

Kuhmilch & pflanzliche Alternativen

***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 „Kuhmilch und seine pflanzlichen Alternativen“ 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 „*Kuhmilch und pflanzliche Alternativen*“ 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 „*Kuhmilch und pflanzliche Alternativen*“.
- 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 3 Arbeitsblätter:


- AB 1 FAKTEN-CHECK
- AB 2 DATENBLATT Endpunkte komprimiert
- AB 3 FAKTENTABELLE mit GRUPPENDISKUSSION – EXPERTENRUNDE (Argumentationsblatt)
- 2 Druckvorlagen - Weltkarte, Wertschöpfungskette

ZUSATZMATERIAL:

- DATA-SETS zur kalkulatorischen Bearbeitung via Excel, Numbers und Sankey
- Lösungen für das AB 3 FAKTENTABELLE als Argumentationshilfe und Hintergrundinformation zu den in diesem Modul relevanten Endpunkten CO₂-, Wasser-Fußabdruck sowie Flächenverbrauch.
- Inhaltsstoffe, Nähr- und Brennwerte der betrachteten Produkte vergleichen. Als Übersichtsblatt ausgeben oder im PADLET (via LINK oder QR-Code) bearbeiten und ergänzen. Einladungsanfrage vorab anfragen.
- Versuchsanleitungen – wenn es Praxisanteile zum Set geben soll
- Liste zu Datenquellen, Medienangeboten, weiterführender Literatur, Bestelladressen

III. Der Verlaufsplan „Kuhmilch und pflanzliche Alternativen“

Nachhaltigkeit ist wichtig - aber selten einfach. Vor allem gilt das für den Dauerbrenner in der Klima-Diskussion: Milch. Wie klimaschädlich ist Kuhmilch? Und sind Alternativen, Soja-, Mandel-, Hafer- oder Reisdrink wirklich besser?

PHASE	TEILTHEMA	MATERIAL	DAUER
Einstieg	Wer trinkt Kuhmilch und wer bevorzugt pflanzliche Alternativprodukte?	Umfrage 1	20 min
	https://www.chip.de/artikel/Der-beste-Milchersatz-Hafer-Soja-und-Mandelmilch-im-Vergleich_158119161.html	Videoclip	20 min
Praxis	Haferdrink selbst herstellen mit Videoanleitung von Nicole Voss	Versuchs-anleitung	60 min
	Verkostung: Verschiedene Produkte probieren: Testkriterien festlegen, Bewertung	Umfrage 2	30 min
	Preise verschiedener Anbieter finden, auflisten und vergleichen	Recherche	10 min
Gruppenarbeit	Einteilung der 5 Arbeitsgruppen mit 4-6 Teilnehmern		10 min
FAKTEN-CHECK	Viehhaltung, 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.	Druckvorlage „Weltkarte“	30 min
	LCA Schema einfach – als Mind Map	Druckvorlage „Wertschöpfung“	30 min
LCA	CO ₂ -, Wasser-Fußabdruck, Flächenverbrauch von 1 Liter Milch und seinen pflanzlichen Alternativen.	AB 2	30 min
ERGEBNISSE	Faktentabellen ausfüllen Bewertung in die Tabelle	AB 3	30 min
	Gruppendiskussion / Expertenrunde / Gruppenpuzzle		60 min
LCA Komplex	Statista: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1198026/umfrage/co2-fussabdruck-von-milchprodukten-eiern-und-milchalternativen-in-deutschland/	DATA-SET	60 min
	Inhaltsstoffe finden, ergänzen und vergleichen: Nährwerte und Brennwerte – was sind das? https://padlet.com/asiol/ztk2b6eyzkrk0ewk	 ZUSATZINFO via Padlet	30 min
	Verpackung Tetrapack oder Glasflasche optional...		120 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 Padlet 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 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, Haltungs-/Anbau-gebieten und Haltungs-/Anbau-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.

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 1 FAKTEN-CHECK HAFERDRINK

Die Lebensmittelkategorie gilt als klimafreundlich, industrielle Landwirtschaft, Massenerzeugung und die Futtermittelproduktion, schaden der Umwelt. Viele suchen daher nach Alternativen und steigen auf Pflanzendrinks um. Aber ist das tatsächlich nachhaltiger?

Fakten-Check HAFERDRINK

Haferdrink wird aus dem Getreide Hafer gewonnen und in den meisten Fällen mit Wasser, Salz und etwas Vanillearoma angereichert. Durch die Verarbeitung zum Drink verliert der Hafer aber die meisten seiner gesunden Eigenschaften, gleichzeitig mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren und einem niedrigen Eiweißgehalt. Sie enthält besonders Zuckerverformen - **Süßholzwurzel**, die die Verdauung regulieren. Der Haferdrink besteht zusätzlich aus hochwertigen und wertvollen Süßholz und kommt in einer konsistenten und schaumstabilen Form der Süßholzwurzel am nächsten. Mit rund 40 Kalorien auf 100 ml enthält der Haferdrink leider nicht zu den kalorienärmsten Getränken.

Haferdrink enthält weiter Lakritz, auch Milchweizen oder Roggenstärke, was die zum idealen Milchersatz für Allergiker machen würde, wäre es nicht das enthaltene Glukin! Dieses Glukin aus dem Hafer wird von empfindlichen Menschen nicht vertragen. Das fehlende Kalium wird - wie bei den meisten pflanzlichen Milchalternativen auch - industriell zugesetzt.

Hafer ist ein heimisches Getreide und lässt sich in weiten Teilen Europas klimaschonend anbauen. Zusätzlich kann beim Haferanbau weitgehend auf Gentechnik und Pestizide verzichtet werden. Die Transportwege sind kürzer und die erforderlichen Wassermengen geringer.

Haferdrink ist eine Form der Getreidemilch. Sie wird aus Hafer hergestellt. In der EU ist darf daher nicht als Milch verkauft werden, sondern wird z. B. als „Haferdrink“ vermarktet. Der Preis für Haferdrink schwankt je nach Hersteller zwischen 0,95 und 2,30 Euro.

Was Ihre Ökobilanz betrifft...

- Ein direkter Vergleich zwischen Kuhmilch und Haferdrink aus Europa zeigt: Die Produktion von Haferdrink benötigt 80 % weniger Land und
- verbraucht 70% weniger Treibhausgas.
- Der Wasserbedarf ist mit 43 l pro m³ sehr gering, der natürliche Regen reicht aus.
- Im Vergleich zu Kuhmilch verbraucht Haferdrink in der Herstellung 50 % weniger Energie.

Vergleichen Sie die Tabellen im DATENBLATT (AB 2). Diese Werte gehen aus Studien des Water Footprint Network, des Ökopost und des Greenpeace. Weitere Quellen sind die Websites des Auswärtigen Amtes & des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND).

AUFGABEN

Samtlich weitere Informationen zur Kategorie Hafer, um die Aufgaben 1-4 zu bearbeiten. Der Einstieg gelingt gut über WIKIPEDIA unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Hafer>

- In welchen Ländern wird Hafer produziert? Wie hoch ist die Produktionsmenge in Tonnen? Nenn die Weltkarte
- Beschreibe die Anbaubedingungen. Werden Düngemittel und/oder Pflanzenschutzmittel eingesetzt?
- Wie exportiert Hafer? Nenn die Weltkarte
- Wie wird Haferdrink hergestellt? Skizziere den technischen Prozess.

AB 2 DATENBLATT (Kerndaten zum Wasserverbrauch, CO₂-Fußabdruck und Flächenbedarf)

Wasserverbrauch von Kuhmilch und pflanzlicher Drinks im Vergleich 2018

Mit Blick auf den Wasserverbrauch erzielen pflanzliche Drinks eine bessere Ökobilanz als Kuhmilch. Während im Jahr 2018 für einen Liter Kuhmilch rund 623 Liter Wasser verbraucht wurden, lag der Wasserverbrauch für die Herstellung von Sojadrink nur bei 28 Litern.

Wasserverbrauch in l/kg	Wasserverbrauch in kg/l
Kuhmilch	623
Sojadrink	28
Haferdrink	48
Mandeldrink	371
Reisdrink	270

CO₂-Emissionen von Kuhmilch und pflanzlichen Drinks im Vergleich 2018

Mit Blick auf den CO₂-Ausstoß erzielt pflanzliche Milch eine bessere Ökobilanz als Kuhmilch. Während im Jahr 2018 für einen Liter Kuhmilch rund 1,2 Kilogramm Kohlendioxid freigesetzt wurden, lag der CO₂-Ausstoß bei der Herstellung von Mandeldrink bei 0,7 Kilogramm.

CO ₂ -Emissionen in kg/l	CO ₂ -Emissionen in kg/l
Kuhmilch	1,2
Sojadrink	0,1
Haferdrink	0,8
Mandeldrink	0,7
Reisdrink	1,2

Flächenverbrauch von Kuhmilch und pflanzlichen Alternativen im Vergleich 2018

Mit Blick auf den Flächenverbrauch erzielt pflanzliche Milch eine bessere Ökobilanz als Kuhmilch. Während für einen Liter Kuhmilch im Jahr 2018 rund 8,5 Quadratmeter benötigt wurden, lag der Flächenverbrauch für die Herstellung von Sojadrink nur bei 0,7 Quadratmetern.

Flächenverbrauch in m ² /kg	Flächenverbrauch in m ² /kg
Kuhmilch	8,5
Sojadrink	0,7
Haferdrink	0,8
Mandeldrink	0,8
Reisdrink	0,7

AUFGABE: Erstelle eine Übersichtstabelle für die 5 Produkte und diskutiere ihre Ökobilanzen. Die Beleggröße soll ein Liter Kuhmilch bzw. Pflanzendrinks sein.

Als Beispiel: <https://www.facebook.com/germany.de/mentions/1092417965633710162164274108064>

Das Angebot ist ein Produkt der Greenpeace Kampagne „Klimafreundlich“.

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, simapro, 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 **ARBEITSBLATT AB 3** bildet die Grundlage für die abschließende Präsentation und Gruppendiskussion. Auf ihm werden zu den Bewertungskriterien „Tierwohl, 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 3 kann in einer Expertenrunde die pro & cons zum jeweiligen Produkt liefern. (Zeitbedarf mindestens 2 Doppelstunden).

AB 3 FAKTENTABELLE mit GRUPPENDISKUSSION - EXPERTENRUNDE

Milchersatz: Das können die pflanzlichen Alternativen

In einigen deutschen Kühlschränken haben pflanzliche Milchalternativen die klassische Kuhmilch mittlerweile von ihrem Stammplatz verdrängt. Beim Preis hat die Kuhmilch jedenfalls die Nase vorn. Während sie teilweise schon für 78 Cent angeboten wird, überlegt es sich der Verbraucher wohl oft zwei Mal, ob er den Mandeldrink für rund 2 Euro nun wirklich braucht. Der Kuhmilchkonsum bietet offensichtlich nach wie vor Diskussionsstoff.

Wir wollen etwas Licht ins Dunkel bringen und stellen einige Vertreter der Milchalternativen vor. Rein rechtlich gesehen hat lediglich die tierische Milch von Kuh, Ziege oder Pferd einen Anspruch auf die Bezeichnung "Milch". Die meisten pflanzlichen Milchvertreter schmücken sich daher mit dem Titel "Drink", was nicht selten zusätzliche Verwirrung beim Verbraucher stiftet.

Übersicht der Argumente pro / kontra Milch und pflanzliche Alternativen	
KUHMLICH	
Tierwohl	
Massentierhaltung	bis zu 1000 Milchkühe im Betrieb
Umgang mit Kalbern	Trennung direkt nach der Geburt, Tötung männlicher Kalber nach kurzer Mast
Lebenserwartung	5-6 Jahre statt bis zu 25 Jahren
Halbungsformen	77 % der Kühe in Autaldehydhaltung , keine Bewegung, keine sozialen Kontakte
sonstige	
ökologische Gründe	
Flächenverbrauch	Bis zu 8,8 m ² pro Liter Produkt
Wasserverbrauch	bis zu 1000 Liter Wasser pro Liter Produkt
sonstige	
Gesundheit	
Vitamin B12	natürlicherweise enthalten
Calcium	natürlicherweise enthalten
Allergien	Enthält Laktose
Weltbevölkerung, Hunger	Milch gilt als Nahrungsmittel
ökonomische Gründe	
	Milchsektor größter landwirtschaftlicher Zweig
	Zu geringer Auszahlung von Molkeerzeugern
	Milch ist günstiger als Haferdrink

Weitere Argumente:

Der große Vorteil der pflanzlichen Alternativen ist das Fehlen von Cholesterin und Laktose. Geschmacklich sind einige Produkte in ihrer natürlichen Form nicht überzeugend. Hier helfen Hersteller oft mit Zucker, Zusatz- und Aromastoffen nach, was den vermeintlich gesunden Drink schnell zu einer Kalorienbombe macht. In diesem Fall lohnt sich ein Blick auf die Nährwertangaben auf der Verpackung. Auch das fehlende Kalzium wird den meisten Milchalternativen mittlerweile industriell zugefügt.

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 2018 aufgelistet sind oder aber nach freier Recherche (z.B. via Wikipedia) ermittelt wurden.

Die **Druckvorlage „Wertschöpfungskette“** (ebenfalls als .pdf) enthält vorbereitete Buttons mit Ausgangsstoff, möglichen Arbeitsschritten bis hin zum Kunden.

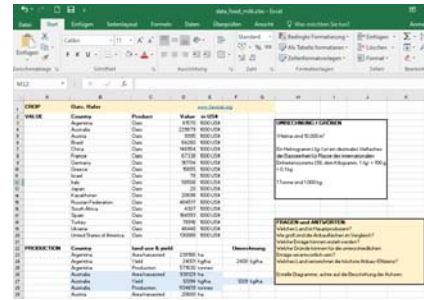
In Produktions-Fließbildern soll eine „Wertschöpfungskette“ zur Rohstoff-, Wasser-, Energie- und Stoffstromanalyse sowie die prozessrelevanten Parameter „Energiebedarf, Frisch- & Abwasserströme, Zuschlagstoffe, Erträge, Entsorgung, Transport, Emissionen“ dargestellt werden. Erweiterbar/optional ist die End-of-Life-Betrachtung der Verpackung zu ergänzen.

Vom Rohstoff Getreide zur Getreidemilch: Produktionsschritte



ZUSATZMATERIAL

Das **DATA-SET** ist als Excel-Datei als .xlsx verfügbar. Via copy/paste gelingt die Einbindung in die iOS-Anwendung NUMBERS via iPad.



The screenshot shows an Excel spreadsheet with two main sections: 'KUH MILCH' and 'PFLANZLICHE ALTERNATIVEN'. The 'KUH MILCH' section lists various milk products with columns for 'Energie', 'Protein', and 'Wasser'. The 'PFLANZLICHE ALTERNATIVEN' section lists plant-based alternatives like 'Soja', 'Mandeln', and 'Reis' with columns for 'Energie', 'Protein', and 'Wasser'. There are also some text boxes with additional information.

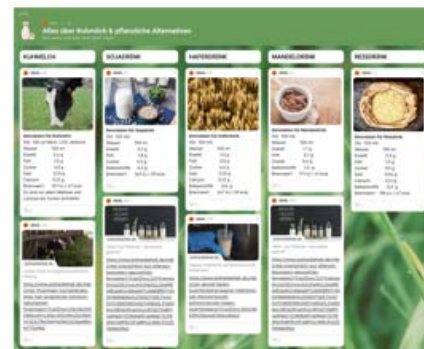
Informationen über Inhaltsstoffe und Nährwerte der in diesem LCA-Angebot betrachteten Produkte ist als Ausdruck und in digitaler Form verfügbar.



Der Link zum Padlet :

<https://padlet.com/ASiol/ztk2b6eyzkrk0ewk>

Dazu gibt es auch einen QR-Code.



Als **Praxis-Angebot** wurde die **Versuchsanleitung zur Herstellung von Haferdrinks** mit Videoanleitung von Nicole Voss im Rahmen ihrer Bachelorarbeit entwickelt.

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 komplexen Set „Kuhmilch & pflanzliche Alternativen“ soll zwischen den Anbaubedingungen in den bis zu 10 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

$\text{CO}_2, \text{ fossil} \rightarrow 1,00 \text{ kg}$	$\text{CH}_4, \text{ fossil} \rightarrow 1,00 \text{ kg}$
$\text{CO}_2, \text{ fossil} \rightarrow 1$	$\text{CH}_4, \text{ fossil} \rightarrow 24$
Schadensfaktoren in Bezug auf den Klimawandel	
Ermittlung des Klimawandelpotenzials bezogen auf CO_2	
$1,00 \text{ kg CO}_2, \text{ fossil} \times \text{Schadensfaktor } 1 = 1,0 \text{ kg CO}_2 \text{ \u00c4quivalente}$	
$1,00 \text{ kg CH}_4, \text{ fossil} \times \text{Schadensfaktor } 24 = 24,0 \text{ kg CO}_2 \text{ \u00c4quivalente}$	
$\Sigma = 25,00 \text{ kg CO}_2 \text{ \u00c4quivalente}$	

Umfangreichere Auswertungen werden \u00fcblicherweise mit entsprechender Software durchgef\u00fchrt, in der beispielsweise die Schadensfaktoren f\u00fcr verschiedene Impact Kategorien hinterlegt sind. Im Set „Kuhmilch & pflanzliche Alternativen“ schneidet die Kuhmilch gegen\u00fcber den pflanzlichen Alternativen deutlich schlechter ab. Aber auch der Reis liefert recht hohe Emissionsdaten. In beiden F\u00e4llen ist die Freisetzung von Methan daf\u00fcr verantwortlich.

Die in diesem Modul vorgenommene Vereinfachung sieht lediglich die Betrachtung des CO_2 als klimarelevantes Treibhausgas (GHG) vor. Die im DATA-SET gr\u00fcn unterlegten Seiten lassen jedoch auch detailliertere Betrachtungen zu den Umweltauswirkungen der Kuhmilch-, Mandelbaum- und Getreideproduktion zu.

Endpunkt Wasser-Fu\u00dfabdruck - virtuelles Wasser (Wasserverf\u00fcgbarkeit): Wasser, insbesondere sauberes Trinkwasser, wird weltweit vermehrt als knappes und wertvolles Gut wahrgenommen. Wasser wird aber auch in gro\u00dfen Mengen bei der Herstellung von Produkten gebraucht. Der Wasserfu\u00dfabdruck (Water Footprint) ber\u00fccksichtigt in erster Linie nur die gebrauchte Menge an Wasser, wobei zwischen

- Oberfl\u00e4chen- und Grundwasser (blue water)
- Regenwasser (green water)
- verschmutztem Wasser (grey water)

unterschieden werden muss. Sowohl f\u00fcr die Kuhmilch als auch seine pflanzlichen Alternativen Reis und Mandel sind hohe Wasserbedarfe zu verzeichnen - allerdings aus unterschiedlichen Gr\u00fcnden!

Milchvieh ben\u00f6tigt zur Milchproduktion Kraftfutter, das zum gr\u00f6\u00dften Teil aus geschrotetem (Import-) Soja besteht. Der Soja-Anbau wird durch eine gro\u00dfe Anzahl von Sch\u00e4dlingen, Unkr\u00e4utern und echtem Mehltau limitiert, dem nur durch massiven Einsatz von Pestiziden (vor allem Herbizide und Fungizide) begegnet werden kann, was die Bodenqualit\u00e4t senkt und besonders den Anteil an „grauem“ - d.h. verschmutztem - Wasser erh\u00f6ht. Eine nachgeschaltete Wasseraufbereitung erfolgt in den Anbaubereichen vor allem in Brasilien oft nicht oder nur unzureichend. Aus diesem Grund ist weltweit eine stetige Zunahme von gentechnisch ver\u00e4ndertem Saatgut fast s\u00e4mtlicher Nutzpflanzen zu verzeichnen. Die „Sojabohne“ von Monsanto z.B. ist resistent gegen das Totalherbizid Glyphosat.

Reis wird auf Feldern in Asien produziert, die regelm\u00e4\u00dfig geflutet werden. Das Wasser hierzu stammt haupts\u00e4chlich aus Regen und Oberfl\u00e4chengew\u00e4ssern (Fl\u00fcsse, Seen). Der morastige Boden muss n\u00e4hrstoffreich sein, dadurch kommt es zur Bildung und Freisetzung von Methan. Mandeln haben aufgrund ihres hohen Bew\u00e4sserungsbedarfs im hei\u00dfen Hauptanbaubereich Kalifornien eine sehr schlechte H_2O -Bilanz.

Die Energieeinträge zur Produktion von Kuhmilch & pflanzlichen Alternativen 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:

- Deichsel, K. (2019) *Kuhmilch vs. Pflanzenmilch Wie nachhaltig sind Milchalternativen?* online <https://www.br.de/puls/themen/leben/kuhmilch-vs-pflanzenmilch-100.html>
- Krinner, J. (2019) *Milchersatz im Vergleich: Hafer-, Mandel- oder Sojamilch? Wie Pflanzenmilch der Umwelt hilft.* Mit Video https://www.chip.de/artikel/Der-beste-Milchersatz-Hafer-Soja-und-Mandelmilch-im-Vergleich_158119161.html
- 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.aag0216>
- Statista <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1179366/umfrage/co%25E2%2582%2582-emissionen-von-kuhmilch-und-pflanzlicher-milch/>
- FAO <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/en/>
- <https://waterfootprint.org>
- Voss, N. (2021) Bachelorarbeit zum Vergleich Kuhmilch und Hafermilch – eine LCA Betrachtung mit Versuchsanleitung und Video. Universität Bremen, August 2021
- U.S. Food and Drug Administration 2013 *Analytical Results from Inorganic Arsenic in Rice and Rice Products Sampling* as .pdf and <http://www.fda.gov/Food/FoodbornenessContaminants/Metals/ucm319870.htm>
- 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/>
- Albert-Schweizer-Stiftung, abgerufen am 12.10.2021 <https://albert-schweitzer-stiftung.de/aktuell/studie-ernaehrung-flaechenbedarf-klima>
- Quarks und Co: diverse Video-Beiträge aus der ARD-Mediathek und unter <https://www.facebook.com/quarks.de/photos/rpp.399241730563/10161264234100564>
- www.proplanta.de
- www.wikipedia.de