



TEACHING ENQUIRY  
with MYSTERIES INCORPORATED

# Titel des Mysteries: Farbloses Cola

Elisabeth Hofer, Sandra Puddu, Simone Abels, Anja Lembens

Universität Wien



Titel:	Farbloses Cola
Zusammenfassung:	Dieses Mystery beschäftigt sich damit, wie Milch und Cola miteinander reagieren, wenn sie vermischt werden. Wird etwas Milch in eine Flasche Cola gegeben und einige Stunden stehen gelassen, so interagieren die Flocken des denaturierten Caseins der Milch mit der Ammoniumsulfid-Zuckercouleur im Cola und setzen sich langsam als brauner Bodensatz ab. In der überstehenden Flüssigkeit, also dem entfärbten Cola, bleiben die Geschmacksstoffe erhalten.
Bereich(e):	Chemie
Inhalt:	Proteine, Denaturierung, isoelektrischer Punkt, pH-Wert von Lebensmitteln, Säuren in Lebensmitteln, Lebensmittelfarbstoffe
Schulstufen:	11. und 12.
Nötige Unterrichtszeit:	2 Unterrichtseinheiten
Gruppengröße:	Ganze Klasse, die in Gruppen unterteilt wird
Sicherheit/Beaufsichtigung:	Es gibt keine Sicherheitseinschränkungen oder -vorkehrungen.
Kosten:	Milch und 1 Flasche Cola aus dem Lebensmittelhandel
Ort:	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Drinnen (kleines Klassenzimmer)</li> <li><input type="radio"/> Drinnen (große Aula)</li> <li><input type="radio"/> Draußen</li> <li>X.....Egal</li> </ul>
Sprache(n):	Verfügbar in: Deutsch
Untersuchungsmethode(n):	Geeignet für: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Offenes Forschendes Lernen</li> <li>X Begleitendes Forschendes Lernen</li> <li><input type="radio"/> Strukturiertes Forschendes Lernen</li> </ul>
Untersuchungsdurchführung und Methoden:	<p><b>Engage:</b> Die Lehrperson setzt die Cola-Milch-Mischung am Tag vor dem Unterricht an. Zum Start des Mystery lässt die Lehrperson die Schülerinnen und Schüler vom abfiltrierten Überstand kosten, ohne ihnen die Flasche zu zeigen. Diese sollen nun aufgrund ihrer Beobachtungen (Aussehen, Geschmack, Geruch) Vermutungen darüber anstellen, um welches Getränk es sich handelt. Die Lehrperson kann dann auch die Flasche ohne Etikett herzeigen. Vielleicht gibt die Flockenbildung dem/der einen oder anderen Schüler/in noch einen Hinweis. Im Anschluss daran kann die Lehrperson den Schülerinnen und Schülern das Video (Zeitrafferaufnahme des Prozesses mit 1000facher Geschwindigkeit auf <a href="https://youtu.be/4y5-cH49QtE">https://youtu.be/4y5-cH49QtE</a>) zeigen.</p>



	<p><b>Explore:</b> Die Schülerinnen und Schüler können selbst im kleinen Maßstab die Cola-Milch-Mischung ansetzen und das Phänomen beobachten. Mit verschiedenen Materialien (siehe Liste am Schluss) kann experimentiert und so der Ursache für das Ausflocken der Milch auf den Grund gegangen werden.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler messen die pH-Werte von Milch und Cola, erkundigen sich nach deren Inhaltsstoffen und setzen diese Erkenntnisse in Beziehung zueinander.</p>
<p>Casein-Micelle</p>	<p><b>Explain:</b> In Milch sind verschiedene Eiweiße enthalten, wobei die Gruppe der Caseine mit einem Anteil von etwa 80% den Hauptbestandteil darstellt. Bei einem pH-Wert von ca. 6,5 (natürlicher pH-Wert frischer Milch) liegen die Caseine in Micellen vor, die von einer Hydrathülle umgeben und dadurch wasserlöslich sind. Das Schema einer solchen Micelle ist im Bild links dargestellt.</p> <p>Cola weist aufgrund des Gehalts an Phosphorsäure einen deutlich niedrigeren pH-Wert von etwa 2 bis 3 auf.</p> <p>Werden Milch und Cola vermischt, so stellt sich in der Mischung ein neuer pH-Wert ein, der durch den Säuregehalt des Colas deutlich niedriger als der natürliche pH-Wert der Milch liegt. Durch die Senkung des pH-Wertes werden nacheinander die isoelektrischen Punkte der Caseine (<math>\alpha</math>- und <math>\beta</math>-Casein: ca. 4,8 und <math>\gamma</math>-Casein: ca 5,8) erreicht. An diesen pH-Werten heben sich die positiven und negativen Ladungen der verschiedenen Gruppen in den Molekülen auf, sodass nach außen hin elektrisch neutrale Moleküle resultieren. Durch die zusätzlichen positiv geladenen Ionen der sauren Lösung werden die Hydrathüllen geschwächt, sodass sich die einzelnen Micellen nicht mehr abstoßen und folglich aneinander anlagern können. Die Caseine flocken aus.</p> <p>Die Casein-Flocken treten in Wechselwirkung mit dem Farbstoff des Colas, der Ammoniumsulfid-Zuckercoleur (E 150d). Die Struktur des Farbstoffs ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Hier bietet sich die Möglichkeit, über die Fortschritte von Wissenschaft zu sprechen und darüber zu reflektieren, wie Wissen entsteht. Die Eiweißflocken sinken zu Boden und ziehen den Farbstoff mit sich. Dieser Prozess dauert etwa fünf Stunden. Während dieser Zeit verliert das Cola immer mehr seine Farbe, der Geschmack bleibt jedoch erhalten.</p>

	<p><b>Extend:</b> Die Denaturierung von Casein kann auch beim Vermischen von Milch mit anderen sauren Getränken beobachtet werden. Die Schülerinnen und Schüler können das Experiment z. B. auch mit Zitronenlimonade und Milch ausprobieren oder statt Kuhmilch Sojamilch verwenden.</p> <p>Es könnte auch der Frage nachgegangen werden, ob die Vorgänge, die zur Entfärbung geführt haben, wieder rückgängig gemacht werden können.</p> <p><b>Evaluate:</b> Nach dem Experimentieren können die Schülerinnen und Schüler die Fällung von Casein mit entsprechenden Fachbegriffen (pH-Wert, isoelektrischer Punkt, Hydrathüllen, ausfallen, denaturieren ...) erklären und mit verschiedenen Chemikalien herbeiführen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler diskutieren den Einsatz von Farbstoffen in Lebensmitteln und fragen z. B.: Würden sich die Lebensmittel ohne zugesetzte Farbstoffe genauso gut verkaufen? Könnte Cola ohne Farbstoff verkauft werden? ...</p>	
Lernziele:	Die Schülerinnen und Schüler sollen den Begriff ‚isoelektrischer Punkt‘ definieren und mit dem der Denaturierung in Verbindung bringen können. Die Schülerinnen und Schüler sollen den Aufbau des Proteins Casein und dessen Denaturierung beschreiben und auf Alltagssituationen übertragen können. Sie sollen die wichtigsten Inhaltsstoffe von Milch und Limonaden nennen können.	
Untersuchungsfertigkeiten:	Experimente planen; Experimente durchführen; Beobachtungen systematisch erfassen und dokumentieren; den Befunden Vorrang geben; Erklärungen für die Befunde formulieren; Wissen auf weiterführende Aufträge übertragen	
Hintergrundinformationen:	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Casein">http://de.wikipedia.org/wiki/Casein</a> <a href="http://www.lebensmittlexikon.de/a0002310.php">http://www.lebensmittlexikon.de/a0002310.php</a>	
Hinweise:	Status: getestet	
Angaben	Quelle:	
	Lizenz:	
	Namen der Autorinnen:	Elisabeth Hofer, Sandra Puddu, Simone Abels, Anja Lembens
	Zugehörigkeit:	Universität Wien
	Land:	Österreich
	Email-Adresse:	<a href="mailto:e.hofer@univie.ac.at">e.hofer@univie.ac.at</a>

**Materialien:**

Cola, Milch, kleine Plastikbecher zum Ausschütten/Probieren, pH-Meter, pH-Papier, Ethanol, Zitronensaft, Essig, Zitronenlimonade, Kochsalz, Zucker, Sojamilch, Filterpapier, Trichter, Bechergläser, Messbecher, Pasteurpipetten