB 1, Aufgabe 2). Als Vorwissen muss zumindest gegeben sein, dass es sich beim Gleichgewichtsorgan um einen flüssigkeitsgefüllten Hohlraum handelt, der im Innenohr liegt. Die SuS erproben ihre Funktionsmodelle im Drehstuhlversuch und formulieren aus ihren Beobachtungen Hypothesen zur Funktionsweise des Gleichgewichtsorgans (AB 1, Aufgabe 3).

➔ **Sicherung I:** Die SuS stellen ihre Modelle mit den abgeleiteten Hypothesen im Plenum vor. An dieser Stelle kann auf den Aspekt *Alternative Modelle* eingegangen werden.

A

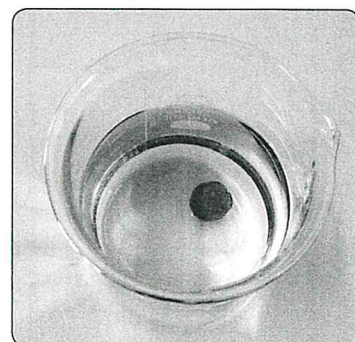
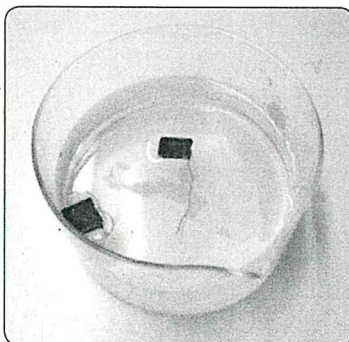
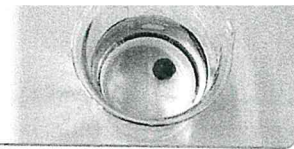


Abb. 1: Mögliche Schülermodelle



T

→ **Erarbeitung II:** L: „Wie können wir unsere Hypothesen überprüfen?“ Im Unterrichtsgespräch wird deutlich, dass bei diesem Thema eine Überprüfung am Original nicht so einfach möglich ist, da die Funktionsweise des Gleichgewichtsorgans nur indirekt beobachtet werden kann. Neue Erkenntnisse werden deshalb in Textform bereitgestellt (AB 2). Zudem wird bewusst darauf verzichtet, Abbildungen oder Animationen zu verwenden, da die Erfahrung gezeigt hat, dass die SuS dann schnell von der Aufgabe, ein Funktionsmodell zu bauen, abkommen und versuchen, ein „gutes“ Strukturmodell zu entwickeln. Die SuS vergleichen diese „neuen Erkenntnisse vom Original“ aus dem Text mit ihren aus den Modellen abgeleiteten Hypothesen (AB 1, Aufgabe 4).

→ **Sicherung II:** Im Plenum wird die Falsifizierung bzw. vorläufige Annahme der aus den Modellen abgeleiteten Hypothesen mit der eventuell notwendigen Änderung der Modelle besprochen (vgl. Abb. 2).

→ **Vertiefung:** Mit diesen aktuellen Modellen lassen sich nun Vorhersagen über das Ergebnis des Einstiegsexperiments treffen. Untersucht werden kann z. B. der Zusammenhang zwischen der Drehrichtung des Stuhls, der Auslenkung der Härchen (bzw. entsprechender Strukturen im Modell) und der Abweichung beim Gehen auf der geraden Linie. Hierfür werden die Modelle wieder auf den Drehstuhl gestellt. Außerdem können beim abrupten Stoppen des Stuhls oder bei Änderung der Drehrichtung Beobachtungen gemacht werden.

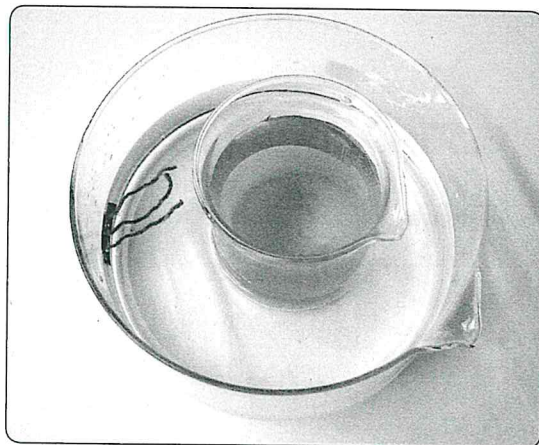
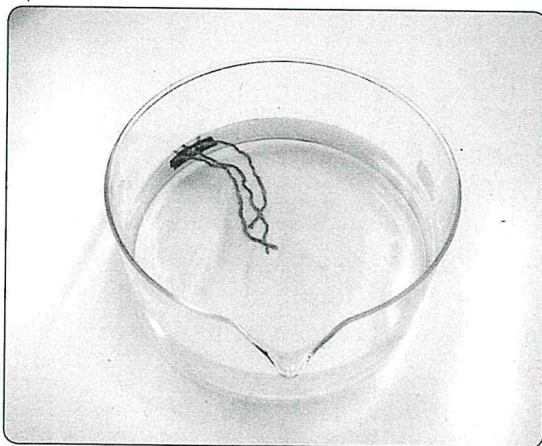


Abb. 2: Mögliche Schülermodelle nach Modelländerung

MK

→ **Reflexion:** In der abschließenden Reflexionsphase wird über das Arbeiten mit Modellen, wie es in dieser Unterrichtsstunde erfolgt ist, nachgedacht. Die SuS füllen in Partnerarbeit das Schema zur wissenschaftlichen Arbeit mit Modellen am Beispiel des Gleichgewichtsorgans aus und bearbeiten die zweite Aufgabe auf AB 3.

Name:

Datum:

Folgende Fragestellung soll untersucht werden:

1. Notiere deine Beobachtungen aus dem Drehstuhlversuch.

2. Entwickelt in eurer Gruppe ein Funktionsmodell, mit dem die Beobachtungen aus dem Drehstuhlversuch erklärt werden können.

Skizze:

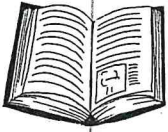
3. Leitet aus eurem Modell Vermutungen zur Funktionsweise des Gleichgewichtsorgans ab.

4. Überprüft euer Modell: Vergleicht eure Vermutungen mit neuen Informationen zum Gleichgewichtsorgan und notiert das Ergebnis.

Name:

Datum:

INFORMATION 1



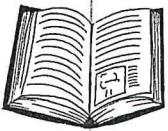
Erkenntnisse zum Gleichgewichtsorgan

Untersuchungen haben ergeben, dass es im Gleichgewichtsorgan kleine Härchen gibt, welche die Bewegung der Flüssigkeit in den Bogengängen wahrnehmen.

Diese Härchen sind an der Basis mit den Bogengängen verbunden und ragen in die Flüssigkeit hinein. Bei Bewegung des Gleichgewichtsorganes, z. B. beim Drehen des Kopfes, nimmt die Flüssigkeit diese Bewegung nur verzögert an. Da die Härchen fest mit dem Bogengang verbunden sind, bewegen sie sich bei Drehung des Kopfes mit. Durch die Bewegung des Kopfes und damit der Bogengänge werden die Härchen in der zunächst wegen ihrer Trägheit weitgehend verharrenden Flüssigkeit abgebogen. Bleibt nun die Bewegung bestehen, so nimmt auch die Flüssigkeit in den Bogengängen diese Bewegung nach und nach an und die Auslenkung der Härchen verringert sich zunehmend. An den Enden der Härchen befinden sich Lagesinneszellen, die durch eine Auslenkung der Härchen erregt werden. Nerven leiten die Erregung an das Gehirn weiter, wo die Erregung verarbeitet wird.

Der folgende Textabschnitt wäre nach einer Vertiefung einzusetzen, da entsprechende Beobachtungen von den SuS mit ihren Modellen im Experiment selbstständig gemacht werden können.

INFORMATION 2



Wird eine länger anhaltende Bewegung des Kopfes (Drehstuhl oder Karussellfahrt) und damit der Bogengänge nun abrupt gestoppt, so bewegt sich die Flüssigkeit in den Bogengängen noch eine Zeit lang weiter. Die Härchen werden daher wieder ausgelenkt.

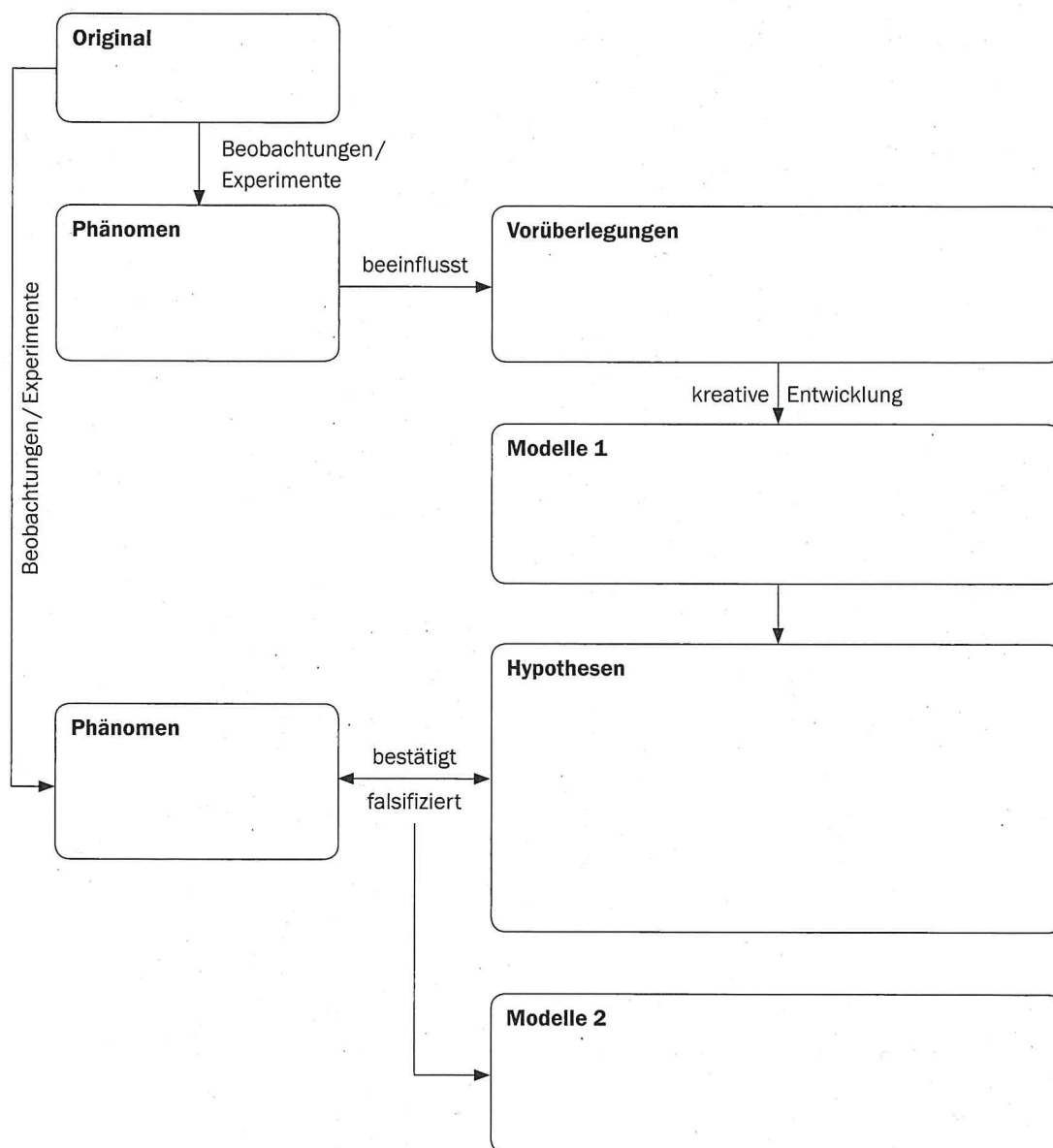
Für die Wahrnehmung von Bewegung ist nicht nur die Trägheit der Flüssigkeit in den Bogengängen verantwortlich. Vielmehr werden auch Strukturen benötigt, die mit den Wänden der Bogengänge fest verbunden sind.

Name:

Datum:

Der Einsatz von Modellen zum Erkenntnisgewinn

1. Fülle mit deinem Nachbarn das Schema zur Erkenntnisgewinnung mit Modellen aus.



2. Bearbeitet folgende Arbeitsaufträge im Heft.

- Beschreibt, inwieweit euer Modell so funktioniert wie das Gleichgewichtsorgan.
- Erklärt, warum es verschiedene Modelle zum Gleichgewichtsorgan gibt.
- Gebt an, welchen Zweck euer Modell hat.
- Erklärt, wie man überprüfen kann, ob euer Modell tauglich ist.
- Begründet, was dazu führen könnte, dass euer Modell verändert werden muss.



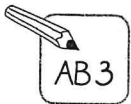
➔ Lösungsvorschläge:



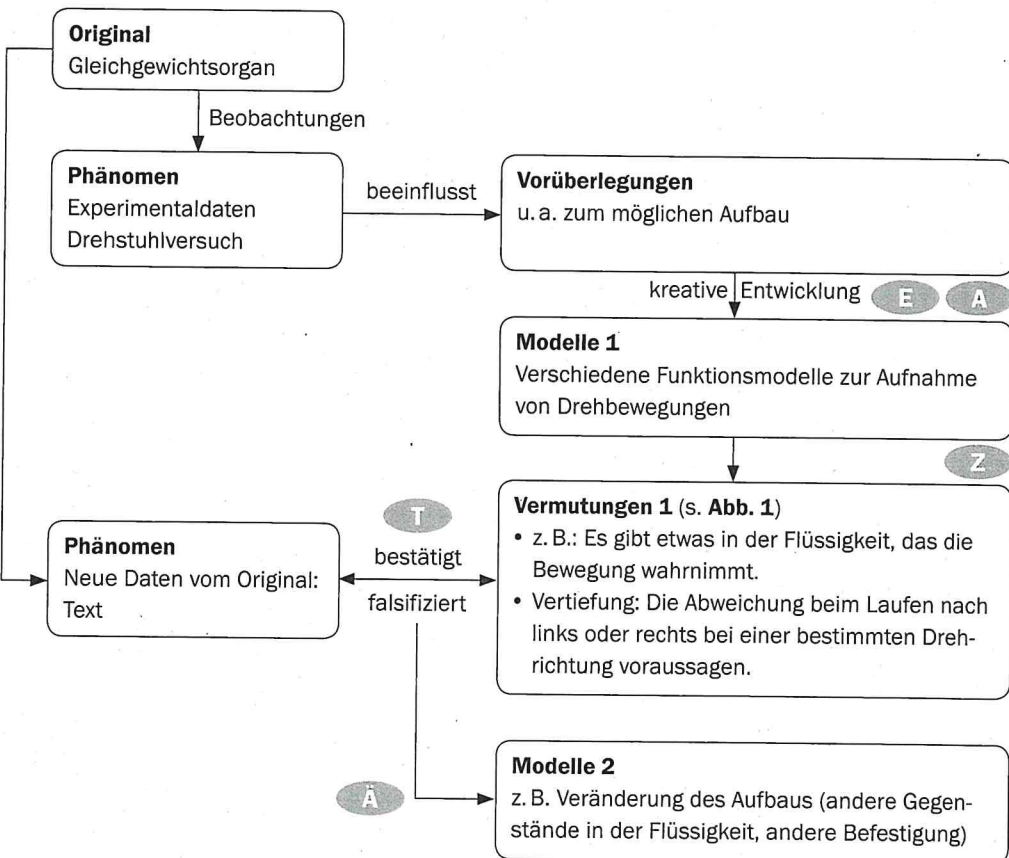
Aufgabe 1: Die Versuchsperson kann nach Rotation auf dem Drehstuhl nicht sicher auf einer geraden Linie laufen. Zusätzlich kann notiert werden, in welche Richtung gedreht wurde und wie die Abweichung beim Laufen (nach links, nach rechts) war. Dies kann aber auch erst in einer zweiten Beobachtung erfolgen, wenn eine Hypothese aus dem Modell dazu abgeleitet wurde.

Aufgabe 2: Individuelle Schülerlösungen, s. Abb. 1.

Aufgabe 3 und 4: Individuelle Schülerlösungen abhängig vom entstandenen Modell

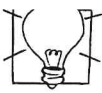


Aufgabe 1:



Aufgabe 2:

E	Beschreibt, inwieweit euer Modell so funktioniert wie das Gleichgewichtsorgan. <i>Das Modell funktioniert nicht wie das Gleichgewichtsorgan. Wir vermuten, dass das Organ so funktionieren könnte.</i>
A	Erklärt, warum es verschiedene Modelle zum Gleichgewichtsorgan gibt. <i>Wir haben verschiedene Vermutungen, wie das Gleichgewichtsorgan funktioniert.</i>
Z	Gibt an, welchen Zweck euer Modell hat. <i>Mit dem Modell sollen unsere Vermutungen über die Funktion des Gleichgewichtsorgans dargestellt werden. Wir können Konsequenzen auf unser Gleichgewichtsverhalten ableiten.</i>
T	Erklärt, wie man überprüfen kann, ob euer Modell tauglich ist. <i>Wir testen das Modell, indem wir zu unseren Vermutungen neue Beobachtungen machen.</i>
Ä	Begründet, was dazu führen könnte, dass euer Modell verändert werden muss. <i>Das Modell muss verändert werden, wenn neue Erkenntnisse zeigen, dass unsere aus dem Modell abgeleiteten Vermutungen nicht stimmen.</i>



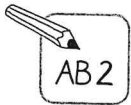
➔ Lösungsvorschläge:



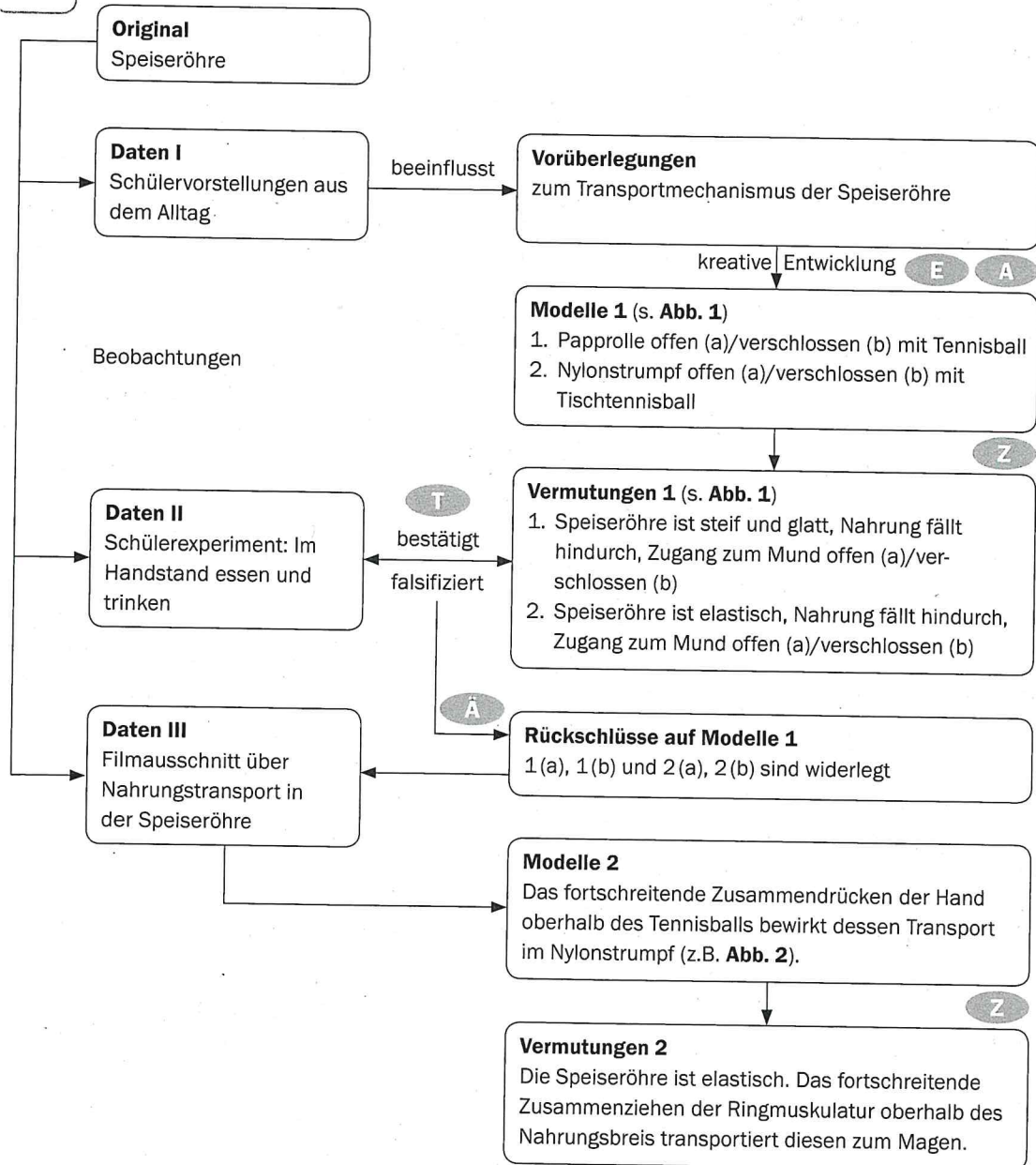
Aufgabe 1–4: Individuelle Schülerlösungen, s. **Abb. 1** und **Abb. 2**

z. B. Aufgabe 3:

verwendetes Material im Modell	entspricht im Original
Chipsrolle	Speiseröhre
Tennisball	Nahrungsbrei



Aufgabe 1:



Aufgabe 2:

„Testen von Modellen“: Ich prüfe das Modell, indem ich neue Erkenntnisse zu meinen Vermutungen erlange und schaue, ob das Modell noch immer tauglich ist.

„Ändern von Modellen“: Das Modell muss verändert werden, weil neue Beobachtungen zur Speiseröhre zeigen, dass unsere Vermutung und das darauf basierende Modell nicht mehr stimmen.