

## Die Wöhlk-Reaktion im schulischen Experimentalunterricht



Viele Menschen vertragen nach dem vierten Lebensjahr keinen Milchzucker mehr, oder meinen, keinen Milchzucker (Lactose) zu vertragen <sup>3)</sup>. Mit der Wöhlk-Reaktion lassen sich die sehr unterschiedlichen Lactosegehalte von Milchprodukten anschaulich untersuchen <sup>4)</sup>.

### Experiment

**Was passiert, wenn man Milchprodukte sowie verschiedene Zucker mit Ammoniak reagieren lässt?**

Zeitansatz: 45 Minuten

#### 1 Gefahrenhinweise

Ammoniaklösung („Salmiakgeist“),  $w(\text{NH}_3) = 10\%$ :   sollte nur im funktionierenden Abzug pipettiert werden! Schutzbrille! H314, H335.

Kalilauge ( $c(\text{KOH}) = 1 \text{ mol/L}$ ):   Schutzbrille tragen, H314, H302, H290

#### 2 Geräte und Chemikalien

Eine Heizplatte, ein 1000 mL-Becherglas mit 300 mL demin. Wasser, ein Thermometer, das bis 100 °C misst, Wasser, ein wasserfester Stift zum Beschriften, Einmalpipetten, 12 Reagenzgläser, ein Reagenzglasständer, eine Schutzbrille, ein Smartphone oder eine Kamera für die Fotodokumentation, Ammoniaklösung ( $w(\text{NH}_3) = 10\%$ ) („Salmiakgeist“), Kalilauge ( $c(\text{KOH}) = 1 \text{ mol/L}$ , verschiedene möglichst naturbelassene Milchprodukte (ohne Glucose-Fructose-Sirup und ohne Farbstoffe; ggf. könnten Milchprodukte mit Farbstoffen durch das Einlegen entfetteter Wollfäden o.a. geeignetes Adsorbens entfärbt werden), zum Beispiel: 1) Kuhmilch, 2) lactosefreie Milch, 3) Buttermilch, 4) Kefir, 5) Naturjoghurt, 6) Crème fraîche, 7) Saure Sahne, 8) Joghurt-Dessert (mit Fructose-Glucose-Zusatz), 9) milchbasierte Kaffeesahne (Abb. 3) sowie zum Vergleich jeweils 50 mg der folgenden Reinstoffe: A) Lactose, B) Maltose, C) Cellobiose, D) Lactulose, E) Glucose, F) Galactose, G) Fructose, H) Arabinose, I) Mischung aus Galactose/ Glucose, K) Saccharose (Abb.4).

### 3 Durchführung

In einem 1000 mL-Becherglas werden 300 mL demineralisiertes\* Wasser auf 70 °C erhitzt und die Temperatur konstant auf 70 °C gehalten (Kontrolle der Temperatur mit einem Thermometer, das idealerweise so an einem Stativ befestigt wird, dass es die Wassertemperatur misst und nicht die Bodentemperatur;

\*(Tipp: Verwendung von demineralisiertem Wasser verhindert Kalkbildung).

Von den unterschiedlichen Milchprodukten (Abb. 1) werden je 2 mL mit Einmalpipetten in nummerierte Reagenzgläser pipettiert. Je nach Viskosität der Milchprodukte müssen die Spitzen der Einwegpipetten etwas gekürzt werden.

In zehn weitere Reagenzgläser werden jeweils 50 mg der oben genannten Zucker gegeben (Abb.4) und jeweils in 2 mL Wasser gelöst.



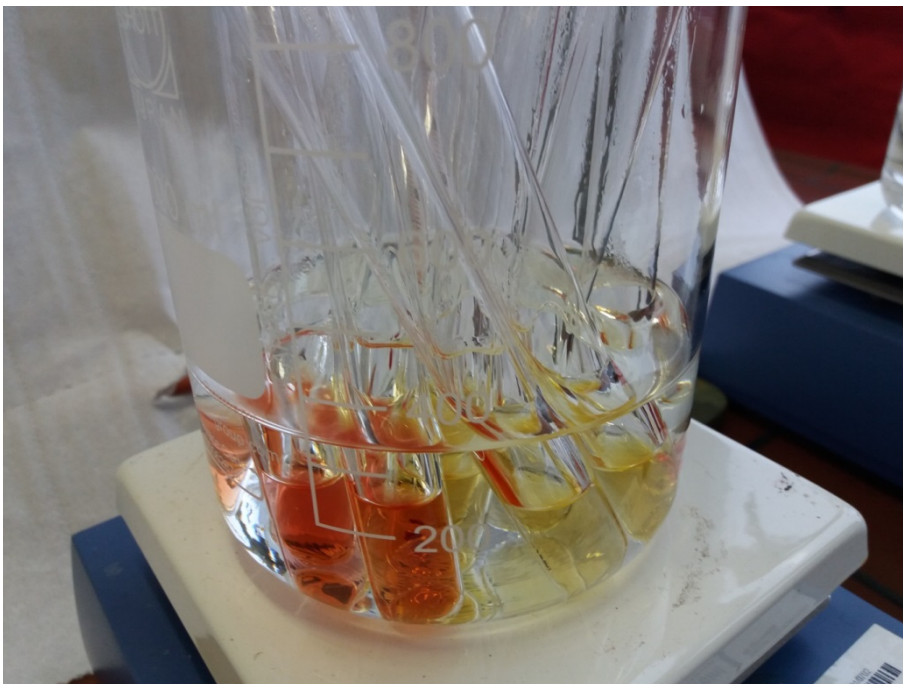
**Abb. 1:** von links nach rechts: Milchprodukte gemäß Auflistung in 2.



**Abb. 2:** Schüler beim Abwiegen von jeweils 50 mg Zucker gemäß Auflistung in 2

Anschließend werden jeweils 2 mL Ammoniaklösung sowie 3 Tropfen Kalilauge hinzu pipettiert. Vorsichtig, aber gründlich schütteln, damit sich alles gut durchmischt!

Dann werden die Reagenzgläser in das 70 °C heiße Wasserbad gestellt (Abb. 5) und für mindestens 15 Minuten dort belassen, bis die Farben der Proben sich gut entwickelt haben. Nach jeweils 5 Minuten erfolgt eine Sichtkontrolle mit Fotodokumentation mit der Smartphone-Kamera.



**Abb. 3:** Farbreifung der Zuckerlösungen im Wasserbad bei 70 °C nach 12 Minuten.

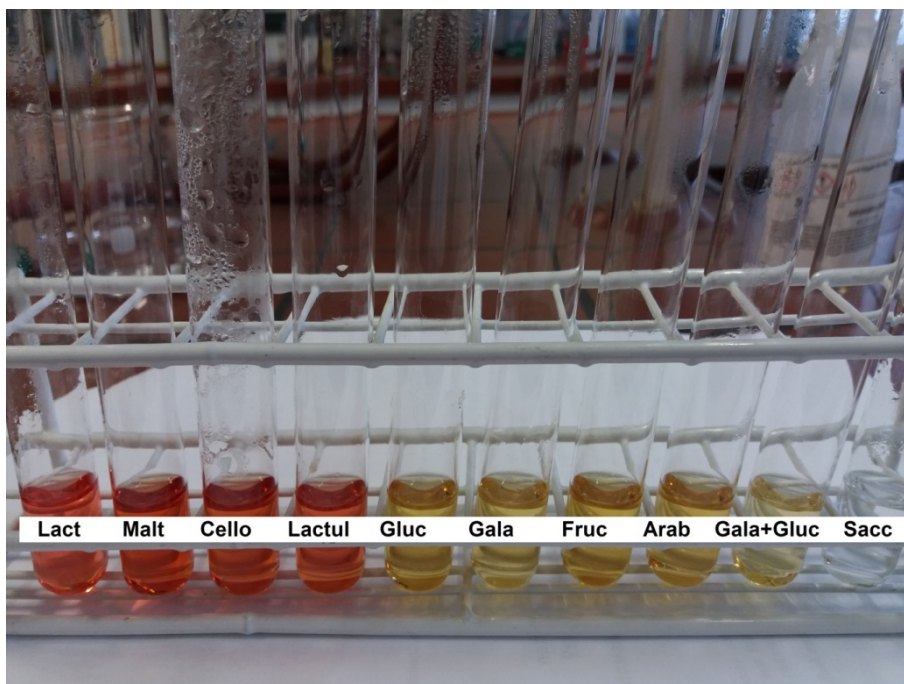
### 3.1 Didaktisch-methodische Hinweise zur Durchführung:

Einige in diesem Beispiel gewählten Zucker, insbesondere Cellobiose (Dimer der Cellulose) und Arabinose (reduzierende Pentose), dürften nicht an allen Schulen vorhanden sein und können durch andere reduzierende Zucker ersetzt oder weggelassen werden. Lactulose ist preiswert in Apotheken erhältlich (mildes Abführmittel, Verbesserung der Leberwerte). Die Prüfung einer Mischung von Galactose und Glucose sollte in jedem Fall durchgeführt werden, um zu beweisen, dass Lactose in der Wöhlk-Probe nur dann eine rote Färbung hervorruft, wenn sie nicht hydrolysiert ist, was u.a. in <sup>5)</sup> fälschlich behauptet wird. Die Spaltprodukte Galactose und Glucose produzieren jedoch lediglich eine gelbe Farbnuance, genau wie alle anderen reduzierenden Hexosen und Pentosen.

Bei größerem Zeitansatz kann das Experiment auch in zwei Stufen durchgeführt werden: Erst werden die Zuckerlösungen getestet und die Ergebnisse protokolliert, dann werden im zweiten Schritt die Milchprodukte getestet; die Ergebnisse werden dann mit den Ergebnissen der Zuckerlösungen verglichen.

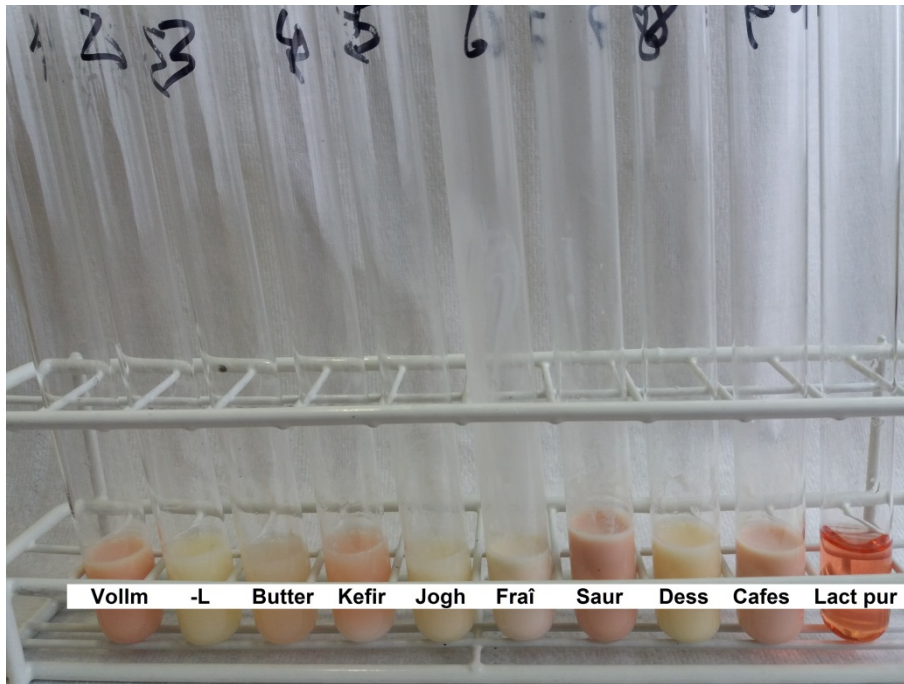
### 4 Dokumentieren und protokollieren des Versuchsverlaufs

Fertige während der Wartezeit eine Fotodokumentation des Versuchsverlaufs an (Smartphone-Kamera o.a.) und protokolliere, zu welchem Zeitpunkt welche Farbänderung zu beobachten ist!



**Abb. 4:** Ausgereifte Farben der Zuckerlösungen gemäß Auflistung in 2





**Abb. 5** Ausgereifte Farben der Milchprodukte gemäß Auflistung in 2

### **5 Beobachtungen**

Bei den Milchprodukten ergeben Vollmilch, Saure Sahne und Kaffeesahne eine rosa Färbung, die sich mit der lachsroten Färbung von reiner Lactose und die Mischung mit weiß erklären lässt.

Lactosefreie Milch ergibt eine gelbe Färbung, die sich mit der Probe „Galactose und Glucose“ bei den reinen Zuckern korrelieren lässt.

Bei Buttermilch, Kefir, Joghurt, Crème fraîche und Joghurt-Dessert zeigen sich je nach getestetem Produkt Ergebnisse, die auf weniger Lactose als in der Vollmilchprobe hinweisen.