

VERPACKUNGEN

Nachhaltigkeit in der Milchtechnologie

M2



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



biBB Bundesinstitut für
Berufsbildung



Impressum

LUFA Nord-West

*Institut für Lebensmittelqualität,
Milchwirtschaftliches Bildungszentrum*

Ammerländer Heerstraße 115 – 117
26129 Oldenburg

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT

Osterfelder Straße 3
46047 Oberhausen

Universität Osnabrück

*Institut für Erziehungswissenschaft,
Arbeitsgruppe Berufs- und Wirtschaftspädagogik*

Katharinenstraße 24
49078 Osnabrück

Redaktion

Dr. Helmut Steinkamp,
Ina Lange (LUFA Nord-West),
Dr. Daniel Maga,
Anja Gerstenmeier (Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT),
Prof. Dr. Dietmar Frommberger,
Mareike Beer (Universität Osnabrück)

Gestaltung und Satz

anner.ruhr Medienagentur GmbH

LIZENZHINWEIS

Dieses Lernmodul unterliegt der Creative Commons Lizenz „Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA)“.



Die Lizenz wird erklärt unter:
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Stand: Juli 2020

Der NaMiTec-Modellversuch

Die Abkürzung NaMiTec steht für die „Entwicklung eines Aus- und Weiterbildungskonzeptes zur Erhöhung des Beitrages zur **Nachhaltigen** Entwicklung in der **Milchtechnologie**“.

Der Modellversuch NaMiTec im Förderschwerpunkt „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015-2019“ (BBNE) wird vom Bundesinstitut für Berufsbildung aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Am Modellversuch waren das Milchwirtschaftliche Bildungszentrum der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt LUFA in Oldenburg, das Fraunhofer Institut UMSICHT, Oberhausen und das Fachgebiet Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Universität Osnabrück beteiligt.

Die NaMiTec-Nachhaltigkeitsmodule im Überblick

M1 – Basiswissen Nachhaltigkeit

M2 – Verpackungen

M3 – Ressourcen

M4 – Betriebliche Mitbestimmung

M5 – Nachhaltigkeit und Verantwortung in der Unternehmenskommunikation

Die Nachhaltigkeitsmodule bauen aufeinander auf und haben enge Bezüge zum betrieblichen wie schulischen Teil der Berufsausbildung zur Milchtechnologin/zum Milchtechnologen. Sie sollen ausbildungsbegleitend während der gesamten Dauer der Ausbildung bearbeitet werden:

Erstes Ausbildungsjahr: M1 und M2

Zweites Ausbildungsjahr: M3 und M4

Drittes Ausbildungsjahr: M5

Zur Selbstkontrolle für das gelernte Wissen gibt es online das „Molki – Quiz“.

Mit den Informationen aus jedem Modul lässt sich dieses schrittweise beantworten.

<https://www.lufa-nord-west.de//index.cfm/article/2150>

Den QR – Code zum Quiz finden Sie auf der letzten Seite dieses Moduls.

Hinweis: Die im Text eingebundenen QR-Codes/Internetlinks wurden zum Zeitpunkt der Drucklegung auf Aktualität und Verfügbarkeit der Inhalte überprüft (s. letztes Zugriffsdatum). Das Redaktionsteam hat keinen Einfluss auf die Verfügbarkeit der verlinkten Inhalte. Es ist daher möglich, dass im Lauf der Zeit einzelne Links veralten und die verlinkten Inhalte nicht mehr zur Verfügung stehen. Hierfür bittet das Redaktionsteam um Verständnis. Das Redaktionsteam versichert, dass ihm zum Zeitpunkt des Setzens der Verlinkung keinerlei rechtliche Verstöße bekannt waren und es die fremden Websites im Rahmen des Zumutbaren geprüft hat.

Inhaltsverzeichnis

Einordnung und Lernziele	S. 1
1 Allgemeine Funktionen von Verpackungen	S. 2
2 Technische Anforderungen an Milchverpackungen	S. 4
2.1 Häufige Verpackungen von Konsummilch und deren Eigenschaften	S. 6
2.2 Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verpackungslösungen	S. 8
2.3 Zwischenfazit	S. 14
3 Der Lebenszyklus von Milchverpackungen	S. 16
3.1 Herstellung	S. 17
3.2 Transport	S. 19
3.3 Entsorgung und Wiederverwendung	S. 20
4 Bewertung der Klimawirkung der Verpackungslösungen in ihrem Lebenszyklus	S. 23
5 Zusammenfassung und Fazit	S. 26
Notizen	S. 29

Einordnung und Lernziele

Einordnung in den Ausbildungskontext

Bezüge zu den Pflichtthemen der Erfahrungsberichte aus dem Ausbildungsnachweis:

- Herstellung von Konsummilch, Butter, Käse, Milcherzeugnisse (z. B. Joghurt, Dickmilch, Kefir, Kondensmilch, Milchpulver) oder Speiseeis, Dessert

Bezüge zum Ausbildungsrahmenplan und zur Verordnung über die Berufsausbildung zum Milchtechnologin / zur Milchtechnologin vom 09.04.2010:

- A 6) Annehmen, Lagern und Abgeben von Erzeugnissen, Produkten und Materialien
- A 7) Verpacken von Produkten
- A 8) Informations- und Kommunikationstechniken anwenden

Bezüge zu den Lernfeldern (LF) des Rahmenlehrplanes für den Ausbildungsberuf Milchtechnologe / Milchtechnologin vom 25.02.2010:

- LF 4) Konsummilch und Milchmischgetränke herstellen
- LF 5) Gesäuerte Milcherzeugnisse herstellen
- LF 6) Butter und Mischfetterzeugnisse herstellen
- LF 7) Flüssige und feste Dauermilcherzeugnisse herstellen
- LF 9) Frisch- und Sauermilchkäse herstellen
- LF 10) Labkäse und Erzeugnisse aus Käse herstellen
- LF 11) Molke und deren Inhaltsstoffe verarbeiten
- LF 12) Qualität von Milchprodukten sichern

Lernziele

Sie kennen...

- die Anforderungen an Verpackungen und an Milchverpackungen im Besonderen
- die Milchverpackungslösungen in Ihrem Betrieb
- den Lebenszyklus von Verpackungsmaterialien

Sie können...

- Verpackungen anhand ihres Material-, Transport- und Entsorgungsaufwandes miteinander vergleichen
- Aussagen über die Umweltauswirkungen verschiedener Verpackungsmaterialien treffen

EINSTIEGSSITUATION

Die Werbeabteilung der Naturmilch GmbH hat ein neues Verpackungsdesign entwickelt. Der Auszubildenden im Beruf Milchtechnologin Marie gefällt das neue Erscheinungsbild der Milchkartons ihres Ausbildungsbetriebes sehr gut. Rund 100.000 Milchkartons liefert ihr Unternehmen pro Tag aus, nun geizt von dem neuen Verpackungsdesign.

Gleich bleibt jedoch das Verpackungsmaterial: ein Getränkekarton, der schon seit den 1940er-Jahren eine häufig gewählte Verpackung für Getränke ist. Marie weiß von ihren eigenen Einkäufen im Supermarkt, dass es auch andere Verpackungsmöglichkeiten gibt. Neben Getränkekartons ste-

hen dort Kunststoff- und Glasflaschen sowie PE-Beutel im Kühlregal. Kondensmilch wird zudem häufig in Dosen und Plastikännchen angeboten.

Marie fragt sich:

Welche Funktionen haben die unterschiedlichen Verpackungen? Warum gibt es so viele verschiedene Verpackungen?

Warum füllt mein Ausbildungsbetrieb seine Konsummilch ausschließlich in Getränkekartons ab? Und welche Verpackung ist eigentlich die umweltfreundlichste?



1 | Allgemeine Funktionen von Verpackungen

Verpackungen haben verschiedene Funktionen. Wir unterscheiden folgende Hauptfunktionen von Verpackungen:

- 1) Schutzfunktion
- 2) Lagerfunktion
- 3) Lade- und Transportfunktion
- 4) Verkaufs- und Werbefunktion
- 5) Informations- und Dienstleistungsfunktion
- 6) Dosier- und Entnahmefunktion/Erstöffnungserkennung
- 7) Zusatzfunktion(en)

1) Schutzfunktion

Die Verpackung soll die Ware selbst schützen, etwa vor Umwelteinflüssen, Beschädigung, Verunreinigung, Mengenverlust oder Austrocknung. Daneben kann in bestimmten Fällen die Verpackung auch den Menschen schützen, zum Beispiel vor Verletzungen (bei scharfkantigen und spitzen Waren) oder bei Gefahrgut (Chemikalien, Gasen etc.). Außerdem sollen durch die Verpackung das Transportmittel und andere Waren vor Verunreinigungen geschützt werden.

2) Lagerfunktion

Von der Herstellung bis zum Gebrauch oder Verbrauch einer Ware wird diese oft mehrmals ein- oder umgelagert (beim Hersteller, im Großhandel, im Einzelhandel, beim Verbraucher etc.). Eine geeignete Verpackung unterstützt diese Ein- und Umlagerungen der Ware.

3) Lade- und Transportfunktion

Lade- und Entladevorgänge sind zeit- und damit kostenintensiv. Verpackungen können auf diesen Faktor einen hohen Einfluss nehmen (z.B. Gebindegrößen, Umverpackungen, Palettierungen etc.). Die Wahl der (Um-)Verpackungen sollte deshalb immer auch die Transportmittel und -wege berücksichtigen. Eine gute Verpackung sorgt für eine optimale Ausnutzung der Transportmittel (z.B. Einsatz von Paletten im LKW, Stapelbarkeit der Produkte) und schützt die Ware auch beim Transport vor übermäßiger Beanspruchung. Außerdem sollte die Verpackung möglichst leicht sein, um Transportkosten zu sparen.

4) Verkaufs- und Werbefunktion

Da viele Waren im Einzelhandel nach dem Selbstbedienungsprinzip vom Kunden gewählt werden, muss die Verpackung attraktiv gestaltet sein und den Verbraucher überzeugen. Der Verbraucher wählt etwa die Gebindegröße (zum Beispiel 1-Liter- oder 0,5-Liter-Verpackungen) und die Art der Verpackung nach seinen Bedürfnissen aus. Dabei spielt die praktische Handhabung der Verpackung für die Kaufentscheidung ebenso eine Rolle wie das Design.

5) Informations- und Dienstleistungsfunktion

Die Verpackung ist auch Werbe- und Informationsträger. Die Verpackung kennzeichnet den Inhalt nach der Art, der Menge oder dem Gewicht und ggf. dem Preis. Sie informiert über Mindesthaltbarkeits- oder Verfallsdaten und kann zudem Träger von Barcodes bzw. GTIN¹-Codes sein, die das Einlesen an Scanner-Kassen ermöglichen. Für Lebensmittel gilt seit dem 13. Dezember 2014 die Lebensmittelinformations-Verordnung (LMIV) verbindlich in allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU). Die Nährwertkennzeichnung wurde damit zur Pflicht, ebenso wie die Kenntlichmachung enthaltener Allergene, Zusatzstoffe, E-Nummern und Lebensmittelimitaten.

Zur Informations- und Dienstleistungsfunktion von Verpackungen gehören außerdem mögliche Angaben zur Zubereitung des Produktes oder Rezeptideen. Zusätzlich sind auf der Verpackung Angaben zu ihrer fachgerechten Entsorgung abgedruckt (z.B. Mehrweg, Gelber Punkt etc.).

6) Dosier- und Entnahmefunktion/Erstöffnungserkennung

Die Verpackung soll gewährleisten, dass das Produkt ohne Verluste vom Verbraucher entnommen und dosiert werden kann – unabhängig davon, ob das Produkt in der Gastronomie oder vom Endverbraucher genutzt wird. Die Öffnung einer Konsummilchverpackung ist hierfür ein gutes Beispiel. Dabei muss immer die Erstöffnung erkennbar sein.

7) Zusatzfunktion(en)

Verpackungen können noch weitere Funktionen erfüllen. Beispiele für die Zusatzfunktion einer Verpackung sind das Senfglas, das als Trinkglas weiterverwendet werden kann oder Ausmalbilder und Kinderspiele auf Umverpackungen von Müsli. Zusammen mit einem mitgelieferten Trinkhalm kann der Getränkekarton zugleich die Funktion eines Trinkgefäßes erfüllen.

¹GTIN: Global Trade Identification Number. Die GTIN ist eine weltweit eindeutige Identifikationsnummer für Produkte und hat die bis 2005 gebräuchliche European Article Number (EAN) abgelöst.

2 | Technische Anforderungen an Milchverpackungen

Neben den allgemeinen Hauptfunktionen von Verpackungen gibt es weitere Anforderungen an Verpackungen von Lebensmitteln und insbesondere von Molkereiprodukten. Die Haltbarkeit von Milch und anderen Lebensmitteln hängt stark davon ab, ob zusätzlich zu dem mit dem Produkt verpackten Sauerstoff zu viel Luftsauerstoff durch den Packstoff diffundiert [diffundieren = über-treten, eindringen, einziehen]. Schon bei geringem Sauerstoffeintrag können Geschmackseinbußen auftreten. Außerdem muss das Austrocknen von Produkten vermieden werden, deshalb müssen Verpackungen dicht gegen das Entweichen von Wasserdampf aus dem Verpackungsin-neren sein.

Ebenso problematisch kann eine Erhöhung der Feuchtigkeit im Verpackungsinneren sein, weil Mikroorganismen dadurch zu vermehrtem Wachstum angeregt werden. Wasserdampfdurch-lässigkeit ist deshalb ein wichtiges Kriterium bei der Bewertung von Verpackungen.

Schon beim Befüllen der Verpackungen muss unter keimarmen oder sogar keimfreien Bedingun-gen gearbeitet werden. Das bedeutet, dass Produktions- und Verpackungsmaschinen und die Verpackungsmaterialien keimarm oder keimfrei gemacht werden müssen. Um die Lagerung und den Transport von Lebensmitteln sicher zu gewährleisten, dürfen Packstoffe außerdem keine oder nur eine geringe Durchlässigkeit für Sauerstoff und Wasserdampf aufweisen.

Die Anforderungen an Verpackungen für Milch und Milcherzeugnisse lauten deshalb noch zu-sätzlich zu den vorgenannten Funktionen:

- + Schutz vor Licht (zur Vermeidung von Lichtgeschmack, siehe dazu Seite 5)
- + keine Durchlässigkeit für Mikroorganismen
- + geringe bzw. keine Durchlässigkeit für Wasserdampf und Sauerstoff
- + Schutz vor Fremdgerüchen
- + kein Übergang schädlicher Substanzen auf das Produkt

HIER WIRD'S CHEMISCH – LICHT VERDIRBT MILCH. ABER WARUM?

Der bittere Lichtgeschmack wird durch das Aldehyd Methional verursacht, das unter der Einwirkung von Licht aus der schwefelhaltigen Aminosäure Methionin entsteht. An der Reaktion ist Riboflavin (Vitamin B2) beteiligt, wobei der lichtinduzierte [= durch Licht herbeigeführte/angeregte] Vitaminabbau schon früher auftritt als der Lichtgeschmack.

Quelle: MilchABC der Milchwirtschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Rheinland-Pfalz e.V.

Abrufbar im Internet.

 URL: <https://www.milag.net/milchwissen/milch-abc>
(letzter Zugriff: 09.06.2021)

Begriffsklärung (Nerd-Wissen)

Aldehyd: Aldehyde sind chemische Verbindungen. Die Bezeichnung Aldehyd wurde von dem Chemiker Justus von Liebig eingeführt und ist die Kurzform von Alcohol dehydrogenatus („Alkohol, dem Wasserstoff entzogen wurde“).

Aminosäure: Aminosäuren sind organische Verbindungen, die vom Körper selbst gebildet oder mit der Nahrung aufgenommen werden. Sie stellen die Grundbausteine des Eiweißes dar. Aminosäuren gewährleisten die Grundversorgung für einen gesunden und intakten Organismus und sind verantwortlich für den Aufbau und Erhalt sämtlicher Funktionen (z.B. die Hormon- und Enzyymbildung sowie den Zell- und Knochenaufbau).

2.1 Häufige Verpackungen von Konsummilch und deren Eigenschaften

In **Tabelle 1** sind wesentliche technische Eigenschaften von Milchverpackungen zusammengefasst.

Gute Eigenschaften werden durch grüne Farbe gekennzeichnet und eher schlechte Eigenschaften durch rote Farbe. Mit Orange werden Werte im mittleren Bereich gekennzeichnet.

Tabelle 1: Übersicht über häufige Verpackungen von Konsummilch und deren technische Eigenschaften

	Mehrweg-Glasflasche	Getränkekarton = Verbundkarton		Standbeutel	PET-Flasche
Beispielabbildungen					
Milch	Frischmilch	Frischmilch	H-Milch	Frischmilch	Frischmilch
Material	Braunglas Deckel: Aluminium	PE ³ - Karton - PE, bedruckt Deckel: PE High Density	PE - Karton - Alu ⁴ Deckel: PE High Density	PE mit Kreide Deckel: PET	PET ⁵ Deckel: PE High Density
Lichtdurchlässigkeit [%]	55	12	0	32	≤ 100
Wasserdampfdurchlässigkeit [g/(m²*d)]	0	10,3	0	0,224 - 0,768	1,58
Sauerstoffdurchlässigkeit* [cm³/(m²*d*bar)]	0	1350	0	1000	8,6

Quelle: Eigene Darstellung nach Fraunhofer UMSICHT, 2019

*Die Angaben zur Sauerstoffdurchlässigkeit beziehen sich immer nur auf einzelne Materialien (wie z.B. auf die PE-Folie) und nicht auf die Zusammensetzung von Materialien (z.B. wie Karton und PE-Folie beim Getränkekarton).

³PE: Polyethylen

⁴Alu: Aluminium

⁵PET: Polyethylenterephthalat



Aufgabe 1: Ordnen Sie die folgenden Beispiele den unterschiedlichen Funktionen der Verpackungen zu. Berücksichtigen Sie dabei, dass auch Mehrfachnennungen möglich sind.

- a) Unter dem Deckel des Kirschjoghurts befindet sich ein Code, der zu einer Gewinnspielteilnahme berechtigt.
- b) Auf dem 1-Liter-Getränk karton fettarmer H-Milch sind die Kalorienangaben abgedruckt.
- c) Die Flasche für Konsummilch besteht aus braunem Glas mit Twist-Off-Verschluss.
- d) Schnitt- und Frischkäse wird vorportioniert in den Einzelhandel gebracht.
- e) Auf der oberen Falz des Getränkekartons ist das Mindesthaltbarkeitsdatum aufgedruckt.
- f) In der Biomolkerei Habichtshof werden die Milchflaschen ausschließlich in Mehrwegkästen mit je 6 Glasflaschen ausgeliefert.
- g) Maries Ausbildungsbetrieb kennzeichnet seine Butter mit dem DLG-Siegel in Gold.
- h) Eine Molkerei stellt ihre komplette Produktion auf ESL-Milch um.
- i) Auf dem Deckel eines Kinder-Joghurts werden die Hauptfiguren einer beliebten Zeichentrickserie abgedruckt.
- j) Die Getränkekartons der Naturmilch GmbH werden zu je sechs Stück von einer weiteren, offenen Umverpackung aus Karton umgeben.
- k) Die Becher des vorportionierten Spaghetti-Eises sind spülmaschinenfest und können vom Kunden anschließend weiterverwendet werden.
- l) Der neue Getränkekarton der Naturmilch GmbH wirbt mit dem gut lesbaren Aufdruck „einfach zu öffnen!“
- m) Weichkäse wird in speziellem Käsepapier (licht-, aroma- und fettdicht, reißfest) verpackt und ausgeliefert.

Funktionen der Verpackung	Beispiele
Schutzfunktion	
Lagerfunktion	
Lade- und Transportfunktion	f), j), m)
Verkaufs- und Werbefunktion	
Informations- und Dienstleistungsfunktion	
Dosier- und Entnahmefunktion/Erstöffnungserkennung	
Zusatzfunktion(en)	

Marie hat sich nun mit den Besonderheiten der unterschiedlichen Verpackungen auseinandergesetzt. Sie weiß, dass unterschiedlichste Aspekte bei der Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Verpackungsart berücksichtigt werden müssen.

Marie unterhält sich am Wochenende mit ihrer Schwester über das neue Design der Getränkekartons. Ihre Schwester sagt: „Ich verstehe gar nicht, warum nicht alle Molke-

reien Mehrwegglasflaschen verwenden. Die Getränkekartons verursachen doch jede Menge Müll.“

Marie würde hierauf gerne eine gute Antwort geben. Deshalb recherchiert sie im Internet und findet heraus, dass sich auch andere Molkereien intensiv mit der Frage nach der „richtigen Verpackung“ für ihre Konsummilch auseinandergesetzt haben.



2.2 Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verpackungslösungen



Aufgabe 2: Lesen Sie die folgenden Texte. Unterstreichen Sie die hier genannten Argumente für und gegen bestimmte Verpackungen.

Text 1 – Milchbeutel/Standbeutel (Molkerei Hemme)



„Eine ganz besondere Milch. Ganz besonders verpackt.“

Wir von Hemme denken gerne weiter. Aus jahrhundertealter Tradition. Denn frische Milch gibt es bei uns nicht erst seit gestern. Daher findet direkt nach dem Melken die schonende Pasteurisation der bis dahin gekühlten Milch in unserer hofeigenen Molkerei statt. Für 15 bis 20 Sekunden folgt eine vorsichtige Erhitzung auf 75° C. So gelingt es uns, alle wertvollen Inhaltsstoffe zu erhalten, die unserer Milch ihren reichen Geschmack verleihen. Einfache Handhabung: Weil unsere frische Milch ein reines Naturprodukt ist, darf auch unser Milchbeutel ihr in nichts nachstehen.

Sein 40 %iger Kreideanteil minimiert den Kunststoffbedarf und sorgt für Standfestigkeit. Sie benötigen keinen zusätzlichen Behälter! Die Herstellung unseres Milchbeutels verbraucht weniger Wasser und Energie als für andere Einwegverpackungen. Und das Abfallvolumen reduziert sich im Vergleich zu Milchkartons um beeindruckende 66 %.

Praktisch, innovativ² & einfach in der Handhabung: Der wiederverschließbare Milchbeutel steht ganz von alleine und hat einen praktischen Griff. Eine echte Neuheit! Aber nicht nur das Material ist innovativ, sondern auch das Design. Der schwarze Look ist einzigartig im Kühlregal. Der Milchbeutel und sein Inhalt wurden bereits mehrfach ausgezeichnet: z.B. mit dem Red Dot Design Award, dem IF Design Award, dem German Design Award in Gold, dem Deutscher Verpackungspreis oder mit dem „Kulinarischer Botschafter Niedersachsen“. Für uns ist es ein gutes Gefühl, verantwortungsvoll zu handeln und Visionen in die Tat umzusetzen. Finden Sie nicht auch?



Quelle: Unternehmenshomepage der Molkerei Hemme <https://www.hemme-milch.de/unser-milchbeutel/> (letzter Zugriff: 31.07.2019)

²innovativ: neuartig, originell, kreativ

WISSENSWERTES

Der auf der vorherigen Seite vorgestellte Standbeutel ist eine Weiterentwicklung des sogenannten „Schlauchbeutels“ (s. Bild rechts), der früher oft als Verpackung für Milch eingesetzt wurde. Dieser Schlauchbeutel besteht ausschließlich aus PE. Hierdurch ist keine Standfestigkeit gegeben, sodass ein zusätzliches, Stabilität gebendes Gefäß benötigt wird. Aufgrund seiner Anfälligkeit für Verpackungsschäden und der zusätzlich benötigten, Stabilität gebenden Standbox wird der Schlauchbeutel heute nur noch selten verwendet.



Text 2 – Plastikflasche (Demeter-Biohof Lecker)



*Wir werden immer wieder darauf angesprochen, weshalb wir unsere Milchprodukte in Kunststoffbehältern anbieten und nicht in Glasflaschen. Die Entscheidung für diese Verpackungsform ist bei uns vor fünf Jahren gefallen, als wir mit der Produktion in unserer Hofmolkerei anfangen. Diese Entscheidung haben wir uns nicht leichtgemacht und das Für und Wider der beiden Verpackungsarten reiflich überlegt. Diesen Entscheidungsprozess möchten wir Ihnen hier transparent darstellen: Sowohl Glas als auch Kunststoff stammen aus nicht erneuerbaren **Ressourcen**³. Bei Glas wird feingemahlener Sand bei Temperaturen von 1.500 °C geschmolzen, was Unmengen an Energie verbraucht. Kunststoff dagegen wird aus, nicht so reichlich vorhandenen, fossilen Rohstoffen (siehe auch S. 17) gefertigt.*

*Dafür ist der Herstellungsprozess deutlich energiesparsamer. Zudem geht der im Kunststoff gebundene Rohstoff ja nicht verloren. Am Ende des Lebenszyklus wird der Kunststoff über unser **duales System**⁴ gesammelt und in Verbrennungsanlagen verfeuert. Damit stellt dieses sogar eine leistungsfähige Quelle von Energie dar, wenn es in der kontrollierten Umgebung einer modernen Müllverbrennungsanlage mit Luftreinhaltung durchgeführt wird. Das für unsere Region zuständige Müllheizkraftwerk liegt in Gendorf. Der Müll wird per Zug von der Umladestation in 1 km Entfernung von unserem Hof in Ainring dorthin gefahren und unter Einhaltung aller Luftemissionsvorschriften verbrannt. Der Kunststoff im Müll hilft, auch schwerer verbrennbare Bestandteile des Hausmülls zu verfeuern. So entsteht Strom für eine Stadt von 40.000 Einwohnern. Ein anschauliches Video, das den Verbrennungsprozess zeigt, finden Sie hier:*



<http://www.zas-burgkirchen.de/verbrennung> (letzter Zugriff 09.06.2021)

³Ressource = Mittel / Quelle / Rohstoff

⁴Duales System = Grüner Punkt / Gelber Sack

Neben der Herstellung und Verwertung der Verpackungsmaterialien sind auch der Transport und die Reinigung wichtige Bereiche, die bei der Entscheidung betrachtet werden müssen. Glasflaschen sind sehr viel schwerer als Kunststoff-Behälter. Deshalb benötigt ihr Transport mehr Energie.

Bei der Reinigung stellt sich die Frage der **Wiederverwendbarkeit** der eingesetzten Verpackungsmaterialien unter Einhaltung der notwendigen Hygiene und der dafür notwendigen Energie für die Wasserheizung sowie der Reinigungsmittel. Bei Wasserflaschen sind sich die Studien einig, dass Mehrwegbehälter ökologisch günstiger abschneiden. Bei Milchbehältern ist jedoch der Reinigungsaufwand höher, da kleinste Milchreste schnell ein „Eigenleben“ entwickeln und sich dieses beim erneuten Befüllen in der optimalen Nährstoffumgebung wähnt.

Eine Studie mit Kaffeebechern zeigt, dass unter Einbeziehung des Reinigungsaufwands sich eine Kaffee-Tasse erst nach 500 bis 3.000 Mal **energetisch amortisiert**⁵. Bei den maximal 20 bis 30 Umläufen einer Mehrwegflasche für Milch ist diese Anzahl nicht zu erreichen.

Nun stellt sich noch die Frage der Produktqualität in den verschiedenen Verpackungsformen. Glas hat natürlich den Vorteil völlig **inert**⁶ zu sein.

Diese nicht vorhandene Wechselwirkung zwischen Verpackung und Inhalt ist für uns die Mindestvoraussetzung bei der Wahl eines Verpackungssystems, um die Qualität des hochwertigen Inhalts nicht zu gefährden. Wir setzen für die Milchflaschen Behälter aus **PEHD-Kunststoff** (PEHD = Polyethylen High Density-Kunststoff) ein. Diese stammen aus der Schweiz und erfüllen alle Normen für Verpackungsmaterialien. Da die Milch nur ein paar Tage in der Flasche ist und diese zudem in dieser Zeit kühl gehalten wird, besteht zur Glasflasche in Bezug auf dessen Unbedenklichkeit kein Unterschied. Im Gegenteil – die Milchqualität bleibt bei den undurchsichtigen Kunststoffflaschen sogar besser erhalten, da kein Sonnenlicht eindringen kann. Durch die Bestrahlung mit Sonnenlicht wird das in der Milch vorhandene Vitamin B2 (Riboflavin) umgewandelt und führt zu einem sogenannten „**Lichtgeschmack**“ (Definition s. auf Seite 5).

Auch durch Braunglas kann dieser Effekt nicht vollkommen vermieden werden, weshalb undurchsichtige Verpackungen für Milch besser geeignet sind. Alle diese Argumente zur Ökobilanz und Hygiene haben uns bei der Entscheidung für ein Verpackungssystem dazu bewogen, unsere Milch in PEHD-Flaschen zu verpacken. Natürlich gibt es noch viele weitere Punkte für und wider das System. Deshalb sind wir auch immer auf der Suche nach der "optimalen" Verpackung, die es wohl nie geben wird...

Wichtig ist, dass unsere Flaschen wieder in das duale System zurückfließen. Sollten Sie in Ihrer Region keinen "Gelben Sack" oder ähnliches haben, können Sie uns die leeren Milchflaschen auch gerne wieder mit in die Kisten legen.



Quelle: Unternehmenshomepage des Biohof Lecker: <https://biohof-lecker.de/aktuelles/348-milchverpackung-und-welchen-zweck-diese-erfuellt.html> (letzter Zugriff: 31.07.2019)

⁵sich energetisch amortisieren = so viel Energie einzusparen wie zur Herstellung des Materials verbraucht wurde

⁶inert (lateinisch für untätig, unbeteiligt, träge): So bezeichnet man Substanzen, die mit anderen Substanzen nicht oder nur in geringem Maße reagieren bzw. mit ihnen keine Bindung eingehen.



Marie wundert sich: Ausgerechnet eine nach den **Demeter**⁷-Grundsätzen arbeitende Molkerei hat sich für den Einsatz von undurchsichtigen Einweg-Plastikflaschen entschieden. Und diese Entscheidung hat die Molkerei gegenüber ihren Kunden transparent gemacht.

Jede Verpackung hat also offenbar Vor- und Nachteile und verfolgt bestimmte Zwecke.

Maries Ausbildungsbetrieb, die Naturmilch GmbH, nutzt ausschließlich Getränkekartons für die Verpackung von Konsummilch. Dass der Karton nicht ausschließlich aus Pappe gefertigt ist, wusste Marie bereits. Jetzt möchte sie wissen, woraus genau die Milchpackung besteht. Sie googelt ein wenig und wird auf der Homepage der Verbraucherzentrale fündig.

⁷Demeter e.V.: Ältester Bioverband in Deutschland. Die Demeter-Mitglieder wirtschaften nach sogenannten „biologisch-dynamischen“ Grundsätzen, ihre Wirtschaftsweise geht auf die landwirtschaftlichen Konzepte Rudolf Steiners (Gründer der Waldorfpädagogik und der christlich-esoterischen „Anthroposophie“) zurück. Die Vorgaben des Demeter-Anbauverbandes gehen weit über Vorgaben der EU-Öko-Verordnung hinaus.

Text 3 – Verbundkarton (Verbraucherzentrale.de)



Verbundkarton wird in der Regel für Milch, Getränke und flüssige Lebensmittel eingesetzt. Er besteht aus kunststoff-laminiertem Kartonmaterial, das auf der Innenseite je nach Einsatzzweck unterschiedlich beschichtet wird. Der Karton verleiht dem Verbundstoff Form und Stabilität. Die Innenbeschichtungen bestehen aus Polyethylen, was gegen Flüssigkeiten abdichtet, und **Aluminium**⁸, welches den Inhalt vor Licht und Sauerstoff schützt. Die äußere Beschichtung bewahrt den Karton vor Durchnässung und erhöht die Barriere-Eigenschaften der gesamten Verpackung.

Vorteile: Verbundkarton lässt im Gegensatz zu Glas und Folienverpackungen kein Licht bzw. Sauerstoff durch. Dadurch werden empfindliche Vitamine, zum Beispiel in Milch oder Fruchtsäften, geschont.

Wegen seines geringen Gewichtes im Vergleich zu Glas und seiner Form – leer zusammengefaltet oder gefüllt als Quader – lässt er sich optimal stapeln und kostengünstig transportieren. Die wiederverschließbaren Ausgüsse bzw. Drehverschlüsse haben die praktische Handhabung verbessert.

Nachteile: Verbundkarton lässt sich nur mit relativ hohem Aufwand **recyclen**⁹. Zudem können Verbraucher weder den Füllstand erkennen noch feststellen, ob der Inhalt verdorben ist. Verbundkarton eignet sich nicht für kohlenensäurehaltige Getränke, weil das Material einem steigenden Druck im Inneren nicht Stand halten kann.



Quelle: Von der Homepage der Verbraucherzentrale: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/verbundkarton-11942> (letzter Zugriff: 31.07.2019)

⁸Aluminium kommt nur bei H-Milch-Kartons zum Einsatz, Anmerkung der Verfasser

⁹recyclen: Aufbereiten und wiederverwerten von Abfällen



Eine häufig mit ökologischen Aspekten in Verbindung gebrachte Verpackung ist die Glasflasche. In der Regel im Pfandsystem angeboten, erscheint die Glasflasche durch ihre Wiederverwendbarkeit als die „ökologischste“ Variante aller möglichen Verpackungen für Konsummilch.

Marie ist mittlerweile aber skeptisch geworden. Sie recherchiert im Netz, unter anderem auf der Homepage des Naturschutzbundes Deutschland (NABU e.V.).

Hier findet sie einen Text, der sich mit den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Verpackungslösungen auseinandersetzt.

Hinweis: Bei dem Text handelt es sich um einen Auszug. Vollständig kann er hier nachgelesen werden: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/ressourcenschonung/einzelhandel-und-umwelt/mehrweg/nabumehrwegguide.html> (letzter Zugriff: 16.06.2021)

Text 4 – Der deutsche Naturschutzbund e.V. NABU zu Mehrweg und Einweg



Mehrwegflaschen oder Einwegflaschen?

Mehrwegsysteme sind grundsätzlich umweltfreundlicher als Einwegsysteme, wenn die Flaschen vielfach gespült und wiederverwendet werden und die Transportwege gering sind. Kritisch zu betrachten sind lange Transportwege, weil beispielsweise die Wege vom Abfüllort zur Verkaufsstelle zu weit sind. Leider werden auch immer öfter Getränke überregional verkauft, die in individualisierten Mehrweg-Flaschen abgefüllt sind. Diese Flaschen müssen dann wieder zum ursprünglichen Abfüllort zurück transportiert werden.

In einer Studie für die Deutsche Umwelthilfe wird davon ausgegangen, dass bis 600 km (einfache) Transportdistanz Mehrwegsysteme vorteilhaft sind. Die Studie kann hier nachgelesen werden:



https://www.duh.de/uploads/tx_duhdownloads/DUH_Getraenkeverpackungssysteme.pdf (letzter Zugriff: 16.06.2021).

Die Faustregel ist daher: Regional abgefüllte Getränke in Mehrweg-Standardflaschen kaufen – oder statt Flaschen-Mineralwasser das Leitungswasser trinken.

Welche Mehrwegflaschen sind am umweltfreundlichsten?

Die PET-Mehrwegflasche aus dem Standardflaschen-Pool der Genossenschaft Deutscher Brunnen (GDB) schnitt in Ökobilanzen als ökologisch günstigste Getränkeverpackung ab. Genauso gut zeigten sich auch Glas-Mehrwegflaschen, wenn der Verkauf regional ausgerichtet ist und die Flaschen vergleichbar hohe Umlaufzahlen erreichen. Negativ wirkt sich bei Glas-Mehrwegflaschen der überregionale Vertrieb von Getränken in Mehrweg-Individualflaschen aus. Einwegflaschen aus Glas sollte man wie auch Getränkedosen meiden.

Einweggetränkverpackungen im Fokus - der Einweg-Getränkekarton

Unter den Einwegverpackungen für Getränke gibt es durchaus Unterschiede. Der Getränkekarton ist zwar Einweg, gilt aber dennoch als ökologisch vorteilhaft. Die Hauptgründe für die positive Bilanz des Getränkekartons sind hohe Recyclingquoten, ein hoher Anteil nachwachsender Rohstoffe und das geringe Gewicht der Kartons beim Transport. An den Beispielen Milch und Saft zeigt sich auch, dass man bei Ökobilanzen immer die Bedingungen auf dem Markt berücksichtigen muss.

Bei Milch hatte der Getränkekarton nicht nur gegenüber der PET-Einwegflasche einen Umweltvorteil, sondern auch gegenüber der Glas-Mehrwegflasche. Gründe dafür sind, dass es hier kaum Mehrweg-Abfüller in Deutschland gibt, so sind die Transportwege sehr weit, und auch die Rücklaufquoten sind eher gering.

Mehrweg-Milchflaschen sollten Sie daher nur kaufen, wenn die Milch auch regional abgefüllt wurde.

Sonst ist es umweltfreundlicher, (Bio-)Milch im Getränkekarton zu kaufen.



Quelle: www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/ressourcenschonung/einzelhandel-und-umwelt/mehrweg/nabumehrwegguide.html (letzter Zugriff: 16.06.2021)



Aufgabe 3: Ordnen Sie auf Basis der vorherigen Informationen die folgenden Verpackungen ihren besonderen Eigenschaften zu! Verbinden Sie!

Verpackung	Eigenschaft/Besonderheit
Dose (z.B. für Kondensmilch)	sehr leichte Verpackung durch minimalen Rohstoffverbrauch bei der Herstellung
Getränkekarton	garantiert besonders lange Haltbarkeit des enthaltenen Produktes
Mehrweg-Flasche aus Glas	die meistverwendete Verpackungsart für Konsummilch, gute Stapelbarkeit
Schlauchbeutel	wiederverwendbares Pfandsystem
Einzelportionen (Kaffeesahne)	gute Dosierbarkeit für Kleinstmengen, kein Verderben von Restmengen

2.3 Zwischenfazit

Verpackungen sollen das Produkt vor verschiedensten Einflüssen schützen, stapelbar sowie lager- und transportfähig machen. Sie sollen für das Produkt werben, Träger wichtiger Informationen sein und dem Kunden eine gute Handhabung ermöglichen. Außerdem sollen sie kostengünstig in der Beschaffung und praktikabel in der Entsorgung sein. Verpackungen erfüllen damit verschiedene Anforderungen und nutzen dem Produkt.

Doch können Verpackungen Lebensmitteln auch schaden?

Leider ja. Ein Beispiel ist der ITX-Skandal aus dem Jahr 2005: Milchgetränke und Fruchtsäfte waren bis zum 12-fachen des Unbedenklichkeitswertes mit der Druckchemikalie Isopropylthioxanthone (ITX) belastet, diese ist von der Verpackung – genutzt wurden Getränkekartons – auf das Produkt übergegangen.

Schraubdeckelverschlüsse sollen eine gewisse Elastizität besitzen – erreicht wird diese durch den Zusatz von Weichmachern. Diese Weichmacher können diffundieren, d. h. in das Produkt übergehen. Auch sind Weichmacher oder Mikroplastik – etwa von Verpackungsfolien und Plastikflaschen – in Nahrungsmitteln ein derzeit relevantes Thema.

MERKE

Während Glas oder PE als **inertes** Material nicht mit anderen Stoffen reagiert, können andere Stoffe aus Verpackungsmaterialien (z. B. Additive [=Zusätze] in Kunststoffen) in Lebensmittel übergehen und mit anderen Stoffen reagieren (siehe auch Seite 10).

Als inert (lateinisch für untätig, unbeteiligt, träge) bezeichnet man Substanzen, die mit anderen Substanzen nicht oder nur in geringem Maße reagieren bzw. mit ihnen keine Bindung eingehen.



Aufgabe 4: Verpackungsvergleich Teil 1 (Auf Seite 27 dieses Lernmaterials finden Sie eine Übersichtstabelle zum Verpackungsvergleich.)

In der Tabelle werden vier unterschiedliche Verpackungsarten für Konsummilch gegenübergestellt: Glasflasche, Verbundkarton, Standbeutel und PET-Flasche.

Vervollständigen Sie nun die Tabelle auf Seite 27, indem Sie die unterschiedlichen Verpackungen nach den vorgegebenen Kriterien bewerten:

- Lichtschutz
- Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit
- Stabilität und Reißfestigkeit
- Risiko der Verunreinigung durch die Verpackung
- Konsumentenfreundlichkeit / Gebrauchstauglichkeit

Hinweise zur Bearbeitung

- Die Bewertungskriterien zu den ersten drei Aspekten sind in der **Tabelle 1** auf Seite 6 zu finden.
- Beurteilen Sie die letzte Kategorie dieser Übung – „Konsumentenfreundlichkeit / Gebrauchstauglichkeit“ – unter den Aspekten Gewicht, Transport, Ausguss und Wiederverschließbarkeit, Haltbarkeit des Produktes. Nutzen Sie dafür die folgenden Symbole:

++		sehr gute Gebrauchstauglichkeit
+		gute Gebrauchstauglichkeit
+/-		Gebrauchstauglichkeit mit Vor- und Nachteilen gleichermaßen
-		Gebrauchstauglichkeit bei denen die Nachteile überwiegen

- Markieren Sie anschließend die einzelnen Felder in der Tabelle mit den zugehörigen Farben.



WARUM STEHT DIE TABELLE NICHT HIER, SONDERN SO WEIT HINTEN?

Wenn Sie das Modul „Verpackungen“ abschließend bearbeitet haben, liegt Ihnen eine vollständig ausgefüllte Tabelle vor, in der Ihnen die unterschiedlichen Verpackungslösungen von Konsummilch übersichtlich dargestellt werden. Sie können so die einzelnen

Kriterien und Kategorien der verschiedenen Verpackungen miteinander vergleichen, sehen ihre Vor- und Nachteile auf einen Blick und sind hierdurch in der Lage, Verpackungslösungen nach unterschiedlichen Kriterien zu beurteilen.

3 | Der Lebenszyklus von Milchverpackungen



Marie möchte sich mit dem Thema Verpackungen noch genauer beschäftigen. Besonders interessieren sie die ökologischen Aspekte, die eine Rolle bei der Wahl der Ver-

packung spielen. Deshalb nimmt sie den Lebenszyklus von Milchverpackungen unter die Lupe.

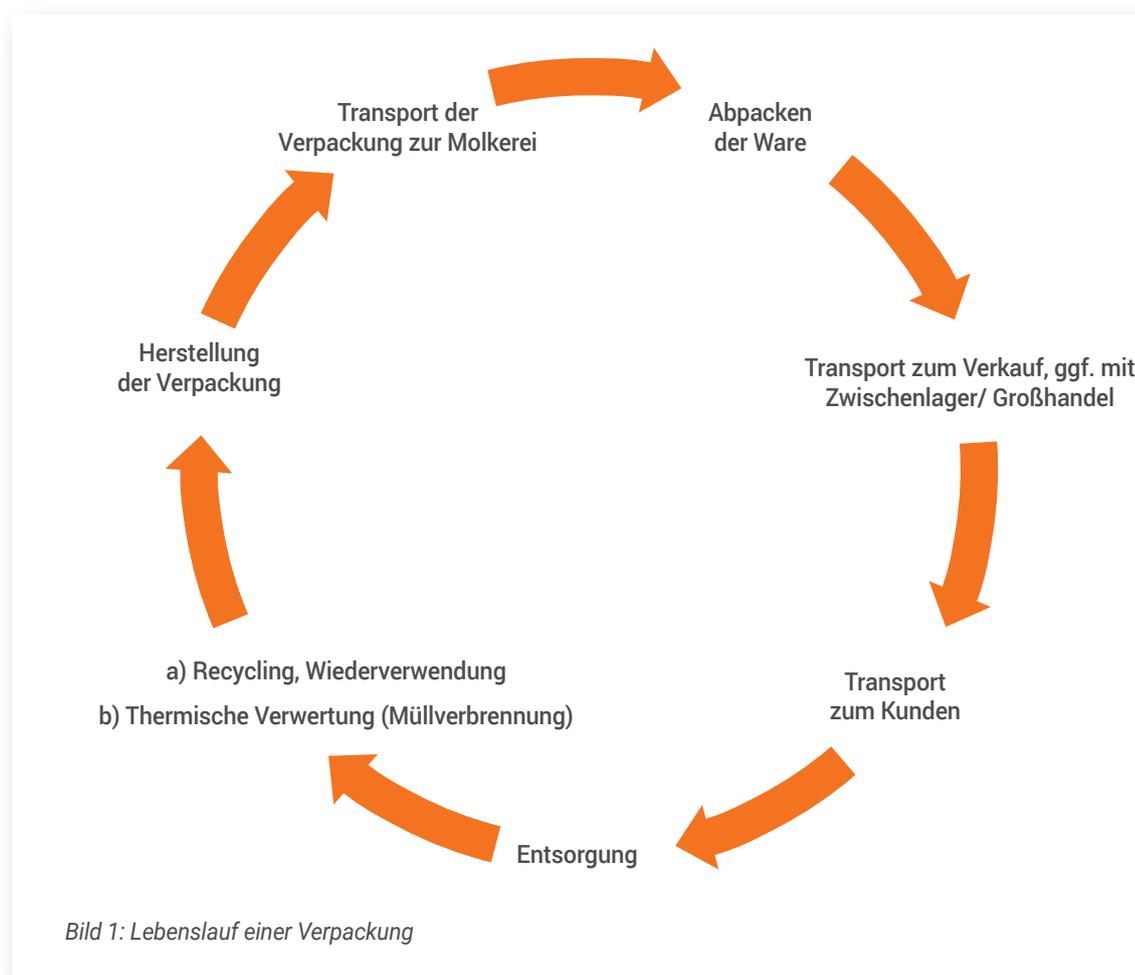


Bild 1 zeigt die wesentlichen Elemente des Lebenszyklus einer Verpackung. Angefangen bei der Herstellung (bzw. Wiederverwendung und Aufbereitung von Packstoffen) über den Transport der Verpackung zur Molkerei und das keimfreie Abpacken der Ware, den Transport zum Verkauf, der Lagerung im Handel und dem Konsum durch den Verbraucher ist der Weg einer Verpackung bis zu ihrer Entsorgung dargestellt.

Wie bereits in den Textbeispielen der Molkereien genannt, sind die **Herstellung**, der **Transport** und die **Entsorgung** einer Verpackung besonders umweltrelevant. Daher werden diese Lebenszyklusabschnitte im Folgenden anhand von Beispielen näher erläutert.

3.1 Herstellung

Für die Herstellung jeder Verpackung werden Ressourcen benötigt. Manchmal können Anteile von Altprodukten durch Sammlung und Recycling als Rohstoffquelle benutzt werden. Manche Produkte, zum Beispiel Mehrweg-Glasflaschen, können gereinigt und wiederverwendet werden. Oft werden für die Herstellung von Verpackungen neue Rohstoffe der Natur entnommen. Bei diesen Rohstoffen unterscheidet man zwischen nachwachsenden (= erneuerbaren/regenerativen) und nicht nachwachsenden (= endlichen / fossilen) Rohstoffen.

Nachwachsende Rohstoffe sind zum Beispiel Holz, Pflanzenfasern und -öle, Zucker oder Stärke. Außerdem werden auch tierische Rohstoffe (z.B. Wolle und Tierhaut) zu den nachwachsenden Rohstoffen gezählt. Somit produziert die Land- und Forstwirtschaft den größten Anteil der nachwachsenden Rohstoffe. Im Gegensatz dazu gehören z.B. Metalle, Gesteine und Salze, Kohle, Öle und Gas zu den endlichen/fossilen bzw. nicht-erneuerbaren Ressourcen.

- Papier und Pappe basieren auf dem nachwachsenden Rohstoff Holz
- Glas wird in der Regel aus Sand, Kalk und Soda hergestellt
- Kunststoffe basieren auf Erdöl. Viele Packstoffe und Etiketten bestehen aus verschiedenen Kunststoffarten

Tabelle 2 zeigt den Materialaufwand verschiedener Verpackungsarten pro Liter Milch und die verwendeten Materialien. Es fällt auf, dass die Verpackung oft aus mehreren Materialien besteht.

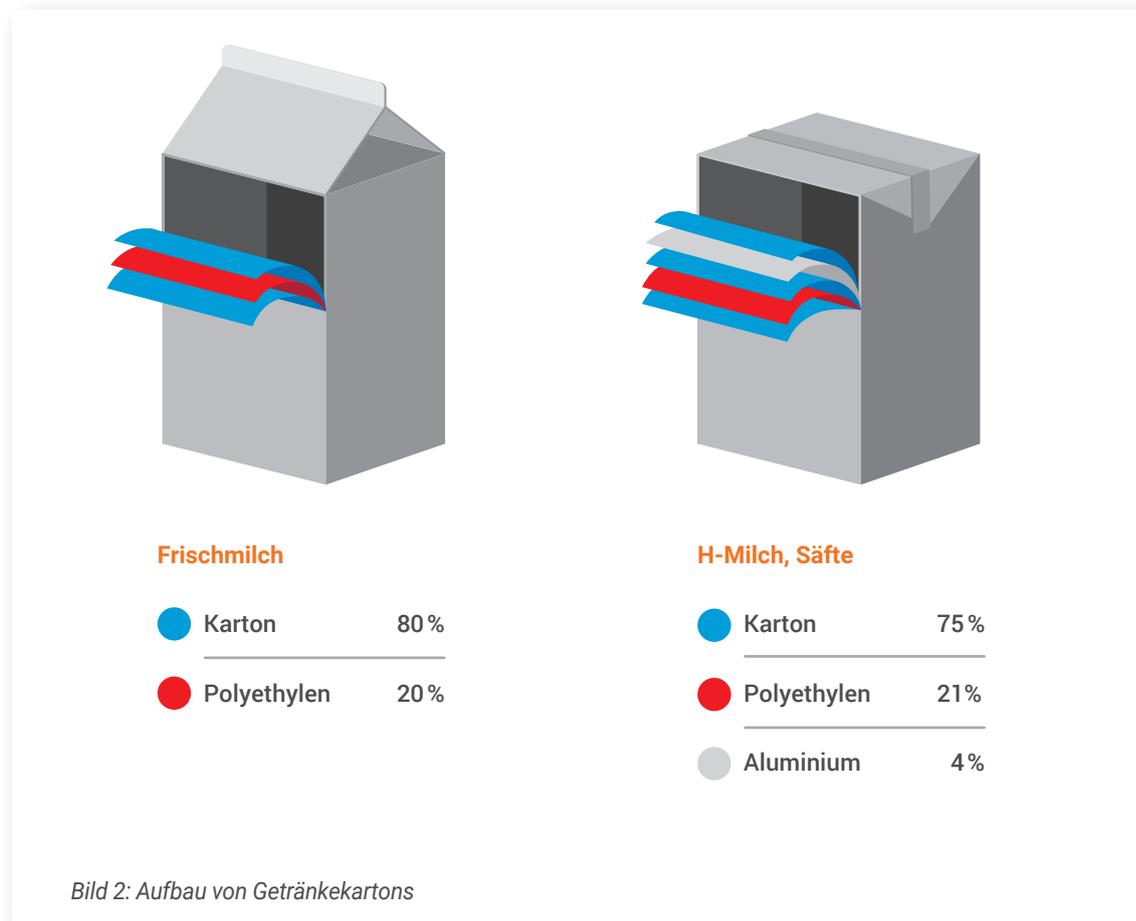
☰ **Tabelle 2: Übersicht zum Materialaufwand verschiedener Verpackungsarten pro Liter Milch (ifeu-Studie FKN Ökobilanz 2018¹¹)**

Verpackungsart		Herstellung			
		Materialaufwand [g] für 1 Liter	%	Material	
Getränkarton	Past Milch	Behälter	26,80	100 %	Karton (Verbundmaterial)
		Deckel	2,45	100 %	PE
		Gesamt	29,25		
Standbeutel (ecolean)	Past Milch	Behälter	16,10	65 %	Polyethylen (PE)
		Deckel	0,38	100 %	PET
		Gesamt	16,48		
Glasflasche	Past Milch	Behälter	397,50	100 %	Glas
		Deckel	4,25	100 %	Weißblech
		Etikett	1,46	100 %	Papier
		Gesamt	403,21		
PET Flasche	Past Milch	Behälter	30,62	100 %	Polyethylenterephthalat (PET)
		Deckel	3,57	100 %	PE
		Etikett	3,02	100 %	Papier
		Gesamt	37,21		

¹¹Die Studie ist online nicht mehr verfügbar, jedoch liegt sie dem Redaktionsteam vor.

Der Aufbau eines Getränkekartons, auch Verbundkarton genannt, ist in **Bild 2** sowohl für Frischmilch als auch für H-Milch dargestellt.

Damit die Milch länger gelagert werden kann, wird bei dem Getränkekarton der H-Milch eine Schicht Aluminium eingebettet, um die Sauerstoff- und Lichtdurchlässigkeit weiter zu minimieren.



Nach: https://el-gor.at/et_NEU/bilder/Werkstoffkunde/Recycling/gvk.gif (letzter Zugriff: 08.06.2021)

3.2 Transport

Regional produzierte Produkte sind im Trend und stehen für Frische und die Stärkung der lokalen Wirtschaft. Zusätzlich bedeuten kurze Transportwege zum Beispiel auch, dass weniger Treibhausgase durch LKWs ausgestoßen werden und weniger Energie für die Kühlung von Produkten aufgebracht werden muss. Die Verpackung muss das Produkt während des Transports z. B. vor Stößen schützen. Dabei hat die Art der Verpackung einen großen Einfluss auf die Logistik. Lesen Sie dazu das folgende Praxisbeispiel.



Für Zahlenfreaks: Rechenbeispiel zum Zusammenhang zwischen Transport und Verpackung

Marie rechnet: Normalerweise wird die abgepackte Milch mit einem sogenannten „40-Tonner“ (= großer LKW) an die Kunden ausgeliefert. Die erlaubte Zuladung eines 40-Tonnners liegt bei ungefähr 25 Tonnen (25 t = 25.000 kg). Bei einer Umrechnung von Gewicht zu Volumen mit einer Dichte von 1,03 kg/l entspricht das in etwa einer Menge von 24.271 Litern unverpackter Milch.

Möchte man diese Milch in Glasflaschen abgefüllt transportieren und geht man davon aus, dass eine 1-Liter-Glasflasche 403,21 Gramm wiegt (vgl. Tabelle 2 auf Seite 18 und Bild 3 auf Seite 20), ergibt sich folgende Rechnung:

$$24.271 \text{ l Milch} \times 0,40321 \text{ kg/l} = 9.786,31 \text{ kg}$$

9.786,31 kg für die Verpackung von 24.271 Litern Milch
+ 25.000,00 kg für 24.271 Liter Milch
<hr/>
34.786,31 kg Gesamtgewicht

Der Anteil des Verpackungsgewichts am Gesamtgewicht: 28,1 %



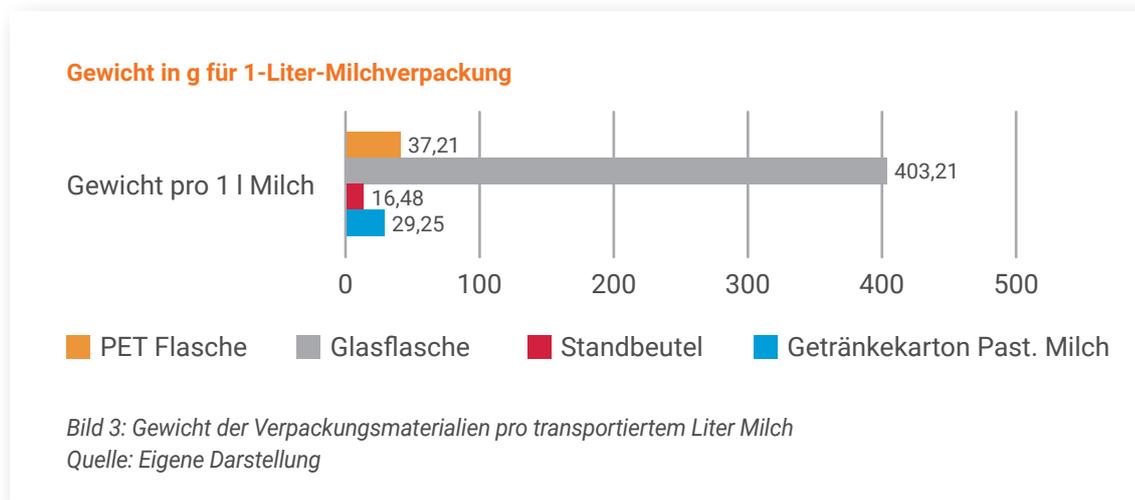
Falls die Milch also in Glasflaschen verpackt ist, können aufgrund des Glasgewichtes nur ca. 70% des zulässigen Gewichtes für die Milch genutzt werden. Die anderen 30% entfallen auf die Verpackung. (Berücksichtigen Sie: Dieser Wert ist noch sehr niedrig gerechnet, denn es müssen realistisch noch weitere gewichtsrelevante Faktoren wie die Nutzung von Getränkeboxen zur Stapelbarkeit der Milchflaschen, der Einsatz von Paletten zum Be- und Entladen und weitere Materialien für die notwendige Ladungssicherung berücksichtigt werden.)

D. h. statt einer Fahrt werden 1,4 Fahrten benötigt, um 25 Tonnen Milch zu transportieren. Wenn man also die Frage nach einer ökologisch sinnvollen Verpackung stellt, müssen bei einer seriösen Berechnung der Emissionen für Milch in Glasflaschen die zusätzlich erforderlichen Fahrten der LKWs berücksichtigt werden. Zudem ist der Aufwand für die Flaschenretouren höher, als wenn lediglich das Material für z.B. Getränkekartons an die Molkereien geliefert würde.

INFO

Das Verpackungsmaterial für den Getränkekarton wird auf einer großen Rolle transportiert und erst in der Abfüllmaschine zu einem Karton gefaltet. Hierdurch wird das Material platzsparend angeliefert.

Bild 3 zeigt die Gewichte verschiedener Milchverpackungen (1-Liter-Gebinde) im Vergleich. Der Standbeutel hat das geringste Gewicht, wohingegen die Glasflasche mit 403,21 g das größte Gewicht aufweist.



3.3 Entsorgung und Wiederverwendung

Bei der Entsorgung von Verpackungen wird zwischen Einweg- und Mehrwegverpackungen unterschieden. Mehrwegverpackungen wie Glasflaschen können zurück ins Werk transportiert, dort gereinigt und neu befüllt werden. In Form eines Downcyclings (einem Recycling mit Qualitätsverlust des Materials) können Anteile der Verpackung dem Wertstoffkreislauf wieder zugeführt werden. Ein Beispiel dafür ist die Rückgewinnung von Zellulosefasern aus Pappe zur Herstellung z.B. von Wellpappe oder Pizzakartons. Wie gut das Recycling von Getränkekartons funktioniert, ist jedoch umstritten¹².

Beachtet werden muss bei jeder Form des Recyclings der Aufwand an Energie und Ressourcen für die Wiederaufbereitung und die Qualitätsanforderungen an recycelte Materialien – besonders im Lebensmittelbereich¹³.

Vor allem bei Verbundmaterialien, zum Beispiel bei verklebten Schichten von Pappe und Kunststoff, kann die sortenreine Trennung von Rohstoffen erschwert sein, weil Materialien nicht oder nur unter großem Ressourcenaufwand voneinander gelöst werden können. Verpackungen und Anteile von Verpackungen, die nicht wiederverwertet werden können, werden thermisch verwertet oder ggf. auf eine Mülldeponie gebracht. Bei der Deponierung von Verpackungen ist der Flächenverbrauch durch die Lagerung von Abfall zu bedenken, sowie die sichere Lagerung von Abfall ohne negative Einflüsse auf Grundwasser und Landwirtschaft. Zudem kann bei der Deponierung das Treibhausgas Methan entstehen, welches zum fortschreitenden Klimawandel beiträgt.

In **Tabelle 3** finden Sie weitere Informationen zu der Entsorgung von Konsummilchverpackungen.



¹²Hier eine Diskussion dazu: <https://www.wiwo.de/technologie/green/getraenkekartons-und-die-recyclingluege-streit-um-verpackungen-eskaliert/13551924.html> (letzter Zugriff 08.06.2021)



¹³Beispiel: Risiko durch Reste mineralöhlhaltige Druckertinte in Recyclingkartons: <https://www.kartons-ab-werk.com/umweltfreundlich-und-doch-giftig-lebensmittel-recycling-kartons-im-check/> (letzter Zugriff 08.06.2021)

☰ **Tabelle 3: Entsorgung und Wiederverwendung von Verpackungen**

Verpackungsart	Entsorgung
<p>Getränk karton</p> 	<p>Werden Getränkekartons über die Dualen Systeme Deutschlands (Gelber Sack) entsorgt, so werden diese in der Sortieranlage des Entsorgers aussortiert und teilweise recycelt. Insbesondere die Papierfasern können über ein Recyclingverfahren zurückgewonnen werden. Die PE-Folie wird oftmals den Ersatzbrennstoffen zugeführt und z. B. in einem Zementwerk verbrannt. PE-Deckel werden teilweise dem PE-Recycling zugeführt. Wird der Getränkekarton über die Restmülltonne entsorgt, gelangt er direkt in die Müllverbrennung. Eine kritische Sicht auf das Recycling von Getränkekartons zeigt die Deutsche Umwelthilfe:</p> <p>https://www.duh.de/getraenkekartons/ (letzter Zugriff 10.06.2021)</p>
<p>PE-Milchschlauch</p> 	<p>Reines PE ist sehr gut trennbar und kann über die Dualen Systeme Deutschlands (Gelber Sack) dem Kunststoffrecycling zugeführt werden.</p>
<p>Standbeutel aus PE-Kreide-Mix (z. B. Calymer™)</p> 	<p>Der Kreide-Kunststoff-Mix kann prinzipiell über die Dualen Systeme Deutschlands (Gelber Sack) dem Kunststoffrecycling zugeführt werden. Aufgrund der höheren Dichte des mit Kreide gefüllten PE im Vergleich zum reinen PE wird der Standbeutel dennoch falsch sortiert. Er wird nicht in die PE-Recyclingfraktion, sondern in die Restkunststofffraktion aussortiert. Somit wird er nicht recycelt, sondern thermisch verwertet.</p>
<p>Glasflasche</p> 	<p>Die Glasflasche kann als einzige Konsummilchverpackung zum Mehrwegsystem gezählt werden. Bis zu 25 Umläufe (Befüllung, Entleerung beim Kunden, Reinigung zur Nachbefüllung) sind möglich – in Deutschland liegt die Zahl jedoch eher bei zehn Umläufen pro Flasche. Es fällt ein Reinigungsaufwand nach jeder Nutzung an; am Ende des Lebenszyklus steht das Glasrecycling.</p>
<p>PET- bzw. PE-Flasche</p> 	<p>Die Materialien PET und PE sind sehr gut sortenrein trennbar. Das Recycling erfolgt zu ggf. minderwertigen Rezyklaten¹⁴, zum Teil erfolgt die Entsorgung durch Verbrennung.</p>

¹⁴**Rezyklat:** Die Produkte eines Recyclingprozesses. Sie werden beispielsweise aus sogenannten Post Consumer-Kunststoffabfällen (gelbe Tonne) gewonnen. Kunststoffrezyklate sind Kunststoffe, welche bereits mindestens einmal nach ihrem Gebrauch im Rahmen eines Haushalts- oder Gewerbeabfalls entsorgt wurden.



Aufgabe 5: Verpackungsvergleich Teil 2

Beim Vergleich unterschiedlicher Verpackungslösungen sind der Herstellungsprozess, die Transportwege und Fragen der Entsorgung bzw. des Recyclings der Verpackung wesentlich. Füllen Sie die Tabelle auf Seite 27 weiter aus.

Tragen Sie die entsprechenden Werte und Bewertungen zu folgenden Kriterien ein:

- a) **Material und Masse:** Aus welchen Materialien besteht die Verpackung? Wie schwer ist die Verpackung?

Nutzen Sie zur Beantwortung dieser Frage **Tabelle 2:** Übersicht zum Materialaufwand verschiedener Verpackungsarten pro Liter Milch auf Seite 17.

- b) **Logistik/Stapelbarkeit:** Lässt sich die Verpackung zu Transportzwecken gut stapeln? Differenzieren Sie die Stapelbarkeit in ++, +/- und -.

Fügen Sie eigene Bemerkungen, z.B. zum Gewicht und möglicher Schadensanfälligkeit beim Transport und beim Verladen der Ware hinzu.

- c) **Entsorgung:** Welche Stichwörter fallen Ihnen zu den unterschiedlichen Verpackungslösungen ein?

Verwenden Sie folgende Begriffe und ordnen Sie diese den Verpackungsarten zu:

- *Mehrwegnutzung*
- *Recycling/Downcycling*
- *thermische Verwertung*
- *teilweise Aufbereitung der Fasern in Papierfabrik*



4 | Bewertung der Klimawirkung der Verpackungslösungen in ihrem Lebenszyklus

Als Klimawirkung eines Produktes oder eines industriellen Prozesses kann der Beitrag zum Treibhauseffekt verstanden werden. Unterschieden wird zwischen dem natürlichen und dem menschengemachten (anthropogenen) Treibhauseffekt:

Beim Treibhauseffekt erreichen kurzwellige Sonnenstrahlen die Erde, sie werden von der Erde zurückgeworfen und werden zu langwelligen Strahlen. Einige der langwelligen Wärmestrahlungen können die hundert Kilometer dicke Schicht der Atmosphäre der Erde nicht wieder durchdringen und werden auf die Erde reflektiert. So bleibt es auf der Erde warm. Dies ist der **natürliche Treibhauseffekt**.

Die Klimaerwärmung und -veränderung lässt sich aber auf den **Treibhauseffekt durch den Menschen** zurückführen. Besonders durch die Nutzung fossiler Brennstoffe wie Kohle oder durch das Verbrennen von Treibstoffen in Autos und Fabriken gelangen immer mehr Treibhausgase in die Atmosphäre der Erde. Dadurch werden mehr Strahlen zurück zur Erde geschickt und es wird zunehmend mehr Wärme gespeichert. Wie in einem Gewächshaus heizt sich die Erde immer weiter auf.

Die **Folgen des Klimawandels** lassen sich auch in Deutschland bereits spüren. Immer häufiger gibt es extreme Wetterereignisse wie Hitzeperioden, Stürme oder Hagel- und Starkregenschauer. In anderen Ländern der Welt bedroht der Klimawandel die Existenz vieler Menschen, sie sind von gefährlichen Überflutungen oder Dürren betroffen. Besonders arme Entwicklungsländer leiden schon jetzt an den Folgen des **Treibhauseffekts**¹⁵.

Das bekannteste Treibhausgas ist Kohlenstoffdioxid (CO₂). Wenn die Klimawirkungen berechnet werden, wird es als Standardeinheit gewählt. Die Wirkung aller anderen Treibhausgase (z. B. Methan oder Lachgas) werden hinsichtlich ihrer Klimawirkung mit CO₂ ins Verhältnis gesetzt, also gleichwertig (äquivalent) auf die Wirkung von CO₂ umgerechnet.

Deshalb kann die Klimawirkung von Treibhausgasen als die freigesetzte Masse an CO₂-Äquivalenten ausgedrückt werden. Die Klimawirkung, angegeben in CO₂-Äquivalenten, wird auch **CO₂-Fußabdruck** oder Carbon Footprint genannt. Weiterführende Erklärungen und Hintergrundwissen gibt es hier:



https://www.energie-lexikon.info/co2_aequivalente.html (letzter Zugriff 10.06.2021)

Bei der Herstellung von Verpackungsmaterialien, beim Transport sowie bei der Entsorgung wird CO₂ in die Atmosphäre emittiert [= ausgesendet, in die Luft abgelassen]. In **Tabelle 4** sind die CO₂-Fußabdrücke (nur CO₂-Emissionen aus fossilen Quellen) für verschiedene hergestellte Materialien aufgelistet. Die Bindung von CO₂ aus der Atmosphäre in Biomasse wie Holz ist hier nicht berücksichtigt.



¹⁵Einen Überblick zu Klimafolgen findet man hier: https://www.planet-schule.de/sf/spezial/spezial_klimawandel.php (letzter Zugriff: 09.03.2021)


Tabelle 4: Treibhausgasemissionen verschiedener Materialien und Prozesse

	Hergestelltes Material	Gewicht [g]	CO ₂ Fußabdruck pro kg Material [CO ₂ -Äq./kg]
Getränk karton 	Getränk karton	26,80	2,5
	PE-Deckel	2,45	3,2
Standbeutel 	PE-Folie	10,47	2,2
	Kreide	5,64	0,005
	PE-Deckel	0,38	3,2
Glasflasche 	Glas	397,50	1,1
	Weißblech	4,25	2,7
	Papier	1,46	0,8
PET Flasche 	PET-Flasche	30,62	3,8
	PE-Deckel	3,57	3,2
	Papier	3,02	0,8
Milch 	Past. Milch	1 l	860

Quelle: ifeu-Studie FKN Ökobilanz 2018



Aufgabe 6: Bewertung der Klimafreundlichkeit

- a) Berechnen Sie den CO₂ Fußabdruck. Für den Getränkekarton sind die Werte als Beispiel bereits vorgegeben. Orientieren Sie sich hieran.

Nutzen Sie die Informationen zu den Materialzusammensetzungen und -gewichten sowie zu den CO₂-Fußabdrücken aus **Tabelle 4**, um die Klimawirkung zur Herstellung einer Verpackungsart für 1 Liter Frischmilch zu berechnen. Für die Glasmehrwegflasche nehmen Sie an, dass diese 25 Umläufe hat.

Hinweis: Achten Sie auf Einheiten und die Zusammensetzung der Verpackungen. Geben Sie Ihr Ergebnis zur Herstellung der Verpackung für 1 Liter Frischmilch in kg CO₂ Äquivalente an.

	Material/Prozess	Gewicht [g]	CO ₂ Fußabdruck pro kg Material	CO ₂ Fußabdruck Material pro Verpackung	Gesamter CO ₂ Fußabdruck der Verpackung
			kg CO ₂ -Äq./kg	kg CO ₂ -Äq./kg	
Getränkekarton 	Getränkekarton	26,8	2,5	67,0	74,8
	PE-Deckel	2,45	3,2	7,8	
Standbeutel 	PE-Folie	10,47			
	Kreide	5,64			
	PE-Deckel	0,38			
Glasflasche 	Glas	397,5			
	Weißblech	4,25			
	Papier	1,46			
PET-Flasche 	PET-Flasche	30,62			
	PE-Deckel	3,57			
	Papier	3,02			
Milch 	Past. Milch	1 l	860	–	–

- b) Tragen Sie die soeben berechneten Werte in die Übersichtstabelle auf Seite 27 ein. Markieren Sie diese farblich. Nutzen Sie dunkelgrün für den geringsten Wert, gelb oder orange für mittlere Werte und rot für den höchsten Wert.
- c) In der Tabelle haben Sie nun die CO₂-Äquivalente der vier ausgewählten Verpackungslösungen ausgerechnet. In der letzten Zeile finden Sie das CO₂-Äquivalent für einen Liter Milch. Vergleichen Sie die Werte des CO₂-Äquivalents der unterschiedlichen Verpackungen mit dem CO₂-Äquivalent des Inhalts – was fällt Ihnen auf?

.....

.....

.....

5 | Zusammenfassung und Fazit



Aufgabe 7: Kriterien zur Bewertung von Verpackungslösungen

- a) Bringen Sie die unterschiedlichen Kriterien zur Bewertung von Verpackungslösungen auf der rechten Seite, in die aus Ihrer Sicht korrekte Reihenfolge. Welche Kriterien halten Sie für besonders relevant (sehr wichtig), welche sind weniger relevant?

	Kriterium <i>1 = höchste Relevanz / unverzichtbar 8 = im Vergleich zu den vorgenannten Kriterien am wenigsten relevant</i>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Kriterium

- A Träger von Informationen
- B Schutz der Ware vor Licht, Fremdgerüchen, Sauerstoff und Wasserdampf
- C Gute Transportierbarkeit
- D Geringe Anschaffungskosten für die Verpackung (ökonomische Gründe)
- E Gute Recyclingfähigkeit
- F Gutes Handling für den Verbraucher (Dosier- und Entnahmefähigkeit)
- G Marketing/Image des Unternehmens
- H Gesundheitsaspekt: kein Übergang von schädlichen Stoffen aus der Verpackung

- b) Welches Kriterium haben Sie auf Rang 1 gesetzt?

.....

- c) Weshalb haben Sie diesem Kriterium die höchste Relevanz zugemessen? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

.....

.....

.....

Übersichtstabelle zum Verpackungsvergleich

		Glasflasche	Getränkekarton	PE-Standbeutel	PET Flasche
Aufgabe 4	Lichtschutz sehr gut (++) gut (+) gering (-)				
	Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit keine Durchlässigkeit (++) sehr geringe Durchlässigkeit (+) Durchlässigkeit für Gase möglich (-)				
	Stabilität und Reißfestigkeit stabil/reißfest (++) eingeschränkt stabil und reißfest (+/-) fragil / zerbrechlich (-)				
	Risiko der Verunreinigung durch die Verpackung kein Risiko (++) geringes Risiko (+) Verunreinigung möglich (-)				
	Konsumentenfreundlichkeit / Gebrauchstauglichkeit Eigene Einschätzung unter Berücksichtigung der in Aufgabe 4 genannten Kriterien.				
Aufgabe 5	Material und Masse (1 Liter Milch)				
	Logistik (z. B. Stapelbarkeit, Einfluss Gewicht)				
	Entsorgung				
Aufgabe 6	CO ₂ Fußabdruck Verpackung				
	Gesamtbewertung				

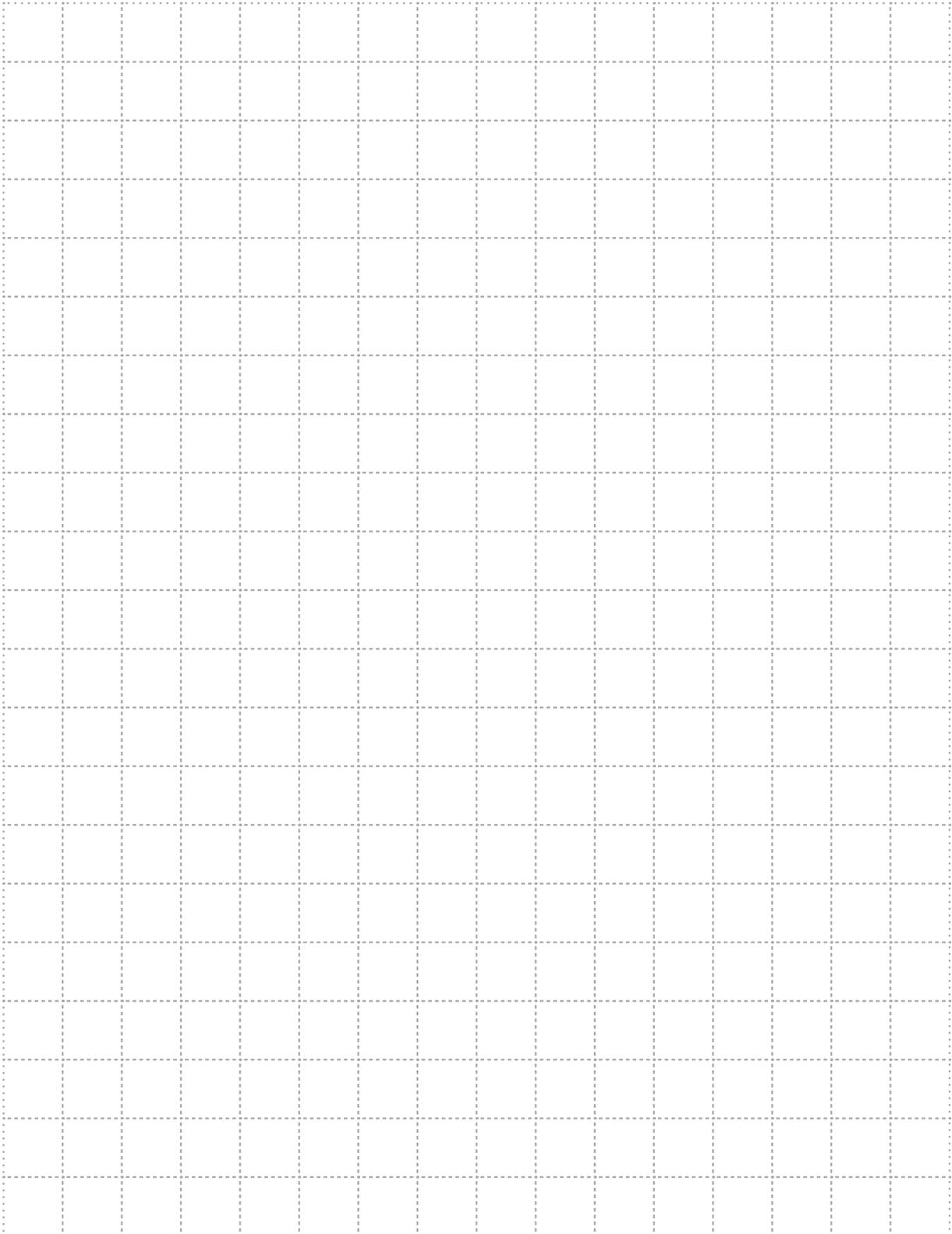


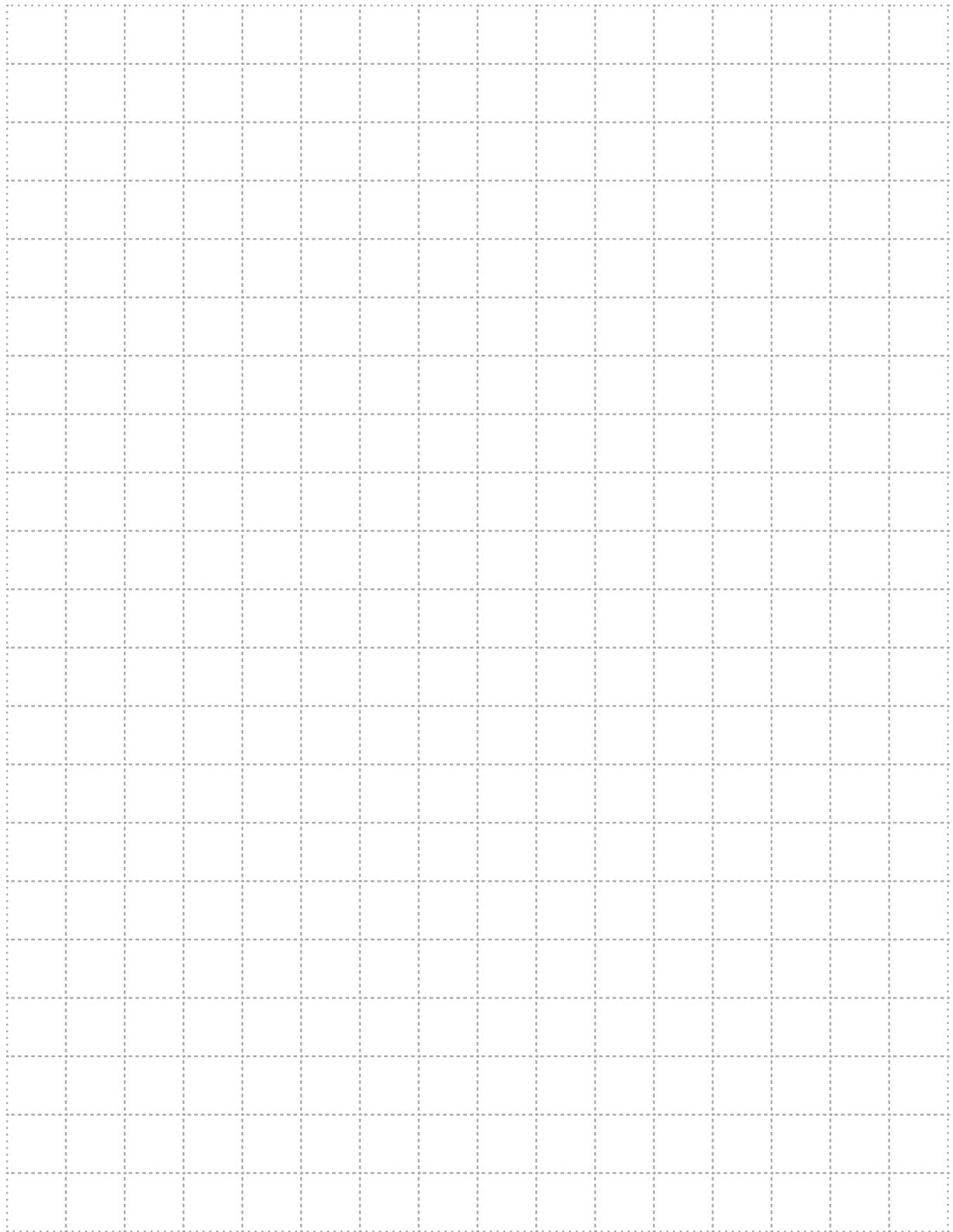
Aufgabe 8

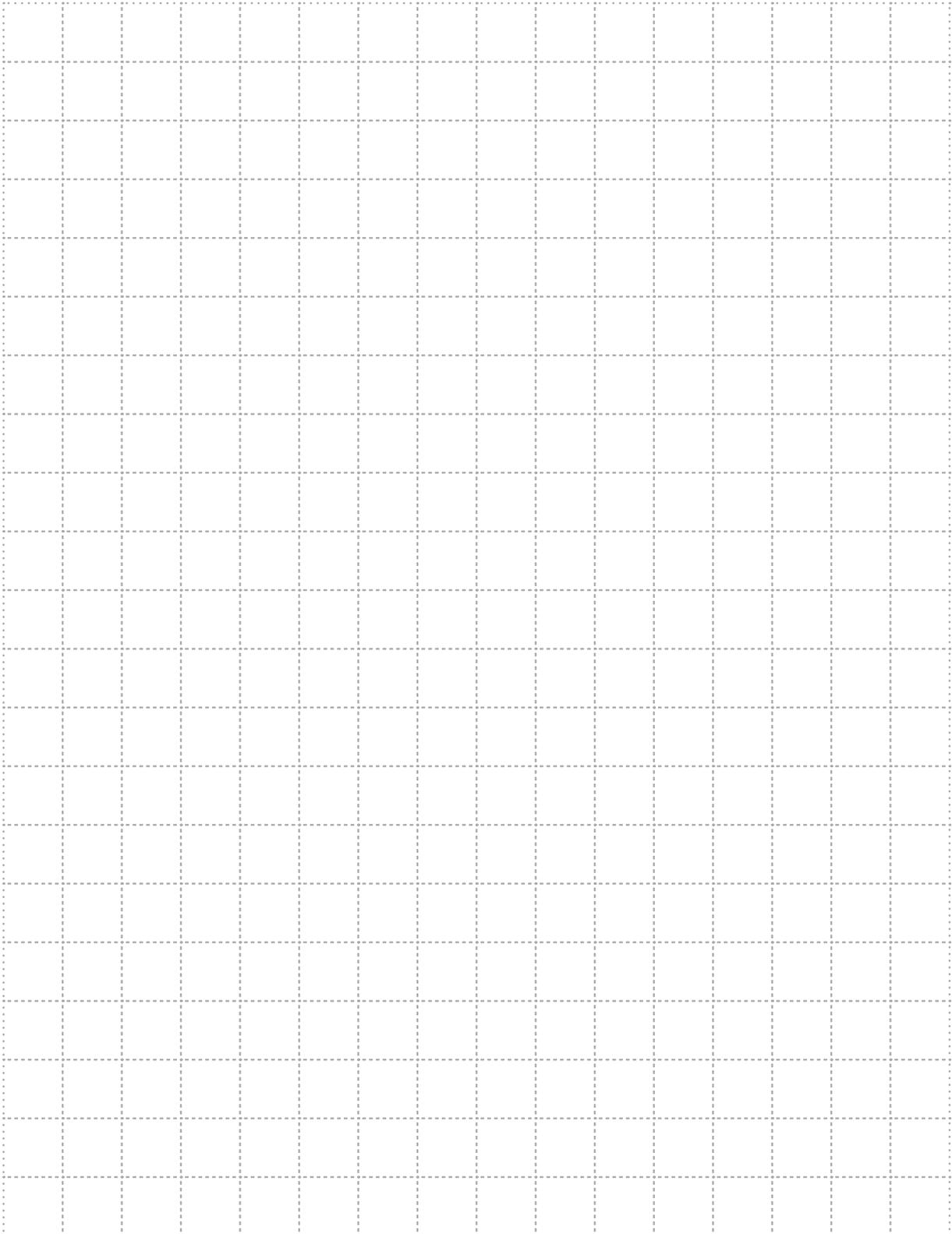
Marie präsentiert diese Informationen bei einem Referat in der Schule. Daraufhin fragt sie ihr Mitschüler Alexander. „Ist der Standbeutel also die beste Verpackung für Konsummilch?“

Was meinen Sie? Ist der Standbeutel die beste Verpackung für Konsummilch? Nehmen Sie begründet Stellung. Berücksichtigen Sie bei Ihrer Stellungnahme sowohl technische als auch ökonomische und ökologische Gesichtspunkte. Beziehen Sie die Verbrauchersicht mit ein.











Aufgabe 9: Vervollständigen Sie bitte diesen Satz:
Bei der Bearbeitung dieses Moduls war neu für mich, dass...

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Testen Sie sich selbst!



Hier finden Sie das „Molki-Quiz“ und sehen, ob Sie es „gecheckt“ haben
Gehen Sie auf <https://www.lufa-nord-west.de//index.cfm/article/2150>



Wie geht's weiter?

Im nächsten **Modul M3 – Ressourcen** ist „weniger = mehr“. Es geht um Strom, Wasser und CO₂-Fußabdrücke.



