

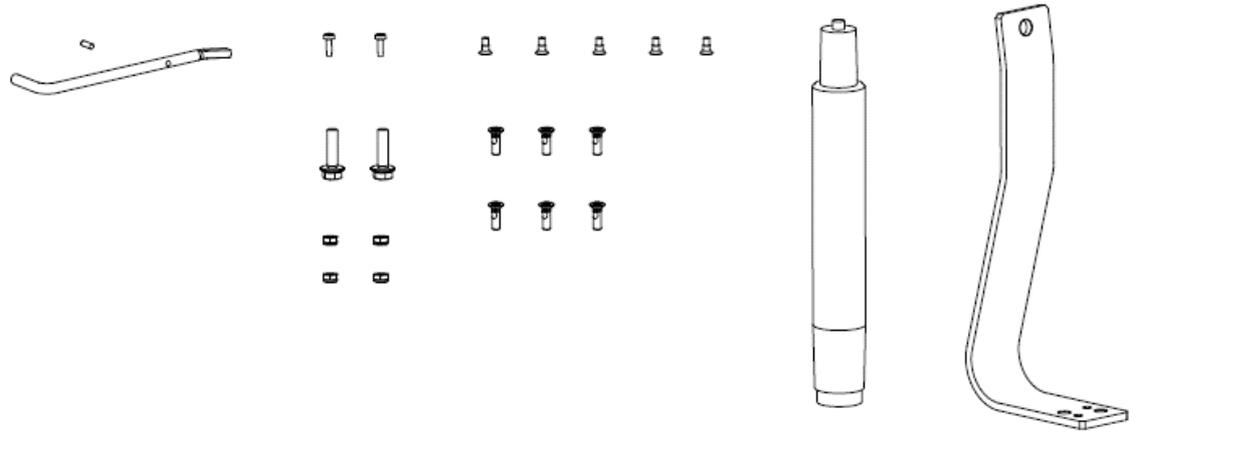
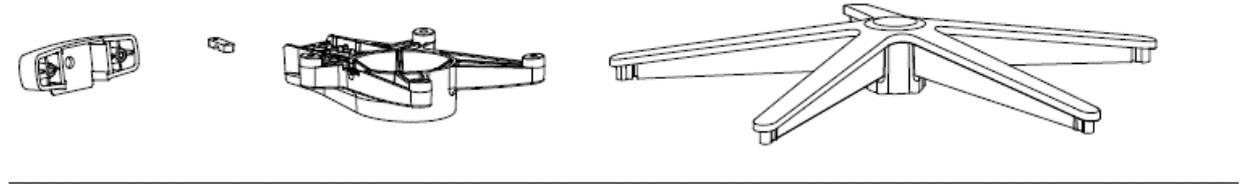
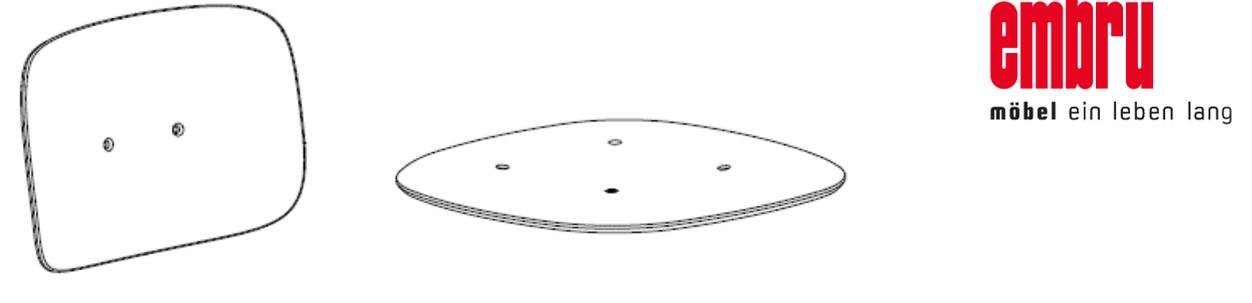


Design-for-Sustainability

Workshop

Schulstuhl 2186

Workshop



Design for Sustainability in 5 Schritten

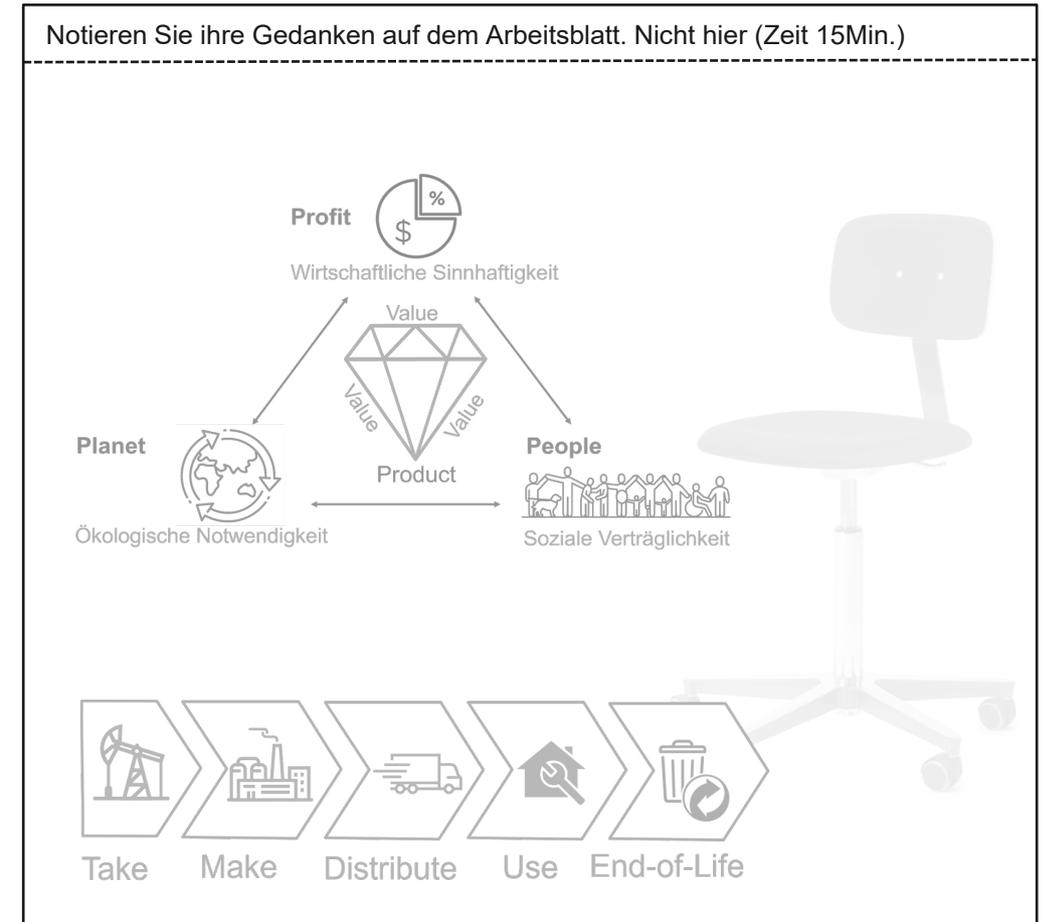
- 1. Value Chain Analysis:** Beschreiben Sie sämtliche Lebensphasen ihres Produktes.
 - Wer sind die verschiedenen Stakeholder¹ und die weiteren beteiligten Akteure? Wo entsteht der grösste Wert für diese entlang der Wertschöpfungskette?
 - Wo entsteht der grösste Wert betreffend **Profit - Planet – People**? Wo sind die Schwachstellen?
- 2. Life-Cycle Analysis:** Ermittlung der ökologischen Schwachstellen
 - In welchem Lebensabschnitt treten die signifikanten Umwelteinflüsse (Impacts) auf: Ressourcenverbrauch, Energieverbrauch, Emissionen (Toxizität, Treibhausgase, Lärm, etc.)
- 3. Verbesserungsstrategien und Massnahmen** aus Schritt 1. und 2. ableiten
- 4. Umsetzung in der Produktentwicklung**
- 5. Im Unternehmen verankern**

¹**Stakeholder:** Person, für die es aufgrund ihrer Interessenlage von Belang ist, wie ein bestimmtes Unternehmen sich verhält (z. B. Aktionär, Mitarbeiter, Kunde, Nutzer, Verkäufer, Servicefachmann, Lieferant)

Design for Sustainability in 5 Schritten

1. Value Chain Analysis

- Wer sind die verschiedenen Stakeholder¹?
 - Wer sind die Nutzer?
 - Wer sind die Kunden?
 - Wer kommt mit dem Produkt sonst noch in Berührung?
 - Wer sind die Entscheidungsträger?
 - Wer sind die Lieferanten?
- Was ist der grösste Wert für die Stakeholder und wo in der Wertschöpfungskette entsteht er?
- Was ist der grösste Wert betreffend **Profit - Planet – People** und wo in der Wertschöpfungskette entsteht er?
- Wo und was sind die Schwachstellen?



¹Stakeholder: Person, für die es aufgrund ihrer Interessenlage von Belang ist, wie ein bestimmtes Unternehmen sich verhält (z. B. Aktionär, Mitarbeiter, Kunde, Nutzer, Verkäufer, Servicefachmann, Lieferant)

People - Planet - Profit



Möglichkeiten für soziale Gerechtigkeit schaffen:

- Verbesserung der Arbeitsbedingungen, der Sicherheit und des Wohlbefindens
- Akzeptanz und Integration von Minderheiten
- Verbesserung der Stellung der Frau
- Erhöhung der Zahl qualifizierter Arbeitskräfte
- Verringerung der Arbeitslosigkeit in Städten und bei Minderheiten
- Verringerung der Einkommensungleichheit

People - Planet - Profit

Anpassung an die Tragfähigkeit der Ökosysteme

- Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe
- Nutzung erneuerbarer Energien
- Steigerung der Energieeffizienz
- Verringerung des Einsatzes von Giftstoffen
- Verbesserung von Abfallvermeidung, Recycling und Wiederverwendung
- Reduktion der Abwassermenge und Förderung der Aufbereitung
- Abholzung, Bodenverlust, Erosion und Zerstörung von Ökosystemen stoppen



People - Planet - Profit



Gerechten Wert entlang der globalen Wertschöpfungskette schaffen:

- Wert für Firma, Mitarbeiter und Stakeholder
- Wert für Kunden und Partner
- Faire Preise für Waren und Rohstoffe
- Faires Geschäftsmodell
- Verknüpfung von kleinen und mittleren Unternehmen in Entwicklungsländern mit grossen transnationalen Unternehmen
- Kreditmöglichkeiten für Unternehmerinnen und Unternehmer

1. Value Chain Analysis



Notieren Sie ihre Gedanken hier (Zeit 15Min.)

Wer sind die Nutzer? Schüler:innen, Studierende (Kinder, junge Erwachsene, Erwachsene)

Wer sind die Kunden? Kindergärten, Schulen, Universitäten (Bildungseinrichtungen)

Wer kommt mit dem Produkt sonst noch in Berührung? Lehrperson^a, Abwart^b, Servicefachmann^c,

Verkäufer^d, Logistiker^e, Mitarbeiter Montage^f (Embru), Mitarbeiter Lieferanten^g

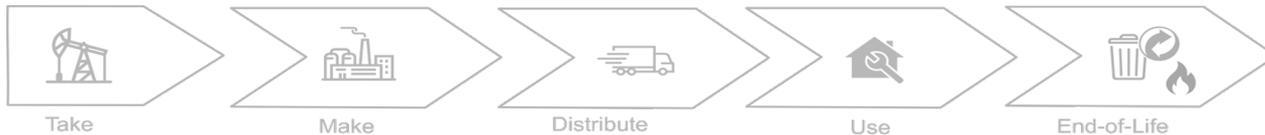
Wer sind Entscheidungsträger? (Schulpräsident, Schulrat, Gemeinde, Kanton)^h, Architektⁱ

Wer sind die Lieferanten: Welche Komponenten werden eingekauft und woher kommen sie?

Aluminiumdruckgussteile, China Kunststoffrollen, Deutschland Gasdruckfeder, Rumänien

Holzlehne u. -Sitzfläche, CH Sitzpolster u. Sitzbezug, CH

+ Was ist der grösste Wert für die Stakeholder¹ und wo in der Wertschöpfungskette entsteht er?



Take	Make	Distribute	Use	End-of-Life
<ul style="list-style-type: none"> ^g keine Schadstoffe ^g faire Löhne ^g faire Arbeitsbedingungen 	<ul style="list-style-type: none"> ^{f, g} keine Schadstoffe ^{f, g} faire Löhne Effizienz, wenig Abfall Hohe Margen ⁱ Ästhetik 	<ul style="list-style-type: none"> Geringes Volumen Keine Beschädigungen 	<ul style="list-style-type: none"> ^{b, h} Wartungsfrei Ergonomisch Anpassbar ^{b, c} Reparierbar ^h Langlebig 	<ul style="list-style-type: none"> ^{b, c, f} einfache Demontage Wiederverwenden (R2/3/6) Rücknahme, Aufarbeiten, Austauschen (R5) Recyceln (R7)

+ Was ist der grösste Wert betreffend Profit - Planet – People und wo in der Wertschöpfungskette entsteht er?

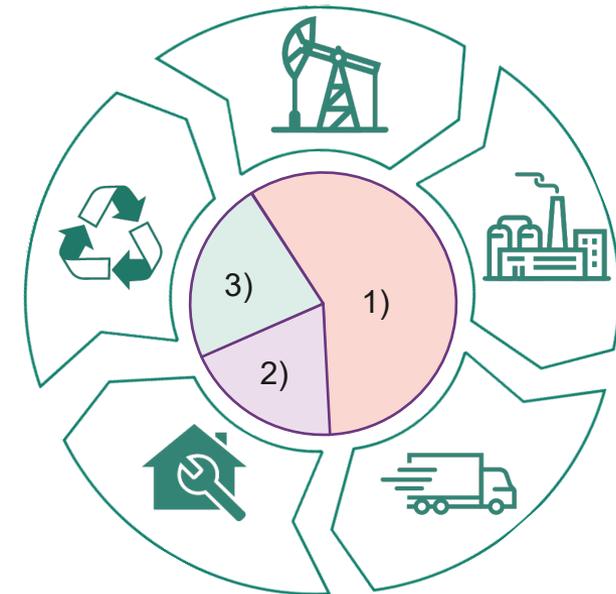
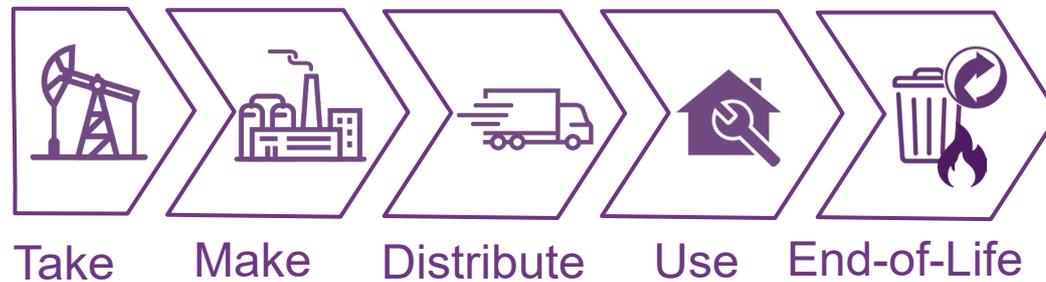
- Wo und was sind die Schwachstellen?



¹Stakeholder: Person, für die es aufgrund ihrer Interessenlage von Belang ist, wie ein bestimmtes Unternehmen sich verhält (z. B. Aktionär, Mitarbeiter, Kunde, Nutzer, Verkäufer, Servicefachmann, Lieferant)

2. Life-Cycle Analysis

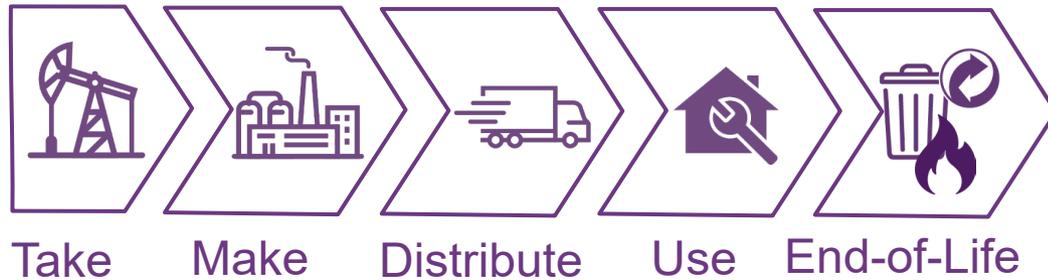
- Ermittlung der ökologischen Schwachstellen
- In welchem Lebensabschnitt treten die signifikanten Umwelteinflüsse (Impacts) auf:
 - Ressourcenverbrauch
 - Energieverbrauch
 - Emissionen (Toxizität, Treibhausgase, Lärm, etc.)



- 1) Pre-Use
- 2) Use
- 3) Post-Use

Das Produktlebensphasenmodell

Linearwirtschaft



Take: Rohstoffgewinnung

Make: Herstellung und Montage

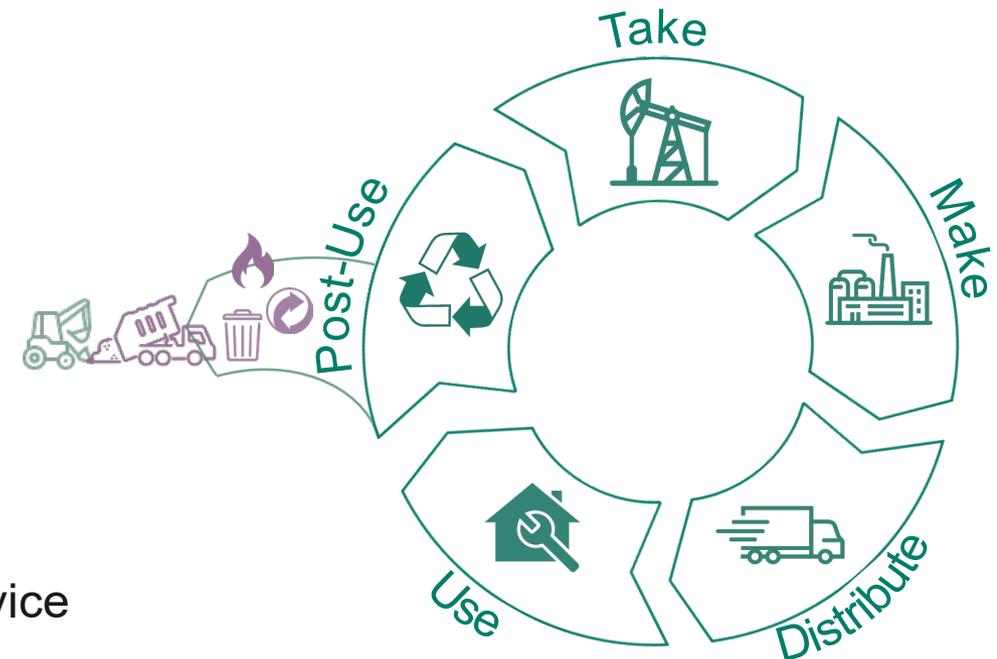
Distribute: Verkauf, Vertrieb und Service

Use: Konsum und Nutzung

End-of-Life: Sammlung, Deponie, Recover (thermisch), Recycle (stofflich)

Post-Use: Repurpose, Remanufacture, Refurbish, Repair, Reuse, Reduce, Refuse, Remine

Kreislaufwirtschaft



Design for Sustainability in 5 Schritten

2. Life-Cycle Analysis

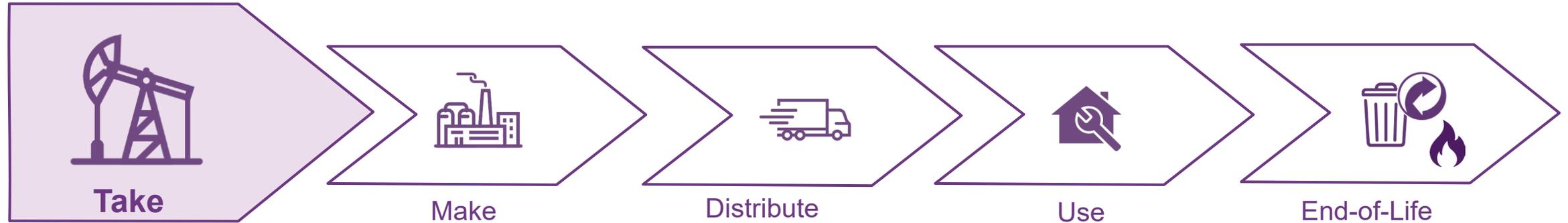


Material	Masse	Energie ¹⁾	Komponente	Verfahren	Energie ¹⁾²⁾	Herkunft	Art	Energie	Energie	Verfahren	Energie
Aluminium (100% primary)	1.25kg	238MJ	Fusskreuz	Druckguss	37MJ	China	Schiff/ LKW	11MJ		Stoffliches Recycling ³⁾	23MJ
"	0.90kg	171kg	Sitzträger	"	27MJ	"	"			"	
"	0.15kg	29MJ	Lehnenträger	"	5MJ	"	"			"	
Stahlblech (90% 1st)	1.0kg	40MJ	Lehnenbügel	Biegen Stanzen	10MJ	Rüti (CH)	LKW			Stoffliches Recycling	12MJ
Stahl verchromt	1.2kg	48MJ	Gasdruckfeder	Spanen, Galvan.	68MJ	China	"			"	14MJ
Sperrholz	0.6kg	13MJ	Sitz / Lehne	Spanen, Biegen	6MJ	Wald (CH)	"			Thermisches Recycling	-20MJ
Schurwolle	0.3kg	3MJ	Sitzbezug	Textilproduktion	60MJ	GB	"		"		
PUR	0.3kg	30MJ	Sitzpolster	Schäumen	n.a.	CH	"		"		
PP	0.4kg	32MJ	Lenkrollen	Spritzguss	8MJ	DE	"			Thermisches Recycling	-25MJ
TPU	0.1kg	9MJ	Laufflächen	Gummiguss	15MJ	"	"			"	
Stahl verzinkt**	0.2kg	18MJ	Rollenstift	Drehen	4MJ	"	"			"	
	6.4kg	631MJ			240MJ			~13MJ	0MJ		4MJ

Quelle Energiewerte: Based on data from Bey, N., "The Oil Point Method – A tool for indicative environmental evaluation in material an process selection", Ph.D. thesis, 2000

Design for Sustainability in 5 Schritten

2. Life-Cycle Analysis



Material	Masse	Energie ¹⁾	Komponente	Verfahren	Energie ¹⁾²⁾	Herkunft	Art	Energie	Energie	Verfahren	Energie
Aluminium (100% primary)	1.25kg	238MJ	Fusskreuz	Druckguss	37MJ	China	Schiff/ LKW	11MJ		Stoffliches Recycling ³⁾	23MJ
"	0.90kg	171kg	Sitzträger	"	27MJ	"	"			"	
"	0.15kg	29MJ	Lehnenträger	"	5MJ	"	"			"	
Stahlblech (90% 1st)	1.0kg	40MJ	Lehnenbügel	Biegen Stanzen	10MJ	Rüti (CH)	LKW			Stoffliches Recycling	12MJ
Stahl verchromt	1.2kg	48MJ	Gasdruckfeder	Spanen, Galvan.	68MJ	China	"			"	14MJ
Sperrholz	0.6kg	13MJ	Sitz / Lehne	Spanen, Biegen	6MJ	Wald (CH)	"			Thermisches Recycling	-20MJ
Schurwolle	0.3kg	3MJ	Sitzbezug	Textilproduktion	60MJ	GB	"		"		
PUR	0.3kg	30MJ	Sitzpolster	Schäumen	n.a.	CH	"		"		
PP	0.4kg	32MJ	Lenkrollen	Spritzguss	8MJ	DE	"			Thermisches Recycling	-25MJ
TPU	0.1kg	9MJ	Laufflächen	Gummiguss	15MJ	"	"			"	
Stahl verzinkt**	0.2kg	18MJ	Rollenstift	Drehen	4MJ	"	"			"	
	6.4kg	631MJ			240MJ			~13MJ	0MJ		4MJ

¹⁾ **Energiewerte** ohne Overhead: Energie für Heizung, Beleuchtung, etc. zusätzlich zur Prozessenergie

²⁾ **Abfall, Verpackung** und **Emissionen** während der Herstellung aus Zeitgründen nicht berücksichtigt.

³⁾ **Das Einschmelzen von Sekundäraluminium** benötigt nur 5% der Energie, wie die Gewinnung von **Primäraluminium aus Bauxit**

Verbesserungsansätze

- Zielgerichtete Materialwahl
- Materialeinsparung
- Optimierung der Nutzungsweise des Produktes
- Optimierung der Funktionsweise des Produktes
- Verbesserung der Wartbarkeit
- Steigerung der Produktlebensdauer
- Verbesserung der Reparierbarkeit
- Erhöhung der Demontagefreundlichkeit
- Wiederverwendung von Produktteilen
- Wiederverwertung von Materialien



Verbesserungsansätze

- Verringerung des Energieverbrauchs in der Produktion
- Optimierung von Art und Menge der Hilfsstoffe in der Produktion
- Vermeiden von Abfällen in der Produktion
- Umweltfreundliche Beschaffung von Zukaufteilen
- Optimierung der Nutzungsweise des Produktes
- Optimierung der Funktionsweise des Produktes
- Verbesserung der Wartbarkeit
- Steigerung der Produktlebensdauer
- Verbesserung der Reparierbarkeit
- Erhöhung der Demontagefreundlichkeit
- Wiederverwendung von Produktteilen
- Wiederverwertung von Materialien



2. Schritt Product Life Cycle Assessment Typ C: Distributionsintensiv

Verbesserungsansätze

- Transportaufwand minimieren
- Reduktion des Verpackungsaufwandes
- Reduktion des Verpackungsvolumen
- Mehrwegverpackungen verwenden
- Stapelbare Produktverpackungen
- Transportschäden vermeiden
- Wenn möglich umweltfreundliche Transportmittel einsetzen



2. Schritt Product Life Cycle Assessment Typ D: Nutzungsintensiv

Verbesserungsansätze

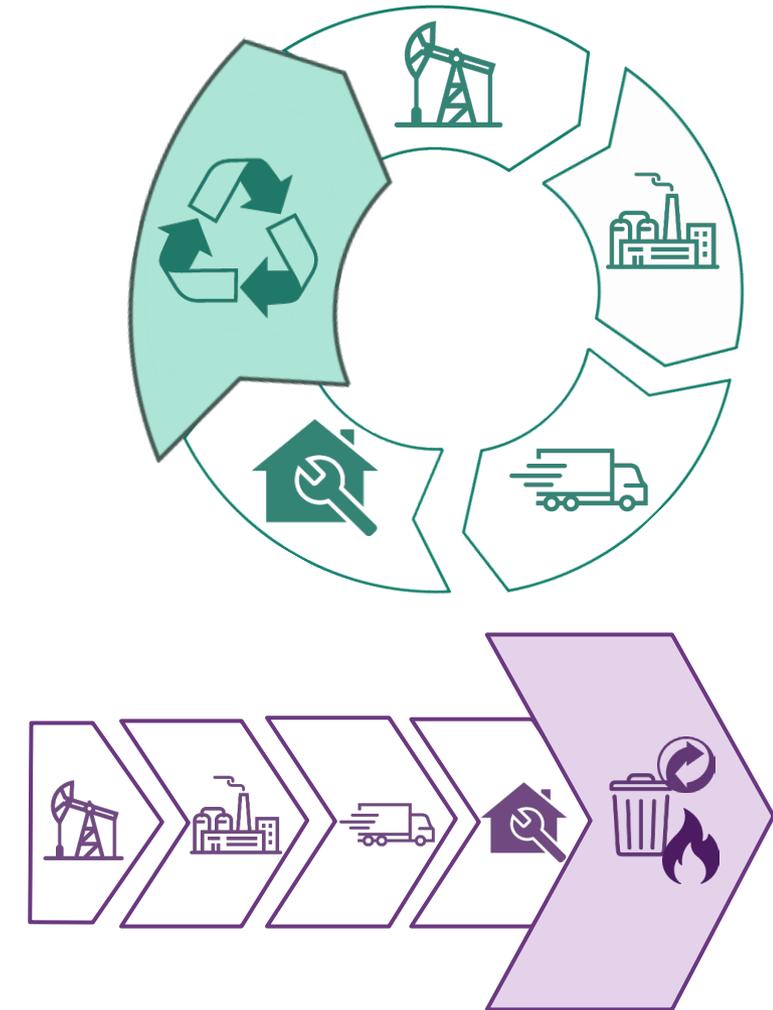
- Optimierung der Funktionsweise des Produktes
- Verbesserung der Wartbarkeit
- Gewährleistung von hoher Umweltsicherheit
- Verbrauchsreduktion in der Nutzung
- Abfallvermeidung in der Nutzung



2. Schritt Product Life Cycle Assessment Typ D: Entsorgungsintensiv

Verbesserungsansätze

- Zielgerichtete Materialwahl
- Steigerung der Produktlebensdauer
- Verbesserung der Reparierbarkeit
- Wiederverwendung von Produktteilen
- Wiederverwertung von Materialien



Theorie zum Nachlesen: Top Down Modell

Die 10 R's für nachhaltige Produktentwicklung

- R0 Refuse
- R1 Reduce

Ressourceneinsatz reduzieren R0, R1

- R2 Reuse
(sell 2nd hand)

- R3 Repair
(1st oder 2nd consumer – orig. function)

- R4 Refurbish (large complex products)
(old product - new parts - new or orig. customer – upgraded function*)

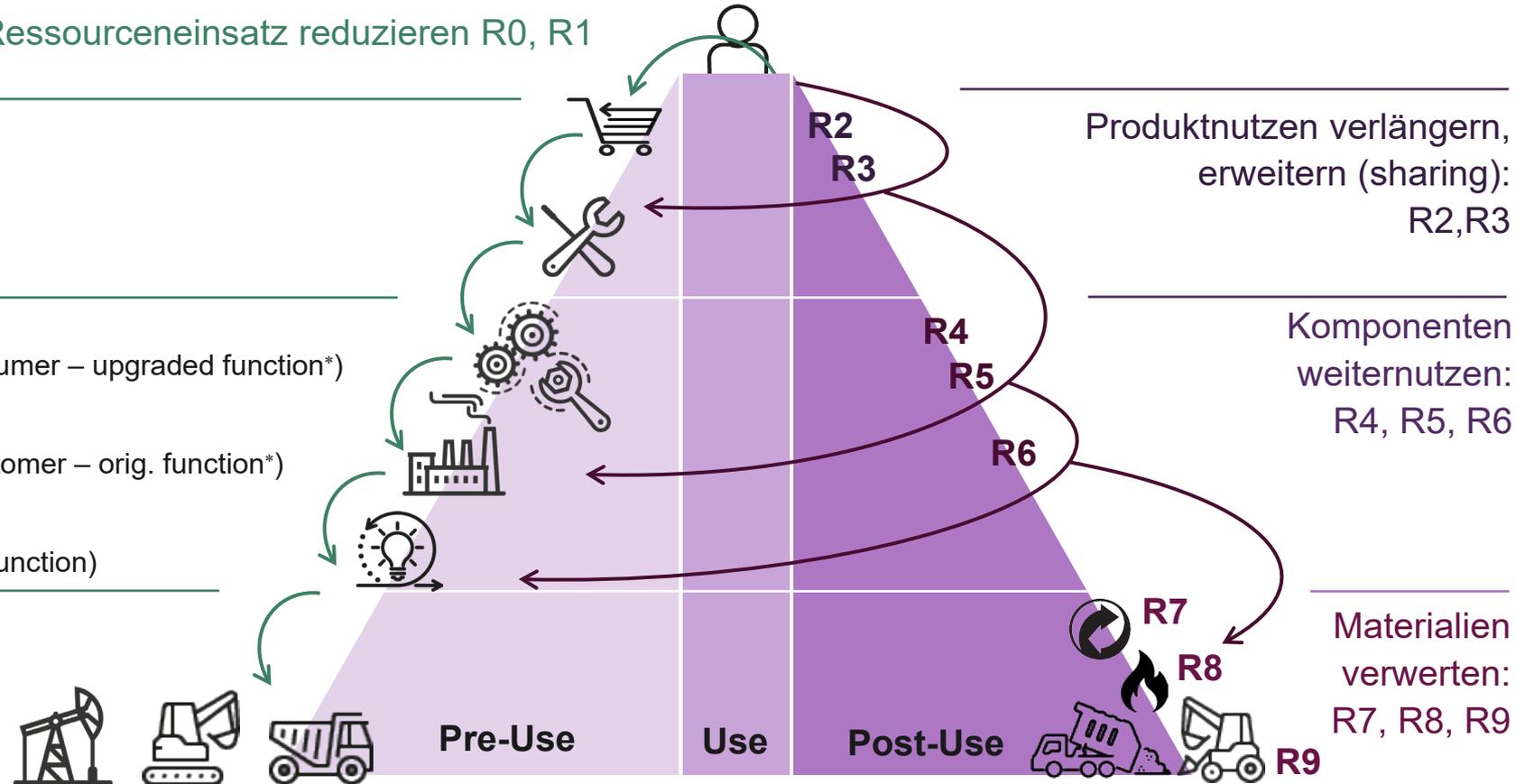
- R5 Remanufacture
(old product - new parts – new or orig. customer – orig. function*)

- R6 Repurpose (**Rethink**)
(new product - old parts - new user - new function)

- R7 Recycle (material)

- R8 Recover (energy)

- R9 Remine (from landfill)



Quelle: IPEK, based on Podleisek/Hänggi/Luban 2023, (unpublished)

3. Verbesserungsstrategien definieren

• Materialwahl

- Verwendung von sekundärem Aluminium
- Substitution von Aluminium durch Stahl
- Verwendung von sekundärem Stahl

• R3 Repair

- Erhöhung der Reparierbarkeit
- Einfacher Austausch von Verschleissteilen durch Kunde
- Upgrade von ramponierten Stühlen durch Kunde

• R5 Remanufacture

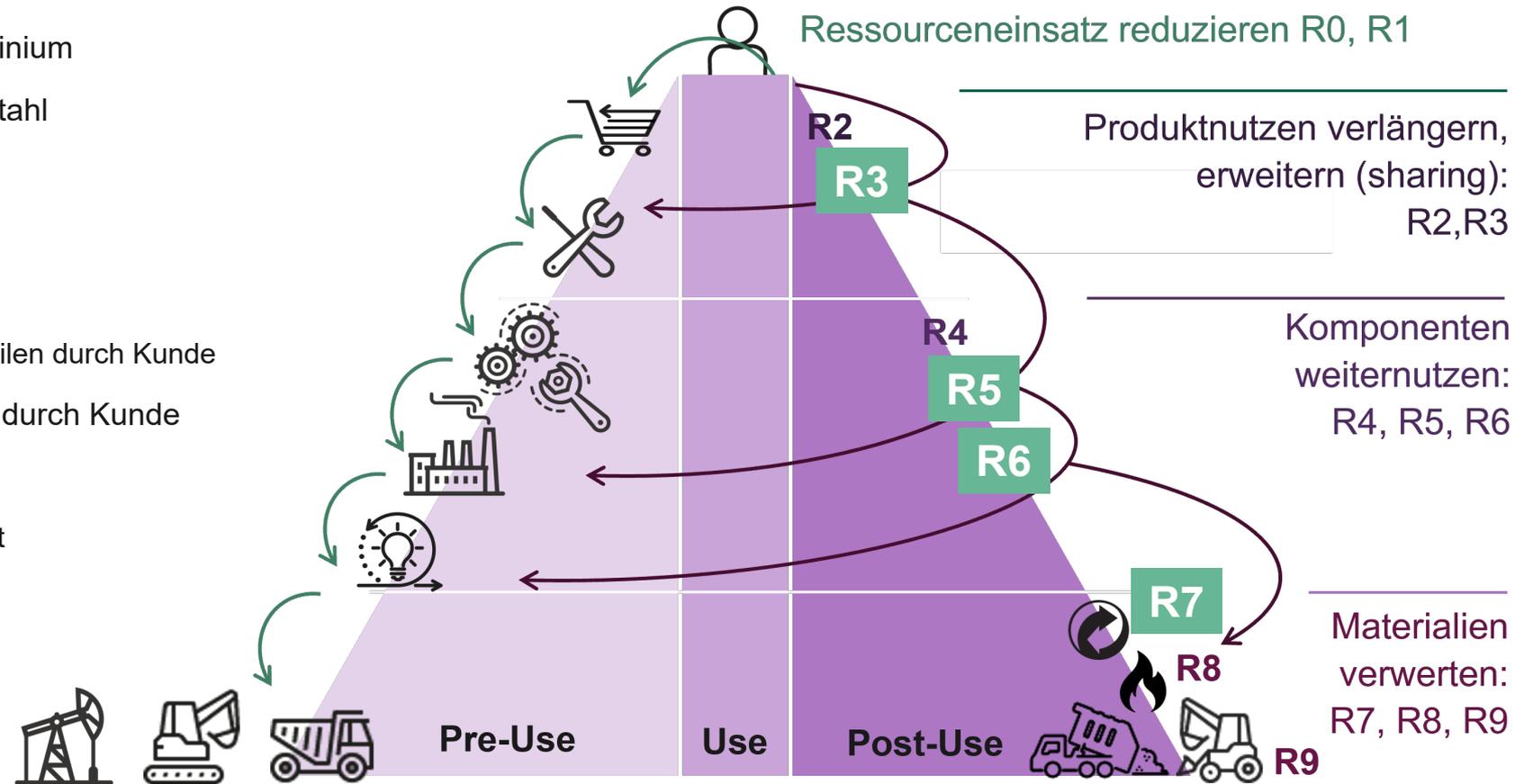
- Erhöhung der Demontagefreundlichkeit
- Wiederverwendung von Produktteilen

• R6 Repurpose

- Kreative Ideen sind gefragt!

• R7 Recycling

- Sortenreines Recycling sicherstellen (Rücknahme)



Retention Strategies (10R's)

	R #	CE concept	Object	Owner	Function	Key activity customer	Key activity market actor
Down-cycling	R9	Remine	Landfilled material	Local authorities; Land owner	New	Buy and use secondary materials	Grubbing, cannibalizing, selling (South)/ high-tech extracting, reprocessing (North)
	R8	Recover (Energy)	Energy content	Collector, municipality, energy company, waste mgt. company	New	Buy and use energy (and/or distilled water)	Energy production as by-product of waste treatment
	R7	Recycle	Materials	Collector, processor, waste mgt. company	Original or new	Dispose separately; buy and use secondary materials	Acquire, check, separate, shred, distribute, sell
	R6	Repurpose (Rethink)	Components in composite products (new product with old parts)	New user	New	Buy new product with new function	Design, develop, reproduce, sell
Product upgrade	R5	Re-manufacture	Components in composite products (old product with new parts)	Original or new customer	Original, upgraded	Return for service under contract or dispose	Replacement of key modules or components if necessary, decompose, recompose
	R4	Refurbish	Components of composite products (old product with new parts)	Original or new customer	Original, upgraded (large complex products)	Return for service under contract or dispose	Replacement of key modules or components if necessary
	R3	Repair	Components of composite products (old product with new parts)	1st or 2nd consumer	Original	Making the product work again by repairing or replacing deteriorated parts	Making the product work again by repairing or replacing deteriorated parts
Client/user choices	R2	Resell/ Reuse	Product	Consumer	Original	Buy 2nd hand, or find buyer for your non-used produced/possibly some cleaning, minor repairs	Buy, collect, inspect, clean, sell
	R1	Reduce	Product	Consumer	n.a.	Use less, use longer; recently: share the use of products	See 2nd life cycle Redesign
	R0	Refuse	Product	Potential consumer	n.a.	Refrain from buying	See 2nd life cycle Redesign

Quelle: [Reike/Vermeulen/Witjes \(2017\): The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0?](#)

3. Massnahmen aus Verbesserungsstrategien definieren

Gestaltungshinweise für höhere Demontagefreundlichkeit

- Modulare Baugruppen
- Einheitliche Füge- und Trennrichtung
- Wertstoffe und wieder verwendbare Komponenten möglichst leicht separierbar anordnen
- Unvermeidbare Giftstoffe leicht separierbar anordnen: Einsatz in den Randzonen und entsprechend kennzeichnen
- Möglichst formstabile Bauteile für einfache Montage und Demontage ohne Spezialwerkzeug einsetzen
- Zerstörungsfreie Demontage
- Einzelne Komponenten möglichst stapel- oder magazinierbar
- Bauteilaufbereitung durch gute Inspizierbarkeit und Wiedermontangefähigkeit (z.Bsp. Zentriermöglichkeiten, Spann- und Justierhilfen) ermöglichen



3. Massnahmen aus Schritt 1 und 2 ableiten

In Kreisläufen denken und Lösungen suchen (Added Value, Life Cycle Thinking, 10Rs): Notieren sie ihre **Ideen** hier (Zeit 15min.)



Take

- Sekundär Materialien verwenden
- Kein Primär-Aluminium
- Mehr Holz verwenden
- Aluminium der Druckgussteile durch Kunststoff oder Stahlblech ersetzen



Make

- Weniger Lieferanten
- Einheitliche Verbindungselemente
- Nur ein Werkzeug für alle Verbindungen, oder nur Steckverbindungen oder andere werkzeuglose Fügetechniken für Montage und Demontage
- Umformen statt Urformen
- Strukturoptimierung der belasteten, schweren Komponenten: Drehkreuz, Sitzträger
- Dämpfung mit compliant structure



Distribute

- Weniger Lieferanten
- Endmontage erst beim Kunden: flache Auslieferung, mit geringem Transportvolumen



Use

- On-site Repair (R3) durch Schule (Abwart): z.B. selbständiges reparieren, warten oder ersetzen der Gasdruckfeder
- Pflege- und Reparaturhinweise mittels QR-Code mitteilen
- Textilsitzfläche inkl. Polster individualisierbar, waschbar und leicht ersetzbar gestalten (Industrie-Klett?)
- Gasdruckfeder mit mechanischer Lösung ersetzen
- Defekte Rollen zurückschicken und austauschen (braucht es 5 Rollen?)



End-of-Life

- Take-back Service: Garantierte Rücknahme durch Embru oder Dritte für fachgerechtes Recycling (R7) oder 2nd- Life (R3/5/6) insb. des Drehkreuzes u. Sitzschale
- Remanufacturing oder Repurpose durch geschützte Werkstätte in Auftrag geben
- Repurpose (R6): Drehkreuz als
 - Lampenfuss, Kleiderständer, Sonnenschirmständer
 - Drehkreuz als Sonnenschirmständer
- Repurpose (R6): Holzlehne u. Textilsitzfläche als
 - Werkstück im Holzwerk- und Handarbeitsunterricht

3. Massnahmen aus Schritt 1 und 2 ableiten

In Kreisläufen denken und Lösungen suchen (Added Value, Life Cycle Thinking, 10Rs): **Skizzieren** und notieren sie ihre **Ideen** hier (Zeit 15min.)



Nur 1 Werkzeug



QR-Code mit Pflege- und
Wartungshinweisen. Plus **Push-Funktion**
für Reparatur, Defekt oder Rücknahme



Sitzbezug und Polster
- werkzeugfrei auswechselbar (Klett?)
- waschbar
- individualisierbar



Gasdruckfeder mit
DIY Wartungs-Kit

Gasdruckfeder mit
mechanischer Lösung ersetzen

Pulverbeschichten statt
galvanisches Verchromen

Fusskreuz als Inland-Lösung
entweder aus Blech (**Umformen /
Hydroformen**), oder aus
Kunststoff (**Spritzguss**) gestalten

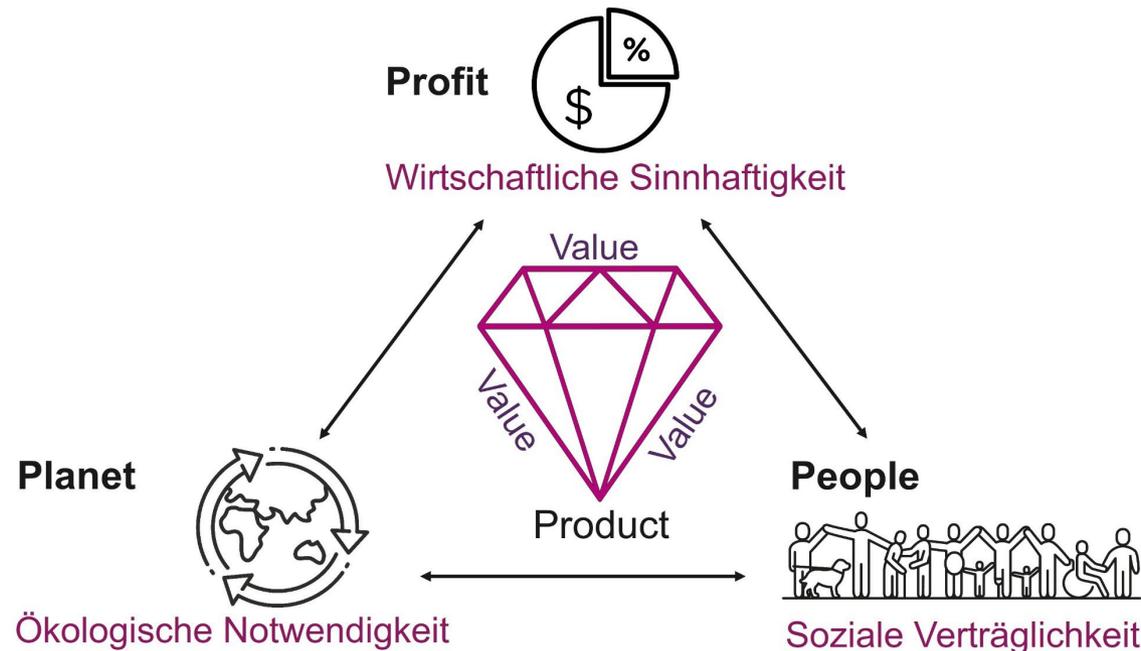


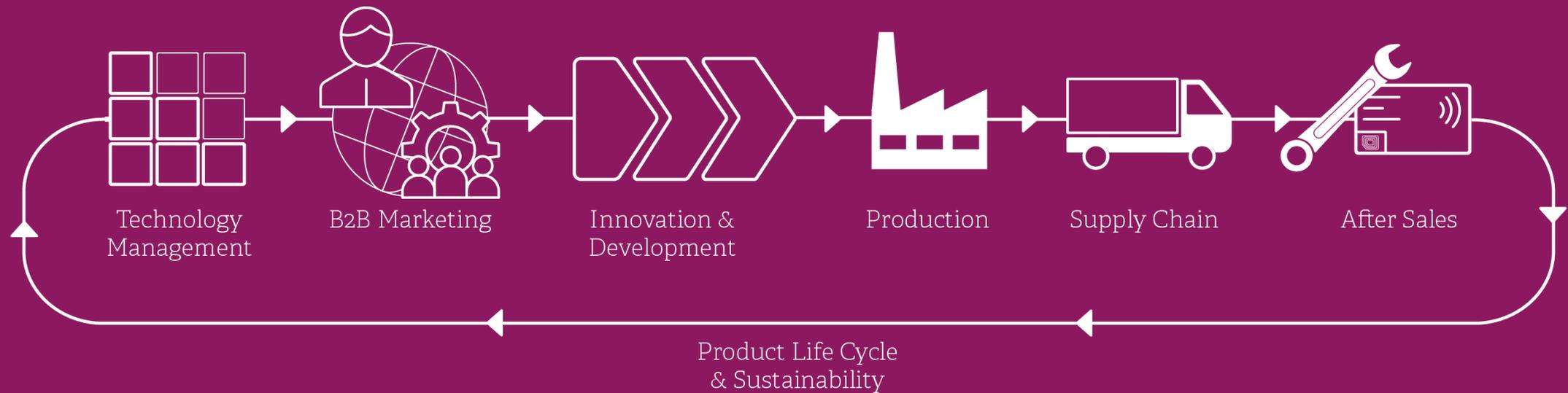
Rollen aus einem
Werkstoff

Design for Sustainability in 5 Schritten

Diskussion und Schlusswort Philipp Städler

- **Schritt 4:** Umsetzung in der Produktentwicklung
- **Schritt 5:** Im Unternehmen verankern





Besten Dank für das Engagement!