



TEACHING ENQUIRY  
with MYSTERIES INCORPORATED

# Titel des Mysteries: Fest oder flüssig?

Anja Lembens & Simone Abels

Universität Wien



Titel:	Fest oder flüssig?
Zusammenfassung:	Manche Stoffsysteme verhalten sich nicht „normal“, wenn man Kraft auf sie ausübt. Sie werden fester oder flüssiger. Der Zusammenhalt oder die Struktur innerhalb der Stoffsysteme ändert sich bei Krafteinwirkung, wodurch sich ihr Verhalten verändert. Beispiele sind Stärke-Wasser-Systeme, Ketchup, hüpfende Knete und Sand-Luft-Systeme. Als Beispiel greifen wir hier die hüpfende Knete heraus, machen das Phänomen für die Lernenden erfahrbar und ermöglichen ihnen über dieses Phänomen den Einstieg in das Forschende Lernen. Die SchülerInnen erkunden zunächst die verblüffenden Eigenschaften der hüpfenden Knete und stellen nach verschiedenen Rezepten selbst hüpfende Knete her. Deren Eigenschaften werden mit dem Original verglichen und anschließend können die Rezepte noch optimiert werden. Je nach Klassenstufe kann noch weiter in die Tiefen der chemischen und physikalischen Hintergründe eingetaucht werden.
Bereich(e):	Chemie, Physik
Inhalt:	Stoffeigenschaften, Kräfte, Wechselwirkungen
Schulstufen:	6. bis 11.
Nötige Unterrichtszeit:	2 Unterrichtseinheiten
Gruppengröße:	Ganze Klasse, die in Gruppen unterteilt wird
Sicherheit/Beaufsichtigung:	Borax ist nicht in jedem Land erlaubt. Borax in den Sammelbehälter für anorganische Abfälle geben. Polyvinylalkohol ist gesundheitlich unbedenklich. Knete nicht in den Mund nehmen und nach dem Berühren die Hände gründlich waschen. Knete möglichst nicht mit Kleidern oder Möbeln in Kontakt bringen. (Quelle: Kunststoffset VCÖ) Polyvinylalkohol in den Sammelbehälter für organische Abfälle geben.
Kosten:	Hüpfende Knete kostet ca. 16 € bei Amazon
Ort:	<input checked="" type="checkbox"/> Drinnen (kleines Klassenzimmer) <input checked="" type="checkbox"/> Drinnen (große Aula) <input type="checkbox"/> Draußen <input type="checkbox"/> Egal
Sprache(n):	Verfügbar in: Deutsch und Englisch
Untersuchungsmethode(n):	Geeignet für: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Offenes Forschendes Lernen</li> <li><input type="checkbox"/> Begleitendes Forschendes Lernen</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Strukturiertes Forschendes Lernen</li> </ul>
Untersuchungsdurchführung und Methoden:	<b>Engage:</b>

*Die Lehrperson erzählt und ahmt Lisas Tun nach:*  
 Lisa sammelt seit ein paar Jahren Flummis in allen Farben und Größen. Zu ihrem 12. Geburtstag hat sich ihr Bruder Fabio für Lisa etwas Besonderes ausgedacht und überreicht ihr ein kleines Paket. Aber als Lisa das Päckchen öffnet, ist sie enttäuscht: Es enthält eine Metalldose mit grüner Knete. Sie spielt ein bisschen damit herum, formt eine Kugel daraus und als ihr Bruder sie heftig zu Kitzeln beginnt, fällt ihr die Knetkugel aus der Hand.  
*Die Lehrperson lässt die hüpfende Knete fallen, sie springt!*

Lisa ist erstaunt: „Seit wann kann denn Knete hüpfen?“ Sie probiert es gleich noch einmal aus. Tatsächlich, diese Knete kann hüpfen – sie verhält sich wie ein Flummi.

Und das Beste ist, je fester man sie wirft, desto höher springt sie. Ihre Freunde sind begeistert und wollen auch welche haben.

Dummerweise sind die Geschäfte schon geschlossen, aber ihr Vater hat eine Idee: „Wir könnten versuchen, diese hüpfende Knete selbst zu machen.“ Im Internet finden Lisa, Fabio und die anderen Geburtstagsgäste mehrere Anleitungen, um hüpfende Knete selbst herzustellen. Sie beschließen, mehrere Rezepte auszuprobieren und zu vergleichen, welches am besten funktioniert.

Erkunde die verblüffenden Eigenschaften der hüpfenden Knete! Was kannst du alles mit ihr anstellen? Unter welchen Bedingungen verhält sich die Knete anders als normale Knete?

Leitfragen können ggf. bei der Untersuchung der Eigenschaften helfen.

- Wie ist die „Hüpfkraft“?
- Handelt es sich um eine Flüssigkeit oder einen Feststoff?
- Wie verhält sich die Knete, wenn man mit einem Hammer darauf schlägt?
- Was passiert, wenn die Knete langsam auseinandergezogen wird?
- Was passiert, wenn man versucht, die Knete zu zerreißen?
- Was passiert, wenn man zwei Knetstücke miteinander in Berührung bringt?
- ...

**Explore:**



Erkunde zunächst die Eigenschaften der gekauften hüpfenden Knete. Untersuche dabei das Stoffsystem ‚hüpfende Knete‘ systematisch: Unter welchen Bedingungen verhält es sich wie ein Feststoff, wann wie eine Flüssigkeit? Was ist anders als bei herkömmlicher Knete?

Stelle dann deine eigene hüpfende Knete her. Welches Rezept wird wohl am besten funktionieren? (3 Rezepte stehen zur Verfügung, s. Arbeitsanleitung)

**Explain:**

- a. Je ein/e Schüler/in pro Gruppe stellt anhand eines Protokolls (als Poster oder Folie) im Plenum genau vor, wie sie ihre hüpfende Knete hergestellt haben.
- b. Die Eigenschaften werden genau beschrieben, demonstriert und mit denen der gekauften hüpfenden Knete verglichen.
- c. Die Eigenschaften (hüpfen, fließen, zerspringen, ...) der Produkte der einzelnen Gruppen werden miteinander verglichen und in einer Tabelle oder Grafik von ‚schwach‘ bis ‚stark‘ übersichtlich dargestellt.
- d. Gemeinsam wird das Siegerrezept identifiziert und die dafür herangezogenen Kriterien begründet.
- e. Die Plakate werden im Plenum vorgestellt und mit Blick auf die klarste Darstellung diskutiert und bewertet.

Für höhere Klassen ist es sinnvoll, tiefer in die Chemie oder Physik einzusteigen und die makroskopischen Eigenschaften der hüpfenden Knete aufgrund ihrer submikroskopischen Struktur zu erklären. Hier können eigene Recherchen im Internet angestellt oder bereitgestellte Quellen ausgewertet werden. Bezüge zu Kunststoffen und anderen nichtnewtonschen Systemen (Stärke-Wasser, Sand-Luft, Ketchup, ...) können ebenso hergestellt werden wie auch Lernphasen zu den Phänomenen Viskosität, Dilatanz, Tixotropie und Rheopexie, wobei sich hier ein fächerverbindendes Arbeiten mit Physik oder technischen Fächern anbietet.

**Extend:**

	<p>In einem nächsten Schritt ist es möglich, dass sich die SchülerInnen Gedanken dazu machen, wie sie ihr Produkt optimieren können. Sie sollen ausprobieren ob und wie sich die Eigenschaften verändern, wenn das Verhältnis der Zutaten zueinander variiert wird. Hier ist es unabdingbar, dass genau protokolliert wird, was gemacht wurde und wie sich die Veränderung auf die Eigenschaften des Produkts auswirkt, um eine Reproduzierbarkeit zu garantieren. Hier wird besonders nachvollziehbar, weshalb das Führen eines Protokolls keine unnütze Arbeitsbeschaffungsmaßnahme ist.</p>
	<p><b>Evaluate:</b> Die Untersuchung von Stärke-Wasser-Systemen, Sand-Luft-Systemen und Ketchup als weitere Beispiele für nichtnewtonsche Systeme bietet sich für diese Phase an. Auch können Rechercheaufgaben zu den Ursachen für das ungewöhnliche Verhalten dieser Stoffsysteme gegeben werden. Die SchülerInnen könnten Modelle (Zeichnungen oder Objekte) entwickeln, die die Eigenschaften modellhaft erklären. Dies bietet sich insbesondere für die Oberstufe an (Thema: Strukturen und Modellbildung).</p>
<p>Lernziele:</p>	<p>Die SchülerInnen lernen auf der Makroebene Stoffeigenschaften zu erkunden und zu beschreiben sowie ihre eigenen Produkte auf diese hin zu beurteilen. Bei SchülerInnen mit mehr Vorwissen wird auch deutlich, ob sie die makroskopische Ebene mit der submikroskopischen verbinden können.</p>
<p>Untersuchungsfertigkeiten:</p>	<p>Experimente durchführen; Beobachtungen systematisch erfassen; den Befunden Vorrang geben; Befunde dokumentieren; Erklärungen für die Befunde formulieren; Wissen auf weiterführende Aufträge übertragen</p>
<p>Hintergrundinformationen:</p>	<p><a href="http://www.chemie.de/lexikon/Nichtnewtonsches_Fluid.html">http://www.chemie.de/lexikon/Nichtnewtonsches_Fluid.html</a> [29.03.2015]  <a href="http://www.chemie.de/lexikon/Dilatanz.html">http://www.chemie.de/lexikon/Dilatanz.html</a> [29.03.2015]  <a href="http://www.seilnacht.com/nano/nano_ela.html">http://www.seilnacht.com/nano/nano_ela.html</a> [29.03.2015]  <a href="http://www.experimentis.de/wissenschaft/unterhalt_sam-lustig/oobleck-nichtnewtonsche-fluide-newtonsche-flussigkeit/">http://www.experimentis.de/wissenschaft/unterhalt_sam-lustig/oobleck-nichtnewtonsche-fluide-newtonsche-flussigkeit/</a> [29.03.2015]  <a href="http://www.prosieben.at/tv/galileo/videos/4267-extrem-sand-clip">http://www.prosieben.at/tv/galileo/videos/4267-extrem-sand-clip</a> [29.03.2015]</p> <p>Begreifen und Verstehen. Schulversuche mit WACKER-SILICONEN, CD und Druckversion:  <a href="http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/disidoc/de/media/print/WSL-Schulversuche_A4_D.pdf">http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/disidoc/de/media/print/WSL-Schulversuche_A4_D.pdf</a> [29.03.2015]</p>

Hinweise:		Status: getestet
Angaben	Quelle:	
	Lizenz:	
	Namen der Autoren:	Anja Lembens & Simone Abels
	Zugehörigkeit:	Universität Wien
	Land:	Österreich
	Email-Adresse:	<a href="mailto:Simone.abels@univie.ac.at">Simone.abels@univie.ac.at</a>

#### Materialien:

Hüpfende Knete (z. B. von <http://www.knete.de/>), Hammer, Kunststoffbrett, normale Knete, Lebensmittelfarbe, flüssiger Bastelkleber (z. B. von Uhu), flüssige Stärke (z. B. von Hoffmanns zum Bügeln), Kartoffelstärke, Bechergläser (100 mL), Pasteurpipetten (3 mL), Heizplatte, Waage, Spatel, Rührstäbe, Messzylinder, Spritzflasche mit deionisiertem Wasser, Borax (für Boraxlösung 2%\*), Polyvinylalkohol (für Polyvinylalkohollösung 10%\*\*), Frischhaltefolie zum Transportieren der fertigen Knete

#### Vorbereitung:

Die Lösungen müssen angesetzt und der Materialtisch aufgebaut werden.

Für das Ansetzen der Lösungen geht man folgendermaßen vor:

##### **\* 2%ige Boraxlösung:**

5g Borax in 250 mL deionisiertem Wasser lösen und in verschlossener Flasche aufbewahren.

##### **\*\* 10%ige wässrige Polyvinylalkohollösung:**

50g Polyvinylalkohol in 500 mL kaltes, deionisiertes (bzw. destilliertes) Wasser einrühren. Die Lösung zum Kochen bringen und so lange rühren, bis der Polyvinylalkohol vollständig gelöst ist (kann relativ lange dauern!). Die Lösung abkühlen lassen und in einer verschlossenen Flasche aufbewahren.