

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

Experiment	Bestimmung des Sulfitgehalts in Wein und Trockenobst
<p>Vorbemerkung</p>	<p>Der Hauptbestandteil jedes Weines ist Wasser (80-90Vol%), dann folgt Ethanol mit 8-20Vol%. Andere Alkoholsorten wie z. B. 2-Phenylethanol sind in Spuren enthalten. Des Weiteren enthält Wein Glucose und Fructose – je nach Vergärung können es 2-75 g/l sein. Im Wein findet man auch Weinsäure (0,5-4g/l) und Apfelsäure (bis 6 g/l). Rotweine enthalten auch Milchsäure (0,8-3,3 g/l) und einen höheren Gehalt an Gerbstoffen (1-2,5 g/l).</p> <p>Aromastoffe verleihen dem Wein den Geschmack. Weitere Inhaltsstoffe sind Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente.</p> <p>Heute schwefelt man in der Lebensmittelindustrie hauptsächlich Wein und Trockenfrüchte, aber auch Marmelade, Trockengemüse, kandierte Früchte, Gewürzzubereitungen, Meerrettich und Kartoffelerzeugnisse. Dabei verwendet man Lösungen von schwefliger Säure oder Natriumhydrogensulfit oder Natriumsulfit bzw. Kaliumdisulfit. Sulfite und Schwefeldioxid wirken antibakteriell und antimycotisch (hemmen das Wachstum von Bakterien und Schimmelpilzen) und sind gute Antioxidanten (Schutz vor Braunwerden).</p> <p>Sulfite reduzieren im Wein unerwünschte Gärungsnebenprodukte wie Ethanal. Ethanal reagiert mit Schwefeldioxid zu einer α-Hydroxysulfonsäure und wird dadurch geschmacklich neutralisiert. Außerdem stabilisieren Sulfite Polyphenole, die die Enzyme hemmen, welche für das Braunwerden von Weinen verantwortlich sind.</p> <p>Durch die hier gezeigte iodometrische Redoxtitration wird nicht nur die Sulfitkonzentration, sondern die Konzentration aller reduzierenden Substanzen im Wein, die Iod reduzieren können, bestimmt.</p> <p>Gesetzlich dürfen je nach Qualitätsstufe des Weines maximal 210 mg schwefelige Säure pro Liter Wein enthalten sein.</p>



Chemikalien	<p><u>A: Wein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Weißwein • Iodlösung ($c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$; 25 g reines iodatfreies Kaliumiodid werden in 50 ml destilliertem Wasser gelöst. In dieser Lösung werden anschließend 13 g Iod vollständig gelöst. Anschließend wird die Lösung auf 1 l aufgefüllt.) • Natriumthiosulfatlösung ($c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$; 12,4 g wasserhaltiges Salz in etwas destillierten Wasser lösen und danach auf 1 l auffüllen.) • Stärkelösung (0,4 g lösliche Stärke mit wenig Wasser zu einem Brei verrühren, den man anschließend in 100 ml siedendes Wasser gibt. Nach 5 Minuten Siedezeit lässt man die Lösung stehen und gießt nach Absetzen des unlöslichen Anteils die klare Lösung ab. Die Stärkelösung kann durch Zusatz von etwa 1 ml 5%iger Salicylsäure konserviert werden.) <p><u>B: Trockenobst</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 g Trockenobst genau abwiegen und unter Zugabe von 100 ml Wasser mithilfe eines Pürierstabes zerkleinern. • 10 ml der Stärkelösung zugeben und den Ansatz über Nacht zugedeckt stehen lassen. • Suspension filtrieren.
Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Vollpipette, 50 ml • Messpipette, 10 ml • Pipettierhilfe • Bürette • Erlenmeyerkolben , 100 ml • Messzylinder, 5 ml • Becherglas • Filterpapier • Glasstab oder Magnetrührer
Durchführung	<p><u>A: Wein</u></p> <p>50 ml Weißwein werden mit 10 ml Iodlösung und 2-3 ml Stärkelösung versetzt und gut durchmischt. Anschließend titriert man mit Natriumthiosulfatlösung als Maßlösung bis zur bleibenden Entfärbung.</p> <p><u>B: Trockenobst:</u></p> <p>50 ml des Filtrates einsetzen und wie unter A beschrieben titrieren.</p>
Beobachtungen	<p>A: $V(\text{Maßlösung}) = 9,1 \text{ ml}$</p> <p>B: $V(\text{Maßlösung}) = 10,5 \text{ ml}$</p>

<p>Erklärungen</p>	<p>Folgende Reaktionen laufen ab:</p> $\text{SO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{I}^-$ <p>I_2 liegt im Überschuss vor und wird mit Thiosulfatlösung rüchtitriert:</p> $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 (\text{Rest}) \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{I}^-$ <p>$n(\text{I}_2) : n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1 : 2$, d.h. 1 ml Thiosulfatlösung zeigt 0,5 ml unverbrauchte Iodlösung an.</p> <p>Berechnung für A:</p> <p>$V(\text{Thiosulfatlösung}) = 9.1 \text{ ml}$, also $V(\text{Iodlösung}) = 4,55 \text{ ml}$</p> <p>Verbrauch an Iodlösung:</p> $10 \text{ ml} - 4,55 \text{ ml} = 5,45 \text{ ml}$ $n(\text{I}_2, \text{Verbrauch}) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot 0,00545 \text{ l}$ $n(\text{I}_2, \text{Verbrauch}) = 0,0002725 \text{ mol}$ <p>$n(\text{I}_2) : n(\text{SO}_3^{2-}) = 1 : 1$, d.h. in der Probe waren 0,0002725 mol Sulfiten bzw. schweflige Säure enthalten.</p> $c(\text{schweflige Säure}) = 0,0002725 \text{ mol} : 0,050 \text{ l}$ $c(\text{schweflige Säure}) = 5,45 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ <p>$m(\text{schweflige Säure}) = 0,4469 \text{ g}$ pro Liter Wein.</p> <p>Anmerkung: Der erhaltene Wert ist entsprechend der Höchstmengenverordnung zu hoch, da die Konzentration aller Substanzen bestimmt wird, die Iod reduzieren können.</p>
---------------------------	---