

	Anwendung des bekannten Mechanismus (Ladungsverteilung), der dirigierende Einfluss der OH-Gruppe muss deutlich und begründet herausgearbeitet werden.	5	9	6
	gesamt	30	51	19

1.2 Aufgabenbeispiele für das Grundkursfach

1.2.1 Chemische Reinigung

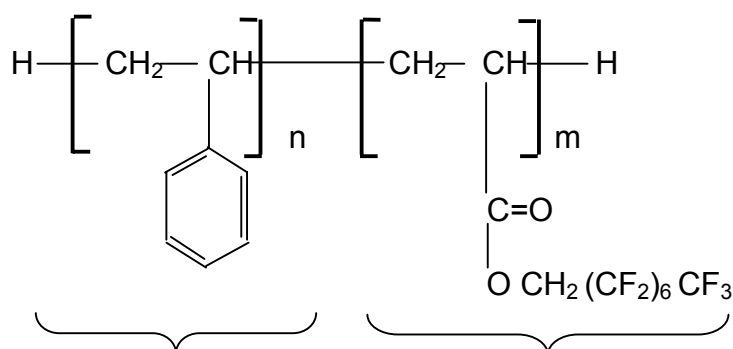
Grundkurs: Chemische Reinigung

ca. 60 Minuten

Material

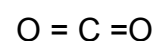
Viele chemische Reinigungen benutzen für die sogenannte "Trockenreinigung" (wasserfreies Reinigungsbad) empfindlicher Kleidungsstücke das unpolare organische Lösungsmittel PER, das aber als potenziell umweltschädlich angesehen wird.

Als Alternative entwickelte der amerikanische Chemiker J. M. DeSimone ein Reinigungsverfahren, bei dem flüssiges Kohlenstoffdioxid als Lösungsmittel zum Einsatz kommt (Kohlenstoffdioxid liegt z. B. bei 20°C und einem Druck größer oder gleich $55,4 \times 10^3$ hPa flüssig vor). Das Kohlenstoffdioxidmolekül ist unpolare, das Lösungsvermögen für unpolare Schmutzpartikel ist bei flüssigem Kohlenstoffdioxid jedoch schlechter als das von PER. Wasserlösliche Verunreinigungen (z. B. Salze aus Schweißabsonderungen oder Zucker aus Getränken) lassen sich naturgemäß nur schlecht mit reinem flüssigem Kohlenstoffdioxid entfernen. J.M. DeSimone ist es gelungen, Polymere zu entwickeln, die als Zusatz zu flüssigem Kohlenstoffdioxid die Löslichkeit sowohl von hydrophilen als auch von hydrophoben Verunreinigungen in flüssigem Kohlenstoffdioxid verbessern. Im Gemisch und Zusammenspiel mit diesen neuen chemischen Hilfsstoffen wurde Kohlenstoffdioxid zu einem effizienten Lösungsmittel für die chemische Reinigung.



"CO₂ – phobes" Segment "CO₂ – philes" Segment

Grundstruktur des DeSimone-Tensids



Strukturformel des CO₂-Moleküls

Die „CO₂-philen“ Segmente sind für die Löslichkeit des Polymers im Lösungsmittel CO₂ verantwortlich. Die oben abgebildeten „CO₂-phoben“ Segmente können durch chemische Veränderungen stärker lipophil oder stärker hydrophil gestaltet werden und damit die Ablösung von Schmutz unterschiedlicher Eigenschaften hervorrufen.

Aufgabenstellung:

1. Erläutern Sie den „CO₂-phoben“ bzw. „CO₂-philen“ Charakter der entsprechenden Segmente im DeSimone-Tensid und erklären Sie die Beeinflussung der Schmutzablösung durch chemische Veränderung des Tensids.
2. Erklären Sie unter Mitverwendung geeigneter Skizzen, wie die Polymere von DeSimone als Reinigungsmittel sowohl für hydrophilen als auch für lipophilen Schmutz wirken, wenn Kohlenstoffdioxid als Lösungsmittel verwendet wird. Gehen Sie bei Ihrer Erklärung auf die Ähnlichkeiten zum Reinigungsverfahren mit Wasser und Seife ein.
3. Das oben angegebene Polymermolekül kann aus 2 Monomertypen hergestellt werden. Geben Sie die Strukturformeln der Monomere an und nennen Sie einen denkbaren Verknüpfungsmechanismus. Stellen Sie dar, welches augenfällige Problem bei der Prozessführung im Hinblick auf das angestrebte Produkt bewältigt werden muss?
4. Bewerten Sie den Einsatz des beschriebenen Reinigungsverfahrens unter ökologischen Gesichtspunkten und begründen Sie Ihre Einschätzung.

Anmerkungen

Unterrichtliche Voraussetzungen:

Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Eigenschaften, Tenside und Seifen als waschaktive Substanzen, Waschwirkung, radikalische Polymerisation, ökologische Problematik der Halogenkohlenwasserstoffe

Erwartungshorizont

Aufg.	Erwartete Schülerleistung	Anforderungsbereiche, Bewertung		
		I	II	III
1.	<p><u>Kompetenzen:</u></p> <p><i>Auswahl der Kernaussagen aus Text und Bild, Erkennen des Zusammenhangs zwischen Struktur und Eigenschaften, Veranschaulichung der chemischen Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache bzw. unter Verwendung geeigneter Formeln.</i></p> <p>CO₂ ist ein unpolares Molekül in Folge der räumlichen</p>			

	<p>Anordnung, die Bindung zwischen C und O ist jeweils polar. Analoges gilt für den Molekülteil $-\text{CH}_2(\text{CF}_2)_6\text{CF}_3$; die Bindung zwischen C und F ist polar</p> <p>Wechselwirkung im Sinne von „Gleiches löst ...“ ist zwischen den polaren Molekülabschnitten möglich.</p> <p>Im CO_2-phoben Segment sind auch die Bindungen zwischen den einzelnen Atomen unpolar; keine nennenswerte bindende Wechselwirkung zum CO_2-Molekül möglich.</p> <p>Abwandlung des CO_2-feindlichen Segmentes durch Einführung geeigneter Substituenten in den Ring: hydrophile Reste verbessern die Wechselwirkung mit hydrophilen Substanzen (z. B. $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, NH_2 ..); lipophile Reste verbessern die Wechselwirkung mit lipophilen Substanzen (z. B. $-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CH}_3$)</p>	8	16	6
2.	<p><u>Kompetenzen:</u></p> <p><i>Betrachtung des Sachverhaltes aus unterschiedlichen Perspektiven, Erkennen der vertikalen Vernetzung der Kenntnisse innerhalb eines Sachzusammenhangs, Darstellung des Sachverhaltes in geeigneter Form, etwa durch Verwendung von Skizzen</i></p> <p>Ablösung von Schmutz (polar und unpolar) von der Faser; Halten von Schmutz (polar und unpolar) in der „Waschflotte“ (CO_2-freundliches Segment stets in Richtung CO_2; 2 Varianten des CO_2-feindlichen Segmentes: mit hydrophilem bzw. lipophilem Anteil)</p> <p>Vergleich mit der Anordnung der Seifenanionen relativ zum Schmutz in Wasser.</p>	8	24	8
3.	<p><u>Kompetenzen:</u></p> <p><i>Anwendung von Kenntnissen über den Verlauf chemischer Reaktionen, Darstellung in Formeln</i></p> <p>Strukturformeln der beiden Monomere; z. B. radikalische Polymerisation</p> <p>Problem: Erzielung der besonderen Reihenfolge</p>	8	8	4
	gesamt	24	52	24

Literatur

Green Chemistry , GDCh , Wiley-VCH, ISBN 3-527-30815-6, S. 112 ff, insbesondere S. 127f