

## I.G.28

### Chemie bestimmt unser Leben

# Grüne kosmetische Chemie – Nachhaltige und Grüne Chemie in der Sek. I bewerten

Ein Beitrag von Dr. Michael Linkwitz, Dr. Nadja Belova, Lea Dackweiler, Prof. Dr. Ingo Eilks



© Artfully79/iStock/Getty Images Plus

Die Grüne Chemie (engl.: *Green Chemistry*) ist ein vergleichsweise neues Teilgebiet der Chemie. Sie widmet sich der Erschließung umweltverträglicher, Abfall vermeidender, Material und Energie sparerender sowie sicherer industrieller Prozesse und Produkte. Da die Grüne Chemie erst in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen hat, existieren bisher erst wenig konkrete Vorschläge zu diesem Thema für den Chemieunterricht an Schulen. In dieser Unterrichtseinheit werden Arbeitsmaterialien und Experimente zur Grünen Chemie für die Sekundarstufe I vorgestellt, die einen ersten Einblick in das Denken der Grünen Chemie geben können.

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	8–10
<b>Dauer:</b>	10–12 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften von Stoffen beschreiben. 2. nachwachsende Rohstoffe und grüne Synthesen experimentell erkunden, 3. Produktaussagen analysieren und auf Basis ihres chemischen Sachverhaltes diskutieren, 4. die Nachhaltigkeit chemischer Produkte und Prozesse bewerten.
<b>Thematische Bereiche:</b>	Organische Chemie, Grüne Chemie, Nachhaltigkeit, Stoffeigenschaften, Katalysatoren, Trennverfahren

Schülerversuche durchgeführt. Weiterhin sollen in der Reihe verstärkt Kompetenzen im Bereich Kommunikation und Bewertung gefördert werden. Deshalb wird in kooperativen Arbeitsphasen die Verbalisierung dieser Grundlagen forciert. Die gesamte Einheit ist schüler- und lernprozessorientiert angelegt und bietet den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, sich aktiv und eigenständig mit den neuen Unterrichtsinhalten auseinanderzusetzen.

### Zentrale Leitgedanken und Intention der Unterrichtsreihe

Gegenstand der hier beschriebenen Unterrichtsreihe ist die Synthese und Verwendung von L-Carvon in Kosmetikprodukten. Generell ist der Themenbereich (Natur-)Kosmetik ein für Schülerinnen und Schüler beliebter Kontext. Zentrales Ziel der Reihe ist aber die Einführung der Begrifflichkeiten „Nachhaltigkeit“ und „Grüne Chemie“ sowie ausgewählter Grundideen.

### Durchführung

Der gesamte Zeitbedarf der Unterrichtsreihe umfasst ca. 12 Stunden, je nachdem, in welcher Tiefe und Ausführlichkeit die einzelnen Inhalte behandelt und ob Experimente berücksichtigt werden. Viele typische Inhalte aus den curricularen Vorgaben werden durch die Reihe abgedeckt, lediglich der Blickwinkel durch den Fokus auf die Grüne Chemie verschiebt sich.

Diese Tabelle gibt einen groben Überblick über einen möglichen Verlauf der Unterrichtsreihe:

Stunde	Unterrichtsinhalte
1 und 2	Sammeln von Vorkenntnissen zum Begriff „grün“ und „nachhaltig“ Einführung in das Themenfeld der Grünen Chemie
3	Die Gewinnung von Carvon: Grüne Kosmetik (z. B. Mundpflege) Einführung in ein Stationenlernen zu „grünen Prozessen“ bei der Synthese von Carvon
4–8	Station 1: Nachwachsende Rohstoffe (NR) in der Grünen Chemie am Beispiel von Orangenschalen Station 2: Gewinnung von ätherischen Ölen aus Orangenschalen Station 3: Biotechnologie und Enzyme in der Grünen Chemie Station 4: Mikrowellen- und Ultraschalltechnik in der Grünen Chemie
9 und 10	Zusammenfassung der Ergebnisse: Was heißt nun eigentlich Nachhaltige bzw. Grüne Chemie?
11 und 12	Optionaler Exkurs: Wie bewertet man, ob ein Produkt/Prozess tatsächlich nachhaltiger als ein vergleichbares Produkt ist?



### Mögliche Weiterführung der Einheit

Das Thema grüne kosmetische Produkte kann als alternativer Einstieg in die Organische Chemie beschrieben werden, indem kein fachsystematischer Weg gewählt, sondern die grundlegende Ausgangsfrage in den Blick genommen wird, inwiefern (organische) chemische Produkte grün produziert werden können. Im Anschluss können die Stoffklassen der Alkane, Alkanole und Carbonsäuren sowie die Problematik ihrer Synthese thematisiert werden (fossile vs. nachwachsende Rohstoffe). Es ergibt sich ein roter Faden über die gesamte Organische Chemie, der beginnend bei der Grünen Chemie am Anfang der Unterrichtsreihe im Kontext von Plattformchemikalien und deren Verwendung und Abbau endet.

## Mediathek

- ▶ P. Anastas, J. C. Warner: Grundlagenwerk zur Grünen Chemie – Green Chemistry: Theory and practice, Oxford University Press, New York 1998.
- ▶ M. Burmeister et al.: Ein Web-Quest zur Grünen Chemie im Chemieunterricht. Chem. Kon. 2011, 18, 123–128.
- ▶ A. Lühken, H. J. Bader: Fachartikel über die Bedeutung von Nachhaltigkeit im Chemieunterricht. In GDCh (Hrsg.), Green Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2003, 77–98.
- ▶ W. Klöpffer, B. Grah: Grundlagenwerk zur Erstellung von Ökobilanzen. Ökobilanz, Wiley-VCH, Weinheim, 2009.
- ▶ M. Linkwitz, I. Eilks: Kurzdarstellung einer Unterrichtsreihe zur Grünen Chemie in der SII. Unterr. Chem. 2019, 172, 19–23.
- ▶ M. Linkwitz, I. Eilks: Einführung der Grünen Chemie in der SII, RAABits II.C.46.
- ▶ M. Linkwitz, I. Eilks, N. Belova: Fachartikel zur grünen Chemie in der SI. Chem. Kon. 2021, 28, 1–7.
- ▶ C. Zowada et al.: Nachhaltigkeit bewerten im Chemieunterricht. Chem. kon. (2020)27(8), 365–372. Fachartikel über Nachhaltigkeitsbewertungen im Kontext der Chemie.
- ▶ C. Zowada et al.: Fachartikel über aktuelle Nachhaltigkeitskonzepte im Kontext der Chemie. Unterr. Chem. 2019, 172, 2–9.

VORSCHAU

## Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Sv = Schülerversuch



### Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie zum Download im **Online-Archiv**.

### 1./2. Stunde

**Thema:** Einführung in die Thematik Grüne Chemie

**M 1 (Ab)** Was heißt „Grüne“ Chemie?

**M 2 (Ab)** Nachhaltige Kosmetikproduktion – eure Ideen

**M 3 (Ab)** Grüne Chemie – Wie alles begann

### 3. Stunde

**Thema:** Grüne Synthese eines Aromastoffs, dem Carvon

**M 4 (Ab)** Forschungsauftrag zu Grüner Chemie in eurem Start-up-Unternehmen

**M 4a (Ab)** Produktionsprozess der Firma Symrise: „Grüne Chemie in Aktion – Von Orangenschalen zur Mundpflege“

**M 4b (Ab)** Entwicklung eines grünen Verfahrens zur Synthese von Carvon

### 4.–8. Stunde

**Thema:** Stationenlernen zu grünen Prozessen bei der Synthese von Carvon

**M 5 (Ab)** Was sind nachwachsende Rohstoffe?

**M 6 (Ab)** Einblick in die Biotechnologie – Katalysatoren

**M 7 (Sv)** Gewinnung von Orangenöl – Wasserdampfdestillation

**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 30 min

**Chemikalien:**  Orangen

**Geräte:**

<input type="checkbox"/> Schutzbrille/Kittel/Handschuhe	<input type="checkbox"/> Heizpilz
<input type="checkbox"/> Destillieraufsatz	<input type="checkbox"/> Schiffs-thermometer
<input type="checkbox"/> Messer	<input type="checkbox"/> Liebig-Kühler
<input type="checkbox"/> Erlenmeyerkolben	<input type="checkbox"/> Wasserschläuche
<input type="checkbox"/> Rundkolben	





**M 8 (Sv)** Einfache Experimente mit Enzymen

**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 10 min

**Chemikalien**

<input type="checkbox"/> Sonnenblumenöl	<input type="checkbox"/> Biozym F für Fettflecken
<input type="checkbox"/> Kartoffelstärke	<input type="checkbox"/> Biozym P für Stärkeflecken
<input type="checkbox"/> Eiweiß	<input type="checkbox"/> Biozym SE für Eiweißflecken
<input type="checkbox"/> Ananas- oder Kiwisaft (frisch)	<input type="checkbox"/> Gummibärchen mit Gelatine

**Geräte**

<input type="checkbox"/> Schutzbrille/Kittel/Handschuhe	<input type="checkbox"/> Kleine Bechergläser
<input type="checkbox"/> Weiße Baumwolltücher oder Filterpapier	

**M 9 (Ab)** Die Verwendung von Mikrowellen und Ultraschall

**M 10 (Sv)** Gewinnung von Orangenöl in der Mikrowelle

**Dauer** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 10 min

**Chemikalien**

<input type="checkbox"/> Orangenschalen
<input type="checkbox"/> Eis
<input type="checkbox"/> Wasser

**Geräte**

<input type="checkbox"/> Schutzbrille/Kittel/Handschuhe	<input type="checkbox"/> Plastikfilter mit Löchern
<input type="checkbox"/> Mikrowelle	<input type="checkbox"/> Uhrglas
<input type="checkbox"/> Messer	<input type="checkbox"/> 2 Reagenzgläser
<input type="checkbox"/> Becherglas (1 l)	<input type="checkbox"/> Messkolben (25 ml)
<input type="checkbox"/> 2 Bechergläser (100 ml)	<input type="checkbox"/> Pipette



## 9./10. Stunde

**Thema:** **Zusammenfassung der Ergebnisse: Was heißt nun eigentlich Nachhaltige bzw. Grüne Chemie?**

**M 11 (Ab)** Der Pitch eures Lebens

**M 11a (Ab)** Bewertungsbogen für den *Elevator Pitch*

**M 12 (Ab)** Grüne Chemie – auch etwas für Influencer?

## 11./12. Stunde

**Thema:** **Wie bewerte ich, ob ein Produkt tatsächlich nachhaltig/grün ist?**

**M 13 (Ab)** Bewertung grüner Produkte durch *Green Cosmetics*

**M 14 (Ab)** Bewertung: Ist ein Produkt oder Prozess wirklich grün?

**M 15 (Ab)** Bewertung von Nachhaltigkeit: Von Spinnen zu Ampeln

**M 16 (Ab)** Ist die alternative Synthese von Carvon wirklich grün?

## Lernerfolgskontrolle

**Thema:** Lernerfolgskontrolle/Klausur zum Thema Grüne Chemie

**M 18 (LEK)** Klassenarbeit zur Grünen Chemie

---

## Minimalplan

Die Unterrichtsreihe ist modular aufgebaut, d. h., die einzelnen Stunden können unabhängig voneinander oder kontinuierlich aufeinanderfolgend unterrichtet werden. Dabei müssen die Stunden 1 und 2 mit den Materialien **M 1–M 3** als Einführung in die Grüne Chemie notwendigerweise durchgeführt werden. Die folgenden Stunden und Materialien können dann wahlweise unterrichtet werden.

VORSCHAU

## Was heißt „Grüne“ Chemie?

M 1



Oben: Michael Linkwitz, Unten: Verändert nach © Morsa Images/E+

### Aufgaben

1. **Schaut euch die** Werbeplakate aus der Chemieindustrie an.
2. **Formuliert** Fragen, die sich aus den Aussagen der Werbeplakate ergeben.
3. **Analysiert** die Plakate im Hinblick auf die verwendeten Stilmittel (Farbe, Hintergründe, Text, Sprachstil etc.).
4. **Diskutiert**, welches Interesse Unternehmen daran haben könnten, solche Werbeplakate zu produzieren.



## M 4a

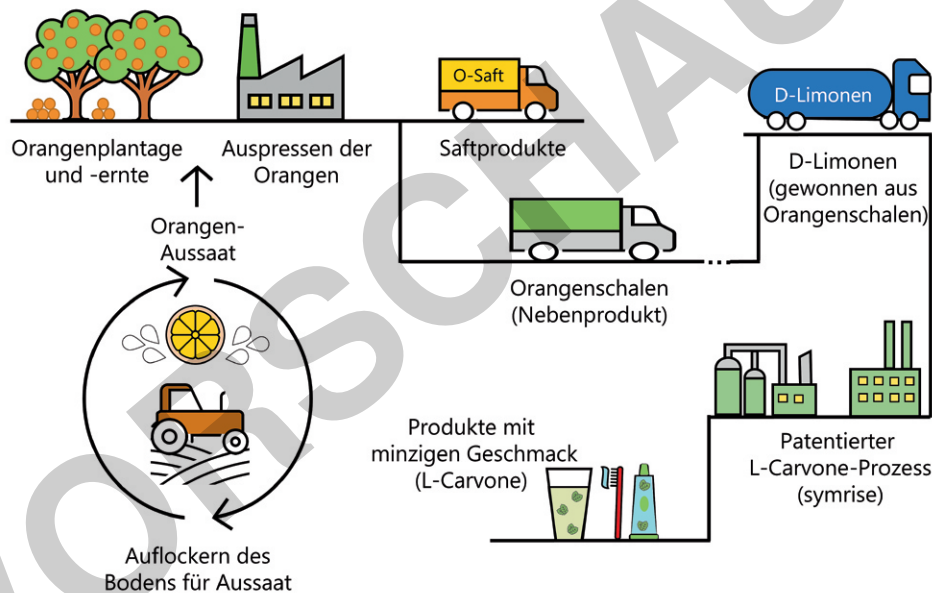
## Produktionsprozess der Firma Symrise: „Grüne Chemie in Aktion – Von Orangenschalen zur Mundpflege“

Auf der Homepage von Symrise liest man Folgendes:

„Unser Team hat ein umweltfreundliches und firmeneigenes Verfahren für die Gewinnung von Carvon aus Limonen, einem Nebenprodukt der Orangensaftindustrie, entwickelt und patentieren lassen. Unser einzigartiges Verfahren produziert Carvon, das frei von schädlichen Nebenprodukten, Lösungsmitteln und giftigen Reagenzien ist. Das erreichen wir durch den Einsatz möglichst umweltfreundlicher Produktionsmethoden. Dabei haben wir ein Verfahren entwickelt, das gegenüber herkömmlichen Methoden jährlich viele Millionen Liter Abwasser vermeidet. Das Endergebnis ist ein Inhaltsstoff, der einer Reihe alltäglicher Mundpflegeprodukte und Süßigkeiten einen erfrischenden, kühlen und minzigen Geschmack verleiht und gleichzeitig unser Engagement für Nachhaltigkeit und Innovation verkörpert.“



© EugeneZelenko CC BY-SA 3.0



(Quelle: <https://www.symrise.com/de/unsere-geschichten/gruene-chemie-ihre-kraft-und-die-moeglichkeiten/>)

### Aufgaben

1. **Beschreibt** mithilfe der Abbildung die Gewinnung von Carvon ausgehend vom Rohstoff bis zum Endprodukt in eigenen Worten.
2. **Erläutert**, warum die Firma Symrise ihr Produkt mit der Überschrift „Grüne Chemie in Aktion“ bewirbt.
3. **Begründet**, ob sich die Firma Symrise an den Prinzipien der Grünen Chemie orientiert. Falls ja, an welchen?
4. **Beurteilt**, ob Lesenden der Homepage von Symrise durch die Wortwahl und Formulierung in ihrem Kaufverhalten beeinflusst werden. **Begründet**, ob ihr dieses Produkt im Vergleich zu anderen Produkten eher kaufen würdet.