



# SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2011

### CHEMIE (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Der Prüfling wählt je ein Thema aus den Gebieten **G** (Grundlagen) und **V** (Vertiefung) zur Bearbeitung aus.

Die zwei zur Bewertung vorgesehenen Themen sind vom Prüfling anzukreuzen.

<b>Thema G 1:</b>	Anorganische Kohlenstoffverbindungen	<input type="checkbox"/>
<b>Thema G 2:</b>	Methan - Methanderivate	<input type="checkbox"/>

<b>Thema V 1:</b>	Acetate	<input type="checkbox"/>
<b>Thema V 2:</b>	Mangan(IV)-oxid	<input type="checkbox"/>
<b>Thema V 3:</b>	Iod - Antiseptika	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:.....

## Thema G 1: Anorganische Kohlenstoffverbindungen

### 1 Kohlenstoffverbindungen in der Natur und im Haushalt

**Material 1:**

Kohlenstoff kommt in der Natur sowohl elementar (z. B. in der Kohle) als auch chemisch gebunden vor. Als anorganische Verbindungen spielen das in der Luft enthaltene und im Meerwasser gelöste Kohlenstoffdioxid sowie die teilweise riesigen Bergmassive aus Kalkstein (Calciumcarbonat) eine wichtige Rolle beim natürlichen Kalkkreislauf.

Calciumcarbonat, ein schwerlöslicher Stoff, kann in Verbindung mit kohlenstoffdioxid-haltigem Wasser durch Bildung von Calciumhydrogencarbonat gelöst werden. Bei Druckverringerung oder bei höheren Temperaturen findet die Rückreaktion statt.

Gelangt Calciumhydrogencarbonat in das häufig als Trinkwasserreservoir dienende Grundwasser, sind z. B. die darin enthaltenen Calcium-Ionen für die Härte des Wassers verantwortlich. Beim Erhitzen von hartem Wasser ist eine deutliche Trübung sichtbar. Weiteres Erhitzen kann zum Verkalken von Wasserkochern führen.

- 1.1 Entwickeln Sie für die stufenweise Protolyse der Kohlensäure mit Wasser sowie für die im Material 1 beschriebene Reaktion von Calciumcarbonat die chemischen Gleichungen.

Erläutern Sie an einer dieser Reaktionen das Wesen der vorliegenden Reaktionsart.

Erklären Sie das Phänomen der deutlich auftretenden Trübung beim Erhitzen von hartem Wasser.

Beschreiben Sie unter Einbeziehung der chemischen Zeichensprache eine Möglichkeit zur Entkalkung eines Wasserkochers.

- 1.2 **Experiment:**

Stellen Sie eine Natriumhydrogencarbonat-Lösung her, indem Sie eine Spatelspitze Natriumhydrogencarbonat in 5 mL destilliertem Wasser lösen. Geben Sie zu dieser Lösung zwei Tropfen Phenolphthalein-Lösung und erwärmen Sie das Gemisch vorsichtig.

Erläutern Sie Ihre Beobachtung beim Erwärmen.

Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung vor dem Erwärmen,

a) wenn Sie annehmen, dass in 5 mL Lösung 10 mg Natriumhydrogencarbonat gelöst sind und die Hydrogencarbonat-Ionen als schwache Base wirken

sowie

b) mithilfe der Größengleichung für Ampholyte  $\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + \text{pK}_S - \text{pK}_B)$ .

Begründen Sie, dass das Ergebnis unter b) den pH-Wert exakter wiedergibt.

- 1.3 Vergleichen Sie unter Verwendung von drei Kriterien den Bau der Moleküle von Kohlenstoffdioxid und Kohlensäure.

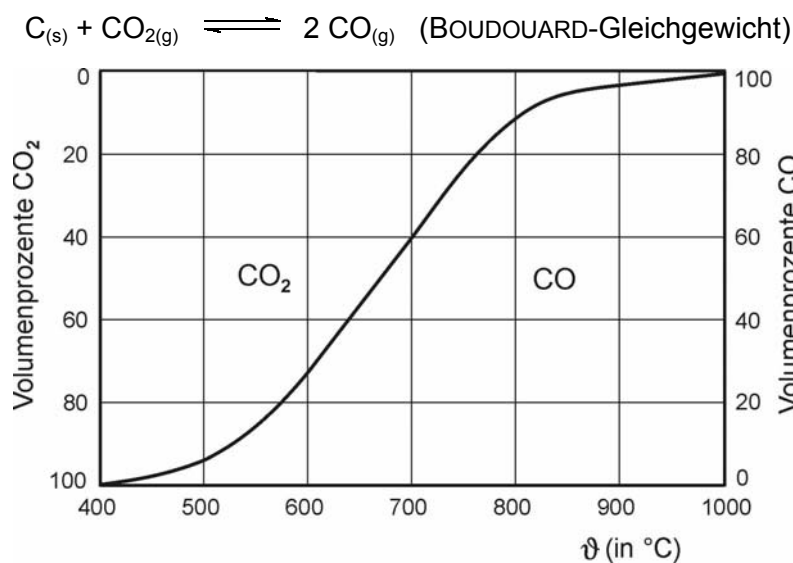
## 2 Energetische Betrachtungen

### Material 2:

Kalkstein ist ein wichtiger industrieller Rohstoff, der z. B. als Zuschlagstoff bei der Gewinnung von Roheisen im Hochofen eingesetzt wird. Des Weiteren wird er zur Herstellung von Zement, Löschkalk und Calciumcarbid verwendet. Dabei muss Kalkstein zuerst durch das sogenannte Kalkbrennen (a) in Branntkalk (Calciumoxid) umgewandelt werden. Durch Reaktion des Branntkalks mit Wasser, dem Kalklöschen (b), entsteht Löschkalk (Calciumhydroxid). Wird Branntkalk dagegen mit Kohlenstoff unter hohem energetischen Aufwand im Elektroofen umgesetzt (c), entstehen Calciumcarbid und giftiges Kohlenstoffmonooxid.

Calciumcarbid war bis Ende der 1980er Jahre ein Ausgangsstoff zur Herstellung organischer Zwischen- und Endprodukte, wie z. B. Ethin und PVC. Damals war in der Nähe von Betrieben, die Calciumcarbid herstellten und weiterverarbeiteten, die Luftverschmutzung sehr hoch.

Neben Kalkstein spielen im Hochofenprozess Koks sowie Kohlenstoffoxide eine bedeutende Rolle.



- 2.1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen (a) bis (c) und ermitteln Sie durch Berechnen, ob eine Temperatur von 1700 °C im Elektroofen ausreicht, Calciumcarbid zu erzeugen.

**Hinweis:**  $\Delta_B H_m^0(\text{CaC}_2) = -60 \text{ kJ/mol}$ ,  $S_m^0(\text{CaC}_2) = 70 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ ; Verwenden Sie für Kohlenstoff vereinfachend die thermodynamischen Werte für Grafit.

Nennen Sie Argumente für die starke Reduzierung der Calciumcarbidproduktion.

- 2.2 Interpretieren Sie die Grafik zum BOUDOUARD-Gleichgewicht im Material 2.

Formulieren Sie das Massenwirkungsgesetz mithilfe von Partialdrücken.

Erläutern Sie den Einfluss des Gesamtdruckes auf das BOUDOUARD-Gleichgewicht.

Beurteilen Sie mögliche Auswirkungen eines erhöhten Ausstoßes von Kohlenstoffoxiden in die Umwelt.

**Thema G 2: Methan - Methanderivate**

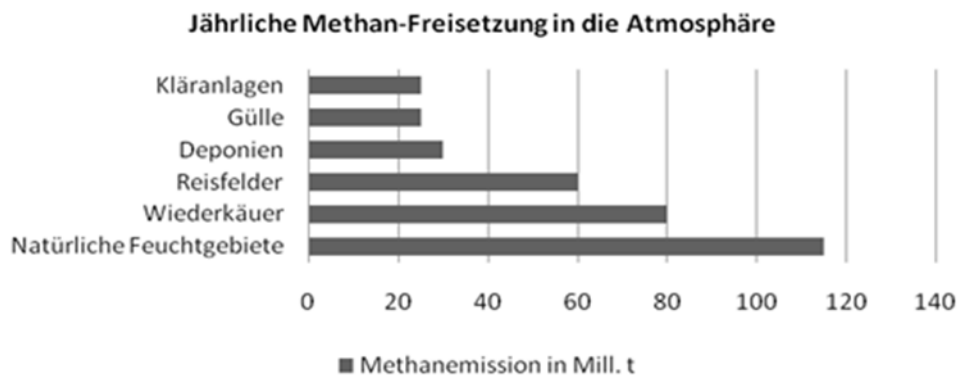
**Material 1:**

Methan ist ein farbloses, brennbares Gas, das in Wasser kaum, in Ethanol und Diethylether (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) gut löslich ist.

Methan, das etwa 15% des Treibhauseffektes verursacht, entsteht in der Natur immer dann, wenn Mikroorganismen Biomasse (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>) in Böden zersetzen. Diese Methanbildung erfolgt im methanogenen System bei niedriger Sauerstoffkonzentration durch anaerobe Mikroorganismen. Bei höherer Sauerstoffkonzentration treten andere Mikroorganismen in Konkurrenz zu diesen. Sie oxidieren die Biomasse zum größten Teil zu Kohlenstoffdioxid.

Der Methanabfluss aus dem methanogenen System wird durch methanotrophe Bakterien (aerob) beeinflusst. Bevor das Methan in die Atmosphäre gelangt, werden bis zu 97% in der oberen Bodenschicht oxidiert.

Durch fotochemische Oxidation wird der größte Teil des verbleibenden Methans zu Kohlenstoffdioxid abgebaut. Nur ca. 7% gelangen durch Diffusion in die Stratosphäre. Durch die Fotosynthese wird atmosphärisches Kohlenstoffdioxid zunächst in Glucose umgewandelt.

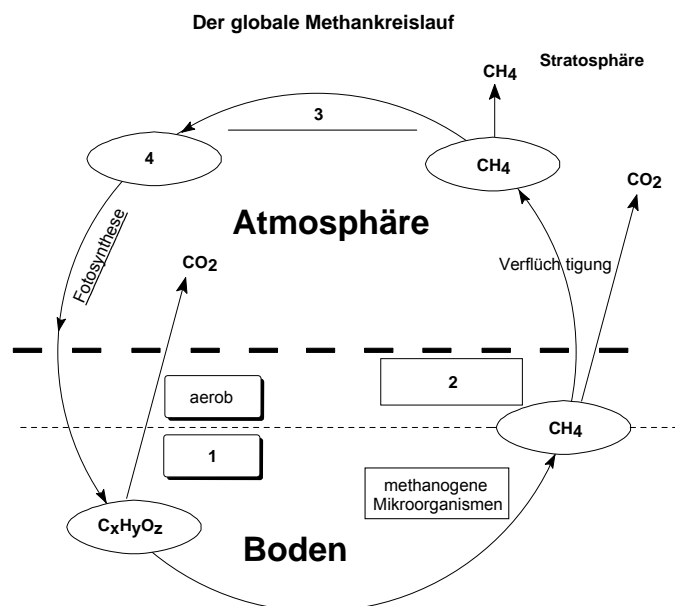


1 Beschreiben Sie den Atombau des Kohlenstoffatoms sowie den Bau, die Bindungsverhältnisse und die räumliche Struktur eines Methanmoleküls unter Einbeziehung des Elektronenpaarabstoßungsmodells.

Begründen Sie das Löslichkeitsverhalten von Methan in Wasser und in Diethylether.

Ordnen Sie den Ziffern 1 - 4 im globalen Methankreislauf die entsprechenden Begriffe zu.

Diskutieren Sie den Zusammenhang von Treibhauseffekt und Methanemission unter Einbeziehung der Grafik im Material 1 in Bezug zum Naturschutz oder zur Nahrungsmittelwirtschaft oder zur Abfallproblematik.



- 2 Aus ökologischen Gründen wird die Verwendung von Methan als Motorentreibstoff empfohlen. Ein moderner PKW benötigt für eine Strecke von 100 km eine Treibstoffportion, die beim Verbrennen etwa 360 MJ Energie liefert, unabhängig davon, ob er mit Octan (Bestandteil von Superbenzin) oder Methan betrieben wird.

Erläutern Sie am Beispiel der Verbrennung von Methan das Donator-Akzeptor-Prinzip. Berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie für die vollständige Verbrennung von Octan.

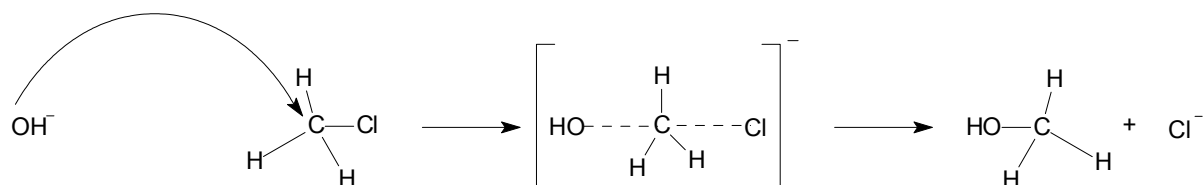
Bestätigen Sie durch Berechnen, dass die Masse an emittiertem Kohlenstoffdioxid bei der Verwendung von Methan als Motorentreibstoff im Vergleich zu Octan für eine 100 km Fahrstrecke geringer ist.

**Hinweis:** Das Reaktionsprodukt Wasser ist bei beiden Reaktionen gasförmig. Ein mit Methan betriebener PKW emittiert auf einer Fahrstrecke von 100 km 19,7 kg Kohlenstoffdioxid.

**Material 2:**

Methan bildet verschiedene Derivate, z. B. Monochlormethan. Dieses Halogenalkan kann mit Lithium zu Methyllithium ( $\text{CH}_3\text{Li}$ ) und Lithiumchlorid reagieren.

Monochlormethan lässt sich durch nucleophile Substitution in Anwesenheit starker Basen zu Methanol umwandeln.



**Hinweis:** Nucleophile (kernliebende, kernsuchende) Teilchen sind negativ geladene Ionen oder polare bzw. polarisierte Teilchen, die mit ihrer partiell negativ geladenen Seite das Substratmolekül angreifen.

- 3 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die beschriebenen Umsetzungen vom Methan zu Methyllithium.

Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution zur Bildung von Monochlormethan.

Beschreiben Sie mithilfe des im Material 2 dargestellten Schemas den Reaktionsmechanismus zur Bildung von Methanol.

Vergleichen Sie beide Reaktionsmechanismen unter Nutzung nachfolgender Kriterien: Art der organisch-chemischen Reaktion, Art des angreifenden Teilchens, Elektronendichte/Ladungsschwerpunkt am Kohlenstoffatom der Substratmoleküle und Reaktionsbedingungen.

- 4 Zu den Sauerstoffderivaten von Methan gehören Methanol und Methansäure.

**Gedankenexperiment:**

In zwei Reagenzgläsern befinden sich jeweils Methanol- und Methansäure-Lösung. Beide Lösungen werden mit angesäuerter Kaliumpermanganat-Lösung versetzt. In beiden Reagenzgläsern wird eine Entfärbung der violetten Kaliumpermanganat-Lösung beobachtet.

Deuten Sie die Beobachtungsergebnisse.

Formulieren Sie für eine der abgelaufenen Reaktionen die Teilgleichungen und die Redoxgleichung für die Gesamtreaktion.

Berechnen Sie die Stoffmenge an Methanol, die mit 0,8 mol Methansäure zur Reaktion gebracht werden muss, damit im chemischen Gleichgewicht 0,7 mol Ester entstehen. Die Gleichgewichtskonstante beträgt 4,9.

## Thema V 1: Acetate

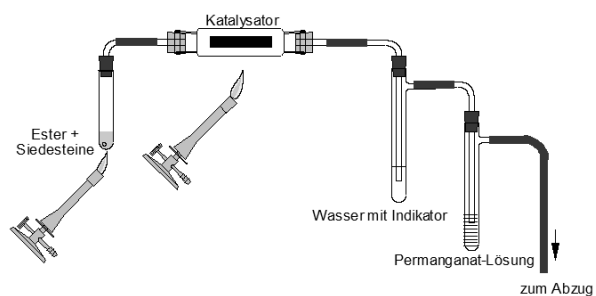
### Material:

Als Acetate werden im Allgemeinen die Salze und Ester der Ethansäure (Essigsäure) bezeichnet. Bariumacetat wird z. B. als Katalysator für organische Reaktionen und als Beizmittel in der Druckindustrie verwendet. Bei 20 °C lösen sich in einem Liter Wasser 720 g Bariumacetat. Die Schmelztemperatur beträgt circa 450 °C.

Zur Identifizierung der Stoffe Bariumchlorid, Chlorwasserstoffsäure, Natriumhydrogensulfat und Natriumacetat wurden Experimente durchgeführt, deren Beobachtungen in der folgenden Tabelle erfasst sind.

Stoff	I	II	III	IV
I	X			
II	Ein Feststoff und eine wässrige Lösung reagieren. Es ist Essiggeruch wahrnehmbar.	X		
III	Zwei Feststoffe werden miteinander verrieben. Es ist Essiggeruch wahrnehmbar.	keine Veränderung	X	
IV	keine Veränderung	keine Veränderung	Die verdünnten, wässrigen Lösungen der Stoffe bilden einen Niederschlag.	X

Wird Ethansäureethylester gemäß nebenstehender Abbildung thermisch zersetzt, so entstehen bei dieser Eliminierung zwei organische Zeretzungsprodukte. Eines der Produkte reagiert in wässriger Lösung schwach sauer, das andere ist ein brennbares Gas, welches mit Permanganat-Lösung reagiert. Dabei bilden sich im basischen Milieu Ethan-1,2-diol und Mangan(IV)-oxid.



- Beschreiben Sie das Reaktionsverhalten der wässrigen Lösungen von Bariumchlorid, Chlorwasserstoff, Natriumacetat und Natriumhydrogensulfat.

Erklären Sie, dass mithilfe der Tabelle eine Identifizierung der Stoffe möglich ist und begründen Sie die Zuordnung.

Formulieren Sie für jede beschriebene Kombination der Stoffe die Reaktionsgleichung.
- Erläutern Sie die Vorgänge der Zersetzung von Ethansäureethylester einschließlich der nachfolgenden Identifizierungsreaktionen der Zeretzungsprodukte.

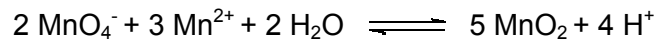
## Thema V 2: Mangan(IV)-oxid

### Material:

Mangan(IV)-oxid kommt in der Natur als Braunstein vor. Es ist das wichtigste Oxid des Mangans und findet u. a. in Trockenbatterien, als Oxidationsmittel und zur Herstellung von Mangansalzen Verwendung.

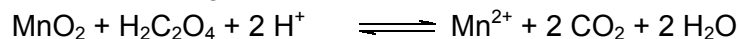
Mangan(IV)-oxid kann industriell durch Elektrolyse von Mangan(II)-sulfat-Lösung unter geeigneten Bedingungen hergestellt werden. Bei dieser Elektrolyse werden Mangan(II)-Ionen zu Mangan(III)-Ionen oxidiert. In einer Folgereaktion setzen sich Mangan(III)-Ionen durch Reaktion mit Wassermolekülen zu Mangan(IV)-oxid und Mangan(II)-Ionen um (Disproportionierung). An der Kathode werden Wassermoleküle reduziert.

Eine Herstellungsmöglichkeit von Mangan(IV)-oxid im Labor kann in zwei Teilschritten beschrieben werden. In einem ersten Teilschritt läuft folgende Reaktion ab.



In einem zweiten Schritt wird Zinkoxid-Pulver hinzugegeben, um ein Absinken des pH-Wertes zu verhindern.

Eine Methode zur quantitativen Bestimmung von Mangan(IV)-oxid beruht darauf, dass es beim Erwärmen mit einer Lösung von schwefelsaurer Oxalsäure (Ethandisäure) zu einem Mangan(II)-salz reduziert und die Oxalsäure zu Kohlenstoffdioxid oxidiert wird. Dabei wird Oxalsäure im Überschuss eingesetzt.



Die nicht umgesetzte Stoffmenge Oxalsäure wird durch Titration bestimmt, aus der sich die Stoffmenge an Mangan(IV)-oxid berechnen lässt. Es läuft folgende Reaktion ab



- 1 Entwickeln Sie für die Herstellung von Mangan(IV)-oxid durch Elektrolyse Reaktionsgleichungen der beschriebenen Teilreaktionen sowie eine Gesamtgleichung.
- 2 Vergleichen Sie unter dem Aspekt der Oxidationsstufen des Mangans die beschriebene Disproportionierung mit der Reaktion des ersten Teilschritts bei der Herstellung im Labor.

Entwickeln Sie eine Reaktionsgleichung für den Gesamtprozess der Herstellung von Mangan(IV)-oxid im Labor.

Begründen Sie, dass durch die Zugabe von Zinkoxid die Ausbeute an Mangan(IV)-oxid erhöht wird.

- 3 Zur Ermittlung des Mangan(IV)-oxid-Gehalts werden 200 mg eines industriell hergestellten Produkts zu verdünnter Schwefelsäure und 50 mL Oxalsäure-Lösung der Konzentration  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,05 \text{ mol/L}$  gegeben. Bei der anschließenden Titration der nicht umgesetzten, überschüssigen Oxalsäure werden 12 mL Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration  $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/L}$  verbraucht.

Berechnen Sie den prozentualen Massenanteil des Mangan(IV)-oxids in der untersuchten Probe.

**Hinweis:** Zwischenergebnis zur Kontrolle:  $n(\text{Oxalsäure})_{\text{Titration}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

### Thema V 3: Iod - Antiseptika

#### Material:

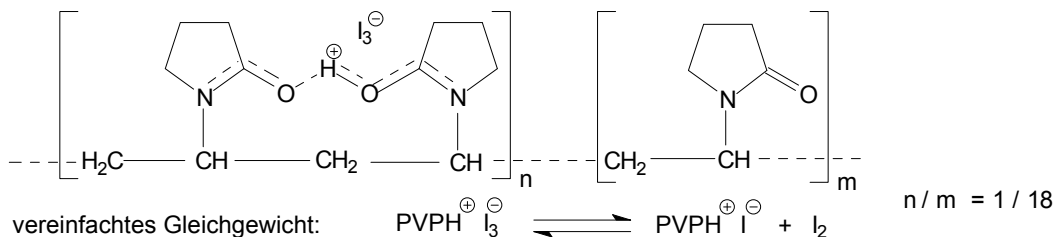
Iod spielt als Spurenelement bei der Bildung der Schilddrüsenhormone (z. B. Thyroxin) eine wichtige Rolle.

Iod-Mangel in der Nahrung oder im Trinkwasser führt häufig zur Unterfunktion der Schilddrüse. Eine Iod-Übersorgung, z. B. infolge der Resorption des Iods über die Haut, kann eine Überfunktion zur Folge haben. Beides verursacht Stoffwechselstörungen.

Iod ist in Wasser wenig, in Ethanol etwas besser löslich. Da Iodmoleküle leicht polarisierbar sind, lösen sie sich gut in wässriger Iodid-Lösung unter Bildung von Triiodid-Ionen.

In der Medizin wird Iod wegen seiner keimtötenden (antiseptischen) Wirkung in Form von Iodwasser (braun-gelb) oder alkoholischer Iodtinktur (braun) eingesetzt.

Eine weitere Verabreichungsform ist eine braun gefärbte, auswaschbare Salbe mit dem Wirkstoff Povidon-Iod, in der Iod als Triiodid-Ion an die Trägersubstanz PVP gebunden ist.



Als Indikator für die nachlassende Wirkung dieser Salbe dient die allmähliche Entfärbung durch die Reaktion des Iods mit den Bestandteilen der Luft, z. B. Schwefelwasserstoff.

Povidon-Iod setzt auf der Haut kontinuierlich Iod frei. Dieses reagiert besonders wirksam im sauren Milieu, wie es in Wunden vorherrschen kann. Dieses saure Milieu entsteht z. B. durch die bakterielle Bildung des giftigen Stoffwechselproduktes Schwefelwasserstoff. Dieser reagiert enzymatisch mit Iod u. a. zu Schwefel, welcher desinfizierend wirkt. Vergleichbar reagiert Iod mit der Feuchtigkeit der Wunden unter Bildung von atomarem Sauerstoff, der ebenfalls desinfiziert. Ähnlich verhält sich Wasserstoffperoxid.

#### Gebrauchsinformationen auf der Verpackungsbeilage von Povidon-Iod:

- Zu einer gegenseitigen Wirkstoffabschwächung kommt es bei gleichzeitiger Anwendung von Desinfektionsmitteln bzw. Wundauflagen, die metallisches Silber (Nanosilber) enthalten.
- Nach Anwendung großer Mengen Povidon-Iods (z. B. bei großflächigen Verbrennungen) kann es zu einer Übersäuerung des Blutes kommen.
- Hartnäckige Flecken des Wirkstoffes Povidon-Iod in Textilien können mit Fixiersalz-Lösung, die Natriumthiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) enthält, entfernt werden. Hierbei entstehen u. a. Tetrathionat-Ionen ( $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ).

- Begründen Sie mithilfe von Strukturbetrachtungen das Löslichkeitsverhalten von Iod in Wasser, von Iod in Ethanol sowie von Povidon-Iod in Wasser.
- Erläutern Sie die desinfizierende Wirkung von Povidon-Iod und von Wasserstoffperoxid.
- Begründen Sie die Gebrauchsinformationen auch unter Verwendung der chemischen Zeichensprache. Benennen Sie je eine Reaktionsart.