



**ILLUSTRIERENDE PRÜFUNGS-AUFGABEN
FÜR DIE SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG**

Teil 2: Lösungsvorschläge

Die Illustrierenden Prüfungsaufgaben (Teil 1: Beispielaufgaben, Teil 2: Lösungsvorschläge, Teil 3: Erläuterungen) dienen der einmaligen exemplarischen Veranschaulichung von Struktur, Anspruch und Niveau der Abiturprüfung auf grundlegendem bzw. erhöhtem Anforderungsniveau im neunjährigen Gymnasium in Bayern.

Chemie

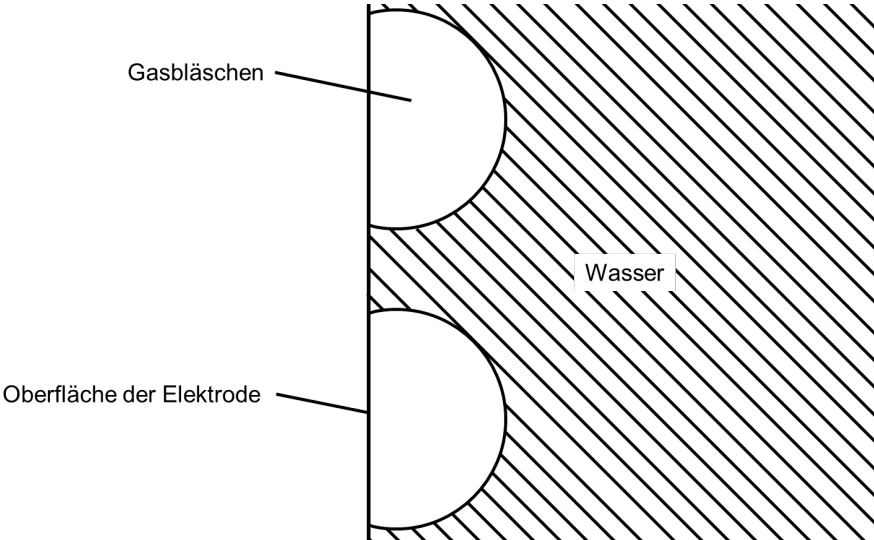
erhöhtes Anforderungsniveau

Lösungsvorschläge

Die Lösungsvorschläge lassen sachlichen Gehalt, Art und Niveau der Beantwortung erkennen, ohne den Anspruch zu erheben, die einzig mögliche Lösung zu sein. Nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege und Begründungen sind gleichberechtigt. Angegebene Bewertungseinheiten sind verbindlich.

A1 Wasserstoff zur Energiespeicherung

BE

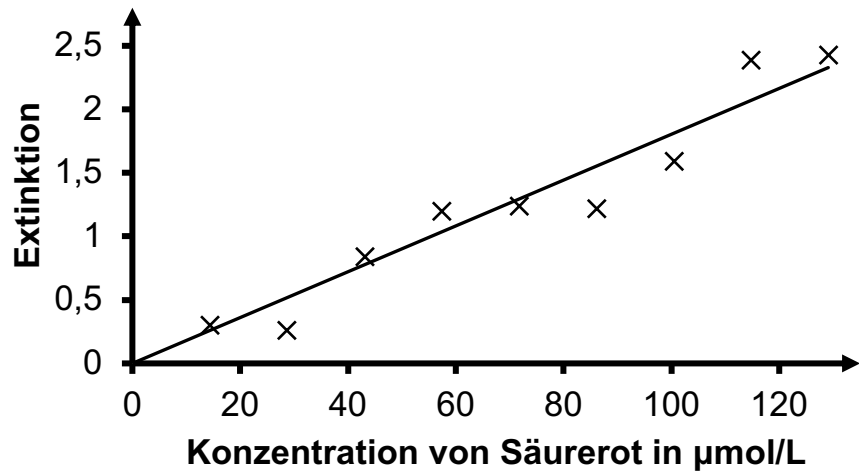
1	<p>Geg.: $t = 24 \text{ h}$, $m(\text{H}_2) = 8,2 \text{ t}$ Ges.: I</p> $n(\text{H}_2) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}$ $n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}$ $I = \frac{m(\text{H}_2) \cdot z \cdot F}{M(\text{H}_2) \cdot t}$ $I = \frac{8,2 \cdot 10^6 \text{ g} \cdot 2 \cdot 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}}{2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}$ $I = 9,2 \cdot 10^6 \text{ A}$	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
2	<p>Skizze einer elektrochemischen Doppelschicht:</p> 	<p>2</p>
	<p>Die Differenz zwischen rechnerischer und realer Zellspannung kommt durch das Phänomen der Überspannung zustande. Sie entsteht durch die Bildung von Gasbläschen auf der Elektrodenoberfläche. Dadurch ist die Diffusion der Wasser-Moleküle zur Elektrode an diesen Stellen gehemmt. Zur Überwindung dieser Hemmung muss eine höhere Spannung angelegt werden.</p> <p>Herleitung z. B. über Gesamtgleichung der Redoxreaktion: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$</p> <p>In der Gesamtgleichung tauchen weder Oxonium- noch Hydroxid-Ionen auf, weshalb die Zersetzungsspannung nicht vom pH-Wert abhängt.</p>	<p>4</p> <p>2</p>

3	<p>[PtCl₄]²⁻: Pt²⁺ als Zentralion – d⁸-Komplex</p> <p>↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓</p> <p>Bindung der Chlorido-Liganden über ein d-, ein s- und zwei p-Orbitale quadratisch-planarer Komplex</p> <p>[PtCl₆]²⁻: Pt⁴⁺ als Zentralion – d⁶-Komplex</p> <p>↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓</p> <p>Bindung der Chlorido-Liganden über zwei d-, ein s- und drei p-Orbitale oktaedrischer Komplex</p> <p>Das bindende Elektronenpaar wird im Gegensatz zur Elektronenpaarbindung komplett von einem Bindungspartner zur Verfügung gestellt. Es handelt sich um eine koordinative Bindung.</p>	1 1 1 1 2
4	<p>Geg.: $K_c = \text{ca. } 0,4$; $c_0(\text{H}_2) = 17,8 \text{ mmol/L}$; $c_0(\text{CO}_2) = 0,5 \cdot c_0(\text{H}_2)$ Ges.: $c(\text{H}_2)$</p> <p>Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes:</p> $K_c = \frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO}_2)}$ <p>Ersetzen von Konzentration durch Stoffmenge und Volumen:</p> $K_c = \frac{\frac{n(\text{CO})}{V} \cdot \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{V}}{\frac{n(\text{H}_2)}{V} \cdot \frac{n(\text{CO}_2)}{V}} = \frac{n(\text{CO}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2) \cdot n(\text{CO}_2)}$ <p>Ersetzen der Gleichgewichtskonzentrationen durch Ausgangskonzentrationen:</p> $K_c = \frac{x \cdot x}{[n_0(\text{H}_2) - x] \cdot [n_0(\text{CO}_2) - x]}$ <p>Umformen der quadratischen Gleichung:</p> $K_c = \frac{x \cdot x}{[n_0(\text{H}_2) - x] \cdot [0,5 \cdot n_0(\text{H}_2) - x]}$ $K_c = \frac{x^2}{0,5 \cdot [n_0(\text{H}_2)]^2 - [n_0(\text{H}_2) - 0,5 \cdot n_0(\text{H}_2)] \cdot x + x^2}$ $x^2 - 1,5 \cdot n_0(\text{H}_2) \cdot x + 0,5 \cdot [n_0(\text{H}_2)]^2 = \frac{1}{K_c} \cdot x^2$ $\left(1 - \frac{1}{K_c}\right) \cdot x^2 - 1,5 \cdot n_0(\text{H}_2) \cdot x + 0,5 \cdot [n_0(\text{H}_2)]^2 = 0$	1 1 1 2 1

	<p>Lösen der quadratischen Gleichung:</p> $x_{1,2} = \frac{1,5 \cdot n_0(\text{H}_2) \pm \sqrt{[1,5 \cdot n_0(\text{H}_2)]^2 - 4 \cdot \left(1 - \frac{1}{K_c}\right) \cdot 0,5 \cdot [n_0(\text{H}_2)]^2}}{2 \cdot \left(1 - \frac{1}{K_c}\right)}$ $x_{1,2} = \frac{1,5 \cdot 17,8 \pm \sqrt{[1,5 \cdot 17,8]^2 - 4 \cdot \left(1 - \frac{1}{0,4}\right) \cdot 0,5 \cdot [17,8]^2}}{2 \cdot \left(1 - \frac{1}{0,4}\right)}$ <p style="text-align: center;">$x_1 = 4,7; [x_2 = -22,5]$</p>	2
	<p>Berechnung der Gleichgewichtskonzentration:</p> $c(\text{H}_2) = \frac{n_0(\text{H}_2) - x_1}{V} = \frac{17,8 \text{ mmol} - 4,7 \text{ mmol}}{1,0 \text{ L}} = 13,1 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$	2
	<p>Möglichkeit 1: Temperaturerhöhung K_c steigt bei höheren Temperaturen (vgl. Abb. 2). Im Massenwirkungsgesetz heißt das, dass die Produktkonzentrationen im Zähler zunehmen bzw. die Eduktkonzentrationen im Nenner abnehmen, also mehr Wasserstoff verbraucht wird.</p> <p>Möglichkeit 2: z. B. Erhöhen der Konzentration des eingeleiteten Kohlenstoffdioxids Nach dem Prinzip von Le Chatelier reagiert ein im Gleichgewicht befindliches System auf einen äußeren Zwang immer durch eine Neueinstellung des Gleichgewichts, sodass es dem Zwang ausweicht. Einer Erhöhung der Kohlenstoffdioxid-Konzentration wird entgegengewirkt, indem die Produktkonzentrationen erhöht werden, wobei Wasserstoff verbraucht wird.</p>	2
<p>5</p>	<p>Kriterium 1: z. B.: Wirtschaftlichkeit Die volumetrische Lagerkapazität sollte möglichst groß sein, da ansonsten größere Tanks zur Speicherung gebaut werden müssen und die Materialkosten für den Bau somit höher werden.</p> <p>Kriterium 2: z. B.: Effizienz Bei der Lagerung und Freisetzung des gespeicherten Wasserstoffs sollte möglichst wenig Energie benötigt werden. Damit sind alle Verfahren, bei denen eine Kühlung oder Erhitzen notwendig sind, eher als ungünstig einzuschätzen.</p> <p>Kriterium 3: z. B.: Sicherheit Eine Lagerung unter hohem Druck birgt das Risiko, dass Behälter bei Beschädigung platzen können und die entstehende Druckwelle für große Schäden sorgt.</p> <p>Schlussfolgerung auf Grundlage der Bewertungskriterien und Gewichtung dieser, z. B. Eine Lagerung unter Kompression bietet sich nicht an, da ein Sicherheitsrisiko besteht. Die Lagerung als Flüssigwasserstoff benötigt viel Energie, um die Kühlung aufrechtzuerhalten und ist deshalb weder nachhaltig noch wirtschaftlich. Bei der Methanisierung muss ebenfalls gekühlt werden, weshalb davon auszugehen ist, dass die Lagerung mittels Dibenzyltoluol in diesem Fall die am besten geeignete Methode ist.</p>	2 2 2 4
		40

A 2 Textilfärbung

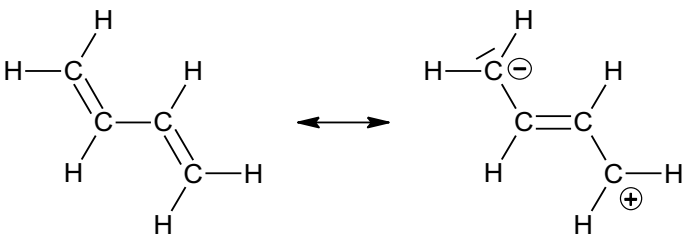
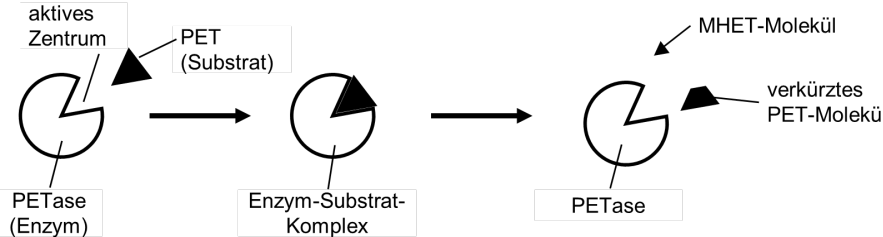
		BE
1	<p>Leukoindigo ist aufgrund der Ladungen im Molekül im Gegensatz zu Indigo wasserlöslich. Die Kleidungsfasern werden in die wässrige Leukoindigo-Lösung getaucht, womit die Leukoindigo-Moleküle in die Fasern gelangen. Im Anschluss lässt man die nassen Fasern an der Luft trocknen, wodurch das Leukoindigo in der Rückreaktion wieder zu Indigo oxidiert wird.</p> <p>Hinreaktion: Reduktion von Indigo zu Leukoindigo:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Als Reduktionsmittel kommt Dithionit zum Einsatz, das nach folgender Reaktionsgleichung oxidiert wird: $S_2O_4^{2-} \rightarrow 2 SO_2 + 2 e^-$</p> <p>Rückreaktion: Das Oxidationsmittel ist hierbei Sauerstoff: $O_2 + 4 e^- + 2 H_2O \rightarrow 4 OH^-$</p> <p>Das so direkt in der Faser hergestellte Indigo ist wasserunlöslich, lässt sich damit nicht mehr auswaschen und ist durch die Einbettung in der Faser teilweise vor mechanischem Abrieb geschützt.</p>	4 1 1 2 2
2	<p>Die Absorptionsmaxima liegen für Indigo bei ca. 610 nm und für Leukoindigo bei ca. 440 nm. Die Absorption bei Wellenlängen von weniger als 400 nm liegt im UV-Bereich und hat damit keinen Einfluss auf die Farbe.</p> <p>Indigo absorbiert damit orange-rotes Licht am stärksten und erscheint damit in der Komplementärfarbe Blau.</p> <p>Leukoindigo absorbiert am stärksten violett-blaues Licht und erscheint damit gelb-orange.</p> <p>Die Energiedifferenz zwischen HOMO und LUMO ist beim Leukoindigo-Molekül deutlich größer als beim Indigo-Molekül, weshalb mehr Energie zur Anregung der Elektronen nötig ist. Die Wellenlänge des absorbierten Lichts bei Leukoindigo ist damit kleiner. Die MO-Schemata und das Absorptionsspektrum decken sich.</p>	1 1 1 1 4

<p>3</p>	<p>Diagramm:</p>  <p><i>Korrektur des Diagramms:</i> <i>Achsenbeschriftung und -skalierung</i> <i>richtig eingezeichnete Werte</i> <i>Ausgleichsgerade durch den Ursprung</i></p> <p>Bestimmung der Steigung der Geraden: $m = 0,018$, bzw. $E = 0,018 \text{ L}/\mu\text{mol} \cdot c(\text{Säurerot})$</p> <p>mit dem Lambert-Beerschen Gesetz: $E = \epsilon \cdot c \cdot d$ gilt: $\epsilon = 0,018 \text{ L}/\mu\text{mol} : 1 \text{ cm} = 0,018 \text{ L}/(\mu\text{mol} \cdot \text{cm})$</p>	<p>1 1 1 1 1 2</p>
<p>4</p>	<p>Das Aramid-Molekül weist Amidgruppen auf und wurde über eine Polykondensation hergestellt. Für den linearen Molekülteil benötigt man als Monomere 1,3-Diaminobenzol und Benzol-1,3-dicarbonsäure, für die Verzweigungen muss zusätzlich Benzol-1,3,5-tricarbonsäure zugesetzt werden. Beim Aramid treten regelmäßige Verzweigungen auf, wodurch eine dreidimensional vernetzte Struktur vorliegt, beim Polysulfon handelt es sich ausschließlich um lineare Moleküle. Das Aramid ist ein Duroplast, damit eher hart und schmilzt beim Erwärmen nicht bevor es sich zersetzt. Das Polysulfon ist ein Thermoplast und wird beim Erhitzen erst weich und schmilzt anschließend, bevor es sich zersetzt.</p>	<p>1 1 1 2 2</p>
<p>5</p>	<p>Die Kunststoffmembranen bei der Nanofiltration werden aus fossilen Rohstoffen hergestellt und sind demnach nicht besonders nachhaltig. Die Haltbarkeit der Membran ist relativ hoch und sie muss lange nicht ausgetauscht werden. Es fällt eine Lösung mit relativ hoher Konzentration an Schadstoffen an, womit die Abfallmenge eher niedrig ist.</p> <p>Der Bodensatz aus der Reisweinproduktion ist ein nachwachsender Rohstoff. Er muss aufgrund der begrenzten Adsorptionsfähigkeit in relativ kurzen Abständen ausgetauscht werden und wird daher in großen Mengen benötigt. Die Menge an Abfällen nimmt bei der Adsorption stark zu, weil nicht nur der Farbstoff, sondern auch das verwendete Adsorptionsmittel mit entsorgt werden muss. Durch Adsorption können im Vergleich zur Filtration etwas höhere Anteile der Farbstoffe aus dem Abwasser entfernt werden.</p>	<p>2 2 1</p>

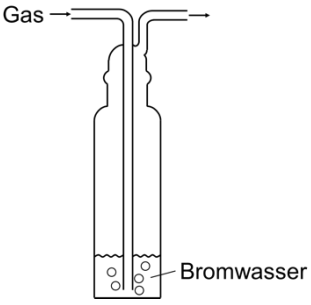
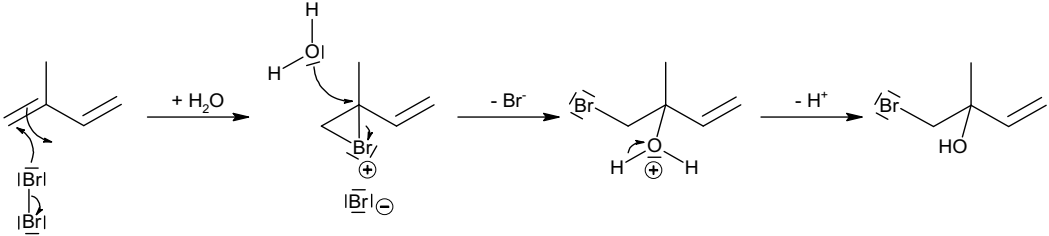
	<p>Die ungefilterte Einleitung in Gewässer benötigt eigentlich keine Ressourcen und Abfälle werden direkt entsorgt, führt aber zu Umwelt-, Natur- und Gesundheitsschäden.</p>	1
	<p>abschließendes Urteil, z. B.:</p> <p>Eine ungefilterte Einleitung der Abwässer ist aufgrund der zu erwartenden Umwelt-, Natur- und Gesundheitsschäden (vgl. GHS-Kennzeichnung) nicht zu vertreten, weshalb eines der beiden Verfahren zur Entfernung eingesetzt werden sollte.</p> <p>Von den beiden Verfahren zur Entfernung des Farbstoffs ist die Nanofiltration als überlegen anzusehen, da diese in der Farbstoffentfernung zwar weniger effizient ist, aber aufgrund der langen Haltbarkeit der Membran im Langzeitbetrieb wahrscheinlich nachhaltiger ist, als die Adsorption mittels Pflanzenmaterial.</p>	2
		40

A 3 Polyglycine

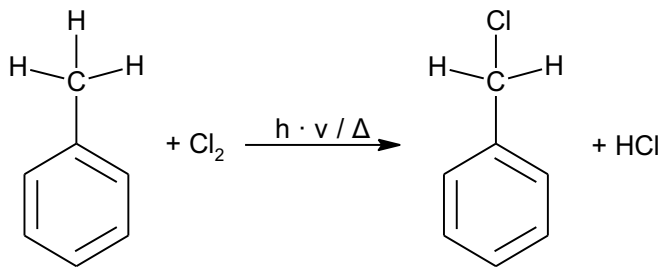
		BE
1	<p style="text-align: center;"> $3 \text{ H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ \downarrow $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ \downarrow $3 \text{ H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ \downarrow $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ </p>	3
	<p>Bildung aus Aminoketen: Polyaddition, da das Tripeptid das einzige Produkt ist.</p> <p>Bildung aus Glycin: Polykondensation, da Wasser als Nebenprodukt entsteht.</p>	1 1
2	<p>Beim Aminoketen-Molekül liegt eine kumulierte Doppelbindung vor. Damit ist das mittlere Kohlenstoff-Atom sp-hybridisiert und besitzt 2 freie, senkrecht zueinanderstehende p-Orbitale. Jeweils eines dieser p-Orbitale bildet mit dem anderen Kohlenstoff-Atom bzw. Sauerstoff-Atom eine π-Bindung aus.</p> <p>Die Ebenen, in denen sich die Orbitale der Elektronenpaare 1 und 2 befinden, stehen demnach senkrecht zueinander.</p> <p>Bindungslängen: Im 1,3-Butadien-Molekül liegt ein System mit konjugierten Doppelbindungen vor. Die Elektronen sind delokalisiert, wodurch Bindung c einen leichten Doppelbindungscharakter hat und deswegen etwas kürzer als eine reguläre Einfachbindung ist (145 pm). Die Bindungen b haben hingegen einen leichten Einfachbindungscharakter und sind deswegen etwas länger als eine reguläre Doppelbindung (134 pm)</p>	1 2 1 3
		2

	<p>Mesomere Grenzstrukturen:</p>  <p>Im Aminoketen-Molekül tritt eine kumulierte Doppelbindung auf, die aufgrund nicht vorhandener Mesomerie die kürzeste Bindungslänge der angegebenen Bindungen aufweist (132 pm).</p>	1
3	 <p>Enzyme, hier die PETase, haben Bindungsstellen (aktive Zentren), an die Substrat-Moleküle binden können. Dadurch kommt es zum Enzym-Substrat-Komplex und das Enzym katalysiert die Reaktion, in diesem Fall die Abspaltung von MHET von PET-Makromolekülen.</p> <p>Hypothese: z. B.: Die durch die Verknüpfung räumlich benachbarten Enzyme spalten PET schneller zu Endprodukten als frei vorliegende.</p> <p>Ansatz 2 ist Kontrollansatz, um spontane oder anderweitige Spaltung von PET auszuschließen.</p>	2 3 2 2
4	<p>Ansatz 1: PETase spaltet zusammen mit MHETase PET. Als Folge ist Terephthalsäure nachweisbar;</p> <p>Ansatz 2: Wenn Enzyme fehlen, wird keine Terephthalsäure gebildet. Folglich beruht die Spaltung von PET auf der Wirkung von Enzymen;</p> <p>Ansatz 3 bis 5: Sobald PETase und MHETase verknüpft vorliegen, ist die PET-Spaltung beschleunigt;</p> <p>Enzym und Substrat können nur nach Aufeinandertreffen miteinander einen Enzym-Substrat-Komplex bilden. Nach der Stoßhypothese kommt es erst dann zur Reaktion.</p> <p>Ist MHETase an PETase gekoppelt, trifft das Produkt der ersten Reaktion mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die MHETase. Deshalb erfolgt eine schnellere Umsetzung zum Endprodukt. Dabei liefert die Verknüpfungseinheit mit 12 Aminosäuren optimale Ergebnisse.</p>	4 2 2
5	<p>Im Vergleich zu PP und PE stellt PET einen relativ kleinen Anteil der weltweiten Plastikproduktion dar.</p> <p>Zumindest in den USA ist die Recyclingquote von PET im Vergleich zu den Quoten von PP und PE höher.</p> <p>PET hat, aufgrund seiner geringeren Produktionsmengen im Vergleich zu PE und PP und seiner bereits höheren Recyclingquote, einen kleineren Anteil am weltweiten Plastikmüllproblem. So dürfte der neue Abbaumechanismus nur einen eher kleineren Beitrag zur Lösung des Gesamtproblems beitragen.</p>	1 1 4
		40

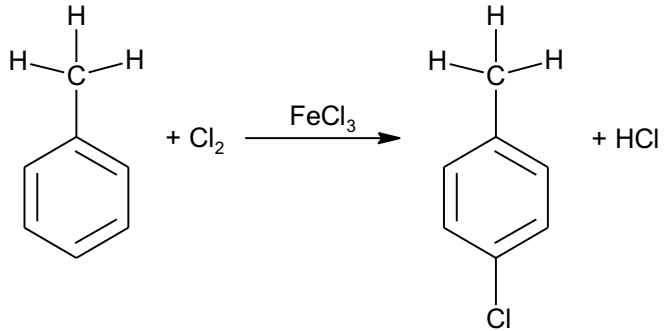
A 4 Einflüsse von Kohlenwasserstoffen auf Umwelt und Atmosphäre

		BE
1	<p>Durchführung Bromwasserprobe: Die beiden gasförmigen Kohlenwasserstoffe werden jeweils durch ein Gefäß mit Bromwasser geleitet.</p>  <p>Beobachtung: Entfärbung des Bromwassers bei Einleiten von Isopren, keine Entfärbung bei Methan.</p> <p>Begründung der Entstehung des Nebenprodukts anhand des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition an einer C=C-Doppelbindung unter Bildung des Nebenprodukts.</p>  <p><i>Korrekturhinweise: Auf eine passende Konstruktion zur Gaseinleitung bei der Durchführung der Bromwasserprobe ist zu achten!</i></p>	2 1 2 5
2	<p>Reaktionsgleichung für Methan: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Reaktionsgleichung für Propan: $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Anwendung des Satzes von Hess</p> <p>Berechnen der Werte:</p> $\Delta_r H^\circ(\text{Methan}) = [n(\text{CO}_2) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [n(\text{CH}_4) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{CH}_4) + n(\text{O}_2) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{O}_2)]$ $= [1 \text{ mol} \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 2 \text{ mol} \cdot (-241,8 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol} \cdot (-74,8 \text{ kJ/mol}) + 2 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol}] = -802,3 \text{ kJ}$ $\Delta_r H^\circ(\text{Propan}) = [n(\text{CO}_2) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [n(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) + n(\text{O}_2) \cdot \Delta_f H^\circ(\text{O}_2)]$ $= [3 \text{ mol} \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 4 \text{ mol} \cdot (-241,8 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol} \cdot (-103,9 \text{ kJ/mol}) + (5 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol})] = -2043,8 \text{ kJ}$ <p>Die molare Masse von Methan ist kleiner als die von Propan. Demnach ist bei gleicher Masse die Stoffmenge von Methan größer als die von Propan, womit der Brennwert pro Masse bei Methan größer ist.</p>	1 3 3

3	<p>Abb. 3: Von 1950 bis ca. 1974 Anstieg der Emissionen von Trichlorfluormethan; von ca. 1977 bis 1980 Absinken der Emissionen; von ca. 1980 bis 1988: Anstieg der Emissionen von Trichlorfluormethan, da es weltweit ohne Verbot genutzt wurde.</p> <p>Von ca. 1988 bis 2007 kontinuierliches Absinken der Emissionen, da immer mehr Länder dem Montreal-Protokoll nachkamen und Herstellung und Nutzung des Stoffes verboten, z. B. Bundesrepublik Deutschland seit 1991.</p> <p>Von ca. 2007 bis 2018 stiegen die Emission wieder an entgegen des Kurvenverlaufs nach dem Montreal-Protokoll und trotz internationalem Verbot. Interpretation z. B.: Illegale Produktion und Nutzung von Trichlorfluormethan.</p> <p>Abb. 4: Die Dicke der Ozonschicht nimmt mit Schwankungen von ca. 1956 bis 1994 ab, nimmt dann leicht zu und geht etwa ab dem Jahr 2000 nicht mehr unter einen Mindestwert mit zwischenzeitlich deutlichen Zunahmen.</p> <p>Zusammenhang der Aussagen von Abb. 3 und 4: Je größer die Emissionen von Trichlorfluormethan sind, desto stärker ist mit zeitlicher Verzögerung eine Abnahme der Dicke der Ozonschicht zu erkennen.</p>	1 1 1 1 1 1
4	<p>Reaktionsgleichungen:</p> $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{F}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{F}-\text{C}\cdot \\ \\ \text{Cl} \end{array} + \cdot\text{Cl}$ $\text{Cl}\cdot + \begin{array}{c} \oplus \\ \text{O}=\text{O} \\ \ominus \end{array} \longrightarrow \text{Cl}-\text{O}\cdot + \text{O}=\text{O}$ $\text{Cl}-\text{O}\cdot + \begin{array}{c} \oplus \\ \text{O}=\text{O} \\ \ominus \end{array} \longrightarrow \text{Cl}\cdot + \text{O}=\text{O} + \text{O}=\text{O}$ <p>Vorteil Modellvorstellung: z. B. höhere Anschaulichkeit (räumlicher Bau) 2</p> <p>Vorteil Reaktionsgleichungen mit Valenzstrichformeln: z. B. Darstellung der ungepaarten Elektronen 1</p> <p>Modellvorstellung wird gestützt, da Trichlorfluormethan durch Bildung von Chlor-Radikalen zu einem katalytischen Abbau von Ozon zu Sauerstoff führt.</p> <p><i>Korrekturhinweis: Die Atombilanz, Valenzstrichformeln (Oktettregel beachtet) und Angabe der Radikale sind gleichwertig zu bewerten.</i></p>	4 2 1
5	<p>Beurteilung zur Eignung der Edukte für die Herstellung von 4-Chlortoluol:</p> <p>Chlor ist geeignet, da nur Chlor-Atome für die elektrophile Substitution vorhanden sind.</p> <p>Wasserstoffchlorid ist ungeeignet, weil das Chlor-Atom negativ polarisiert ist und deswegen nicht als Elektrophil angreifen kann.</p> <p>Ableitung der Reaktionsbedingungen mit Benennung der Reaktionsmechanismen:</p> <p>Benzylchlorid bildet sich über eine radikalische Substitution an der Methylgruppe. Zur Bildung von Chlor-Radikalen ist entweder Belichtung oder Erhitzen nötig.</p>	2 4



Zur Bildung von 4-Chlortoluol durch elektrophile Substitution am aromatischen Ring darf nicht erhitzt werden, es ist aber ein Katalysator, z. B. Eisen(III)-chlorid notwendig.



4

40