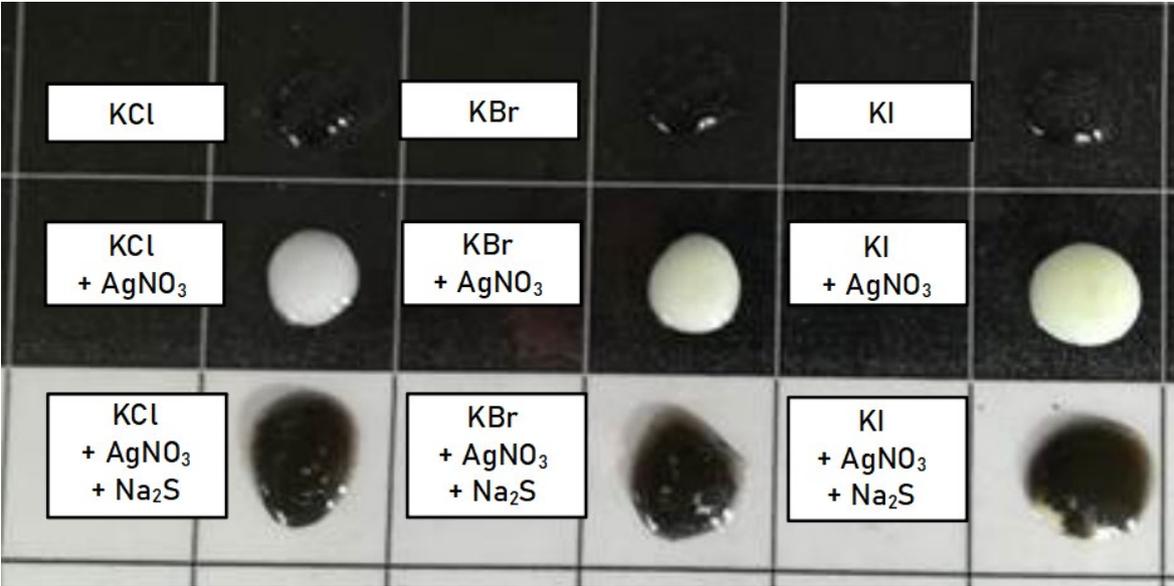


Entsprechend den „Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht“ (RiSU) vom 26.02.2016 ist für jedes im Unterricht durchgeführte Experiment eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

Experiment	Löslichkeit von Metallsulfiden I
<b>Vorbemerkung</b>	Die Experimente werden im Miniaturmaßstab auf einer laminierten Folie durchgeführt. Von allen Lösungen wird für jede Reaktion jeweils ein Tropfen eingesetzt.
<b>Geräte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipetten</li> <li>• kleine Bechergläser oder Reagenzgläser</li> <li>• laminierte Folie</li> </ul>
<b>Chemikalien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangan(II)-chlorid-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Kupfer(II)-sulfat-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Eisen(II)-sulfat-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Natriumsulfid-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• verdünnte Schwefelsäure (ca. 10%ig)</li> </ul>
<b>Durchführung/ Beobachtungen</b>	Entsprechend der unteren Abbildung wird jeweils ein Tropfen jeder Lösung eingesetzt.

<b>Auswertung</b>	<p>Zunächst bilden sich die Niederschläge der schwerlöslichen Metallsulfide:</p> $\text{Mn}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{MnS} \quad \text{braun} \quad (K_L(\text{MnS}) = 10^{-15} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \quad \text{schwarz} \quad (K_L(\text{CuS}) = 10^{-36} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{FeS} \quad \text{schwarz} \quad (K_L(\text{FeS}) = 10^{-19} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ <p>Schwefelwasserstoff protolysiert in Wasser stufenweise:</p> $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^- \quad (\text{p}K_S(\text{H}_2\text{S}) = 6,9)$ $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-} \quad (\text{p}K_S(\text{HS}^-) = 13)$ <p>Durch den bei Säurezugabe fallenden pH-Wert werden die Protolysegleichgewichte stärker auf die linke Seite verlagert. Somit sinkt die Konzentration der für die Fällung notwendigen Sulfid-Ionen. Im Falle des Mangan(II)- und Eisen(II)-sulfids wird die Konzentration der Sulfid-Ionen so stark verringert, dass das Produkt der Ionenkonzentrationen von Metall- und Sulfid-Ionen das Löslichkeitsprodukt nicht mehr erreicht. Die Niederschläge lösen sich auf.</p> <p>Die dagegen viel geringere Löslichkeit des Kupfer(II)-sulfids bewirkt auch im stark sauren Milieu kein Auflösen des Niederschlags.</p>
-------------------	--

*Teil II nächste Seite*

Experiment	Löslichkeit von Metallsulfiden II
<b>Vorbemerkung</b>	Die Experimente werden im Miniaturmaßstab auf einer laminierten Folie durchgeführt. Von allen Lösungen wird für jede Reaktion jeweils ein Tropfen eingesetzt.
<b>Geräte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipetten</li> <li>• kleine Bechergläser oder Reagenzgläser</li> <li>• laminierte Folie</li> </ul>
<b>Chemikalien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaliumchlorid-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Kaliumbromid-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Kaliumiodid-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Natriumsulfid-Lösung (ca. 1%ig)</li> <li>• Silbernitrat-Lösung (ca. 1%ig)</li> </ul>
<b>Durchführung/ Beobachtungen</b>	Entsprechend der unteren Abbildung wird jeweils ein Tropfen jeder Lösung eingesetzt.
	
<b>Auswertung</b>	<p>Zunächst bilden sich die Niederschläge der schwerlöslichen Silberhalogenide:</p> $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \quad \text{weiß} \quad (K_L(\text{AgCl}) = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \quad \text{schwach gelblich} \quad (K_L(\text{AgBr}) = 6,3 \cdot 10^{-13} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \quad \text{gelblich} \quad (K_L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ <p>Silberionen reagieren mit Sulfid-Ionen zum schwer löslichen Silbersulfid:</p> $2 \text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S} \quad \text{schwarz} \quad (K_L(\text{Ag}_2\text{S}) = 10^{-49} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$ <p>Die viel geringere Löslichkeit des Silbersulfids im Vergleich zu den drei Silberhalogeniden führt zu Verdrängungsreaktionen:</p> $2 \text{AgCl} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{Cl}^-$ $2 \text{AgBr} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{Br}^-$ $2 \text{AgI} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{I}^-$