

Entsprechend den „Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht“ (RiSU) vom 26.02.2016 ist für jedes im Unterricht durchgeführte Experiment eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

Experiment	Kältemischungen mit Natriumsalzen
Chemikalien	<ul style="list-style-type: none"> • Citronensäure • Natriumcarbonat-Decahydrat • Natriumacetat-Trihydrat • Aluminiumnitrat-Nonahydrat
Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • 2 kleine Bechergläser • Waage • Glasstab • Spatellöffel • Thermometer
Durchführung	<p>Experiment A:</p> <p>In einem Becherglas werden 8,4 g Natriumcarbonat-Decahydrat mit 3,8 g Citronensäure gut durchmischt.</p> <p>Experiment B:</p> <p>In einem Becherglas werden 1 Teil Natriumacetat-Trihydrat und 1 Teil Aluminiumnitrat-Nonahydrat gut durchmischt.</p> <p>Die Anfangs- und die Endtemperatur wird jeweils gemessen.</p>
Beobachtung	Die Gemische werden flüssig. In beiden Experimenten sinken die Temperaturen.
Auswertung	<p>Diese endothermen Reaktionen verlaufen freiwillig.</p> <p>A: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$</p> <p>$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$</p> <p>$\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Die Reaktionsgleichung lautet bei vollständiger Protolyse der Citronensäure:</p> <p>$2 \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7(\text{s}) + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7(\text{aq}) + 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 33 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>B: $\text{NaCH}_3\text{COO} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$</p> <p>$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{NO}_3^-$</p> <p>$\text{Al}^{3+} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$</p> <p>$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$</p> <p>$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Triebkraft dieser Reaktion ist die große Entropiezunahme aufgrund der Entstehung des gasförmigen Kohlenstoffdioxids (A) und des freigesetzten Kristallwassers (A und B).</p>

