

**Feuerzeuggas****1. Einordnung in den Fachlehrplan Gymnasium**

Schuljahrgang: 9
Kompetenzschwerpunkt(e): – Kohlenstoff und die Vielfalt seiner Verbindungen beschreiben
Kompetenzen: – vollständige und unvollständige Verbrennung von Kohlenstoff erläutern – aus Teilchenanordnungen und -verknüpfungen am Beispiel der Kohlenwasserstoffe die Vielfalt der organischen Verbindungen ableiten – Zusammenhang zwischen der Struktur und den Eigenschaften am Beispiel von Methan als Hauptbestandteil des Erdgases erklären – Zusammenhang zwischen der Struktur und den Eigenschaften auf die homologe Reihe der Alkane übertragen – Strukturformeln für Kohlenwasserstoffe ableiten und unterscheiden sowie in der Fachsprache wiedergeben – zielgerichtet in ausgewählten Medien recherchieren und die Informationen im fachlichen Kontext kritisch prüfen – Ursachen und Folgen des Treibhauseffekts in digitalen Medien recherchieren, dokumentieren, diskutieren und in geeigneter Form präsentieren – Gefahren und Wirkung von Kohlenstoffoxiden reflektieren – Bedeutung von Kohlenstoffdioxid auch unter Aspekten der Nachhaltigkeit diskutieren und Schlussfolgerungen für eigenes Handeln ableiten
Grundlegende Wissensbestände: – Kohlenstoffoxide, vollständige Verbrennung – organische Stoffe, fossile Rohstoffe – Summen- und Strukturformeln – Methan, homologe Reihe der Alkane – intermolekulare Wechselwirkungen (Van-der-Waals)
Beitrag zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen: – Die Schülerinnen und Schüler verwenden die Fachsprache ziel- und sachgerecht. (Sprachkompetenz) – Die Schülerinnen und Schüler verarbeiten Informationen und nutzen sie für eigenständiges Lernen. (Lernkompetenz) – Die Schülerinnen und Schüler setzen Medien (CO <sub>2</sub> -Rechner) bedarfsgerecht und kreativ zum Ziehen von Schlussfolgerungen für das eigene Handeln ein. (Medienkompetenz) – Die Schülerinnen und Schüler bilden Hypothesen und prüfen diese durch theoretische Überlegungen. (Naturwissenschaftliche Kompetenz)

## 2. Anregungen und Hinweise zum unterrichtlichen Einsatz

Die Lernaufgabe kann im Kontext der Auswirkungen fossiler Energieträger eingesetzt werden. Für die Bearbeitung bieten sich Partnerarbeit bzw. Kleingruppenarbeit an. Die Präsentation der Ergebnisse kann im Plenum erfolgen.

Im Kompetenzschwerpunkt: „Chemische Reaktionen mit dem Energiekonzept quantitativ verknüpfen“ kann die Aufgabe um energetische Betrachtungen (z. B. Berechnen von Verbrennungsenthalpien) erweitert werden und der Einsatz fossiler Brennstoffe als Energieträger unter dem Aspekt der Energiewende diskutiert werden.

Im Anhang ist exemplarisch ein Ergebnis des CO<sub>2</sub>-Rechners dargestellt. Dies kann genutzt werden, sofern kein Zugriff auf den CO<sub>2</sub>-Rechner besteht. Das statische Ergebnis im Anhang hat bei Weitem nicht das Potenzial des direkten Zugriffs.

## 3. Variations- bzw. Differenzierungsmöglichkeiten

### Variation - quantitative Betrachtungen

Im Laufe des Schuljahrgangs 10 können die Schülerinnen und Schüler chemische Reaktionen quantitativ betrachten. Eine ergänzende Aufgabe im Kontext der Nachhaltigkeit wäre:

- Berechnen Sie das Volumen an CO<sub>2</sub>, das bei der vollständigen Verbrennung von 2,5 g Feuerzeuggas (vereinfacht: Butan) und Feuerzeugbenzin (vereinfacht: Nonan) entsteht.
- Bewerten Sie die Eignung beider Feuerzeuge hinsichtlich der jeweiligen CO<sub>2</sub>-Emission aus ökologischer Perspektive.

## 4. Lösungserwartungen

	Erwartungshorizont
1	<p>Angeben der Strukturformeln, z. B.:</p> <p>Ethan: <math>\text{CH}_3 - \text{CH}_3</math>                      Propan: <math>\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3</math>                      Butan: <math>\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3</math></p> <p>Erklären der Merkmale einer homologen Reihe am Beispiel der Alkane beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffe mit allgemeiner Summenformel (<math>\text{C}_n\text{H}_{2n+2}</math>) - <math>\text{C}_2\text{H}_6</math>, <math>\text{C}_3\text{H}_8</math>, <math>\text{C}_4\text{H}_{10}</math> - deren Homologe sich durch den Betrag von <math>\text{CH}_2</math> unterscheiden</li> <li>- ähnliche(r) Struktur/Bau/Aufbau: C-C-Einfachbindungen</li> <li>- gleiche chemischen Eigenschaften (Brennbarkeit, Reaktivität, z. B. Substitution), aber unterschiedliche physikalische Eigenschaften in Abhängigkeit der Kettenlänge (Schmelz- und Siedetemperatur, Viskosität am Beispiel)</li> </ul> <p>Begründen der Verwendung kurzketziger Alkane als Feuerzeuggas mithilfe des Konzepts vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Da Alkane aus Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atomen aufgebaut sind, sind sie brennbar und reagieren mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.</li> <li>- Da kurzketzige Alkane unpolare Moleküle sind, herrschen zwischen ihnen nur geringe Van-der-Waals-Wechselwirkungen, sodass kurzketzige Alkane nur geringe Siedetemperaturen aufweisen. Bei <math>T = 298,15 \text{ K}</math> und <math>p = 101,325 \text{ kPa}</math> sind sie gasförmig.</li> </ul>
2	<p>Ableiten der Inhaltsstoffe des Feuerzeuggases der Firma „A.“ aus den gegebenen Chromatogrammen beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethan-Peak im Chromatogramm des Feuerzeuggases kaum ausgeprägt, daher wenig bis kein Ethan enthalten</li> <li>- Propan-Peak im Chromatogramm des Feuerzeuggases deutlich ausgeprägt, daher enthält das Feuerzeuggas Propan</li> <li>- Butan-Peak im Chromatogramm des Feuerzeuggases deutlich ausgeprägt, daher enthält das Feuerzeuggas Butan</li> <li>- Chromatogramm des Feuerzeuggases enthält weiteren Peak, zu dem es kein Vergleichschromatogramm gibt. Da die Zeit des Durchlaufens der Säule jedoch von den intermolekularen Wechselwirkungen (Van-der-Waals- Wechselwirkungen) abhängt, könnte es sich um 2-Methylpropan handeln, weil die intermolekularen Wechselwirkungen zwischen 2-Methylpropan-Molekülen größer sind als die zwischen Propan-Molekülen jedoch geringer als die zwischen Butan-Molekülen.</li> </ul> <p>Aufstellen einer Hypothese beinhaltet:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Angeben der Hypothese: Chromatogramm ist identisch.</li> <li>– Begründen der Hypothese: Feuerzeuge werden nacheinander mit demselben Gasgemisch befüllt, daher kein Unterschied.</li> </ul> <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Angeben der Hypothese: Chromatogramme sind nicht identisch.</li> <li>– Begründen der Hypothese: Das Feuerzeuggasgemisch fällt lediglich als Nebenprodukt der Erdöl- bzw. Erdgasgewinnung ab und weist somit nie die gleiche Zusammensetzung auf.</li> </ul>
3	<p>Formulieren einer Reaktionsgleichung, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 4H_2O + 3CO_2</math></li> <li>– <math>2C_4H_{10} + 13O_2 \longrightarrow 10H_2O + 8CO_2</math></li> </ul> <p>Analysieren der persönlichen CO<sub>2</sub>-Bilanz beinhaltet: Die Schülerinnen und Schüler arbeiten Zusammenhänge zwischen ihrem Lebensstil (in den Bereichen „Wohnen“, „Strom“, „Mobilität“, „Ernährung“ und „Sonstiger Konsum“) und ihrer CO<sub>2</sub>-Bilanz heraus und vergleichen diese mit dem deutschen Durchschnitt.</p> <p>Ableiten von vier konkreten Maßnahmen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit: Die Schülerinnen und Schüler nennen vier konkrete Maßnahmen aus den Bereichen „Wohnen“, „Strom“, „Mobilität“, „Ernährung“ und „Sonstiger Konsum“ und geben die eingesparte Menge an Kohlenstoffdioxid an.</p>

## 5. Literatur- und Quellenverzeichnis

- Ministerium für Bildung Sachsen-Anhalt (Hrsg.) (2022): Fachlehrplan Gymnasium Chemie. Magdeburg, S. 30-31.
- [https://uba.co2-rechner.de/de\\_DE/living-hs#panel-calc](https://uba.co2-rechner.de/de_DE/living-hs#panel-calc), abgerufen am 27.09.2023

### 6. Anhang

CO<sub>2</sub>-Bilanz eines fiktiven Musterhaushalt, erstellt am 26.09.23 auf [https://uba.co2-rechner.de/de\\_DE/footprint#panel-calc](https://uba.co2-rechner.de/de_DE/footprint#panel-calc)

 Wohnen

CO<sub>2</sub>-Ausstoß **1,34 t** Vermeidung **0,18 t**

Haus / Wohnung

**0,25 t**

Anzahl der Personen im Haushalt  4

Haustyp

Baujahr bzw. Standard des Hauses

Besitzverhältnis  Mieter  Eigentümer

Wohnfläche  m<sup>2</sup>

Heizung

**1,09 t** **0,00 t**

Art der Heizung

➤ Wichtige Hinweise zum Heizen mit Holz

Art der Verbrauchseingabe  Wert bekannt  Wert schätzen

Jahresverbrauch  kWh/Jahr

▼ Haben Sie noch einen zusätzlichen Ofen, eine Solaranlage oder eine sonstige Wärmequelle?

Weitere Heizung

**0,00 t** **0,00 t**

Art der Heizung

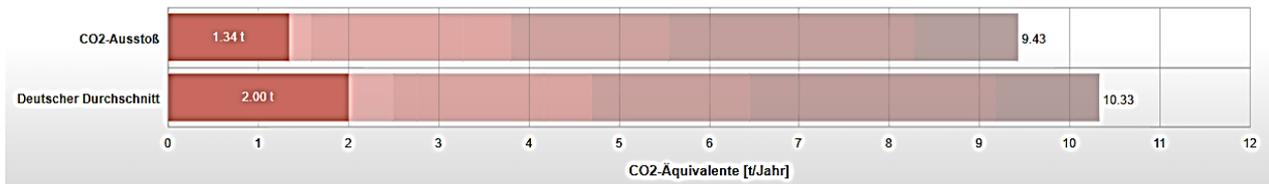
Jahresverbrauch  kWh/Jahr

Weitere Heizung

**0,00 t** **0,00 t**

Art der Heizung

Jahresverbrauch  kWh/Jahr



 Strombezug

CO <sub>2</sub> -Ausstoß	Vermeidung	Vermeidung bei anderen
0,41 t <small>0,03 t</small>	0,00 t	0,00 t

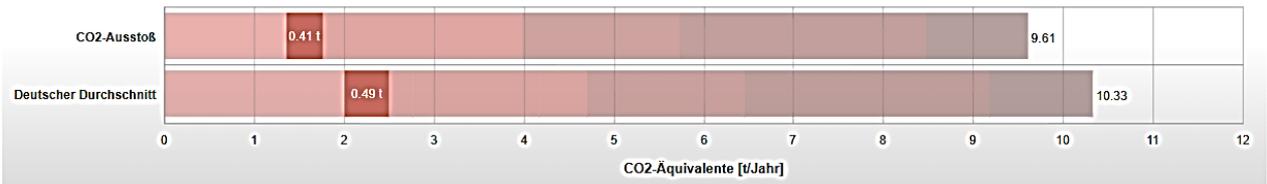
Anzahl der Personen im Haushalt  4

Strombezug

Art der Verbrauchseingabe

Jahresverbrauch

▼ Haben Sie eine Photovoltaikanlage oder eine sonstige eigene Stromerzeugung?



 Meine Fahrzeuge

CO <sub>2</sub> -Ausstoß
0,35 t <small>0,59 t</small>

1. Fahrzeug: PKW

0,35 t
--------

Bezeichnung  (z.B.: Fahrzeug-Typ oder Kennzeichen)

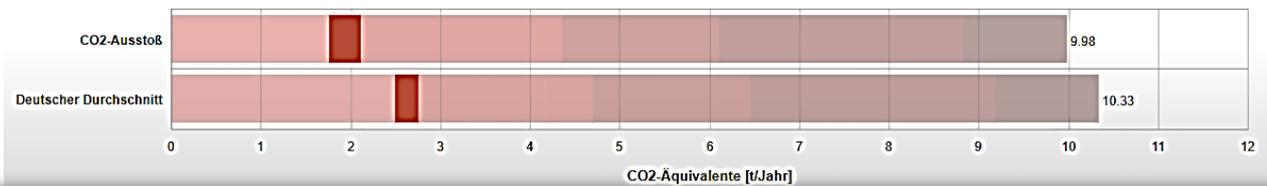
Art des Fahrzeugs

Alter des Fahrzeugs

Kraftstoff

Durchschnittsverbrauch

 Um das Fahrzeug löschen zu können, ordnen Sie bitte die Fahrten vorher anderen Verkehrsmitteln zu oder löschen Sie diese.



 Fahrten & Reisen

CO<sub>2</sub>-Ausstoß **1,71 t** Vermeidung **0,20 t**

Erfassung der Fahrten

1. Fahrzeug: PKW **1,60 t**

persönliche jährliche Fahrleistung  km

Carsharing/Fahrgemeinschaften **0,00 t**

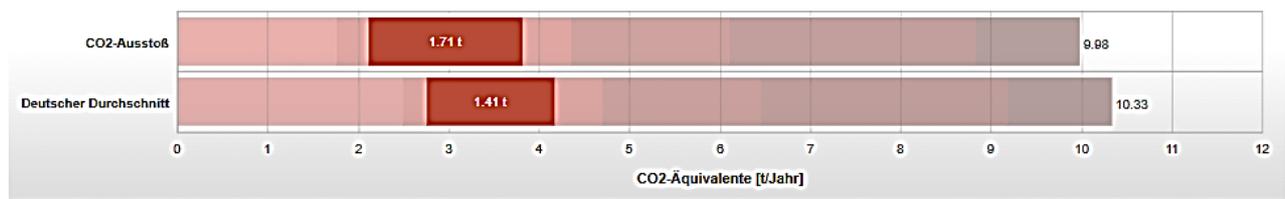
persönliche jährliche Fahrleistung  km

Fahrrad **0,00 t**

persönliche jährliche Fahrleistung  km

Öffentliche Verkehrsmittel **0,11 t** **0,20 t**

persönliche jährliche Fahrleistung  km



Flugreisen

CO<sub>2</sub>-Ausstoß **0,53 t** Vermeidung bei anderen **0,00 t**

Erfassung der Flugreisen

Flugreisen Europa

**0,53 t** **0,00 t**

Flugzeit  Stunden/Jahr

Flugklasse

Flug wurde bereits kompensiert

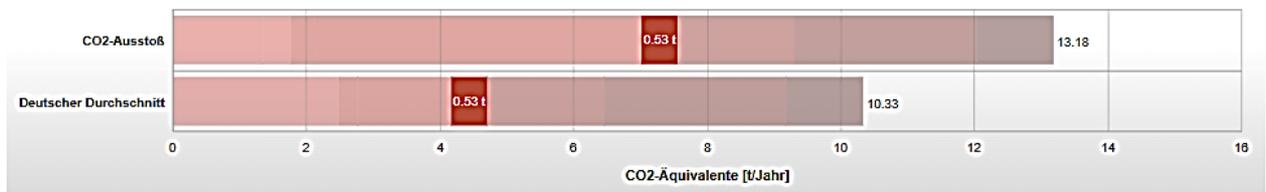
Flugreisen Transkontinental

**0,00 t** **0,00 t**

Flugzeit  Stunden/Jahr

Flugklasse

Flug wurde bereits kompensiert



Ernährung

CO<sub>2</sub>-Ausstoß **1,75 t** Vermeidung **0,00 t**

Meine Person

Hier bestimmen Sie durch Ihre Angaben Ihren Energiebedarf.

- Geschlecht**  männlich  
 weiblich  
 divers
- Alter**  bis 17 Jahre  
 18-29 Jahre  
 30-59 Jahre  
 60 Jahre und älter
- Gewicht**  kg
- Tätigkeit**  sehr inaktiv  
 bewegungsarme Tätigkeiten  
 leichte körperliche Arbeit  
 harte körperliche Arbeit
- Sport**  keiner  
 wenig Sport  
 viel Sport

Meine Ernährung

Hier geben Sie an, wie Sie Ihren Energiebedarf decken.

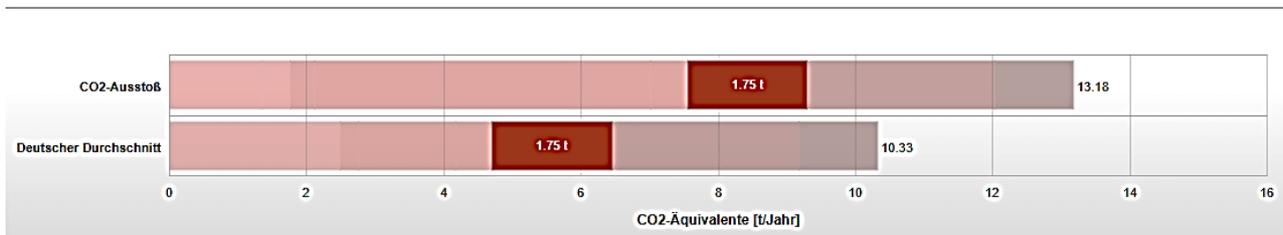
- Fleisch, Wurst und Fisch esse ich (pro Woche)**  gar nicht  
 sehr wenig ≈ 150 g  
 wenig ≈ 300 g  
 eher wenig ≈ 600 g  
 wie eine durchschnittliche Frau ≈ 1 kg  
 durchschnittlich viel ≈ 1,3 kg  
 wie ein durchschnittlicher Mann ≈ 1,6 kg  
 eher viel ≈ 1,9 kg  
 viel ≈ 2,2 kg  
 sehr viel ≈ 2,6 kg

Milchprodukte esse ich (pro Woche)

- gar nicht
- wenig  
≈ 800 g (z.B. 0,5 L Milch, 80 g Butter und 180 g Käse)
- eher wenig  
≈ 1,6 kg (z.B. 1,1 L Milch, 170 g Butter und 370 g Käse)
- durchschnittlich  
≈ 2,4 kg (z.B. 1,6 L Milch, 250 g Butter und 550 g Käse)
- eher viel  
≈ 3,2 kg (z.B. 2,1 L Milch, 330 g Butter und 730 g Käse)
- viel  
≈ 4,0 kg (z.B. 2,7 L Milch, 420 Butter und 920 g Käse)
- sehr viel  
≈ 4,8 kg (z.B. 3,2 L Milch, 500 g Butter und 1,1 kg Käse)

Bei Obst und Gemüse achte ich

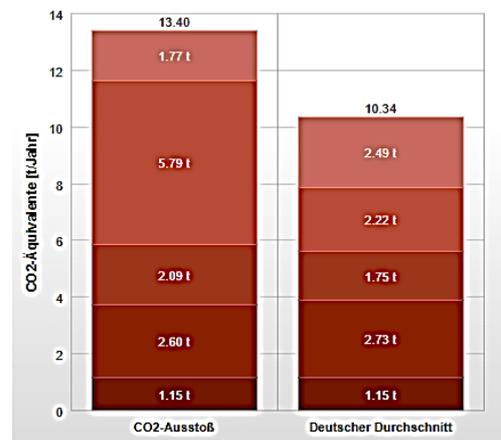
- vorwiegend auf regionale und saisonale Produkte
- teilweise auf regionale und saisonale Produkte
- ein wenig auf Herkunft und Saison (Durchschnitt)
- eher wenig auf Saisonalität und greife gelegentlich zu Flugware
- kaum auf Saisonalität und greife häufig zu Flugware



Ergebnis: Meine CO<sub>2</sub>-Bilanz

im Vergleich mit Vermeidung

	CO <sub>2</sub> -Ausstoß	Deutscher Durchschnitt
Wohnen	1,35 t	2,00 t
Strom	0,41 t	0,49 t
Mobilität	5,79 t	2,22 t
Ernährung	2,09 t	1,75 t
Sonstiger Konsum	2,60 t	2,73 t
Öffentliche Emissionen	1,15 t	1,15 t
<b>Ergebnis</b>	<b>13,40 t</b>	<b>10,34 t</b>



Ergebnis speichern – für die Wissenschaft!

Wie Sie Ihre CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Zukunft optimieren, erfahren Sie in [Mein CO<sub>2</sub>-Szenario](#). Weitere Ideen und Hinweise finden Sie im UBA-Portal [Umwelttipps für den Alltag](#).