

Schriftliche Abiturprüfung 2023 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Chemie

Montag, 8. Mai 2023, 9:00 Uhr

Unterlagen für die Prüfungsteilnehmer:innen

Allgemeine Arbeitshinweise

- Tragen Sie bitte oben rechts auf diesem Blatt und auf den nachfolgenden Aufgabenblättern die Schulnummer, die schulinterne Kursbezeichnung und Ihren Namen ein.
- Schreiben Sie auf alle Entwurfsblätter (Kladde) und die Reinschrift Ihren Namen.
- Versehen Sie Ihre Reinschrift mit Seitenzahlen.

Fachspezifische Arbeitshinweise

- Die Arbeitszeit beträgt 210 Minuten (180 Minuten plus 30 Minuten Zeitzuschlag als Corona-Kompensation).
 - Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Periodensystem der Elemente (als Bestandteil des Aufgabenvorschlages), Taschenrechner, Operatorenliste.
-

Aufgaben

- Sie erhalten drei Aufgaben zur Bearbeitung.
- Überprüfen Sie bitte zu Beginn die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).
- Vermerken Sie in Ihrer Reinschrift, welche Aufgabe Sie jeweils bearbeiten.

Aufgabe 1

Kunststoffe für Kondome

Schwerpunktthema: Kunststoffe

Kondome sind wirkungsvolle, sehr populäre Verhütungsmittel und die einzigen, die zudem auch vor sexuell übertragbaren Krankheiten schützen.

Während die frühen Kondome ab Mitte des 17. Jahrhunderts typischerweise aus tierischem Material (z. B. getrockneten Tierdärmen) gefertigt wurden, bestehen die heutigen Kondome aus Latexgummi. Dieses Material wurde 1839 von Charles Goodyear aus natürlichem Kautschuk entwickelt, sodass 1855 das erste Gummikondom hergestellt und seit 1870 serienmäßig produziert werden konnte.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 1: Kondomwerbung, 1918

Der Begriff *Latex* bezeichnet heute hauptsächlich einen Kunststoff, ursprünglich meint *Latex* jedoch ein milchig-trübes und meist dickflüssiges Sekret, das durch das Anritzen von Kautschukbäumen und Auffangen der austretenden Pflanzenmilch (s. Abb. rechts) gewonnen wird. Wesentlicher Bestandteil dieses Milchsaftees neben Wasser ist Kautschuk, aber auch Proteine und Harze sind als Verunreinigungen vorhanden.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Naturkautschuk ist ein Polymerisat aus dem Monomer Isopren (2-Methyl-buta-1,3-dien), das vollständig in cis-Anordnung vorliegt. Die Kettenlänge beträgt zwischen 8.000 und 30.000 Einheiten.

Der ebenfalls aus Baumsaft gewonnene Werkstoff Guttapercha besteht zwar aus denselben Struktureinheiten wie Kautschuk, allerdings handelt es sich hier um trans-Polyisoprenmoleküle. Guttapercha kommt im Gegensatz zu Kautschuk beispielsweise in Zahnfüllungen oder als Isolationsmaterial von Tiefseekabeln zum Einsatz.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Ausschnitt von Guttapercha

Material 1: Gewinnung und Zusammensetzung von Naturkautschuk und Guttapercha

Als Naturkautschuk bezeichnet man ein unvernetztes, aber vernetzbares Polymer mit annähernd gummielastischen Eigenschaften bei Raumtemperatur. Bei höherer Temperatur und/oder dem Einfluss deformierender Kräfte zeigt Kautschuk ein zunehmend besseres Fließverhalten, sodass es unter geeigneten Bedingungen formgebend verarbeitet werden kann. Kautschuk ist ein Ausgangsstoff für die Herstellung von Elastomeren (Gummi).

Kautschuk lässt sich zwar verformen, kehrt aber anschließend nicht vollständig in seine ursprüngliche Form zurück. Durch Weiterverarbeitung können diese Eigenschaften modifiziert werden. Das erkannte Charles Goodyear bereits 1839, der aus Naturkautschuk durch den Zusatz von Schwefel Latexgummi herstellte.

Material 2: Eigenschaften von Kautschuk und Latexgummi

Hersteller von Kondomen formulieren zahlreiche Hinweise zur korrekten Lagerung und Anwendung von Kondomen. Beispielsweise ist das Haltbarkeitsdatum zu beachten. Zudem sind Kondome kühl, lichtgeschützt und trocken zu lagern. Für die Anwendung wird darauf hingewiesen, dass Kondome weder zusammen mit öl- und fetthaltigen Gleitmitteln noch mit eingecremten Händen verwendet werden sollten.

**Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt**

Material 3: Lagerungsbedingungen und Zusatzstoffe von Kondomen

Seit 2000 hat sich die weltweite Kautschukproduktion von knapp 7 Millionen Tonnen auf 13,5 Millionen Tonnen im Jahr 2017 nahezu verdoppelt. Der jährliche Kondomverbrauch in Deutschland liegt bei 15 Millionen Kondomen, weltweit liegt er bei 12 Milliarden.

Naturkautschuk wird ebenso wie Palmöl auf Plantagen vornehmlich in Südostasien angebaut. Um also neue Anbauflächen zu schaffen, werden große Waldflächen gerodet. Zusätzlich zur Entwaldung drohen die Entstehung von Monokulturen und durch den hohen Pestizideinsatz der Rückgang der Biodiversität in diesen Gebieten. Außerdem sind ökologische Folgen wie zunehmende Bodenerosion und das Fehlen eines relevanten CO₂-Speichers erwähnenswert. Auch soziale Aspekte wie die Landnahme und Vertreibung der ansässigen Bevölkerung in Kambodscha zur Erschließung neuer Flächen und ein Lohnniveau unterhalb des Existenzminimums sind weitere Folgen des Kautschukanbaus.

Das Vorhandensein der Sulfidbrücken durch die Vulkanisation verringert zwar die Recyclingfähigkeit von Naturkautschuk, jedoch gibt es Mikroorganismen, die den Abbau dieses Stoffes zur Energiegewinnung nutzen. Diese Art des Abbaus erfolgt nur recht langsam. Der biologische Abbau durch isolierte Enzyme zeigt jedoch vielversprechende Testergebnisse.

Ca. 40 % des weltweiten Kautschukbedarfs wird aus natürlichen Quellen gewonnen, aber seit Anfang des 20. Jahrhunderts wird Kautschuk auch synthetisch (z. B. *Neopren* aus Chlorbutadien) hergestellt. Die weltweite Produktion von synthetischem Kautschuk liegt zu etwa einem Drittel in Russland und China. Rohstoff hierfür ist Erdöl, genauer Naphtha, eine leicht siedende Fraktion (C₅ und C₆). Synthetischer Kautschuk zeichnet sich durch ein schlechteres Abriebverhalten als natürlicher Kautschuk aus. Durch seine unterschiedliche chemische Struktur ist Synthesekautschuk enzymatisch und durch Mikroorganismen nicht abbaubar.

Material 4: ökonomische und ökologische Aspekte der natürlichen und synthetischen Kautschukproduktion

Aufgaben

- 1.1 Nennen Sie die drei Arten der Polyreaktion. Geben Sie die Reaktionsgleichung für die Herstellung von Polyisopren in Strukturformeln an und ordnen Sie dessen Herstellung begründet einer Reaktionsart zu (Material 1). **(7 BE)**
- 1.2 Entwickeln Sie Hypothesen zur Temperaturstabilität und Verformbarkeit von Guttapercha, Kautschuk und Latexgummi und ordnen Sie diese jeweils begründet einer Kunststoffklasse zu. Erläutern Sie die Weiterverarbeitung von Kautschuk zu Gummi anhand von Strukturformeln und begründen Sie die Veränderung der Stoffeigenschaften von Kautschuk (Material 1 und 2). **(12 BE)**
- 1.3 Begründen Sie die von den Kondomherstellern ausgewiesenen Lagerungsbedingungen und Anwendungshinweise von Kondomen (Material 3). **(4 BE)**
- 1.4 Diskutieren Sie die Verwendung von synthetischem Kautschuk anstelle von natürlichem Kautschuk für die Kondomherstellung (Material 4). **(7 BE)**

Aufgabe 2

Die Garmethode des Frittierens

Schwerpunktthema: Fette

Unter Frittieren versteht man das meist kurze Kochen von wasserhaltigen Lebensmitteln wie bspw. Kartoffelprodukten, Back- oder Süßwaren in heißem, flüssigem Fett. Dieses erreicht Temperaturen zwischen 140 bis 200°C. Das eingeschlossene Wasser im Lebensmittel verdampft zunächst in der Randzone, nach und nach aber auch im Inneren und es bildet sich eine goldgelbe Kruste.

Die Farbe, die knusprige Kruste und die kurzen Garzeiten machen das Frittieren attraktiv für den Konsumenten. Allerdings handelt es sich um eine kalorienreiche Garmethode, die negative Auswirkungen auf die Herz-Kreislauf-Gesundheit haben kann.

Abbildung aus
 urheberrechtlichen
 Gründen entfernt

Abb. 1: Zubereitung von Speisen durch Frittieren

Kokosfett erfreut sich beim Frittieren großer Beliebtheit, da es hoch erhitzt werden kann und geschmacksneutral ist. Im Folgenden ist vereinfacht die Zusammensetzung von Kokosfett mit ihren prozentualen Anteilen dargestellt:

Nr.	Fettsäure	Summenformel (mit Position der Doppelbindung)	Anteile in %
			Kokosfett
1	kurzkettige gesättigte Fettsäuren	C ₅ H ₁₁ COOH bis C ₉ H ₁₉ COOH	16
2	Laurinsäure	C ₁₁ H ₂₃ COOH	48
3	Myristinsäure	C ₁₃ H ₂₇ COOH	16
4	Palmitinsäure	C ₁₅ H ₃₁ COOH	9
5	Ölsäure	C ₁₇ H ₃₃ COOH (cis 9)	6
6	Linolsäure	C ₁₇ H ₃₁ COOH (cis 9, cis 12)	2
7	Linolensäure	C ₁₇ H ₂₉ COOH (cis 9, cis 12, cis 15)	-

Material 1: Zusammensetzung von Kokosfett

Beim Vorbeigehen an Imbissbuden kann man oft einen beißend-stechenden Geruch feststellen. Dieser tritt insbesondere dann auf, wenn das Frittierfett schon länger in Gebrauch ist oder zu hoch erhitzt wird. Verursacht wird dieser Geruch durch gasförmiges Acrolein (s. Strukturformel). Dieser Stoff stellt einen hitzeinduzierten Lebensmittelkontaminanten dar, der im Verdacht steht, krebserregend und erbgutschädigend zu sein. Zudem wird er als starkes Wasser- und Umweltgift gelistet.

Abbildung aus
 urheberrechtlichen
 Gründen entfernt

Die Bildung dieser Carbonylverbindung beruht zunächst auf der Spaltung von Fettmolekülen in Glycerin und freie Fettsäuren. Anschließend wird Glycerin dehydratisiert, also Wassermoleküle abgespalten, wodurch Acrolein entsteht. Nachweisbar ist Acrolein bspw. durch die Reaktion mit Bromwasser, das sich durch die Anwesenheit von Acrolein entfärbt und nicht mehr die typische bräunliche Färbung aufweist.

Material 2: Bildung, Struktur und Nachweis von Acrolein

Aufgaben

- 2.1 Geben Sie in Strukturformeln die allgemeine Reaktionsgleichung für die Fettsynthese an und benennen Sie den zugrundeliegenden Reaktionstypen. Erklären Sie den Unterschied zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren. Begründen Sie die unterschiedlichen Schmelzpunkte der Fettsäuren 5, 6 und 7 (Material 1). **(9 BE)**
- 2.2 Beschreiben Sie die Bildung von Acrolein und geben Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung von Acrolein aus Glycerin mithilfe von Strukturformeln an. Begründen Sie die Beobachtung zum Nachweis von Acrolein mit Bromwasser (Material 2). **(5 BE)**
- 2.3 Erklären Sie den Begriff der cis-trans-Isomerisierung am Beispiel einer selbst gewählten Fettsäure. Erläutern Sie das Prinzip der Fetthärtung und die Entstehung von trans-Fettsäuren als Nebenprodukt (Material 3). **(9 BE)**
- 2.4 Diskutieren Sie die Verwendung der unterschiedlichen Fette für das Frittieren und leiten Sie Anforderungen an ein geeignetes Frittierfett ab (Material 4). **(7 BE)**

Aufgabe 3

BELLAND[®]-Material – ein innovativer ressourcenschonender Kunststoff

Schwerpunktthema: Kunststoffe

Pro Jahr fallen in Deutschland etwa 5 Millionen Tonnen Kunststoffabfälle an. Auf natürlichem Wege sind sie kaum abbaubar, weil sie gegenüber Umwelteinflüssen und Mikroorganismen weitgehend beständig sind. Um die umweltverträgliche Entsorgung und Wiederverwertung von Kunststoffabfällen zu fördern, wurde 1994 vom Bundestag das Kreislaufwirtschaftsgesetz verabschiedet. Durch die gesetzlichen Vorgaben sollte sichergestellt werden, dass anfallende Kunststoffabfälle nicht einfach beseitigt, sondern so weit wie möglich wieder als Ausgangsstoffe in die Produktion eingebracht werden sollen. Neue Recyclingverfahren und traditionelle Verwertungsverfahren können dazu beitragen, die Umweltverträglichkeit von Kunststoffen zu verbessern und die zu ihrer Herstellung benötigten Rohstoffvorkommen langfristig zu schonen.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 1: Gebrauchtes Catering-
Geschirr aus Kunststoff

Mit der Bezeichnung BELLAND[®]-Material wird ein innovativer Kunststoff bezeichnet, der zunächst als Catering-Geschirr bei Großveranstaltungen und in Sportstadien eingesetzt wurde. BELLAND[®]-Material besteht aus den Monomeren Styrol und Acrylsäure, die aus Erdöl gewonnen werden und in Form eines linearen statistischen Copolymers miteinander verknüpft sind. Durch Einwirkung einer Startersubstanz wie z. B. einem Peroxid (R-O-O-R) wird die Polyreaktion zwischen den Monomeren gestartet.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Styrol

Acrylsäure

Material 1: Informationen zu BELLAND[®]-Material und Strukturformeln der Monomere des BELLAND[®]-Polymers

BELLAND[®]-Polymere sind gegenüber Wasser beständig, im Gegensatz zu herkömmlichen Kunststoffen jedoch in verdünnten wässrigen Basen löslich. Die Polymerketten bleiben dabei erhalten und können aus der Lösung durch Zugabe einer Säure mit nur geringen Material- und Qualitäts-Verlusten ausgefällt werden. Aufgrund dieser einzigartigen Eigenschaft ist es möglich, die Polymere aus gemischten oder verunreinigten Kunststoffabfällen wiederzugewinnen. Nach Einschmelzen kann das BELLAND[®]-Material erneut verarbeitet werden.

Hinweis: In basischer Lösung liegen die Carboxylgruppen (-COOH) der Acrylsäure überwiegend deprotoniert als Carboxylatgruppen (-COO⁻), in neutraler und saurer Lösung hingegen in protonierter Form vor.

Material 2: Informationen zum Recycling von BELLAND[®]-Material

Die deutsch-englisch-schweizerische Unternehmensgruppe BellandVision hat mit BELLAND[®]-Material einen Kunststoff vorgestellt, der sich mehrmals recyceln lässt. Für den Aufbau eines geschlossenen Materialkreislaufs steht bereits eine Logistikstruktur zur Verfügung, welche die Rückführung und das Recycling gebrauchter Verpackungen aus BELLAND[®]-Material sicherstellen kann.

Nach Angaben des Herstellers könne der BELLAND[®]-Kunststoff selbst aus vermischten und verschmutzten Abfällen sortenrein herausgelöst und gereinigt werden. Auf diese Weise reduziere sich der Erdöl-Verbrauch im Vergleich zur herkömmlichen Kunststoffverwertung erheblich und es lasse sich ein vorbildlicher geschlossener Materialkreislauf realisieren. Aus Einweg-Tellern, -Schalen, -Bechern oder -Bestecken könnten anschließend wieder Teller, Schalen, Becher oder Bestecke hergestellt werden. Dies sei bei den gängigen Kunststoffen nicht der Fall, bei denen oft nur versucht werde, sie mit aufwändigen Verfahren zu minderwertigen Produkten wie Parkbänken oder Blumenkübeln zu verarbeiten oder in Stahlwerken zu verbrennen.

Material 3: Informationen zum BELLAND[®]-Material

Aufgaben:

- 3.1 Geben Sie die Bauprinzipien linearer copolymerer Werkstoffe mit Hilfe beschrifteter Skizzen an und erläutern Sie diese. (Material 1). **(4 BE)**
- 3.2 Geben Sie unter Angabe von Strukturformeln den Reaktionsmechanismus zur Synthese eines BELLAND[®]-Polymers in allgemeiner Form an und benennen Sie die Polyreaktion. Geben Sie eine mindestens fünf Monomere umfassende mögliche Strukturformel eines BELLAND[®]-Polymers an (Material 1). **(11 BE)**
- 3.3 Ordnen Sie den in Material 1 beschriebenen Recycling-Prozess begründet einem Verwertungsverfahren von Kunststoff-Abfällen zu. Erläutern Sie den Recycling-Prozess auf molekularer Ebene für BELLAND[®]-Material, welches mit anderen Kunststoffabfällen vermischt vorliegt (Material 2). **(9 BE)**
- 3.4 Nehmen Sie Stellung zu der These, dass es sich bei BELLAND[®]-Material um einen erneuerbaren Werkstoff handelt (Material 1 bis 3). **(6 BE)**

Aufgabe 4

Biodiesel – eine umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Kraftstoffen?

Schwerpunktt Themen: Energetik, Fette und Tenside

Durch die Verwendung von Biokraftstoffen wie Biodiesel oder Bioethanol eröffnet sich für den Straßenverkehr die Möglichkeit, den bestehenden Bedarf an fossilen Treibstoffen bereits kurzfristig zu senken und damit dessen CO₂-Emissionen zu verringern.

Von besonderem Interesse sind dabei Pflanzen, deren Samen ein fettes Öl enthalten, das als nachwachsender Rohstoff zur Gewinnung von Biodiesel dient. In Deutschland handelt es sich hierbei hauptsächlich um Öl, das aus Raps gewonnen wird. Der wachsende Verbrauch führte im Laufe der Jahre jedoch zu einem internationalen Biodieselhandel und dem Import preiswerten Biodiesels aus Indonesien und Nordamerika auf Palmöl- bzw. Soja-Basis. Aufgrund der mit einer veränderten Landnutzung verbundenen ökologischen Folgen ist die Nutzung von Biodiesel heute jedoch nicht unumstritten.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 1: Biodiesel als
Kraftstoff

Abbildung aus urheberrechtlichen
Gründen entfernt

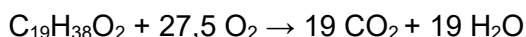
Rapsölmolekül

Reines Rapsöl ist aufgrund seiner hohen Viskosität und seines hohen Siedepunktes als Kraftstoff für herkömmliche Fahrzeugmotoren weitgehend ungeeignet. Um es als Biodiesel nutzen zu können, werden die in ihm enthaltenen Triglyceride mit Methanol katalytisch zu Fettsäuremethylestern umgeestert.

Material 1: Strukturformel eines Rapsölmoleküls und Informationen zur Herstellung von Biodiesel

Als Beimischung zu Diesel fossilen Ursprungs wird neben Biodiesel auch Bioethanol geprüft. Für die Beurteilung eines Treibstoffs ist es entscheidend, wie weit man mit einer bestimmten Menge des Treibstoffs, z. B. mit einer Tankfüllung fahren kann. Hierzu kann die Energiedichte (Einheit kJ·L⁻¹) herangezogen werden. Die Energiedichte von Stearinsäuremethylester (C₁₉H₃₈O₂, stellvertretend für Biodiesel) kann aus den molaren Verbrennungsenthalpien berechnet werden.

Die Verbrennung von Stearinsäuremethylester folgt der Reaktionsgleichung:



(**Hinweis:** die Dichte ρ errechnet sich nach der Formel: $\rho = m \cdot V^{-1}$)

Material 2: Energetische Aspekte bei der Verbrennung von Stearinsäuremethylester, Diesel und Ethanol

Molare Standardbildungsenthalpien $\Delta_f H_m^0$ in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$			Dichte Stearinsäuremethylester	$0,85 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$
Stearinsäuremethylester	Kohlenstoffdioxid (g)	Wasser (g)	Energiedichte Diesel	$35300 \text{ kJ}\cdot\text{L}^{-1}$
-945,6	-393	-242	Energiedichte Ethanol	$19600 \text{ kJ}\cdot\text{L}^{-1}$

Material 2 (Fortsetzung): Energetische Aspekte bei der Verbrennung von Stearinsäuremethylester, Diesel und Ethanol

Da der in Deutschland angebaute Raps nicht ausreicht, um den ständig steigenden Bedarf an Biodiesel decken zu können, müssen die Rohstoffe zu dessen Herstellung importiert werden. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Palmöl aus Indonesien und Malaysia sowie um Sojaöl aus Nordamerika. Für den Anbau werden u.a. große Teile des noch vorhandenen Regenwaldes gerodet und anschließend Monokulturen angelegt. Durch die hierbei erforderliche Düngung wird klimaschädliches Lachgas (N_2O) freigesetzt, das ein etwa 300-fach höheres Treibhauspotential besitzt als Kohlenstoffdioxid.

Zur Herstellung von Biodiesel werden zunehmend auch alternative Rohstoffquellen wie tierische oder pflanzliche Abfallfette erprobt. Große Erwartungen knüpfen sich auch an Pflanzen wie *Jatropha*, die sich bei hohen Ölanteilen in tropischen Gebieten auch auf nährstoffarmen und trockenen Böden anbauen lassen, die sich zur Nahrungsmittelproduktion nicht eignen.

Material 3: Informationen zur Produktion von Biodiesel

Aufgaben:

- 4.1 Geben Sie unter Verwendung von Strukturformeln eine Reaktionsgleichung für die Reaktion von Rapsöl mit Methanol zu Biodiesel an. Gehen Sie dabei von dem Rapsölmolekül in Material 1 aus und benennen Sie die Produkte. **(7 BE)**
- 4.2 Erläutern Sie ein experimentelles Verfahren zur Ermittlung der molaren Standard-Reaktionsenthalpie ($\Delta_r H_m^0$). **(5 BE)**
- 4.3 Berechnen Sie für die Verbrennung von Stearinsäuremethylester die molare Verbrennungsenthalpie aus den molaren Standardbildungsenthalpien. Berechnen Sie anschließend die Energiedichte (in $\text{kJ}\cdot\text{L}^{-1}$) von Stearinsäuremethylester und bewerten Sie das Ergebnis im Vergleich zu den Kraftstoffen Diesel und Ethanol (Material 2). **(9 BE)**
- 4.4 Erörtern Sie, ob es sich bei Biodiesel um eine CO_2 -neutrale Alternative zu herkömmlichen Kraftstoffen fossilen Ursprungs handelt (Material 3). **(9 BE)**

Schriftliche Abiturprüfung 2023 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Chemie

Montag, 8. Mai 2023, 9:00 Uhr

Unterlagen für Referent:innen und Korreferent:innen

- Diese Unterlagen sind nicht für Schüler:innen bestimmt -

Diese Unterlagen enthalten ...

- Allgemeines,
 - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
 - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
 - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
 - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
-

Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schüler:innen auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Kinder und Bildung über die **Hotline (0421...)** von 7.00 bis 9.30 Uhr. Die von der Senatorin für Kinder und Bildung vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den vier vorgelegten Aufgaben drei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüfer:in und Korreferent:in und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Chemie den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schüler:innen und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schüler:innen auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 210 Minuten (180 Minuten plus 30 Minuten Zeitzuschlag als Corona-Kompensation).
- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Periodensystem der Elemente (als Bestandteil des Aufgabenvorschlages), Taschenrechner, Operatorenliste.

Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
1.1	<p>Die drei Arten der Polyreaktion sind die Polymerisation, die Polyaddition und die Polykondensation.</p> <p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p> <p>Bei der Herstellung von Polyisoprenen handelt es sich um die Polymerisation von Isopren zu Polyisopren. Die Monomere werden hier unter Aufspaltung einer Doppelbindung verknüpft.</p>	4	3	
1.2	<p>Kautschuk ist ein Thermoplast, da er eine unvernetzte Struktur aufweist und bei hohen Temperaturen zunächst zerfließt und anschließend formgebend verarbeitet werden kann. Guttapercha weist durch seine lineare Struktur höhere Van-der-Waals-Kräfte auf, ist zwar auch biegsam, aber insgesamt härter und formbarer als Naturkautschuk, jedoch ebenso ein Thermoplast. Latexgummi wird den Elastomeren zugeordnet, da es sich zwar verformen lässt, anschließend aber in seine ursprüngliche Form wieder zurückkehrt und bei Erhitzen spröde wird.</p> <p>Es handelt sich um das Verfahren der Vulkanisation, bei dem Schwefel als Vernetzungsmittel verwendet wird und Thermoplasten in Elastomere überführt werden. Hierbei werden lineare Kohlenwasserstoffketten mit Doppelbindungen unter Ausbildung von Sulfidbrücken vernetzt und so dreidimensionale und widerstandsfähige Elastomere hergestellt.</p> <p>Durch die Ausbildung kovalenter Bindungen kann der Kunststoff nach Dehnung wieder in seine ursprüngliche Form zurückkehren.</p> <p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p>	4	7	1
1.3	<p>Allgemein ist zu beachten, dass Kondome ihre Schutzfunktion verlieren, wenn die Hinweise nicht beachtet werden. Fetthaltige Gleitmittel und Cremes an Händen wirken als Lösungsmittel, denn sie sind unpolar ebenso wie Polyisopren, das sich somit lösen würde. Kondome müssen zudem vor Hitze und Licht geschützt werden, denn Latexgummi wird dadurch spröde und kann schneller reißen, da die Bindungen im Makromolekül brechen.</p>		2	2
1.4	<p>Pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> weniger Waldrodung und Landnahme, soziale Ausbeutung, Rückgang 		3	4

<p>der Biodiversität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhaltung von Waldflächen als bedeutender CO₂-Speicher • Deckung des immens gestiegenen Bedarfs • weniger Pestizideinsatz durch geringeren Anbau von Naturkautschuk • lange Transportwege aus Südostasien entfallen (dafür aber teilweise aus Russland/China importiert) <p>Contra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • synthetischer Kautschuk aus Rohöl gewonnen und unterliegt deshalb starken Preisschwankungen, da Produktionskosten stark steigen, wenn auch Ölpreise steigen • Rohöl ist eine begrenzte Ressource • Synthetikautschuk kann im Gegensatz zu Naturkautschuk nicht enzymatisch und durch Mikroorganismen abgebaut werden <p>Synthetikautschuk kann eine Möglichkeit sein, die Verwendung von natürlichem Kautschuk zu verringern und so die ökologischen und sozialen Schäden zu verringern. Allerdings ist Rohöl eine begrenzte Ressource und die biologische Abbaubarkeit ist nicht gegeben.</p> <p><i>Alternative Argumente sind möglich. Die Formulierung einer eigenen Meinung ist erforderlich.</i></p>			
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	8	15	7

Quellen:

Bilder:

Abb. 1: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kondom> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://competmedical.com/produkt/a110-joy-kondom-classic/> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.ritex.de/pronature> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/gum-herst.htm> (letzter Zugriff: Januar 2023)

https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_gummi.html (letzter Zugriff: Januar 2023)

Informationen:

Diez, S.: Inverse Vulkanisation – Copolymerisation von elementarem Schwefel mit Vinylmonomeren, 2018.

Göbel, M.: Kautschuk aus Löwenzahn in der curricularen Innovation, 2017.

Haustermann, M.; Knoke, I.: Naturkautschuk in der Lieferkette – Wie Unternehmen Nachhaltigkeitsprobleme erkennen und lösen können, 2019.

Soares, F.; Steinbüchel, A.: „Naturkautschuk – Natürliche und synthetische Kautschukabfälle: Problem oder Rohstoff?“. In: Biospektrum 28, 2022.

https://www.billy-boy.de/wp-content/uploads/2020/05/BILLYBOY_EZ_Condoms_Beipackzettel.pdf (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.quarks.de/technik/mobilitaet/deshalb-kann-loewenzahn-unsere-autoreifen-gruener-machen/> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200691/umfrage/produktionsmenge-von-synthetischem-kautschuk-fuehrender-produktionslaender/> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/naturkautschuk> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.faz.net/aktuell/finanzen/devisen-rohstoffe/rohstoffe-kautschuk-ist-sehr-teuer-geworden-1731435.html> (letzter Zugriff, Januar 2023)

<https://www.rohstoff-welt.de/news/artikel.php?sid=35985> (letzter Zugriff; Januar 2023)

<https://de.globometer.com/sexualitaet-kondome.php> (letzter Zugriff: Januar 2023).

Aufgabe 2

Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
2.1	<p>Es handelt sich um eine Veresterung/ Kondensationsreaktion.</p> <p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p> <p style="text-align: center;">Glycerin drei Fettsäuren Fett drei Wassermoleküle</p> <p>gesättigte Fettsäuren: nur C-C-Einfachbindungen ungesättigte Fettsäuren: eine oder mehrere C-C-Doppelbindungen Die Schmelzpunkte der C₁₈-Säuren sind unterschiedlich, da sie von der Anzahl der Doppelbindungen abhängen. Je mehr Doppelbindungen in einer Fettsäure vorhanden sind, desto gewinkelter ist die Molekülstruktur und desto geringer sind die Van-der-Waals-Kräfte. Bei gesättigten Fettsäuren liegen nur Einfachbindungen vor und somit eine gestreckte Molekülstruktur, weshalb vermehrt Van-der-Waals-Kräfte ausgebildet werden können, wodurch sich der Schmelzpunkt erhöht. Linolensäure ist mehrfach ungesättigt und hat deshalb den niedrigsten Schmelzpunkt, gefolgt von Linolsäure mit zwei Doppelbindungen, wohingegen Ölsäure mit nur einer Doppelbindung den höchsten Schmelzpunkt besitzt.</p>	5	4	
2.2	<p>Acrolein beruht auf der Spaltung von Fettmolekülen in Glycerin und freie Fettsäuren (Hydrolyse). Anschließend erfolgt eine Dehydratisierung, so dass das Aldehyd Acrolein und Wassermoleküle entstehen:</p> <p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p> <p>Acrolein besitzt eine C-C-Doppelbindung, die durch die Addition von Brom aus Bromwasser nachgewiesen werden kann. Demnach würde sich der Versuchsansatz von der braunen Färbung von Bromwasser zu farblos verändern, da das Brom an die Doppelbindung addiert wird und nicht mehr elementar vorliegt.</p>	1	3	1
2.3	<p>Zwei Fettsäuren mit gleicher Summenformel sind Stereo-isomere und ineinander umwandelbar. Je nachdem, ob sich die H-Atome an den durch Doppelbindung verknüpften C-Atomen auf der „gleichen Seite“ oder auf der „entgegengesetzten Seite“ befinden, entsteht das cis- bzw. trans-Isomer. Die Fetthärtung ist ein Verfahren, bei dem flüssige Öle in feste Fette überführt werden. Dabei werden durch Hydrierung Wasserstoffatome an die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren addiert und somit gesättigte Verbindungen hergestellt. Durch diese Absättigung ändert sich die Raumstruktur derart, dass sich stärkere Van-der-Waals-Kräfte ausbilden können. Der Schmelzpunkt der Fettsäure steigt.</p>	3	4	2

	Ist die Fetthärtung nicht vollständig erfolgt, kann es durch die Reversibilität des ersten Hydrierungsschrittes zum Abspalten eines anderen Wasserstoffatoms und zur erneuten Ausbildung einer Doppelbindung – diesmal in trans-Konfiguration – kommen. <i>Die Umwandlung ist anhand eines selbst gewählten Beispiels zu zeigen.</i>			
2.4	Schweineschmalz ist zwar sehr kalorienreich, überzeugt aber durch seine Hitzestabilität, die vor allem der hohen Anzahl an gesättigten Fettsäuren zu verdanken ist. Diese sind zwar ernährungsphysiologisch ungünstig, jedoch weist es so eine lange Verwendbarkeit bis zur kritischen Bildung von trans-Fettsäuren auf. Sonnenblumenöl ist ernährungsphysiologisch durch eine hohe Anzahl an ungesättigten Fettsäuren zwar günstiger, birgt beim Frittieren allerdings die Gefahr der Bildung von trans-Fettsäuren. Zudem ist es dadurch nur mäßig hitzestabil, dafür aber für vegetarische und vegane Ernährung geeignet. Kokosfett ist durch seine Anbaubedingungen zwar wenig umweltverträglich, weist aber eine Geschmacksneutralität und eine gute Hitzestabilität durch einen hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren auf. Zudem ist es ebenfalls für eine vegetarische Ernährung geeignet. Ein gutes Frittierfett sollte einen niedrigen Schmelzpunkt haben, eine hohe Oxidationsstabilität aufweisen und einen hohen Rauchpunkt haben. Ernährungsphysiologisch könnte zudem ein Frittierfett mit ungesättigten Fettsäuren einem Frittierfett mit gesättigten Fettsäuren vorzuziehen sein, allerdings birgt der hohe Anteil an ungesättigten Fettsäuren die Gefahr von Transfettsäuren. <i>Alternative Lösungen sind möglich. Das Formulieren einer eigenen Meinung ist erforderlich.</i>		4	3
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		9	15	6

Quellen:

Bilder:

Abb. 1: <https://www.otto.de/p/tefal-fritteuse-fr5030-family-pro-access-3000-w-4-0l-fritteuse-semiprofessionelle-fritteuse-mit-oel-herausnehmbarer-oelbehaelter-kuehlzonen-technologie-leichte-reinigung-knusprige-pommes-edelstahl-schwarz-C751315581/> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Elaidinsäure> (letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Ölsäure.svg> (letzter Zugriff: Januar 2023)

https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Glycerin_to_Acrolein.jpg (letzter Zugriff: Januar 2023).

<https://www.studyhelp.de/online-lernen/chemie/fette/> (letzter Zugriff: Januar 2023)

Verändert nach: Fokus Chemie Gesamtband Sekundarstufe II, Cornelsen, 2018, 333.

Informationen:

<http://www.dgfett.de/material/fszus.php> (letzter Zugriff: Januar 2023)

Baxheinrich, A.: Einfluss einer alpha-Linolensäure-reichen, hypoenergetischen Ernährungsweise auf Körpergewicht, klinische und biochemische Parameter bei Patienten mit metabolischem Syndrom, 2013.

Brugger, L.: Untersuchungen zur Stabilität von gebrauchtem Frittierfett unter verschiedenen Lagerungsbedingungen, 2017.

Fokus Chemie Gesamtband Sekundarstufe II, Cornelsen, 2018, 333.

Rünz, M.: Untersuchungen zur Acrylamid- und Acrolein-Exposition mittels Lebensmittel- und Humanbiomonitoring, 2018.

Schwarzinger, M.; Ahammer, W.; Gombos, J.; Reitbauer, H.; Weiland, P.: Optimal Frittieren – Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Fettwissenschaft, 2007.

Watzek, N.: Acrylamid und Acrolein: Toxikokinetik hitzeinduzierter Kontaminanten in Lebensmitteln, 2012.

<https://www.apotheken-umschau.de/krankheiten-symptome/herz-kreislauf-erkrankungen/arteriosklerose-gefaehrlicher-engpass-708057.html> (letzter Zugriff: Januar 2023)

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
3.1	<p>Copolymere werden aus mindestens zwei verschiedenen Monomeren hergestellt. Bei einem statistischen Copolymer sind die Monomere nach dem Zufallsprinzip angeordnet (-A-B-B-B-A-A-B-A-) Bei einem alternierenden Copolymer wechseln die Monomere ab (-A-B-A-B-A-B-A-B-). Bei einem Blockpolymer werden größere Einheiten aus einem Monomer hergestellt (-A-A-A-A-B-B-B-B-).</p>	4		
3.2	<p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p> <p>X = COOH : Acrylsäure; X = C₆H₅ : Styrol</p> <p>Die Monomere werden nach dem Mechanismus der radikalischen Polymerisation miteinander verknüpft.</p> <p>Ausschnitt eines statistischen Copolymers aus Styrol und Acrylsäure:</p> <p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p>	5	6	
3.3	<p>Bei dem beschriebenen Recycling-Prozess handelt es sich um ein werkstoffliches Verfahren. Hierbei werden thermoplastische Altkunststoffe sortenrein gereinigt, ggf. zerkleinert und zu einem neuen Kunststoff verarbeitet.</p> <p>Im BELLAND[®]-Material werden die Polymerketten durch Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Carboxylgruppen und Van-der-Waals-Kräften zwischen den unpolaren Molekülteilen zusammengehalten. Gibt man zu BELLAND[®]-Material, das mit anderen Kunststoffen vermischt wurde, eine verdünnte Lauge, so werden die Carboxylgruppen der BELLAND[®]-Polymere zu Carboxylat-Gruppen deprotoniert. Die negativen Ladungen der Carboxylat-Gruppen führen dazu, dass sich die Polymerketten untereinander abstoßen und voneinander trennen. Wird das Verfahren bei gemischten Kunststoff-Abfällen angewendet, gehen nur die BELLAND[®]-Polymere in Lösung und können aus dieser nach Zugabe einer Säure ausgefällt werden. Dabei werden die Carboxylat-Gruppen wieder protoniert, so</p>		7	2

	dass sich die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Carboxylgruppen wieder ausbilden können und das BELLAND®-Material in reiner Form wiedergewonnen und erneut verarbeitet werden kann.			
3.4	Beim BELLAND®-Material handelt es sich theoretisch um einen erneuerbaren Werkstoff, weil beim Recycling-Verfahren die Polymere erhalten bleiben und wiederholt zu neuen Werkstücken verarbeitet werden können. Nach mehreren Recycling-Kreisläufen ist jedoch davon auszugehen, dass aufgrund von Materialverlusten oder Qualitätsminderungen ein Ersatz der Polymere notwendig sein wird. Die dafür notwendigen Monomere müssten wie bei herkömmlichen Kunststoffen aus Erdöl gewonnen werden, so dass BELLAND®-Material nur bezüglich des Recycling-Prozesses als erneuerbarer Werkstoff bezeichnet werden kann. <i>Alternative schlüssige Argumente sind möglich.</i>		2	4
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		9	15	6

Quellen

Bilder:

<https://www.kunststoffe.de/a/produktmeldung/belland-material-251233> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

Informationen:

Wambach, H. (Hrsg.) et al: Materialien-Handbuch Kursunterricht Chemie, Band 10/II, Lernen im Kontext II, Aulis-Verlag Deubner, 2007

<https://www.seilnacht.com/Lexikon/dhtabell.htm> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.kunststoffe.de/a/produktmeldung/belland-material-251233> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://plasticker.de/news/shownews.php?nr=653&seite=179&begriff=API&div=&check=> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.openpr.de/news/34970/Belland-Kunststoff-hat-den-Praxistest-bestanden-Plastverarbeiter-berichtet-ueber-neuen-Kunststoff-der-sich-wie-Papier-recyclen-laesst.html> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.innovations-report.de/fachgebiete/materialwissenschaften/bericht-25333/> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.openpr.de/news/34970/Belland-Kunststoff-hat-den-Praxistest-bestanden-Plastverarbeiter-berichtet-ueber-neuen-Kunststoff-der-sich-wie-Papier-recyclen-laesst.html> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

Aufgabe 4 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
4.1	<p>Reaktionsgleichung zur Bildung von Rapsölmethylester:</p> <p style="text-align: center;">Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p> <p>R₁ = Fettsäurerest der Stearinsäure R₂ und R₃ = Fettsäurereste der Palmitinsäure R_x = Fettsäurereste</p> <p>Es entstehen pro Formeleinheit ein Molekül Glycerin, ein Molekül Stearinsäuremethylester und zwei Moleküle Palmitinsäuremethylester.</p>	4	3	
4.2	<p>Zur Ermittlung der molaren Standard-Reaktionsenthalpie kann die Kalorimetrie eingesetzt werden. Die Reaktanden werden in einem Kalorimeter unter Standardbedingungen zur Reaktion gebracht. Die dabei freiwerdende Energie erwärmt das umgebende Wasser und das Kalorimeter. Aus der Temperaturänderung und den bekannten Wärmekapazitäten des Wassers und des Kalorimeters kann die bei der Reaktion frei gewordene Wärmemenge berechnet und auf einen molaren Umsatz umgerechnet werden.</p>	5		
4.3	<p>Berechnung der molaren Verbrennungsenthalpie:</p> $\Delta_r H_m^0 = \sum \Delta_f H_m^0 (\text{Produkte}) - \sum \Delta_f H_m^0 (\text{Edukte})$ $\Delta_r H_m^0 = [19 \cdot (-393 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + 19 \cdot (-242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})] - [1 \cdot (-945,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})] = -11119,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p>Die Dichte von Stearinsäuremethylester beträgt 0,85 g/mL bzw. 850 g/L. Die Molmasse von Stearinsäuremethylester beträgt 298 g·mol⁻¹.</p> $n = m \cdot M^{-1} = 850 \text{ g} \cdot (298 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})^{-1} = 2,85 \text{ mol}$ $\Delta_r H_m^0 \cdot n = -11119,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 2,85 \text{ mol} = -31690,29 \text{ kJ}$ <p>Ein Liter Stearinsäuremethylester hat eine Energiedichte von 31690,29 kJ·L⁻¹. Die Energiedichte ist somit deutlich höher als die von Ethanol und näher an der des Dieselkraftstoffs. Es vermindert sich die Reichweite eines Fahrzeugs mit einer Tankfüllung durch Beimischung von Biodiesel nicht so stark wie bei einem entsprechenden Zusatz von Ethanol.</p>		6	3
4.4	<p>Theoretisch handelt es sich im Unterschied zu Kraftstoffen fossilen Ursprungs bei Biodiesel um einen klimaneutralen Kraftstoff, da bei dessen Verbrennung nur die CO₂-Menge freigesetzt wird, die zuvor von der Pflanze beim Wachstum aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Für die Klimabilanz ist allerdings zu berücksichtigen, dass bei dem Herstellungsprozess von Biodiesel für Anbau, Ernte, Transport und Produktionsverfahren Energie notwendig ist. Zudem entsteht beim Anbau unter Verwendung von Düngern klimaschädliches Lachgas, welches den Treibhauseffekt zusätzlich verstärkt. Werden die Anbauflächen für die Energiepflanzen durch Brandrodung von Regenwäldern gewonnen, wird bei der Verbrennung CO₂ freigesetzt und somit der Treibhauseffekt ebenfalls verstärkt.</p>		6	3

<p>Die Verwendung von Biodiesel kann nur dann als klimaneutral bezeichnet werden, wenn die zur Herstellung notwendige Energie nicht aus fossilen, sondern aus regenerativen Energiequellen stammt und beim Anbau der Energiepflanzen auf eine Düngung weitgehend verzichtet werden kann wie z. B. beim Anbau von <i>Jatropha</i>, die auch auf nährstoffarmen Böden zu wachsen vermag. Außerdem müsste zur Gewinnung der Anbauflächen auf die Verbrennung von Kohlenstoffspeichern, wie z. B. Regenwälder verzichtet werden. Bei der Nutzung von Biodiesel auf der Basis von Abfallfetten können zudem Kraftstoffe fossilen Ursprungs eingespart werden, was zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen beitragen kann.</p> <p><i>Die Formulierung einer eigenen Meinung ist erforderlich. Alternative Argumente sind möglich.</i></p>			
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	9	15	6

Quellen

Bilder:

https://www.focus.de/wissen/klima/klimafreundlich-aber-umweltschaedlich-oekologisches-dilemma_id_2197179.html

Asselborn, W. et al: Chemie heute, Lehrmaterialien 1, Schroedel-Verlag, Westermann Gruppe, 2010

Informationen:

<https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C112618&Units=SI&Mask=4EF> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Biodiesel> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

https://www.schulstiftung-freiburg.de/eip/media/forum/pdf_190.pdf (Letzter Zugriff: Januar 2023)

https://www.mnu.de/attachments/262_MNU_Heft_2009_5_Eissen_AB_Chemie.pdf (Letzter Zugriff: Januar 2023)

Asselborn, W. et al: Chemie heute, Lehrmaterialien 1, Schroedel-Verlag, Westermann Gruppe, 2010

<https://www.faz.net/aktuell/wissen/natur/nutzpflanzen-biodiesel-fuer-indien-1207954.html> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953408000767> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.chemie.de/lexikon/Dieselmotor.html> (Letzter Zugriff: Januar 2023)

<https://www.chemie.de/news/1157815/ueber-70-bio-ethanol-im-dieselmotor.html> (Letzter Zugriff: Januar 2023)