

RESSOURCEN

Nachhaltigkeit in der Milchtechnologie

M3



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bildung für
nachhaltige
Entwicklung



biib Modellversuche
Nachhaltige Entwicklung

biib 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 Was versteht man unter dem Begriff Ressource?	S. 3
1.1 Ressourcenverbrauch einer Molkerei (Beispiel).....	S. 4
2 Die Ressourcen Strom und Wasser	S. 7
3 Übersicht zum Wasserverbrauch im Molkereibetrieb	S. 10
3.1 Der Wasserfußabdruck.....	S. 10
3.2 Wasserfußabdruck für Lebensmittel.....	S. 11
3.3 Wasserverbrauch in Molkereien	S. 16

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
- Betriebliche Energie- und Trinkwasserversorgung
- Betriebliches Umweltmanagement

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

- A 3) Hygienemaßnahmen anwenden
- A 4) Produktionsverfahren zur Behandlung von Lebensmitteln und Rohstoffen durchführen
- B 4) Qualitätssicherungssysteme anwenden

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

- LF 3) Anlieferungsmilch bearbeiten
- 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 8) Versorgungsanlagen überwachen
- LF 9) Frisch- und Sauermilchkäse herstellen
- LF 10) Labkäse und Erzeugnisse aus Käse herstellen
- LF 11) Molke und deren Inhaltsstoffe verarbeiten

Lernziele

Sie kennen...

- die Herkunft des Begriffs Ressource und besitzen Grundlagenwissen für die Auseinandersetzung mit dem Thema Ressourcenverbrauch
- die verwendeten/relevanten Ressourcen im Molkereibetrieb
- verschiedene Ursachen für den Ressourcenverbrauch

Sie können...

- ihr Wissen über die Ursachen des Ressourcenverbrauchs auf ihren Betrieb übertragen und in ihrem Betrieb anwenden
- benennen, was der Verbrauch von Ressourcen mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung zu tun hat

EINSTIEGSSITUATION

Der Auszubildende zum Milchtechnologien Alexander ist vor einigen Wochen mit seiner Freundin Laura zusammengezogen. Laura duscht gerne warm und nach Alexanders Meinung etwas zu lang. Alexander findet, dass sie unnötig Wasser verbraucht – das schadet nicht nur der Umwelt, sondern wird am Monatsende teuer für sie beide.

Alexander legt ihr deshalb eine Statistik vor, in der es um den Pro-Kopf-Wasserverbrauch in Deutschland geht. Schließlich handelt Laura normalerweise sehr umweltbewusst, sie ernährt sich vegetarisch, kauft überwiegend regional ein und verzichtet, wenn möglich, auf das Auto.

„Nicht eingerechnet wurde hier das virtuelle Wasser“, zitiert Laura den Artikel laut. „Also das Wasser, das in der Produktion verwendet und damit indirekt durch Konsum verbraucht wird.“ Sie sieht ihn auffordernd an und holt zum Gegenschlag aus. „Du solltest also mal ausrechnen, wieviel Wasser und Strom allein bei der Produktion von Milchpulver und Butter verbraucht werden. Wenn ich eine Woche lang keine Milchprodukte esse, könnte ich sicherlich sogar dop-

pelt so lange duschen und würde der Umwelt trotzdem weniger schaden. Und wenn du irgendwo sparen willst, dann häng nicht ständig dein Handy ans Ladegerät und lass abends deine Konsole aus.“

Alexander findet Lauras Argumentation etwas unfair, er hat dem aber auch nicht viel entgegnzusetzen.

Jetzt würde er selbst gerne wissen:

- Welche Ressourcen werden im Molkereibetrieb verbraucht?
- Gibt es Prozesse, die besonders viel Energie und Wasser verbrauchen?
- Wie hoch ist der Ressourcenverbrauch einer Molkerei im Vergleich zum Privathaushalt?
- Kann man den Ressourcenaufwand auch pro Kilogramm und Produkt berechnen?
- Wie lassen sich Ressourcen im Betrieb einsparen?



1 | Was versteht man unter dem Begriff Ressource?

Eine Ressource beschreibt laut Duden den „natürlichen Bestand von etwas, was für einen bestimmten Zweck, besonders zur Ernährung der Menschen und zur wirtschaftlichen Produktion, benötigt wird.“

Es wird in **materielle und immaterielle Ressourcen** unterschieden.

Zu den materiellen Ressourcen zählen z.B. Betriebsmittel, Bodenschätze, Maschinen, Gebäude und Mitarbeiter. Zu den immateriellen Ressourcen zählen vor allem Wissen und Information.

Das nachhaltige Management von natürlichen Ressourcen ist ein wesentliches Ziel der Sustainable Development Goals (SDG). Diese spiegeln die politischen Zielsetzungen der Vereinten Nationen (UN) zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene wider.



Abbildung 1: Ziele für nachhaltige Entwicklung



Bildquelle: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/Publikationen/Downloads-Nachhaltigkeit/indikatoren-0230001189004.pdf?__blob=publicationFile&v=6
(letzter Zugriff: 04.06.2021)

Im Nachhaltigkeitsmodul 1: Basiswissen Nachhaltigkeit wurde bereits näher auf die 17 Ziele für Nachhaltige Entwicklung eingegangen.

In diesem Lernmodul geht es um die materiellen Ressourcen im Molkereibetrieb.

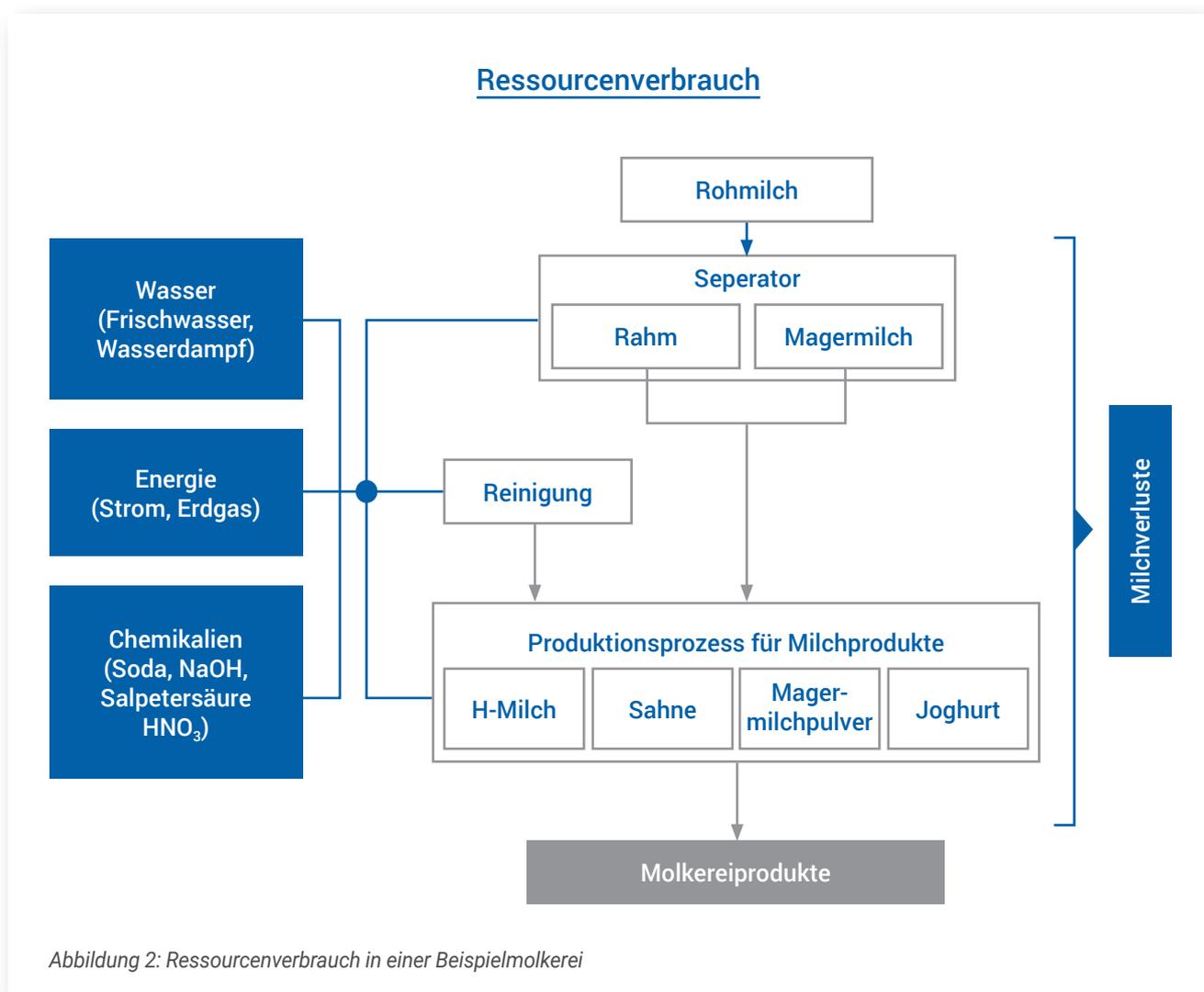
Dabei werden insbesondere die Betriebsmittel Wasser und Energie in den Fokus genommen.

1.1 Ressourcenverbrauch einer Molkerei (Beispiel)

Abbildung 2 zeigt die eingesetzten Ressourcen (Milch, Wasser, Energie und Chemikalien) für eine Beispielmolkerei.

Milchverluste entstehen durch verschiedene Reinigungsvorgänge in Rohren oder Behältern. Letztendlich enden diese im Abwasser der Molkerei und verursachen in der Aufbereitung in einer Kläranlage weitere Umweltwirkungen.

Der Reinigungsbedarf ist stark abhängig vom Aufbau der Molkerei, den Produkten und der Fahrweise der Anlagen. Deswegen sind pauschale Aussagen zur Höhe der Milchverluste kaum möglich.



Damit Ressourcenverbräuche exemplarisch berechnet werden können, wird in diesem Modul die Beispielmolkerei „Milchwerke Musterdorf eG“ als Modell zugrunde gelegt.

Abbildung 3 zeigt die Milchströme (L) dieser Molkerei und deren tägliche Verarbeitungs- bzw. Produktionsmengen. Tabelle 1 zeigt die zugehörige Massebilanz (kg).

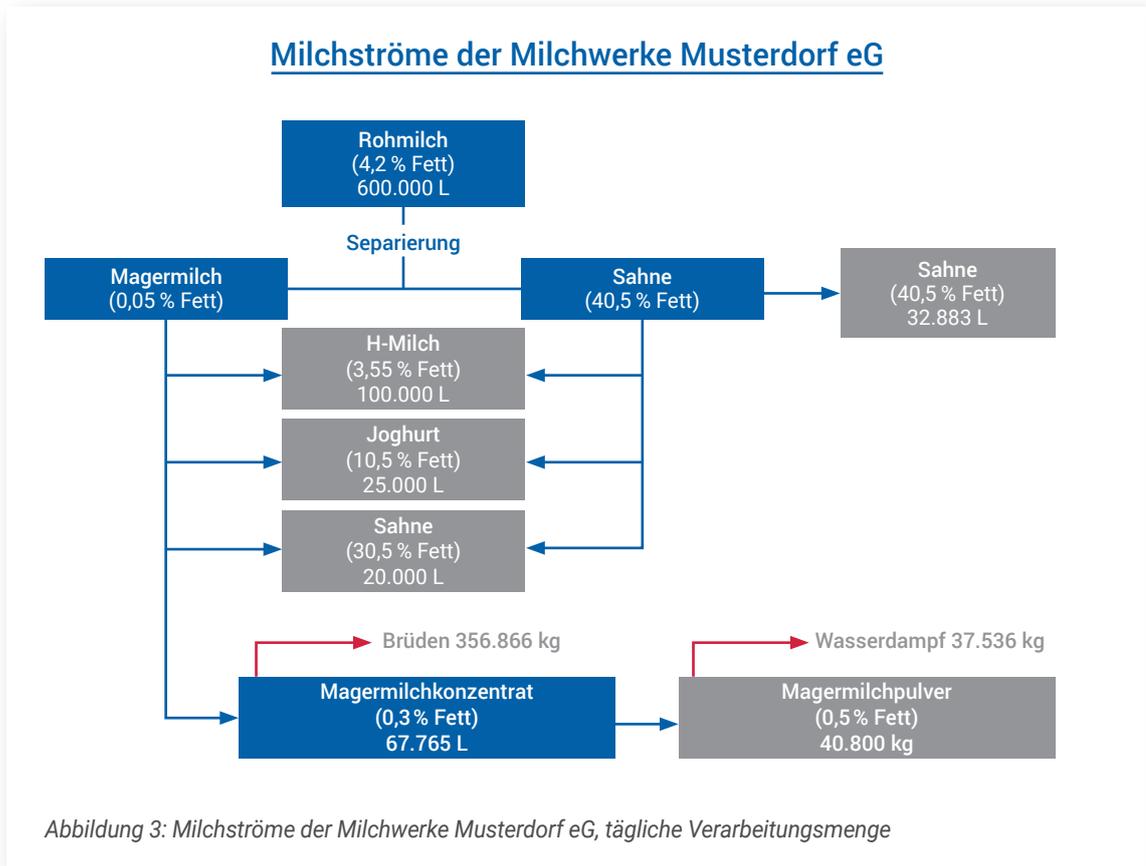


Table 1: Massebilanz einer Tagesproduktion der Milchwerke Musterdorf eG

Produkt	Menge [l]	Produkt [kg]
Rohmilch (4,2% Fett)	600.000	616.800
Rahm (40,5% Fett)	32.883	32.620
H-Milch (3,55% Fett)	100.000	103.200
Joghurt (10,5% Fett)	25.000	25.725
Sahne (30,5% Fett)	20.000	20.040
Magermilch (MM) zur Konzentratherstellung (0,05% Fett)	422.117	435.203
MM-Konzentrat (0,28% Fett)	67.765	78.336
Brüden aus der Eindampfung		356.866
MM-Pulver (0,53% Fett)		40.800
Wasserdampf aus der Trocknung		37.536
Brüden + Wasserdampf		394.402
Abweichung Rohmilch vs. Produkte		12
Summe Fertigware		222.385

Die „Milchwerke Musterdorf eG“ verarbeitet täglich 600.000 Liter Rohmilch zu den in [Abbildung 2](#) auf Seite 4 gezeigten Produkten H-Milch, Sahne, Magermilchpulver und Joghurt.

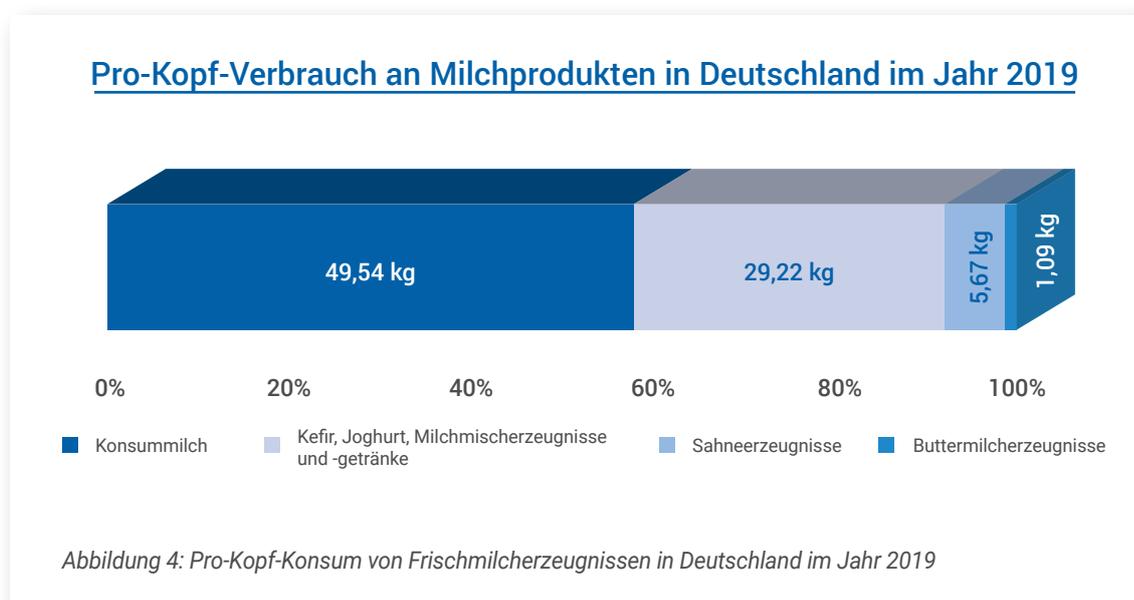
Gemäß Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) verbrauchte jeder Einwohner Deutschlands im Jahr 2019 ca. 87 kg Milchprodukte. Diese verteilen sich auf:

49,54 kg Konsummilch

29,22 kg Sauermilch-, Kefir-, Joghurt- und Milchmischerzeugnisse sowie Milchmischgetränke

5,67 kg Sahneerzeugnisse

1,09 kg Buttermilcherzeugnisse



Quelle: Statista (05.2020), online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/318271/umfrage/pro-kopf-konsum-von-frischmilcherzeugnissen-in-deutschland-nach-art/> (letzter Zugriff: 27.01.2021)



Aufgabe 1: Berechnen Sie anhand der Tabelle 1 und Abbildung 4, wie viele Personen mit der Tagesproduktion an H-Milch der „Milchwerke Musterdorf eG“ ihren jährlichen Konsummilchverbrauch decken könnten.

.....

.....

.....

.....

2 | Die Ressourcen Strom und Wasser

Zur Herstellung der Produkte der Milchwerke Musterdorf eG werden täglich die in [Tabelle 2](#) abgebildeten Mengen an Ressourcen benötigt. Dabei sind folgende Gerätschaften und Prozesse in der Molkerei berücksichtigt: Reinigungsprozesse, Kompressoren z.B. zur Druckluftherzeugung, Molke-reiprozesse (Separieren, Homogenisieren etc.), Verpackungsanlagen, Pumpen und Kühlprozesse. Die Chemikalien NaOH (Natronlauge) und HNO₃ (Salpetersäure) werden für das Cleaning in Place (CIP), also die Reinigung der Maschinen, verwendet.

Um die Berechnung des Ressourcenverbrauchs zu vereinfachen, wurden in der Tabelle folgende Aspekte nicht berücksichtigt: Nicht-prozessgebundener Strom- und Wasserverbrauch (z.B. Beleuchtung und Beheizung, Klimatisierung der Produktions-, Aufenthalts- und Sanitärräume, Wasserverbrauch in den Sanitäreinrichtungen oder zur Reinigung der Anlage von außen).

Tabelle 2: Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch der Beispielmolkerei „Milchwerke Musterdorf eG“

Bezeichnung		Menge	Einheit	Rel. Menge pro Liter Rohmilch	Einheit
Wasser	Frischwasser	630.000	kg/d	1,05	kg/l
Erdgas	für die Produktion	95.000	kWh/d	0,158	kWh/l
	für die Reinigung	50.000	kWh/d	0,083	kWh/l
Stromverbrauch	für die Produktion	30.000	kWh/d	0,05	kWh/l
	für die Reinigung	500	kWh/d	0,00083	kWh/l
NaOH	für die Reinigung	2.200	kg/d	0,0036	kg/l
HNO ₃	für die Reinigung	600	kg/d	0,001	kg/l

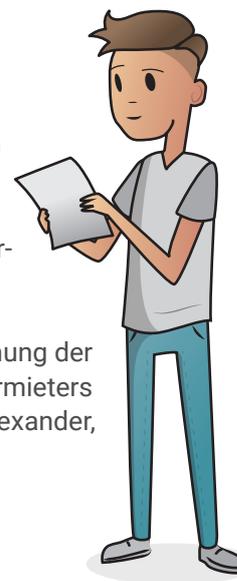
Erläuterung der Abkürzungen (in alphabetischer Reihenfolge)

d	Tag	kWh	Kilowattstunde
HNO ₃	Salpetersäure	l	Liter
kg	Kilogramm	NaOH	Natriumhydroxid (in Wasser: Natronlauge)

Der Stromverbrauch für die in den Milchwerken Musterdorf eG verarbeiteten 600 000 Liter Milch zu etwas mehr als 222 t Molkereiprodukten lag in unserem Beispiel bei 30 500 kWh, was ca. 0,14 kWh (Kilowattstunde) pro kg Milchprodukt entspricht.

Wenn jeder Mensch 87 kg Molkereiprodukte pro Jahr isst (vgl. Abb 4), dann liegt der jährliche Pro-Kopf-Stromverbrauch dafür bei ca. 12,18 kWh.

*Beachten Sie:
In dieser Berechnung ist der Energiebedarf für die Milchviehhaltung nicht berücksichtigt. Zudem ist die Zusammensetzung der durchschnittlich in Deutschland konsumierten Milchprodukte nicht identisch mit der Produktzusammensetzung unserer Beispielmolkerei.*



Alexander hat nun eine grobe Übersicht über Durchschnittswerte des Verbrauchs von Wasser, Strom und anderen Ressourcen in einem industriellen Molkereibetrieb.

Er will jetzt wissen, wie viele Ressourcen im Vergleich dazu ein privater Haushalt verbraucht. Vor allem interessiert ihn seine persönliche Situation.

Alexanders und Lauras Wohnung befindet sich in einem Mehrfamilienhaus. Zur Begleichung der Nebenkosten zahlen die beiden einen Abschlag, der sich nach dem Verbrauch des Vormieters - einem alleinstehenden Mann - richtet. Nun, da sie zu zweit hier wohnen, befürchtet Alexander, dass sie beide am Jahresende nachzahlen müssen. Er will deshalb wissen:
Wie hoch ist der durchschnittliche Stromverbrauch seiner Zwei-Zimmer-Wohnung?

Dazu findet Alexander folgende Zahlen im Internet.

☰ Tabelle 3: Stromverbrauch in Haushalten

Haushaltsgröße im Mehrfamilienhaus	Stromverbrauch [kWh/Jahr]
1 Person	1.500
2 Personen	2.100
3 Personen	2.600
4 Personen	3.000



Quelle: <https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-im-haushalt/#c120949> (letzter Zugriff: 11.12.2019)

Wie sieht der Vergleich dazu mit dem Stromverbrauch einer Molkerei aus?



Aufgabe 2: Vergleichen Sie nun die benötigte Energiemenge unserer Beispielmolkerei „Milchwerke Musterdorf eG“ mit den Werten der privaten Haushaltsführung.

Durchschnittlicher Verbrauch an Erdgas zum Heizen (Mietwohnung mit 83,2m ²)	Durchschnittlicher Wasserverbrauch in einem 2-Personen-Haushalt	Durchschnittlicher Stromverbrauch in einem 2-Personen Haushalt (Mehrfamilienhaus)
12 000 kWh/Jahr	200 Liter Wasser/Tag	2 100 kWh/Jahr



Quelle: www.Energiesparen-im-Haushalt.de (letzter Zugriff: 30.07.2021)

a) Wie lange kann mit dem Erdgasverbrauch einer Tagesproduktion inklusive Reinigung der Molkerei eine Mietwohnung mit 83,2 m² geheizt werden?

.....

.....



b) Wie viele Jahre kommt ein 2-Personen-Haushalt mit dem Wasserverbrauch der Beispielmolkerei eines Tages aus?

.....

.....

c) Wie viele Jahre kommt ein 2-Personen-Haushalt mit dem Stromverbrauch der Molkerei eines Tages aus?

.....

.....

d) Berechnen Sie den jährlichen Stromverbrauch unserer Beispielmolkerei. Legen Sie die Werte aus [Tabelle 2](#) (nur Strom) zugrunde und gehen Sie von einer ganzjährigen Produktion mit nur wenigen produktionsfreien Tagen aus (360 Tage/Jahr).

.....

.....

e) Vergleichen Sie: Wie viele 2-Personen-Haushalte kommen mit dem Jahresstromverbrauch einer Molkerei aus?

.....

.....

f) Gerade haben Sie den Jahres-Stromverbrauch einer ganzen Molkerei mit dem Jahres-Stromverbrauch von 2-Personen-Haushalten verglichen. Es ist klar, dass die Molkerei dabei schlecht abschneidet!

Berechnen Sie nun, wie viele 2-Personen-Haushalte mit der Tagesproduktion der Beispielmolkerei mit Molkereiprodukten ein Jahr lang versorgt werden können. Nutzen Sie dafür die [Tabelle 1](#) und [Abbildung 4](#).

.....

.....

.....

3 | Übersicht zum Wasserverbrauch im Molkereibetrieb

Die Ressource Wasser wird im Zuge des Klimawandels immer bedeutsamer. Die zunehmende Erwärmung der Erde führt zu einer größeren Verdunstung von Oberflächengewässern, aber auch von in Böden oder Pflanzen gebundenem Wasser. Zudem kommt es zu einer regionalen Verschiebung der Niederschläge.

Wasser in der Molkerei:

In milchverarbeitenden Betrieben wird Wasser in verschiedenen Bereichen verwendet. Dazu wird es zuvor auf Verunreinigungen und Krankheitserreger untersucht, um die Gesundheit nicht zu gefährden. Anschließend wird das Wasser in den Betrieben zum Kühlen, Heizen, Reinigen und zur Dampferzeugung verwendet.

3.1 Der Wasserfußabdruck

Man kann den Wasserverbrauch produktbezogen berechnen. Der sogenannte „Wasserfußabdruck (WFA)“ eines Produkts oder einer Dienstleistung umfasst dabei die gesamte Menge des Wasserverbrauchs, die mit einem Produkt oder einer Dienstleistung verknüpft ist. Der Wasserverbrauch wird dabei definiert als die Wassermenge, die im Lebenszyklus eines Produkts verbraucht wird.

Deutschlands Wasserfußabdruck beträgt laut Umweltbundesamt 3 900 Liter pro Tag und Person (2018).

Diese Wassermenge berücksichtigt z. B. die verbrauchten Lebensmittel, die getragene Kleidung und auch industrielle Prozesse zur Herstellung von Gütern, die wir täglich verwenden. In Deutschland ist zwar Wasser in ausreichender Menge vorhanden, importierte Waren wie Kleidung oder Nahrungsmittel haben jedoch häufig sehr hohe Wasserfußabdrücke. Viele Produkte werden in Ländern hergestellt, in denen Wasserknappheit herrscht und die Wasserqualität schlecht ist. So verursacht unser Konsum Wassermangel in den Exportländern.

Beim Wasserfußabdruck (WFA) wird in den grünen, blauen und grauen Fußabdruck unterschieden.

Der **grüne WFA** bezeichnet das Regenwasser und die im Boden befindliche Feuchtigkeit, welche der Pflanze zur Verfügung steht.

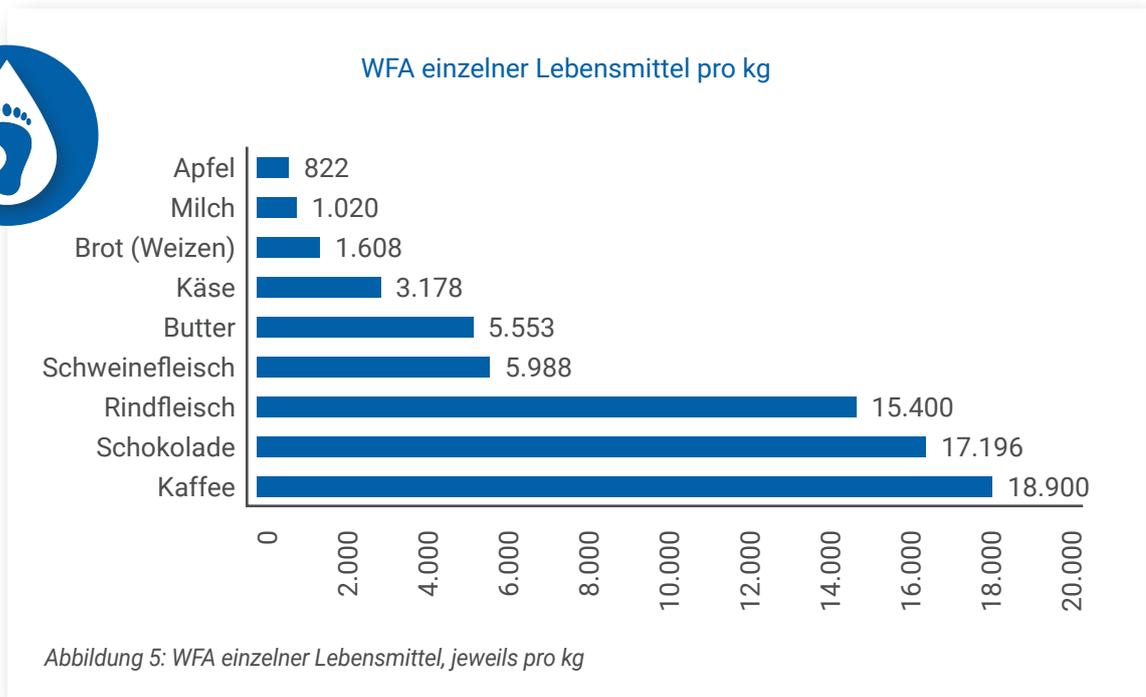
Als **„Blaues Wasser“** wird Grund- oder Oberflächenwasser bezeichnet, das zur Herstellung eines Produktes genutzt wird und nicht mehr in ein Gewässer zurückgeführt wird.

Der **graue WFA** definiert nicht wie der blaue und grüne die benötigte Wassermenge, sondern bezieht sich auf die Wasserqualität. Der graue WFA kann als ein Indikator (=Merkmal/Anzeichen) für die Verschmutzung von Wasser angesehen werden.

3.2 Wasserfußabdruck für Lebensmittel

Auf der Seite www.waterfootprint.org ist es möglich, den Wasserfußabdruck unterschiedlicher Lebensmittel im weltweiten Durchschnitt zu überprüfen.

Betrachten Sie die Grafik. Diese weist die jeweiligen Wasserfußabdrücke pro Kilogramm des fertigen Produktes aus.



Quelle: waterfootprint.de: <https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>
(letzter Zugriff: 27.01.2021)

Demnach werden für 1 kg Milch 1020 l Wasser benötigt (vgl. Kasten auf der folgenden Seite). Für 1 kg Käse hingegen werden durchschnittlich 3178 l Wasser benötigt.

Alexander wundert sich über diese hohen Zahlen. Er muss dabei berücksichtigen, dass der größte Wasserverbrauch nicht in den Molkereien entsteht. Der hohe Wasserfußabdruck von Milch und Milchprodukten wird vor allem durch die Futtermittelproduktion für die Milchviehhaltung verursacht.



NERD-WISSEN: ZAHLEN UND STATISTIKEN ZUM WFA DER MILCH

Die Angaben zum Wasserverbrauch pro Liter Milch liegen je nach Quelle sehr weit auseinander.

Die Homepage statista.com geht von 628 Litern Wasser pro Liter Kuhmilch aus (<https://de.statista.com/infografik/21638/umwelteinfluss-verschiedener-milchsorten/>). 

ARD/WDR kalkulieren mit 1000 Litern Wasser pro Liter Milch (<https://www.planet-wissen.de/natur/umwelt/wassernot/pwiederpersoenlichewasserfussabdruck100.html>). 

Die von uns verwendeten Angaben zum WFA stammen von der Seite waterfootprint.de. Die Zahlen decken sich exakt mit Forschungsergebnissen, in denen Weide- und industrielle Haltung im gewichteten globalen Durchschnitt berechnet wurden (vgl. Mekonnen, MM, Hoekstra, AY: Eine globale Bewertung des Wasserfußabdrucks von Nutztierprodukten. *Ecosystems* 15, 401–415 (2012), <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>). 

Forscher der TU Berlin hingegen kritisieren die Berücksichtigung des ‚grünen Wasserverbrauchs‘ bei der Futtermittelproduktion und rechnen diesen heraus. Dadurch kommen sie zu deutlich niedrigeren Zahlen. Sie gehen von einem Wasserverbrauch von „mindestens 100 Litern“ Wasser pro Liter Milch aus, sofern die Kuh in Weidehaltung gehalten wird. Bei Kraftfutterfütterung und Stallhaltung seien es aber eher 400 Liter Wasser pro Liter Milch, nehmen die Forscher an (vgl. <https://www.tu-berlin.de/?id=119178> und https://umwelt.provinz.bz.it/downloads/Acqua-29.11-_IV_Forum_-_2014-_berger_dt-it.pdf). 


(letzter Zugriff auf die Links: 28.01.2021)

Spart Laura also Wasser ein, wenn sie sich vegetarisch ernährt oder sollte sie sich besser bei der Schokolade zurückhalten und keinen Kaffee mehr trinken?

Laura findet es unlogisch, auf Kaffee und Schokolade verzichten zu müssen, denn sie trinkt den Kaffee ja nicht „kiloweise“. Mit einem Pfund Kaffee kommen Laura und Alexander mindestens vier Wochen lang aus und auch ihr Verbrauch an Schokolade ist nicht besonders hoch, finden die beiden.

Lauras und Alexanders Grundgedanke ist richtig: Wir konsumieren nicht jedes Lebensmittel in gleicher Menge. Schokolade zum Beispiel kann als Genussmittel bezeichnet werden und wird normalerweise nicht zur Sättigung verzehrt – anders als Brot, Obst, Fleisch oder Käse. Zum Vergleich: Der durchschnittliche Einwohner Deutschlands isst 5,7 kg Schokolade pro Jahr, aber rund 25 kg Käse und er verbraucht jährlich fast 50 kg Milch.



Pro-Kopf-Verbrauch einzelner Lebensmittel in kg/Jahr

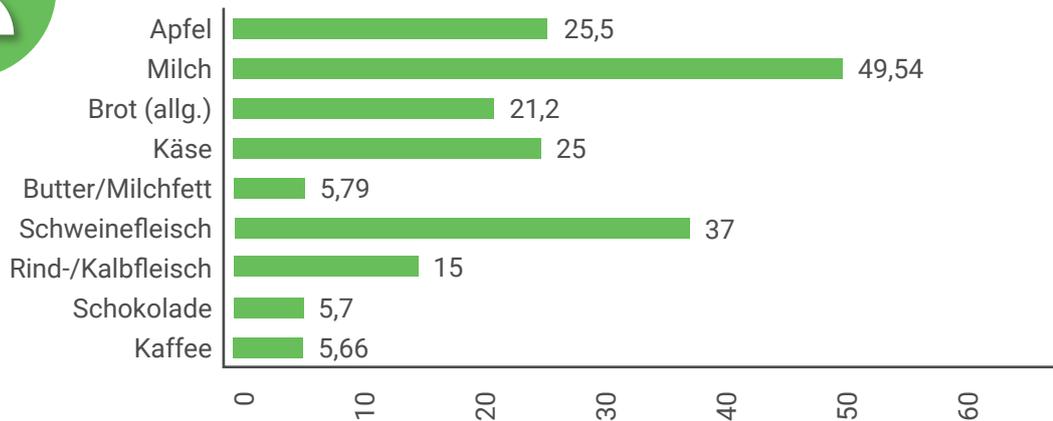


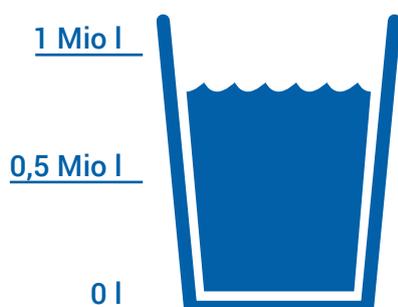
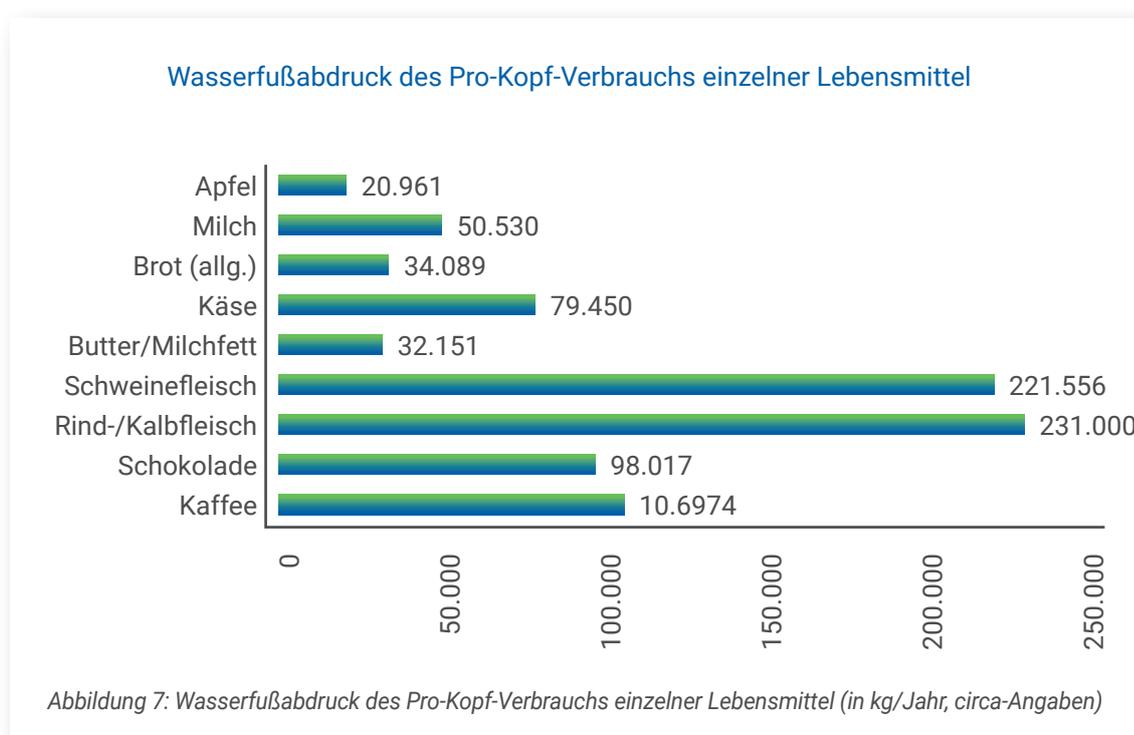
Abbildung 6: Pro-Kopf-Verbrauch einzelner Lebensmittel (in kg/Jahr; Circa-Angaben)

Als Quellen wurden verwendet: de.statista.com; Thünen-Institut; BMEL-Statistik; Deutsches Brotinstitut e.V.. Bei unterschiedlichen Angaben in den einzelnen Quellen wurden Mittelwerte verwendet.

Wirken sich der Konsum von Kaffee und Schokolade also trotz des relativ gesehen hohen Wasserfußabdrucks weniger stark auf den Pro-Kopf-Wasserverbrauch (WFA) aus – einfach, weil wir weniger davon essen und trinken?

Was zunächst einleuchtend klingt, erweist sich mit einem Blick auf die Zahlen aber dennoch als falsch.

Die Nahrungsmittel mit einem immens hohen Wasserfußabdruck pro kg Produkt weisen auch hinsichtlich des Pro-Kopf-Verbrauchs eine schlechte Bilanz aus, wie die [Abbildung 7](#) und die folgenden Rechnungen zeigen. Negative Spitzenreiter beim Wasserfußabdruck sind die Lebensmittel Rind-/Kalbfleisch, Schweinefleisch, Kaffee und Schokolade.



Der Durchschnittsbürger, der die oben genannten Produkte konsumiert, verbraucht allein mit diesen Lebensmitteln 874.728 Liter Wasser im Jahr.



Aufgabe 3: Berechnen Sie grob Ihren eigenen (Ernährungs-)Wasserfußabdruck mithilfe der Tabelle. Ergänzen Sie die Tabelle ggf. mit Produkten, die für Ihre Ernährung eine Rolle spielen und die hier noch fehlen.



Recherchieren Sie dazu im Internet, z.B. unter folgendem Link:
<https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>
(letzter Zugriff: 27.01.2021)

Produkt	WFA in l/kg	Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland/Jahr in kg	Mein Verbrauch am Produkt/Jahr (ca.)	Mein WFA
Apfel	822	25,5		
Milch	1.020	49,54		
Brot	1.608	21,2		
Käse	3.178	25		
Butter	5.553	5,79		
Schweinefleisch	5.988	37		
Rindfleisch	15.400	15		
Schokolade	17.196	5,7		
Kaffee	18.900	5,66		
Bier	296 (l/l)	95 (l)		
Salat	237	2,3		
Pasta	1.849	8,4		
Kartoffeln	287	55		
Reis	2.497	6,2		
Gurke+Kürbis	353	6,9		
Eier	196 pro Ei	236 Eier		
Summe				

MERKE

Wie hoch der Wasserfußabdruck einer „europäischen Durchschnittsernährung“ ist, lässt sich nicht genau feststellen, da mitunter zwischen dem Verbrauch an grünem, blauen und grauen Wasser unterschieden wird. Eines scheint jedoch unstrittig: die tierischen Produkte machen einen hohen Anteil am Wasserfußabdruck in der Ernährung aus.

3.3 Wasserverbrauch in Molkereien

Auch wenn der hohe Wasserfußabdruck von Milch und Milchprodukten zu einem Großteil auf die vorgelagerten Produktionsprozesse in der Landwirtschaft zurückzuführen ist, sollte man sich dennoch mit den Abläufen im eigenen Betrieb befassen, findet Alexander.

In den Molkereibetrieben wird die größte Wassermenge zur Reinigung benötigt. Die Maschinen werden dazu nicht in ihre Einzelteile zerlegt, sondern mit der Methode „Cleaning in Place“ gereinigt, um die Kosten und den Verbrauch für die Reinigung möglichst gering zu halten.

Als Cleaning in Place oder CIP werden mechanische oder chemische Systeme zur Reinigung von Maschinen für die Lebensmittelverarbeitung verstanden. CIP wird z. B. benötigt im Anschluss an Verarbeitungsschritte oder auch bei der Umstellung von Verarbeitungslinien auf andere Produkte.

Durch diese Methode muss keine Demontage erfolgen, sodass die Maschinen im Produktionszustand gereinigt werden und Wasser eingespart wird. Zur Reinigung wird dem Wasser z. B. Natronlauge (NaOH) oder Salpetersäure (HNO₃) beigemischt.

Um die Umwelt zu schonen und Kosten zu sparen, sollte die eingesetzte Menge Chemikalien minimal dosiert sein. In unserer Beispielmolkerei Milchwerke Musterdorf e.G. werden ca. 2 229 Kilogramm Natronlauge und 606 Kilogramm Salpetersäure pro 600 000 Liter verarbeitete Milch verwendet.



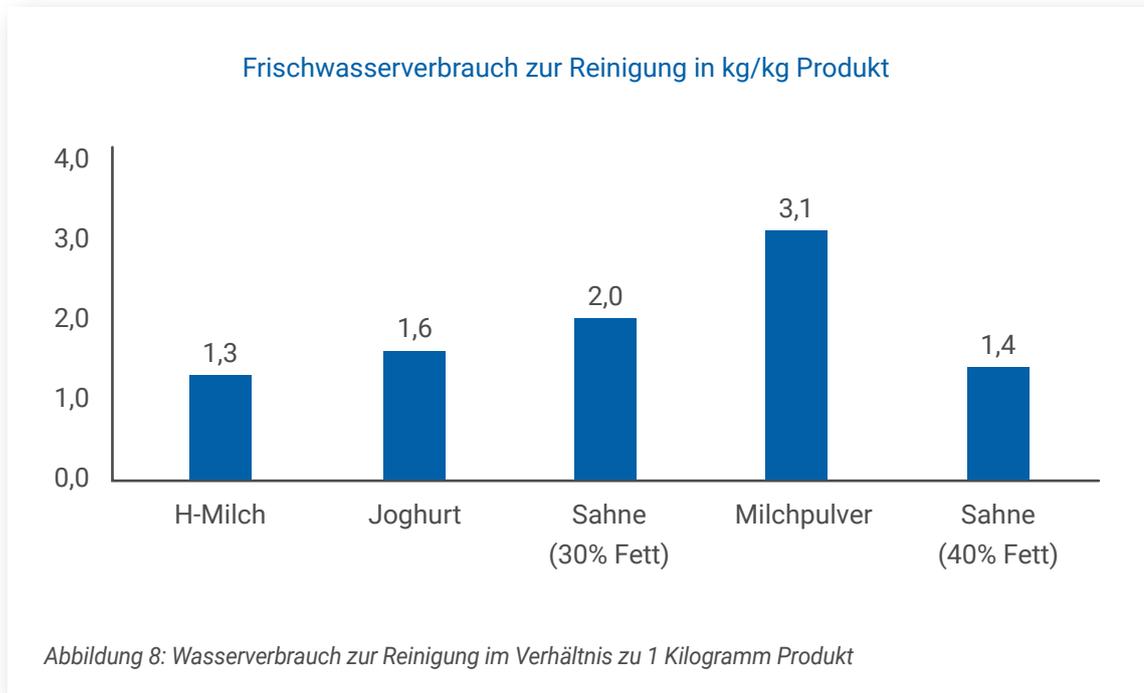
NERD-WISSEN: WAS IST „CLEANING IN PLACE“?

Cleaning in Place (= Reinigung vor Ort) bezeichnet ein Verfahren, mit dem Produktionsanlagen und Rohrleitungen gereinigt werden. Die Anlage wird im Kreis- oder Durchlaufverfahren gereinigt, eine vorherige Demontage ist nicht notwendig. Ein CIP-Reinigungsprozess erfolgt in mehreren, aufeinander abgestimmten Schritten.

1. Vorspülen (mit Wasser, grobe Verunreinigungen werden entfernt)
2. Spülen der Anlage (mit Lauge, z.B. NaOH oder einem Reinigungsmittel)
3. Zwischenspülen (mit Wasser zum Ausspülen des Reinigungsmittels)
4. Reinigung (Spülen der Anlage mit einer Säure, z.B. HNO₃)
5. Spülen (Klarspülen mit Frischwasser)

CIP ist eine Standardmethode zur Reinigung verfahrenstechnischer Anlagen. Sie kommt hauptsächlich in der Lebensmittelindustrie zum Einsatz. Bei der Optimierung des CIP-Prozesses geht es im Wesentlichen um die Hygiene, um Wirtschaftlichkeit (Stillstandzeiten der Anlage verringern), um Kosteneinsparungen durch verringerten Ressourcenbedarf und um energieeffiziente Prozesse (Temperatur, Einwirkzeiten etc.).

In **Abbildung 8** werden die benötigten Wassermengen zur Reinigung der Maschinen der einzelnen Produkte unserer Molkerei „Milchwerke Musterdorf eG“ dargestellt.



Quelle: Maga und Font Brucart 2016, S. 43

Es fällt auf, dass der Wasserverbrauch zur Reinigung der Milchpulveranlage besonders hoch ist. Diese benötigt im Vergleich zu den anderen Maschinen fast doppelt so viel Wasser pro produziertem Kilogramm Produkt. Auch der Einsatz von Rohmilch pro Kilogramm Produkt ist bei Milchpulver am höchsten.

Wäre es also am besten, wenn Molkereien kein Milchpulver mehr herstellen?

Alexander findet, man könne die einzelnen Produkte nicht so einfach miteinander vergleichen. Der Schwerpunkt seines Ausbildungsbetriebes liegt auf der Milchpulver-Produktion und daher weiß er, wie wichtig das Milchpulver für die gesamte Lebensmittelindustrie ist – nicht nur für die Herstellung von Babynahrung, sondern auch für viele andere Produkte wie Süßspeisen, Joghurt und Backwaren sowie für Nahrungsergänzungsmittel. Milchpulver lässt sich leicht lagern, gut transportieren, muss nicht gekühlt werden und ist im Vergleich mit Frischmilch weniger anfällig für die Keimbildung. Dadurch wird in diesen Bereichen wiederum Energie gespart, findet Alexander.



Um den Wasserverbrauch in Molkereianlagen zukünftig zu verringern, wird die Technologie stetig verbessert. Mittlerweile gibt es Anlagen zur Milchpulverherstellung, die annähernd ohne zusätzlichen Wasserverbrauch auskommen. Dazu wird bei der Produktion des Konzentrats der Wasserdampf aufgefangen, aufgewertet und zur Reinigung der Anlage wiederverwendet.



Aufgabe 4: Auf die Reinigung der Anlagen in einer Molkerei entfällt in der Regel der höchste Anteil des Wasserverbrauchs.

a) In welchen Prozessen innerhalb Ihres Ausbildungsbetriebes wird das meiste Frischwasser verbraucht?

.....

.....

.....

.....

b) Welche Milchprodukte benötigen besonders viel Wasser?

.....

.....

c) Mit welchen Verfahren werden die Anlagen in Ihrem Ausbildungsbetrieb gereinigt? Nennen Sie mindestens zwei.

.....

.....

.....

d) Beschreiben Sie die unterschiedlichen Verfahren und stellen Sie dar, warum sich Ihr Betrieb für diese Verfahren entschieden hat. Beschreiben Sie Aspekte wie Temperaturniveaus, Chemikalieneinsatz, Zeitbedarfe und Recyclingprozesse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

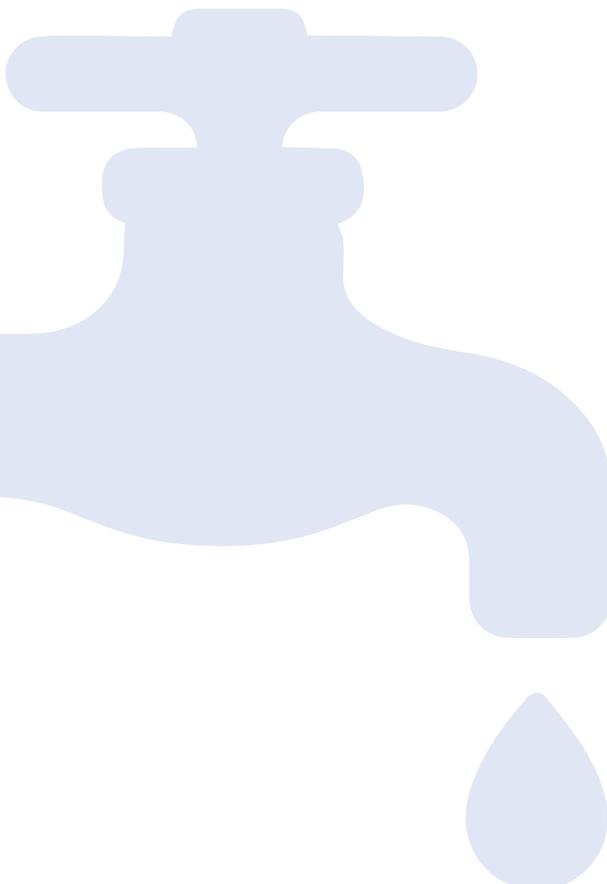
.....

Alexander ist etwas frustriert: Dass für den gesamten Herstellungsprozess von Milch und Milchprodukten so viel Wasser verbraucht wird, hat er bislang nicht gewusst. Außerdem ärgert ihn, dass seine Freundin wohl Recht gehabt hat. Das Wasser, das indirekt in den Lebensmitteln und Konsumgütern steckt, macht einen höheren Anteil am persönlichen Wasserfußabdruck aus als das Wasser, das man im eigenen Haushalt verbraucht.

Kann man dieses Beispiel auch auf Molkereien übertragen? Alexander sieht hier durchaus Parallelen: Es mag ja sein, dass die Anlagen in der Molkerei und die gesamten Herstellungsprozesse viele Ressourcen verbrauchen – aber zumindest der Wasserfußabdruck der internen Prozesse in der Molkerei ist minimal im Vergleich zum Wasserfußabdruck der milcherzeugenden Landwirtschaft.

Aber was heißt das nun für Alexander und Laura? Ist es nicht trotzdem sinnvoll, Ressourcen einzusparen, wo es möglich ist und damit einen Teil zu einer nachhaltigeren Entwicklung beizutragen?

Das haben sich auch andere Unternehmen gefragt. Sie verfolgen das Ziel, ihre Produktionsprozesse klimafreundlich zu gestalten. Zur Effizienzsteigerung der Nutzung von Brennstoffen wie Erdgas oder Heizöl wird hierfür zunehmend die Technologie der Kraft-Wärme-Kopplung angewendet. Bei dieser Technologie wird gleichzeitig mechanische Energie (Strom) und nutzbare Wärme hergestellt. Eingesetzt wird diese Technologie etwa von der, nach eigenen Angaben, weltweit größten Demeter-Bio-Ziegen-Käserei „Monte Ziege“.



PRAXISBEISPIEL MONTE ZIEGO: AUF DEM WEG ZUR KLIMAFREUNDLICHEN KÄSEREI

Käsemachen ist ein energieintensives Geschäft: Zur Herstellung braucht man Wärme, später hingegen muss das fertige Produkt kühl lagern. Molke entsteht bei der Käseproduktion als Abfallprodukt. Wir verwandeln sie in hochwertiges Biogas, aus dem unser firmeneigenes Blockheizkraftwerk sowohl Wärme als auch Strom erzeugt. Doch damit nicht genug: Dank der Molke-Biogasanlage erzeugen wir nicht nur umweltfreundliche Energie, sondern verringern auch die Abwassermenge für die örtliche Kläranlage.



Bei Monte Ziego haben wir den gesamten Produktionsprozess optimiert, um künftig unseren Energiebedarf gänzlich aus erneuerbaren Quellen selbst zu decken. Die Abwärme der Kälteanlage erwärmt das Wasser für die Milchverarbeitung. Photovoltaik auf dem Dach der Käseerei erzeugt emissionsfreien Strom. Dieses Energiekonzept ist mehrfach ausgezeichnet worden.



Mehr Information unter: <https://monteziego.bio/magazin/umweltpionier-monte-ziego/>

Weiterführende Informationen im Netz:



- Verarbeitung von Molke zu Biogas in der Sennereigenossenschaft Gunzesried:
<https://www.youtube.com/watch?v=H7-PVuObKxs>



- Molkeverwertung durch Vergärung auf Pellworm:
<https://www.energiezukunft.eu/umweltschutz/aus-molke-wird-biogas/>



- Kraft-Wärme-Kopplung im Blockheizkraftwerk (BHKW):
<https://www.youtube.com/watch?v=TJ-ha7rflfA>



Aufgabe 5: Ressourcen einsparen im Betrieb und auch privat

- a) Hat Ihr Unternehmen Kennzahlen festgelegt, bei denen es um die Senkung von Ressourcenverbräuchen geht? Wenn ja, welche Maßnahmen sieht Ihr Unternehmen hierfür vor?

.....

.....

.....

.....

- b) Fallen Ihnen weitere Möglichkeiten ein, um im Betrieb Ressourcen einzusparen?

.....

.....

.....

.....

- c) Wie können Sie selbst dazu beitragen, im Betrieb Ressourcen einzusparen?

.....

.....

.....

.....

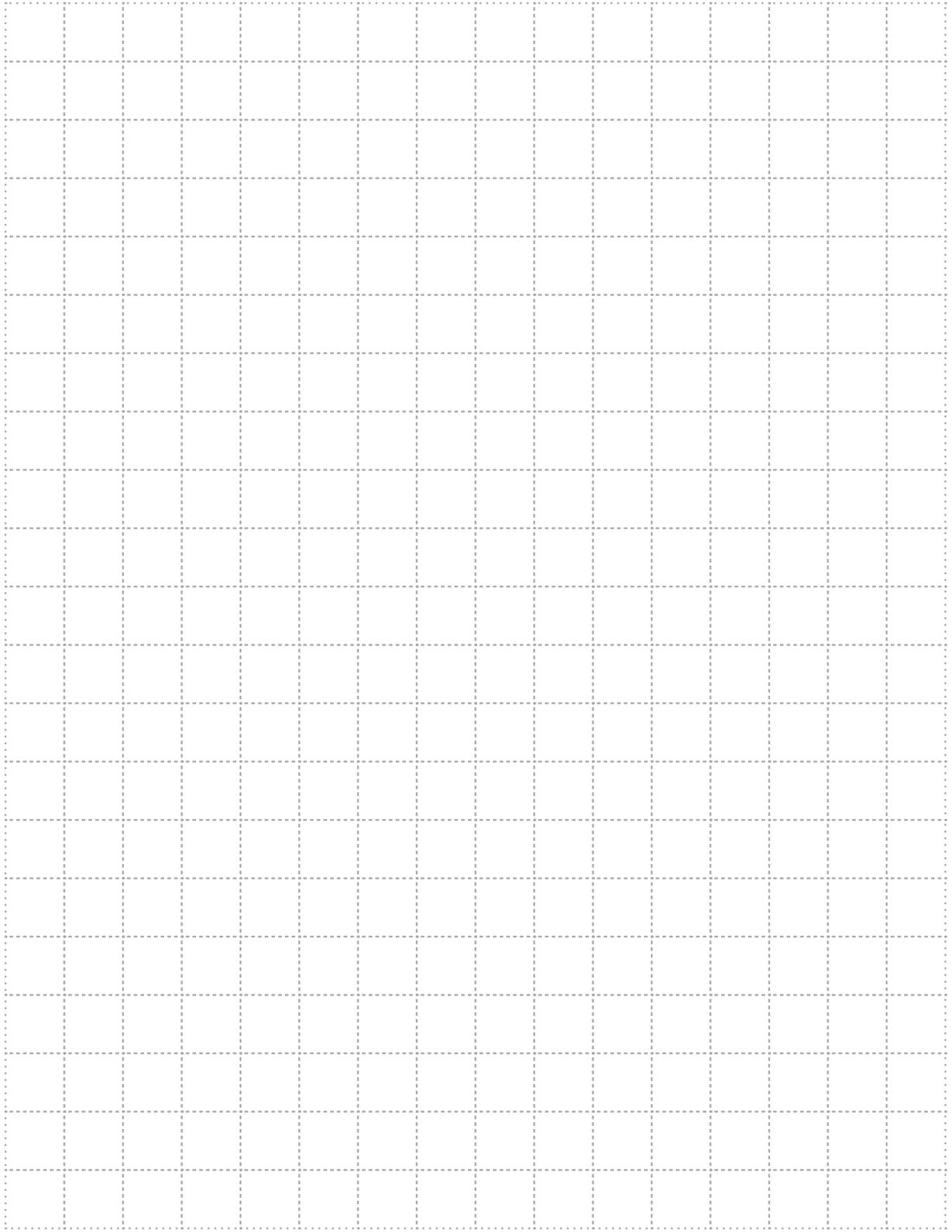
- d) Welche Tipps können Sie Alexander und Laura geben, im eigenen Haushalt Ressourcen einzusparen?

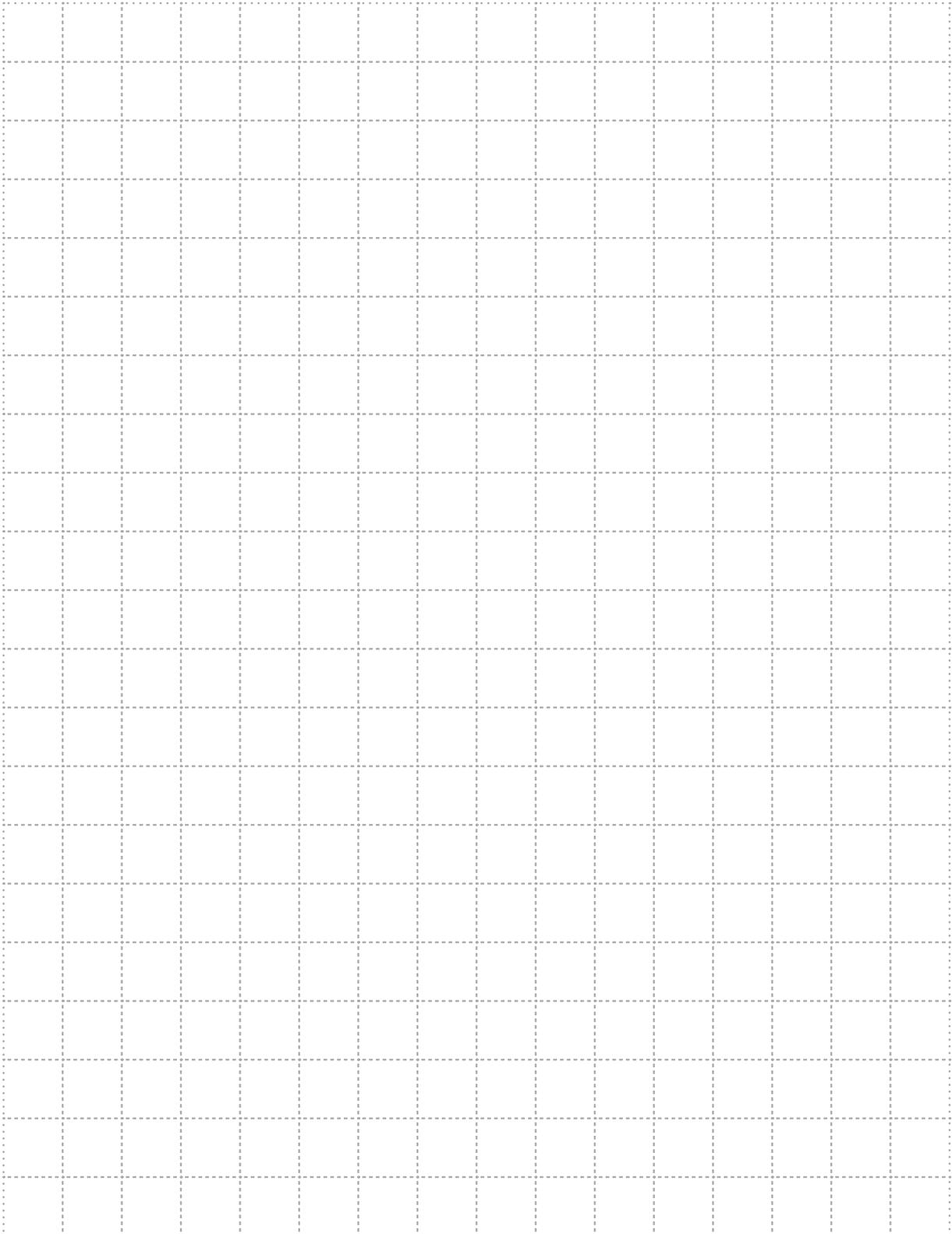
.....

.....

.....

.....







Aufgabe 6: 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 M4 – Betriebliche Mitbestimmung** wird's demokratisch.
Betriebsräte und Gewerkschaften: Wer bestimmt hier eigentlich was?



