

Palmöl oder besser Kokosöl

***Ein Life-Cycle-Assessment
für Interessierte***

Entwickelt im Rahmen des Projektes



www.lca-meets-efs.net



Liebe Schüler*innen, Auszubildende, Studierende, Kolleg*innen und Interessierte,

mit dieser Handreichung möchten wir Ihnen das LCA Lernangebot zum Thema „Palmöl oder besser Kokosöl“ vorstellen.

Mit der Agenda 2030 wird nachhaltige Entwicklung verstärkt in den Fokus gerückt und um neue Konzepte und Strategien erweitert. Prozesse in Alltag, Technik und Industrie sollen hin zu nachhaltiger Praxis transformiert werden. Dieses zu bewerten, ist aber keine leichte Aufgabe. In den vergangenen Jahrzehnten sind hierzu allerdings Techniken entwickelt worden, die man, wenn sie alle relevanten Auswirkungen eines Prozesses oder Produkts in die Betrachtung einbezieht, als Life Cycle Assessment (LCA) bezeichnet. Zentral für die Transformation unserer heutigen Welt im Sinne nachhaltiger Entwicklung ist die Chemie und die mit ihr verbundenen und auf ihr aufbauenden Wissenschaften und Wirtschaftsbereiche. Auch die Chemie muss sich nachhaltiger aufstellen; dies geschieht durch das Konzept der Green Chemistry (auch Nachhaltige Chemie). Da bereits in der Agenda 21 dargelegt wurde, wie wichtig Bildung für die nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft ist, findet auch in der Chemie ein Umdenken statt und ein neuer Bereich in der chemiebezogenen Bildung wird in vielen Ländern zunehmend implementiert: Green Chemistry Education (GCE).

Zur GCE gehört das Wissen um eine veränderte Sicht der Chemie etwa im Bereich der chemischen Synthese und Produktion in Forschung und Industrie. Damit eng verbunden sind auch Kompetenzen in der umweltgerechten, rechtskonformen und sicherheitstechnischen Behandlung von Chemikalien und chemischen Produktionsprozessen. Bislang sind Bewertungsstrategien im Zusammenhang der Nachhaltigen Chemie, etwa das LCA, aber kaum Gegenstand der GCE. Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Implementation einer digitalen Lernumgebung über Bewertungsstrategien und -methoden für den Umgang mit Chemikalien und chemierelevanten Prozessen. Dies betrifft sowohl das LCA als auch eingebundene Methoden, wie beispielsweise den CO₂- oder Wasserfußabdruck.

Eine Internetpräsenz www.lca-meets-efs.net führt auf verschiedenen Niveaus in die Thematik ein. Sie stellt zentrale Konzepte und Methoden vor und erläutert dies an Beispielen.

Im Folgenden werden Ihnen kurz das Schülerlabor „*Life Cycle Assessment meets Education for Sustainability*“ kurz *LCA-meets-EfS*, die Gestaltung des Schülerlaborangebotes und sicherheitsrelevante Aspekte zum Verhalten im Labor für den Praxisanteil erläutert. Wir würden uns über einen Besuch im Schülerlabor sehr freuen,

das Projektteam des Schülerlabors „FreiEx“ an der Universität Bremen

I. Das Schülerlabor „FreiEx“ in der Chemiedidaktik der Uni Bremen

Ein Schülerlabor ist eine außerschulische Lernumgebung, die ein vorstrukturiertes Lernangebot umfasst. Das Besondere an einem Schülerlabor ist die Ergänzung von schulischem und außerschulischem Lernen und die Abstimmung auf die spezifischen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler (SuS). Dies impliziert eine didaktische Gestaltung des Lernangebotes.

Das Schülerlaborangebot ist modular gestaltet, so dass es an verschiedene Lerngruppen flexibel angepasst werden kann und soll und zudem ein hohes Maß an innerer Differenzierung aufweist. Die digitalen Unterrichts- und Informationselemente, Experimentieranleitungen und Ergänzungsmaterialien sollen Schülerinnen und Schüler herausfordern, über Themen der Nachhaltigkeitsdebatte zu lernen und sich in entsprechenden Themenbereichen orientieren zu können. Zielgruppen dieser Schülerlaborangebote sind schulische und außerschulische Lerngruppen, Auszubildende sowie Studierende der naturwissenschaftlich-technischen Fachrichtungen und Interessierte.

II. Das LCA-Material für Lehrkörper und Anwender

Ausgehend von aktuellen Fragen der Klima- und Nachhaltigkeitsdebatte soll diese Handreichung zum LCA-Lernangebot „*Palmöl oder besser Kokosöl*“ eine Einführung in die komplexe Thematik des Life Cycle Assessments bieten. Geeignet ist das Material für Lernende ab der Sekundarstufe 9/10 der allgemeinbildenden und beruflichen Schulen und des Hochschulbereichs. Selbstverständlich kann/soll das angebotene Material auf das individuelle Leistungsvermögen und Interesse jeder Lerngruppe angepasst werden, daher sind die **Dateien als Word, PowerPoint oder PDF** verfügbar.

Für Lehrkräfte/Ausbilder/Dozenten/Kursleiter enthält das Lernangebot folgende Unterlagen und Materialien bereit:

UNTERLAGEN:

- Lehrerinformation LCA-Lernangebot „*Palmöl oder besser Kokosöl*“.
- Verlaufsplan zur Lerneinheit mit Vorschlägen zum Einstieg, zur Durchführung und zur Erkenntnissicherung mit Lösungen und Zeitangaben.
- Das Modul eignet sich für die Gruppenarbeit.

ARBEITSMATERIAL:

je Gruppe 4 Arbeitsblätter:

- AB 1 FAKTEN-CHECK
- AB 2 DATENBLATT Endpunkte komprimiert
- AB 3 INFORMATIONSBLETT Produktionszahlen und -schemata, Inhaltsstoffe, Verwendung
- AB 4 FAKTENTABELLE mit GRUPPENDISKUSSION – EXPERTENRUNDE (Argumentationsblatt)
- Druckvorlage Weltkarte

ZUSATZMATERIAL:

- Lösungen für das AB 4 FAKTENTABELLE als Argumentationshilfe und Hintergrundinformation zu den in diesem Modul relevanten Endpunkten CO₂-, Wasser-Fußabdruck sowie Flächenverbrauch.
- 3 Versuchsanleitungen zum Set – Praxis Herstellung Kokosöl, Cremes, Seife
- Liste zu Datenquellen, Medienangeboten, weiterführender Literatur, Bestelladressen

III. Der Verlaufsplan „Palmöl oder besser Kokosöl“

Nachhaltigkeit ist wichtig - aber selten einfach. Vor allem gilt das für das in Lebensmitteln und Treibstoffen verwendete Palmöl. Wie klimaschädlich ist Palmöl? Und ist Kokosöl als Alternative wirklich besser?

PHASE	TEILTHEMA	MATERIAL	DAUER
Einstieg	Wille, J. (2019) „Rohstoff mit hohem Risiko“. Artikel in der Frankfurter Rundschau 18.3.2019 https://www.fr.de/wirtschaft/palmoel-rohstoff-hohem-risiko-11870361.html	Zeitungs- artikel	5 min
	Video MaiLab https://www.youtube.com/watch?v=fyMQoYF5AfQ	Videoclip	6 min
	Noleppa, S. et al (2016) WWF Report „Auf der Ölspur“ sowie WWF-Stellungnahme zum Anbau von Ölpalmen unter https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/palmoel	Artikel und Video	15 min
Praxis	Kokosöl selbst herstellen mit Videoanleitung nach Beas Rezept: https://www.youtube.com/watch?v=kZajimEFQJ8	Versuchs- anleitung	60 min
und/oder	Einfache Creme auf Palmöl bzw. Kokosöl-Basis herstellen	Versuchs- anleitung	60 min
und/oder	Seife kochen, Verseifungszahl, Jodzahl	Versuchs- anleitung	120 min
Gruppen- arbeit	Einteilung der 5 Arbeitsgruppen mit 4-6 Teilnehmern		10 min
FAKTEN- CHECK	Anbaubedingungen, Wasser-, Flächenbedarfe	AB 1	30 min
	Weltkarte: Anhand der Excel-Tabellen ermittelt jede Gruppe die Haupterzeugerländer und trägt die Daten in die Weltkarte ein.	Druck- vorlage Weltkarte	30 min
LCA Einfach	CO ₂ -, Wasser-Fußabdruck, Flächenverbrauch von 1 Liter Öl.	AB 2	30 min
	LCA Schema einfach – als Mind Map	AB 3	20 min
ERGEBNISSE	Faktentabellen ausfüllen Bewertung in die Tabelle	AB 4	30 min
	Gruppendiskussion / Expertenrunde / Gruppenpuzzle		60 min
LCA Komplex	Statista: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1176478/umfrage/ernteertrag-von-palmoelfrucht-nach-laendern/	DATA-SET	60 min
	Inhaltsstoffe finden, ergänzen und vergleichen: Fettsäuren, Nomenklatur, gesättigt/ungesättigt, Ernährung	AB 3	30 min
	Tank - Teller - Diskussion: Lebensmittel als Energiequellen nutzen pro & contra	AB 3+4	30 min

IV. Erläuterungen zum Material

Zum Einstieg soll/kann sich die Lerngruppe durch Umfragen, Impulsfilme, Videos etc. dem Thema „Produktbetrachtung Kuhmilch & pflanzliche Alternativen“ nähern. Vorschläge zu geeigneten Forschungsfragen sind auf dem Verlaufsplan notiert. Praktische Betätigung im Labor oder Verkostungen erwecken Neugier und machen Spaß. Mit der Einteilung in Gruppen und der Ausgabe der Materialien bzw. Zustellung von Links auf dem Tablet und/oder der Website erhält jede Gruppe Zugriff auf die dort hinterlegten Materialien und das DATEN-SET. **(Zeitbedarf 2 Doppelstunden)**

In diesen Material-Ordnern sind die für die jeweilige Gruppe relevanten Arbeitsblätter (AB 1 FAKTEN-CHECK, AB 2 DATENBLATT, AB 3 IFOBLATT, AB 4 FAKTENTABELLE für die Gruppendiskussion) zu finden. Zur Auswahl stehen neben der Kuhmilch die pflanzlichen Alternativen Haferdrink, Sojadrink, Mandeldrink und Reisdrink. Sehr anspruchsvoll ist die Bearbeitung der Kuhmilch, die immer vergeben werden sollte. Wie viele und welche der pflanzlichen Alternativen bearbeitet werden, ist abhängig von der individuellen Größe und dem Interesse der Lerngruppe. Ferner sind zwei Druckvorlagen (Weltkarte und „Wertschöpfungskette“) enthalten

Die Arbeitsblätter AB 1-3 mit den beiden Druckvorlagen sollen die Lernenden bei der Erschließung der Faktenlage zu ihrem Produkt anleiten und unterstützen. Selbstverständlich sind die SuS / Studierenden in der Gestaltung ihrer analogen oder digitalen Mind Maps frei. Jedes Gruppenmitglied kann so seine individuellen Stärken - sei es analytisch, organisatorisch, gestalterisch und sprachlich - in die Gruppenarbeit einbringen. Eine Binnendifferenzierung ist im schulischen Kontext möglich.

ARBEITSMATERIAL

ARBEITSBLATT AB 1 ist ein FAKTEN-CHECK. Eine Headline mit Forschungsfrage/n leitet zum Text über. Dieser enthält in komprimierter Form die wichtigsten Informationen zu Inhaltsstoffen, Anbaugebieten und -bedingungen des betrachteten Produkts.

Die Lernenden können/sollen die **Ergebnisse aus dem AB 1 mit ihren eigenen Recherchen ergänzen** und für die abschließende Gruppendiskussion aufbereiten. Im kleinen Absatz „Was ihre Ökobilanz betrifft...“ sind beispielhafte Formulierungshilfen für die vergleichenden Betrachtungen angegeben, die gleichzeitig einen Zusammenhang zum **AB 2 DATENBLATT** herstellen.

AB 1 FAKTEN-CHECK PALMÖL

Mit 35 % Marktanteil ist Palmöl noch vor Sojapöl das meist angebaute Pflanzenöl der Welt. Als billige Fettkomponente auf Palmöl ist es unsere Lebensmittel unverzichtbar. In Indonesien und Malaysia sind die Hauptanbauländer für Palmöl, für die Palmpflanzungen werden dort große Urwaldflächen gerodet. Bauen wir heute und morgen auf Palmöl um? Worin liegt das Potenzial? Was sind die Folgen? Wie können wir unser Leben nachhaltiger gestalten?

Fakten-Check PALMÖL

Die Ölpalme, eine Verwandte der Kokospalme, ist die ertragsreichste Ölpflanze der Welt. Sie produziert Öl aus nur 10 % der Kocospalme.

Die Ölpalme erträgt in tropisch warmen Klimata und auf sehr fruchtbarem Boden eine Höhe von 30 m. Ab dem 8ten Lebensjahr liefert die Palme in dem tropischen Fruchte und die sogenannten wachsenden Früchte wachsende Ölfrucht ("Bunches"). Ein "Bunch" besteht aus ca. 1.500 Einzel Früchten und wiegt etwa 20 kg. Jede Palme produziert durchschnittlich 12-18 Fruchtblätter pro Jahr. Ölpalmen können 100 Jahre alt werden. In Indonesien werden sie aber nur ca. 25 Jahre genutzt und dann durch jüngere ertragsreichere Bäume ersetzt.

Zur Ernte werden sie mit Schwärz- oder Buschweiser vom Palmstamm abgeerntet. Wie bei der Kokospalme handelt es sich bei den Früchten um Steinfrüchte. Ein fett- und faserhaltiges Fruchtfleisch umgibt den Stein oder Kern. Zunächst muss eine Steinrinne und ein Sieb zum Enternen der Steinfrucht herbeiführen werden. Die Palmen alle 14 Tage abgeerntet und gehen 80% ihres Gewichtes als Urmasse ab. Urmasse wird auf regionale Ressourcen verlagert. Bei Rodung der Urwälder. Haben die erforderlichen Ölsamengänge müssen in den Mischenbereichen fruchtbar und fruchtbar die ernte aufzulassen der Palmen eigene Pflanzung nachfolgende ermöglichen.

Wie die Ölpalme wächst, sind sich die Experten einig. Palmöl aber auch Kokosöl sind rasigen Pflanzen. Der Grund für die Abnahme der Biodiversität in tropischen Regenwäldern.

- Ein direkter Vergleich zwischen Palmöl und Kokosöl zeigt: Die Produktion von 1 Liter Palmöl benötigt ein Drittel weniger Fläche als beim Kokosöl.
- Aus dem Palmfruchtfleisch extrahieren zwei Ölsorten - das Kernöl und das rote Fruchtfleisch.
- Der Wasserverbrauch für 1 ml Palmöl ist 100 ml höher, was fast ausschließlich durch die Ernte der Früchte bedingt ist.

Vergleichen Sie die Tabellen im DATENBLATT (AB 2) und zusätzlich die IFOBLATT (AB 3). Diese Werte gehen von Ökobilanz - Daten, die weltweit im Ökobilanz-Portal veröffentlicht werden. Weitere Quellen sind die Webseiten der Autoren (Göttinger, Göttinger) (2012) oder Ökobilanz (2014).

AUFGABEN

Sammeln weitere Informationen zur Kulturfunktion Ölpalme, um die Aufgaben 1-4 zu bearbeiten. Der Einstieg erfolgt zum Beispiel über den Video-Link <https://www.youtube.com/watch?v=...>

- In welchen Ländern werden Ölpalmen angebaut? Wie hoch ist die Produktionsmenge in Tonnen? Nennt die Weltkarte.
- Beschreibt die Anbaubedingungen. Welchen Ökobilanz und/oder Pflanzenschutzmittel einsetzt?
- Wie repariert Palmöl auch? Welche sind die Vorteile?
- Wie wird Palmöl aus dem Fruchtfleisch und den Kernen gewonnen? Skizziert den technischen Prozess.

ARBEITSBLATT AB 2 ist ein DATENBLATT. Die für die Durchführung einer einfachen LCA-Betrachtung nötigen Informationen (Flächen-, Wasser- und CO₂-Bedarfen bzw. Freisetzungen) sind bereits harmonisiert und in tabellarischer als auch graphischer Darstellung aufbereitet. Somit können Lerngruppen auch ohne Kenntnis über numerische und graphische Datenverarbeitung via Numbers oder Excel vergleichende Betrachtungen für die in diesem Angebot zu diskutierenden fünf Produkte hinsichtlich der fokussierten Endpunkte anstellen und LCA-relevante Aussagen formulieren.

AB 2 DATENBLATT (Daten zu Wasserverbrauch, CO₂-Footprint und Flächenbedarf)

Die Ölpalme gedeiht nur im tropisch feuchten Klima. Um jeweils 1 Liter hochpreisiges Pflanzenöl (in veget. Ölsorten) zu erhalten, werden zwischen 1.500 - 4.000 Liter Wasser benötigt. Wird Öl noch raffiniert, also neutralisiert, getrocknet und desodoriert, steigt der Wasserbedarf erheblich, aber auch der landwirtschaftliche Input ist sehr stark und führt zur weiteren Erhöhung des landwirtschaftlichen Input in Form von Düngemitteln.

Wasserverbrauch (blau, grün & grau) zur Produktion von 1 Liter Pflanzenöl (2019)

Produkt	Wasserverbrauch [L/kg Pflanzenöl]
Palmöl	~1.500
Kokosöl	~4.000
Rapsöl	~2.800

CO₂-Emissionen zur Produktion von 1 Liter Pflanzenöl (2019)

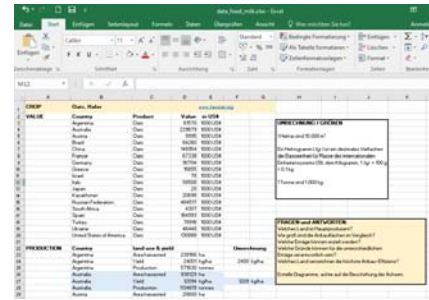
Produkt	CO ₂ -Emission [kg CO ₂ /kg Pflanzenöl]
Palmöl	~2,2
Kokosöl	~2,8
Rapsöl	~2,8

Flächenverbrauch in m² pro Jahr zur Produktion von 1 Liter Pflanzenöl (2019)

Produkt	Flächenverbrauch [m ² pro Liter Pflanzenöl]
Palmöl	~3,0
Kokosöl	~28
Rapsöl	~3,8

AUFGABE: Erstelle eine Übersichtstabelle für die 3 Produkte und diskutiere ihre Ökobilanz. Die Bausgröße soll ein Liter Pflanzenöl sein.

Das dazu erstellte **DATA-SET** fokussiert die drei wichtigsten Produktionsschritte (Anbau, Aufbereitung und Distribution), den Konsum und evtl. Verwertung von Resten. Die benötigten Daten wurden aus den Datenbanken Ecoinvent, Simapro5, ESU-Sense sowie faostat und Statista/Destatis ermittelt. Ziel ist es, die relevanten Daten so zu harmonisieren, dass sie von Lerngruppen erfolgreich umgerechnet und grafisch aufbereitet werden können, um eine Basis für die Bewertung und Diskussion der hier betrachteten LCA-Endpunkte zu erhalten.



Das **DATA-SET** (als Excel-Dateiformat) ist **Bestandteil des Zusatzmaterials** und soll/kann für Lerngruppen bereitgestellt werden, um entweder die Anwendung von Rechenprogrammen zu erlernen oder aber die diese bereits beherrschen. Als optional ist daher die auf dem AB 2 DATENBLATT formulierte abschließende Aufgabe zu verstehen, die eine weitere Bearbeitung der Daten und die neuerliche graphische Aufbereitung impliziert. Die Einbindung von Excel in das iPad-Programm Numbers gelingt ganz einfach durch copy/paste. Evtl. kann für Anfänger ein gemeinsamer Probelauf hilfreich sein.

Das dritte **INFORMATIONSBLETT AB 3** bietet komprimierte Daten zur Produktionsmenge und -bedingungen in den Anbauändern der betrachteten Öle, gibt Aufschluss über die identifizierten Fettsäuren und die Verwendung.

AB 3 INFORMATIONEN Produktion, Inhaltsstoffe und Verwendung

ANBAU & PRODUKTION
Die beiden Palmöler sind in allen Tropenregionen der Welt zu finden. Die Weltproduktion von Palmöl stieg von 2010 bis 2019 um 40%. Die wichtigsten Anbauänder für Ölpalmen sind Indonesien und Malaysia mit zusammen 86,1 % der Weltproduktion (2019 ca. 63 Mio. Tonnen Palmöl). Die Anbauflächen in beiden Ländern haben sich 2019 verdoppelt. Andere Produktionsländer sind Nigeria (1,1%), Kolumbien (2,0 %) und Papua (1,5 %) spielen kaum eine Rolle. Die wichtigsten Anbauänder für Kokospalmen sind Indonesien, Indien und die Philippinen. Hauptproduzenten für das Öl sind die Philippinen (2019 ca. 1,2 Mio. Tonnen Kokosöl) und Indonesien (0,9 Mio. Tonnen) gefolgt von Indien, Vietnam und Mexiko.

Produkt	Palme	Kokosöl
Produktion	63.000.000	1.200.000
Export	7.333.797	895
China	294.528.800	100,4
Indonesien	98.000.000	100,4
Malaysia	1.376.200	100,4
Nigeria	9.400.000	100,4
Philippinen	1.200.000	100,4
Thailand	15.000.000	100,4
Vietnam	100,4	100,4

Die Fließdiagramme stellen die Arbeitsschritte zur Gewinnung von Palmöl und Kokosöl dar.

Produktion von Palmöl

```

graph TD
    A[Ölpalmen Kulturland] --> B[Ernte]
    B --> C[Palmöl-Masse]
    C --> D[Verarbeitung]
    D --> E[1 kg Palmöl]
    D --> F[1 kg Kakaonuggetts]
    E --> G[Kochöl, Backfett, Ölsäure]
    F --> G
    
```

Produktion von Kokosöl

```

graph TD
    A[Kokospalmen Kulturland] --> B[Ernte]
    B --> C[Kokos-Nuggetts]
    C --> D[Verarbeitung]
    D --> E[1 kg Kokosöl]
    D --> F[1 kg Kakaonuggetts]
    E --> G[Kochöl, Backfett, Ölsäure, Kosmetika]
    F --> G
    
```

INHALTSSTOFFE	Inhaltsstoffe			
	Palme	Palme	Kokosöl	Kokosöl
Ölsäure	0,84	20-27	0,8	8,0-17
Linolensäure	0,14	6,4-10	0,1	9-10
Arachidinsäure	0,04	0-1	0,1	0,5-0,1
Stearinsäure	0,14	10-17	0,1	80-10
Myristinsäure	0,04	0-1	17-21	14,3-19
Beheninsäure	0,04	0-1	0,01	1,0-1
Caprinsäure	0,04	0-1	0,01	1,0-1,2
Caprinsäure	0,04	0-1	0,01	0,01
Palmitinsäure	0,14	1-1	1,1	0,01
Palmitinsäure	0,04	0-1	1,1	1,1

VERWENDUNG
Palmöl wird zur Biodieselherstellung verwendet. In der Kosmetik-, Waschmittel- und Lebensmittelindustrie sind viele Produkte ohne Palm- und Kokosöl gar nicht denkbar. Wegen ihrer Struktur und Konsistenz sind sie vielseitig verwendbar. Sie finden sich insofern in Schokolade (Datteln), Margarine, Backwaren, Tintenpatronen und Eis. In der heimischen Küche eignet sich das naturbelassene rote Palmöl und das Kokosöl gleichermaßen hervorragend zum Braten und Backen.

Das vierte **ARBEITSBLATT AB 4** bildet die Grundlage für die abschließende Präsentation und Gruppendiskussion. Auf ihm werden zu den Bewertungskriterien „ökologische & ökonomische, gesundheitliche Gründe“ Fakten tabellarisch festgehalten.

Mit einer abschließenden **Präsentation der Ergebnisse** (via Keynote, Powerpoint, Padlet oder als Poster) und **Diskussion** (als Gruppenpuzzle / Podiumsdiskussion / Expertenrunde) gelingt die Vermittlung der Resultate aus den einzelnen Gruppenarbeiten hin zur gesamten Lerngruppe. Die Argumentationshilfe AB 4 kann in einer Expertenrunde die pros & cons zum jeweiligen Produkt liefern. (Zeitbedarf mindestens 2 Doppelstunden).

Eine **Druckvorlage „Weltkarte“** kann/soll mit den ermittelten Produktionsländern und -daten bestückt werden (als .pdf). Diese Daten können entweder dem **DATA-SET** entnommen werden, die auf Basis der von faostat ermittelten Produktionsmengen nach Produktionsländern für das Jahr 2019 aufgelistet sind oder aber nach freier Recherche (z.B. via Wikipedia) ermittelt werden.

Als **Praxis-Angebot** wurde die **Versuchsanleitung zur Herstellung von Kokosöl** mit zwei exemplarischen Videoanleitungen via YouTube ausgewählt und umgesetzt. Ferner ist ein **Rezept zur Herstellung einer einfachen Creme** im Angebot. Hier kann der Vergleich der beiden Öle als Bestandteil in den Fettphasen diskutiert werden. Ein **Rezept zur klassischen Verseifung** der beiden Öle mit NaOH ist ebenfalls erarbeitet worden.

V. LCA relevante Begriffe

In diesem LCA-Set werden die Endpunkte Fläche, CO₂-Fußabdruck und Wassergebrauch verwendet:

Endpunkt Flächenverbrauch: Die Betrachtung der Ausbeuten bzw. erwirtschafteten Erträge je Hektar gibt Aufschluss über die Effektivität eines Erzeugerlandes. In diesem vergleichenden Set „Palmöl oder besser Kokosöl“ soll zwischen den Anbaubedingungen in den bis zu 5 betrachteten Anbauländern unterschieden werden. Die Lernenden erkennen, welches Land maßgebliche Produktionszahlen aufweist und sollten erklären können, warum das so ist. Die Bodenqualität, die klimatischen und geologischen Begebenheiten vor Ort sind entscheidend für die Höhe der Ernteerträge. Aber auch Bewässerungs-, Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen sowie der Einsatz von GVO haben erheblichen Einfluss auf die Ertragsleistung. Diese verursachen Überdüngung und Versauerung des landwirtschaftlich genutzten Bodens bis hin zum Verlust der Artenvielfalt, etwa durch Rodung tropischer Regenwälder. Die Nahrungsmittelproduktion steht zudem in Konkurrenz zu anderen Formen der Landnutzung wie der landwirtschaftlichen Energieproduktion, dem Erhalt von Naturflächen oder der Besiedelung.

Endpunkt CO₂-Fußabdruck: Ist die Menge einer bestimmten Substanz bekannt, die zum Beispiel in die Luft emittiert wird und welche Auswirkung diese Substanz in der Umwelt hat, kann ihr Klimapotenzial berechnet werden. Beispielsweise weiß man, dass Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Methan (CH₄) zum Klimawandel beitragen – allerdings in unterschiedlichem Ausmaß. Das Klimawandelpotenzial von Methan (CH₄) ist ca. 24mal stärker ausgeprägt als das von Kohlenstoffdioxid. Diese Unterschiede werden in Form von Substanz-spezifischen Schadensfaktoren berücksichtigt.

Nachfolgend ist das Prinzip an einem einfachen Beispiel gezeigt: Lebenszyklusinventar

CO ₂ , fossil → 1,00 kg	CH ₄ , fossil → 1,00 kg
CO ₂ , fossil → 1	CH ₄ , fossil → 24
Schadensfaktoren in Bezug auf den Klimawandel	
Ermittlung des Klimawandelpotenzials bezogen auf CO ₂	
1,00 kg CO ₂ , fossil x Schadensfaktor 1 = 1,0 kg CO ₂ Äquivalente	
1,00 kg CH ₄ , fossil x Schadensfaktor 24 = 24,0 kg CO ₂ Äquivalente	
Σ = 25,00 kg CO ₂ Äquivalente	

Umfangreichere Auswertungen werden üblicherweise mit entsprechender Software durchgeführt, in der beispielsweise die Schadensfaktoren für verschiedene Impact-Kategorien hinterlegt sind. Die in diesem Modul vorgenommene Vereinfachung sieht lediglich die Betrachtung des CO₂ als klimarelevantes Treibhausgas (GHG) vor.

Im Set „Palmöl oder besser Kokosöl“ schneiden beide Kandidaten, aber auch das heimische Pendant Rapsöl, eigentlich schlecht ab. Gründe dafür sind vor allem die bei der – vorzugsweise durchgeführten - Brandrodung frei gesetzten Emissionen in den Tropen, das Rapsöl liefert CO₂-Äquivalente durch die Saatenproduktion, Beackerung und Verarbeitung. Kokosöl ist jedoch deutlich schlechter als sein Bruder Ölpalme, weil der Ernteertrag pro Kokospalme um ein Drittel geringer ist. Auch wenn sich die Produktion von Kokosnüssen und Kokosöl in den vergangenen 10 Jahren verdoppelt hat, wurde sie von der effizienteren Ölpalme weitestgehend verdrängt. Hierin liegt begründet, weshalb ein Totalverzicht auf Palmöl nicht so einfach durch Kokosöl kompensiert werden kann.

Endpunkt Wasser-Fußabdruck - virtuelles Wasser (Wasserverfügbarkeit): Wasser, insbesondere sauberes Trinkwasser, wird weltweit vermehrt als knappes und wertvolles Gut wahrgenommen. Wasser wird aber auch in großen Mengen bei der Herstellung von Produkten gebraucht. Der Wasserfußabdruck (Water Footprint) berücksichtigt in erster Linie nur die gebrauchte Menge an Wasser, wobei zwischen

- Oberflächen- und Grundwasser (blue water)
- Regenwasser (green water)
- verschmutztem Wasser (grey water)

unterschieden werden muss. Sowohl für die Kuhmilch als auch seine pflanzlichen Alternativen Reis und Mandel sind hohe Wasserbedarfe zu verzeichnen - allerdings aus unterschiedlichen Gründen!

Die beiden Palmenarten werden in tropischen Zonen nahe des Äquators vor allem in Asien produziert. Der Boden muss nährstoffreich und tiefgründig sein. Die Palmen haben aufgrund ihres hohen Bewässerungsbedarfs in den heißen Hauptanbaugebieten eine sehr schlechte H₂O-Bilanz. Das benötigte Wasser stammt hauptsächlich aus Regen und Oberflächengewässern (Flüsse, Seen).

Der Ölpalmen-Anbau wird durch eine große Anzahl von Schädlingen und Unkräutern limitiert, dem nur durch massiven Einsatz von Pestiziden (vor allem Herbizide und Fungizide) begegnet werden kann, was die Bodenqualität senkt und besonders den Anteil an „grauem“ - d.h. verschmutztem - Wasser erhöht. Eine nachgeschaltete Wasseraufbereitung erfolgt in den Anbaugebieten oft nicht oder nur unzureichend.

Die Energieeinträge zur Produktion von Palmöl oder besser Kokosöl umfasst eine umfangreiche Datensichtung. Voraussetzung dafür ist ein geeigneter alternativer bzw. vergleichender Prozess, um die ermittelten Ergebnisse zu verstehen und bewerten zu können. Hierzu wurden vor allem die von den Autoren Poore und Nemecek 2018 in Science veröffentlichten Datensätze herangezogen.

Der Transport von Gütern und die Gestaltung des Individualverkehrs steht aktuell im Mittelpunkt zahlreicher Diskussionen zum Umfang und der Art nachhaltiger Verkehrsplanung und Antriebstechnologie. Der globale Rohstoff- und Warenhandel ist hauptsächlich fossil basiert. Die Umrechnung der Transportkilometer je Tonne Ware verteilt sich auf die vier Transporttypen Flugzeug, Frachter, Schiene und LKW.

Informationen zu den LCA Endpunkten sind auch unter „BASISWISSEN → FAKTEN SHEETS“ zu finden.

VI. Hinweise und Literatur zum fachlichen Hintergrund

Im Folgenden finden Sie Hinweise, fachliche Hintergründe und Links:

- MaiLab Video Kokosöl <https://www.youtube.com/watch?v=fyMQoYF5AfQ>
- Wille, J. (2019) „Rohstoff mit hohem Risiko“. Artikel in der Frankfurter Rundschau 18.3.2019 <https://www.fr.de/wirtschaft/palmoel-rohstoff-hohem-risiko-11870361.html>
- Noleppa, S. et al (2016) WWF Report „Auf der Ölspur“ sowie WWF-Stellungnahme zum Anbau von Ölpalmen unter <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/palmoel>
- NGO notinmytank und der Europäische Aktionstag #NotInMyTank, am 21.1.19 <https://www.transportenvironment.org/get-involved/campaign-with-us/not-in-my-tank/>
- FAO <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/en/>
- <https://waterfootprint.org>
- Poore, J. & Nemecek, T. (2018) *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers* in Science Vol. 360, 6392. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaq0216>
- Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products*, Value of Water Research Report Series No.48, UNESCO-IHE. Main Report Volume 1 and Appendices Volume 2 & unter <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/product-water-footprint/water-footprint-crop-and-animal-products/>
- <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1176478/umfrage/ernteertrag-von-palmoelfrucht-nach-laendern/>
- Forum Nachhaltiges Palmöl (FONAP) unter www.forumpalmoel.org
- PREZI Ölpalmenanbau in Indonesien von Alisa Brüggemann unter <https://prezi.com/p/jr5ivlgqsr8w/olpalmen/>
- PREZI Ölpalmenanbau von Hanna Hoff unter <https://prezi.com/p/zfep01cddfo1/olpalmenanbau/>
- Beas Rezept: <https://www.youtube.com/watch?v=kZajimEFQJ8>
- Gesundheitsblatt: <https://www.youtube.com/watch?v=enitnGt7muQ>
- www.proplanta.de
- www.wikipedia.de