



Online-Ergänzung zum Artikel

„Nachhaltigkeit und Green Chemistry bereits im Chemieunterricht der SI?“

v.2.2

M. Linkwitz

N. Belova

I. Eilks

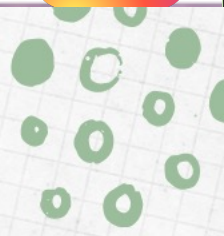
Layout erstellt von C. Zowada



GRÜNE CHEMIE AUF DEM VORMARSCH

Chemie wird grün!

Immer mehr Unternehmen der chemischen Industrie produzieren umwelt- und klimaverträgliche Produkte



Gefällt elonmusk und weiteren Personen

greenchemistry Chemie kann auch grün sein
#nachhaltig #nontoxic #greenchemistry

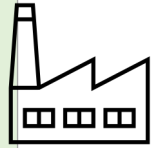




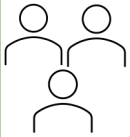
Nachhaltige Produktion - eure Ideen

Stellt euch vor, ihr seid Gründer*Innen eines modernen Start-Up Unternehmens, das Kosmetikprodukte möglichst nachhaltig herstellen möchte.

Aufgabe: Überlegt euch zuerst in Einzelarbeit, was ihr dabei beachten würdet. Schreibt eure Ideen oder Vorschläge auf. Tauscht euch dann in einer Gruppe aus und einigt euch auf fünf gemeinsame Ideen. Danach sollt ihr eure Ideen mit den tatsächlichen Leitlinien der Grünen Chemie vergleichen.



Meine Ideen für eine nachhaltige Kosmetikproduktion:



Unsere gemeinsamen Ideen für eine nachhaltige Kosmetikproduktion:

1.

2.

3.

4.

5.



Grüne Chemie – Geschichte und Ziele: Wie alles begann...

Wie entstand die Idee von einer Grünen Chemie (Green Chemistry)?

Ein wesentliches Ziel der chemischen Industrie ist es, bei der Herstellung eines Stoffes möglichst viel davon zu erhalten. Also immer mehr von einem Stoff wie z. B. dem Gehäuse eures Smartphones. Unsere Rohstoffe wie Erdöl oder Metalle, aus denen Chemiker viele Stoffe gewinnen können, kommen jedoch nicht in unendlichen Mengen vor. Zudem haben wir mit schwerwiegenden Umweltproblemen wie der Klimaerwärmung zu kämpfen. Unsere Lebensgrundlagen werden immer mehr durch giftige Abfälle, klimawirksame Gase wie Kohlenstoffdioxid oder durch Plastik zerstört. Die chemische Industrie muss für alle diese Probleme Lösungen finden. Eine dieser Lösungen ist die Idee der **Nachhaltigkeit**, von der ihr bestimmt schon einmal gehört habt. Aber was heißt nachhaltig eigentlich? Es bedeutet, dass wir die Umwelt und die Natur schützen sollten und dass wir mit unseren Rohstoffen verantwortungsvoll umgehen müssen. Und zwar so, dass auch in Zukunft noch viele Menschen auf diesem Planeten leben können. **Aber was kann nun die chemische Industrie dazu beitragen? Gibt es überhaupt so etwas wie eine nachhaltige Chemie?** Ja, so etwas gibt es tatsächlich. Die zwei US-Amerikaner Anastas und Warner hatten bereits 1998 eine grandiose Idee, die sie **Green Chemistry** nannten, also Grüne Chemie. Sie überlegten sich, wie es der chemischen Industrie gelingen könnte, einen Stoff besonders nachhaltig zu produzieren. Und kamen dabei auf 12 Regeln oder Leitlinien (heute nennt man sie Prinzipien). Richtet sich ein chemisches Unternehmen danach, ist es eben besonders nachhaltig.



Hier findet ihr nun die wichtigsten Leitlinien aus den 12 Prinzipien der Grünen Chemie:

1. Verwende **weniger** Chemikalien, Lösemittel wie z. B. Wasser und Energie.
2. Verwende **keine** giftigen oder gefährlichen Rohstoffe und Lösemittel. Auch die technischen Abläufe sollten ungefährlich sein.
3. Verbessere die Herstellung eines Stoffes so, dass möglichst viel davon entsteht. Dabei sollen aber kein Abfall und keine anderen Stoffe entstehen. Nutze unbedingt sogenannte Katalysatoren.
4. Vermeide Abfall.
5. Verwende nur erneuerbare/nachwachsende Rohstoffe, Lösemittel und Energien.

(Quelle: Anastas, P.; Warner, J., C.: Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press. 1998)

Aufgaben:

1. Begründet, warum gerade die 12 Prinzipien der Grünen Chemie einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten.
2. Vergleicht die wichtigsten Leitlinien aus den 12 Prinzipien mit euren Ideen für eine nachhaltige Kosmetikproduktion. Stellt Unterschiede und Gemeinsamkeiten zusammen und begründet mögliche Unterschiede.
3. Verfasst einen Artikel für eure Schülerzeitung oder für eure Homepage, in dem ihr über Green Chemistry informiert.



Aufgabe:

3. Verfasst einen Artikel für eure Schulhomepage, in dem ihr über Green Chemistry informiert.

Otto Hahn Gymnasium

[Start](#) [Unsere Schule](#) [Das Kollegium](#) [Unterricht](#) [Kontakt](#)

Green Chemistry – die Chemie sieht grün

Von:

Stand: _____ | [Archiv](#) | [Bildquelle:](#)

Bild einfügen

Termine

Januar 2021

Dienstag, 19.1.
Zeugiskonferenz

Freitag 29. Januar
**Ausgabe
Zeugnisse**

Februar 2021

Freitag 19. Februar
Elternsprechtag

Mensaplan

Mo: Pilzrisotto
Di: Spaghetti
Bolognese
Mi: geschlossen
Do: Milchreisauflauf
Fr: Gemüsesuppe

News

Chemie Nobelpreis:
schnipp, schnapp
Gen ab
2020 geht der
Chemienobelpreis
an Emmanuelle
Charpentier und
Jennifer Doudna für
dich Entwicklung
der Genschere.



Aufgabe:

3. Verfasst einen Artikel für eure Schülerzeitung, in dem ihr über Green Chemistry informiert.



Schulblitz – blitzschnell informiert

*Diese Ausgabe: Green Chemistry – innovative
Zukunftsgestaltung oder nur was für die Biotonne?*

Green Chemistry – Leitlinien beachten!

Chemie Nobelpreis: schnipp, schnapp Gen ab

2020 geht der Chemienobelpreis an Emmanuelle Charpentier und Jennifer Doudna für die Entwicklung der Genschere. Hiermit wurde das Bearbeiten von Genen revolutioniert. Die Genschere kann ganz praktisch verstanden werden und ermöglicht das gezielte Bearbeiten von Genen. Im Jahre 2013 stellten Sie Ihre Ideen erstmal vor – jetzt also die höchste Auszeichnung für das Duo.

Besonders in diesem Jahr: Zum ersten Mal in der Geschichte gewinnt ein rein weibliches Duo den sonst sehr männerdominierten Nobelpreis.



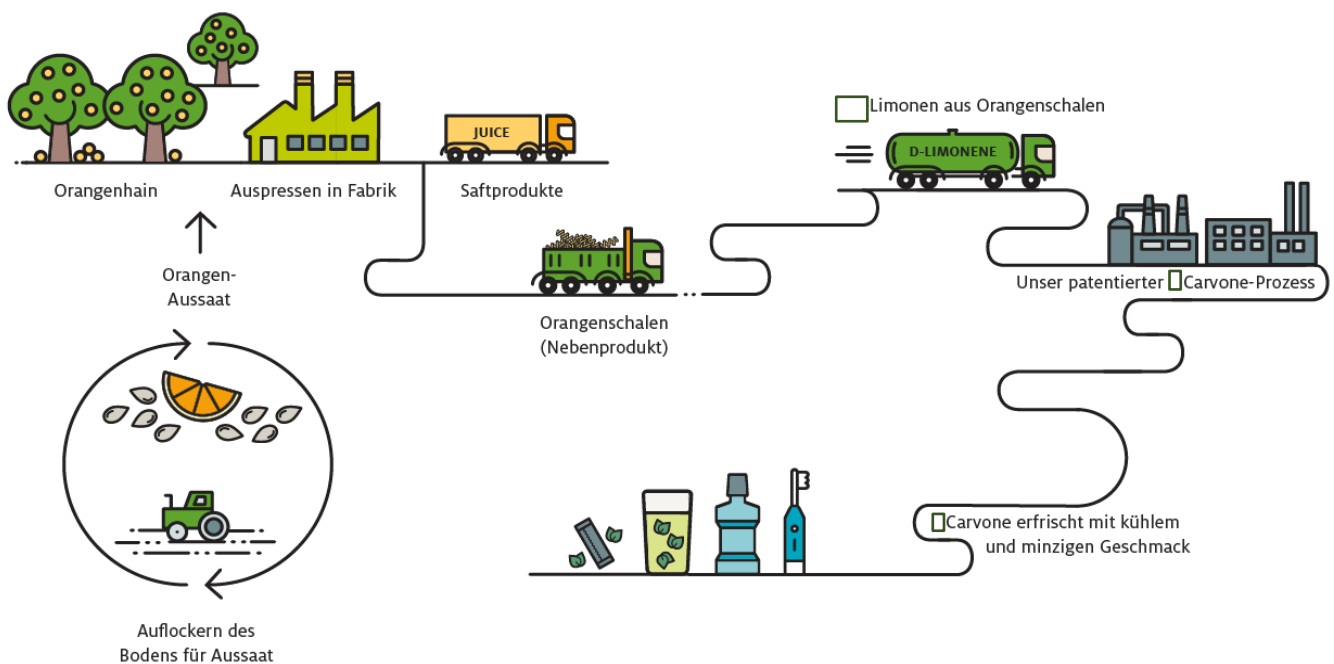
Das Unternehmen Symrise: Grüne Chemie in Aktion Von der Orangenschale zur Mundpflege

„Unser Team in Jacksonville hat ein umweltfreundliches und firmeneigenes Verfahren für die Gewinnung von Carvon aus Limonen, einem Nebenprodukt, das aus den Orangenschalen der Orangensaftindustrie isoliert wird, entwickelt und patentieren lassen. Unser einzigartiges Verfahren produziert ultrareines Carvon, das frei von Chloriden, Stickstoffverbindungen, Lösungsmitteln und toxischen 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.“

(<https://ub2019.symrise.de/nachhaltigkeit/nachhaltigkeit-und-verantwortung>)



Wir schöpfen nachhaltig Wert aus Nebenprodukten



Aufgaben:

1. Beschreibt die Herstellung von Carvon mit Hilfe der Abbildung.
2. Erläutert, warum Symrise die Überschrift „Grüne Chemie in Aktion“ für Ihre Homepage gewählt hat.
3. Begründet, ob sich Symrise an den 12 Prinzipien der Grünen Chemie orientiert. Falls ja, an welchen?
4. Beurteilt, ob ihr dieses Produkt im Vergleich zu anderen Produkten eher kaufen würdet.
5. Vergleicht den Symrise-Prozess mit dem von euch entwickelten Start-Up-Prozess zur Gewinnung von Carvon. Begründet Gemeinsamkeiten und Unterschiede.
6. Erstellt einen eigenen Werbeslogan für Symrise.



Unser Werbeslogan:



**An die
Forschungsabteilung
- im Hause -**



Kunde **Zeichen** **Datum**
Eigen S-17/01 1. September

Cosma Etics
Vorstand

Leobener Straße
28359 Bremen

Telefon (0421) 218 – 63545454
Fax (0421) 218 - 5768968
eMail c.etics@green-cosmetics.de

Betreff: Herstellung des Aromastoffs Carvon

Liebe MitgründerInnen unseres Start-Up Unternehmens „Green Cosmetics“,

unser Unternehmen hat den Auftrag erhalten, den in vielen kosmetischen Produkten verwendeten Aromastoff **Carvon** nachhaltig zu produzieren. Er verleiht z. B. Zahnpasta ein frisches und minziges Aroma. Wir sollen Möglichkeiten prüfen, die Herstellung dieses Inhaltsstoffs so grün wie möglich zu machen.

In Kooperation mit unseren zahlreichen wissenschaftlichen Partnern konnten wir den Markt nach bereits vorhandenen grünen Verfahren analysieren. Glücklicherweise sind uns diese Informationen zum Teil zur Verfügung gestellt worden.

Nun brauchen wir eure Mithilfe (Aufgabe):

1. Sichtet sämtliche Informationen und entwickelt daraus einen nachhaltigen Weg zur Produktion des **Carvons**.
2. Dokumentiert für unser internes Arbeitsgruppentreffen am (Datum) alle Entwicklungsschritte.
3. Entwerft ein Schaubild, das den gesamten Prozess der Herstellung von **Carvon** vom Rohstoff bis zur Verwendung darstellt. Markiert, an welchen Stellen euer neues Verfahren besonders grün ist.
4. Erstellt dann für unseren Kunden eine kurze Präsentation (maximal 6 Folien) mit euren Ergebnissen und einem Vorschlag, wie das neue nachhaltige Verfahren zur Gewinnung von **Carvon** vermarktet werden könnte.

Wir wünschen euch viel Erfolg bei der Entwicklung eines neuen, nachhaltigen Verfahrens zur Gewinnung von **Carvon** und hoffen darauf, einen weiteren Kunden für uns gewinnen zu können.

Eure Geschäftsleitung



Was sind eigentlich Nachhaltige Rohstoffe?

Nachwachsende Rohstoffe sind alle land- und forstwirtschaftlich erzeugten Produkte (pflanzlich als auch tierisch), die man **nicht** als Lebensmittel verwendet. Wenn pflanzliche Inhaltsstoffe für die Herstellung von Stoffen wie z. B. Plastik genutzt werden, spricht man von **Industriepflanzen**. Nachhaltige Rohstoffe, die sich zur Gewinnung von Energie eignen, werden dagegen als **Energiepflanzen** bezeichnet. Hierzu gehört z. B. Holz. Keine Pflanze ist somit an sich schon ein nachwachsender Rohstoff, sondern kann lediglich zur **Erzeugung** nachwachsender Rohstoffe genutzt werden.

Heute werden nachwachsende Rohstoffe in sehr vielen Bereichen verwendet, z. B. werden Holz und andere Materialien als Heizmaterial verwendet, Pflanzen zum Färben, als Heilkräuter sowie als Duftstoffe. Aber warum sucht man überhaupt nach solchen nachwachsenden Rohstoffen? Hier findest Du einige Gründe:

Schonung von begrenzten Rohstoffen.

Vermeidung zusätzlicher Kohlendioxid-Abgase.

Biologisch abbaubar.

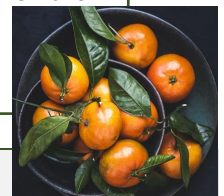
Sicherung von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum.

Gut verwertbare Nebenprodukte für die chemische Industrie.



Ein Beispiel: Orangenschalen und Orangenöl

Orangen enthalten sogenannte **ätherische Öle**, die im Gegensatz zu fetten Ölen wie z. B. Sonnenblumenöl, keine Fettflecken hinterlassen. Ätherische Öle sind nur wenig wasserlöslich, jedoch z. T. löslich in fettem Öl, in Alkohol und Benzin. Mit wenigen Ausnahmen haben alle ätherischen Öle eine geringere Dichte als Wasser, schwimmen auf Wasser also oben. Nur das in den Früchten bzw. der Schale des Orangenbaums vorhandene ätherische Öl wird als **Orangenöl** bezeichnet. Der Ölgehalt der Schalen liegt bei 0,4-0,5 % des Gewichts. Somit können aus einer Tonne Orangenschalen zwischen 4 und 5 kg Orangenöl gewonnen werden. Das Orangenöl ist mit Abstand das am meisten produzierte ätherische Öl, die Weltjahresproduktion liegt bei ca. 20.000 Tonnen. Das Orangenöl selbst ist ein Stoffgemisch, das unter anderem den Duft- und Aromastoff „**Limonen**“ enthält (gesprochen Limo-nen und nicht zu verwechseln mit der Frucht Limone) und mit 90% den Hauptbestandteil des Orangenöls bildet. Die Fruchtschalen sind ein Nebenprodukt der Orangensafterstellung und fallen in großer Menge an, im Jahr 2017 waren es fast 4 Millionen Tonnen.



Aufgaben:

1. Recherchiert jeweils ein Beispiel für einen nachwachsenden Rohstoff, der sich den Industriepflanzen und den Energiepflanzen zuordnen lässt. Erstellt für unsere Start-Up Kartei einen digitalen Steckbrief und gebt die Verwendung dieses Rohstoffs an.
2. Diskutiert die Vor- und Nachteile nachwachsender Rohstoffe in der Grünen Chemie. Begründet die Nutzung von Orangenschalen als Rohstoff für grüne Kosmetikprodukte.
3. Entwickelt einen Versuch, mit dem man das Orangenöl aus den Schalen gewinnen kann und begründet euer Vorgehen. Gebt die benötigten Materialien und Chemikalien an. Stellt dieses Verfahren den Mitgründern eures Start-Up Unternehmens vor.



Wissenschaftler entwickeln grünes Verfahren zur Synthese von Carvon aus Limonen

Aus dem Abfallprodukt Orangenschalen lassen sich durch unterschiedliche Verfahren aus einer Tonne Orangenschalen zwischen 4 und 5 kg Orangenöl gewinnen. Dieses Orangenöl enthält ca. 90% Limonen. Man kann also aus einer Tonne Orangenschalen fast 3 bis 4 kg Limonen gewinnen. Einer Forschergruppe ist es nun gelungen, ein besonders grünes Verfahren zu entwickeln, mit dem sie aus Limonen Carvon gewinnen können. Sie haben dabei viele Prinzipien der Grünen Chemie berücksichtigt.

Zu diesem Verfahren können aber aus Gründen der Geheimhaltung keine näheren Informationen gegeben werden. Nur soviel: dieses Verfahren viel preiswerter ist als die direkte Gewinnung von Carvon aus Minze und außerdem auch noch viel umweltfreundlicher als ein älteres Verfahren, mit dem man bisher Carvon aus Limonen gewonnen hat: So werden z. B. keine giftigen Chemikalien und auch keine giftigen Lösemittel verwendet. Es entsteht ca. 9 mal weniger Abwasser pro kg Carvon als beim herkömmlichen Verfahren. Die Ausbeute beträgt fast 90 % im Vergleich zu 50% beim früheren Verfahren. Ein weiterer entscheidender Vorteil ist die Verwendung von Katalysatoren. Was das genau ist, erfahrt ihr vom Verband Deutscher Biotechnologie-Unternehmen (kurz VBU).



Aufgaben:

1. Erstellt ein Flussdiagramm, das die Herstellung von Carvon ausgehend vom Rohstoff bis zum Endprodukt wiedergibt.
2. Begründet, warum man die neu entwickelte Synthese von Carvon aus Limonen als grün bezeichnet.



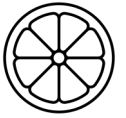
Orange



Carvon



Experiment 1: Gewinnung von ätherischen Ölen aus Orangenschalen durch einfache Wasser(dampf)destillation



Pflanzenmaterial:

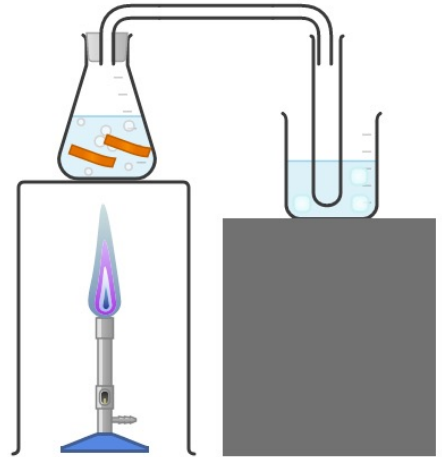
Orangenschalen

Material:

Mörser und Pistill, Bunsenbrenner, Dreifuß, Drahtnetz, Erlenmeyerkolben (300 ml), U-förmig gebogenes Glasrohr, Reagenzglas, Eisbad, Siedesteinchen, durchbohrter Gummistopfen, Hebebühne, Stativmaterial

Durchführung

Die Versuchsanordnung wird wie in der Abbildung dargestellt aufgebaut. 5 g Orangenschalen werden abgewogen, im Mörser zerkleinert und mit einigen Siedesteinchen und ca. 30 ml Wasser in den Erlenmeyerkolben gegeben. Dieser wird mit Hilfe eines Stativs befestigt. Die Destillation dauert etwa fünf Minuten. Das Destillat wird in einem Reagenzglas, welches durch ein Eisbad gekühlt wird, aufgefangen.



Beobachtung

Aufgabe

Formuliere eine Deutung zu dem Experiment. Folgende Begriffe können dir helfen:

Wasserdampf

Emulsion

heiß

Abkühlen

überdestillieren

lösen

Deutung



Experiment 2: Gewinnung von ätherischen Ölen aus Pflanzen durch Wasserdampfdestillation



Pflanzenmaterial:

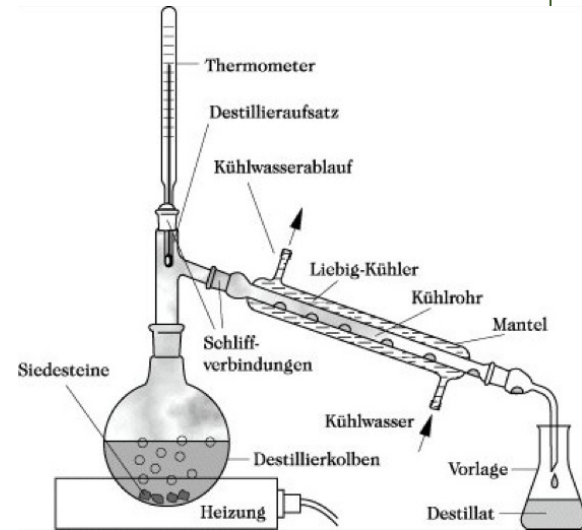
Pflanzenteile von Pfefferminze, Nelken, Rosmarin, Orangenschalen, o. ä

Material:

Scharfes Messer, Destillieraufsatz, Erlenmeyerkolben, Rundkolben, Schliffthermometer, Heizpilz, Magnetrührer, Rührfisch, Liebig-Kühler, Wasserschläuche

Durchführung

Die Versuchsanordnung wird wie in der Abbildung dargestellt aufgebaut. Die Pflanzen werden in kleine Stücke zerschnitten. Danach werden die Pflanzenteile in den Rundkolben gefüllt (Rührfisch nicht vergessen!) und mit Wasser bedeckt. Der Magnetrührer wird angestellt, der Heizpilz eingestellt (Kühlung nicht vergessen) und etwa 30 min destilliert.



Quelle: Destillation - Lexikon der Chemie (spektrum.de)

Beobachtung

Deutung



Einblick in die *Biotechnologie*: Von Bakterien, Katalysatoren und Enzymen

Verband Deutscher Biotechnologie-Unternehmen (VBU)
Grüne Str. 7
12345 Katalysestadt
eMail administration@uni-sus-chem.org

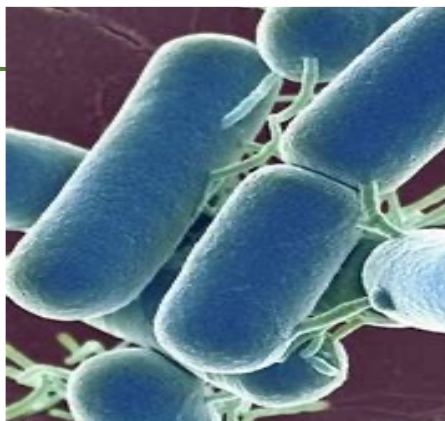
Infos zu Katalysatoren und Enzymen:

Ein Katalysator ermöglicht eine chemische Reaktion, die ansonsten nicht oder nur sehr langsam ablaufen würde. Der Katalysator liegt nach einer chemischen Reaktion wieder unverändert vor. Er wird also nicht verbraucht. In der Natur (und beispielsweise auch in unserem Körper) kommen natürliche Katalysatoren vor, die Enzyme genannt werden. Enzyme sind Eiweiße, die Reaktionen bei niedrigen Temperaturen ermöglichen, die ansonsten nicht ablaufen würden. Viele Enzyme sind zum Beispiel bei der Verdauung von Nahrungsmitteln beteiligt. Viele chemische Unternehmen nutzen solche Enzyme inzwischen aber auch, um Stoffe besonders grün zu produzieren. Woher bekommt man solche Enzyme?

Biotechnologische Gewinnung von Enzymen – Bakterien bei der Arbeit

Viele Enzyme lassen sich tatsächlich mit Hilfe von Bakterien gewinnen. Diese Technik nennt man „*Biotechnologie*“. So werden heutzutage viele Rohstoffe, die in Lebensmitteln oder kosmetischen Produkten enthalten sind, mit Hilfe von Bakterien, also biotechnologisch, gewonnen.

Im Grunde nutzt man die in den Bakterien vorkommenden Enzyme. In der chemischen Industrie werden die Bakterien in so genannten Fermentern (man nennt sie auch Bioreaktoren) gehalten. Gefüttert werden sie z. B. mit einer Zuckerlösung. Über mehrere, recht komplizierte Schritte, kann man dann aus diesen Bakterien die Enzyme isolieren.



Bakterium



Bioreaktor im Labormaßstab

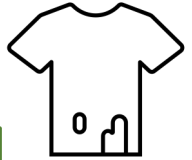
Quelle: <https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Biokatalyse>

Aufgaben:

1. Informiert euch über die Funktionsweise eines Katalysators und eines Enzyms. Nutzt hierfür folgende Quelle: [Gruppe 3 - Green Chemistry \(green-chemistry.de\)](https://www.green-chemistry.de)
2. Beschreibt in eigenen Worten, wie man Enzyme gewinnen kann.
3. Erläutert die Vorteile, die mit der Verwendung von Enzymen verbunden sind. Begründet, warum sie gerade in der Grünen Chemie verwendet werden.
4. Diskutiert, ob und wie man Enzyme bei der Gewinnung von Carvon verwenden könnte.



Einfache Experimente mit Enzymen



Chemikalien:

Sonnenblumenöl, Kartoffelstärke, Eiweiß, Ananas- oder Kiwisaft (frisch), Gummibärchen mit Gelatine, Enzyme, z. B.: Biozym F für Fettflecken oder Dr. Beckmann Fleckenteufel Fett, Biozym P für Stärkeflecken, Biozym SE für Eiweißflecken oder Dr. Beckmann© Fleckenteufel Eiweiß

Material:

Weißer Baumwolltuch oder Filterpapier, kleine Bechergläser

Durchführung

BIOZYM F – ENTFERNUNG VON FETTFLECKEN

Gib einige Tropfen Sonnenblumenöl auf ein Filterpapier, bis sich ein sichtbarer Fettfleck bildet. Nachdem der Fettfleck eingetrocknet ist, verteilst du mit dem Messlöffel eine Spatelspitze Biozym F auf den Fettfleck. Notiere nach einigen Minuten das Ergebnis.

BIOZYM SE – ENTFERNUNG VON EIWEISSFLECKEN

Gib einige Tropfen Eiweißlösung auf ein Filterpapier, bis sich ein sichtbarer Fleck bildet. Nachdem der Fleck eingetrocknet ist, verteilst du mit dem Messlöffel eine Spatelspitze Biozym SE auf den Fleck. Notiere nach einigen Minuten das Ergebnis.

BIOZYM P – ENTFERNUNG VON STÄRKEFLECKEN

Gib einige Tropfen Stärkelösung auf ein Filterpapier, bis sich ein sichtbarer Fleck bildet. Nachdem der Fleck eingetrocknet ist, verteilst du mit dem Messlöffel eine Spatelspitze Biozym P auf den Fleck. Notiere nach einigen Minuten das Ergebnis.

REAKTION VON GUMMIBÄRCHEN MIT FRISCH GEPRESSTEN KIWI- ODER ANANASSAFT

Lege in zwei Bechergläser jeweils ein (nicht veganes) Gummibärchen. In dem einen Becherglas wird das Gummibärchen mit Wasser überschüttet, in dem anderen mit Kiwi- oder Ananassaft. Notiere die Ergebnisse nach einem Tag.

Beobachtung

BIOZYM F

BIOZYM SE

BIOZYM P

REAKTION VON GUMMIBÄRCHEN MIT FRISCH GEPRESSTEM KIWI- ODER ANANASSAFT

Aufgaben:

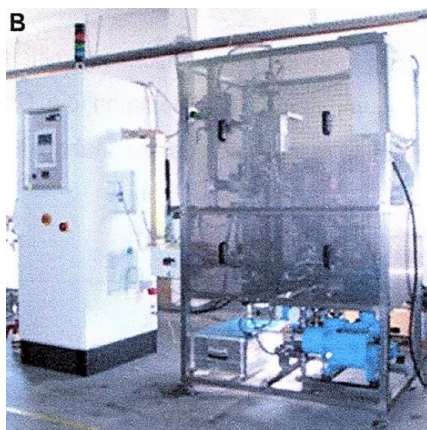
1. Führt die Versuche durch.
2. Fasst eure Beobachtungen in der Tabelle zusammen.



Wie kann ich in der Grünen Chemie bei der Produktion Energie einsparen? – Die Verwendung von Mikrowellen und Ultraschall

Chemiedidaktik Uni Bremen
Baker Street
W1U 8ED London
eMail administration@uni-sus-chem.org

Eines der wesentlichen Prinzipien Grüner Chemie ist die Einsparung von Energie. Die Frage ist nur: wie? Aus dem Alltag wisst ihr, dass man Lebensmittel sehr schnell in der Mikrowelle erwärmen kann, viel schneller, als wenn man sie auf dem Herd erhitzen würde. Das gleiche Prinzip macht man sich auch in der Grünen Chemie zunutze. Hauptvorteile von Mikrowellen gegenüber üblichen Verfahren sind die um das 100-, oder sogar 1000fach erhöhte Geschwindigkeit der Reaktionen, größere Mengen an Produkt und reinere Produkte. Inzwischen wird die Mikrowellentechnik auch im industriellen Maßstab eingesetzt, so werden z. B. einige kosmetische Rohstoffe und Aromastoffe für die Lebensmittelindustrie auf diesem Weg erzeugt. Allerdings sind die Mikrowellengeräte nicht mit denen im Haushalt zu vergleichen (s. Abbildung).



Restaxil[®] CBD Gel

Das neue CBD Gel mit
>600 mg CBD



Eine andere Möglichkeit zur Einsparung von Energie ist die Verwendung von Ultraschall. Durch die Einwirkung von Ultraschall bilden sich in einer Flüssigkeit Blasen, die zunächst anwachsen und schließlich platzen. Dabei werden hohe Energien frei. Aufgrund seiner Arbeitsweise ermöglicht ein Ultraschallgerät damit ähnlich wie ein Mikrowellengerät einen geringen Einsatz an Energie bei großer Ersparnis an Zeit.

Inzwischen wird die Ultraschalltechnik auch im industriellen Maßstab eingesetzt, so werden einige ätherische Öle wie das CBD-Öl aus Hanf, was man z. B. in Arzneisalben (Restaxil) findet, auf diesem Wege erzeugt. Auch Orangenöl lässt sich auf diesem Wege gewinnen.

Aufgaben:

1. Begründet, inwiefern der Einsatz von Mikrowellen und Ultraschall den Prinzipien der Grünen Chemie entsprechen.
2. Schaut euch das kurze Video zur Extraktion von ätherischen Ölen mit Ultraschall an und vergleiche dieses Verfahren mit der konventionellen Gewinnung von ätherischen Ölen. Stellt die Vorteile- und Nachteile dieses Verfahrens tabellarisch zusammen: <https://www.hielscher.com/de/ultrasonic-extraction-of-medicinal-herbs.htm>
3. Diskutiert, ob die Verwendung von Mikrowellen- und Ultraschalltechnik auch bei der Gewinnung von Carvon sinnvoll ist.



Experiment: Gewinnung eines ätherischen Öls in der Haushaltsmikrowelle

Pflanzenmaterial:

Orangen- oder Pampelmusenschalen

Chemikalien:

Eis und Wasser

Material:

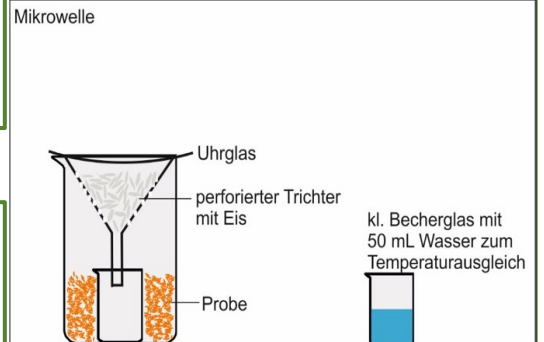
Mikrowelle, Reibe, Becherglas (1 l), 2 Bechergläser (100 ml), Plastikfilter mit Löchern, Uhrglas, 2 Reagenzgläser, Messkolben (25 ml), Pipette

Durchführung

Die Orangen- oder Pampelmusenschalen werden gewaschen und mit einer Reibe oder Küchenmaschine klein gehäckselt. Der Versuch wird wie in der Abbildung in der Mikrowelle aufgebaut. Nun wird für 7 min. bei 600 W erhitzt. Man wartet 5-10 Minuten, bis der Dampf im Glas vollständig kondensiert ist, aber nicht zu lang, damit das Öl sich nicht verflüchtigt. Das Extrakt wird mit der Pipette in den Messkolben überführt, wo sich nach kurzer Zeit die ölige Phase absetzt.

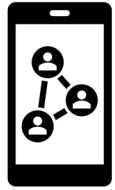
Beobachtung

Deutung





Grüne Chemie – auch etwas für Influencer?



Ihr habt in den letzten Stunden eine Menge über Grüne Chemie gelernt. Fasst nun eure Eindrücke dazu in einem Instagram-Post zusammen. Nutzt hierzu die Vorlage unten. Erstellt eine bildliche Darstellung (gerne beschriftet) und einen kurzen Text. Nutzt auch passende Hashtags.





Wie bewerte ich, ob ein Produkt oder Prozess wirklich „grün“ ist?

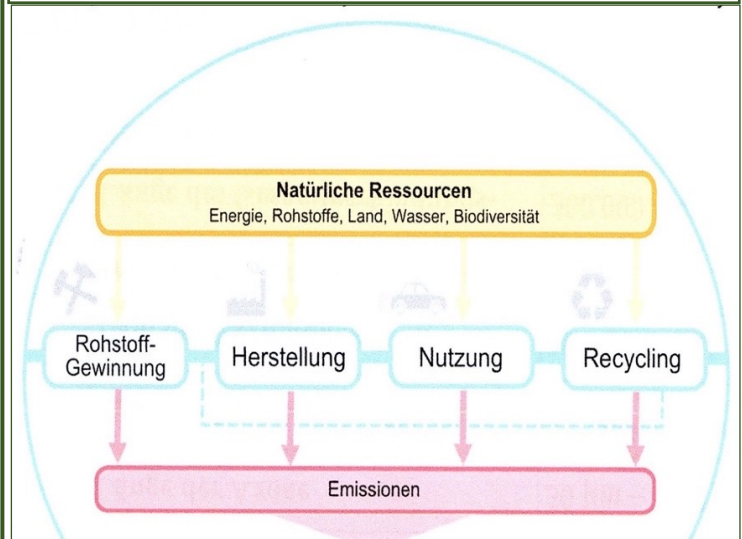
Substanzen zu bewerten ist nicht leicht. Mittlerweile geht es häufig um die Frage: wie umwelt- und klimafreundlich ist ein Produkt oder die Herstellung dieses Produktes eigentlich? Ist der gesamte „Lebensweg“ (also von der Entstehung bis zur Entsorgung) wirklich nachhaltig? Und wie „öko“ oder „bio“ ist ein Produkt wirklich?

Eine Möglichkeit, um diese Fragen zu beantworten, ist die sogenannte Ökobilanz. Mit der Ökobilanz werden die Auswirkungen von Stoffen oder deren Gewinnung auf die Umwelt untersucht. Meist wird der gesamte Lebensweg des Produkts betrachtet und bewertet – von der Rohstoffgewinnung über die Erzeugung der benötigten Energie, die Materialherstellung, den Transport, die Anwendung und Nutzung bis hin zum Recycling oder zur endgültigen Beseitigung. Ökobilanzen sind mittlerweile international anerkannte Werkzeuge. So steigern sie bei Unternehmen, deren Lieferanten und Kunden das Bewusstsein für die Nachhaltigkeit von Produkten und Dienstleistungen. Eine Ökobilanz für ein Produkt allein ist allerdings nur wenig aussagekräftig. Man muss verschiedene Produkte vergleichen, um entscheiden zu können, welches Produkt nachhaltiger ist. Ein Beispiel ist der Vergleich der Herstellung von Carvon aus Orangenschalen oder nach traditionellen Verfahren ohne Berücksichtigung der 12 Prinzipien. Bei der Betrachtung von Ökobilanzen kann sich dann tatsächlich ergeben, dass ein „Bio“-oder „Öko“-Produkt nicht unbedingt nachhaltiger ist als ein traditionell hergestelltes Produkt.

Die wesentlichen Faktoren zur Bestimmung von Ökobilanzen sind vor allen Dingen die/der

- Globale Erwärmung (welchen Anteil hat das Produkt an der Erzeugung von Klimagasen)
- Erzeugung der Primärenergie (aus fossilen oder regenerativen Rohstoffen)
- Versauerung von Böden und Gewässern (welchen Anteil hat das Produkt an der Verschmutzung von Gewässern)
- Ozonabbau (welchen Anteil hat das Produkt am Abbau der Ozonschicht)

Den gesamten Lebensweg eines Produktes zeigt die folgende Abbildung:



Aufgaben:

1. Beschreibt in eigenen Worten, was man unter einer Ökobilanz versteht und warum man diese zur Bewertung der Nachhaltigkeit eines Produktes nutzen kann.
2. Erklärt mit Hilfe der Abbildung, was man unter dem Lebensweg eines Produktes versteht. Erläutert, wie man untersuchen kann, ob dieser Lebensweg nachhaltig ist.
3. Diskutiert, wann man davon sprechen kann, dass ein Produkt „grün“ oder „öko“ ist.
4. Erläutert, warum „Bio“ nicht immer auch „ökologisch nachhaltig“ bedeuten muss.



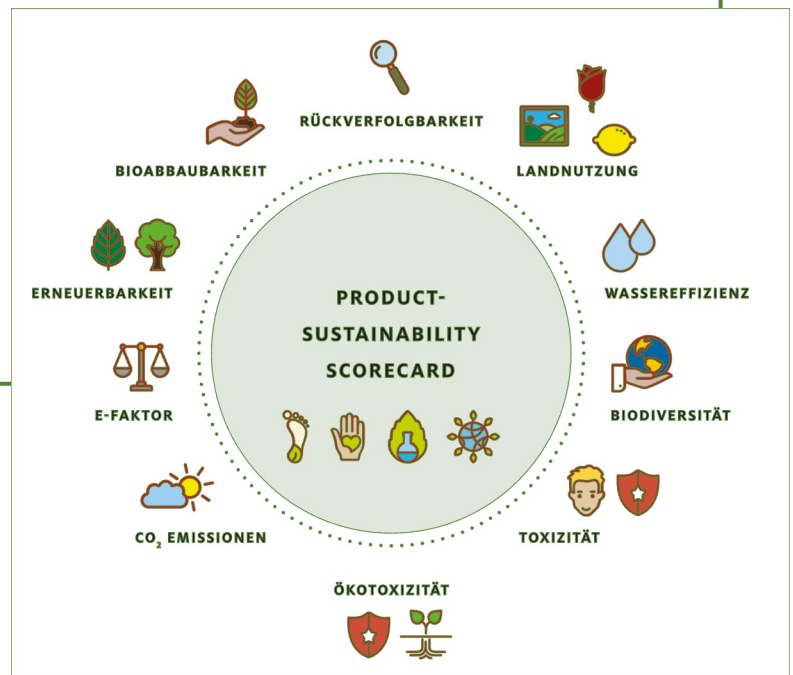
Die grüne Synthese von Carvon aus Orangenschalen

Auf der Homepage von Symrise lässt sich folgendes nachlesen:

“Mit der „Product Sustainability Scorecard“ erfasst Symrise Nachhaltigkeitsauswirkungen von Rohstoffen und Produkten. Dadurch ermöglichen wir unseren Kunden anhand von zehn Kriterien, im Vergleich der verfügbaren Alternativen, den umweltfreundlichsten Weg einzuschlagen. Anhand der Scorecard lässt sich so am Beispiel Carvon feststellen, dass die von Symrise entwickelte Variante, nachhaltig Vorteile mit sich bringt: Angefangen von einer sicheren, klar rückverfolgbaren Rohstoffbasis über eine vergleichsweise energieeffiziente und abfallarme Produktion bis hin zur sehr hohen Reinheit und Qualität des Endprodukts. Die „Product Sustainability Scorecard“ veranschaulicht dies auf einen Blick.” Das neue Verfahren von Symrise zur Gewinnung von Carvon aus Limonen ist im Vergleich zum traditionellen Verfahren charakterisiert durch:

- Abfallprodukt aus erneuerbaren Ressourcen
- Keine giftigen Reagenzien
- Keine Lösungsmittel
- ~ 9x weniger Abwasser pro kg Produkt
- Saubereres Abwasser
- Wettbewerbsfähige Kosten
- Einsatz von Enzymen

Quelle: <https://ub2019.symrise.de/nachhaltigkeit/nachhaltigkeit-und-verantwortung>



Aufgaben:

1. Vergleiche die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Nachhaltigkeits-Bewertung mit der „Produkt Sustainability Scorecard“ von Symrise. Stelle Unterschiede und Gemeinsamkeiten heraus.
2. Diskutiere, inwiefern das „Symrise-Verfahren“ zur Gewinnung von Carvon tatsächlich „grüner“ ist als die konventionelle Synthese. Gebe an, welche der grünen Prinzipien Berücksichtigung finden.
3. Nutze die Scorecard von Symrise und erläutere, welche Kriterien durch diesen Prozess erfüllt werden.





Wie bewerte ich eine Substanz?

Zu bewerten, ob eine Substanz besonders nachhaltig produziert wurde, ist nicht leicht, denn viele Kriterien können benutzt werden. Eine Möglichkeit sich zu orientieren, sind die 12 Prinzipien der Grünen Chemie. Daneben ist es wichtig, dass eine Substanz seine Funktion erfüllt und ob die Substanz dann auch in großen Mengen herzustellen ist. Außerdem ist es für ein Unternehmen natürlich auch wichtig, welche Kosten mit der Produktion verbunden sind. Daneben können auch soziale Faktoren, wie z. B. die Arbeitsbedingungen, eine wichtige Rolle in der Bewertung eines nachhaltigen Produkts spielen: Gibt es Kinderarbeit, wie sicher sind die Arbeitsbedingungen oder gibt es eine angemessene Bezahlung?

In den letzten Jahren versucht man, die Bewertung eines Produkts für Kunden so aufzuarbeiten, dass der Vergleich unterschiedlicher Produkte im Hinblick auf die Kriterien der Grünen Chemie direkt erkennbar ist. Hierzu wurden z. B. sogenannte **Nachhaltigkeitsbewertungsspinnen** entwickelt. Die Abbildung zeigt ein Beispiel für ein solches vereinfachtes Spinnennetzdiagramm:



Aufgaben:

1. Erläutere die Vor- und Nachteile von Nachhaltigkeitsbewertungsspinnen.
2. Entscheide dich bei der betrachteten Substanz in jeder der dargestellten Kategorien, ob sie zutrifft, vielleicht zutrifft oder nicht zutrifft. Setze dazu einen Punkt auf die jeweilige Kante im Spinnennetz. Wenn du fertig bist, verbinde alle Punkte im Uhrzeigersinn.
3. Interpretiere dein Ergebnis und vergleiche es mit deinen Mitschülern. Begründe Gemeinsamkeiten und Unterschiede.
4. Diskutiere die Schwierigkeiten bei der Erstellung einer Bewertungsspinne.

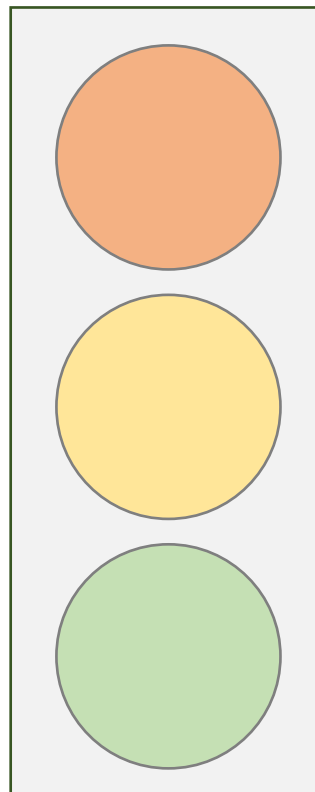


Wie bewerte ich eine Substanz?

Zu bewerten, ob eine Substanz besonders nachhaltig produziert wurde, ist nicht leicht, denn viele Kriterien können benutzt werden. Eine Möglichkeit sich zu orientieren, sind die 12 Prinzipien der Grünen Chemie. Daneben ist es wichtig, dass eine Substanz seine Funktion erfüllt und ob die Substanz dann auch in großen Mengen herzustellen ist. Außerdem ist es für ein Unternehmen natürlich auch wichtig, welche Kosten mit der Produktion verbunden sind und ob die Synthese effizient ist, d. h. ob möglichst viel Substanz aus den Rohstoffen gewonnen werden kann. Daneben können auch soziale Faktoren, wie z. B. die Arbeitsbedingungen, eine wichtige Rolle in der Bewertung eines nachhaltigen Produkts spielen: Gibt es Kinderarbeit, wie sicher sind die Arbeitsbedingungen oder gibt es eine angemessene Bezahlung?

In den letzten Jahren versucht man, die Bewertung eines Produkts für Kunden so aufzuarbeiten, dass der Vergleich unterschiedlicher Produkte im Hinblick auf die Kriterien der Grünen Chemie direkt erkennbar ist. Hierzu wurden z. B. sogenannte Ampelsysteme entwickelt. Die Abbildung zeigt ein Beispiel für ein solches vereinfachtes Ampelsystem:

Kriterium	Substanz A	Substanz B
Effizienz		
Energie		
Sicherheit		
Umwelt		
Soziales		



Nachteile überwiegen

Keine deutliche Vor- bzw. Nachteile

Vorteile überwiegen

Aufgaben:

1. Erläutere die Vor- und Nachteile von Ampelsystemen.
2. Entscheide dich bei der betrachteten Substanz in jeder der oben dargestellten Kategorien, ob die Ampel auf grün, gelb oder rot steht. Male das jeweilige Feld entsprechend aus.
3. Interpretiere dein Ergebnis und vergleiche es mit deinen Mitschülern. Begründe Gemeinsamkeiten und Unterschiede.



Wie bewerte ich eine Substanz?

Zu bewerten, ob eine Substanz besonders nachhaltig produziert wurde, ist nicht leicht, denn viele Kriterien können benutzt werden. Eine Möglichkeit sich zu orientieren, sind die 12 Prinzipien der Grünen Chemie. Daneben ist es wichtig, dass eine Substanz seine Funktion erfüllt und ob die Substanz dann auch in großen Mengen herzustellen ist. Außerdem ist es für ein Unternehmen natürlich auch wichtig, welche Kosten mit der Produktion verbunden sind. Daneben können auch soziale Faktoren, wie z. B. die Arbeitsbedingungen, eine wichtige Rolle in der Bewertung eines nachhaltigen Produkts spielen: Gibt es Kinderarbeit, wie sicher sind die Arbeitsbedingungen oder gibt es eine angemessene Bezahlung?

In den letzten Jahren versucht man, die Bewertung eines Produkts für Kunden so aufzuarbeiten, dass der Vergleich unterschiedlicher Produkte im Hinblick auf die Kriterien der Grünen Chemie direkt erkennbar ist. Hierzu wurden z. B. sogenannte Scorecards entwickelt. Die Abbildung zeigt ein Beispiel für ein solches vereinfachtes Bewertungssystem.

Anschließend werden für das Produkt Audit labels vergeben, z. B.



Voraussetzungen		Erzielt
	Es ist bekannt, wo das Produkt und die Verpackung nach Gebrauch verbleiben.	
	Sämtliche Inhaltsstoffe des Produkts sind bekannt.	
	Es wird darauf geachtet, aus welchen Ländern die Inhaltsstoffe geliefert werden.	
	Es wird auf faire Arbeitsbedingungen geachtet	
Nachhaltigkeitsziele		
Material	Geringerer Materialaufwand	
	Nutzung Nachwachsender Rohstoffe	
Verpackung	Geringerer Verpackungsaufwand	
	Nutzung von biologisch abbaubaren Materialien	
Energie	Höhere Energieeffizienz	
	Bessere Energieeffizienz beim Transport	
Wasser	Geringerer Wasserverbrauch bei der Synthese	
	Geringerer Wasserverbrauch bei der Produktion	
Abfall	Geringere Abfallproduktion	
	Höhere Recyclingrate	

Aufgaben:

1. Erläutere die Vor- und Nachteile von Scorecards und Audit labels.
2. Entscheide dich bei der betrachteten Substanz in jeder der unten dargestellten Kategorien, ob sie erzielt wurde und kreuze entsprechend an. Begründe, welche Audit labels Du vergeben würdest.
3. Interpretiere dein Ergebnis und vergleiche es mit deinen Mitschülern. Begründe Gemeinsamkeiten und Unterschiede.



**An die
Marketing Abteilung
- im Hause -**



Kunde **Zeichen** **Datum**
Eigen S-17/01 1. September

Cosma Etics
Vorstand

Leobener Straße
28359 Bremen

Telefon (0421) 218 – 63545454
Fax (0421) 218 - 5768968
eMail t.phos@green-cosmetics.de

Betreff: Bewertung neuer Produkte

Liebe MitgründerInnen unseres Start-Up Unternehmens „Green Cosmetics“,

in Kooperation mit unseren zahlreichen wissenschaftlichen Partnern ist es uns nun endlich gelungen, ein nachhaltiges Verfahren zur Gewinnung von Carvon zu entwickeln.

Nun brauchen wir eure Mithilfe (Aufgabe):

Unser Kunde benötigt für seine Werbeabteilung Studien und Belege, dass unser Verfahren tatsächlich nachhaltiger ist als die bisherigen Verfahren. Dank unserer internationalen Kooperationspartner liegen uns unterschiedliche Vorschläge vor, wie wir unser Produkt bewerten und kennzeichnen können.

1. Sichtet alle Informationen zu einer möglichen Nachhaltigkeitsbewertung.
2. Beurteilt die Aussagekraft der einzelnen Vorschläge.
3. Dokumentiert für unser internes Arbeitsgruppentreffen am (Datum) eure Ergebnisse, so dass wir auf dieser Sitzung entscheiden können, welches Bewertungssystem wir unserem Kunden vorschlagen.
4. Erstellt dann für unseren Kunden eine kurze Präsentation, in der ihr erklären könnt, wie man unser neues Produkt bewerten kann und welche Möglichkeiten es für eine Kennzeichnung gibt.

Wir wünschen euch viel Erfolg!

Eure Geschäftsleitung