

Jenzie's Store e.U.

JENZIE'S STORE

# Umweltfreundlicher Produktlebenszyklus

Präsentation der Ergebnisse

Dipl.-Ing. Dr.techn. Oliver Moerth-Teo, MSc



Öko-Scheck 2023

## AP1: Projektmanagement

# Projektdefinition



- **Titel:** Umweltfreundlicher Produktlebenszyklus
- **Ziel:** Reduzierung des Treibhausgaspotentials von Flexiblen Mini Organizer über deren Lebenszyklus
- **Zweck der Präsentation:** Bereitstellung von Grundlagen und Vorgehensweise für jegliche Interessenten
- **Start:** 01.07.2023
- **Projektlaufzeit:** 1 Jahr
- **Arbeitspakete:**
  1. Projektmanagement
  2. Definition vom Produktlebenszyklus
  3. Ökobilanzierung (nach ISO 14044:2006)
  4. Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen
  5. Erhöhung der Lebenszyklus-Nachhaltigkeit
  6. Evaluierung und Dokumentation

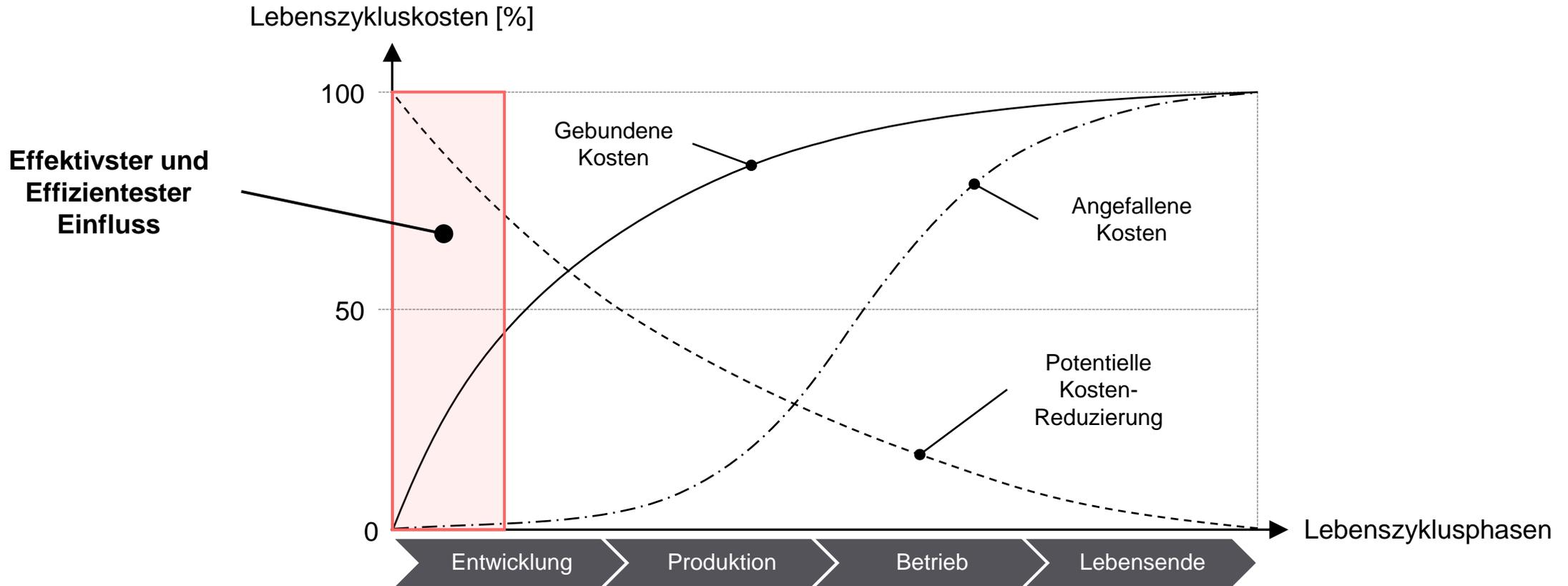


# Untersuchung von Lebenszyklusmodellen (1)

Nr.	Lebenszyklusphase	Hauptvorgänge
1	Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"><li>– Identifizierung der relevanten Stakeholder (Lebenszyklusbetrachtung)</li><li>– Ableitung der Produkthanforderungen</li><li>– Konzeption und Detailplanung des Produktdesigns (Iterationen)</li><li>– Verifizierung und Validierung der Ergebnisse (Simulationen, Prototypen, etc.)</li><li>– Ableitung von Fertigungsdatensätze (Zeichnungen, Stücklisten, etc.)</li></ul>
2	Produktion	<ul style="list-style-type: none"><li>– Bestellung bei Lieferanten (Beschaffung)</li><li>– Fertigung von Komponenten und Montage von Baugruppen</li><li>– Montage vom Produkt</li><li>– Qualitätskontrollen (verschiedene Prüfschritte über Herstellungsablauf)</li><li>– Marketing und Vertrieb vom Produkt</li></ul>
3	Betrieb	<ul style="list-style-type: none"><li>– Inbetriebnahme</li><li>– Einsatz (zweckmäßige Verwendung)</li><li>– Vorbeugende Instandhaltung (Inspektion und Wartung)</li><li>– Korrektive Instandhaltung (Reparatur)</li><li>– Aufrüstungen (Verbesserungen der Performance)</li></ul>
4	Lebensende	<ul style="list-style-type: none"><li>– Demontage vom Produkt in Baugruppen und Komponenten</li><li>– Kreislaufwirtschaft (Recycling, Wiederaufbereitung, Wiederverwendung, etc.)</li><li>– Zweitnutzung (Einsatz für ursprünglich unzureichende Verwendung)</li><li>– Entsorgung</li></ul>



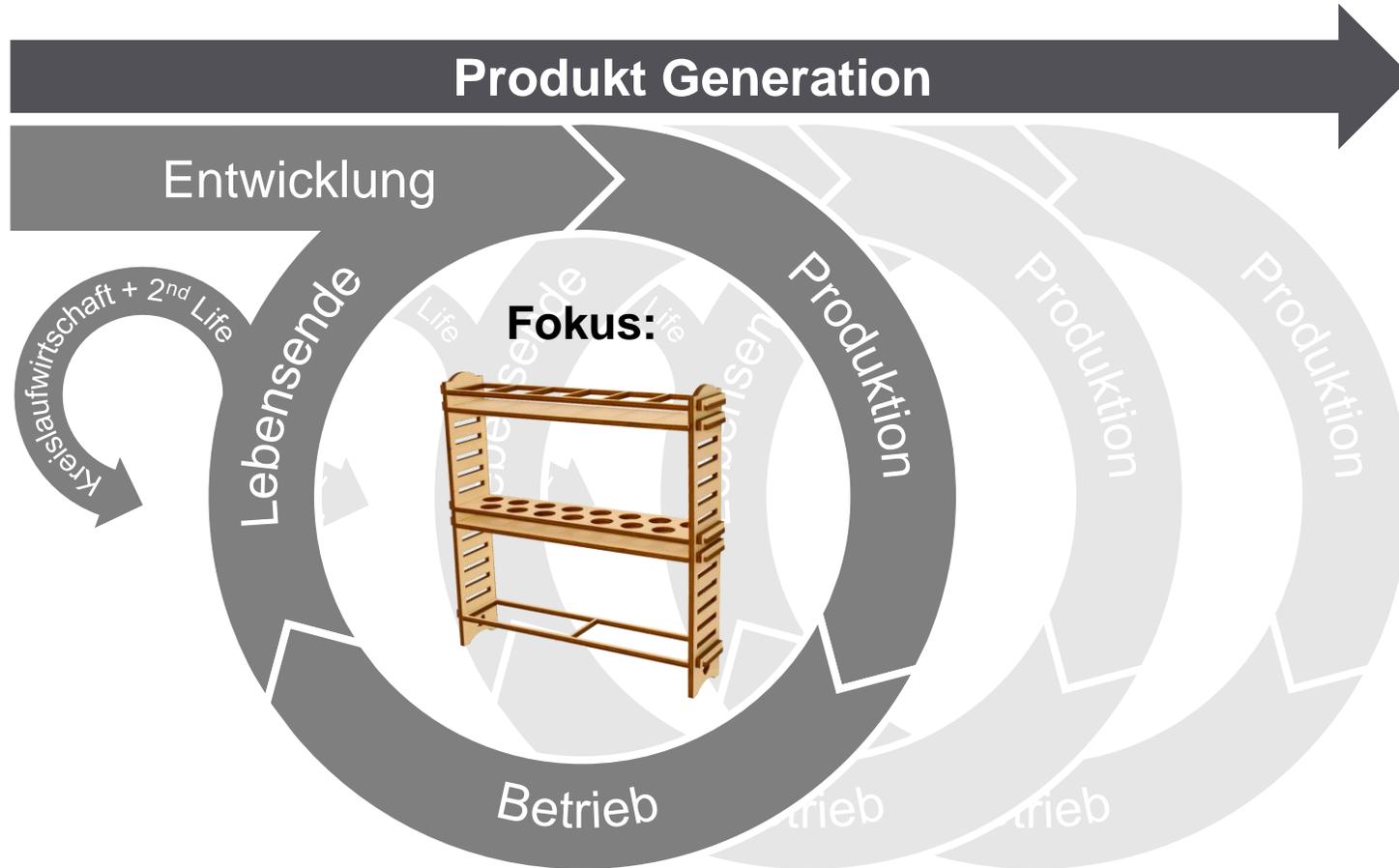
# Untersuchung von Lebenszyklusmodellen (2)



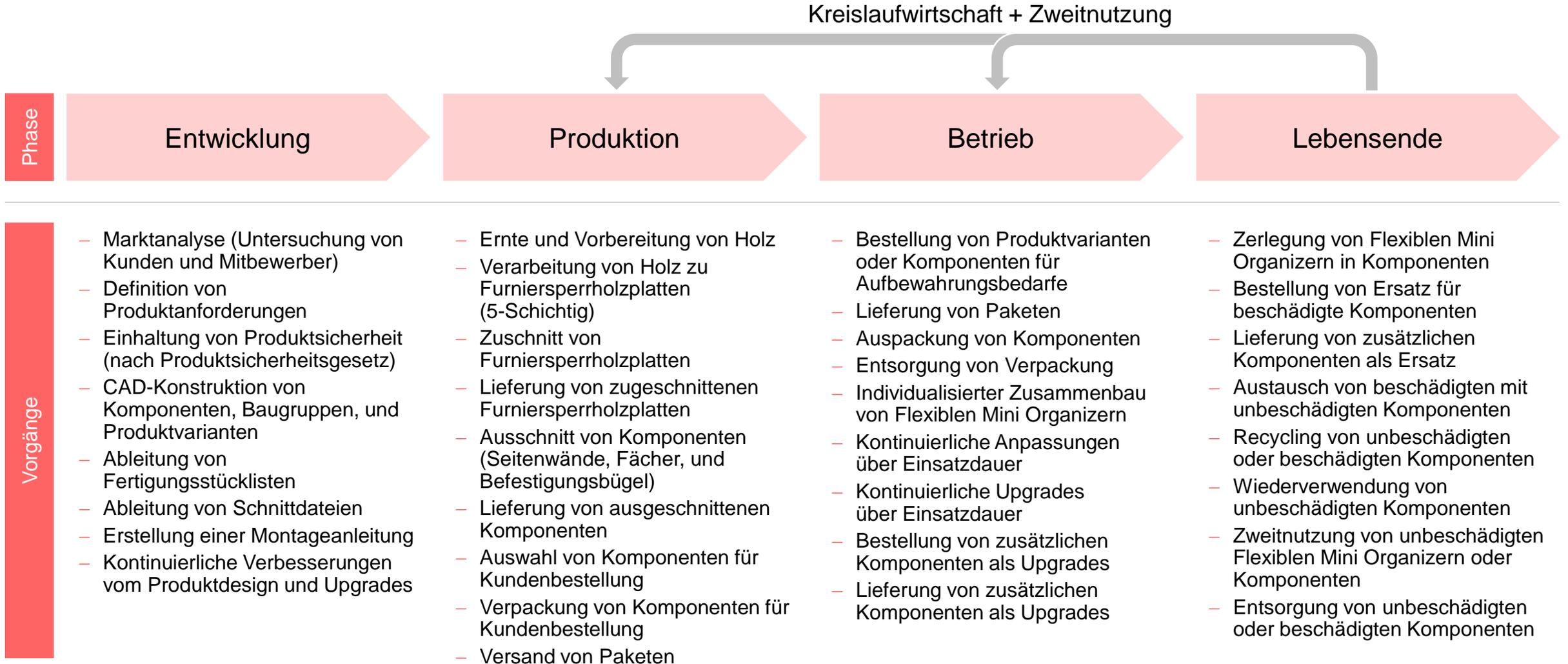
Adaptiert von Ehrlenspiel et al. (2007); Ehrlenspiel und Meerkamm (2013); Eigner und Stelzer (2013); Ehrlenspiel et al. (2014)



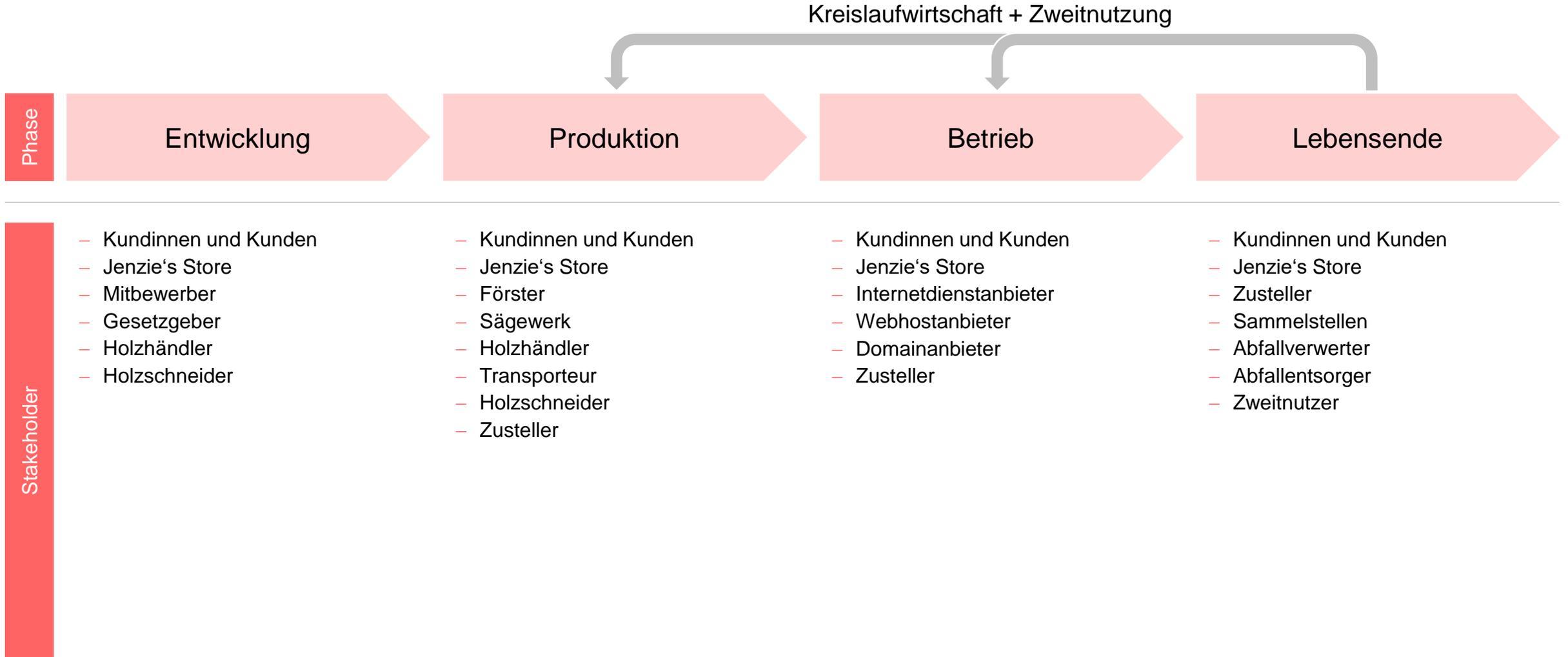
# Ableitung vom verwendeten Lebenszyklusmodell



# Vorgängen über Lebenszyklus



# Stakeholdern über Lebenszyklus





# Untersuchung von LCA-Modellen

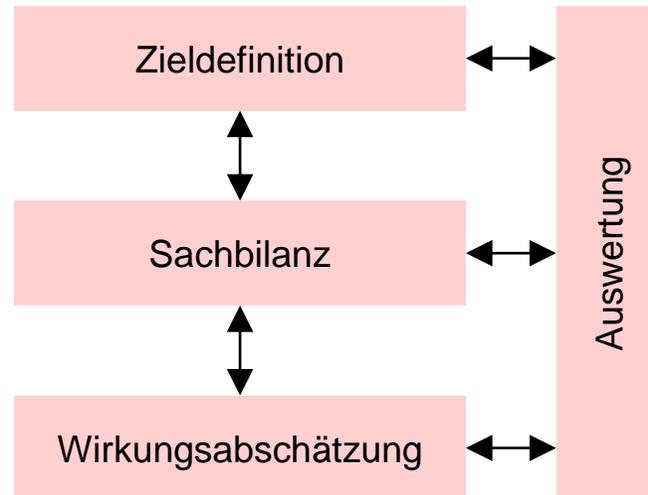
## – Definition von Lebenszyklusanalyse<sup>1,2</sup>:

„Die Ökobilanz bezieht sich auf die Umweltaspekte und potenziellen Umweltwirkungen (z. B. Nutzung von Ressourcen und die Umweltauswirkungen von Emissionen) im Verlauf des Lebensweges eines Produktes von der Rohstoffgewinnung über Produktion, Anwendung, Abfallbehandlung, Recycling bis zur endgültigen Beseitigung.“

## – Relevante Normen:

- ISO 14040:2006 (Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework)
- ISO 14044:2006 (Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines)

## – Framework nach ISO 14040:



1: ISO 14044:2006, 2: ISO 14040:2006

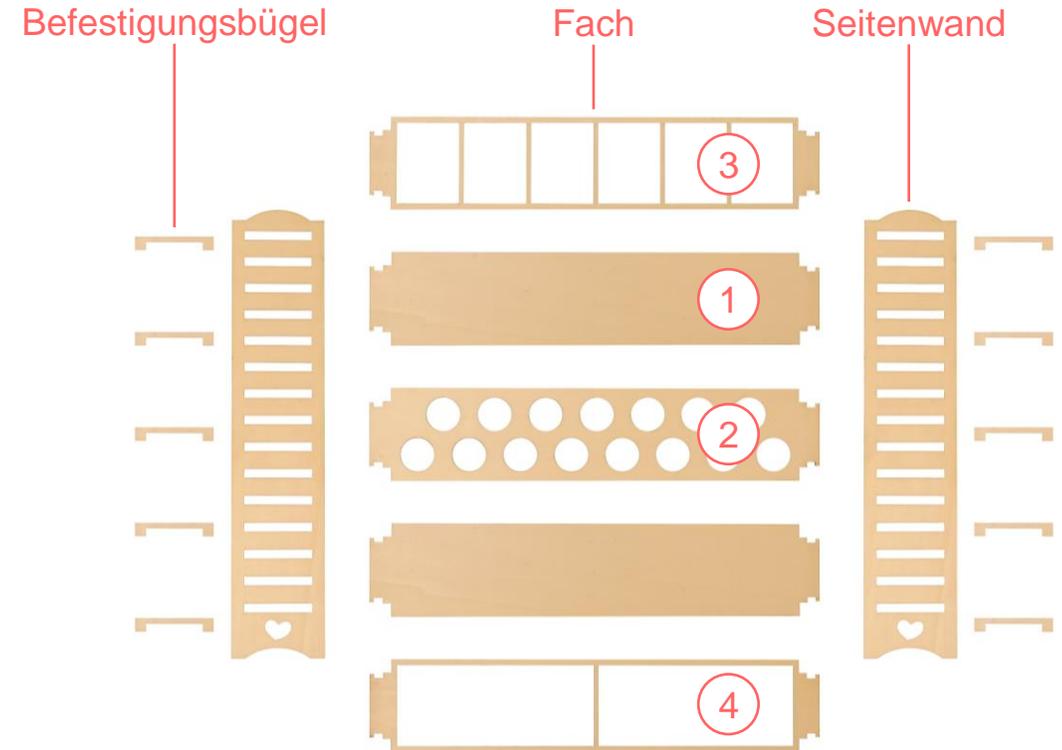
# Zieldefinition – Allgemein



– **Zweck:** Abschätzung des Treibhauspotentials ( $\text{CO}_{2e}$ ) von Flexiblen Mini Organizern über deren Lebenszyklus

– **Untersuchungsrahmen:**

- Systemgrenzen:
  - Vorgänge über Lebenszyklus aus Folie 6
  - Komponenten laut rechter Abbildung
- Methoden:
  - Reine Prozessbetrachtung (Emissionen nur aus Abläufen)
  - Aufteilung in fixen und variablen Emissionsanteilen
  - Umlegung auf Gesamtemissionen und Stückemissionen
- Ganzheitliche Betrachtung:
  - Produktlebenszyklus von Rohstoffgewinnung bis Entsorgung
  - Zeitraum von 01.09.2021 (Unternehmensbeginn) - 31.08.2023
- Annahmen:
  - Unterscheidung von 3 Fertigungslosgrößen: 24, 96, 384
  - Grenzfall ohne Rückführung von Material
  - Entsorgung von Holz durch Verbrennung (Freisetzung von  $\text{CO}_2$ )
- Datenquellen:
  - Identifizierung von Verbesserungspotentialen → Relative Vergleiche
  - Schätzungen und Datenbanken (siehe Folie „Untersuchung von Informationsquellen“)

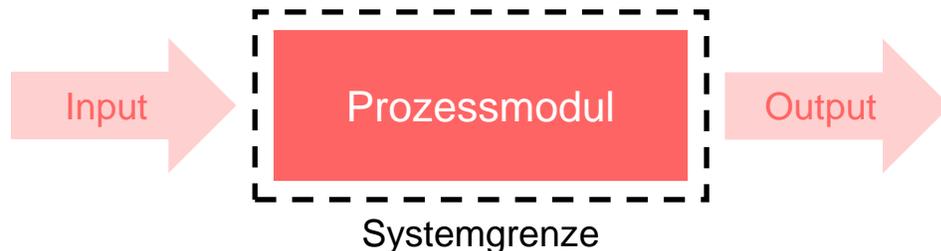


# Zieldefinition – Prozessmodule



## – Inputs / Outputs:

- Material
  - Bodenschätze, z.B. Metalle aus Erzen oder Recycling
  - Dienstleistungen, z.B. Transport oder Energieversorgung
  - Betriebsstoffe, z.B. Schmiermittel oder Düngemittel
  - Emissionen, z.B. Gase (Kohlendioxid) oder Strahlung
- Energie
  - Zur Bereitstellung von Energieträgern
  - Aus nicht energetisch genutzten Rohstoffen
  - Für Prozesse, z.B. Betrieb von Maschinen
- Fluss über Systemgrenze (Vernachlässigung interner Flüsse)

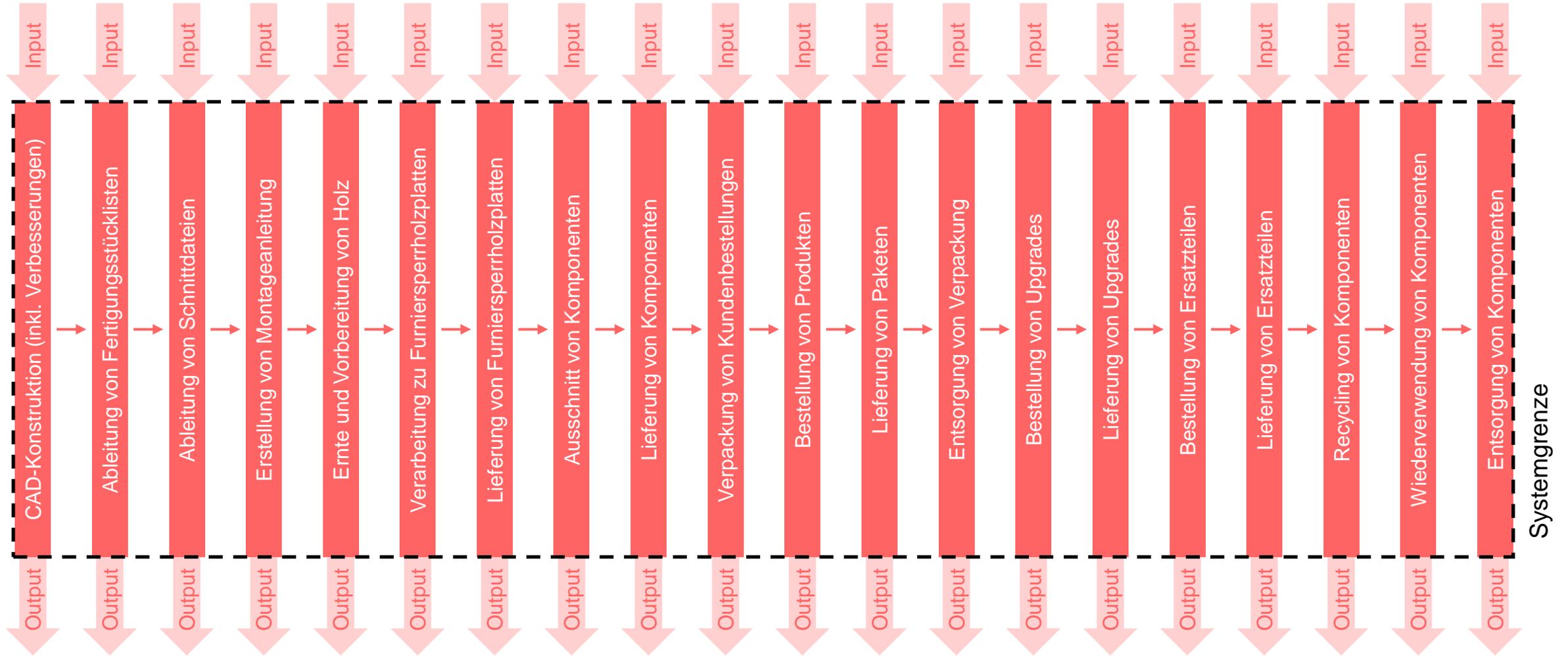


## – Relevante Vorgänge als Prozessmodule (Auswahl anhand Umweltrelevanz)

- Entwicklung:
  - CAD-Konstruktion (inkl. Verbesserungen), Ableitung von Fertigungsstücklisten, Ableitung von Schnittdateien, Erstellung von Montageanleitung
- Produktion:
  - Ernte von Holz, Verarbeitung zu Furniersperrholzplatten, Zuschnitt von Furniersperrholzplatten, Lieferung von Furniersperrholzplatten, Ausschneidung von Komponenten, Lieferung von Komponenten, Verpackung von Kundenbestellungen
- Betrieb:
  - Bestellung von Produkten, Bestellung von Upgrades, Lieferung von Paketen, Entsorgung von Verpackung
- Lebensende:
  - Bestellung von Ersatzteilen, Lieferung von Ersatzteilen, Recycling von Komponenten, Wiederverwendung von Komponenten, Entsorgung von Komponenten



# Zieldefinition – Systemfließbild





# Sachbilanz – Vorlage für Datenerhebungsblatt

**Prozessmodul:**

Ausgefüllt: Datum: Betrachtung: (zeitliches / physisches Element)

*Input*

Art (Energie / Material)	Bezeichnung	Anteil (Fix / Variabel)	Einheit	Menge (Gesamt / Einzel)	Herkunft

*Output*

Art (Energie / Material)	Bezeichnung	Anteil (Fix / Variabel)	Einheit	Menge (Gesamt / Einzel)	Destination

Detaillierte Ausfüllung von einzelnen Prozessmodulen → Dokument „Sachbilanz-Datenerhebung“



# Sachbilanz – Untersuchung von Informationsquellen

Bezeichnung	Link	Daten	Verwendbarkeit	Kosten
Ecoinvent	<a href="http://www.ecoinvent.org/the-ecoinvent-database">www.ecoinvent.org/the-ecoinvent-database</a>	↑	~	↓
Sphera (GaBi)	<a href="http://www.sphera.com/life-cycle-assessment-lca-database">www.sphera.com/life-cycle-assessment-lca-database</a>	↑	~	~
European Life Cycle Database	<a href="http://www.eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3">www.eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3</a>	~	~	↑
Life Cycle Data Network	<a href="http://www.eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN">www.eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN</a>	↑	~	↑
Global LCA Data Access	<a href="http://www.globallcadataaccess.org">www.globallcadataaccess.org</a>	↑	~	~
Emissions Factor Database	<a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php">www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php</a>	↑	~	↑
New Energy Externalities Developments for Sustainability	<a href="http://www.needs-project.org">www.needs-project.org</a>	↓	↓	↑
Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme	<a href="http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php">www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php</a>	~	~	↑
U.S. Life Cycle Inventory Database	<a href="http://www.lcacommons.gov/USLCI_Database_Public/datasets">www.lcacommons.gov/USLCI_Database_Public/datasets</a>	~	↓	↑
Österreichisches Umweltbundesamt	<a href="http://www.secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html">www.secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html</a>	↑	↑	↑



# Wirkungsabschätzung – Allgemein

## – Grundlagen

- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>):
  - farb- und geruchloses Gas
  - 0,031 Vol.-% der Erdatmosphäre
  - Absorptionsmittel für Wärmestrahlung  
→ Förderung vom Treibhauseffekt
- Treibhauspotential:
  - Englisch = Global Warming Potential (GWP)
  - Maß für Beitrag zum Treibhauseffekt im Vergleich zur gleichen Masse CO<sub>2</sub>  
→ Mittlere Erwärmungswirkung der Erdatmosphäre über bestimmten Zeitraum
  - Dimensionslose Kennzahl mit dem Formelzeichen CO<sub>2e</sub> (CO<sub>2</sub> Äquivalente)

## – Verbindliche Bestandteile

- Wirkungskategorie: Treibhauspotential
- Wirkungsindikator: CO<sub>2e</sub>
- Charakterisierungsfaktoren:
  - Elektrizität von Energie Graz = 0 g CO<sub>2e</sub> / kWh
  - Elektrizität von österreichischem Anbieter = 0,202 kg CO<sub>2e</sub> / kWh
  - Emissionen für Webseitenbetrieb = 0,42 g CO<sub>2e</sub> / Besucher
  - Gespeichertes CO<sub>2</sub> in Holz = 1,835 kg CO<sub>2e</sub> / kg Holz
  - Direkte Emissionen für Holzverarbeitung = 0,024 kg CO<sub>2e</sub> / kg Holz
  - Indirekte Emissionen für Holzverarbeitung = 0,025 kg CO<sub>2e</sub> / kg Holz
  - Emissionen für Sperrholzerzeugung = 577 kg CO<sub>2e</sub> / m<sup>3</sup> Sperrholz
  - Direkte Emissionen von Kraftstoff = 2,137 kg CO<sub>2e</sub> / l Benzin
  - Indirekte Emissionen von Kraftstoff = 0,601 kg CO<sub>2e</sub> / l Benzin
  - Emissionen für Zustellung von Post = 8 g CO<sub>2e</sub> / Zustellung
  - Emissionen für Karton = 676 kg CO<sub>2e</sub> / 1000 kg Karton
  - Emissionen für Aufkleber von Flyeralarm = 0 kg CO<sub>2e</sub> / Aufkleber
  - Emissionen für Flyer von Flyeralarm = 3,333 kg CO<sub>2e</sub> / 250 Flyer



# Wirkungsabschätzung – Ergebnisse

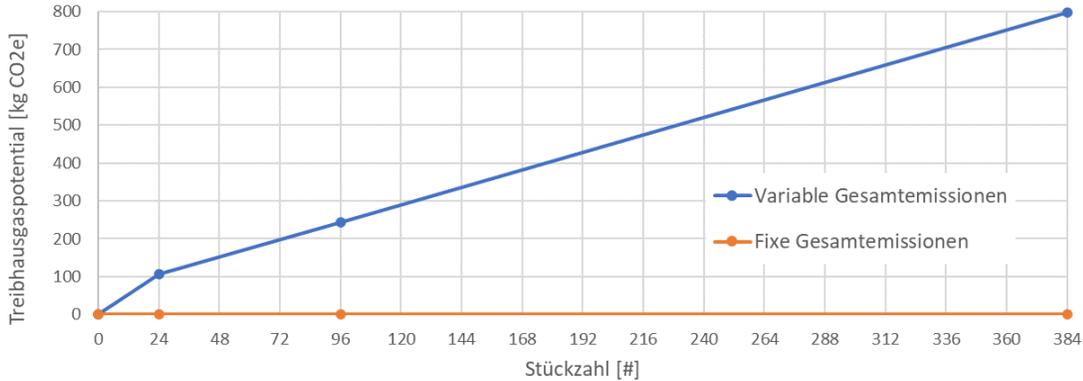
Nr.	Prozessmodul	Stückemission (24#) [kg CO <sub>2e</sub> ]	Stückemission (96#) [kg CO <sub>2e</sub> ]	Stückemission (384#) [kg CO <sub>2e</sub> ]
1	CAD-Konstruktion (inklusive Verbesserungen)	0	0	0
2	Ableitung von Stücklisten, Schnittdateien, und Montageanleitung	0	0	0
3	Ernte und Vorbereitung von Holz	0,02423	0,02423	0,02423
4	Verarbeitung zu Furniersperrholzplatte	<b>0,67976</b>	<b>0,67976</b>	<b>0,67976</b>
5	Lieferung von Furniersperrholzplatten	0,29899	0,07475	0,01869
6	Ausschnitt von Komponenten	0,10185	0,10185	0,10185
7	Lieferung von Komponenten	0,32342	0,08086	0,02021
8	Verpackung von Kundenbestellungen (vollständig aus Papier)	<b>1,97942</b>	<b>0,56764</b>	<b>0,21469</b>
9	Bestellung von Produkten (inklusive Ersatzteile und Upgrades)	0,01925	0,00481	0,00120
10	Lieferung von Paketen	0,008	0,008	0,008
11	Entsorgung von Verpackung (bereits bei Nr. 8 berücksichtigt)	0	0	0
12	Lieferung von Upgrades / Ersatzteilen	0,002	0,002	0,002
13	Recycling und Wiederverwendung von Komponenten	0	0	0
14	Entsorgung von Komponenten	<b>1,00925</b>	<b>1,00925</b>	<b>1,00925</b>
<b>Summe</b>		<b>4,44617</b>	<b>2,55315</b>	<b>2,07988</b>

Detaillierte Abschätzung der Emissionen von einzelnen Prozessmodulen → Dokument „Sachbilanz und Wirkungsabschätzung“

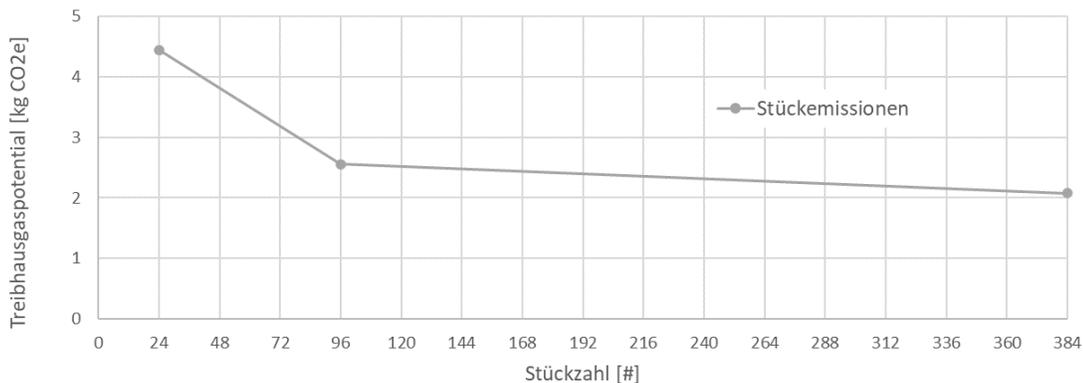


# Wirkungsabschätzung – Auswertung

## – Gesamtemissionen



## – Stückemissionen



## – Berechnung

$$\text{Stückemissionen} = \frac{\text{Fixe Gesamtemissionen} + \text{Variable Gesamtemissionen}}{\text{Stückzahl}}$$

## – Erkenntnisse

- Drei Prozessmodule mit durchgehend größten Auswirkungen auf Stückemissionen
  - Verarbeitung zu Furniersperrholzplatte
  - Verpackung von Kundenbestellungen
  - Entsorgung von Komponenten
- Reduzierung der Stückemissionen durch größere Fertigungslose → Annäherung an Grenzwert
  - Geringe Differenz der Stückemissionen zwischen Losgröße 96 (2,55 kg CO<sub>2e</sub>) und 384 (2,08 kg CO<sub>2e</sub>)
- Verbesserung der Kreislaufwirtschaft durch Materialrückführungen
  - Reparatur, Wiederverwendung und Recycling



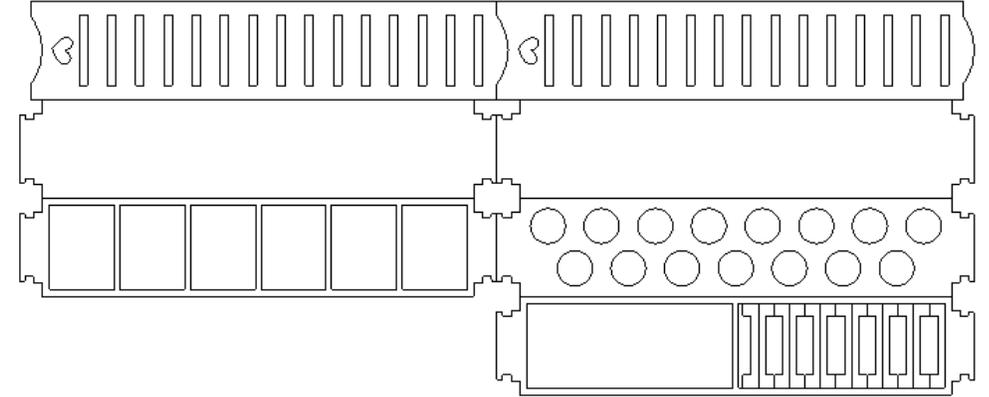
# Untersuchung verschiedener Materialien

## – Fertigung

- Verfahren: Laserschneiden
- Maschine: Trotec - Speedy 100
  - Laser: Kohlenstoffdioxid
  - Power: 60 W
  - Faktor: 0,226 kg CO<sub>2e</sub> / kWh

## – Schnittdatei

- Typ: dxf
- Menge: 1



Material	Faktor [kg CO <sub>2e</sub> / m <sup>3</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Schnittdauer [Stunden]	Energieverbrauch [kWh]	Emissionen [g CO <sub>2e</sub> ]
Laserholz aus Nussbaum, lackiert, 5 mm	98,26	0,0009651	0,2083	0,127	<b>107,73</b>
Multiplexplatte aus Pappel, 6 mm	168,46	0,0006434	0,2083	0,127	<b>191,29</b>
MDF-Platte aus recyceltem Holz, 4mm	414,15	0,0008043	0,2083	0,132	<b>296,31</b>
Acrylglas, 3mm	5168,4	0,0004826	0,3342	0,129	<b>2523,27</b>



# Identifizierung von Verbesserungspotentialen – Methoden

## Mind Mapping

- Ziel: Aufteilung des Gesamtziels in zusammenhängende Teilziele + Generierung von ersten Ideen
- Regeln:
  1. Hervorhebung von Informationen
  2. Klarer Zusammenhang von Themen und Ideen
  3. Eindeutigkeit
- Schritte
  1. Definition des Gesamtziels im Zentrum
  2. Teilziele und Ideen als Zweige (klare Zusammenhänge)
  3. Schrittweise Ableitung in untere Ebenen

## Brainstorming

- Ziel: Generierung einer möglichst großen Menge an Ideen zu bestimmten Themenstellungen
- Regeln:
  1. Keine Kritik
  2. Quantität statt Qualität
  3. Bestehende Ideen kombinieren und weiterentwickeln
  4. Unbedingt Querdenken
- Schritte
  1. Definition der Zielsetzungen
  2. Generierung von vielen Ideen
  3. Strukturierung nach Kategorien
  4. Zusammenfassung und Auswahl

## 6-3-5 Brainwriting

- Ziel: Generierung einer möglichst großen Menge an Ideen zu bestimmten Themenstellungen
- Prinzipien:
  1. 6 Teilnehmer x 3 Ideen pro Runde x 5 Minuten pro Runde = 90 Ideen in 25 Minuten
  2. Jeder Teilnehmer arbeitet alleine
  3. Automatische Dokumentation
  4. Zeitdruck für neue Perspektive
  5. Keine Kritik möglich



# Identifizierung von Verbesserungspotentialen – Ergebnisse (1)

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Auswirkungen auf Prozessmodul
1	Umweltbewusster Holzhändler	Vergleich zwischen Holzhändlern von: – Reduzierung der Energie für Ernte und Verarbeitung von Holz – Ausgleich von angehaltener Kohlendioxidaufnahme bei Baumwachstum	Verarbeitung zu Furniersperrholzplatte
2	Reduzierung von Transportemissionen (Furniersperrholzplatten)	Reduzierung von Kraftstoff für Transport (Holzhändler zu Produktionsstätte) durch: – Maximierung der Liefermenge an Furniersperrholzplatten – Minimierung der Strecke (z.B. Bezug von lokalem Holzhändler) – Einsatz von elektrischen Fahrzeugen (z.B. Lieferung durch österreichische Post)	Lieferung von Furniersperrholzplatten
3	Erhöhung vom Materialausnutzungsgrad	Erhöhung des Materialausnutzungsgrads auf 95% (aktuell 89%) durch Positionierung von Komponenten auf Furniersperrholzplatten	Ausschnitt von Komponenten
4	Reduzierung von Transportemissionen (Komponenten)	Reduzierung von Kraftstoff für Transport (Produktionsstätte zu Jenzie's Store) durch: – Maximierung der Liefermenge an Komponenten – Einsatz von elektrischen Fahrzeugen (z.B. Lieferung durch österreichische Post)	Lieferung von Komponenten
5	Energieeinsparung von Webseite	Reduzierung der Elektrizität für Betrieb von Webseite (www.jenziesstore.com) pro Besucher um 20% auf 0,30g durch Energieeinsparung	Bestellung von Produkten



# Identifizierung von Verbesserungspotentialen – Ergebnisse (2)

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Auswirkungen auf Prozessmodul
6	Minimierung vom Verpackungsmaterial	Reduzierung des Materials von Kartonbox durch Anpassung der Dimensionen auf Bestellinhalt (Varianten / Komponenten von Flexiblen Mini Organizer)	Verpackung von Kundenbestellungen
7	Reduzierung von Transportemissionen (Kartonbox)	Reduzierung von Kraftstoff für Transport (Kartonghändler zu Jenzie's Store) durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Maximierung der Liefermenge an Kartonboxen</li> <li>– Minimierung der Strecke (z.B. Bezug von lokalem Kartonghändler)</li> <li>– Einsatz von elektrischen Fahrzeugen (z.B. Lieferung durch österreichische Post)</li> </ul>	Verpackung von Kundenbestellungen
8	Materialrückführung durch Reparatur	Verbesserung der Kreislaufwirtschaft mittels Reparatur durch Vorschlag an Kunden über Ersatzteilbeschaffung bei beschädigten Komponenten	Entsorgung von Komponenten
9	Materialrückführung durch Wiederverwendung	Verbesserung der Kreislaufwirtschaft mittels Wiederverwendung durch Vorschlag an Kunden über Einsatz unbeschädigter Komponenten bei anderen Organizer	Entsorgung von Komponenten
10	Materialrückführung durch Recycling	Verbesserung der Kreislaufwirtschaft mittels Recycling durch Vorschlag an Kunden über korrekte Entsorgung von Komponenten bei entsprechenden Sammelstellen	Entsorgung von Komponenten



# Bewertung von Verbesserungspotentialen – Methode

## Nutzwertanalyse

- Ziel: Systematische Bewertung der Vorteile (Nutzen) von jedem generierten Verbesserungspotential
- Einheitliches und eindeutiges Bewertungsschema → Objektive Entscheidungen
- Schritte
  1. Bewertung aller Kriterien pro Verbesserungspotential
  2. Multiplizierung der Bewertungen pro Kriterium mit Gewichtung
  3. Berechnung der Summe pro Verbesserungspotential (=Nutzwert)
  4. Reihung der Verbesserungspotentiale nach Nutzwert

## – Kriterien

- a) Reduzierung von Emissionen
  - Gewichtung = 40%
  - Skala: 0 = Gering / 10 = Hoch
- b) Kosten für Umsetzung
  - Gewichtung = 20%
  - Skala: 0 = Hoch / 10 = Gering
- c) Zeitdauer bis Umsetzung
  - Gewichtung = 10%
  - Skala: 0 = Hoch / 10 = Gering
- d) Einfluss auf Produktqualität
  - Gewichtung = 30%
  - Skala: 0 = Negativ / 10 = Positiv

## – Berechnung

$$\begin{aligned} \text{Nutzwert von Verbesserungspotential X} &= \\ &= \Sigma \text{Bewertungen} \times \text{Gewichtungen} \\ &= \text{Bewertungen (a)} \times \text{Gewichtungen (a)} + \\ &+ \text{Bewertungen (b)} \times \text{Gewichtungen (b)} + \\ &+ \text{Bewertungen (c)} \times \text{Gewichtungen (c)} + \\ &+ \text{Bewertungen (d)} \times \text{Gewichtungen (d)} \end{aligned}$$



# Bewertung von Verbesserungspotentialen – Ergebnisse

Nr.	Verbesserungspotential	Reduzierung von Emissionen [40%]	Kosten für Umsetzung [20%]	Zeitdauer bis Auswirkung [10%]	Einfluss auf Produktqualität [30%]	Nutzwert
1	Minimierung vom Verpackungsmaterial	9	8	7	5	7,4
2	Reduzierung von Transportemissionen (Komponenten)	6	7	8	5	6,1
3	Erhöhung vom Materialausnutzungsgrad	4	9	9	5	5,8
4	Umweltbewusster Holzhändler	8	4	2	5	5,7
5	Reduzierung von Transportemissionen (Furniersperrholzplatten)	5	7	8	5	5,7
6	Materialrückführung durch Reparatur	6	6	6	4	5,4
7	Reduzierung von Transportemissionen (Kartonbox)	4	7	8	5	5,3
8	Materialrückführung durch Wiederverwendung	6	4	6	4	5
9	Materialrückführung durch Recycling	4	5	4	5	4,5
10	Energieeinsparung von Webseite	2	6	4	5	3,9

Detaillierte Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen → Dokument „Nutzwertanalyse“



# Definition von Verbesserungsmaßnahmen

Nr.	Verbesserungspotential	Auflistung von Maßnahmen	Zieltermin
1	Minimierung vom Verpackungsmaterial	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definition von relevanten Dimensionen für Bestellinhalte (Produkte, Upgrades, Ersatzteile)</li> <li>2. Identifizierung und Bewertung von Lieferanten für Kartonboxen (Abmaße, Material)</li> <li>3. Auswahl von optimalen Lieferanten für Kartonboxen (Volumenausnutzungsgrad)</li> </ol>	22.03.2024
2	Reduzierung von Transportemissionen (Kartonbox)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definition von sinnvollen Bestellmengen an Kartonboxen</li> <li>2. Identifizierung und Bewertung von Lieferanten für Kartonboxen (Standort, Transportart)</li> <li>3. Auswahl von optimalen Lieferanten für Kartonboxen (Emissionsmenge)</li> </ol>	22.03.2024
3	Reduzierung von Transportemissionen (Komponenten)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definition von sinnvollen Produktionsmengen an Komponenten</li> <li>2. Identifizierung und Bewertung von Transporteuren (Fahrzeugtyp)</li> <li>3. Auswahl von optimalem Transporteur für Komponenten (Emissionsmenge)</li> </ol>	29.03.2024
4	Erhöhung vom Materialausnutzungsgrad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifizierung und Bewertung von Laserschneid-Maschinen (Arbeitsbereich)</li> <li>2. Untersuchung von Positioniermöglichkeiten der Komponenten auf Furniersperrholzplatten</li> <li>3. Auswahl von optimaler Positionierung für Laserschnitt (Materialausnutzungsgrad)</li> </ol>	05.04.2024
5	Umweltbewusster Holzhändler	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifizierung und Bewertung von Holzhändlern (Energieverbrauch, Aufforstung)</li> <li>2. Auswahl von optimalen Holzhändler für Furniersperrholzplatten (Emissionsmenge)</li> </ol>	19.04.2024



# Definition von Verbesserungsmaßnahmen

Nr.	Verbesserungspotential	Auflistung von Maßnahmen	Zieltermin
6	Reduzierung von Transportemissionen (Furniersperrholzplatten)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definition von sinnvollen Bestellmengen an Furniersperrholzplatten</li><li>2. Identifizierung und Bewertung von Holzhändlern (Standort, Transportart)</li><li>3. Auswahl von optimalen Holzändler für Furniersperrholzplatten (Emissionsmenge)</li></ol>	19.04.2024
7	Materialrückführung durch Reparatur	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definition von eindeutigen und ersichtlichen Produkthinweisen</li><li>2. Vorschlag an Kunden über Ersatzteilbeschaffung bei beschädigten Komponenten</li></ol>	26.04.2024
8	Materialrückführung durch Wiederverwendung	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definition von eindeutigen und ersichtlichen Produkthinweisen</li><li>2. Vorschlag an Kunden über Einsatz unbeschädigter Komponenten bei anderen Organizer</li></ol>	26.04.2024
9	Materialrückführung durch Recycling	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definition von eindeutigen und ersichtlichen Produkthinweisen</li><li>2. Vorschlag an Kunden über korrekte Entsorgung von Komponenten bei entsprechenden Sammelstellen</li></ol>	26.04.2024
10	Energieeinsparung von Webseite	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Verkleinerung von Speichergrößen der Medien (Bilder, Videos, etc.)</li><li>2. Reduzierung von Flash-Animationen und Plugins</li><li>3. Vereinfachung vom Design (Reduzierung von Medien, Verdunklung von Hintergründen, etc.)</li></ol>	03.05.2024



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (1)

- **Verbesserungspotential:** Minimierung vom Verpackungsmaterial
- **Maßnahmen:**
  1. Definition von relevanten Dimensionen für Bestellinhalte (Produkte, Upgrades, Ersatzteile)
    - Vereinheitlichung für Haupt-Bestellinhalten inklusive Buffer → Minimale Innenabmaße: 340 x 220 x 40 mm
  2. Identifizierung und Bewertung von Lieferanten für Kartonboxen
    - Bewertungskriterien: Abmaße, Material
  3. Auswahl von optimalen Lieferanten für Kartonboxen (Volumenausnutzungsgrad)
    - MEDEWO GmbH (Gewerbepark Mauer 26, 4702 Wallern)
    - Auswahl von Standard-Versandkarton → Innenabmaße: 346 x 237 x 45 mm, Gewicht: ca. 75 g (zusätzlich keine weiße Einfärbung)
- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktor = 676 kg CO<sub>2e</sub> / 1000 kg Karton
  - Neubewertung von Emissionen = 0,0507 kg CO<sub>2e</sub> pro Kartonbox
  - Einsparung von Emissionen = 0,02501 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (2)

- **Verbesserungspotential:** Reduzierung von Transportemissionen (Kartonbox)
- **Maßnahmen:**
  1. Definition von sinnvollen Bestellmengen an Kartonboxen
    - Auswahl von Losgröße = 100 (Optimierung von Emissionen und Kosten + Erhöhung von Materialausnutzungsgrad)
  2. Identifizierung und Bewertung von Lieferanten für Kartonboxen
    - Bewertungskriterien: Standort, Transportart
  3. Auswahl von optimalen Lieferanten für Kartonboxen (Emissionsmenge)
    - MEDEWO GmbH (Gewerbepark Mauer 26, 4702 Wallern) → Distanz zu Jenzie's Store e.U. = 205 km
    - CO<sub>2</sub>-Neutrale Zustellung mit österreichischer Post
- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktor = 8 g CO<sub>2e</sub> / Zustellung mit Post
  - Neubewertung von Emissionen = 0,008 kg CO<sub>2e</sub> pro Lieferung → 0,00008 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer
  - Einsparung von Emissionen = 0,47051 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (3)

- **Verbesserungspotential:** Reduzierung von Transportemissionen (Komponenten)
- **Maßnahmen:**
  1. Definition von sinnvollen Produktionsmengen an Komponenten
    - Auswahl von Losgröße = 100 (Optimierung von Emissionen und Kosten + Erhöhung von Materialausnutzungsgrad)
  2. Identifizierung und Bewertung von Transporteuren
    - Bewertungskriterien: Fahrzeugtyp
  3. Auswahl von optimalem Transporteur für Komponenten (Emissionsmenge)
    - Österreichische Post → CO<sub>2</sub>-Neutrale Lieferung (inklusive Zertifikat)
- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktor = 8 g CO<sub>2e</sub> / Zustellung mit Post
  - Neubewertung von Emissionen = 0,008 kg CO<sub>2e</sub> pro Lieferung → 0,00008 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer
  - Einsparung von Emissionen = 0,08077 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (4)

- **Verbesserungspotential:** Erhöhung vom Materialausnutzungsgrad
- **Maßnahmen:**
  1. Identifizierung und Bewertung von Laserschneid-Maschinen
    - Bewertungskriterien: Arbeitsbereich, Energieverbrauch
    - Auswahl von Trotec - Speedy 100 (Verfügbarkeit ↑, Effizienz ↑, Kosten ↓)
  2. Untersuchung von Positioniermöglichkeiten der Komponenten auf Furniersperrholzplatten
    - Ziel: Maximierung von Furniersperrholzplatte zum Ausschnitt von Komponenten
  3. Auswahl von optimaler Positionierung für Laserschnitt (Materialausnutzungsgrad)
    - Ausschnitt von 25 x Flexible Mini Organizer (Standard + Ersatzteile) pro Furniersperrholzplatte
      - Erhöhung vom Materialausnutzungsgrad: 89% → 93%
      - Erhöhung von Losgröße: 96 Stück → 100 Stück
- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktor = 1,835 kg CO<sub>2e</sub> / kg Holz (Gespeichertes CO<sub>2</sub>)
  - Neubewertung von Emissionen = 0,06293 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer (Entsorgung von Restmaterial)
  - Einsparung von Emissionen = 0,03892 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (5)

- **Verbesserungspotential:** Umweltbewusster Holzhändler
- **Maßnahmen:**
  1. Identifizierung und Bewertung von Holzhändlern
    - Bewertungskriterien: Energieverbrauch, Aufforstung
  2. Auswahl von optimalen Holzhändler für Furniersperrholzplatten (Emissionsmenge)
    - Auswahl von Morre & Co Handelsgesellschaft m.b.H → Keine Anpassung erforderlich
      - Lokaler Holzhändler (Standorte in Graz und Feldkirchen)
      - Partner mit nachhaltigen Fortwirtschaften
      - Kooperative und transparente Zusammenarbeit
- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktoren
    - 0,049 kg CO<sub>2e</sub> / kg Holz für Ernte und Verarbeitung
    - 577 kg CO<sub>2e</sub> / m<sup>3</sup> Sperrholz für Verarbeitung
  - Neubewertung von Emissionen = 0,67584 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer (Losgröße = 100)
  - Einsparung von Emissionen = 0,02816 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (6)

- **Verbesserungspotential:** Reduzierung von Transportemissionen (Furniersperrholzplatten)
- **Maßnahmen:**
  1. Definition von sinnvollen Bestellmengen an Furniersperrholzplatten
    - Auswahl von Losgröße = 100 (Optimierung von Emissionen und Kosten + Erhöhung von Materialausnutzungsgrad)
  2. Identifizierung und Bewertung von Holzhändlern
    - Bewertungskriterien: Standort, Transportart
  3. Auswahl von optimalen Holzändler für Furniersperrholzplatten (Emissionsmenge)
    - Auswahl von Morre & Co Handelsgesellschaft m.b.H
    - CO<sub>2</sub>-Neutrale Zustellung mit österreichischer Post
- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktor = 8 g CO<sub>2e</sub> / Zustellung mit Post
  - Neubewertung von Emissionen = 0,008 kg CO<sub>2e</sub> pro Lieferung → 0,00008 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer
  - Einsparung von Emissionen = 0,07466 kg CO<sub>2e</sub> pro Flexiblen Mini Organizer

# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (7/8/9)



- **Verbesserungspotential:** Materialrückführung durch Reparatur / Wiederverwendung / Recycling
- **Maßnahmen:**
  1. Definition von eindeutigen und ersichtlichen Produkthinweisen
  2. Vorschlag an Kunden über Kreislaufwirtschaft zum Umweltschutz
    - Integration auf Produktbegleitblatt → Rechte Abbildung
    - Integration auf Webseite → [www.jenziesstore.com/anleitung](http://www.jenziesstore.com/anleitung)
- **Emissionsreduzierung:**
  - Annahmen:
    - Reparatur bei 10% der ausgelieferten Flexiblen Mini Organizer
    - Wiederverwendung bei 5% der ausgelieferten Flexiblen Mini Organizer
    - Recycling bei 5% der ausgelieferten Flexiblen Mini Organizer
  - Charakterisierungsfaktor → Basierend auf verbesserte Stückemissionen
  - Neubewertung von Emissionen =  $- 0,36687 \text{ kg CO}_{2e}$  pro Flexiblen Mini Organizer
  - Einsparung von Emissionen =  $0,36687 \text{ kg CO}_{2e}$  pro Flexiblen Mini Organizer



Kundenzufriedenheit  
Customer Satisfaction

Individualisierung  
Individualisation

Umweltfreundlichkeit  
Environmental Friendliness

– **Reparatur:** Beschaffung von Ersatzteilen bei beschädigten Komponenten  
– **Wiederverwendung:** Neuer Einsatz von unbeschädigten Komponenten  
– **Recycling:** Korrekte Entsorgung von beschädigten Komponenten

Vielen Dank für deinen Kauf unseres Flexiblen Mini Organizers aus Holz  
Thanks for your purchase of our Flexible Mini Organizer made of wood

Wir würden uns über Ihr Feedback sehr freuen  
We would highly appreciate your feedback

[www.jenziesstore.com](http://www.jenziesstore.com)  
[office@jenziesstore.com](mailto:office@jenziesstore.com)



# Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen (10)



- **Verbesserungspotential:** Energieeinsparung von Webseite
- **Maßnahmen:**
  1. Verkleinerung von Speichergrößen der Medien (Bilder, Videos, etc.)
  2. Reduzierung von Flash-Animationen und Plugins
  3. Vereinfachung vom Design (Reduzierung von Medien, Verdunklung von Hintergründen, etc.)

Resultate auf Webseite → [www.jenziesstore.com](http://www.jenziesstore.com)

- **Emissionsreduzierung:**
  - Charakterisierungsfaktor =  $0,42 \text{ g CO}_{2e} / \text{Webseitenbesucher}$
  - Neubewertung von Emissionen =  $0,37 \text{ g CO}_{2e} / \text{Webseitenbesucher}$  →  $0,00407 \text{ kg CO}_{2e}$  pro Flexiblen Mini Organizer
  - Einsparung von Emissionen =  $0,00074 \text{ kg CO}_{2e}$  pro Flexiblen Mini Organizer



# Projektstatus

Nr.	Verbesserungspotential	Status von Maßnahmen	Umsetzungsgrad
1	Minimierung vom Verpackungsmaterial	Erfolgreicher Abschluss am 08.03.2024	100 %
2	Reduzierung von Transportemissionen (Kartonbox)	Erfolgreicher Abschluss am 08.03.2024	100 %
3	Reduzierung von Transportemissionen (Komponenten)	Erfolgreicher Abschluss am 15.03.2024	100 %
4	Erhöhung vom Materialausnutzungsgrad	Erfolgreicher Abschluss am 22.03.2024	100 %
5	Umweltbewusster Holzhändler	Erfolgreicher Abschluss am 05.04.2024	100 %
6	Reduzierung von Transportemissionen (Furniersperrholzplatten)	Erfolgreicher Abschluss am 05.04.2024	100 %
7	Materialrückführung durch Reparatur	Erfolgreicher Abschluss am 19.04.2024	100 %
8	Materialrückführung durch Wiederverwendung	Erfolgreicher Abschluss am 19.04.2024	100 %
9	Materialrückführung durch Recycling	Erfolgreicher Abschluss am 19.04.2024	100 %
10	Energieeinsparung von Webseite	Erfolgreicher Abschluss am 03.05.2024	100 %

# Evaluierung von Verbesserungsmaßnahmen – Ergebnisse



Nr.	Prozessmodul	ALT-Stückemission (96#) [kg CO <sub>2e</sub> ]	NEU-Stückemission (100#) [kg CO <sub>2e</sub> ]	Emissionseinsparung [kg CO <sub>2e</sub> ]
1	CAD-Konstruktion (inklusive Verbesserungen)	0	0	0
2	Ableitung von Stücklisten, Schnittdateien, und Montageanleitung	0	0	0
3	Ernte und Vorbereitung von Holz	0,02423	0,02327	0,00096
4	Verarbeitung zu Furniersperrholzplatte	0,67976	0,65257	0,02719
5	Lieferung von Furniersperrholzplatten	0,07475	0,00008	0,07467
6	Ausschnitt von Komponenten	0,10185	0,06293	0,03892
7	Lieferung von Komponenten	0,08086	0,00008	0,08078
8	Verpackung von Kundenbestellungen (vollständig aus Papier)	0,56764	0,07211	0,49553
9	Bestellung von Produkten (inklusive Ersatzteile und Upgrades)	0,00481	0,00407	0,00074
10	Lieferung von Paketen	0,008	0,008	0
11	Entsorgung von Verpackung (bereits bei Nr. 8 berücksichtigt)	0	0	0
12	Lieferung von Upgrades / Ersatzteilen	0,002	0,002	0
13	Recycling und Wiederverwendung von Komponenten	0	- 0,18344	0,18344
14	Entsorgung von Komponenten	1,00925	1,00925	0
<b>Summe</b>		<b>2,55315</b>	<b>1,65092</b>	<b>0,90223</b>

Detaillierte Abschätzung der Emissionen von einzelnen Prozessmodulen → Dokument „Evaluierung von Verbesserungsmaßnahmen“

# Referenzen



- Niemann, J., Tichkiewitch, S. and Westkämper, E. (2009) Design of sustainable product life cycles. Berlin: Springer.
- Sy, M. and Mascle, C. (2011) "Product design analysis based on life cycle features", Journal of Engineering Design, 22 (6), pp. 387–406. doi: 10.1080/09544820903409899.
- Go, T. F., Wahab, D. A. and Hishamuddin, H. (2015) "Multiple generation life-cycles for product sustainability: the way forward", Journal of Cleaner Production, 95, pp. 16–29. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.02.065.
- Albers, A., Bursac, N. and Rapp, S. (2017a) "PGE – Produktgenerationsentwicklung am Beispiel des Zweimassenschwungrads", Forschung im Ingenieurwesen, 81 (1), pp. 13–31. doi: 10.1007/s10010-016-0210-0.
- Lin, J. (2008) Exploring flexible strategies in engineering systems using screening models. PhD thesis. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts, United States of America.
- Eigner, M. and Stelzer, R. (2013) Product Lifecycle Management - Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2nd edn. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- ISO/IEC/IEEE 24748-1 (2018) Systems and software engineering - Life cycle management. International Organization for Standardization.
- Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U. and Hundal, M. S. (2007) Cost-efficient design. Heidelberg, Germany, New York, United States of America: Springer; ASME Press.
- Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U. and Mörtl, M. (2014) Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren - Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung. 7th edn. Berlin, Germany: Springer Vieweg.
- Ehrlenspiel, K. and Meerkamm, H. (2013) Integrierte Produktentwicklung - Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 5th edn. Munich, Germany: Hanser.
- ISO 14040 (2006) Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. International Organization for Standardization.
- ISO 14044 (2006) Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. International Organization for Standardization.
- Creamer, A. and Gao, B. (2015). Carbon dioxide capture: An effective way to combat global warming. Cham: Springer International Publishing.
- Harvey, L. (1993) "A guide to global warming potentials (GWPs)", Energy Policy 21 (1), pp. 24–34. doi: 10.1016/0301-4215(93)90205-T.
- Mortimer, C. and Müller, U. (2010) Chemie: Das Basiswissen der Chemie. Stuttgart: Thieme.