



CHEMIE

Geistige Entwicklung / Fachdidaktik Chemie

Titel/Thema	Lehrbaustein 18: „Der Flüssigkeitenturm“ als Modellexperiment des Schülerexperimentiertags
Verfasser(innen)	Clara Breinl, Christoph Rieß, Tobias Riggermann
Erstellungsdatum	August 2018



Lehrbaustein 18: „Der Flüssigkeitenturm“ als Modellexperiment des Schülerexperimentiertags

ZIELSETZUNG UND VORBEREITUNG

Warum?

Der Begriff der Dichte so für die Schülerinnen und Schüler mit Bedeutung gefüllt werden. Dabei sollen Sie mithilfe eines eigenständigen hypothesengeleiteten experimentellen Vorgehens erreichen, einen Turm aus verschiedenen flüssigen Substanzen zu „bauen“, wobei sich die Bausteine des Turms nicht vermischen dürfen.

Benötigtes Material:

Sechs gleichgroße kleine Gläser oder Becher, die gleiche Anzahl an Plastik-Pipetten, Schmale und breite Reagenzgläser sowie ein Reagenzglasgestell, verschiedene ausreichend kleine Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien (hier Plastik, Metall, Kork, Haselnuss), die durch die Öffnung der Reagenzgläser passen. Gegebenenfalls eine Feinwaage.

Benötigte Chemikalien:

Wasser, Spiritus, Sonnenblumenöl, grünes Spülmittel, Himbeersirup, Honig,

Vorbereitungen:

Beschriftung der Gläser, Anfertigen von Schildern zum selbstständigen Abgleichen der Vermutungen durch die Schülerinnen und Schüler. Einfüllen der Substanzen in die Gläser, Bestücken mit Pipetten. Bereitstellen von Reagenzgläsern

Beschreibung und Ablauf des Experiments

Die Titelwahl und die Rolle der Betreuungsperson

Bei Ankunft der Experimentiergruppe besitzt diese nur die Information aus dem Tagebuch des Magiers. Die Betreuungsperson des Magiebereichs bzw. der Experimentierstation, stellt sich zunächst mit Namen vor und wiederholt die Fakten aus dem Tagebuch Umstand zusammen mit den Schülerinnen und Schülern durch direkte Nachfrage nach dem Hinweis aus dem Tagebuch. So wird die Problemstellung nochmals deutlich hervorgehoben.

Titel

Hinweis aus dem Tagebuch

Der Flüssigkeitenturm

Ich kann Flüssigkeiten in einem Glas zu einem Turm stapeln!

INKLUSIVER EINSCHUB: DIE TITELWAHL



Die Titelwahl ist von der folgenden Überlegung geprägt, die ausgehend von einem Elementarisierungsprozess in etwa so formuliert werden kann:



Mit der Eigenschaft flüssig haben die Schülerinnen und Schüler meist schon reichhaltige Erfahrung gemacht, wenn es um Wasser als Flüssigkeit geht. Im Erfahrungsschatz befindet sich auch das Präkonzept, dass Wasser (und so auch andere Flüssigkeiten) sich „am Boden“ sammeln. Kinder zeichnen in Bildern Flüsse, Seen und dergleichen stets eben mit der Oberfläche. Regen fällt vom Himmel nach unten. Außerdem mischt sich Wasser mit Saft, ohne dass hier eine Stapelung stattfindet.



BEDEUTUNG



Der Titel erzeugt somit einen kognitiven Konflikt und wirkt dadurch motivierend.

Nun bekommen die Schülerinnen und Schüler die mit Buchstaben beschrifteten Gläser samt des jeweiligen Inhalts präsentiert und dürfen nun ihre Unterlagen herausholen und aufschlagen. Die Betreuerperson nimmt sich nun aktiv aus dem direkten Geschehen heraus und versucht nur noch moderierend bei größeren Schwierigkeiten nach der Problemexplizierungsmethode (in LBS 12) einzugreifen. Der Fokus der Betreuerperson liegt nun in der Beobachtung der Sozial- und Kommunikationsstruktur der Gruppe sowie der konkreten Handlungen der Schülerinnen und Schüler während des eigenständigen Experimentierens.

Die erste Aufgabe: Ausgehend von der Wahrnehmung

In der ersten Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler aktiv dazu aufgefordert, sich die Eigenschaften der verschiedenen Substanzen näher anzusehen und verschiedene Sinne zu benutzen. Anschließend sollen sie Ihre Beobachtungen notieren und erst in einem zweiten Schritt auf der Grundlage ihrer Beobachtungen Hypothesen über die Art der Substanz formulieren.

INKLUSIVER EINSCHUB: ELEMENTARE ZUGÄNGE



Hinter dieser Aufgabe verbirgt sich der Elementarisierungsaspekt „Elementare Zugänge“. Alle Substanzen haben einen eigenen Geschmack, riechen charakteristisch und unterscheiden sich auch darin, wie leicht man sie umrühren kann. Sie unterscheiden sich in ihrer Zähflüssigkeit (Viskosität), die ebenfalls erfahrbar ist. Davon zu unterscheiden ist die Eigenschaft, die Ziel des experimentellen Bemühens ist: Das Verhältnis aus der Masse zum Volumen einer Substanz, also ihrer Dichte. Die Dichte wird demnach auch als zusammengesetzte bzw. abgeleitete Größe bezeichnet. Der Zugang erscheint nicht so direkt, wie zu den anderen Eigenschaften.

BEDEUTUNG

Da für das Experiment haushaltsübliche Substanzen verwendet werden, können die Schülerinnen und Schüler einen Sachbezug herstellen und gut begründete Vermutungen über die Art der Substanzen äußern. Das schafft Nähe zum Experiment und erleichtert die Reproduktion des Experiments zu Hause.



Da es sich bei der eigentlich den Effekt verursachenden Eigenschaft der Dichte, um eine abgeleitete Größe handelt, kann davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler sich eine besser erfahrbare Eigenschaft aussuchen, um den Turm zu bauen.

Im Experiment selbst wird von den Schülerinnen und Schülern ausnahmslos die Viskosität als ordnende Eigenschaft für den Turmbau verwendet.

So ergibt sich im Experiment ein vorhersehbarer Fehler. Das Sonnenblumenöl wird aufgrund seiner Viskosität vor dem Wasser im Glas eingefüllt werden. Wird dann anschließend Wasser eingefüllt, so können die Schülerinnen und Schüler beobachten, dass das Wasser den Platz des Öls einnimmt und das Öl sich über dem Wasser befindet.

Es wird hierbei erzwungen, dass ein erneuter Versuch durchgeführt werden muss, der hinterher die Definition einer neuen, noch unbekanntes Stoffeigenschaft erfordern wird.

Insgesamt wird bei diesem Verfahren auch der Gang des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs ausgehend von der Wahrnehmung betont und der Beobachtungsprozess sauber von der Hypothesenbildung abgegrenzt. Hierbei darf die Betreuerperson durch Nachfrage einwirken, wenn erkannt wird, dass bei den Beobachtungen schon Interpretationen notiert werden.

Die Dokumentation der Versuchsergebnisse

Die Dokumentation der experimentellen Beobachtungen und Ergebnisse ist durch eine Vorstrukturierung erleichtert. So beschränken sich die Tätigkeiten der Schülerinnen und Schüler darauf, die verwendete Reihenfolge zu notieren und die Beobachtungen aufzuschreiben. Dies schafft viel Freiraum für die Betreuungsperson zur Beobachtung der sprachlichen und motorischen Handlungen während des Experimentierens und der Dokumentation. Auch das Gruppenverhalten und Rollenverteilungen in der Gruppe können analysiert werden. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage auch die Aufgabe 5 noch vollkommen eigenständig zu erledigen.

Heranführung an den Dichtebegriff

Die Schülerinnen und Schüler sind zu diesem Zeitpunkt nur schwerlich in der Lage, die Beobachtungen erklären zu können oder eine geeignete neue Hypothese aufstellen zu können. Dies ist nicht verwunderlich, da die ultimativen Erklärungsursachen für das Dichtephänomen und die daraus resultierenden Beobachtungen im Experiment auf der Teilchenebene begründet sind. Deshalb wird in Aufgabe 5 eine Erweiterung des Phänomens angestrebt.

Bei der Konkretisierung der Problematik schafft wiederum der Elementarisierungsprozess bzw. die Sachanalyse, hier in verkürzter Form, eine mögliche Abhilfe.

INKLUSIVER EINSCHUB: ELEMENTARE STRUKTUREN – DIE SACHANALYSE



Das Experiment ist dazu geeignet, den Begriff der Dichte mit Bedeutung zu füllen.



Von den Schülerinnen und Schülern kann festgestellt werden, dass es eine Eigenschaft von Materialien gibt, die eine Aussage darüber zulassen, ob ein Material auf einem anderen schwimmt oder untergeht.



Ermittelt werden kann die Dichte nur durch eine kombinierte Bestimmung der Masse und des Volumens eines Materials. So erweist sich die Dichte eines Stoffes als eine zusammengesetzte Größe, die über das Verhältnis von Masse und Volumen des jeweiligen Materials eine Aussage trifft.



Begründet liegt die Dichte eines Materials in der Zusammensetzung auf der Teilchenebene. Dabei entscheiden die Anordnungsmöglichkeiten der Bausteine eines Materials darüber, wie viele Bausteine in einem bestimmten Volumen Platz finden. Je mehr Bausteine pro Volumeneinheit Platz finden, und je schwerer die einzelnen Bausteine sind, umso konzentrierter ist die Masse des Materials, umso größer also seine Dichte.



BEDEUTUNG



In der 5. Jahrgangsstufe kann möglicherweise kein echtes Verständnis für den Dichtebegriff bei den Schülerinnen und Schülern erreicht werden, da diese noch überwiegend konkret-operational orientiert denken. Eine abstrakte Größe wie die Dichte, stellt durchaus eine kognitive Herausforderung dar. Jedoch kann durch das vorliegende Experiment der Begriff schon mit wahrnehmbaren bzw. beobachtbaren (messbaren!) Eigenschaften in Verbindung gebracht werden.

Für die Aufgabe 6 müssen die Experimentergebnisse von der Betreuungsperson zusammen mit den Schülerinnen und Schülern besprochen werden. Dabei wird sich der **Problemexplizierungsmethode (in LBS 12)** bedient und nochmals genau wiederholt, was bei den Experimenten beobachtet werden konnte. Es wird nochmals wiederholt, warum die Schülerinnen und Schüler die erste Reihenfolge für die Substanz-Zugabe so gewählt hatten, wie sie es getan haben. Daran anschließend soll nochmal das experimentelle Ergebnis wiederholt werden, das die Hypothese falsifizierte.

Die Schülerinnen und Schüler befinden sich nun nochmals direkt in der Situation des kognitiven Konflikts, sodass diese innere Haltung die Neugier auf die Erklärung steigern sollte.

Behutsam kann nun auf das Experiment auf Aufgabe 5 eingegangen werden und geklärt werden, dass die in den Schichten schwimmenden/schwebenden Gegenstände etwas mit der Substanz der Schicht gemeinsam haben und sich in genau dieser Sache auch von den anderen Substanzen unterscheiden. Man sagt, die Substanz und der Gegenstand haben dieselbe Dichte. Treffen zwei Materialien unterschiedlicher Dichte aufeinander, so werden sich diese immer so anordnen, dass das dichtere Material weiter unten zu finden ist.

Gegebenenfalls kann der Begriff mithilfe der Messgrößen noch verdeutlicht werden, indem jeweils die gleichen Mengen jeder Substanz abgewogen werden und man hier durch zur richtigen Stapelreihenfolge gelangt.

Das Arbeitsmaterial und die Lernzielkontrolle

Im Folgenden werden das Arbeitsmaterial sowie die Lernzielkontroll-Aufgaben zu Experiment dargeboten. Die Lernzielkontrollaufgaben wurden aus urheberrechtlichen Gründen um zwei Aufgaben gekürzt. Dabei handelt es sich um eine Aufgabe zur Fettabscheidung und eine Aufgabe zur Dichteanomalie von Wasser.

AUFGABE FÜR SIE

Reflektieren Sie anschließend folgende Aspekte

- 1) Welche Erfahrungen haben Sie bei der Vermittlung des Dichtebegriffs bisher gesammelt? Geht dies in Ihrem Unterricht leicht von der Hand?
- 2) Fallen Ihnen Sachverhalte ein, die mit einer ähnlichen indirekten Zugänglichkeit behaftet sind und deshalb ebenfalls schwierig zu vermitteln sind?
- 3) Inwiefern versuchen Sie im Unterricht die Fragestellung und die Hypothese von den Schülerinnen und Schülern ausgehend von ihrer Wahrnehmung bzw. ihren Beobachtungen zu formulieren?
- 4) Falls Sie dieses oder ein ähnliches Experiment mit Schülerinnen und Schülern durchführen wollen: Antizipieren Sie, welche Handlungen/welches Verhalten die Schülerinnen und Schüler für die Aufgabe 1 zeigen könnten.



Magiebereich A

Der Flüssigkeitenturm

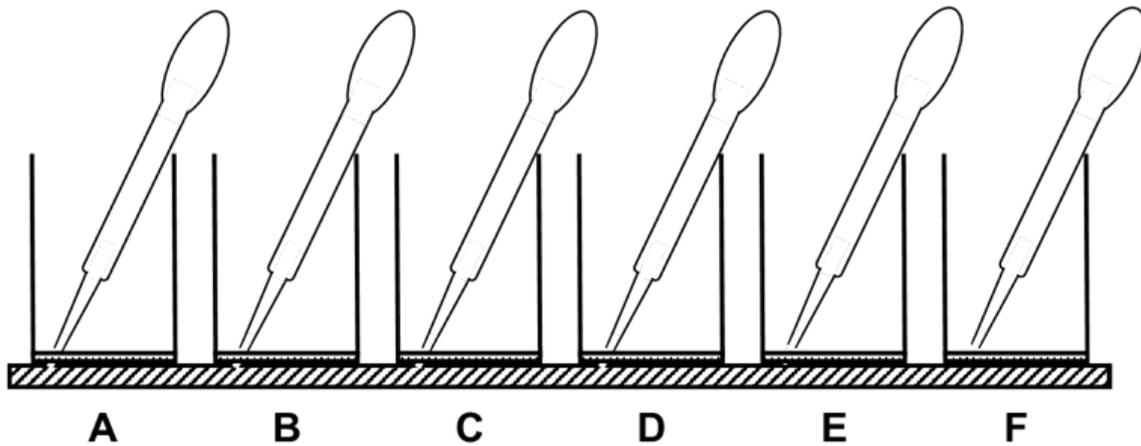
Vorname

Nachname

Gruppe

Datum

Der Flüssigkeitenturm



1. Vor dir siehst du die flüssigen Substanzen des Magiers: Wie riechen sie? Welche Farbe haben sie? Welche anderen Eigenschaften fallen dir auf? Notiere deine Beobachtungen.
2. Male die Gläser mit der jeweiligen Farbe oben ein. Hast du schon eine Ahnung, welche Substanzen der Magier hier verwendet hat? Notiere deine Vermutungen.

A

Was könnte es sein?

B

Was könnte es sein?

C

Was könnte es sein?

D

Was könnte es sein?

E

Was könnte es sein?

F

Was könnte es sein?

3. Gib einen Tipp ab, in welcher Reihenfolge sich alle Flüssigkeiten stapeln lassen, ohne dass sich die Schichten mischen und gib an, warum du das denkst.

Ich glaube die Reihenfolge von unten nach oben ist

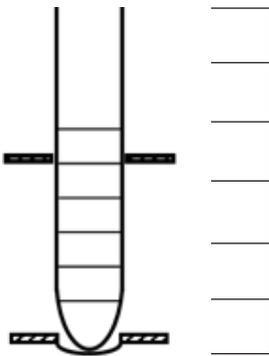
Weil

4. Überprüfe nun deine Vermutung und gib die Flüssigkeiten in der von dir gedachten Reihenfolge vorsichtig mit der Pipette in ein Reagenzglas. Zeichne die Reihenfolge unten in das Reagenzglas zum ersten Versuch ein und beschreibe, was du sehen konntest.

1. Versuch

Reihenfolge

Beobachtungen

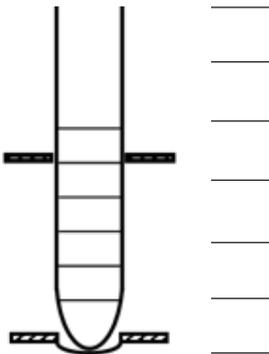


Wenn es noch nicht geklappt, hast du noch zwei Versuche.

2. Versuch

Reihenfolge

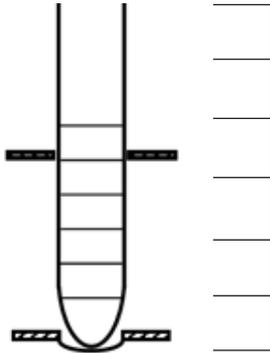
Beobachtungen



Ich habe heute herausgefunden, dass

3. Versuch

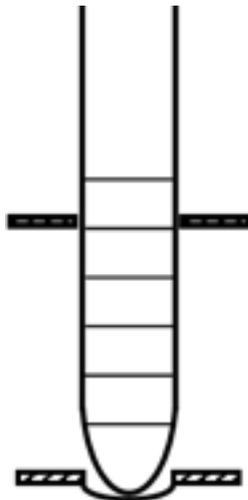
Reihenfolge



Beobachtungen

5. Staple nun in einem großen Reagenzglas die Flüssigkeiten in der richtigen Reihenfolge. Gib anschließend folgende Gegenstände hinein: *Ein Stück Kork und ein Stück Plastik, einen Nagel aus Metall, eine Haselnuss*. Notiere deine Beobachtungen und versuche unten einzuzichnen, was du sehen kannst.

Reihenfolge



Beobachtungen

6. Hast du den Magier durchschaut? Was ist der Grund dafür, dass sich die Flüssigkeiten stapeln lassen? Nimm dabei folgende Wörter zu Hilfe: *Dichte, Eigenschaft, Unterschied, höhere Dichte, geringere Dichte*.

Magiebereich A Der Flüssigkeiturm

Vorname

Nachname

Gruppe

Datum

Der Flüssigkeiturm – Aufgaben

1. Ordne die untenstehenden Aussagen von 1-6 und die Eigenschaften von 7-11 den jeweiligen Substanzen in der Tabelle zu. Trage dazu nur die Ziffern in die Tabelle ein. Beachte, dass eine Ziffer auch zu mehr als einer Flüssigkeit passt!

Substanzen	Eigenschaft	Geruch
Öl		
Wasser		
Spülmittel		
Sirup		
Honig		
Spiritus		

1 Die Flüssigkeit riecht nach nichts.

2 Die Flüssigkeit riecht fruchtig doch herb.

3 Die Flüssigkeit brennt in der Nase.

4 Die Flüssigkeit riecht süßlich.

5 Die Flüssigkeit riecht nach Himbeere.

6 Die Flüssigkeit riecht fruchtig.

7 zähflüssig

8 ölig

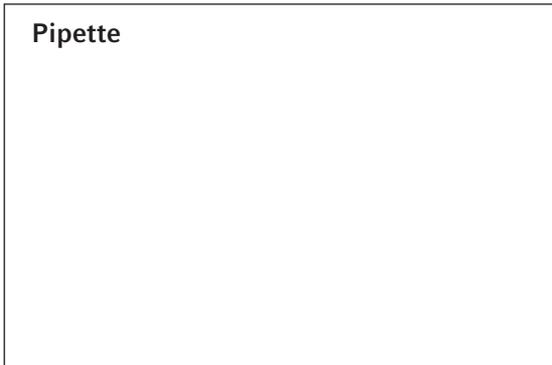
9 flüssig

10 farblos

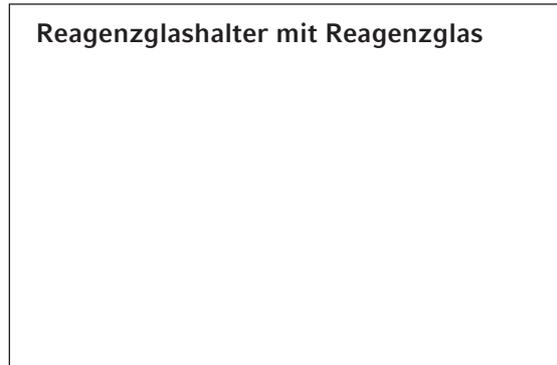
11 schäumt

2. **Zeichne folgende Geräte:** (Pipette, Becherglas, Reagenzglas, Reagenzglashalter). Erkläre für was und wie du sie im Experiment **Flüssigkeiturm** verwendet hast. Trage dies jeweils in die Zeilen unter der Zeichnung ein.

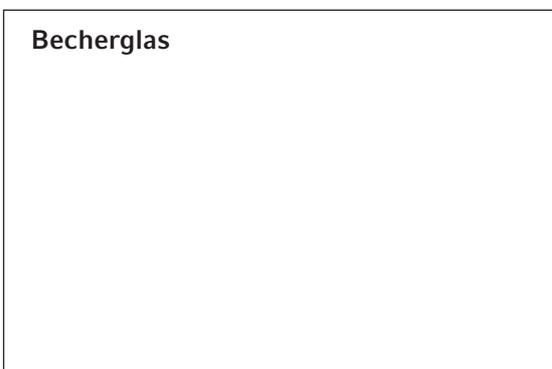
Pipette



Reagenzglashalter mit Reagenzglas



Becherglas

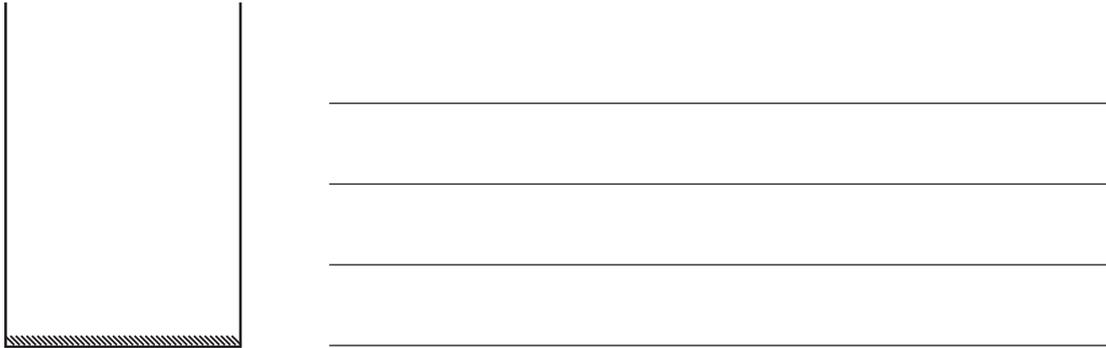


3. Suche in deiner Küche folgende Materialien:

Ein schlankes Glas, einen Esslöffel, sowie drei der Flüssigkeiten, die wir auch im Labor verwendet haben.

Miss mithilfe des Esslöffels jeweils die gleiche Menge der Flüssigkeiten ab (z.B. immer 4 Esslöffel) und versuche, die Flüssigkeiten im Glas übereinander zu schichten. Falls es nicht klappt, ändere die Reihenfolge.

Male die Schichten in folgender Abbildung in der Farbe deiner Flüssigkeiten an und beschrifte die Schichten. Welche Schlüsse kannst du mithilfe der Beobachtungen aus deinem Experiment über die Dichte der drei Flüssigkeiten ziehen?



4. Im Experiment „Der Flüssigkeitenturm“ hast du sechs verschiedene Flüssigkeiten aufgrund der Dichteunterschiede in einer bestimmten Reihenfolge stapeln können. Nutze dieses Wissen, um die folgenden Dichte-Werte den Flüssigkeiten zuzuordnen. Verbinde durch Striche mit einem Lineal jede Flüssigkeit mit der jeweiligen Dichte! (Tipp: die Flüssigkeit mit der höchsten Dichte ist die „schwerste“ und bildet deshalb die unterste Schicht.)

Substanzen	Dichte
Öl	1,00 g/cm ³
Wasser	0,91 g/cm ³
Spülmittel	1,30 g/cm ³
Sirup	0,79 g/cm ³
Honig	1,03 g/cm ³
Spiritus	1,45 g/cm ³