

**HANDBUCH ÜBER DEN GEBRAUCH VON ALTERNATIVEN MATERIALIEN  
MIT BETONUNG AUF GEBRAUCH VON HOLZ UND POLYMER-  
MATERIALIEN**



## Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG .....	5
2	KREISLAUFWIRTSCHAFT .....	6
2.1	KONZEPTE DER KREISLAUFWIRTSCHAFT .....	7
2.1.1	Ohne Abfall.....	7
2.1.2	Die Kraft wird an der Vielfalt gebaut.....	7
2.1.3	Erneuerbare Energiequellen treiben die Wirtschaft an .....	7
2.1.4	Denken in Systemen.....	8
2.1.5	Die Preise spiegeln die tatsächlichen Kosten wieder .....	8
2.2	ReSOLVE – WAS KANN DIE ORGANISATION MACHEN?.....	8
2.2.1	Regenerieren ( <i>Regenerate</i> ) .....	9
2.2.2	Teilen (Share) .....	9
2.2.3	Optimieren ( <i>Optimise</i> ) .....	9
2.2.4	Schleife (Loop).....	9
2.2.5	Virtualisieren (Virtualise).....	9
2.2.6	Austausch (Exchange).....	9
3	STANDARDMATERIALIEN.....	10
3.1	METALL .....	10
3.2	PAPIER UND KARTON .....	10
3.3	HOLZ .....	11
3.4	ZELLULOSE .....	12
3.5	BIOMASSE .....	12
3.6	POLYMERE .....	12
3.6.1	Plastik .....	13
3.6.2	Biopolymere .....	14
3.7	GLAS.....	15
4	PRAKTISCHES BEISPIEL: ISOLIERUNG VON HÄUSERN MIT ALTERNATIVEN MATERIALIEN .....	16
4.1	POLYSTYROL.....	17
4.2	MINERALSCHAUM .....	17
4.3	HANF .....	18
4.4	ZELLULOSEFLOCKEN .....	18
4.5	KORK .....	18
4.6	KOKOSFASERN .....	18
4.7	SCHAFWOLLE .....	18
4.8	BAUMWOLLE .....	19
4.9	ROHRKOLBEN.....	19
4.10	HOLZFASERN.....	19

5	BEISPIELE GUTER PRAXIS .....	20
5.1	WOODY GMBH .....	20
5.2	EVEGREEN .....	20
5.3	VPZ VERPACKUNGSZENTRUM GMBH .....	21
5.4	PROJEKT APPLAUSE .....	21
5.5	DM DROGERIE .....	22
5.6	BIOTREM .....	22
5.7	ANDREA VENDURA .....	23
5.8	PLASTIKA SKAZA .....	23
6	PRODUKTLEBENSZYKLUS .....	24
6.1	PHASE DER PRODUKTENTWICKLUNG .....	24
6.1.1	Beispiel guter Praxis: BEIERSDORF .....	25
6.1.2	Beispiel guter Praxis: DONAR .....	25
6.1.3	Beispiel guter Praxis: VÖSLAUER .....	26
6.1	DIE PHASE DER RESSOURCEN, PRODUKTION UND DISTRIBUTION .....	26
6.1.4	Rohstoffgewinnung .....	26
6.1.5	Produktion und Fertigung .....	26
6.1.6	Distribution .....	27
6.3	DIE PHASE DER PRODUKTNUTZUNG .....	29
6.4	DIE PHASE DES ENDES DES PRODUKTLEBENSZYKLUS .....	30
6.1.7	Beispiel guter Praxis: AQUAFIL .....	31
6.1.8	Beispiel guter Praxis: BOLJE .....	31
6.1.9	Beispiel guter Praxis: DESTILATOR .....	31
6.1.10	Beispiel guter Praxis: M SORA .....	32
7	SCHLUSS .....	33
8	QUELLEN .....	34
9	SCHLÜSSELDOKUMENTE DER EUROPÄISCHEN UNION ÜBER DIE KREISLAUFWIRTSCHAFT .....	35
10	SCHLÜSSELDOKUMENTE DER EUROPÄISCHEN UNION ÜBER DIE PLASTIKSTRATEGIE .....	35
11	ALLGEMEINE INFORMATIONEN .....	36

## 1 EINLEITUNG

---

Liebe Leserinnen, liebe Leser! Vor Ihnen befindet sich ein Handbuch des Projektes Start Circles, dessen Absicht es ist, über die Möglichkeiten des Gebrauches von alternativen Materialien im Bereich der Holzwirtschaft und Polymeren zu informieren. Es soll auch zu einer anderen Denkweise über die Produktion von Gegenständen aller Art sein, über deren Verwendung und über deren Lebensdauer und der Wiederverwendung danach anregen.

Beim Übergang aus dem linearen Wirtschaftsmodell in die Kreislaufwirtschaft ist es wichtig, sich über den Einsatz passender Materialien bewusst zu werden. Das Produkt soll am Ende seiner Lebensdauer nicht auf der Deponie landen, sondern wiederverwertet werden können. Es muss uns bewusst sein, dass der Gebrauch der entsprechenden Materialien nur ein Abschnitt eines Produktlebenszyklus ist. Man spricht heute über die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, die nicht auf der Vermarktung von Produkten basieren, sondern an der Vermarktung von Dienstleistungen. Und wir sprechen auch über die Einführung fortschrittlicher technologischer Lösungen, die in späterer Folge den Materialverbrauch reduzieren. Beispiele dafür sind Patronen für Drucker, Papier aber auch Brennstoffe oder Baumaterialien.

Das Projekt Start Circles setzt seinen Schwerpunkt auf die Holzwirtschaft und Polymeren. Das Handbuch liefert dazu Beispiele und Lösungen.

## 2 KREISLAUFWIRTSCHAFT

---

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, dass Rohstoffe innerhalb eines geschlossenen Kreislaufs wiedergenutzt und recycelt werden und am Ende kaum noch Abfälle entstehen. Es beruht an dem Energiegebrauch aus den erneuerbaren Quellen, es verzichtet auf den Gebrauch gefährlicher Chemikalien, es senkt den Verbrauch der Rohstoffe und stellt Produkte umweltschonend her. Das Konzept nähert sich natürlichen, nachhaltigen Systemen an, wo jede Komponente optimal die Vollkommenheit ergänzt. Die Produkte bei der Kreislaufwirtschaft sind sorgfältig konzipiert, sodass sie die Wiederverwendung von Materialien ermöglichen und wiederholt Mehrwert schaffen, so lange wie es eben möglich ist. Ein Material bleibt im Kreislauf der Gesamtwirtschaft auch dann, wenn das aktuelle Produkt das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat (EBM, 2014)

Von der Seite der Europäischen Union (EU) wurde im Jahre 2015 ein ambitionierter Plan der Kreislaufwirtschaft angenommen. Der Plan bezieht Vorschläge über das Handeln mit dem Abfall, die die Wettbewerbsfähigkeit von Europa auf der Weltebene vergrößert und den dauerhaften Wirtschaftswachstum anregt und somit neue Arbeitsstellen entstehen können. Die Schlüsselemente des Plans sind:

- Erreichung 65-Prozent Recycling des Kommunalabfalls bis 2030;
- Erreichung 75-Prozent Abfallemballage bis 2030;
- Verringern der Ablagerung der Kommunalabfälle auf Außendeponien um 10 % bis 2030;
- Verbot der Ablagerung des Trennabfalls;
- Ermunterung der wirtschaftlichen Instrumente vom Abhalten der Ablagerung des Abfalls;
- vereinfachte und verbesserte Bestimmung und auf einander abgestimmte Methoden für Ausrechnung der Recyclingstufe in ganz Europa;
- Konkrete Maßnahmen zur Ermunterung des Wiedergebrauchs und Ermunterung zur Industriesymbiose - Gebrauch des Nebenproduktes einer Industrie in den Rohstoff der anderen Industrie;
- wirtschaftliche Ermunterungen für Unternehmen, die die Unternehmer für den Anbau der grünen Artikel stimulieren werden und das Recyclings unterstützen (CEL.KROG, 2019).



Bild 1: Model der Kreislaufwirtschaft.

## 2.1 KONZEPTE DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

### 2.1.1 Ohne Abfall

Abfälle existieren nicht. Die Demontage und der Wiedergebrauch sind wichtige Parameter in der Produktentwicklung. Die biologischen Materialien kann man sicher in das Ökosystem zurückgeben.

### 2.1.2 Die Kraft wird an der Vielfalt gebaut

In einer unsicheren und schnell wachsenden Welt ist die Fähigkeit der Anpassung auf Grund veränderter Bedingungen der Schlüssel zum Erfolg. Vielfalt kann diese Anpassungsfähigkeit garantieren. Die Wirtschaft braucht eine vielfältige Palette verschiedener Unternehmen, die Organisationen brauchen unterschiedliche Rollen. Infrastruktur und Kompetenzen.

### 2.1.3 Erneuerbare Energiequellen treiben die Wirtschaft an

Energie, die für die Kreislaufwirtschaft notwendig ist, soll aus erneuerbaren Quellen sein. Auf diese Weise verringert sich die Abhängigkeit von Erdöl und dadurch vergrößert sich die Widerstandsfähigkeit der Systeme.

### 2.1.4 Denken in Systemen

Unternehmen, Menschen und Pflanzen, sowie auch andere Beteiligte, sind Teil komplexer Systeme, wo verschiedene Teile stark miteinander verbunden sind. Nachhaltiges Wirtschaften erfordert, diese Verbindungen immer zu beachten.

### 2.1.5 Die Preise spiegeln die tatsächlichen Kosten wieder

Die Preise sind wichtige Informationen und müssen darum in der Kreislaufwirtschaft alle Kosten widerspiegeln.

## 2.2 ReSOLVE - WAS KANN DIE ORGANISATION MACHEN?

Auf Grund der Arbeiten der Stiftung Ellen MacArthur (Delivering the Circular Economy, A Toolkit for Policymakers), basiert die Kreislaufwirtschaft auf folgenden drei Schlüsselprinzipien:

- Erhaltung und Vergrößerung des natürlichen Kapitals, mit der Berücksichtigung der Endvorräte und mit dem ausgeglichenen Strom der erneuerbaren Energiequellen. Als Beispiele können wir den Austausch der fossilen Brennstoffe mit den erneuerbaren Energiequellen oder den Gebrauch bezüglich der Methode des größten dauerhaften Ertrages für die Erhaltung des Fischbestands nennen.
- Optimierung des Quellenertrags mit dem Kreislauf der Produkte, Komponenten und Materialien auf der höchsten Stufe des Gebrauchs in jedem Moment in den technischen und biologischen Zyklen. Beispiel: Austausch oder Kreisen der Produkte und Verlängerung der Lebensdauer des Gegenstands.
- Anregung der Systemwirksamkeit mit Aufklärung und Planung der negativen Außenfaktoren, wie Verschmutzung von Wasser, Luft und Boden, sowie akustische Verschmutzung, Umweltgifte und andere negative Einflüssen auf die Gesundheit, die die Folge der aufgezählten Faktoren sind.

Die sechs Arten der Organisationstätigkeiten können so übersetzt werden:

Regenerieren (Regenerate),

Teilen (Share),

Optimisieren (Optimise),

Schleife (Loop),

Virtualisieren (Virtualise) und

Austausch (Exchange).

### 2.2.1 Regenerieren (*Regenerate*)

Die Organisation erneuert und erhält mit ihrer Tätigkeit die Ökosysteme und so gibt sie in die Biosphäre kostbare biologische Nährstoffe zurück. Damit verringert man die Emission von Treibhausgasen. Die Erzeugung und Verwendung der benötigten Ressourcen wie elektrischer Strom, Wasser beeinträchtigt das Ökosystem sich nicht. Die Unternehmen kompostieren biologische Materialien und verwenden sie anschließend als Dünger. Abfälle werden sortenrein in Behältern gesammelt, die dafür bestimmt sind.

### 2.2.2 Teilen (*Share*)

Die Organisationen teilen die Verwendung von Ressourcen, zum Beispiel über gemeinsame Nutzung oder Plattformen. Vom Firmenauto, das allen Mitarbeitern zu Verfügung steht bis hin gemeinschaftlich genutzten Druckern. Die Organisationen garantieren die Wiederverwendung von Produkten, Halbfertigprodukten und Materialien (z.B. Wiederverwendung von Produktionsrückständen).

### 2.2.3 Optimieren (*Optimise*)

Die Organisation ermöglicht mit verschiedenen Ansätze eine Verlängerung der Lebensdauer der Produkte, entweder mit richtiger Wartung, Upgrades, richtigem Service oder mit richtigem Konstruieren. Mit diesem Ansatz verringert man den Verbrauch von Ressourcen (elektrische Energie, Wasser, Material, Wärme).

### 2.2.4 Schleife (*Loop*)

Produkte sind so konzipiert, dass sie eine Überarbeitung oder Erneuerung ermöglichen, somit mehrfach verwendet werden können und anschließend recycelt werden können. Die Organisation muss diesen Ansatz bereits in der Frühphase, wenn Materialien definiert werden, berücksichtigen.

### 2.2.5 Virtualisieren (*Virtualise*)

Die Organisation ersetzt physischen Gegenstände und Tätigkeiten mit den virtuellen (z.B. Onlineshopping, Online Meetings anstelle von Reisen, Speichern von Daten elektronisch, ohne Papier, Speichern in der Cloud ohne eigene Hardware).

### 2.2.6 Austausch (*Exchange*)

Die Organisation wechselt von nicht erneuerbaren Rohstoffen auf erneuerbare Energie und Rohstoffquellen. Auf diese Weise ersetzt man z. B. fossile Brennstoffe mit Holz, Biomasse oder Biogas. Alternative Materialien werden verwendet, die zB eine kaskadischem Nutzung des Rohmaterials oder das Nutzen von Nebenprodukten ermöglichen. Materialien aus erneuerbaren Rohstoffen werden bevorzugt. Alte und konventionelle Technologien werden durch neue Ansätze ersetzt (z.B. 3D Druck, Digitalisierung der Produktion). Traditionelle Geschäftsmodelle konzentrieren sich auf Produkte, moderne oft auf Dienstleistungen und Service (Carsharing, etc)

### 3 STANDARDMATERIALIEN

---

Das Handbuch stellt Arten und den Gebrauch verschiedener Materialien im groben Überblick in der linearen Wirtschaft vor und zeigt Lösungen und Beispiele für einen Übergang in die Kreislaufwirtschaft. Kreislaufwirtschaft bedeutet dabei eine neuerliche Verwendung des gleichen Materials im gleichen Prozess, wie auch eine Verschiebung in einen anderen Prozess oder Gebrauch eines alternativen, wiederverwendeten Materials. Vorgestellt sind alternative Materialien mit deren Vor- und Nachteilen und deren Gebrauch. Es ist zu bedenken, dass nicht nur eine Lösung besteht, wo „A“ mit dem „B“ ersetzt wird, sondern die Entscheidung bezüglich des Materials, welches verwendet wird, ist vom ganzen Prozess abhängig, von der Erfindung des Produktdesigns bis zur Produktion, den Gebrauch und der Endphase nach dem Auslauf der Lebensdauer.

In den weiterführenden Unterkapiteln sind verschiedene für oft gebrauchte Materialien und alternative Materialien Beispiele angeführt, Hinzugeführt sind Beispiele guter Praxen aus der Industrie, die Möglichkeiten solcher Materialien und Arten des Gebrauchs nach den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zeigen.

#### 3.1 METALL

Alle Elemente, die in der Gruppe der Metalle zusammengefasst sind, teilen sich einige Merkmale. Metalle können sehr gut Wärme und elektrischen Ström leiten und besitzen relativ hohe Schmelz- und Siedepunkte (Quecksilber ist dabei eine Ausnahme, da es bei Zimmertemperatur flüssig ist). Metalle werden in Eisen- und Nichteisenwerkstoffe eingeteilt. Die wichtigsten Metalle in der Technik sind Eisen, Aluminium, Magnesium, Blei, Zinn, Zink, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Chrom, Molybdän, Wolfram, Tantal oder Titan. Eisen und Stahl sind mengenmäßig die bedeutendsten. Metalle sind schmelzbar und da der Energieverbrauch bei der Produktion meist hoch ist, ist ein Recycling ökologisch sinnvoll und diese Sekundärrohstoffe sind neuen Rohstoffen gleichzusetzen.

#### 3.2 PAPIER UND KARTON

Recyclingfähige Produkte tragen zum globalen Klimaschutz bei und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft. Papier und Karton bestehen aus Fasern. Diese werden aus erneuerbaren Quellen gewonnen: aus sogenanntem Durchforstungsholz (Primärfaser) und aus Altpapier (Sekundärfaser). Bei nachhaltiger Forstwirtschaft fällt Schwachholz und Durchforstungsholz im Wald an, bei der Jungbestandspflege, über die Jung- und Altdurchforstungen. Der Anteil an wiederverwertetem Altpapier liegt in Österreich bei 75 Prozent. Zum Einsatz kommen diese

Sekundärfasern, wo es sinnvoll ist, bei Verpackungen aus Karton und Wellpappe kann er bis zu 100 Prozent betragen. Die verwendeten Papierfasern können bis zum 25 Mal wiederverwendet werden und sind ein wichtiger Beitrag zur Kreislaufwirtschaft.

### 3.3 HOLZ

Holz ist ein natürlicher Bau- und Werkstoff und dient auch als Energiequelle. Es wird seit Bestehen der Menschheit für die Nutzung erschlossen. Mit Beginn des 20. Jahrhundert ist Holz aufgrund zahlreicher neuer Baustoffe in den Hintergrund getreten. Im Unterschied zu vielen anderen Rohstoffen ist Holz erneuerbar. Dies macht es sowohl in ökologischer als auch ökonomischer Hinsicht zu einer der wichtigsten Ressourcen. Es zeichnet sich durch gute Eigenschaften, wie leichte Bearbeitung, hohe Belastung, angenehmes Aussehen und gute raumklimatische Eigenschaften aus. Es findet daher auch heute in vielen Anwendungsbereichen eine breite Anwendung. Man kann Holz mehrfach wiederverwerten, auch wenn in dieser kaskadischen Nutzung geringe Verluste unvermeidlich sind. Der Wald als Ursprung des Holzes ist einer der wichtigsten Klimaregulatoren, und die nachhaltige Nutzung der Ressource Holz ist ein wesentlicher Beitrag zur CO2 Reduzierung

Verwendung von Holz im Bauwesen und in der Industrie:

- Bauholz (Bretter, Bohlen, Balken, Platten, Pfosten, Spannplatten, Dämmplatten),
- Spezialthermoholz für Fenster und Wintergärten, durch die thermische Behandlung verändern sich die chemischen Eigenschaften des Holzes (formbeständig, besonders dauerhaft und widerstandsfähig),
- Papierherstellung,
- Holzzessig, entsteht durch Holzverkohlung,
- Holzverzuckerung als Futtermittel,
- Holzwolle für Verpackung und Herstellung von Leichtbauplatten,
- Brennmaterial (Buche getrocknet),
- Holzbeton,
- Wärmedämmplatten, Holzspäne, Stroh.

### 3.4 ZELLULOSE

Die Zellulose ist der Hauptbestandteil von pflanzlichen Zellwänden (Massenanteil 50 %) und damit die häufigste organische polymere Verbindung der Erde. Die Zellulose ist deshalb auch das häufigste Polysaccharid. Technisch wird Zellulose als sogenannter Zellstoff aus Holz gewonnen und dient als Grundstoff in der Papierindustrie. In der Bekleidungsindustrie wird Zellulose als Regeneratcellulosefaser (Viskose), Baumwollfaser und Leinen eingesetzt. Ein weiteres wichtiges Anwendungsfeld ist die Baustoffindustrie, wo Zellulosederivate wie Methylcellulose als Fließverbesserer etc. eingesetzt werden.

Außerdem ist Zellulose der Grundstoff für den als Cellophan bekannten Kunststoff Zellglas, der vorwiegend in der Verpackungsindustrie seine Anwendung findet. Ein weiterer Anwendungsbereich von Cellulose ist die Herstellung von Tischtennisbällen.

### 3.5 BIOMASSE

Biomasse ist allgemein die gesamte erzeugte organische Zellschubstanz, welche durch Pflanzen, Tiere oder Mikroorganismen anfällt. Biomasse für energetische Zwecke kommt aus der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und von Reststoffen (Abfälle). Biomasse kann in fester oder flüssiger Form vorkommen und wird zur Energie- (Wärme, Kälte, Strom) und Treibstoffgewinnung (Biodiesel, Pflanzöl) genutzt.

Im Gegensatz zu den fossilen und endlichen Energieträgern Kohle, Erdöl und Erdgas wird Biomasse zu den erneuerbaren bzw. regenerativen Energien gezählt. Die Nutzung von Biomasse als erneuerbare Energiequelle kann die Treibhausgasemissionen reduzieren. Auf diese Weise kann die EU von Energieimporten unabhängiger werden. Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien in der Industrie wird die technologische Innovationen und Beschäftigung in Europa ankurbeln. An der Entwicklung eines als Zellulose-Ethanol bezeichneten regenerativen Autotreibstoffs, der aus pflanzlicher Biomasse hergestellt wird, wird derzeit intensiv geforscht und gearbeitet.

### 3.6 POLYMERE

Polymere sind lange, sich wiederholte Ketten der Moleküle. Der Überbegriff Polymere beschreibt eine Werkstoffgruppe mit vielfältigen teils stark unterschiedlichen Merkmalen. Sie haben einzigartige Eigenschaften, die von Molekülen, aus denen sie hergestellt werden und der Art der chemischen Bindung abhängig sind. Der Ausdruck Polymer (aus dem griechischen: viele Teile) steht für Werkstoffe aus Makromolekülen und wird oft nur für synthetischen Polymere gebraucht. Es gibt auch natürliche Polymere, wie z.B. Zellulose oder Lignine. Polymere werden fast in allen Bereichen des heutigen Lebens gebraucht. Wir finden sie als Komponenten der Telefone und Computer, Lebensmittelverpackungen, Plastikflaschen für Wasser, Textilstoffe, Autoteile und Spielzeug, usw. Forschungen im Bereich der Polymere laufen an verschiedenen Bereichen ab wie Einsatz erneuerbarer Rohstoffe, bessere Funktionalitäten, die den Stoffeinsatz reduzieren etc.

### 3.6.1 Plastik

Plastik ist ein umgangssprachlicher Ausdruck für solche Polymer, heute eher abwertend gebraucht für die breite Palette der synthetischer oder halbsynthetischeren Materialien, die im großen Umfang verwendet werden. Wohin wir sehen, werden wir Plastik finden. Als „Werkstoffklasse“ ist es ein Überbegriff wie Metall. Und so wie Lithium und Blei sich unterscheiden, verstecken sich hinter Plastik eine Vielzahl von unterschiedlichen Kunststoffen. Gemeinsam ist dieser Werkstoffklasse: Relativ niedrige Dichte, warm und elektrische Isolationsfähigkeiten, Formbarkeit. Im Bereich Verpackung dominieren Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol. Ausgangsstoffe sind unterschiedliche organische Verbindungen in erster Reihe sind das verschiedene Fraktionen des rohen Erdöls bzw. heute auch mehr und mehr auch Stärke, Zellulose und Proteine (siehe Bioplastik). Mit überlegter Auswahl des Grundpolymers und der Zusätze bekommen wir vielseitige Materialien, die für eine breite Palette der Verbraucher und Industrieapplikationen gebraucht werden. Die üblicherweise niedrige Dichte macht sie zu idealen Leichtbauwerkstoffen, die beispielsweise in der Automobilindustrie eingesetzt werden. Für anspruchsvolle Applikationen werden sie oft mit Fasern vermischt und daraus Verbundwerkstoffe hergestellt, wobei die zugegebenen Teilchen das Eigenschaftsspektrum deutlich verändern können.

### 3.6.2 Biopolymere

Das Wort Biopolymere hat leider mehrere Definitionsmöglichkeiten und ist nicht gleichbedeutend mit der Lösung des „Plastikproblems“:

Tabelle 1: Biokunststoffe und biologisch abbaubare Kunststoffe

Biokunststoffe und biologisch abbaubarer Kunststoff			
	Produkt	Prozess	Notizen
<b>Biologisch abbaubarer Kunststoff</b>	H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , Methan, Biomasse, (mikrobielles Wachstum)	Biotransformation und Zersetzung durch Mikroorganismen.	Biologisch abbaubarer Kunststoff ist nicht unbedingt unter allen Umgebungsbedingungen so.
<b>Kompostierbarer Kunststoff</b>	Kunststoff mit erhöhter biologischer Abbaubarkeit	Bedingungen für die industrielle Kompostierung	Schneller und kontrollierter Prozess, der genaue Bedingungen erfordert.
<b>Heimkompostierbarer Kunststoff</b>	Kunststoff mit erhöhter biologischer Abbaubarkeit	Bei niedrigen Temperaturen und weniger kontrollierten Bedingungen	Bedingungen für Kompostierbehälter im Inland. Langsamer Prozess.
<b>Biobasierter Kunststoff</b>	Kunststoff, der teilweise oder vollständig aus Biomasse gewonnen wird.	Chemische Vorläufer werden durch Fermentation / Biokatalyse gewonnen.	Biokunststoffe sind nicht unbedingt biologisch abbaubar. Sie können identisch sein mit Kunststoffen aus fossilem Öl, auch wenn der Rohstoff unterschiedlich ist.
<b>Biologisch abbaubarer biobasierter Kunststoff</b>	H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , Methan, Biomasse, (mikrobielles Wachstum)	Chemische Vorläufer werden durch Fermentation / Biokatalyse gewonnen.	Biokunststoffe, die unter industriellen oder häuslichen Bedingungen kompostierbar sind.

Biobasierte Polymer werden aus natürlichen Quellen gewonnen, entweder aus chemisch synthetisierten biologischen Material oder zur Gänze biosynthetisiert in lebenden Organismen. Vor allem im Bereich der Verpackung finden wir heute bereits einige Lösungen aus solchen Materialien. Als Rohstoffe stehen dabei zur Verfügung **Zellulose** (ist die reichste Quelle des Kohlenwasserstoffes auf der Welt; 40 % des ganz organischen Stoffes ist Zellulose), **Stärke** (wir finden sie in Mais, Weizen, Kartoffel und in einigen anderen Pflanzen, ziemlich oft wird sie aber für nicht Ernährungsabsichten verwendet, wie z.B. Herstellung von Papier, Karton und Klebstoffen), **Kollagen** (ist die reichste Proteinquelle bei den Säugetieren, denaturiertes Kollagen stellt aber Gelatine vor, die in Kapseln für Medikamente und in Vitaminpräparaten und in anderen Industrieanwendungen verwendet wird, einschließlich mit den Applikationen in der Fotoindustrie), **Kasein** (kommerziell produzierte vor allem aus magerer Kuhmilch und wird bei Bindegewebe, Klebstoff, Schutzanstrichmittel und bei anderen Produkten verwendet), **Sojaproteine**, **Zein** (Art des Eiweißes

Prolamine, in Mais gefunden) und **Polyester** (werden von Bakterien produziert und man kann sie in größerer Masse mit Fermentationsverfahren herstellen, zurzeit werden sie aber vor allem in biomedizinischer Applikationen verwendet). Gerade die Aufgabe der Verpackung, das verpackte Gut zu schützen, seine Haltbarkeit zu erhöhen, erschwert meist den natürlichen Abbau nach der Verwendung. Auch biobasierte Polymere sollen daher einem Recyclingprozess zugeführt werden.

### 3.7 GLAS

Unter einem Glas versteht man im Allgemein einen nichtkristallinen (amorphen) Feststoff. Seine Bedeutung als Werkstoff liegt in zahlreichen günstigsten Eigenschaften wie der Lichtdurchlässigkeit, der vielfältigen Möglichkeit der Form- und Farbgebung und der Beständigkeit gegenüber den meisten Chemikalien. Glas hat eine geringe Wärmeleitfähigkeit und ist ein elektrischer Isolator. Deshalb nutzt man Glas als Baustoff, als Verpackungsmaterial, als Laborglas oder auch als Material für Glasfasern und für viele andere Zwecke. Glas gehört zu den Werkstoffen, die nahezu unbegrenzt wiederverwendet werden können. Das Erfassen und Verwerten von Altglas entlastet nicht nur die Müllentsorgung, sondern spart auch Rohstoffe und Energie. Bei der Verwertung von Altglas benötigt man bis zu 49 % weniger Energie.

## 4 PRAKTISCHES BEISPIEL: ISOLIERUNG VON HÄUSERN MIT ALTERNATIVEN MATERIALIEN

Bei der Dämmung werden akustische und thermische Dämmung unterschieden. Dämmstoffe zur Wärmedämmung sind leicht und luftig, solche zur Schalldämmung dicht und schwer. Zur Wärmedämmung gehören alle baulichen Maßnahmen, welche Wärmeverluste durch die Gebäudehülle (Außenwände, Keller, Dach) verhindern bzw. reduzieren. Um ein Gebäude mit möglichst niedriger Heizlast zu erhalten, muss der U-Wert der Bauteile so klein wie möglich sein: so gelten beispielweise U-Werte für Passivhäuser von 0,1 bis 0,15 W/m<sup>2</sup>K als angemessen. Für die Ausführung der Gebäudehülle bedeutet dies, dass entweder sehr wärmdämmende Materialien oder entsprechend dicke Wandstärken zum Einsatz kommen müssen.

Naturfaserdämmstoffe, die bei Bedarf mit schwer entflammbaren und insektenabweisenden Substanzen mit geringer Toxizität behandelt werden, sind nun in Europa erhältlich und sind von den U-Werten vergleichbar. Naturfaserisolierungen können als Schüttgut oder Granulat verwendet oder durch geeignete Verwendung eines Bindemittels zu flexiblen oder halbsteifen Platten oder starren Platten geformt werden. Allen Naturfaserdämmstoffen sind die Diffusionsoffenheit für ein gesundes

Raumklima und die klimaregulierende Wirkung durch hohe Sorptionsfähigkeit. Sie sind ökologisch, umweltverträglich und recyclingfähig.

Tabelle 2: Eigenschaften klassischer und alternativer Wärmedämmstoffe

Material	Rohdichte (kg/m <sup>3</sup> )	Wärmeleitfähigkeit Lambda λ (W/mK)	U-Wert bei 10 cm (W/m <sup>2</sup> K)	eingebaute Energie bei der Produktion (kW) für k=0,4 W/m <sup>2</sup> K
<b>Zellulose</b>	30-80	0,045	0,45	8,5
<b>Hanf</b>	20-68	0,040-0,050	0,40-0,50	
<b>Kork</b>	100-220	0,045-0,05	0,45-0,5	77-86
<b>Perlit</b>	90-490	0,050-0,055	0,50-0,55	11-24
<b>Schafwolle</b>	15-60	0,04-0,045	0,4-0,45	/
<b>Baumwolle</b>	20-60	0,04	0,4	/
<b>Holzfasern</b>	30-270	0,04-0,045	0,4-0,45	74-95
<b>Kokosfasern</b>	70-110	0,05	0,5	11
<b>Schaumglas</b>	100-165	0,04-0,055	0,4-0,55	85
<b>Mineralwolle</b>	15-200	0,03-0,045	0,3-0,45	9-90
<b>EPS</b>	15-30	0,035-0,040	0,35-0,40	39-95
<b>PU</b>	20-80	0,020-0,035	0,20-0,35	47-64
<b>XSP</b>	28-45	0,030-0,035	0,30-0,35	43-89

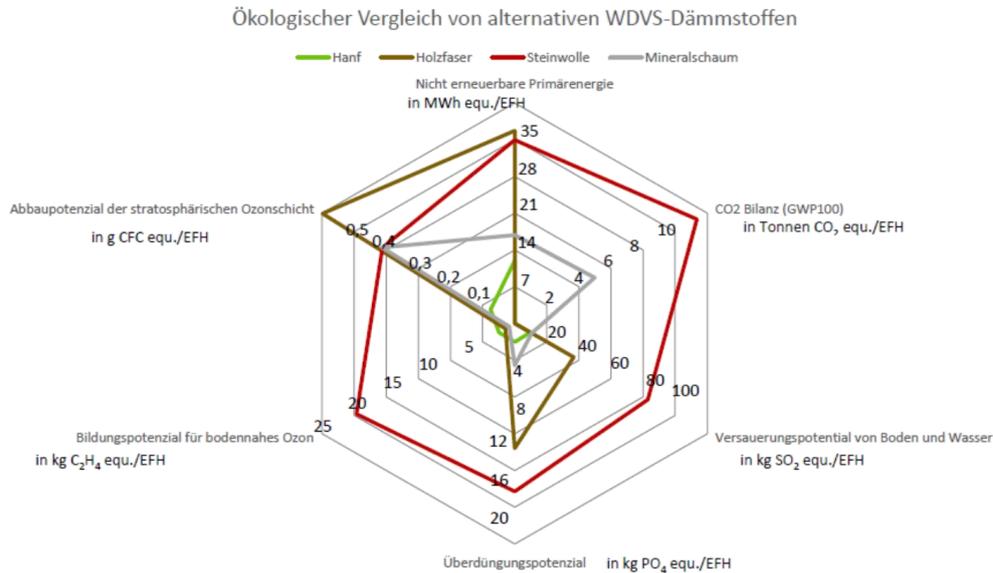


Abbildung 1: Ökologischer Vergleich von alternativer Dämmstoffen.

#### 4.1 POLYSTYROL

Polystyrol wird mit Pentan aufgeschäumt und ist in der Form der meistgenutzte Dämmstoff. Sogenanntes Expandiertes Polystyrol (EPS) wird in Plattenform auf die Häuser geklebt. Es ist billig und leicht zu verarbeiten. Es verrottet nicht, ist entsprechend auch nicht kompostierbar, feuchte- aber nicht UV-beständig. EPS muss flammhemmend ausgerüstet werden, die Additive der Vergangenheit sind heute als bedenklich anzusehen und führen dazu, dass EPS am Ende der Lebensdauer als Sondermüll mit hohen Kosten verbrannt und entsorgt werden muss.

#### 4.2 MINERALSCHAUM

Mineralschaumdämmplatten werden aus mineralischen Baustoffen hergestellt. Die Hauptbestandteile sind gebrannter Kalk, gegebenenfalls auch Zement sowie Quarzsand und ein oft aluminiumhaltiger Porenbildner. Die Mineralschaumplatte ist durch ein geringes spezifisches Gewicht und eine hohe Porosität gekennzeichnet und hat dadurch eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Aufgrund ihrer Druckempfindlichkeit wird sie in der Regel verputzt oder verspachtelt. Mineralschaumdämmplatten sind feuchteunempfindlich und formstabil bei ausreichend hoher Zug- und Druckfestigkeit. Somit ist ihr Einsatz auch in feuchtebelasteter Umgebung möglich.

#### 4.3 HANF

Hanf wird zu Dämmfilzen und in Vliesform verarbeitet und für Trittschall- sowie Zwischensparrendämmung und zum Ausstopfen von Resthohlräumen verwendet. Hanf ist gut wärme- und schalldämmend, sehr robust und resistent gegen Schädliche und Feuchtigkeit. Hanf ist nachwachsend, ohne Pestizide anbaubar und hat kurze Transportwege.

#### 4.4 ZELLULOSEFLOCKEN

Unter den ökologischen Wärmeisolierungsmaterialien werden Zelluloseflocken immer mehr populär. Ihr Vorteil liegt darin, dass es sich um ein Produkt handelt welches recycelt werden kann und man erhält es mit der Überarbeitung von alten Zeitungen. Zelluloseflocken werden nicht als Platten verarbeitet sondern in Hohlräume eingeblasen.

#### 4.5 KORK

Kork wird aus Korkschröt mit Wasserdampf expandiert, mit den in der Rinde enthaltenen Harzen zu Blöcken gebunden, dann zu Platten geschnitten und für die gängigsten Dämmungen verwendet. Kork ist hochbelastbar, schalldämmend und atmungsaktiv. Außerdem verrottungs- und fäulnisresistent. Der nachwachsende Rohstoff enthält keine Binde- und brandhemmenden Mittel, er ist deponiefähig und die Platten sind in Form von Granulat weiterverwendbar. Kork ist aber relativ teuer und die Transportwege sind lang.

#### 4.6 KOKOSFASERN

Kokosfasern sind die brennbaren, hohlen Fasern der Kokoshülle. Unter hohem Druck werden sie teilweise mit Ammoniumsulfat oder Borsalz (Brandhemmer) zu Matten oder Vlies verdichtet, sind feuchteresistent und -ausgleichend. Kokosfasern werden u. a. zur Hohlraumdämmung und Ausstopfung von Restflächen sowie für Vorsatzschalen verwendet. Vorteile: Kokos ist nachwachsend und ausreichend vorhanden, darüber hinaus teilweise kompostierbar. Nachteilig sind der monokulturelle Anbau sowie die langen Transportwege.

#### 4.7 SCHAFWOLLE

Einfach in Dachkonstruktionen, Böden oder als Rohrisolation anzuwenden. Die meisten Platten aus Schafwolle, die am Markt angeboten werden beziehen allerdings ihren Rohstoff aus Neuseeland, insofern sind die Transportwege zum Einsatzort sehr groß. Mottenschutzmittel schützt gegen den Befall von Keratin-verdauenden Insekten. Das Mittel wird wie beim Wollfärben in einem kontrollierten Verfahren bei 40°C aufgebracht. Es geht eine ionische Bindung mit der Wollfaser ein und ist somit dauerhaft wirksam und gesundheitlich unbedenklich. Schafwolle benötigt eine hohe Sauerstoffkonzentration in der Luft, um sich zu entzünden, die meist nicht gegeben ist; erlischt daher von selbst und glost im Brandfall vor sich hin. Schafwolle ist resistent gegen Schimmelpilzbildung. Sie hat eine abstoßende Wirkung auf Nagetiere und ist frostbeständig.

## 4.8 BAUMWOLLE

Baumwolle wird in Matten-, Filz-, oder Flockenform zur Innendämmung oder im Geschoßdecken- und Dachausbau sowie im Holztafelbau verwendet, besitzt gute Wärmedämmeigenschaften, ist elastisch und gut verarbeitbar. Jedoch ist die Staubbelastung bei der Verarbeitung relativ hoch. Baumwolle ist normal bis schwer brennbar, darf aber keiner längeren Durchfeuchtung abgesetzt werden, da sie anfällig für Schimmel ist. Da Baumwolle erst seit einigen Jahren in unseren Breiten als Dämmstoff eingesetzt wird, fehlen Recyclingerfahrungen. Ein Nachteil der Baumwolle sind allerdings die teils Anbaumethoden und Gebiete. So gehen weltweit etwa 25% der gesamten Pestizidproduktion in Baumwollplantagen.

## 4.9 ROHRKOLBEN

Auch aus Rohrkolben und anderen Schilfpflanzen kann man Isolationsplatten herstellen. Besonders in traditionellen und historischen Gebäuden kommt dieser Werkstoff zum Einsatz.

## 4.10 HOLZFASERN

Eine Holzfaserdämmung besteht zu mehr als vier Fünfteln (mindestens 85 Prozent) aus Holzfasern. Die stammen vor allem von Nadelhölzern. Der Grund dafür: Nadelhölzer haben einerseits eine hohe Verfügbarkeit, andererseits sind ihre Holzfasern von besonders guter Qualität.

Zwei Verfahren führen dann zu formstabilen und druckbelastbaren Holzfaserdämmungsplatten: Beim Nassverfahren macht man sich das im Holz enthaltene Lignin zunutze, Das Holz wird mittels thermochemischer Verarbeitung zu Fasern aufgeschlossen. Die dabei entstandene breiige beziehungsweise teigige Masse wird anschließend unter Hitzeeinwirkung abgebunden. Bei diesem auch Aufschluss genannten Prozess bindet das Lignin in Verbindung mit Wasser die einzelnen Holzfasern. Weitere Zusätze sind nicht nötig. Allerdings kann man harzige oder bitumenhaltige Zugaben beifügen, um der Holzfaserdämmung, besondere Abwehrkräfte gegenüber Feuchtigkeit beziehungsweise eine höhere Festigkeit zu verleihen. Nach dem Trocknen des Holzkuchens wird er konfektioniert: auf Format gebracht, gegebenenfalls profiliert, zugeschnitten und für dickere Dämmungen schichtverklebt.

Holzfaserdämmungen lassen sich auch im Trockenverfahren fertigen: Hierfür werden die aufgeschlossenen Holzfasern unmittelbar nach dem Aufschluss so weit getrocknet, wie es für den Beleimungsprozess nötig ist. Sie besitzen danach lediglich eine Restfeuchte und kommen direkt in einen sogenannten Beleimkanal beziehungsweise -turm, wo sie mit Bindemittel beleimt werden. Anschließend werden die beleimten Fasern ausgestreut, gepresst und mit Hilfe eines Dampf-Luft-Mixes gehärtet.

## 5 BEISPIELE GUTER PRAXIS

In diesem Kapitel werden heimische und ausländische Beispiele der guten Praxis des nachhaltigen Wirtschaftens auf dem Gebiet der Holzwirtschaft und Polymere vorgestellt, welche aus der Industrie sowie auch aus Institutionen des Wissens hervorgehen.

### 5.1 WOODY GMBH

Das Unternehmen Woody GmbH ist ein österreichisches Familienunternehmen in Südkärnten, welches modische Schuhe aus Holz anfertigt. Das Unternehmen bedient sich dabei natürlicher und gesunder Materialien, sorgfältiger Anfertigung sowie eines raffinierten Systems der mehrlagigen hölzernen Schuhsohle. Die natürliche Grundlage der Schuhe ist Holz, welches Tragekomfort und elegantes Aussehen garantiert ([www.woody.co.at](http://www.woody.co.at)).

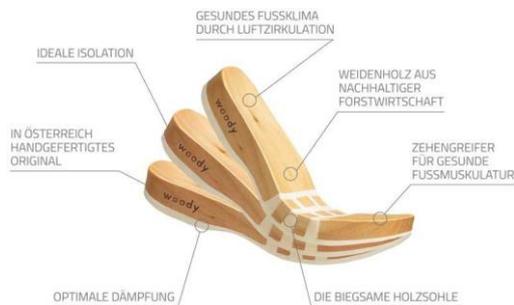


Bild 2: Schuhe aus Holz, mit innovativer Sohle, die nach mehrtausend gelaufenen Meter unverändert bleibt.

### 5.2 EVEGREEN

Das slowenische Unternehmen Evegreen aus Mislinja bildet eine strategische Partnerschaft mit dem deutschen Unternehmen Spectalite mit dem Ziel, den Gebrauch von Biopolymeren, verstärkt durch natürliche Fasern, zu erhöhen. Das Unternehmen hat eine Serie von 100% biologisch abbaubaren Blumentöpfen eingeführt, welche sich im Boden einfach abbauen. Ein Blumentopf, im Garten eingepflanzt, schützt zunächst den Pflänzling vor Parasiten, wird nach 22 Wochen zum Dünger und die Pflanze braucht dadurch kein zusätzliches Düngen. ([www.bioplasticpot.com](http://www.bioplasticpot.com)).



Bild 3: Abbaubare Blumentöpfe des Unternehmens Evegreen

### 5.3 VPZ VERPACKUNGSZENTRUM GMBH

Das Unternehmen VPZ hat kompostierbare Netze für Obst und Gemüse Packnatur® entwickelt, welche kompostiert und recycelt werden können. Der Rohstoff für das Zellulosenetz ist Buchenholz, gewonnen durch die Durchforstung von Wäldern in Mitteleuropa (1/3 Österreich, 2/3 aus anderen Teilen Mitteleuropas) ([www.vpz.at](http://www.vpz.at)).



Bild 4: Zellulosenetze des Unternehmens VPZ.

### 5.4 PROJEKT APPLAUSE

Die Gemeinde Ljubljana hat sich im Rahmen des Projektes Applause mit dem Verein REGENERACIJA, dem Botanischen Garten der Universität in Ljubljana, dem Institut für Zellulose und Papier sowie dem Unternehmen Snaga verbunden. Zusammen haben sie als Erste auf der Welt Papier aus dem japanischen Staudenknöterich auf halbindustrieller Ebene hergestellt. Somit sind sie auf eine innovative Weise an die Lösung der Problematik der invasiven nicht heimischen Pflanzenarten nach Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft herangetreten. 2017 haben sie aus dem manuell hergestellten Papier auch Promotionsmaterial für die Parks Tivoli, Rožnik und Šišenski hrib, sowie Kalender, Karten und das Spiel Memory hergestellt. Beim 8. Brumen Biennale des slowenischen Designs haben sie den Preis für ausgezeichnetes slowenisches Design bekommen (<https://www.ljubljana.si/en/applause/paper-products/>).



Bild 5: Papier aus dem japanischen Staudenknöterich sowie das Spiel Memory, hergestellt aus dieser invasiven nicht heimischen Pflanzenart.

## 5.5 DM DROGERIE

Die DM Drogerie griff in das Konzept der Einkaufsgewohnheiten und Einkaufstaschen ein, welche nunmehr aus Papier und recyceltem Material bestehen. In den wiederverwerteten Tüten stehen viele Produkte von heimischen Markenzeichen zur Verfügung. Auf diese Weise spart man bis zu zwei Drittel Plastik ein ([https://www.dm-drogeriemarkt.at/at\\_homepage/verantwortung/oekologie/644554/oekologie\\_mehrwegstatt\\_einweg.html](https://www.dm-drogeriemarkt.at/at_homepage/verantwortung/oekologie/644554/oekologie_mehrwegstatt_einweg.html)).



Bild 6: Einkaufstasche aus recyceltem Material.

## 5.6 BIOTREM

Das polnische Unternehmen Biotrem hat Bio-Teller entwickelt und hergestellt, welche aus Weizenkleie gemacht werden, als Nahrungsmittel zertifiziert sind und anstelle von Plastiktellern bei Veranstaltungen, Picknicken und auch in Restaurants benutzt werden (<https://biotrem.pl/en/>).



Bild 7: Teller, hergestellt aus Weizenkleie.

## 5.7 ANDREA VENDURA

Der italienische Schuhmacher verwendet neben pflanzlichen Materialien auch Material, das aus recycelten Fischernetzen gewonnen wird, um Designerschuhe herzustellen. (<https://www.verdurashoes.com/>).



*Bild 8: Ein Schuh, hergestellt aus recyceltem Fischernetz.*

## 5.8 PLASTIKA SKAZA

Das slowenische Unternehmen Plastika Skaza verwendet neben recycelter Plastik für technische Produkte auch Bioplastik, welche den Großteil der Produktionslinien von Gläsern, Tellern und Geschirr darstellt. Dazu haben sie noch eine Linie von Gläsern, die aus Zuckerrohr hergestellt werden (<https://www.skaza.si/>).



*Bild 9: Produktionslinie der Gläser „Love2Life“, hergestellt aus Zuckerrohr.*

## 6 PRODUKTLEBENSZYKLUS

Der Entwurf des Produktlebenszyklus basiert auf der Tatsache, dass Alles auf der Welt, vom Menschen, Pflanzen, Tieren bis zum Produkt auf dem Markt, durch eine Lebensdauer begrenzt ist. Zurzeit ist vor allem der Produktlebenszyklus von seinem Entwurf bis zum Gebrauch relevant, was sich in der Form der konkurrierenden Produktdynamik sowie im Gewinn widerspiegelt, seltener wird jedoch in den Kontext auch die Phase des Produkts nach Ablauf seiner Lebensdauer eingeschlossen, was einer der Säulen der Kreislaufwirtschaft ist. In diesem Kapitel werden alle Produktphasen, mit Betonung auf dem vollständigen Lebenszyklus, vorgestellt.

### 6.1 PHASE DER PRODUKTENTWICKLUNG

In der Phase der Produktentwicklung ist sehr wichtig die Erforschung des Gebrauchs des neuen Materials und das Überlegen über neue Alternativen und/oder neue Wege des Materials. Das verwendete Material und die Herstellungsart des Produkts haben großen Einfluss auf die späteren Phasen des Produktlebenszyklus. Der Standort, von wo die Rohstoffe herkommen und wo sie gewonnen werden, kann sich entscheidend auf die sozialen Umstände und die Arbeitsumstände in anderen Ländern sowie auf die Transportentfernung und Verpackung auswirken. Die Art, auf die sie konstruiert sind, wirkt sich auf den Gebrauch des Produkts aus, auf die Möglichkeit der Reparatur, Verwendung für andere Zwecke wie ursprünglich vorgesehen und auch die Möglichkeit einer erneuten Verwendung. Der Ansatz, welche mit der Überlegung über den Lebenszyklus beginnt und den Preis des Lebenszyklus einbezieht, ist ein sehr guter Ausgangspunkt, der im Idealfall zur Überlegung über das „Von der Wiege zur Wiege“ (Cradle to Cradle oder C2C) führt und das ganzheitliche Konzept zur ganzheitlichen Betrachtung des Produktes oder Dienstleistung.

Wichtige Fragen in der Phase der Produktentwicklung, die man sich stellen muss:

- Wie wähle ich meine Materialien aus?
- Welche Materialien habe ich vor einzusetzen und was sind ihre Vor- und Nachteile?
- Ist das ausgewählte Material biologisch abbaubar?
- Kann das Material recycelt und repariert werden und unter welchen Bedingungen?
- Was passiert am Ende der Lebensdauer des Produkts - kann es für andere Zwecke verwendet werden, kann es recycelt werden?
- Bin ich der Meinung, dass nur primäre Materialien fürs Recyceln geeignet sind oder auch die sekundären bzw. erneuerbaren Teile?
- Besteht das Material aus erneuerbaren Rohstoffen?
- Wird das Material aus Verbindungen und/oder ungewöhnlichen Material zusammengesetzt?
- Könnte man anstelle des Produkts die Dienstleistung verkaufen?

- Habe ich den Lebenszyklus des nächsten Produkts eingeschätzt?
- Kann ich in dieser Phase den Ansatz des ökologischen Designs anwendet und/oder das Prinzip der ökologischen Wirksamkeit einschließen?

### 6.1.1 Beispiel guter Praxis: BEIERSDORF

Die neue Form der Plastikflaschen bei Nivea verbraucht 350 Tonnen Plastik weniger pro Jahr und ist 100% recycelbar. (<https://www.beiersdorf.at/sustainability/products/packaging>)



Bild 10: Neue Verpackungsform mit der 350 Tonnen Plastik pro Jahr eingespart wird

### 6.1.2 Beispiel guter Praxis: DONAR

Das Unternehmen verwendet bei seiner Produktion von Stühlen Abfallstoffe und hochfrequente Pressung zum Kleben, wobei von entscheidender Bedeutung ausgezeichnetes Industriedesign ist. Bis zu 70 % des Filzes gewinnen sie aus recycelten Plastikflaschen (<http://donar.si/>).



Bild 3: Stuhl aus recyceltem Kunststoff.

### 6.1.3 Beispiel guter Praxis: VÖSLAUER

Das Gewicht der 1,5-Liter-Flasche wurde im Vergleich zum Jahr 2000 um 20 % verringert, auch der Flaschendeckel mit Schraubverschluss wurde modernisiert. Das spart 1,5 Gramm pro Einheit. Eine Neuheit ist auch die 1-Liter Pfandflasche. Plastikflaschen sind aus dem recyceltem PET gefertigt und alle Abfallstoffe werden zu 100 % recycelt (<https://www.voeslauer.com/web/at/>).



Bild 4: 100% recycelte PET-Flaschen.

## 6.1 DIE PHASE DER RESSOURCEN, PRODUKTION UND DISTRIBUTION

Der Produktionsprozess ist untereinander verbunden. Dabei dürfen wir uns aber nicht nur auf die Produktproduktion konzentrieren, sondern müssen auch den Prozess der Rohstoffgewinnung (Rohstoffherzeugung, Rohstoffgewinnung) und die Distribution des Endproduktes (das auch die Anforderungen hinsichtlich der Verpackung und des Transportes umfasst) berücksichtigen.

### 6.1.4 Rohstoffgewinnung

Wichtig ist, dass es im ersten Schritt untersucht wird, von wo die Rohstoffe stammen. Dazu gehört auch die Prüfung, ob diese Rohstoffe begrenzt oder selten sind und ob sie aus den Ländern mit schlechten Arbeitsbedingungen und sozialen Standards stammen. Dabei dürfen wir auch die politische Situation in diesem Land nicht ignorieren. Bei der Kalkulation müssen auch die Energie, die für die Ressourcenschöpfung notwendig ist, und der Produktionsbedarf an Rohstoffen einberechnet werden.

### 6.1.5 Produktion und Fertigung

Im zweiten Schritt muss der Produktionsort, zusammen mit dem Produktionsprozess und den Abfällen, die dort erzeugt werden, geprüft werden. Wichtige Themen am Produktionsort sind Energieeffizienz, Wiederverwendung von Wärme und Wasser, Emissionsreduzierung, Materialströme und Abfallwirtschaft. Später muss auch erforscht werden, ob es möglich ist, die Abfälle, die im Produktionsprozess erzeugt werden, zu vermeiden, oder ob die Nebenprodukte erneut in den gleichen Produktionsprozess integriert werden können, oder ob sie als Sekundärquellen in einem anderen Prozess verwendet werden können und wenn es möglich ist, die Abfälle zu recyceln und sie dann als Sekundärquellen zu verwenden.

### 6.1.6 Distribution

Die Distribution muss sich sowohl auf die Entfernung des Transportes konzentrieren, als auch darauf, ob besondere Bedingungen für die Verpackung bestehen und welche Transportart ausgewählt wird (z. B. Land, See, Schiene, Luft).

**Wichtige Fragen in dieser Phase, die man sich stellen muss:**

- Ist die Produktion von den importierten Ressourcen und Rohstoffen abhängig?
- Ist das Produkt für die Massenproduktion oder nur für eine begrenzte Zahl bestimmt? Gibt es die Möglichkeit einer Produktion auf Anfrage?
- Beeinflusst die Produktionsart des Produktes die entstehende Abfallmenge?
- Müssen bei der Produktion gefährliche Stoffe verwendet werden, wie z.B. für den Schutz der Produktoberfläche?
- Ist es möglich, die Produktionsabfälle zu reduzieren (oder zu vermeiden) und/oder können sie als Sekundärmaterial (in der Produktion selbst und auch in anderen Unternehmen) verwendet werden?

#### 6.2.1.1 BEISPIEL GUTER PRAXIS: REWE GROUP

Die Eierverpackung ist aus Altpapier, Kosmetiktuben sind bis zu 60 % aus recycelten Materialien und Flaschen und Kartonverpackungen sind aus 100 % recycelten Materialien. Alle Verpackungen sind so zu sagen „grüne Verpackung“ (<https://www.gemeinsam-nachhaltig.at/gruene-produkte/nachhaltigere-verpackungen/>).



Bild 5: Die Verpackung ist zu 100 % abbaubar.

#### 6.2.1.2 BEISPIEL GUTER PRAXIS: MAUTNER - MARKHOF

Die Anwendung neuer Technologien spart mehrere zehn Tonnen an Kunststoffolie, optimiert Verpackungskonzepte und reduziert Altpapier um 30 Tonnen und leichte Flaschen sparen 80 Tonnen

Gewicht. Zusätzlich sind Tuben aus recycelten Aluminium und Glas aus recyceltem Glas (<http://www.mautner.at/unternehmen/umwelt-gesellschaft.html>).

### 6.2.1.3 BEISPIEL GUTER PRAXIS: KOPUR

Das Unternehmen möchte führend auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung von Produkten aus recyceltem Material, das gute akustische, wärmeisolierende und feuerfeste Eigenschaften hat, werden. Ihre Produkte aus dem recycelten polyurethanen Schaum und aus Filz verwenden Autohersteller für die Gewährleistung der Sitzfestigkeit und als Füllstoff für die Schalldämmung. Für die Schall- und Wärmedämmung werden sie auch von den Herstellern von Fenstern und Türen, Haushaltsgeräten und Holz- und Ziegelhäuser eingebaut (<https://www.kopur.si/>).

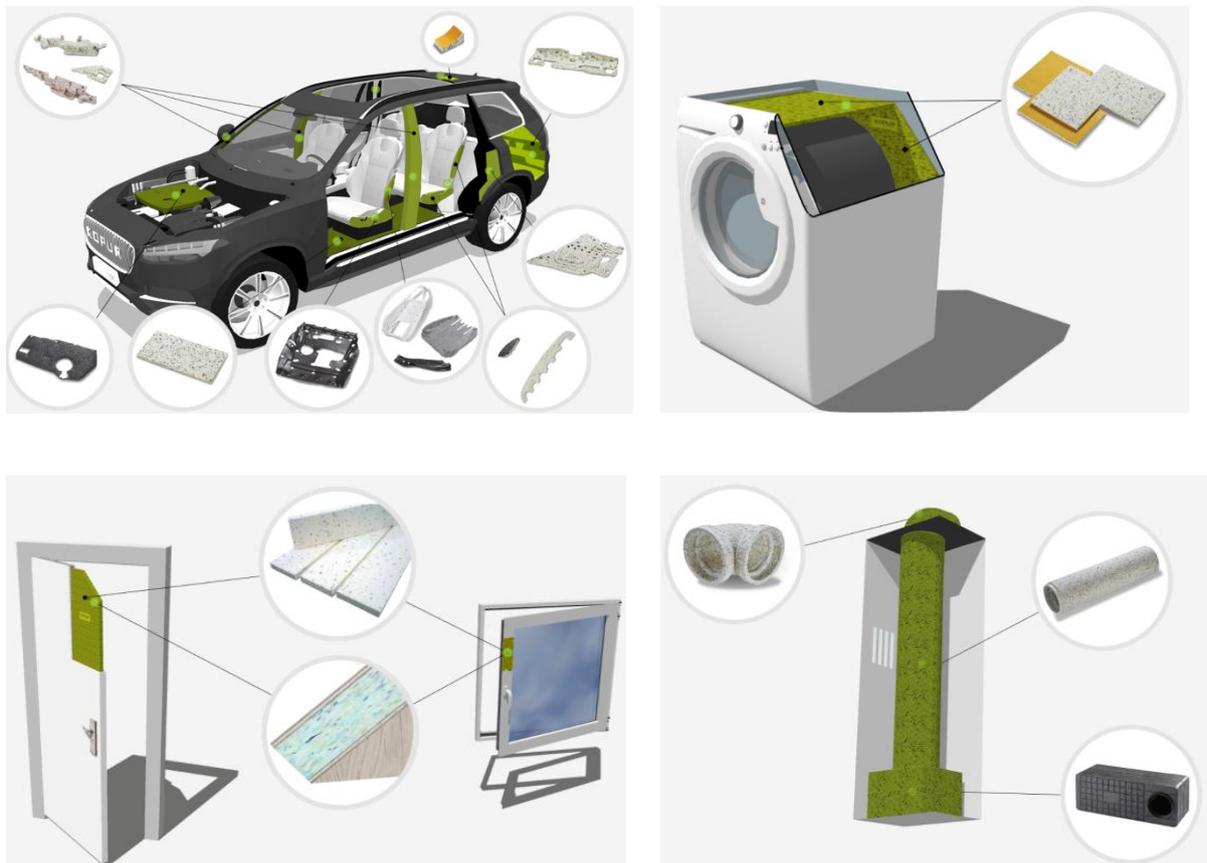


Bild 6: Produkte von Kopur aus recyceltem polyurethanem Schaum.

#### 6.2.1.4 BEISPIEL GUTER PRAXIS: PROCTER & GAMBEL

Das Unternehmen verwendet recycelte Plastik für die Herstellung von Shampoo-Flaschen (<https://us.pg.com/environmental-sustainability/>).



Bild 7: Verwendung von recycelter Plastik.

### 6.3 DIE PHASE DER PRODUKTNUTZUNG

In der Phase der Produktnutzung ist es wichtig, dass wir uns nicht nur auf die voraussichtliche Verwendung des Produktes konzentrieren. Es muss geprüft werden, ob es möglich ist, dass das Produkt von den Benutzern auf eine andere Art und/oder zum anderen Zweck verwendet werden kann. In der linearen Wirtschaft gibt es einen Anreiz für die Verwendung von Produkten in einer schnellen Reihenfolge, die Produkte werden schnell mit neueren Modellen ersetzt. In der Kreislaufwirtschaft wird der Zeitrahmen für die Verwendung des Produktes verlängert (theoretisch auf unbestimmte Zeit). Das kann man mit der Herstellung von wiederverwendbaren Produkten oder Produkten, die einfach upzugraden, zu verändern sind, erreichen. Darüber hinaus kann man in der Kreislaufwirtschaft ohne weitere Probleme die Produkte reparieren und/oder teilen. In der Verbindung mit der nächsten Phase des Lebenszyklus ist wichtig, auch die Möglichkeiten für den Fall, dass die Benutzer das Produkt recyceln müssen, zu überprüfen.

**Wichtige Fragen in dieser Phase, die man sich stellen muss:**

- Wie kann man den Lebenszyklus des Produktes verlängern?
- Wie kann ich die Garantie und Wartung verlängern?
- Kann das Produkt der/die BenutzerIn mit anderen teilen?
- Kann ich das Produkt als Dienstleistung vermarkten?
- Ist es möglich das Produkt auf eine andere, nicht vorgesehene, Art zu verwenden? Kann man es upgraden, verändern?

- Ist es möglich die Verwendung des Produktes anzupassen?
- Ist es möglich das Produkt einfach zu reparieren?
- Gibt es ein System für die Rückgabe des Produktes?
- Ist es möglich das Produkt wiederherzustellen oder zu verarbeiten?

## 6.4 DIE PHASE DES ENDES DES PRODUKTLEBENSZYKLUS

In der linearen Wirtschaft ist die Phase des Endes des Produktlebenszyklus die letzte Phase des Produktes. Nach dieser Phase wird das Produkt in der linearen Wirtschaft entfernt. Im Gegensatz dazu neigt die Kreislaufwirtschaft zum Schließen des Kreislaufs und zwar so, dass das Produkt oder seine Komponenten (oder Teile der Komponenten) in den Zyklus zurückkehren. Das kann mit der Integration in den ursprünglichen Kreislauf (das gleiche Produkt) oder mit der Integration in den zweiten Kreislauf (ein anderes Produkt oder Prozess) passieren. In der Kreislaufwirtschaft wird die Phase des Endes des Produktlebenszyklus nicht als Endphase behandelt, sondern als der Anfang eines neuen Zyklus. Alle Produkte können nicht endlos recycelt werden und sich im Kreislauf für immer halten. Wenn die Materiale nur für die Verbrennung geeignet sind, ist es wichtig, ein Schema für Erneuerung der Energie und Wärme (und natürlich auch eine ausreichende Luftfiltration und sichere Ablagerung der Asche) zu benutzen. Darüber hinaus besteht hier noch eine Verbindung mit der Phase des Produktdesigns und mit dem Produktionsprozess. Mit einer geplanten Designphase kann nämlich erreicht werden, dass Produkte hergestellt werden, die teilweise oder im Ganzen auf den Mülldeponien enden werden. Dies wird durch die Auswahl anderer Materialien oder Herstellungsverfahren (z. B. Verwendung von Rohstoffen, die nicht recycelt werden können) erreicht. Wenn es möglich ist, muss man die Materialien, die schrittweise abgegeben werden, recyceln oder verarbeiten. Wenn es nicht möglich ist, muss man sie mit der Energie und Wärmerückgewinnung so verbrennen, dass die Energie und Wärmerückgewinnung für andere Prozesse verwendet wird.

### **Wichtige Fragen in dieser Phase, die man sich stellen muss:**

- Wie ist das Potenzial für die Wiederverwendung?
- Ob es wiederverwendbar auf eine ähnliche oder andere Art (upgraden, anpassen) ist?
- Wie sehen die Recycle-Möglichkeiten des Produktes und seiner einzelnen Bauteile aus?
- Ist es möglich, das Material oder die Komponenten des Produktes wieder im Produktionsprozess (gleiches Produkt) oder in einem anderen Produktionsprozess (neues Produkt) als z. B. Sekundärmaterial einzusetzen?
- Müssen die Produkte oder Materialien schrittweise abgeschafft werden: können sie mit dem Energieverbrauch und der Wärmerückgewinnung verbrannt werden?
- Kann ich das Ablagern auf der Mülldeponie vermeiden?
- Sind sie stabil und können sie auf einer sicheren Deponie gemäß den geltenden Rechtsvorschriften gelagert werden, falls sie auf der Mülldeponie abgelagert werden müssen?

### 6.1.7 Beispiel guter Praxis: AQUAFIL

Das Unternehmen stellt aus ausgedienten Fischernetzen ökologischen Nylon her, welches für Produkte für den Haushalt, Sportgeräte und andere Kleidungsstücke verwendet wird (<https://www.aquafil.com/>).



Bild 8: Verwendung des ökologischen Nylons für unterschiedliche Zwecke.

### 6.1.8 Beispiel guter Praxis: BOLJE

Das Unternehmen vermarktet Duftkerzen *Oilright*, die von Menschen mit langdauernden Problemen in geistlicher Gesundheit aus Altspeseöl hergestellt werden. Sie vermarkten auch Sets, mit denen sie die Kerzen alleine herstellen können (<http://www.bolje.si/>).



Bild 9: Duftkerzen aus Altspeseöl.

### 6.1.9 Beispiel guter Praxis: DESTILATOR

Im Unternehmen produzieren sie Ballerinas aus alten Hosen und anderen Alttextilien und die Verpackung (Säcke) stellen sie aus alten Gardinen her. Sie produzieren auch Geldbörsen und Mappen aus Werbetafeln und aus Eierkartons stellen sie handgemachtes Papier her, aus dem sie weitere Produkte herstellen.

### 6.1.10 Beispiel guter Praxis: M SORA

Das Unternehmen ist ein slowenischer Hersteller von Holz- und Holz-Alu-Fenstern, so wie von Eingangstüren, der sich der Nachhaltigkeit bewusst ist. Darüber hinaus stellen sie auch Bauelemente aus Altholz her. Im Rahmen des Projektes *Kreativer Weg zum Wissen* (slo. *Kreativna pot do znanja*), das seitens des europäischen Sozialfonds und des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Sport finanziert wurde, entwickelte das Unternehmen in der Zusammenarbeit mit UP FAMNIT und Innorenew CoE die mobile Applikation RecAppture. Mit dieser Applikation können die Besitzer des Altholzes Fotografien hochladen, die geschätzte Menge und den Standort des Holzes angeben, welches dann vom Unternehmen M Sora abgekauft werden kann ([www.m-sora.si](http://www.m-sora.si)).



Bild 10: Mobile Applikation RecAppture.

## 7 SCHLUSS

---

Das Handbuch des Projektes Start Circles stellt die Wichtigkeit der Erforschung des Produktlebenszyklus aus allen Aspekten und Phasen, mit dem Zweck der Darstellung der möglichen Verbesserungen und Veränderung dar. Zwischen einzelnen Phasen besteht eine offensichtliche Abhängigkeit, wobei schon eine kleine Anpassung große Veränderungen verursachen kann. Es gibt keine schwarz-weiß Entscheidungen, aber es müssen einzelne Entscheidungen getroffen werden. Obwohl es nicht immer möglich ist, einen vollständigen Übergang vom linearen zum kreisläufigen Wirtschaftsmodell zu machen, ist es trotzdem möglich einige Kreisläufe zu schließen und die Verbindungen zu finden, wo es diese noch nicht gab, um bestimmtes Material so lange wie möglich im Kreislauf zu behalten.

Das Handbuch legt besonderen Wert auf Materialien auf der Basis von Holz und Polymer-Materialien und Biopolymeren. Das Holz ist der einzige natürliche nachwachsende Rohstoff, den wir auf dem Programmgebiet des Projektes Start Circles zurzeit noch im Überfluss haben. Diesen haben wir sowohl auf diesem Gebiet, als auch auf dem Gebiet der ganzen Europäischen Union noch im Überfluss, aber die Studien zeigen, dass auch dieser in den Jahren von 2020 bis 2050 zu mangeln beginnen wird, deswegen ist es notwendig, mit ihm wirtschaftlich umzugehen. Dem Holz, sowie den anderen Materialien (Polymeren) ist notwendig den Wert zu geben, aus Nebenprodukten und Abfällen neue Produkte zu machen und somit das Material so lang wie möglich im Zyklus zu halten. Nur damit werden wir den Kreislauf schließen und aus einem linearen wirtschaftlichen Modell auf ein kreislaufwirtschaftliches Modell übergehen.

## 8 QUELLEN

---

- Aquafil S.p.A. Italien. <https://www.aquafil.com/>
- Andrea Vendura. Vendura Shoes. <https://www.verdurashoes.com/>
- APPLAUSE. Erkennung invasiver gebietsfremder Pflanzen und deren Umwandlung in nützliche Produkte. <https://www.ljubljana.si/en/ljubljana-for-you/environmental-protection/towards-circular-economy/examples-of-circular-economy/projekt-applause/>
- Beiersdorf Central Eastern Europe Group GmbH. <https://www.beiersdorf.at>
- Bioterem SP. Z.O.O. <https://biotrem.pl/en/>
- BOLJE, družba za odgovorno ravnanje z odpadki, d.o.o. <http://www.bolje.si>
- CEL.KROG, 2019: <http://celkrog.si/kljucni-pojmi/krozno-gospodarstvo/>
- Donar d.o.o. <http://donar.si/>
- Drogerie Markt. <https://www.dm-drogeriemarkt.at/>
- EBM, 2014: <https://ebm.si/zw/o/2014/evropa-snuje-pot-v-krozno-gospodarstvo-kaj-pa-mi/>
- Ellen MacArthur Foundation 2019. Circular Design Guide. <https://www.circulardesignguide.com/>
- EVERGREEN. <http://www.bioplasticpot.com>
- KOPUR proizvodnja in storitve d.o.o. <https://www.kopur.si/>
- M SORA d.d. <https://www.m-sora.si/si/>
- Mautner Markhof Feinkost GmbH. <http://www.mautner.at>
- MOVECO 2017. New material pathways. <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/moveco/section/circular-toolbox>
- MOVECO 2017. Broschüre „Alle Abfälle sind mein Schatz“ (slo. „Vaši odpadki so moj zaklad“). <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/moveco/section/best-practice>
- MOVECO 2018. Bilten - Support-Tool für Kreislaufwirtschaft.
- Nationaler Rat für Umwelt ohne Abfälle 2019. Tool-Sammlung für Unternehmen der Kreislaufwirtschaft. <http://www.nzwc.ca/Documents/CircularEconomyBusinessToolkit.pdf>
- Plastika SKAZA, proizvodnja, trgovina, storitve, d.o.o. <https://www.skaza.si/>
- Procter & Gamble. <https://us.pg.com/>
- REWE International AG. <https://www.rewe-group.at/>
- Vöslauer Mineralwasser GmbH. <https://www.voelslauer.com>

## 9 SCHLÜSSELDOKUMENTE DER EUROPÄISCHEN UNION ÜBER DIE KREISLAUFWIRTSCHAFT

---

- Kreislaufwirtschaft - Ausführung des Aktionsplanes für die Kreislaufwirtschaft. [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)
- Auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft. [https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy\\_en](https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_en)
- Kreislaufwirtschaft. [https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en)
- Kreislaufwirtschaft - Überblick. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy>

## 10 SCHLÜSSELDOKUMENTE DER EUROPÄISCHEN UNION ÜBER DIE PLASTIKSTRATEGIE

---

- EU-Plastikstrategie in Kreislaufwirtschaft - Broschüre.
- Bilten über die Plastikstrategie in der Kreislaufwirtschaft. [https://ec.europa.eu/commission/publications/factsheets-european-strategy-plastics-circular-economy\\_en](https://ec.europa.eu/commission/publications/factsheets-european-strategy-plastics-circular-economy_en)
- Bilten - Veränderung der Art der Verwendung von Plastik.

## 11 ALLGEMEINE INFORMATIONEN

---

Die Publikation wurde im Rahmen des Projekts Start Circles erstellt.

Führender Partner des Projekts:

Wirtschaftskammer Sloweniens

Dimičeva 13

SI - 1504 Ljubljana

Slowenien

[www.gzs.si](http://www.gzs.si)

Führender Partner der Publikation:

Kompetenzzentrum Holz GmbH

Altenberger Straße 69

A - 4040 Linz

c/o Wood Carinthian Competence Center

Klagenfurter Straße 87-89

A - 9300 Sankt Veit an der Glan

[www.wood-kplus.at](http://www.wood-kplus.at)

Dokumente wurden von Vanja Turičnik, Maja Mešl, Aleš Ugovšek und Antonija Božič Cerar in Namen aller Projektpartner des Projekts Start Circles erstellt.