



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



HAMBURG

Bachelorarbeit

Der Einfluss von Frauenmilch auf das grüne Krankenhaus: Spielen Frauenmilchbanken eine Rolle in der ökologischen Nachhaltigkeit?

Tag der Abgabe: 20.12.2025

Vorgelegt von: Matilda Heger

Matrikelnummer: [REDACTED]

Studiengang: Hebammenwissenschaft B.Sc.

Gutachterinnen:

Erstbetreuerin: Dr. med. Julia Heiter

Zweitbetreuer: Prof. Dr. med. Dominique Singer

Vorabanmerkung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird ausschließlich der Begriff „Frauenmilch“ verwendet. Diese Entscheidung beruht darauf, dass der Begriff in der Literatur und unter Fachexpert*innen etabliert ist und deshalb in dieser Arbeit konstant zur Anwendung kommt. Es ist mir jedoch wichtig zu betonen, dass mit „Frauenmilch“ ausdrücklich die Milch aller milchgebenden Personen gemeint ist, unabhängig von deren Geschlechtsidentität. Die gewählte Begriffsnutzung dient der wissenschaftlichen Einordnung und Orientierung und soll keinesfalls diskriminierend wirken.

Abstract

Einleitung/Hintergrund: Die WHO empfiehlt für Früh- und Neugeborene als optimale Ernährungsform das Stillen. Ist dies nicht möglich, kommen gespendete Frauenmilch oder Formula-Nahrung zum Einsatz. Da das Gesundheitssystem weltweit mit 4,4% aller CO₂-Emissionen erheblich zum anthropogenen Klimawandel beiträgt, sollte auch die Ernährung von Früh- und Neugeborenen so emissionsarm wie möglich gestaltet werden. Diese Arbeit untersucht, ob Frauenmilchbanken, wie die des UKEs, einen Beitrag zu einer ökologisch nachhaltigeren Ernährung im Vergleich zu Formula-Nahrung leisten können.

Methodik: Aufgrund der mangelhaften Studienlage über die ökologischen Auswirkung von gespendeter Frauenmilch, wird eine Schätzung des Kilogramm CO₂-Äquivalent der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 anhand des Plastik- und Stromverbrauchs erhoben. Zusätzlich erfolgt eine systematische Literaturrecherche, zu den ökologischen Auswirkungen von Formula-Nahrung. Zwei Reviews und vier Studien werden anhand dieser Literaturrecherche eingeschlossen.

Ergebnisse: Die Frauenmilchbank des UKEs verursachte im Jahr 2024 eine geschätzte Emission von 330 Kilogramm CO₂-Äquivalent. Die Ergebnisse der Studien zeigen bei ausschließlicher Ernährung mit Formula-Nahrung über sechs Monate einen CO₂-Gesamtausstoß von 226-288kg CO₂-Äquivalent im Vergleich zu 123-162kg CO₂-Äquivalent beim Stillen. Die Produktion von einem Kilogramm Formula-Nahrung erfordert zudem etwa 699 Liter Grundwasser und trägt durch die Milchwirtschaft und die industrielle Herstellung zu der Luftverschmutzung, pathogenen Zoonosen, antimikrobiellen Resistenzen und der Entwaldung mit einhergehendem Verlust der Biodiversität bei.

Diskussion: Aufgrund der mangelhaften Studienlage und methodischen Einschränkungen bei der aufgestellten Berechnung ist ein valider Vergleich beider Ernährungsformen aktuell nicht möglich. Anhand der Berechnung werden Ansatzpunkte diskutiert, an denen die Frauenmilchbank des UKEs anfallende Emissionen einsparen könnte.

Fazit: Diese Arbeit macht die Forschungslücke über die ökologischen Auswirkungen von gespendeter Frauenmilch sichtbar. Aufgrund der hohen CO₂-Emission des Gesundheitssystems sollte die Frauenmilchspende in Zukunft auch aus ökologischer Perspektive betrachtet werden. Für belastbare Vergleiche der ökologischen Nachhaltigkeit von gespendeter Frauenmilch zu Formula-Nahrung sind umfassende Lebenszyklusanalysen und der Einbezug weiterer Umweltaspekte erforderlich. Insgesamt sollten ökologische Aspekte stärker in medizinische Prozesse integriert werden, um Emissionen langfristig zu reduzieren.

Inhaltsverzeichnis

Begriffserklärung	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	6
1. Einleitung	7
2. Hintergrund	7
2.1. Ernährungsempfehlungen für Frühgeborene	7
2.2. Einflüsse des Gesundheitssystems auf die Umwelt	8
2.3. Hebammenrelevanz	8
2.4. Herleitung der Fragestellung	9
3. Methodisches Vorgehen.....	9
3.1. Formula-Nahrung	10
3.2. Datenerhebung zur Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024.....	11
4. Ergebnisse Formula-Nahrung	14
4.1. Examining the Environmental Impacts of the Dairy and Baby Food Industries: Are First-Food Systems a Crucial Missing Part of the Healthy and Sustainable Food Systems Agenda Now Underway?	15
4.2. Addressing Infant and Young Child Feeding Recommendations From a Planetary Health Perspective	17
4.3. The carbon footprint of breastmilk substitutes in comparison with breastfeeding	18
4.4. Environmental Impact of Feeding with Infant Formula in Comparison with Breastfeeding.....	19
4.5. Climate Change and Infant Nutrition: Estimates of Greenhouse Gas Emissions From Milk Formula Sold in Selected Asia Pacific Countries	20
4.6. Powdered Baby Formula Sold in North America: Assessing the Environmental Impact	21
5. Ergebnisse Frauenmilchbank	22
6. Diskussion.....	24
6.1. Optimierungspotential der Frauenmilchbank des UKEs	24

6.2.	Übertragbarkeit der Ergebnisse	25
6.3.	Vergleich von Formula-Nahrung und gespendeter Frauenmilch	25
6.4.	Ansatzpunkte für weitere Forschung	27
7.	Limitationen.....	28
8.	Schlussfolgerung.....	29
	Literaturverzeichnis	30
	Anhang.....	35
	Eidesstattliche Erklärung	44

Begriffserklärung

Anthropogen	Durch den Menschen verursacht/beeinflusst
CO ₂ -Äquivalente	Drückt die Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase im Vergleich zu derjenigen von Kohlendioxid aus
EAT-Lancet Kommission	Eine internationale Gruppe von 37 Expert*innen aus verschiedenen Bereichen wie Gesundheit, Landwirtschaft und Ökologie, die sich zum Ziel gesetzt hat, einen wissenschaftlich fundierten Ernährungsplan (Planetary Health Diet) zu entwickeln, der sowohl die Gesundheit der Menschen als auch die Umwelt und den Planeten schützt
Euromonitor International	Einer der globalen führenden Anbieter für Markt- und Verbraucherforschung
Eutrophierung	Die Anreicherung von Gewässern mit Nährstoffen (hauptsächlich Stickstoff und Phosphor), die zu einem übermäßigen Algenwachstum führt
Green Feeding Climate Action Tool	Ein Tool, dass den CO ₂ -Fußabdruck und den Wasserverbrauch von Formula-Nahrung für Kinder unter 6 Lebensmonaten in verschiedenen Szenarien schätzt
Lebenszyklusanalyse	Systematische Bewertung der Umweltauswirkungen eines Gegenstandes, eines Prozesses oder einer Dienstleistung über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg
Zoonose	Infektionskrankheiten, die wechselseitig zwischen Tieren und Menschen übertragen werden

Abkürzungsverzeichnis

BAFA – Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

CASP – Critical Appraisal Skills Programme

HMBANA – Human Milk Banking Association of North America

PE – Polyethylen

PET – Polyethylenterephthalat

PP – Polypropylen

PS – Polystyrol

PVC – Polyvinylchlorid

WHO – World Health Organization/Weltgesundheits-Organisation

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Schlüsselbegriffe (eigene Darstellung) 9

Tabelle 2: Material Frauenmilchbank UKE 2024 (eigene Darstellung)13

Tabelle 3: Ausgewählte Literatur (eigene Darstellung)15

Tabelle 4: Ergebnisse Kilogramm CO₂-Äquivalent (eigene Darstellung)22

Tabelle 5: Berechnung Kilogramm CO₂-Äquivalenz Frauenmilchbank UKE 2024 (eigene Darstellung)36

Tabelle 6: Bewertung der Studienqualität (eigene Darstellung).....43

Abbildung 1: Flowchart nach PRISMA (eigene Darstellung).....11

Abbildung 2: Angaben CO₂-Äquivalent von 1kg Formula-Nahrung (eigene Darstellung)..26

Abbildung 3: Vergleich der Ergebnisse-1 Kilogramm Formula zu 1 Liter Frauenmilch (eigene Darstellung)26

1. Einleitung

Die Ernährung mit gespendeter Frauenmilch in der Versorgung von Früh- und Neugeborenen hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen und ist mittlerweile vielen Menschen ein Begriff (World Health Organization, 2022). Die gesundheitlichen Vorteile von gespendeter Frauenmilch im Vergleich zu denen von Formula-Nahrung sind bereits in etlichen Studien belegt worden (Quigley et al., 2019). Sowohl das Gesundheitssystem als auch der Ernährungssektor tragen jedoch einen wesentlichen Teil zu der anthropogenen CO₂-Bilanz bei (Health care without harm, 2019 & Joffe et al., 2019). Während es für die Ernährung von Erwachsenen und Kindern bereits Programme und Studien gibt, die ökologische Aspekte beleuchten, wird die Ernährung von Früh- und Neugeborenen weitestgehend außen vorgelassen (Umweltbundesamt, 2025). Da die Ernährungsempfehlung der WHO sich vor der Gabe von Formula-Nahrung jedoch für die Gabe von gespendeter Frauenmilch ausspricht, wäre hier ebenfalls ein Vergleich der ökologischen Auswirkungen interessant und wichtig, um mögliche anfallende CO₂-Emissionen reduzieren zu können und die Ernährung von Frühgeborenen so nachhaltig wie möglich zu gestalten (World Health Organization, 2022). Genau an diesem Punkt versucht die vorliegende Arbeit anzusetzen, betrachtet dafür besonders die Frauenmilchbank des UKEs im Jahr 2024 und diskutiert mögliche Einsparungsoptionen. Ziel ist es bestenfalls zu einer Optimierung der CO₂-Bilanz der Ernährung von Früh- und Neugeborenen beizutragen.

2. Hintergrund

Aktuell gibt es in Deutschland 55 Frauenmilchbanken, die an Kliniken angeschlossen sind und neonatologische Stationen mit gespendeter Frauenmilch versorgen. Gespendete Frauenmilch wird in Deutschland vor allem bei frühgeborenen Kindern eingesetzt, die nicht oder nicht ausreichend mit Milch der eigenen Mutter versorgt werden können (Frauenmilchbank-Initiative e.V., 2025). Alternativ zur Gabe von gespendeter Frauenmilch gibt es die Möglichkeit, die Kinder mit Formula-Nahrung zu füttern. Die Beantwortung der folgenden Fragen soll der Einordnung in den Gesamtkontext dienen: Was sind die aktuellen Empfehlungen zur Ernährung von Frühgeborenen? Wie wirkt sich die Ernährung auf die Umwelt aus und warum können Hebammen bei der Verbreitung und Etablierung von Frauenmilchbanken eine Rolle spielen?

2.1. Ernährungsempfehlungen für Frühgeborene

In der 2022 veröffentlichten Leitlinie „WHO recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant“ gibt die Weltgesundheits-Organisation (WHO) klare Empfehlungen zum

Vorgehen bei der Ernährung von Frühgeborenen. Den höchsten Empfehlungsgrad hat die Ernährung mit Milch der eigenen Mutter, da diese die größten immunologischen und ernährungsphysiologischen Vorteile für das frühgeborene Kind bietet. Falls die Ernährung mit Milch der eigenen Mutter nicht möglich ist, spricht sich die WHO vor der Ernährung mit Formula-Nahrung für die Ernährung mit gespendeter Frauenmilch aus. Dies begründet die WHO mit dem fehlenden Vorkommen von Antikörpern und immunologischen Faktoren in Formula-Nahrung, die bei Frühgeborenen unter anderem wichtig sind, um den unreifen Gastrointestinaltrakt zu schützen (World Health Organization, 2022).

2.2. Einflüsse des Gesundheitssystems auf die Umwelt

Es ist bekannt, dass in Krankenhäusern ein besonders hoher Ressourcenbedarf besteht. Die Treibhausgasemissionen des Gesundheitssystems weltweit sind mit 4,4% aller CO₂-Emissionen hoch und tragen so erheblich zum anthropogenen Klimawandel bei. Klimaschädigend sind dabei unter anderem der hohe Wasserverbrauch, die Nutzung von klimaschädlichen Narkosegasen, das Catering und das hohe Abfallaufkommen (Health care without harm, 2019). Außerdem ist bekannt, dass der Ernährungssektor circa 30% aller Treibhausgas-Emissionen weltweit ausmacht, wobei vor allem die Milch- und Fleischindustrien einen großen Einfluss auf die anfallenden Emissionen nehmen (Joffe et al., 2019). In der Ernährung von Früh- und Neugeborenen vereinen sich diese beiden Einflussfaktoren auf die Umwelt, weshalb auch dabei versucht werden sollte, CO₂-Emissionen einzusparen. Der Vergleich der ökologischen Auswirkungen des Stillens zur Gabe von Formula-Nahrung ist bereits in einigen Studien gezogen worden (Karlsson et al., 2019).

2.3. Hebammenrelevanz

Hebammen sind Fachpersonen für die Ernährung von Neugeborenen und unterstützen Wöchner*innen von Beginn an beim Stillen, Abpumpen und Zufüttern. Da die Ernährung von Neugeborenen mit Frauenmilch hauptsächlich im neonatologischen Setting stattfindet, sind Hebammen dabei bisher eher selten beteiligt. Dennoch sind Hebammen meist die ersten Ansprechpersonen und können bei Bedarf bei Still- und Laktationsfragen sowie bei Schwierigkeiten eine aufklärende Rolle einnehmen. Gleichzeitig können Hebammen im Wochenbett bei einem Milchüberschuss beraten und gegebenenfalls über die Möglichkeit einer Milchspende informieren. Dabei gilt als Ziel der Hebammenarbeit, möglichst ressourcenschonend zu arbeiten und sich der ökologischen Auswirkungen der eigenen Arbeit bewusst zu sein (Storp, 2022).

2.4. Herleitung der Fragestellung

Aus den zuvor herausgestellten Ernährungsempfehlungen der WHO, dem Einfluss des Gesundheitssystems auf die Umwelt und der im Kapitel „3. Methodisches Vorgehen“ beschriebenen Anwendung der Thematik auf das PICO-Schema, ergibt sich folgende Fragestellung:

„Ist die Verwendung von Frauenmilch in der Ernährung von Frühgeborenen in der Neonatologie ökologisch nachhaltiger als die Verwendung von Formula-Nahrung?“

3. Methodisches Vorgehen

Die Anwendung der Thematik auf das PICO-Schema ergab folgende Darstellung:

Population: Frühgeborene, insbesondere in Krankenhäusern und der Neonatologie

Intervention: Verwendung von gespendeter Frauenmilch aus Frauenmilchbanken

Comparison: Nutzung von Formula-Nahrung als Alternative zur Frauenmilch

Outcome: Beitrag zur Nachhaltigkeit, z.B. Umweltverträglichkeit

Die darauffolgende systematische Literaturrecherche fand im Oktober 2025 in den wissenschaftlichen Datenbanken PubMed, CINAHL und der Cochrane Library statt. Dafür wurden Schlüsselbegriffe anhand der festgelegten Thematik der vorgelegten Arbeit formuliert. Die Schlüsselbegriffe wurden in verschiedenen Suchsträngen bei den drei genannten Datenbanken eingefügt. Um die Suche weiter einzugrenzen, wurde mit den Booleschen Operatoren „AND“, „OR“ und „NOT“ gearbeitet. Die folgende Tabelle stellt die Schlüsselbegriffe dar:

Deutsche Schlüsselbegriffe	Englische Schlüsselbegriffe
Frauenmilchbank, Frauenmilch, Spenderinnenmilch	Human milk bank, (human) donor milk, breast milk
Formula-Nahrung	Formula, milk formula, infant formula, formula feeding, breastmilk substitute
Nachhaltigkeit, Umwelteinflüsse/ökologische Auswirkungen, CO ₂ -Emissionen, Umweltbilanz, Lebenszyklusanalyse	Sustainability, environmental impact, Carbon footprint, life cycle assessment

Tabelle 1: Schlüsselbegriffe (eigene Darstellung)

Die Suche wurde auf die Jahre 2015 bis 2025 beschränkt, um eine möglichst aktuelle Studienlage abbilden zu können und es wurde nach Studien gefiltert, bei denen der Volltext zugänglich war. Außerdem wurde ausschließlich mit den englischen Schlüsselbegriffen

gearbeitet, da eine erste Literaturrecherche nach Schneeballsystem mit den deutschen Schlüsselbegriffen im August 2025 zu keinen belastbaren Ergebnissen geführt hat.

Die Literaturrecherche begann mit folgendem Suchstrang, der jeweils an die Suchkriterien der einzelnen Datenbanken angepasst wurde: „(Human donor milk AND formula*) AND (ecological impact OR carbon footprint OR sustainability OR life cycle assessment) NOT microbiome NOT growth“. Die Begriffe „microbiome“ und „growth“ wurden als Ausschlusskriterien mit in den Suchstrang aufgenommen, da bei einer ersten Übersichtsrecherche nach dem Schneeballsystem im August 2025 überwiegend Studien über den Einfluss der Ernährung auf das Mikrobiom und auf das Wachstum der Kinder angezeigt wurden und diese bei der Literaturrecherche aktiv herausgefiltert werden sollten. Auf PubMed wurden 45 Ergebnisse, auf CINAHL 47 Ergebnisse und in der Cochrane Library drei Ergebnisse angezeigt, die nach Sichtung des Titels und/oder des Abstracts nicht genutzt werden konnten. Daher wurde der Suchstrang separiert und anhand einer systematischen Literaturrecherche nach Ergebnissen zu Formula-Nahrung geschaut. Nach einer ergebnislosen systematischen Literaturrecherche zu gespendeter Frauenmilch, wurden eigenen Daten anhand von Angaben der Frauenmilchbank des UKEs erhoben.

3.1. *Formula-Nahrung*

Der Suchstrang „milk formula AND (ecological impact OR carbon footprint OR sustainability OR life cycle assessment OR greenhouse gas emissions) NOT microbiome NOT growth“ wurde jeweils auf die Suchkriterien der Datenbanken angepasst und zeigte so auf PubMed 249, auf CINAHL 16 und in der Cochrane Library 49 Ergebnisse auf. Die Ergebnisse wurden alle zuerst anhand der Titel gefiltert, anschließend anhand der Abstracts geprüft und zuletzt wurden die ausgewählten Volltexte gelesen und eine Auswahl an Literatur für die vorgelegte Arbeit getroffen. Somit wurden in der Datenbank CINAHL sechs Abstracts gelesen und daraus vier Volltexte ausgewählt. Auf PubMed wurden nach Ausschluss von fünf gedoppelten Ergebnissen 16 Abstracts gelesen und acht Volltexte ausgewählt. Die 49 angegebenen Ergebnisse aus der Cochrane Library konnten bereits nach Sichtung der Titel vollständig ausgeschlossen werden. Zusätzlich wurde bei passenden Studien im Quellenverzeichnis gezielt nach passender Literatur gesucht. Somit konnten nach Schneeballsystem fünf weitere Studien in die Vorauswahl aufgenommen werden. Final wurden 17 Volltexte auf Einschluss in die vorliegende Arbeit geprüft und schließlich sechs Ergebnisse in die vorliegende Arbeit aufgenommen. Der Auswahlprozess der Studien ist in Abbildung 1 als Flowchart nach PRISMA dargestellt.

Bei der Literatursuche wurde ausschließlich nach Veröffentlichungen der letzten zehn Jahre gesucht, es musste eine klar strukturierte Methodik zu erkennen sein (z.B. systematische

Literaturrecherchen), es wurde gezielt nach vergleichenden Lebenszyklusanalysen geschaut und die Studien mussten einen klaren Bezug zu ökologischen Einflussfaktoren im Kontext der frühkindlichen Ernährung haben. Ausgeschlossen wurden Veröffentlichungen ohne klar erkennbare Methodik, Beiträge ohne Peer Review, außerhalb der letzten 10 Jahre veröffentlichte Studien und zuletzt Studien, die ausschließlich gesundheitliche Aspekte der Ernährung von Früh- und Neugeborenen einbezogen haben und keinen Bezug zu ökologischen Aspekten aufstellten.

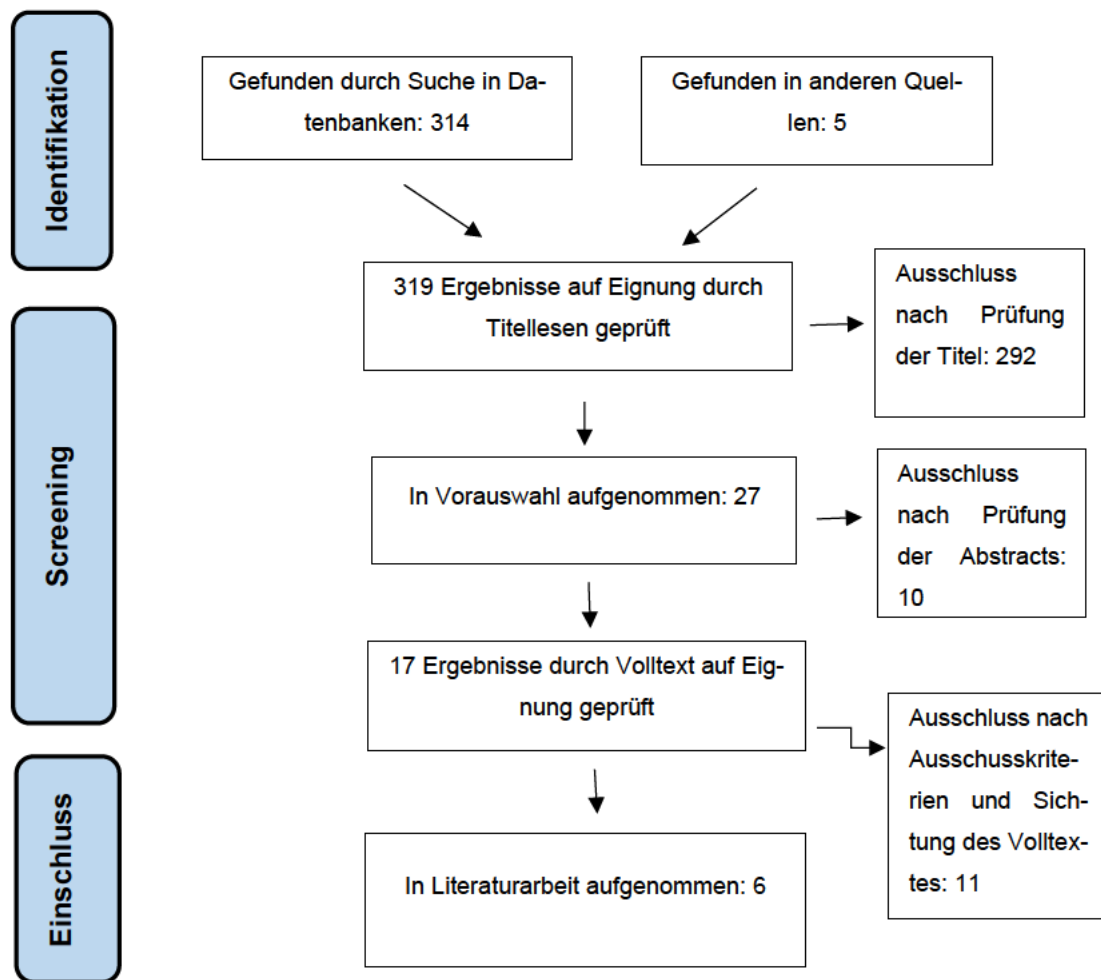


Abbildung 1: Flowchart nach PRISMA (eigene Darstellung)

3.2. Datenerhebung zur Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024

Der Suchstring „Human donor milk AND (ecological impact OR carbon footprint OR sustainability OR life cycle assessment) NOT microbiome NOT growth.“ brachte auf PubMed 120 Ergebnisse, auf CINAHL vier Ergebnisse und in der Cochrane Library neun Ergebnisse. Nach Sichtung der Titel und/oder der Abstracts, konnte keine Studie als passend erachtet werden.

Da für diese Arbeit also keine belastbaren Studien über die ökologischen Auswirkungen von gespendeter Frauenmilch vorliegen, wird im Folgenden eine Schätzung der angefallenen CO₂-Emission der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 erhoben. Um den Rahmen dieser Arbeit einzuhalten, werden die CO₂-Emission der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 ausschließlich anhand des Plastik- und Stromverbrauchs berechnet. Für die Schätzung der CO₂-Emission des Plastik- und Stromverbrauchs orientiert sich die weitere Arbeit an folgenden Angaben des UKEs:

Im Jahr 2024 hat die Frauenmilchbank des UKEs gespendete Milch von 27 Spender*innen erhalten und im gesamten Jahr 92 Liter gespendete Frauenmilch verfüttert. Die gespendete Frauenmilch wird am UKE gefroren und pasteurisiert, was beides nach Standard der S2k-Leitlinie „Einsatz und Behandlung von humaner Milch in Einrichtungen des Gesundheitswesens“ durchgeführt wird (AWMF, 2024). Aktuell dürfen in der Frauenmilchbank des UKEs ausschließlich Personen spenden, die selbst ein Kind auf einer der neonatologischen Stationen des UKEs aufgenommen haben und für ihr eigenes Kind Milch abpumpen. Daher werden in der Schätzung folgende mögliche Einflussfaktoren auf die Ökobilanz von gespendeter Frauenmilch ausgelassen: der Stromverbrauch für die Milchpumpen, der Plastikverbrauch der Pumpsets und der Transport in die Klinik, da sich die Spender*innen bereits im UKE befinden oder die Milch zu ihrem eigenen Kind transportieren, was nicht im Rahmen der Milchspende stattfindet. Mit der gleichen Begründung werden in der folgenden Schätzung auch die Plastikbeutel oder Plastikflaschen außen vorgelassen, in denen die gespendete Milch in der Milchbank ankommt. Die Spritzen, über die die Frühgeborenen die gespendete Milch erhalten, werden aus der Berechnung ebenfalls herausgelassen, da diese auch bei der Gabe von Formula-Nahrung zum Einsatz kommen und die folgende Schätzung nur die Einflussfaktoren auf die Umwelt beleuchten möchte, die ausschließlich bei der Frauenmilchspende anfallen. Aspekte, die in die Schätzung mit einbezogen werden, sind der Stromverbrauch für zwei Gefrierschränke, der Stromverbrauch einer Pasteurisiermaschine, neun Plastikflaschen (Volumen 150ml) à 100ml gespendeter Milch pro Pasteurisierung und eine zehnte Plastikflasche (Volumen 150ml) pro Pasteurisierung, die mit Aqua gefüllt ist. Bei der Verarbeitung der Frauenmilch durch das Personal fällt außerdem Schutzkleidung an (1x Kittel, 1x unsterile Handschuhe, 1x Haube, 1x Maske pro Pasteurisierungsvorgang) und die Materialien zur serologischen Blutuntersuchung der Spender*innen (2x große rote EDTA + 1x Butterfly zur Blutentnahme), die bei jeder Spender*in zweimal stattfindet. Aus den neun mit Frauenmilch gefüllten Flaschen, die pro Pasteurisierung verarbeitet werden können, werden je 2 Bakteriologie-Röhrchen unter Zuhilfenahme einer 2,5ml Spritze und einer Aufziehkanüle abgenommen. Eine Probe wird ins Labor geschickt, die andere bleibt zur weiteren Diagnostik auf Station. Die Probe, die auf Station bleibt, wird vor

Ort auf eine Nährstoffplatte gegeben und bebrütet. Zur Beschriftung der Flaschen und der Proben, fallen pro Pasteurisierungsvorgang außerdem 30 Klebeetiketten an. Bei den steril verpackten Materialien fallen zusätzlich noch die Plastikverpackungen an.

Die folgende Auflistung zeigt den Anfall an Materialien der Milchbank des UKEs für das gesamte Jahr 2024. Im Anhang a. werden die Rechenwege dargelegt:

- 1023 Flaschen mit einem Volumen von 150ml
- 108 große rote EDTA-Röhrchen + 54 Butterfly-Kanülen
- 103 Kittel, 103 Paare unsterile Handschuhe, 103 Masken, 103 Hauben
- 206 Bakteriologie-Röhrchen
- 3090 Klebeetiketten
- 103 x 2,5ml Spritzen + 103 Aufziehkanülen
- 103 Nährstoffplatten

Um die CO₂ Äquivalenz der Materialien berechnen zu können, wurde das Gewicht der einzelnen Materialien erhoben und die Art des Materials in Erfahrung gebracht:

	Gewicht pro Stück	Material
2,5ml Spritze (+Verpackung)	4g	PVC
Bakteriologie-Röhrchen	5g	PET
Aufziehkanüle (+Verpackung)	4g	PVC
Plastikflasche (150ml)	14g	PP
Maske	3g	PP-Vlies
Paar unsterile Handschuhe	7g	Latex/Naturkautschuk
Kittel	74g	PP-Vlies
Haube	7g	PP-Vlies
Butterfly (+Verpackung)	5g	PVC
Große rote EDTA	8g	PET
Klebeetiketten	0,3g	PE
Nährstoffplatte	25g	PS

Tabelle 2: Material Frauenmilchbank UKE 2024 (eigene Darstellung)

Zusätzlich wurden die technischen Daten der Geräte zur Tiefkühlung und Pasteurisierung betrachtet, um für den Stromverbrauch der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 ebenfalls eine angefallene CO₂-Äquivalenz berechnen zu können.

Zur Pasteurisierung der gespendeten Milch nutzte das UKE im Jahr 2024 den „clinitherme® pasteur XPT“ des Herstellers MedCare Visions. Dieser hat nach Angaben des Herstellers eine Wattzahl von 320 Watt (MedCare Visions, 2025). Die Pasteurisierung erfolgte nach der Holder-Methode und orientierte sich so an der S2k-Leitlinie „Einsatz und Behandlung von humaner Milch in Einrichtungen des Gesundheitswesens“ (AWMF, 2024).

Zum Tiefkühlen der Milch nutzte die Frauenmilchbank des UKEs im Jahr 2024 zwei Tiefkühlgeräte. Zum einen den „SFTsg 1501 Performance“ des Herstellers Liebherr und zum anderen den „FROSTER MED 95 PRO-ACTIVE“ des Herstellers Kirsch. Beide Geräte waren dauerhaft auf eine Temperatur von -19 Grad Celsius eingestellt. Da die Tiefkühlsysteme dauerhaft in Nutzung waren, wurde der Stromverbrauch für das Jahr 2024 auf 366 Tage (Schaltjahr) mit einer Laufzeit von 24 Stunden am Tag berechnet. Der Hersteller Liebherr gibt den Energieverbrauch ihres Gerätes mit 0,492 Kilowattstunden für 24 Stunden und mit 180 Kilowattstunden für 365 Tage an (Liebherr, 2025). Der Normalverbrauch des „FROSTER MED 95 PRO-ACTIVE“ beträgt laut Hersteller 1,33 Kilowattstunden in 24 Stunden. Über den Energieverbrauch eines Jahres machte der Hersteller Kirsch keine Angaben (Kirsch, 2025).

4. Ergebnisse Formula-Nahrung

Es wurden zwei systematische Reviews und vier Studien ausgewählt, die im folgenden Ergebnisteil beschrieben werden. Auch wenn die Studien bereits in den Ergebnissen der Reviews aufgegriffen werden, ist die Darstellung der einzelnen Studienergebnisse spezifischer und wird somit für diese Arbeit als sinnvoll erachtet.

Autor*innen	Erscheinungsjahr	Titel
Pope, D. H., Karlsson, J. O., Baker, P. & McCoy, D.	2021	„Examining the Environmental Impacts of the Dairy and Baby Food Industries: Are First-Food Systems a Crucial Missing Part of the Healthy and Sustainable Food Systems Agenda Now Underway?“

Santos-Guzmán, A., Rivera, J. A., Unar-Munguía, M. & Ramírez-Silva, I.	2024	„Adressing Infant and Young Child Feeding Recommendations From a Planetary Health Perspective“
Karlsson, J. O., Garnett, T., Rollins, N. C. & Röö, E.	2019	„The carbon footprint of breastmilk substitutes in comparison with breastfeeding“
Andresen, E. C., Hjelkrem, A.-G. R., Bakken, A. K. & Andersen, L. F.	2022	„Environmental Impact of Feeding with Infant Formula in Comparison with Breastfeeding“
Dadhich, J., Smith, J. P., Iellamo, A. & Suleiman, A.	2021	„Climate Change and Infant Nutrition: Estimates of Greenhouse Gas Emissions From Milk Formula Sold in Selected Asia Pacific Countries.“
Cadwell, K., Blair, A., Turner-Maffei, C., Gabel, M. & Brimdyr, K	2020	„Powdered Baby Formula Sold in North America: Assessing the Environmental Impact“.

Tabelle 3: Ausgewählte Literatur (eigene Darstellung)

Die Qualität der zwei Reviews wurde unter Zuhilfenahme der Checkliste zur Qualitätsbewertung systematischer Reviews des „Critical Appraisal Skills Programms“ (CASP) geprüft. Die Ausarbeitungen der zwei Review-Bewertungen nach CASP sind im Anhang zu finden (c. + d.). Die Qualität wurde für beide Reviews als hoch eingestuft (Anhang e.).

4.1. *Examining the Environmental Impacts of the Dairy and Baby Food Industries: Are First-Food Systems a Crucial Missing Part of the Healthy and Sustainable Food Systems Agenda Now Underway?*

Das 2021 im „Journal of Environmental Research and Public Health“ veröffentlichte systematische Review untersucht die Umweltauswirkungen von kommerzieller Formula-Nahrung sowie der Milchindustrie und die daraus resultierenden Konsequenzen für die öffentliche Gesundheit. Das methodische Vorgehen umfasste zum einen eine systematischen Literaturrecherche in den Datenbanken Medline und Embase unter Nutzung von Schlüsselbegriffen und zum anderen eine gezielte Literatursuche in ausgewählten Fachzeitschriften. Die identifizierte Literatur wurde von den Autor*innen zusammengefasst, analysiert und in den wissenschaftlichen Kontext eingeordnet.

Die Ergebnisse über die Umweltauswirkungen der Milchindustrie sind folgende: Milchprodukte verursachen weltweit etwa 3,1 Gigatonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr und machen damit 3% der anthropogenen Treibhausgasemissionen aus (FAO, 2010). Den größten Einfluss haben dabei nicht die CO₂-Emissionen, die zum Beispiel beim Transport oder der Verarbeitung entstehen, sondern Methan und Distickstoffmonoxid. Während Methan vor allem im Gastrointestinaltrakt der Kühe entsteht und durch diese in die Umwelt freigesetzt wird, entsteht Distickstoffmonoxid primär bei der Dünnung von landwirtschaftlichen Flächen (FAO, 2018). Außerdem trägt die Milchindustrie durch Eutrophierung, Übersäuerung und durch biologische und chemische Verschmutzungen erheblich zur Verunreinigung von Gewässern bei und nimmt auch so Einfluss auf die öffentliche Gesundheit (Grout et al., 2020 & Foote et al., 2015). Weitere negative Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen der Milchindustrie sind die Luftverschmutzung (Cambra-López et al., 2010), eine Zunahme von pathogenen Zoonosen, steigende Zahlen antimikrobieller Resistenzen (Boeckel et al. 2019), Abholzung und der damit verbundenen Rückgang der Biodiversität (Diaz et al., 2019) sowie einer Veränderung der Bodenqualität, etwa durch Erosionen oder Übersäuerung (SoCo Project Team, 2009).

Die CO₂-Emission für die Ernährung eines Kindes mit Formula-Nahrung über sechs Monate wird mit 226k-288kg CO₂-Äquivalent angegeben. Im Vergleich dazu verursacht der erhöhte Nährstoffbedarf einer stillenden Person im gleichen Zeitraum 123kg-162kg CO₂-Äquivalent. Diese Zahl hängt stark von der Ernährung der stillenden Person ab und kann somit schwanken (Karlsson et al., 2019). Auch der Wasserverbrauch, der bei der Herstellung, der Verabeichung und der Reinigung und Sterilisation der Flaschen anfällt, ist ein relevanter Faktor. Unter Berücksichtigung aller Faktoren (Gewinnung der Kuhmilch, Herstellung von Kuhmilchpulver, Anrühren der Formula, Sterilisation der Flaschen, Waschen der Flaschen), verbraucht 1kg Formula-Nahrung 699 Liter Grundwasser, was 13 Liter Grundwasser pro Mahlzeit entspricht. Der Wasserverbrauch zur Herstellung weiterer Inhaltsstoffe von Formula-Nahrung ist dabei noch nicht berücksichtigt, da dafür bisher keine Daten verfügbar sind. Ebenso fehlen Daten zur Einbeziehung von Regenwasser, das insbesondere in der Fütterung von Milchkühen eine bedeutende Rolle spielt und somit auch die Produktion von Formula-Nahrung beeinflusst.

Neben dem Wasserverbrauch weist Formula-Nahrung weitere umweltrelevante Auswirkungen auf. Da sie überwiegend aus Kuhmilchpulver hergestellt wird, trägt sie einen erheblichen Anteil an der Veränderung der Nutzung von Landflächen und der damit einhergehenden abnehmenden Biodiversität, der Zunahme von antimikrobiellen Resistenzen, der Luftverschmutzung und der Veränderung von Bodenflächen bei. Hinzu kommt, dass Formula-Nahrung mehr als andere Kuhmilchprodukte international transportiert und gehandelt wird,

wodurch zusätzliche Treibhausgasemissionen entstehen. Deren genaue Höhe ist bislang nicht bekannt.

Abschließend nennen die Autor*innen eine weltweite Stillförderung, sowie politische Maßnahmen, wie die Regulierung des Marketings und bessere Arbeitsrechte für stillende Personen zur Reduzierung des Gebrauchs von Formula-Nahrung als notwendig, um die öffentliche Gesundheit und die Umwelt zu schützen (Pope et al., 2021).

4.2. Addressing Infant and Young Child Feeding Recommendations From a Planetary Health Perspective

Das 2024 in der Fachzeitschrift „Advances in Nutrition“ veröffentlichte Mixed-Methods-Review untersuchte neun quantitative Studien hinsichtlich ihrer Ergebnisse zu den Umweltauswirkungen von Formula-Nahrung im Vergleich zum Stillen. Zusätzlich analysierten die Autor*innen Leitlinien unterschiedlicher Länder zur Ernährung von jungen Kindern, und schauten sich insbesondere die Empfehlungen zum Milch- und Fleischkonsum an. Diese Empfehlungen verglichen die Autor*innen mit den Vorgaben der EAT-Lancet Kommission für Kinder im Alter von sechs bis 24 Monaten sowie für Erwachsene, um mögliche Anpassungsbedarfe der Empfehlungen zu identifizieren. Die Ergebnisse zu den Ernährungsempfehlungen älterer Kinder werden im Folgenden ausgelassen, da sie nicht im Fokus dieser Arbeit stehen.

Mit einer systematischen Literaturrecherche suchten die Autor*innen in ausgewählten Datenbanken und mit klar definierten Ein- und Ausschlusskriterien nach passenden Studien, die den ökologischen Einfluss der Produktion oder des Konsums von Formula-Nahrung untersuchten. Die Auswertung der Studien ergab Folgendes: Einfluss auf den CO₂-Fußabdruck von Formula-Nahrung nimmt vor allem die Rohmilch-Produktion. Jedoch beeinflussen auch weitere Produktionsschritte und Prozesse, wie die Herstellung von Pflanzenölen, die Verarbeitung der Rohmilch, die Herstellung der Formula-Nahrung und deren Verpackung, der Transport, die Sterilisation der Flaschen, die Zubereitung und die Flaschenproduktion, die Gesamtemissionen erheblich (Karlsson et al., 2019). Insgesamt halten die Autor*innen einen 48% höheren CO₂-Fußabdruck von Formula-Nahrung im Vergleich zu dem des Stillens fest. Neben den CO₂-Emissionen werden außerdem ein Grundwasserverbrauch von 699 Litern pro Kilogramm Formula-Nahrung angegeben, das Green Feeding Climate Action Tool wird vorgestellt und weitere Einflussfaktoren von Formula-Nahrung auf die Umwelt thematisiert (Pope et al., 2021).

Lediglich eine der eingeschlossenen Studien gibt mit 1858g CO₂-Äquivalent pro Tag pro Kind höhere Treibhausgas-Emissionen beim ausschließlichen Stillen an als bei der

ausschließlichen Fütterung mit Formula-Nahrung (1136g CO₂-Äquivalent/d/K). Diese Studie basiert auf Daten und Gegebenheiten aus den Vereinigten Staaten von Amerika und schließt bei der Berechnung der CO₂-Äquivalenz des Stillens auch die Nutzung von Milchpumpen und das Tiefkühlen der gepumpten Milch mit ein (Amonkar et al., 2019). Da es in den USA keine gesetzlich geregelte bezahlte Elternzeit gibt und nur ein Sechstel der Beschäftigten in bezahlten Mutterschutz gehen kann, pumpen 85% der Stillenden Personen Milch ab, lagern diese tiefgekühlt und erwärmen sie vor der Fütterung (Van Niel et al., 2020). Das Review schließt mit einer Empfehlung zur Stärkung der Stillförderung ab und spricht sich unter anderem für verbesserte Arbeitsbedingungen für Stillende Personen aus. Außerdem kritisieren die Autor*innen die Vermarktung von „Follow-on“-Formula und berufen sich auf die gesundheitlichen Vorteile des Stillens (Santos-Guzmán et al., 2024).

4.3. The carbon footprint of breastmilk substitutes in comparison with breastfeeding

Die 2019 im „Journal of Cleaner Production“ veröffentlichte Studie vergleicht den CO₂-Fußabdruck von Muttermilchersatzprodukten, wie Formula-Nahrung, mit dem CO₂-Fußabdruck des Stillens. Die Studie bezieht sich ausschließlich auf pulverisierte Formula-Nahrung, die etwa 90% des globalen Marktes ausmacht, für Kinder von null bis sechs Lebensmonaten, da die Empfehlung der WHO für volles Stillen bis dato reicht.

Im ersten Schritt wählten die Autor*innen vier Produktionsländer von Formula-Nahrung (Neuseeland, USA, Brasilien und Frankreich) sowie vier Konsumländer von Formula-Nahrung (Vereinigtes Königreich, China, Brasilien und Vietnam) aus. Die Auswahl erfolgte aufgrund des bereits großen oder wachsenden Marktes von Formula-Nahrung in diesen Ländern. Außerdem sollten durch die Auswahl sowohl geographische als auch sozio-ökonomische Unterschiede dargestellt werden. Im Folgenden nutzte die Studie Lebenszyklusanalysen einzelner Produkte, um den CO₂-Fußabdruck der Produktion von einem Kilogramm Formula-Nahrung bis zum Werkstor (anhand der vier Produktionsländer), den CO₂-Fußabdruck für den Konsum von einem Kilogramm Formula-Nahrung inklusive Transports, Flaschenproduktion, Sterilisation und Zubereitung (anhand der Konsumländer) sowie den CO₂-Fußabdruck des Stillens äquivalent zu einem Kilogramm Formula-Nahrung zu bestimmen. Um den CO₂-Fußabdruck des Stillens zu erheben, wurde der zusätzliche Energie- und Nahrungsmittelbedarf stillender Personen berücksichtigt.

Die Herstellung von 1kg Formula-Nahrung verursacht je nach Produktionsland zwischen 7,1kg und 11kg CO₂-Äquivalente, wobei der größte Anteil der Emissionen auf die Rohmilchproduktion zurückzuführen ist. Der CO₂-Fußabdruck des Konsums variiert je nach Land

zwischen 11kg und 14kg CO₂-Äquivalenten. Dabei spielt vor allem die Sterilisation der Flaschen mit 16-27% des gesamten CO₂-Fußabdrucks eine große Rolle. Das Stillen verursacht im Vergleich dazu 5,9kg bis 7,8kg CO₂-Äquivalente pro 1kg Formula-Nahrung-Äquivalent. Insgesamt verursacht eine ausschließliche Ernährung über sechs Monate mit Formula-Nahrung einen CO₂-Gesamtausstoß von 226-288kgCO₂-Äquivalente, während beim Stillen 123-162kg CO₂-Äquivalente anfallen. In allen untersuchten Ländern weist das Stillen somit eine günstigere Ökobilanz auf als der Konsum von Formula-Nahrung (Karlsson et al., 2019).

4.4. Environmental Impact of Feeding with Infant Formula in Comparison with Breastfeeding

Die 2022 im „International Journal of Environmental Research and Public Health“ veröffentlichte Studie untersuchte den Umwelteinfluss einer viermonatigen Ernährung mit Formula-Nahrung im Vergleich zu vier Monaten exklusiven Stillens in Norwegen. Das methodische Vorgehen der Autorinnen gliedert sich in vier Schritten. Zuerst erhoben sie den Umwelteinfluss der Produktion und des Vertriebs an den Einzelhandel in Norwegen. Anschließend analysierten sie den Umwelteinfluss der Zubereitung der verzehrfertigen Formula-Nahrung und berechneten dabei auch die Produktion der Flaschen ein. Zum Vergleich wurde im dritten Schritt der Umwelteinfluss des exklusiven Stillens erhoben. Abschließend fassten die Autorinnen alle Ergebnisse zusammen, um eine Gesamtbetrachtung für vier Monate Säuglingsernährung zu ermöglichen. Um einen Vergleich schaffen zu können, orientierten sich die Autorinnen zu jeder Zeit der Datenerhebung an folgenden Einheiten: einem Kilogramm Formula-Pulver, einem Kilogramm verzehrfertiger Formula-Nahrung und einem Kilogramm Muttermilch. Zur Erhebung des Umwelteinflusses haben die Autorinnen der Studie in jedem Schritt mit Lebenszyklusanalysen der einzelnen Produkte gearbeitet.

Die Ergebnisse zeigen, dass das globale Erwärmungspotential eines Kilogramms kuhmilchbasierten Formula-Pulvers bei 12,65kgCO₂-Äquivalent liegt. Für die verzehrfertige Formula-Nahrung liegt der kgCO₂-Äquivalent bei 2,02kg, während ein Kilogramm Muttermilch 1,58kgCO₂-Äquivalent verursacht. Hochgerechnet auf vier Monate ergibt sich daraus für Formula-Nahrung ein Gesamtausstoß von 200kgCO₂-Äquivalent, was einem 38% höheren Wert im Vergleich zum exklusivem Stillen (145kgCO₂-Äquivalent) entspricht. Auch bei vier weiteren betrachteten Aspekten (der Bodenübersäuerung, der Eutrophierung von Frischwasser und der Ozeane und der Nutzung von Landflächen) zeigt das exklusive Stillen eine niedrigere kgCO₂-Äquivalenz auf, als die Fütterung mit Formula-Nahrung. Die Nutzung von Kuhmilchpulver erwies sich bei der Herstellung von Formula-Pulver außerdem in jedem betrachteten Aspekt als negativster Einfluss auf die Umwelt. Insgesamt fällt der negative

Umwelteinfluss des exklusiven Stillens in den fünf untersuchten Kategorien um 35-72% geringer aus als der der Formula-Ernährung (Andresen et al., 2022).

4.5. Climate Change and Infant Nutrition: Estimates of Greenhouse Gas Emissions From Milk Formula Sold in Selected Asia Pacific Countries

Bei dem 2021 im „Journal of Human Lactation“ erschienenen Artikel handelt es sich um eine deskriptive Sekundärdatenanalyse. Das Ziel der Veröffentlichung ist es, Schätzungen der Treibhausgasemissionsfaktoren für alle Säuglings- und Kleinkindmilchnahrungsprodukte sowie die damit verbundenen nationalen Emissionen in ausgewählten Ländern des asiatisch-pazifischen Raums zu erheben.

Dafür führten die Autor*innen eine partielle Lebenszyklusanalyse durch, um die anfallenden Emissionen von Milchnahrung abzuschätzen. In einem zweckorientierten Auswahlverfahren wurden dafür gezielt sechs Länder (China, Indien, Philippinen, Malaysia, Australien und Süd-Korea) aus dem süd- und ost-asiatischen Raum und der pazifischen Region ausgewählt, die besonders aufschlussreich für die Höhe der Treibhausgasemissionen in dieser Region sein sollen. Die sechs Länder unterscheiden sich in ihrer Populationsgröße, dem durchschnittlichen Einkommen, der Stillrate und es handelt sich sowohl um Formula-Milchnahrung exportierende und importierende Länder. Somit deckt die Auswahl ein breites Spektrum potenzieller Markt- und Emissionsprofile ab. Folgend bezogen die Autor*innen über „Euromonitor International“ Einzelhandel-Verkaufsdaten von Formula-Nahrung aus den Jahren 2013 bis 2015 (Prognosen bis 2017) der sechs Länder. Außerdem identifizierten die Forschenden die Treibhausgas-Emissionsfaktoren der Hauptbestandteile von Formula-Nahrung wie Pflanzenöle, Zucker und Kuhmilchpulver und ließen die Standards der Zusammensetzung der Formula-Nahrung nach Codex der „Food and Agriculture Organization“ für Milchnahrung berechnen.

Anhand dieser Daten konnte die Berechnung der nationalen jährlichen Treibhausgas-Emissionen geschätzt werden, indem die Treibhausgas-Emissionen pro Kilogramm Formula-Nahrung mit dem Verkaufsvolumen der Formula-Nahrung in den sechs ausgewählten Ländern für die Jahre 2012 bis 2017 multipliziert wurden.

Die Ergebnisse umfassen Emissionen pro Kilogramm Formula-Nahrung, Gesamtemissionen der sechs Länder sowie länderspezifische Werte. Die geschätzten durchschnittlichen Treibhausgasemissionen pro Kilogramm Trockengewicht Formula-Nahrung unterscheiden sich mit 3,95kg CO₂-Äquivalente pro Kilogramm bei Säuglingsnahrung (0-6 Lebensmonate) zu 4,04kg CO₂-Äquivalente pro Kilogramm bei Folgenahrung (7-36 Lebensmonate). Die insgesamt in den sechs Ländern verkaufte Formula-Nahrung verursachte 2012 rund 2,89

Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Für 2017 wurde ein Anstieg auf etwa 4,97 Millionen Tonnen prognostiziert, ein Zuwachs von 72%. In beiden Jahren entfiel der Großteil der Emissionen auf die Folgenahrung. China wies mit 2,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten im Jahr 2012 die höchsten jährlichen Emissionen auf. In allen Ländern außer Australien machte die Folgenahrung den Großteil der Treibhausgas-Emissionen aus. Malaysia und die Philippinen zeigten trotz kleinerer Bevölkerung doppelt so hohe Emissionen wie Indien.

Limitationen der deskriptiven Sekundärdatenanalyse sind die Durchführung einer partiellen Lebenszyklusanalyse. Prozesse wie Verpackung, der Einzelhandelsvertrieb und die Abfallentsorgung wurden nicht berücksichtigt, sodass die tatsächlichen Emissionen höher vermutet werden (Dadhich et al., 2021).

4.6. Powdered Baby Formula Sold in North America: Assessing the Environmental Impact

Die 2020 im Fachjournal „Breastfeeding medicine“ veröffentlichte Studie arbeitet in Form einer deskriptiven Sekundärdatenanalyse und verfolgt das Ziel, die minimalen Treibhausgasemissionen zu bestimmen, die der Verkauf von Formula-Nahrung in Kanada, den USA und Mexiko mit sich bringt.

Dafür untersuchte die Studie Verkaufsdaten und Rezepturen aus Kanada, den USA und Mexiko, die von „Euromonitor International“ für das Jahr 2016 bereitgestellt wurden. Aus den vorhandenen Daten untersuchten die Autor*innen die Rezepte auf ihre Zusammensetzung und deren prozentuale Verteilung der Hauptbestandteile und berechneten die Emissionen in CO₂-Äquivalente pro Kilogramm für jeden Bestandteil von Rohstoffgewinnung bis zur Fabrikverarbeitung.

Die Ergebnisse werden in den Treibhausgas-Emissionen aller drei Länder zusammen, jedes einzelnen Landes, der Emissionen pro Kopf (0-36 Lebensmonate) und nach Formulatyp angegeben. Die drei Länder zusammen wiesen für das Jahr 2016 Treibhausgas-Emissionen in Höhe von 1.161.932 Tonnen CO₂-Äquivalente auf. Die USA führte mit einer Treibhausgas-Emission mit 655.956 Tonnen CO₂-Äquivalente vor Mexiko (435.820 Tonnen CO₂-Äquivalente) und Kanada (70.256 Tonnen CO₂-Äquivalente). Die Emissionen pro Kopf beliefen sich in Mexiko auf 62,29kg CO₂-Äquivalente und waren damit führend. Nach Formulatyp entfielen die meisten Emissionen auf die Follow-On-Formula und die Growing-Up-Formula.

Limitationen der Studie sind der Ausschluss der Treibhausgas-Emissionen aus Verpackung, Transport zum Einzelhandel und zum Kunden, die Zubereitung der Formula-Nahrung und der Abfallentsorgung. Daher können die Ergebnisse der Studie als Teilschätzung

der Ökobilanz von Formula-Nahrung in Nordamerika angesehen werden und haben ein niedrig angesetztes Ergebnis (Cadwell et al., 2020).

5. Ergebnisse Frauenmilchbank

Zur Berechnung der CO₂-Äquivalenz des angefallenen Plastiks in der Frauenmilchbank des UKEs im Jahr 2024 orientiert sich die Arbeit an den Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zu den CO₂-Äquivalenten der einzelnen Materialien. Dieser wurde unter anderem anhand einer durchgeführten Lebenszyklusanalyse des Materials berechnet (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2025). Die Berechnung der CO₂-Äquivalenzen beschränkt sich auf die Darstellung von vier Nachkommastellen und es wurde nach gängigen Regeln auf- und abgerundet. Eine vollständige Darstellung der Rechenwege ist im Anhang b. zu finden.

Material	Angaben BAFA	Gesamtgewicht 2024	Kg CO ₂ äquivalent
PET	2,8 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t	1,894kg	5,3032
PVC	1,89 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t	1,094kg	2,0677
PP	1,88 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t	22,974kg	43,1911
Latex/Naturkautschuk	2,7 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t	0,721kg	1,9467
PS	3,75 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/t	2,575kg	9,6563
PE	1,9 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/t	0,927kg	1,7613

Tabelle 4: Ergebnisse Kilogramm CO₂-Äquivalent (eigene Darstellung)

In der Darstellung der Ergebnisse wird im Folgenden auf volle Zahlen gerundet, um einer Missinterpretation der Ergebnisse vorzubeugen. Insgesamt hat der Plastikverbrauch der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 also eine Emission von **64kg CO₂-Äquivalent** produziert.

Anschließend wurde anhand der Daten der genutzten Geräte zur Tiefkühlung und Pasteurisierung der Stromverbrauch für das Jahr 2024 und dessen CO₂-Äquivalent ausgerechnet:

Zur Berechnung einer CO₂-Äquivalenz wurde zuerst einmal der Stromverbrauch des „clinitherme® pasteur XPT“ des Herstellers MedCare Visions für das Jahr 2024 ausgerechnet. Dabei wurde sich ausschließlich auf den Stromverbrauch während der 30-minütigen Holder-Pasteurisierung, die nach S2k-Leitlinie „Einsatz und Behandlung von humaner Milch in Einrichtungen des Gesundheitswesens“ erfolgt, beschränkt (AWMF, 2024). Nach Angaben des UKEs braucht das Gerät außerdem 30 weitere Minute zum Aufwärmen, weshalb der Stromverbrauch für eine Stunde berechnet wurde. Andere Aspekte, wie die Erfassung einer Lebenszyklusanalyse und einer damit einhergehenden CO₂-Äquivalenz des Gerätes selbst, wurden nicht mit einbezogen, da die Ergebnisse erschwert auf das Jahr 2024 herunterzurechnen wären und dazu keine Daten vorliegen. Bei der Berechnung der CO₂-Äquivalenz des Stromverbrauchs wird davon ausgegangen, dass das UKE im Jahr 2024 mit einem konventionellen Strommix versorgt wurde. Genaue Angaben dazu konnten nicht gefunden werden. Folgende Formel wurde zur Berechnung des Stromverbrauchs während des einstündigen Prozesses genutzt: $(\text{Leistung in Watt} \times \text{Zeit in Stunden}) \div 1.000 = \text{Verbrauch in Kilowattstunden (kWh)}$.

Da der Vorgang der Pasteurisierung insgesamt eine Stunde dauert, wird die Zeit in Stunden mit 1 und die Wattzahl mit 320 Watt angegeben. Als Ergebnis zeigt sich ein Stromverbrauch von 0,32 Kilowattstunden pro Pasteurisierungsvorgang. Bei den im Jahr 2024 durchgeführten 103 Pasteurisierungsvorgängen fiel also ein Stromverbrauch von ~33 Kilowattstunden an. Im nächsten Schritt wurde anhand dieser Angaben ein CO₂-Äquivalent des Stromverbrauchs aufgestellt. Nach Angaben von Statista hatte der konventionelle Strommix im Jahr 2023 einen CO₂-Emissionsfaktor von 380g CO₂/kWh (Pawlik, 2025). Für das Jahr 2024 ließen sich keine Daten finden, weshalb sich an den Angaben für das Jahr 2023 orientiert wurde. Daraus ergibt sich für den Stromverbrauch der Pasteurisier Maschine im Jahr 2024 ein Ergebnis von 12.540g CO₂-Äquivalent für 33 Kilowattstunden ($33 \times 380 = 12.540\text{g CO}_2\text{-Äquivalent}$). Um eine einheitliche Rechnung der Ergebnisse in Kilogramm CO₂-Äquivalent zu ermöglichen, werden die Ergebnisse mit **13kg CO₂-Äquivalent** für 33 Kilowattstunden angegeben.

Da die Berechnung des Kilogramm CO₂-Äquivalent für die Tiefkühlung anhand des Energieverbrauchs der Geräte in 366 Tagen im Jahr stattfinden soll, wird dieser zuerst für beide Geräte berechnet. Liebherr gibt den Energieverbrauch ihres Gerätes „SFTsg 1501 Performance“ mit 180kWh/365d bereits vor. Da das Jahr 2024 ein Schaltjahr war, wird die Rechnung noch einmal für den Energieverbrauch in 366 Tagen berechnet: $366 \times 0,492\text{kWh} = 180,072 \text{ kWh}/366\text{d}$. Bei der Berechnung mit dem oben genannten CO₂-Emissionfaktor des konventionellen Strommix ergibt sich folgendes Ergebnis: $180,072 \times 380 = \sim 68.427\text{g CO}_2\text{-Äquivalent}$.

Äquivalent. Daraus ergibt sich für den „SFTsg 1501 Performance“ eine Emission von **68kg CO₂-Äquivalent**.

Der Gefrierschrank des Herstellers Kirsch hat einen Energieverbrauch von 1,33 kWh in 24 Stunden. Daraus ergibt sich folgende Rechnung für den Verbrauch in 366 Tagen: $366 \times 1,33 = 486,78 \text{ kWh}/366 \text{ d}$. Zur Berechnung der CO₂-Emission werden erneut die Angaben zum CO₂-Emissionsfaktor des konventionellen Strommix genutzt. Daraus ergibt sich eine CO₂-Emission von $\sim 184.976 \text{ g CO}_2\text{-Äquivalent}$ ($486,78 \times 380 = 184.976,4 \text{ g CO}_2\text{-Äquivalent}$), also **185kg CO₂-Äquivalent**.

Insgesamt hat die Frauenmilchbank des UKEs im Jahr 2024 durch den Plastik- und Stromverbrauch also eine Emission von **330kg CO₂-Äquivalent** produziert.

6. Diskussion

Da es bisher keine belastbaren Studien zur ökologischen Auswirkung von gespendeter Frauenmilch gibt soll die Arbeit, einen ersten Schritt in Richtung Vergleichbarkeit gehen. Um eine Antwort auf die aufgestellte Forschungsfrage zu ermöglichen, wurde die dargestellte Berechnung der CO₂-Emission des Plastik- und Stromverbrauchs der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 aufgestellt. Das Ergebnis von 330kg CO₂-Äquivalent klingt erst einmal nichtssagend. Um das Verständnis der Größenordnung des Ergebnisses zu fördern, soll folgender Vergleich helfen: ein Baum bindet in einem Jahr im Durchschnitt 24,08 kg CO₂ (Schulz, 2025). Es bedarf also ~ 14 Bäume, um den angefallenen CO₂-Äquivalent eines Jahres der Frauenmilchbank zu speichern. Ist diese Höhe der Emission notwendig oder gibt es Ansatzpunkte, an denen die Frauenmilchbank des UKEs in Zukunft versuchen könnte, Emissionen einzusparen?

6.1. Optimierungspotential der Frauenmilchbank des UKEs

Da die Frauenmilchspende am UKE im klinischen Setting stattfindet und es sich um die Verarbeitung von Lebensmittel handelt, liegen hohe hygienische Standards vor, nach denen gearbeitet werden muss (AWMF, 2024). Daher lassen sich einige der anfallenden CO₂-Emissionen, wie zum Beispiel der anfallende Plastikmüll der sterilen Materialien und das Pasteurisieren der Milch, nicht verhindern. Trotzdem ist es wichtig, stetig zu hinterfragen, wo und ob es eine Möglichkeit gibt, anfallende Emissionen einzusparen. Bei der Betrachtung der Berechnung zur CO₂-Bilanz der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 sticht ein Einflussfaktor sofort ins Auge. Während der „SFTsg 1501 Performance“ des Herstellers Liebherr in 24 Stunden bei einem Bruttofassungsvermögen von 101 Litern 0,492 Kilowattstunden verbraucht, verbraucht der „FROSTER MED 95 PRO-ACTIVE“ des

Herstellers Kirsch bei einem Bruttofassungsvermögen von 95 Litern 1,33 Kilowattstunden in 24 Stunden (Liebherr, 2025 & Kirsch, 2025). Um in Zukunft Emissionen einzusparen, könnte die Frauenmilchbank des UKEs über eine Umstellung des Tiefkühlsystems nachdenken und alternativ zu dem Gerät des Herstellers Kirsch einen weiteren „SFTsg 1501 Performance“ des Herstellers Liebherr anschaffen, welcher weitaus energieeffizienter arbeitet. Weitere Aspekte zur Einsparung von CO₂-Emissionen sind in der Berechnung nicht aufgefallen.

6.2. Übertragbarkeit der Ergebnisse

Eine Übertragung der Ergebnisse zur Berechnung der angefallenen CO₂-Äquivalenz auf andere Frauenmilchbanken und Länder ist nicht möglich, da große regionale, nationale und vor allem internationale Unterschiede im Aufbau und der Arbeit von Frauenmilchbanken bestehen. Während die Frauenmilchbank des UKEs ausschließlich Früh- und Neugeborene mit gespendeter Milch versorgt, die auf einer internen Station aufgenommen sind, versorgen andere Frauenmilchbanken gesamte Regionen mit gespendeter Milch. Dabei fallen teilweise hohe Transportemissionen an, die bei der Berechnung der CO₂-Bilanz des UKEs aufgrund der beschriebenen Gegebenheiten außen vorgelassen werden konnten. Dies lässt sich zum Beispiel aus Angaben der „Human Milk Banking Association of North America (HMBANA)“ erschließen. Die „HMBANA“ hat auf ihrer Webseite 31 Frauenmilchbanken gelistet, die über Kanada und die USA verteilt sind, alle regional und national arbeiten und somit mit weniger Milchbanken, als es in Deutschland gibt, eine deutlich größere Fläche als Deutschland versorgen (HMBANA, 2025). Auch die Verarbeitung der gespendeten Milch kann nach AWMF-Leitlinie auf unterschiedliche Weisen erfolgen, wodurch das Vorgehen klinikintern entschieden werden kann (AWMF, 2024). Dadurch lässt sich das Vorgehen der Frauenmilchbank des UKEs nicht verallgemeinern und die Ergebnisse sind somit nicht übertragbar.

6.3. Vergleich von Formula-Nahrung und gespendeter Frauenmilch

Die ökologischen Auswirkung von Formula-Nahrung gehen aus den Studien hingegen sehr eindeutig und mit klaren Ergebnissen hervor. Auch wenn die Fragestellung der Arbeit aktuell nicht abschließend beantwortet werden kann, wird im folgenden Schaubild versucht, eine Vergleichbarkeit zu schaffen, indem gezeigt wird, welche Emissionen bei der Herstellung und Verabreichung von einem Kilogramm Formula-Nahrung anfallen. Dabei orientiert sich die Arbeit vor allem an den Angaben aus der Studie „The carbon footprint of breastmilk substitutes in comparison with breastfeeding“ von Johann O. Karlsson und Kolleg*innen (Karlsson et al., 2019). Die Angaben orientieren sich an den Ergebnissen des

Produktionslandes Frankreich und an den Ergebnissen des Vereinigten Königreiches als Konsumland, da beide in geographischer Nähe zu Deutschland liegen.

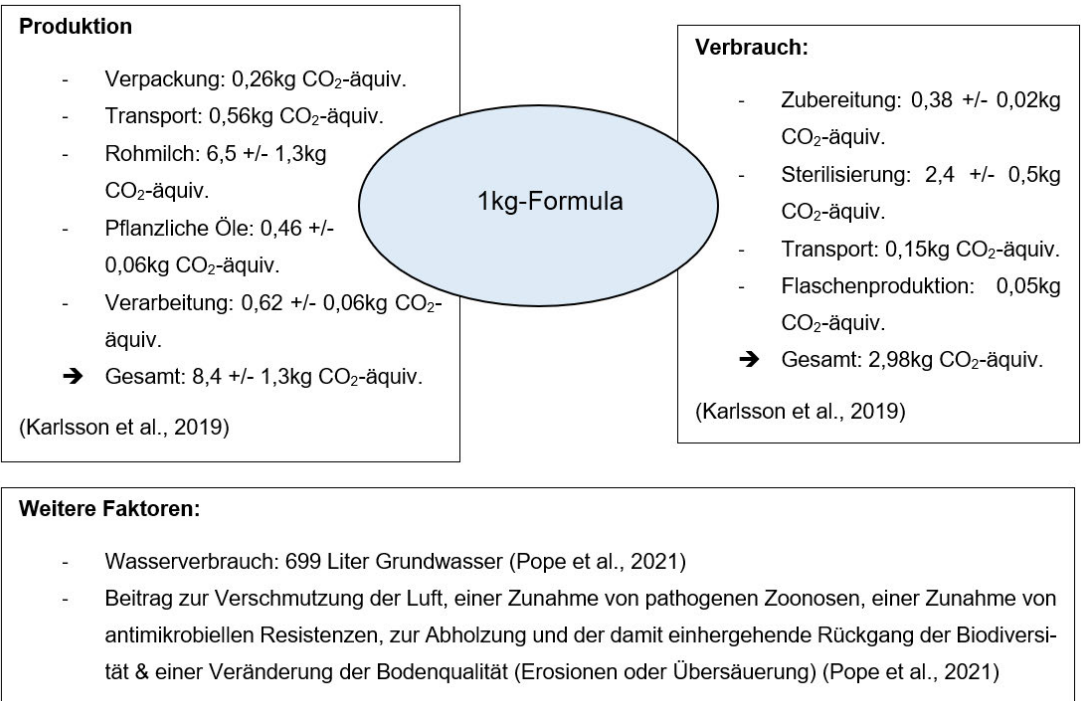


Abbildung 2: Angaben CO₂-Äquivalent von 1kg Formula-Nahrung (eigene Darstellung)

Werden alle anfallenden Emissionen zur Produktion und dem Verbrauch von einem Kilogramm Formula-Nahrung zusammengerechnet, erhält man ein Ergebnis von 11,38kg CO₂-Äquivalent. Sehr vereinfacht lassen sich die angefallenen Emissionen für einen Liter Frauenmilch aus der Milchbank des UKes im Jahr 2024 anhand der durchgeführten Berechnungen mit einem Ergebnis von 3,59kg CO₂-Äquivalent darstellen (330kg CO₂-Äquiv. ÷ 92 Liter).

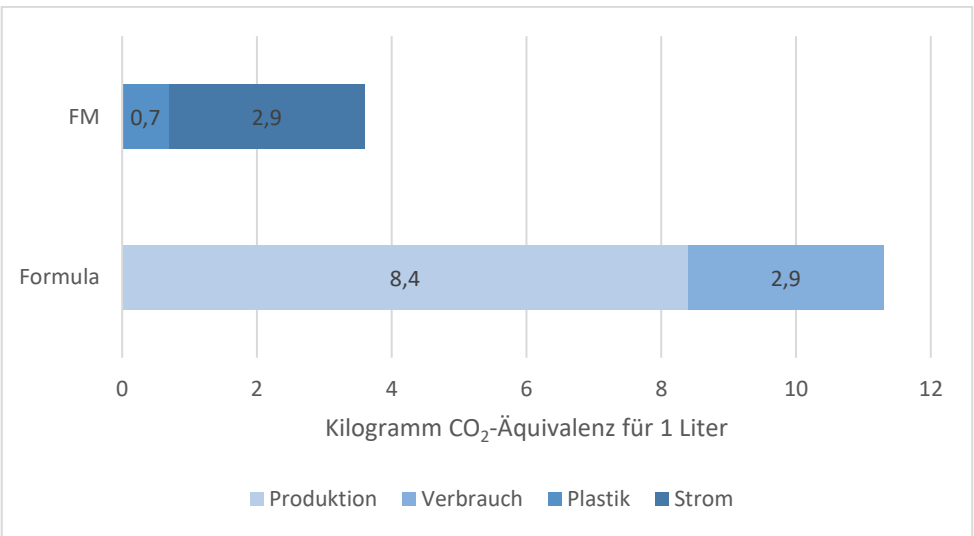


Abbildung 3: Vergleich der Ergebnisse-1 Kilogramm Formula zu 1 Liter Frauenmilch (eigene Darstellung)

Dieses Ergebnis scheint auf den ersten Blick eindeutig dafür zu sprechen, dass gespendete Frauenmilch nachhaltiger sei als Formula-Nahrung. Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch, wie bereits genannt, angesichts des derzeitigen Forschungsstandes eine Unvergleichbarkeit der ökologischen Einflussfaktoren heraus. Eine genauere Beschreibung der Limitationen der in dieser Arbeit durchgeführten Berechnung findet sich im Kapitel „7. Limitationen“.

Die Ergebnisse der 2019 im „Journal of Environmental Accounting and Management“ veröffentlichte Studie „Life cycle GHG emission comparison of infant nursing using breast milk versus formula“ von Yash Amonkar und Kolleg*innen, deuten darauf hin, dass die Nutzung von Milchpumpen, das Tiefkühlen der Milch und die notwendige Erhitzung der Milch zu einem deutlichen Anstieg der CO₂-Emission des Stillens führt und die Diskrepanz zu der CO₂-Bilanz von Formula-Nahrung dadurch aufgehoben wird oder sich sogar verschiebt. Diese Ergebnisse könnten sich potenziell auf die Emission einer Frauenmilchbank übertragen lassen. Da jedoch keine Sichtung des Volltextes möglich war, kann in dieser Arbeit kein Vergleich anhand der beschriebenen Studie gezogen werden.

6.4. Ansatzpunkte für weitere Forschung

Welche Aspekte müssten bei der Frauenmilchspende also beachtet werden, um eine aussagekräftige CO₂-Bilanz berechnen zu können und so einen Vergleich zu ermöglichen? Anfangen könnte die Erhebung bei dem Abpumpen der Milch. Dafür sollte einerseits der Stromverbrauch der Pumpe berechnet und anhand von Lebenszyklusanalysen die CO₂-Bilanz des Gerätes selbst, der Pumpsets und der Plastikflaschen erhoben werden. Im nächsten Schritt sollten die anfallenden Transportemissionen erhoben werden. Wie bereits beschrieben, können sich diese je nach geographischer Lage der Milchbank stark unterscheiden. Im weiteren Verlauf sollte schließlich für alle anfallenden Materialien eine Lebenszyklusanalyse erhoben werden. Bei der Frauenmilchbank des UKEs wären das folgende Materialien: Plastikflaschen (Volumen á 150ml), große rote EDTA-Röhrchen, Butterfly-Kanülen, Kittel, Masken, unsterile Handschuhe, Hauben, BAK-Röhrchen, Klebeetiketten, 2,5ml Spritzen, Aufziehkanülen und Nährstoffplatten. Der in dieser Arbeit berechnete Stromverbrauch der Tiefkühlschränke, der Pasteurisierungsmaschine und auch Lebenszyklusanalysen der Geräte selbst sollten in die Berechnung der CO₂-Bilanz mit einfließen. Für die bei Verfüterung der gespendeten Milch anfallenden Spritzen sollten ebenfalls Lebenszyklusanalysen erhoben werden. Um eine Gesamtbilanz für gespendete Frauenmilch aufstellen zu können, müsste die Berechnung in Anlehnung an die Studien zu ökologischen Auswirkungen des Stillens außerdem den erhöhten Energie- und Nährstoffbedarf stillender Personen mitdenken. Dabei könnte als Schwierigkeit anfallen, wie sich dieser erhöhte

Bedarf auf die Menge an gespendeter Frauenmilch herunterrechnen lässt. Zuletzt müssten in einer Berechnung auch die Hände- und Flächendesinfektion, der Wasserverbrauch und andere ökologischen Einflussfaktoren mit einbezogen werden, um eine Vergleichbarkeit zu Formula-Nahrung zu schaffen.

Als klares Kernergebnis der vorliegenden Arbeit lässt sich also herausstellen, dass es neben der Forschung zu gesundheitlichen Auswirkungen von gespendeter Frauenmilch dringend Forschung und Veröffentlichungen zu der ökologischen Auswirkung von gespendeter Frauenmilch benötigt, um Arbeitsschritte so emissionsarm wie möglich zu gestalten, einen Vergleich der anfallenden Emissionen zu Formula-Nahrung aufzustellen und den heutigen Anforderungen an ein nachhaltiges Arbeiten entsprechen zu können.

7. Limitationen

Als Limitation der vorliegenden Arbeit ist zuerst einmal die erschwerte Vergleichbarkeit der Studien und deren Ergebnisse zu sehen. Zwei der Studien über die ökologischen Auswirkungen von Formula-Nahrung führen eine lückenhafte Lebenszyklusanalyse durch und lassen Aspekte, wie anfallende CO₂-Emissionen durch Verpackung, Entsorgung und Transport in den Ergebnissen außen vor (Dadhich et al. & 2021, Cadwell et al., 2020). Da in der Schätzung der ökologischen Auswirkungen der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 vor allem auf den Plastikverbrauch und den Verpackungsmüll eingegangen wird, ist die Vergleichbarkeit hier nicht gegeben. In dieser Arbeit war es nicht möglich Lebenszyklusanalysen für die einzelnen Materialien oder die genutzten Geräte der Frauenmilchbank des UKEs im Jahr 2024 zu erheben. Außerdem handelt es sich in den dargestellten Studien um systematisch erfasste Daten, die die Autor*innen über Kontinente und Jahre erhoben haben. Damit lässt sich die Schätzung für das Jahr 2024 der Frauenmilchbank des UKEs nicht vergleichen.

Nur eine Studie grenzt außerdem klar ab, welche Arten von Formula-Pulver in die Ergebnisse mit einfließen (Karlsson et al., 2019). Die anderen dargestellten Studien beziehen sich auf alle Arten von Formula-Nahrung, also auch auf die sogenannte „growing-up Formula“, die ab dem siebten Lebensmonat gefüttert wird. Da gespendete Frauenmilch jedoch meist im Kontext der Frühgeburtlichkeit verfüttert wird, ist auch hierbei kein Vergleich möglich (Frauenmilchbank-Initiative e.V., 2025).

Eine Limitation für die Ausarbeitung zur Schätzung der CO₂-Bilanz der Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024 ist, dass ausschließlich der Plastik- und Stromverbrauch mit einberechnet wurden und keine vollständigen Lebenszyklusanalysen der einzelnen Materialien und Geräte mit eingeflossen sind. Auch das Auslassen der Flächen- und

Händedesinfektion ist eine Limitation der Arbeit. Da dabei Mengenangaben über ein Jahr erschwert einschätzbar sind, wurde das Auslassen dieser Aspekte bewusst entschieden.

8. Schlussfolgerung

Die im ersten Schritt aufgestellte Fragestellung kann im Rahmen dieser Arbeit nicht abschließend beantwortet werden. Diese Arbeit kann als explorativer Beitrag und Ansatzpunkt für weitere Arbeiten dienen und soll vorrangig die Forschungslücke sichtbar machen, die in der Frage über ökologische Auswirkungen von gespendeter Frauenmilch vorliegt. Aufgrund der hohen anfallenden CO₂-Emission des Gesundheitssystems wäre es für die Zukunft wünschenswert, die Spende von Frauenmilch nicht nur aus medizinischer, sondern auch aus ökologischer Perspektive zu betrachten. Durch klare Studienergebnisse könnten innerbetriebliche Prozesse optimiert und die CO₂-Emissionen von Frauenmilchbanken somit gesenkt werden. Um einen Vergleich zwischen der ökologischen Nachhaltigkeit von gespendeter Frauenmilch zu Formula-Nahrung ziehen zu können, wäre eine Datenerhebung unter gleichen Rahmenbedingungen wünschenswert. Dazu gehört unter anderem die Erhebung von Lebenszyklusanalysen aller Materialien und Geräte und der Einbezug weiterer ökologischer Aspekte, wie dem Wasserverbrauch und dem Abfallaufkommen. Um eine Vergleichsbasis zu schaffen, sollten außerdem Länder unterschiedlicher geographischer Lagen und Arbeitsweisen von Frauenmilchbanken mit einbezogen werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Ernährung von Früh- und Neugeborenen immer in einem Spannungsfeld stattfindet. Neben der Ernährungsempfehlung der WHO und dem medizinischen Nutzen einer Ernährungsform, sollte auch an die ökologische Verantwortung gedacht werden. Nur wenn auch der ökologische Aspekt einer Handlung im Gesundheitswesen in Zukunft an Bedeutung gewinnt, wird es möglich sein, die CO₂-Emission von 4,4% des Gesundheitssystems weltweit zu senken.

Literaturverzeichnis

Amonkar, Y., Chowdhury, N., Song, Y., Wu, J. S., Vaidya, P. & Meinrenken, C. J. (2019). Life cycle GHG emission comparison of infant nursing using breast milk versus formula. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 61-75. <https://doi.org/10.5890/JEAM.2019.03.005>

Andresen, E. C., Hjelkrem, A.-G. R., Bakken, A. K. & Andersen, L. F. (2022). Environmental Impact of Feeding with Infant Formula in Comparison with Breastfeeding. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 6397. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116397>

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (21. März 2024). S2k-Leitlinie Einsatz und Behandlung von humaner Milch in Einrichtungen des Gesundheitswesens (1. Version). <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/024-026>

Boeckel, T. P. V., Pires, J., Silvester, R., Zhao, C., Song, J., Criscuolo, N. G., Gilbert, M., Bonhoeffer, S. & Laxminarayan, R. (2019). Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science*. Vol. 365/6459 <https://doi.org/10.1126/science.aaw1944>

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2025). *Informationsblatt CO2-Faktoren*. Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. https://www.bafa.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2025.pdf?__blob=publication-File&v=4

Cadwell, K., Blair, A., Turner-Maffei, C., Gabel, M. & Brimdyr, K. (2020). Powdered Baby Formula Sold in North America: Assessing the Environmental Impact. *Breastfeeding Medicine*, Vol. 15(10), 671-679. DOI: 10.1089/bfm.2020.0090

Cambra-López, M., Aarnink, A. J. A., Zhao, Y., Calvet, S. & Torres, A. G. (2010). Airborne particulate matter from livestock production systems: A review of an air pollution problem. *Environmental Pollution*, Vol. 158, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.07.011>

Critical Appraisal Skills Programme (2018). CASP Systematic Review Checklist. <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/checklist-archive/>

Dadhich, J., Smith, J. P., Iellamo, A. & Suleiman, A. (2021). Climate Change and Infant Nutrition: Estimates of greenhouse gas emissions from milk formula sold in selected Asia Pacific countries. *Journal of Human Lactation*, Vol. 37(2), 314-322. DOI: 10.1177/0890334421994769

Diaz, S., Settele, E., Brondizio, E., Ngo, H., Gueze, M., Agard, J., Arneth, A. & Balvanera, P. (2019). Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *IPBES*. 56. https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector: A Life Cycle Assessment*. <https://www.fao.org/4/k7930e/k7930e00.pdf>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *Climate Change and the Global Dairy cattle Sector: The Role of the Dairy Sector in a Low-Carbon Future*. Global Dairy Platform. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8749a956-0725-414f-8c35-58a5db0c2b5c/content>

Foot, K., Joy, M. & Death, R. (2015). New Zealand dairy farming: Milking our environment for all it's worth. *Environmental Management*. Vol. 56, 709-720. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0517-x>

Frauenmilchbank-Initiative e.V. (January 2025). *Frauenmilchbank-Initiative e.V.* <https://www.frauenmilchbank.de/frauenmilchbanken-in-deutschland>

Grout, L., Baker, M. G., French, N. & Hales, S. (2020). A review of potential public health impacts associated with the global dairy sector. *GeoHealth*. <https://doi.org/10.1029/2019GH000213>

Health Care Without Harm. (2019). *Health care's climate footprint - how the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action*. Arup. https://global.no-harm.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf

Human Milk Banking Association of North America (2025). *Find a milk bank*. HMBANA. <https://www.hmbana.org/find-a-milk-bank/>

Joffe, N., Webster, F. & Shenker, N. (2. Oktober 2019). Support for breastfeeding is an environmental imperative. *The BMJ*. doi: 10.1136/bmj.l5646

Karlsson, J. O., Garnett, T., Rollins, N. C. & Rööf, E. (2019). The carbon footprint of breast-milk substitutes in comparison with breastfeeding. *Journal of Cleaner Production*, 436-445. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.043>

Kirsch (2025). *FROSTER MED 95 PRO-ACTIVE*. Datenblatt. https://kirsch-medical.de/images/Produktdatenblatt/2025/FROSTER_MED_95_PRO-ACTIVE_DE.pdf

Liebherr (2025). *SFTsg 1501 Performance. Laborgefriergerät mit statischer Kühlung*. Datenblatt. <https://assets-cdn.liebherr.com/versions/96da626d-a57e-4e09-a72e-4d8e9deec59a/original/>

MedCare Visions (2025). Technische Daten. *Gebrauchsanweisung clinitherme® pasteur XPT*, S. 39-40

Pawlik, V. (2025). CO₂-Emissionsfaktor für den Strommix in Deutschland bis 2023. *Statista* <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38897/umfrage/co2-emissionsfaktor-fuer-den-strommix-in-deutschland-seit-1990/>

Pope, D. H., Karlsson, J. O., Baker, P. & McCoy, D. (2021). Examining the Environmental Impacts of the Dairy and Baby Food Industries: Are First-Food Systems a Crucial Missing Part of the Healthy and Sustainable Food Systems Agenda Now Underway?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(12678). <https://doi.org/10.3390/ijerph 182312678>

Quigley, M., Embleton, N. D. & McGuire, W. (2019). Formula versus donor breast milk for feeding preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Systematic Review*. 19,7(7), doi: 10.1002/14651858.CD002971.pub5.

Santos-Guzmán, A., Rivera, J. A., Unar-Munguía, M. & Ramírez-Silva, I. (2024). Addressing Infant and Young Child Feeding Recommendations From a Planetary Health Perspective. *Advances in Nutrition*, <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100303>

Schulz, C. (2025). *Wie viel CO₂ speichert ein Baum pro Jahr*. ForTomorrow. <https://www.fortomorrow.eu/de/blog/co2-baum>

Smith, J. P., Borg, B., Nguyen, T. T., Iellamo, A., Pramono, A. & Mathisen, R. (2024). Estimating carbon and water footprints associated with commercial milk formula production and use: development and implications of the Green Feeding Climate Action Tool. *Frontiers in Nutrition*. 11:1371036. doi: 10.3389/fnut.2024.1371036

SoCo Project Team (2009). Addressing Soil Degradation in EU Agriculture: Relevant Processes, Practices and Policies. Report on the Project „Sustainable Agriculture and Soil Conservation SoCo“. Europäische Kommission. DOI 10.2791/69723

Storp, F. (Dezember 2022). Wo beginnt Nachhaltigkeit? *Deutsche Hebammenzeitschrift*. <https://staudeverlag.de/wo-beginnt-nachhaltigkeit/>

Umweltbundesamt (22.10.2025). Klimafreundliche Ernährung: fleischreduziert, vegetarisch oder vegan. <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/essen-trinken/klima-umweltfreundliche-ernaehrung#so-ernahren-sie-sich-nachhaltig-und-gesund>

Van Niel, M. S., Bhatia, R., Riano, N. S., de Faria, L., Catapano-Friedman, L., Ravven, S., Weissman, B., Nzodom, C., Alexander, A., Budde, K. & Mangurian, C. (2020). The Impact of Paid Maternity Leave on the Mental and Physical Health of Mothers and Children: A Review of the Literature and Policy Implications. *Harvard Review of Psychiatry*. Vol. 28(2), 113-126. DOI: 10.1097/HRP.0000000000000246

World Health Organization. (2022). WHO recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant. Genf. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/707c8feb-e4e4-4e5c-b029-b78202c67cc7/content>

Anhang

a. Darstellung der Berechnung des Materialverbrauchs der Frauenmilchbank des UKs für das Jahr 2024

Flaschen:

- 92 Liter gespendete Milch werden verfüttert = 92000ml
- In jede Flasche kommen 100ml gespendete Frauenmilch
- ➔ 920 Flaschen fallen an
- Wie viele Pasteurisierungsvorgänge finden statt?
- ➔ $920 \text{ Flaschen} \div 9 \text{ Flaschen pro Pasteurisierung} = \sim 103 \text{ Pasteurisierungsvorgänge}$
- Pro Pasteurisierung fällt eine 10. Flasche an, die mit Aqua gefüllt ist = 103 weitere Flaschen
- $920 \text{ Flaschen} + 103 \text{ Flaschen} = \mathbf{1023 \text{ Flaschen}}$

Material Blutentnahme:

- Pro Spender*in fallen zwei Blutentnahmen an + im Jahr 2024 gab es 27 Spender*innen
- $27 \times 2 = 54 \text{ Blutentnahmen}$
- Pro Blutentnahme werden eine Butterfly-Nadel und zwei große rote EDTA benötigt
- **54 Butterfly-Nadeln + 2 x 54 EDTA = 108 große rote EDTA**

Schutzkleidung Personal:

- Pro Pasteurisierungsvorgang je ein Kittel, ein paar unsterile Handschuhe, eine Maske und eine Haube = **jeweils 103 pro Schutzartikel** fallen an

Pasteurisierung:

- Pro Pasteurisierungsvorgang werden je 2 BAK-Röhrchen entnommen
- ➔ $103 \times 2 = \mathbf{206 \text{ BAK-Röhrchen}}$
- Die gespendete Milch wird dafür mit einer 2,5ml Spritze und einer Ausziehkanüle aufgezogen = **jeweils 103 Stück**
- Pro Pasteurisierung wird eine Nährstoffplatte zur Bebrütung der Milch genutzt = 103 Nährstoffplatten
- Pro Pasteurisierung fallen zur Beschriftung 30 Klebeetiketten an
- ➔ $103 \times 30 = \mathbf{3090 \text{ Klebeetiketten}}$

b. Rechenweg kgCO₂-Äquivalent für die Frauenmilchbank des UKEs für das Jahr 2024

Material	tCO ₂ -äquiv/ t = kgCO ₂ -äquiv/kg	Gewicht am UKE (2024)	Rechnung	Ergebnis in kgCO ₂ -Äquivalent
PET	2,8 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t = 2,8kgCO ₂ - äquiv/kg	1894g = 1,894kg	1,894 x 2,8	5,3032
PVC	1,89 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t = 1,89kgCO ₂ - äquiv/kg	1094g = 1,094kg	1,094 x 1,89	2,0677
PP	1,88 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t = 1,88kgCO ₂ - äquiv/kg	22.974g = 22,974kg	22,974 x 1,88	43,1911
Latex	2,7 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/ t = 2,7kgCO ₂ - äquiv/kg	721g = 0,721kg	0,721 x 2,7	1,9467
PS	3,75 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/t = 3,75kgCO ₂ - äquiv/kg	2575g = 2,575kg	2,575 x 3,75	9,6563
PE	1,9 CO ₂ -Faktor in tCO ₂ -äquiv/t = 1,9kgCO ₂ - äquiv/kg	927g = 0,927kg	0,927 x 1,9	1,7613

Tabelle 5: Berechnung Kilogramm CO₂-Äquivalenz Frauenmilchbank UKE 2024 (eigene Darstellung)

c. CASP-Checkliste des Reviews „Examining the Environmental Impacts of the Dairy and Baby Food Industries: Are First-Food Systems a Crucial Missing Part of the Healthy and Sustainable Food Systems Agenda Now Underway?“

Report for appraisal and reference

Section A: Are the results of the review valid?

1. Did the review address a clearly focused question?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: An issue can be 'focused' in terms of

- the population studied
- the intervention given
- the outcome considered

Comments: Klare Fragestellung: Umwelteinfluss der Milch und Baby Essensindustrie

2. Did the authors look for the right type of papers?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: 'The best sort of studies' would

- address the review's question
- have an appropriate study design (usually RCTs for papers evaluating interventions)

Comments:

Is it worth continuing?

3. Do you think all the important, relevant studies were included?

Yes	☐
Can't Tell	☒
No	☐

HINT: Look for

- which bibliographic databases were used
- follow up from reference lists
- personal contact with experts
- unpublished as well as published studies
- non-English language studies

Comments: Datenbanken: Medline, Embase, PubMed
Referenzlisten wurden auf passende Veröffentlichungen geprüft

sonst keine weitere Methodik beschrieben: Veröffentlichungen welcher Sprachen wurden gesucht? Wurde mit Expert*innen gesprochen?

4. Did the review's authors do enough to assess quality of the included studies?

Yes	☐
Can't Tell	☐
No	☒

HINT: The authors need to consider the rigour of the studies they have identified. Lack of rigour may affect the studies' results ("All that glisters is not gold" Merchant of Venice – Act II Scene 7)

Comments: Keine Qualitätsprüfung der Studien dargestellt

5. If the results of the review have been combined, was it reasonable to do so?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: Consider whether

- results were similar from study to study
- results of all the included studies are clearly displayed
- results of different studies are similar
- reasons for any variations in results are discussed

Comments:

Section B: What are the results?

6. What are the overall results of the review?

HINT: Consider

- If you are clear about the review's 'bottom line' results
- what these are (numerically if appropriate)
- how were the results expressed (NNT, odds ratio etc.)

Comments: Klare Darstellung der anfallenden CO2-Emissionen, des Wasserverbrauchs und weiterer Umweltfaktoren von Formula-Nahrung und der Milchindustrie

7. How precise are the results?

HINT: Look at the confidence intervals, if given

Comments: Keine Bewertung der Studienergebnisse ersichtlich

Section C: Will the results help locally?

8. Can the results be applied to the local population?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: Consider whether

- the patients covered by the review could be sufficiently different to your population to cause concern
- your local setting is likely to differ much from that of the review

Comments: Einbezogene Studien wurden in verschiedenen Kontinenten durchgeführt, wodurch die Ergebnisse global zu sehen sind.

9. Were all important outcomes considered?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: Consider whether

- there is other information you would like to have seen

Comments: Alle wichtigen Umwelteinflüsse wurden mitbedacht und untersucht

10. Are the benefits worth the harms and costs?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: Consider

- even if this is not addressed by the review, what do **you** think?

Comments: Keine Schäden und Kosten durch die durchgeführten Berechnungen erkennbar --> eher positiver Aspekt, da negative Umwelteinflüsse nun genauer bekannt sind und ggf. gesenkt werden können

d. CASP-Checkliste des Reviews „Adressing Infant and Young Child Feeding Recommendations From a Planetary Health Perspective“

Section A: Are the results of the review valid?

1. Did the review address a clearly focused question?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: An issue can be 'focused' In terms of

- the population studied
- the intervention given
- the outcome considered

Comments:

2. Did the authors look for the right type of papers?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: 'The best sort of studies' would

- address the review's question
- have an appropriate study design (usually RCTs for papers evaluating interventions)

Comments: Systematische Studienauswahl --> Darstellung nach PRISMA erfolgt

Is it worth continuing?

3. Do you think all the important, relevant studies were included?

Yes	☐
Can't Tell	☒
No	☐

HINT: Look for

- which bibliographic databases were used
- follow up from reference lists
- personal contact with experts
- unpublished as well as published studies
- non-English language studies

Comments: Datenbanken: PubMed, Springer-Link, Science-Direct und Scielo
Referenzlisten wurden durchsucht

Weiteres Methodischen Vorgehen ist nicht beschrieben

4. Did the review's authors do enough to assess quality of the included studies?

Yes	☐
Can't Tell	☒
No	☐

HINT: The authors need to consider the rigour of the studies they have identified. Lack of rigour may affect the studies' results ("All that glisters is not gold" Merchant of Venice – Act II Scene 7)

Comments: Keine Bewertung der Studienqualität ersichtlich

5. If the results of the review have been combined, was it reasonable to do so?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

HINT: Consider whether

- results were similar from study to study
- results of all the included studies are clearly displayed
- results of different studies are similar
- reasons for any variations in results are discussed

Comments:

Section B: What are the results?

6. What are the overall results of the review?

HINT: Consider

- If you are clear about the review's 'bottom line' results
- what these are (numerically if appropriate)
- how were the results expressed (NNT, odds ratio etc.)

Comments: Narrative Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Studien

7. How precise are the results?

HINT: Look at the confidence intervals, if given

Comments: Keine Bewertung der Ergebnisse erfolgt

Section C: Will the results help locally?

8. Can the results be applied to the local population?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

- HINT: Consider whether
- the patients covered by the review could be sufficiently different to your population to cause concern
 - your local setting is likely to differ much from that of the review

Comments: Studien kommen aus verschiedenen Kontinenten und liefern so großflächige Ergebnisse

9. Were all important outcomes considered?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

- HINT: Consider whether
- there is other information you would like to have seen

Comments:

10. Are the benefits worth the harms and costs?

Yes	☒
Can't Tell	☐
No	☐

- HINT: Consider
- even if this is not addressed by the review, what do **you** think?

Comments: Keine Harms and costs erkennbar

e. Tabelle zur Ergebnisauswertung der CASP-Checklisten

Um die Qualitätsbewertung der Reviews transparent darstellen zu können, wurde zu den in der Checkliste gestellten Fragen folgende Bepunktung aufgestellt:

FRAGEN MIT „YES“ BEANTWORTET	QUALITÄT
1-3	Niedrig
4-5	Mittel
6-8	Hoch

Tabelle 6: Bewertung der Studienqualität (eigene Darstellung)

Da zwei der zehn gestellten Fragen offene Fragen sind und im Fließtext beantwortet werden, richtet sich die Bepunktung ausschließlich an die Beantwortung der acht anderen Fragen. Jeweils sechs der gestellten Fragen konnten bei der Bewertung beider Reviews mit „YES“ beantwortet werden. Die Qualität der Reviews wurde somit als hoch eingestuft.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Matilda Heger, [REDACTED] dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel

„Der Einfluss von Frauenmilch auf das grüne Krankenhaus: Spielen Frauenmilchbanken eine Rolle in der Nachhaltigkeit?“

selbstständig und ohne fremde Hilfe, insbesondere ohne entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten sowie ohne die Anwendung von KI-Sprachmodellen wie z.B. ChatGPT, angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle wörtlichen oder sinngemäßen Entlehnungen aus anderen Arbeiten sind an den betreffenden Stellen als solche kenntlich gemacht und im entsprechenden Verzeichnis aufgeführt, das gilt insbesondere auch für alle Informationen aus Internetquellen. Ich erkläre zudem, dass ich die an der Medizinischen Fakultät Hamburg geltende „Satzung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zur Vermeidung wissenschaftlichen Fehlverhaltens an der Universität Hamburg“ in der jeweils gültigen Fassung eingehalten habe.

Des Weiteren versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit vorher nicht in dieser oder ähnlicher Form in einem anderen Prüfungsverfahren dieser oder einer anderen Fakultät bzw. Hochschule eingereicht habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Bachelorarbeit zum Zweck der Plagiatsprüfung gespeichert und von meiner/-m Erst- und Zweitprüfenden mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Ich erkläre mich einverstanden, dass oben genannte Bachelorarbeit oder Teile davon von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg oder von der HAW Hamburg veröffentlicht werden.

18.12.25



Datum, Unterschrift