



# Thinking Circular

**„Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy“**



20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

1. Circular Economy – Definition, Treiber, Grenzen, Herausforderungen
2. Stoffstrom Altreifen – Herausforderungen
3. Innovationsmanagement innerhalb der Circular Economy

# 1. Circular Economy – Definition, Treiber, Grenzen, Herausforderungen



# Circular Economy: Vision: Eine Welt ohne Abfall

20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

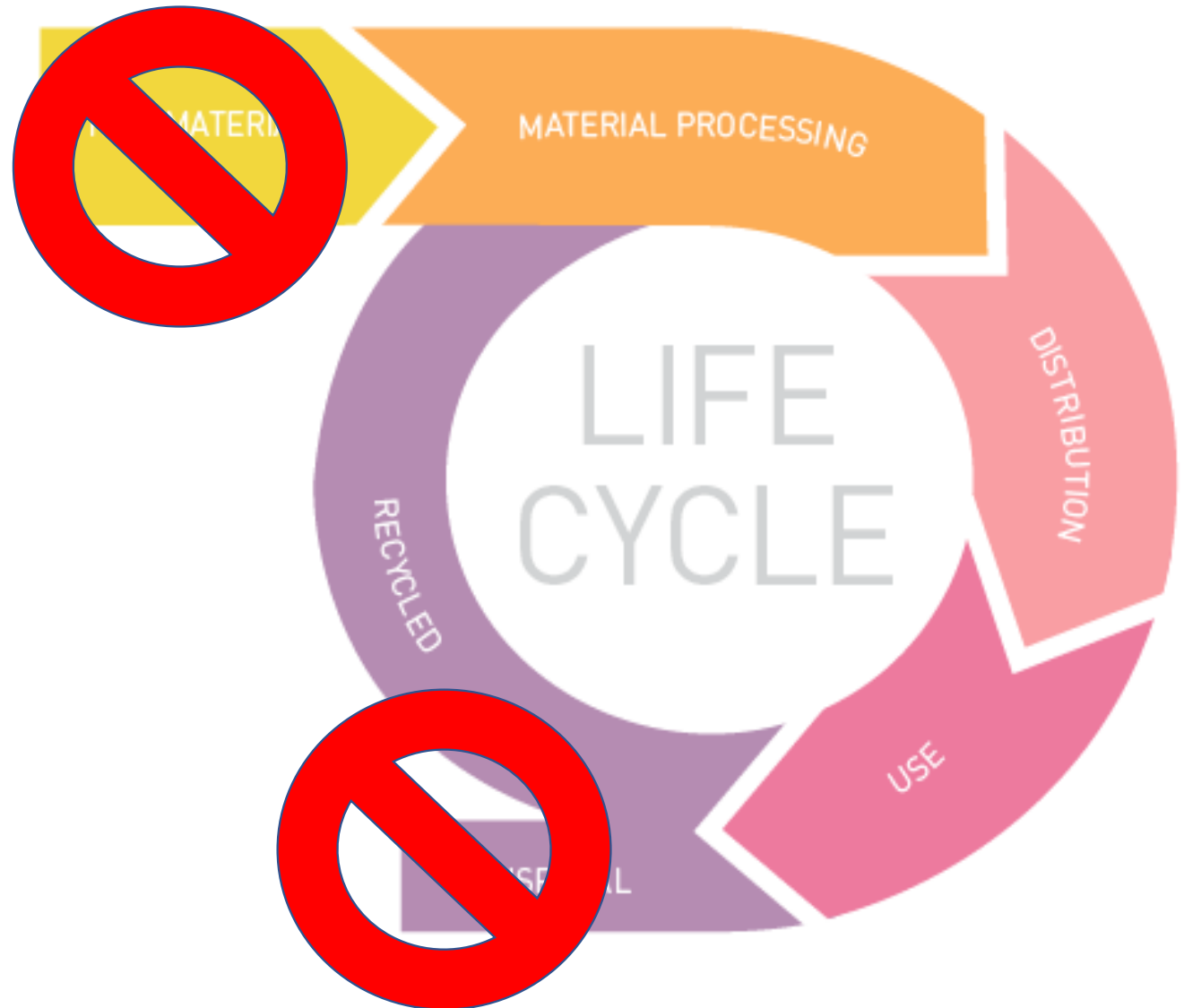
5

# Definition Circular Economy

Quelle	Definition
UNEP, 2006	A Circular Economy is an economy which <b>balances</b> economic development with environmental and resources protection...
European Commission, 2015	„In a circular economy the value of products and materials is maintained for as long as possible, waste and resources use are <b>minimised</b> and <b>resources are kept within the economy</b> when a product has reached the end of its life, to be used again and again to create future value.“
EMF, 2016	„A circular economy is one that is <b>restorative</b> and <b>regenerative</b> by design“
§ 3 (19) KrWG	Kreislaufwirtschaft ist die Vermeidung und Verwertung von Abfällen
Baulexikon, 2016	„Rohstoffe sollen über den Lebenszyklus einer Ware hinaus wieder vollständig in den Produktionsprozess zurückgelangen.“
EPEA, 2019	„Cradle-to-Cradle“, Trennung von biologischem und technologischem Kreislauf



Thinking  
Circular



LCA:  
Do good!  
Do better!  
Do no harm!

20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück



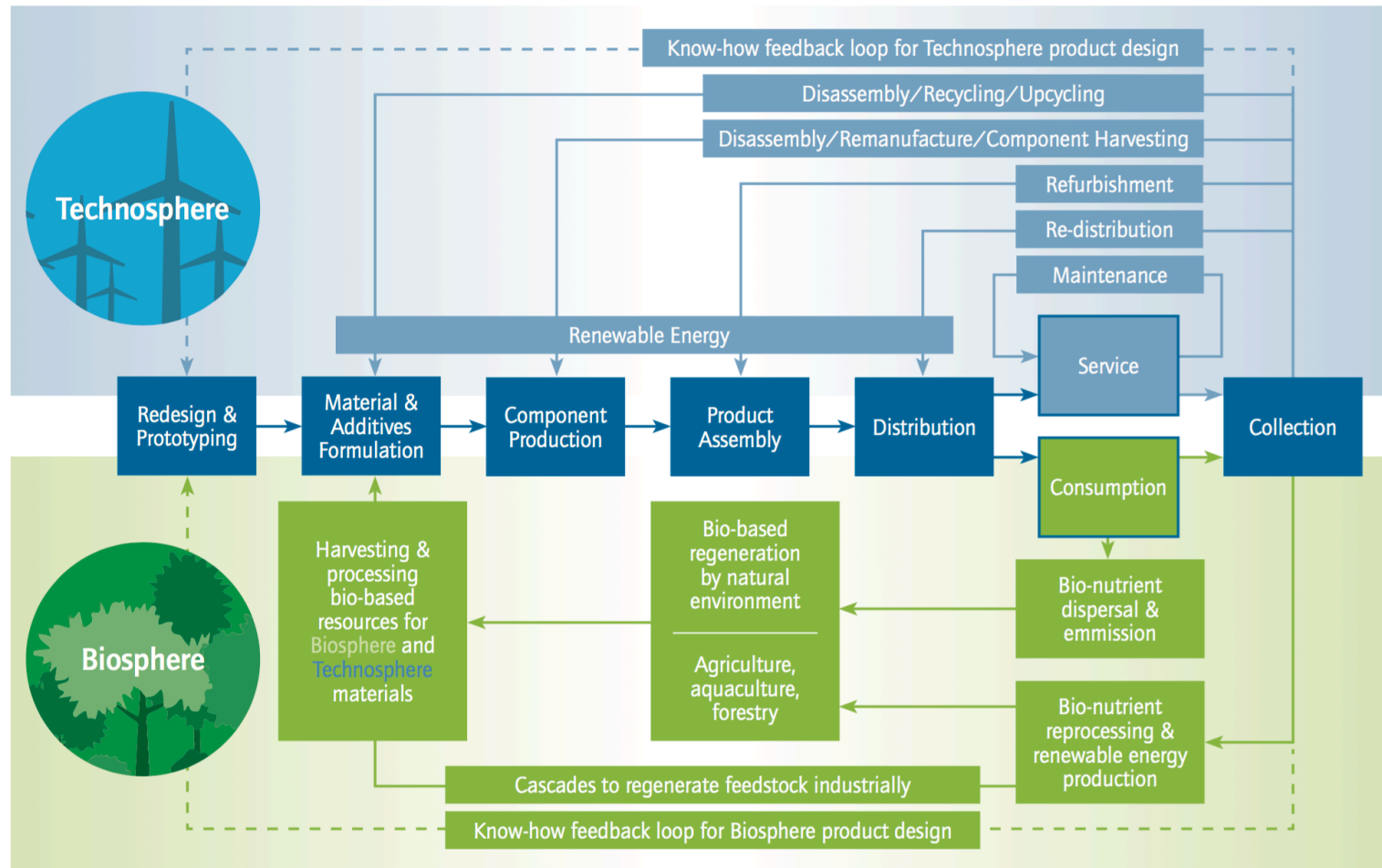


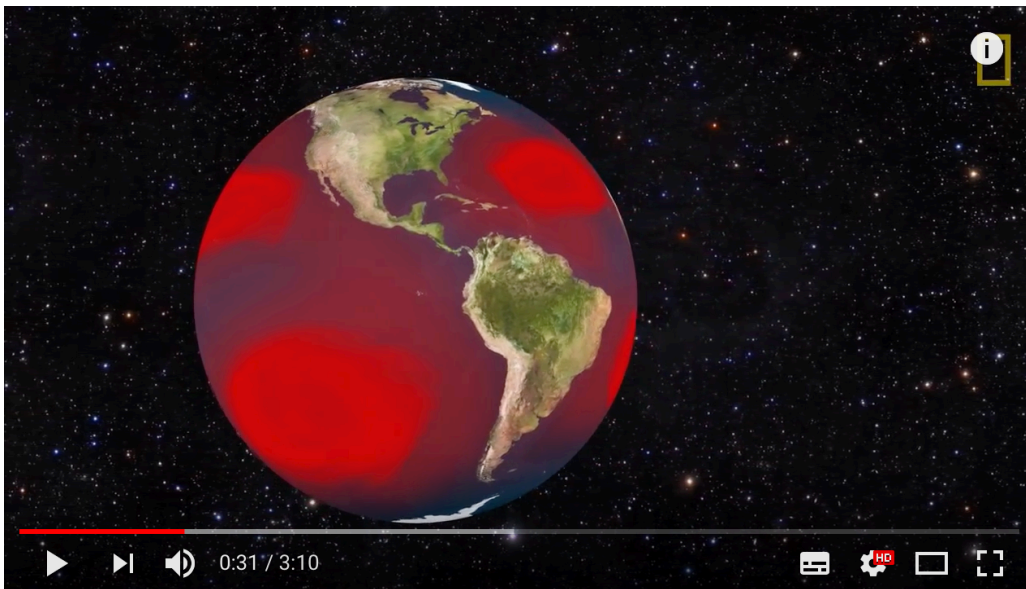
Abbildung 3: Illustration der Materialflüsse in der Circular Economy powered by Cradle to Cradle® (Quelle: EPEA & Returnity Partners)



# 1. Circular Economy – Definition – Der essbare Reifen?

# 1. Circular Economy – Treiber, Grenzen, Herausforderungen

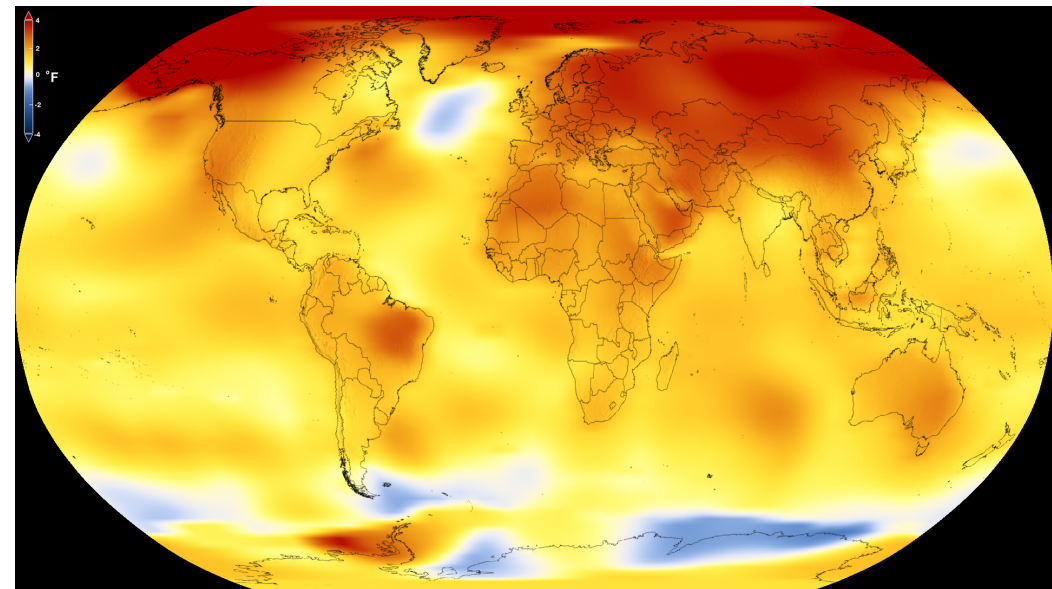
## Rohstoffwende



Source: National Geographic on marine littering:  
<https://www.youtube.com/watch?v=HQTUWK7CM-Y>

20.08.19

## Klimawandel



Temperaturmittel von 2013 - 2017 im Vergleich zum  
Temperaturmittel von 1951 - 1980. (Bild: Scientific )

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

11

# THE GREAT ACCELERATION

## SOCIO-ECONOMIC TRENDS



## EARTH SYSTEM TRENDS



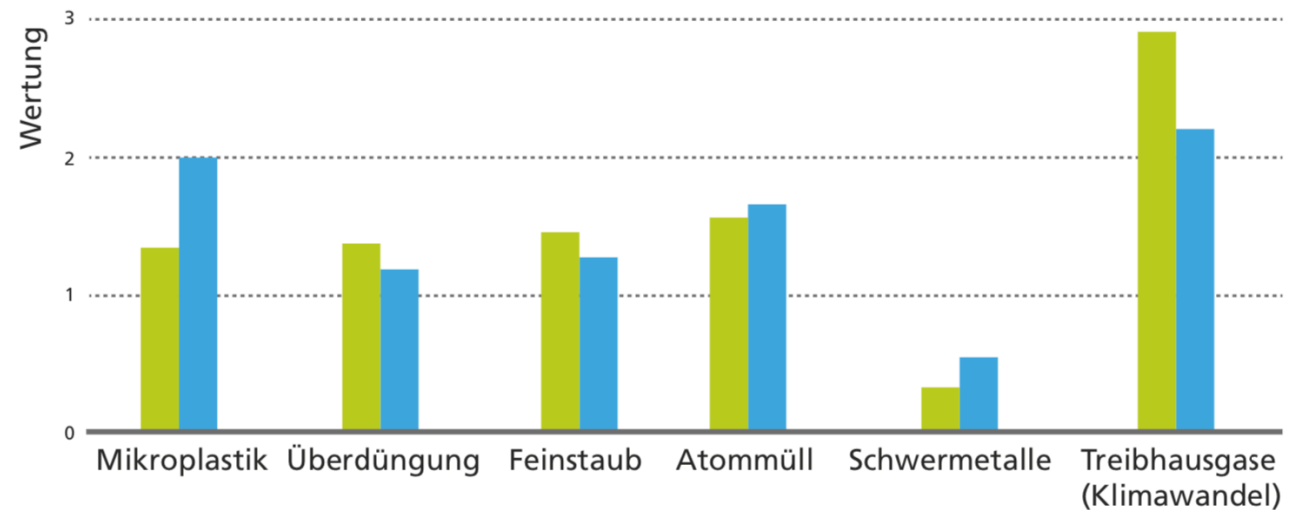
Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
 der Göttinger Energie-Initiative (GEI) - Fachforum "Zukunft  
 Altrefien", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

## Wie würden Sie auf lange Sicht Mikroplastik im Vergleich zu anderen Großproblemen einschätzen?

■ Laien  
■ Experten

### Bild 7-1:

Umfrageergebnisse (nExpert=73, nLaien=69) zur Einschätzung der Gesundheitsgefährdung und Relevanz von Mikroplastik auf lange Sicht [Eigene Darstellung].



Quelle: Fraunhofer Umsicht 2019

# Mikroplastik, Typ B, Reifenabrieb

Nr.	Quelle	Emissionen [g/(cap a)]		
		UMSICHT	Werte anderer Autoren	
			Min.	Max.
1	Abrieb Reifen	1 228,5	49,6	1 357,0
1.1	Pkw	998,0	-	-
1.2	Lkw	89,0	-	-
1.3	Skateboards, usw.	17,9	-	-
1.4	Fahrräder	15,6	-	-
1.5	Motorräder	8,0	-	-

*Fazit 7: Kunststoffemissionen bestehen in Deutschland zu 26 % aus Makroplastik und zu 74 % aus Mikroplastik, sie betragen ca. 3,1 % des Kunststoffverbrauchs, damit sind sie ein relevantes Hindernis bei dem Ziel, eine Circular Economy zu erreichen.*

In Deutschland werden ca. 14,5 Mio. Tonnen Kunststoffe<sup>26</sup> pro Jahr verwendet, entsprechend einem jährlichen pro Kopfverbrauch von 176 kg. Die mit diesem Einsatz von Kunststoffen verbundenen Emissionen<sup>27</sup> belaufen sich auf ca. 446 000 Tonnen pro Jahr. Dies entspricht ca. 3,1 % des in Deutschland insgesamt verbrauchten Kunststoffs. Jeder Bürger verantwortet Emissionen von ca. 5,4 kg pro Kopf und Jahr.

Diese Kunststoffemissionen bestehen zu 26 % aus Makroplastik und zu 74 % aus Mikroplastik (Bild 3-4). Dem, was für jeden offensichtlich ist, steht also eine etwa dreifach größere Menge gegenüber, die zum Teil nur unter dem Mikroskop sichtbar wird.

Zukunft der Abfallverbrennung?  
Zukunft der Chemieindustrie?  
Was macht Innovationen aus?

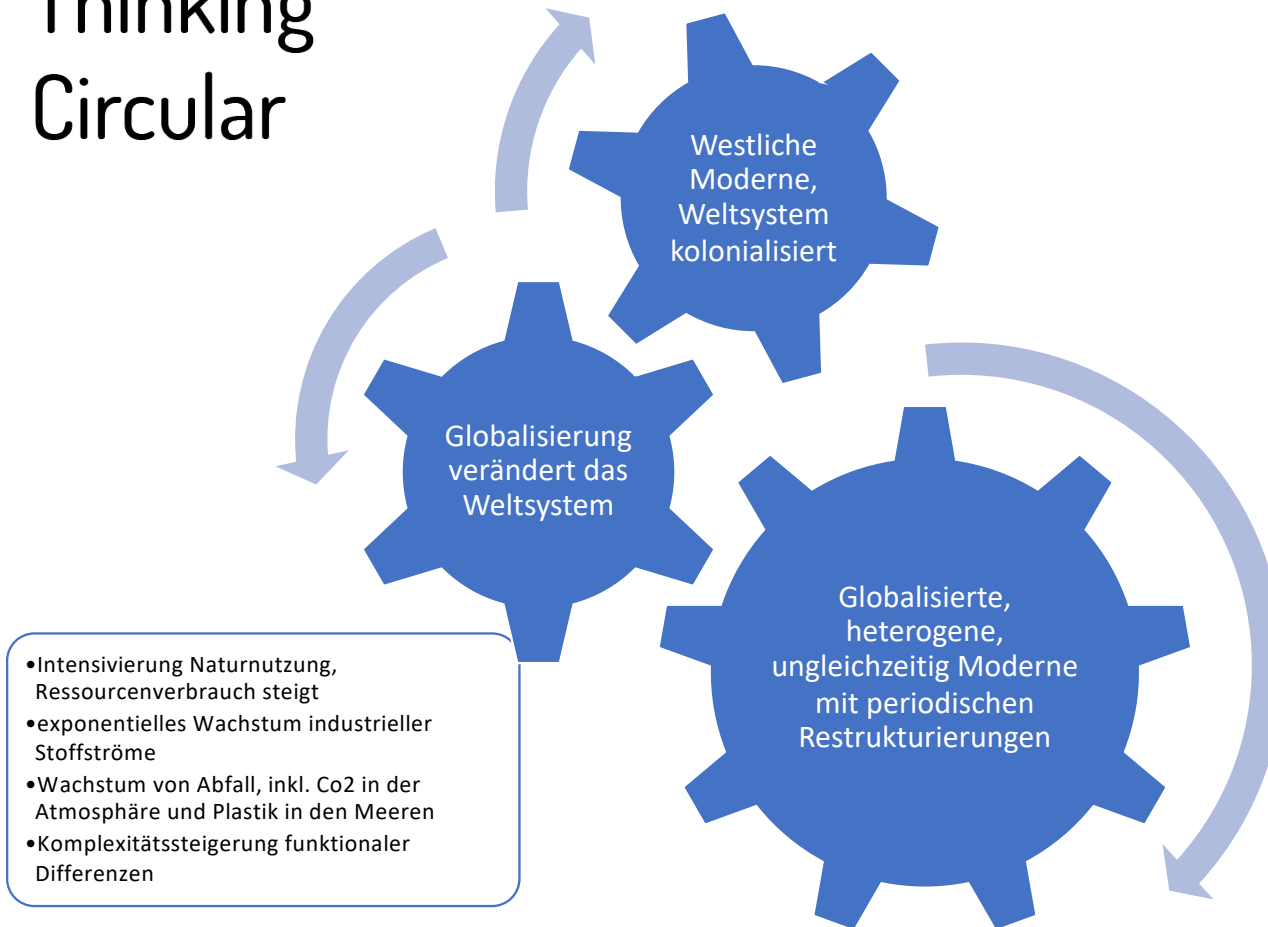
20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück





# Thinking Circular

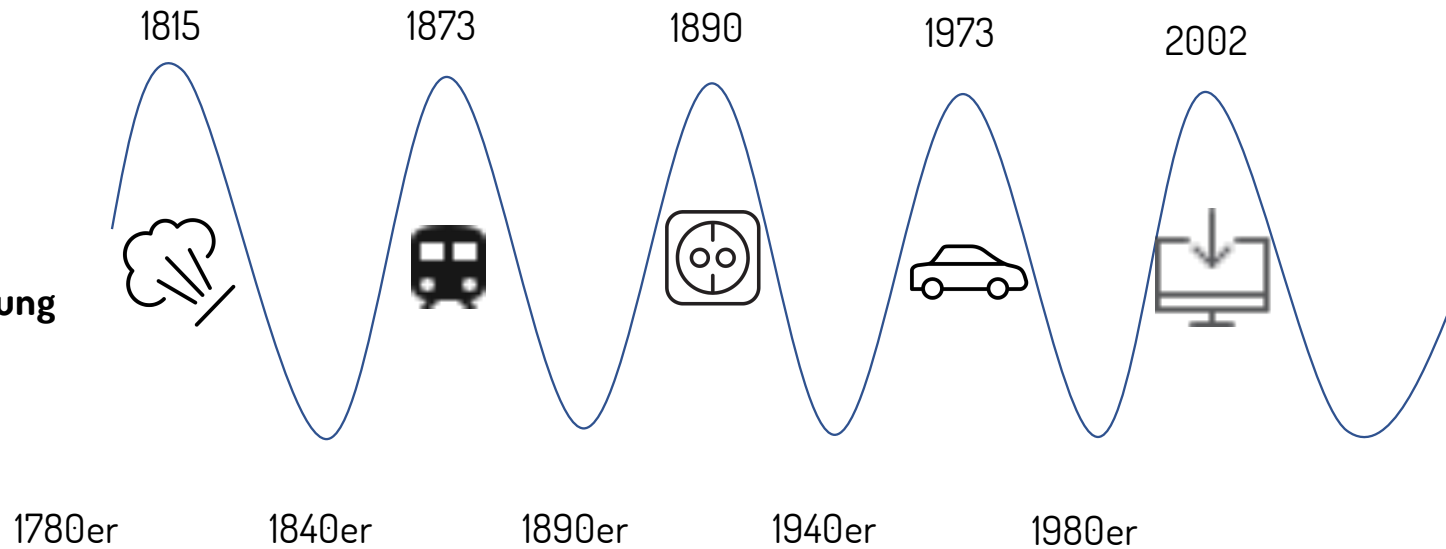


Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück



# Thinking Circular

**Kondratieffs  
lange Wellen  
der Modernisierung**



## **Trends:**

Biotechnologie  
Gesundheitstechnologie  
Nanotechnologie  
Digitalisierung



Chance zur Lösung der  
Klimaprobleme?

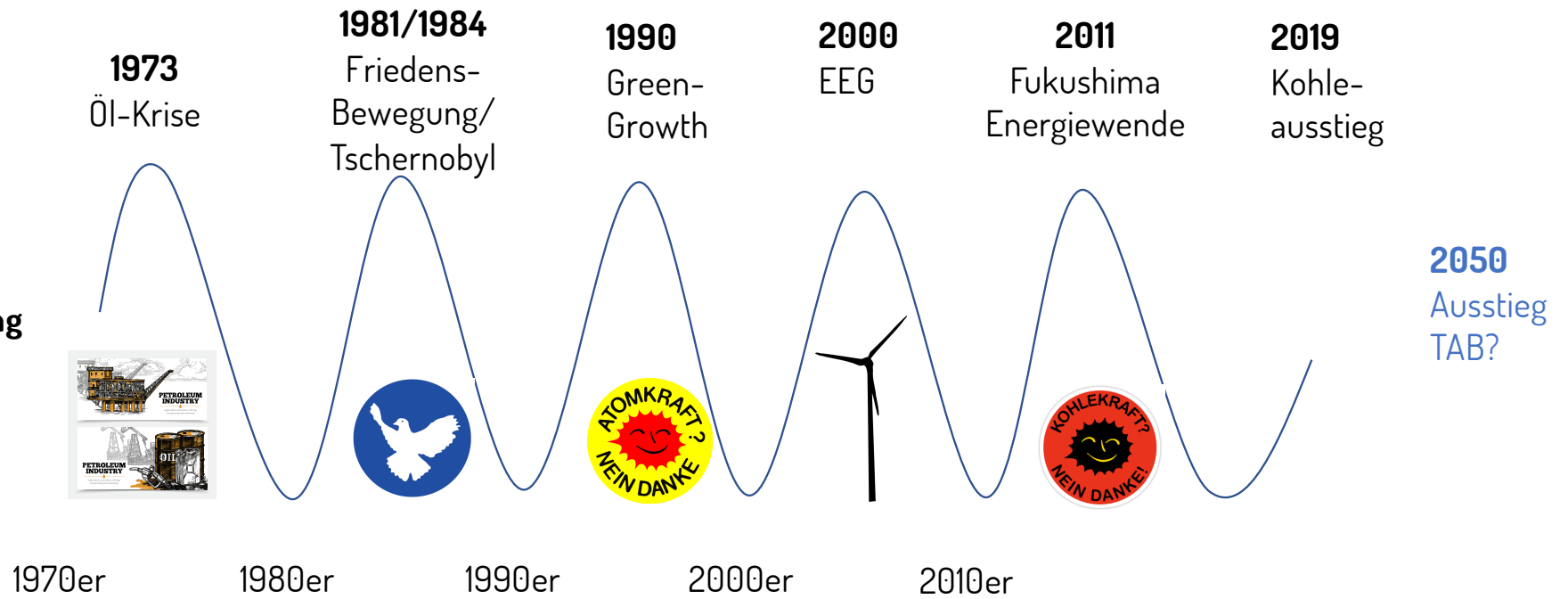


# Thinking Circular



## Kurze Wellen der Modernisierung

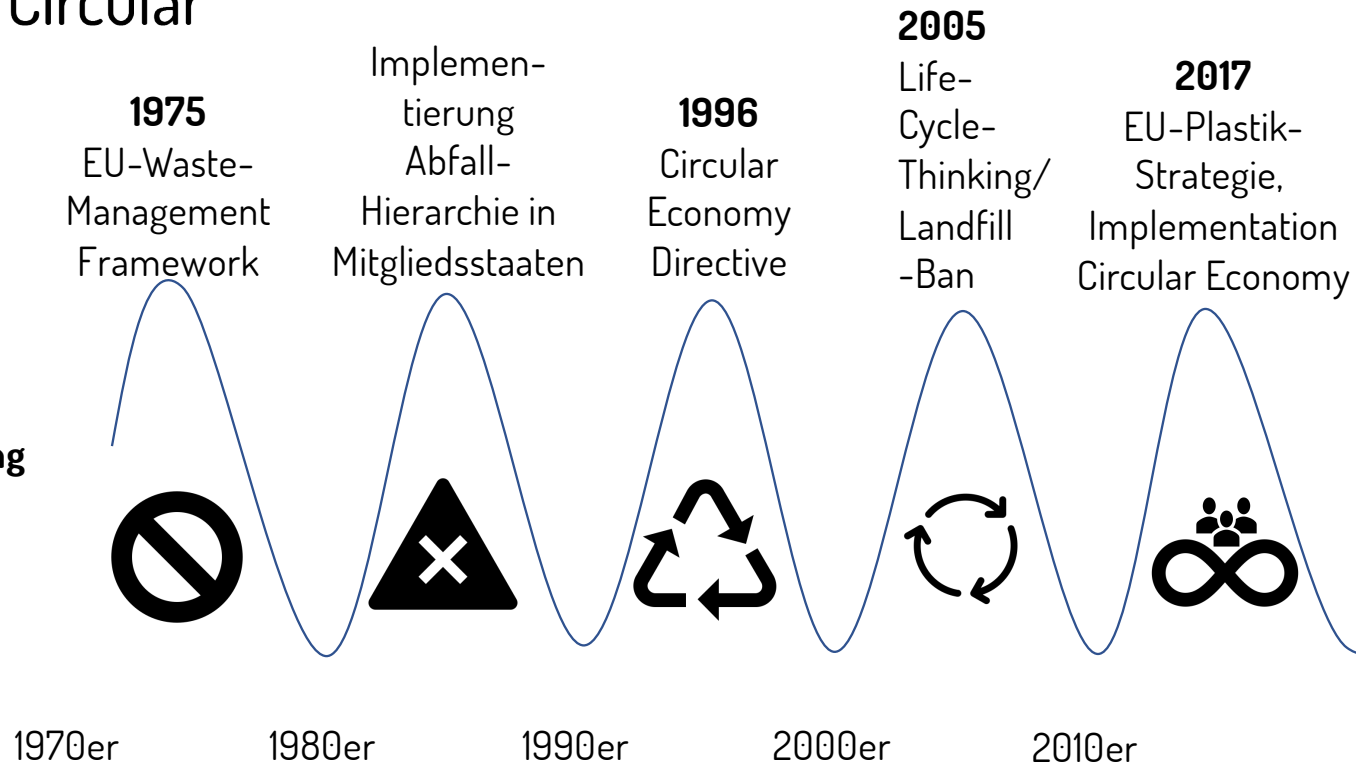
Bildquelle: "<https://de.freepik.com/foto-s-vektoren-kostenlos/banner>">Banner Vektor erstellt von macrovector - de.freepik.com</a>





# Thinking Circular

**Kurze Wellen  
der Modernisierung  
in der EU zur  
Circular Economy**



## **Trends:**

- Biotechnologie
- Gesundheitstechnologie
- Nanotechnologie
- Digitalisierung

Chance zur Lösung der  
Klimaprobleme?

# Innovation als Treiber – Prinzipien der Innovation in der Circular Economy

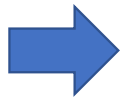
20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

21



Thinking  
Circular



**Regenerate**

Regenerate and restore natural capital

**Share**

Maximise product utilization

**Optimise**

Optimise systems performance effectively

**Loop**

Keep materials and components in closed loops and prioritise inner loops

**Virtualise**

Deliver utility virtually

**Exchange**

Select resource input wisely

## Recycle



### Elektro- und Elektronikgeräte und Bauteile

20.08.19

## Renewable Energy



### Photovoltaik

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

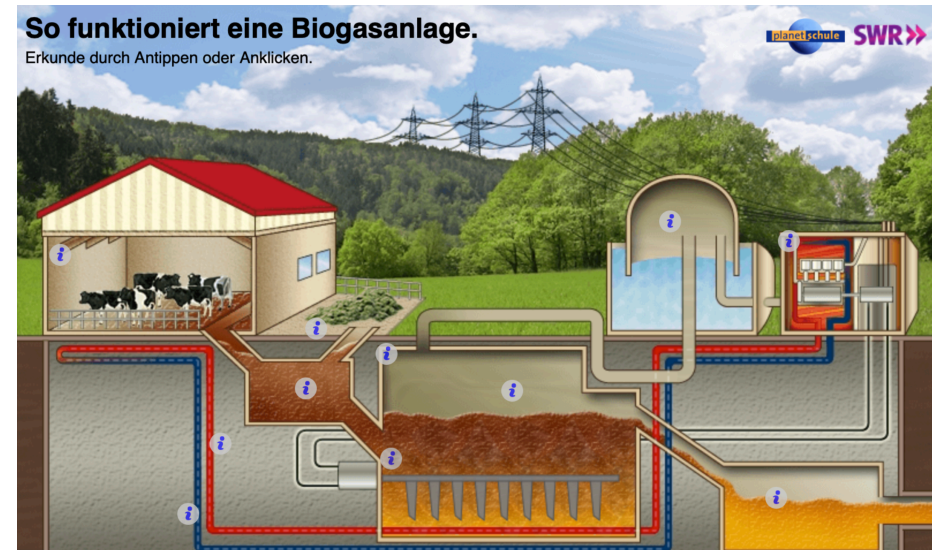
23

## Repair / Reuse



Bild: Repaircafe Schweinfurt  
Stiftung anstiftung

## Regenerate



<https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=biogasanlage>





## Thinking Circular

**Regenerate**

Regenerate and restore natural capital

**Share**

Maximise product utilization

**Optimise**

Optimise systems performance effectively

**Loop**

Keep materials and components in closed loops and prioritise inner loops

**Virtualise**

Deliver utility virtually

**Exchange**

Select resource input wisely

## Sharing



**Free-floating within an operational area** (e.g. Car2Go)

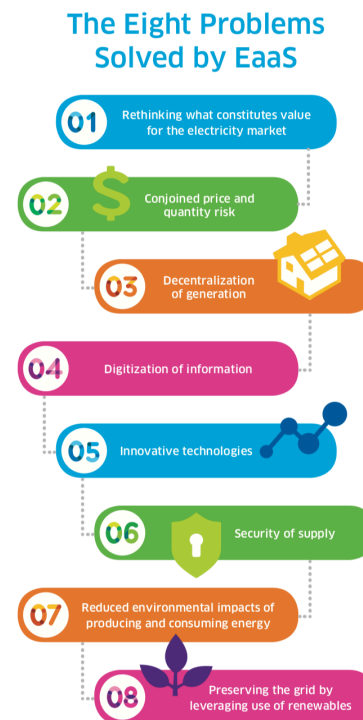
**Free-floating with pool stations** (e.g. Autolib)

**Round trip, home zone based** (e.g. Partago)

**Round trip, pool station based** (e.g. Greenwheels)

**Peer-to-peer and community schemes** (e.g. Drivy)

## Energy as a Service - EAAS



<http://engineenergyrevolution.com/wp-content/uploads/2017/10/Energy-As-A-Service-Whitepaper.pdf>



# Thinking Circular

**Regenerate**

Regenerate and restore natural capital

**Share**

Maximise product utilization

**Optimise**

Optimise systems performance effectively

**Loop**

Keep materials and components in closed loops and prioritise inner loops

**Virtualise**

Deliver utility virtually

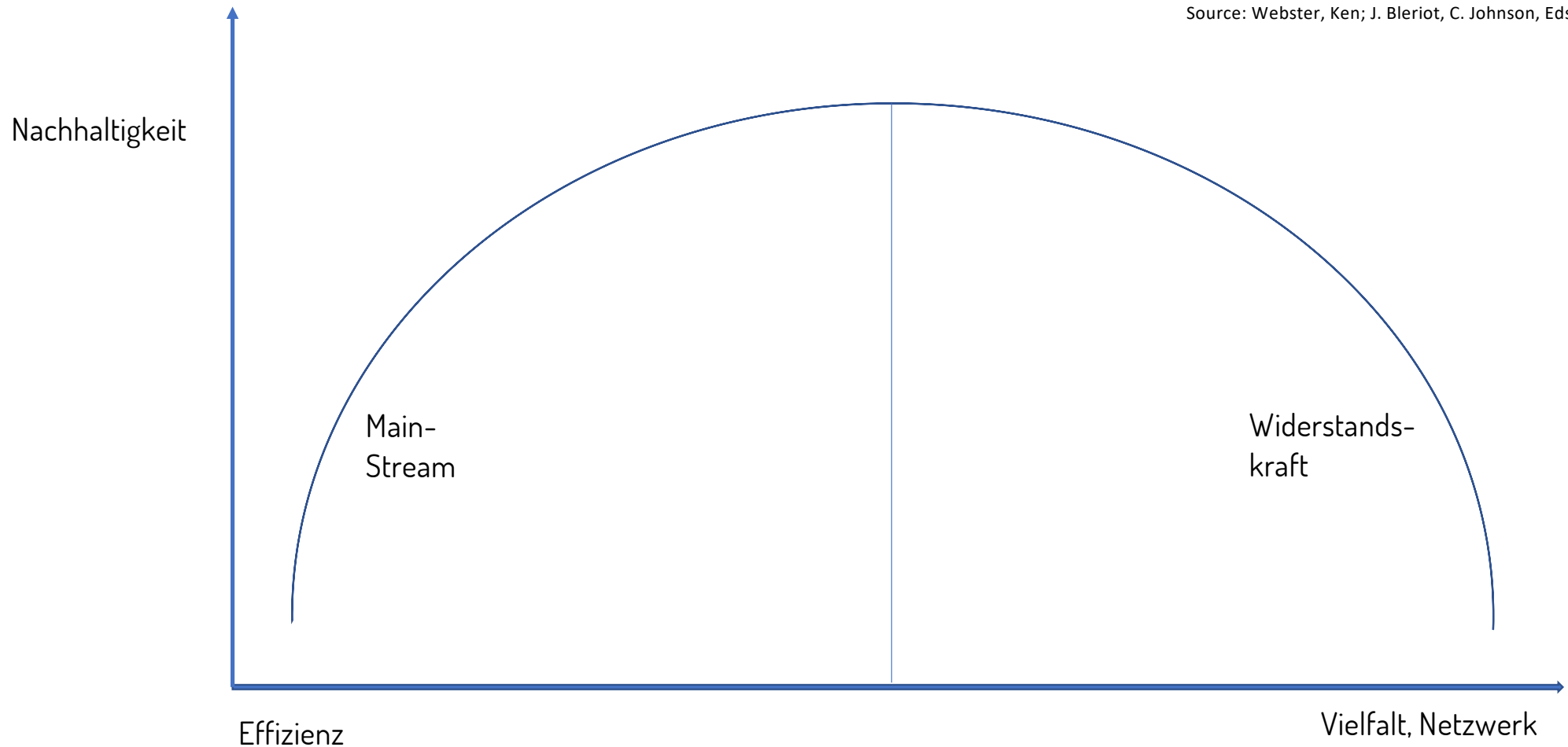
**Exchange**

Select resource input wisely



# Effektivität sichert ökonomische Lebendigkeit

Source: Webster, Ken; J. Bleriot, C. Johnson, Eds





# Thinking Circular

## Zwei Ziele der EU-Wirtschaft

Verbesserung der Nutzung  
von Ressourcen, Effizienz

### Circular Economy

[http://ec.europa.eu/smart-regulation/roadmaps/docs/plan\\_2016\\_116\\_cpw\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/smart-regulation/roadmaps/docs/plan_2016_116_cpw_en.pdf)

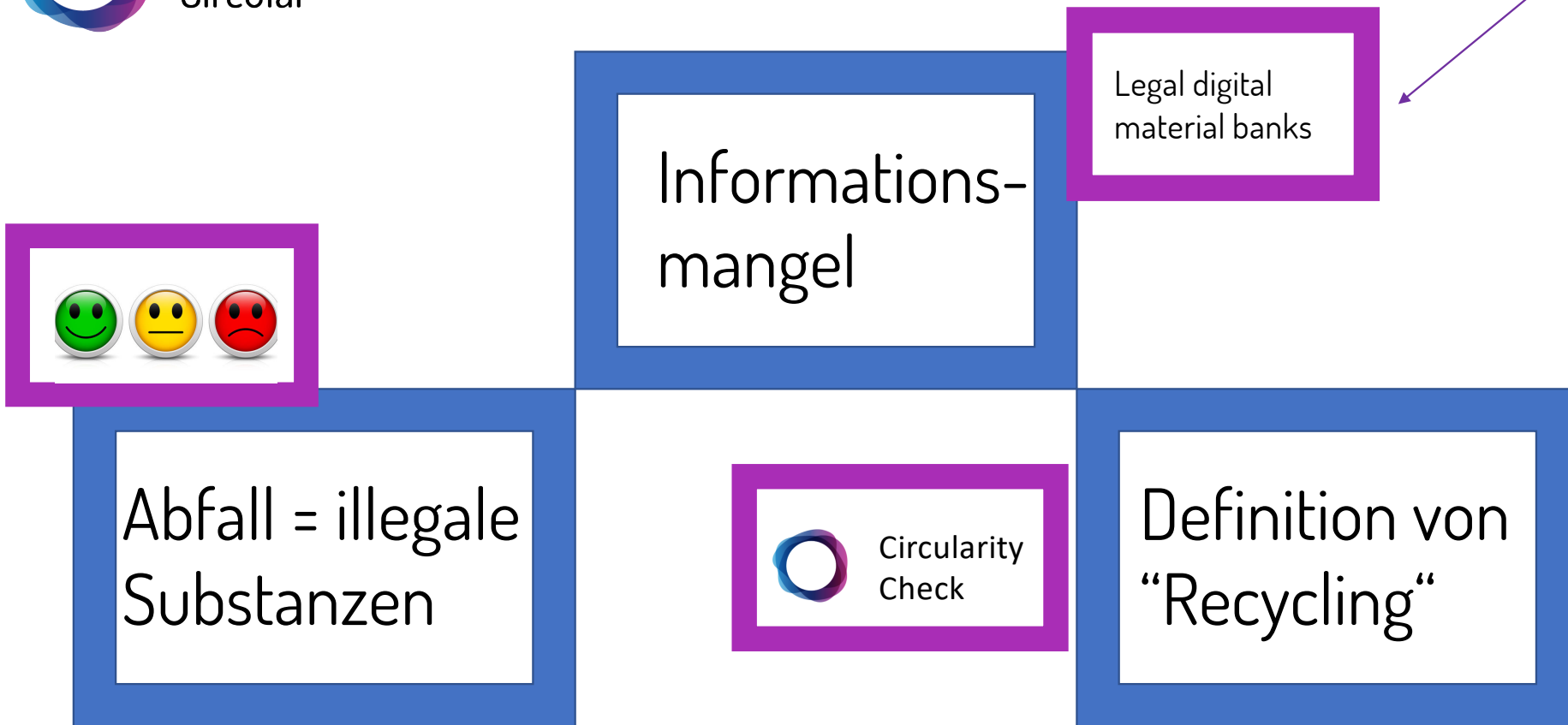
- Quote: 85 %  
stoffliche  
Verwertung
- Tyre-to-Tyre-VO
- PAK-Gehalt max  
10 mg/kg

REACH

### Frei von Giften

[http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)

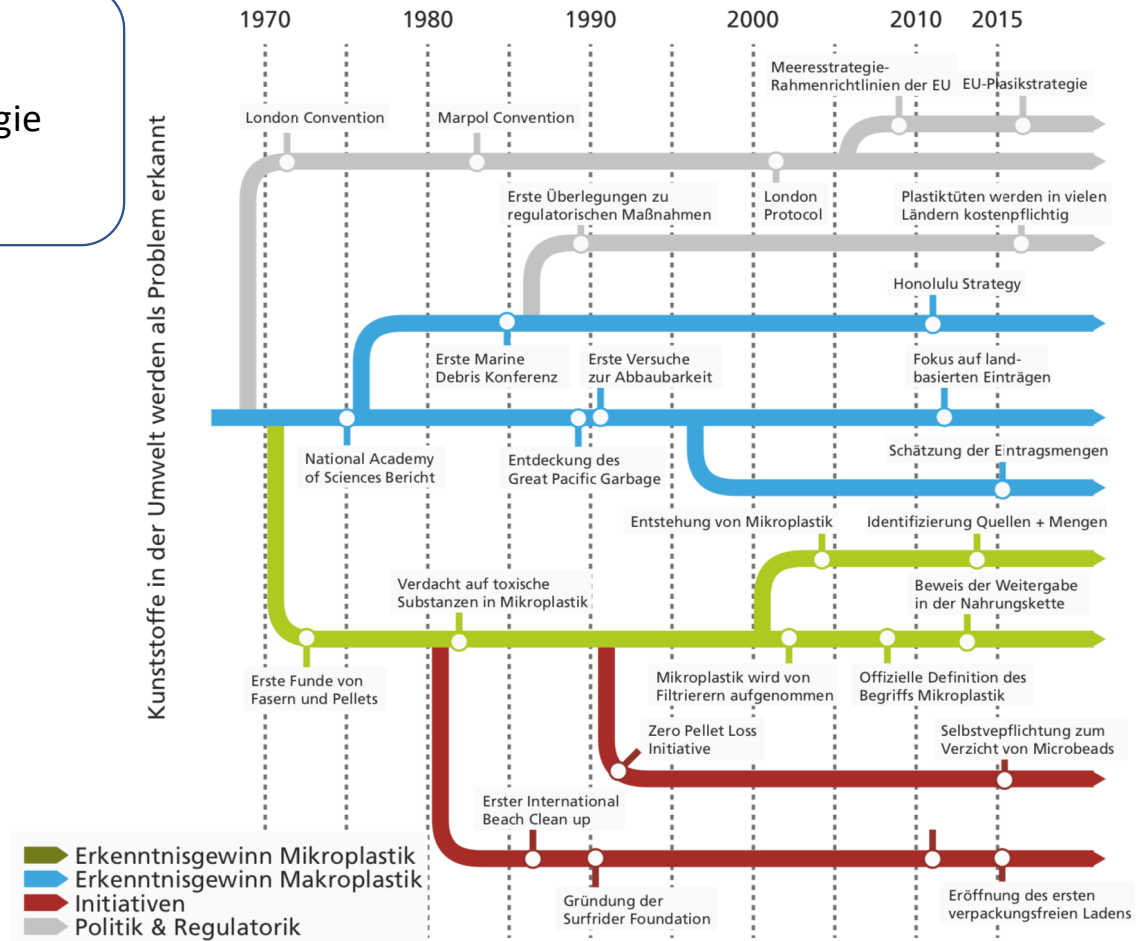
# Industrial Solution Steering Tools



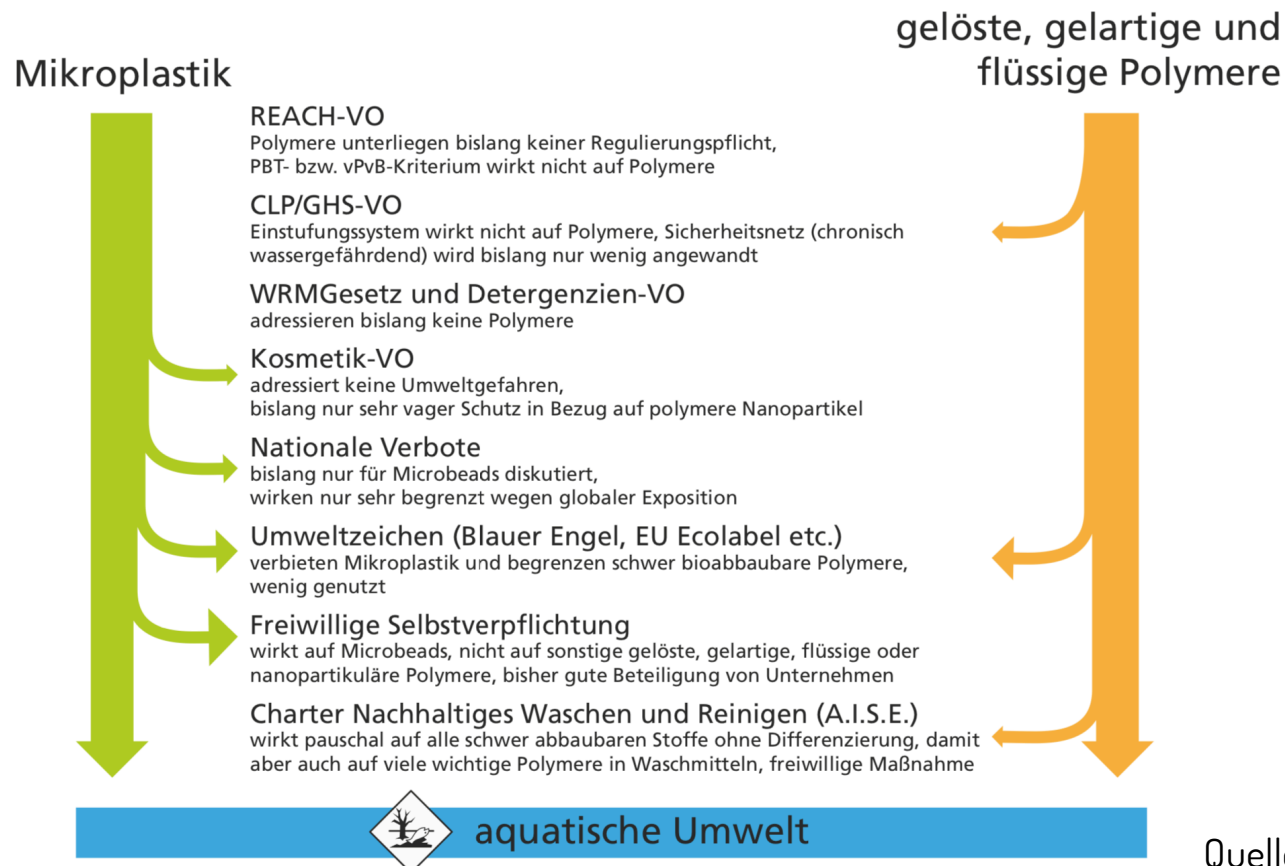


Thinking  
Circular

Chronologie



# Legislativrahmen Mikroplastik im Visir



Quelle: Fraunhofer Umsicht 2019





# Thinking Circular

**Regenerate**

Regenerate and restore natural capital

**Share**

Maximise product utilization

**Optimise**

Optimise systems performance effectively

**Loop**

Keep materials and components in closed loops and prioritise inner loops

**Virtualise**

Deliver utility virtually

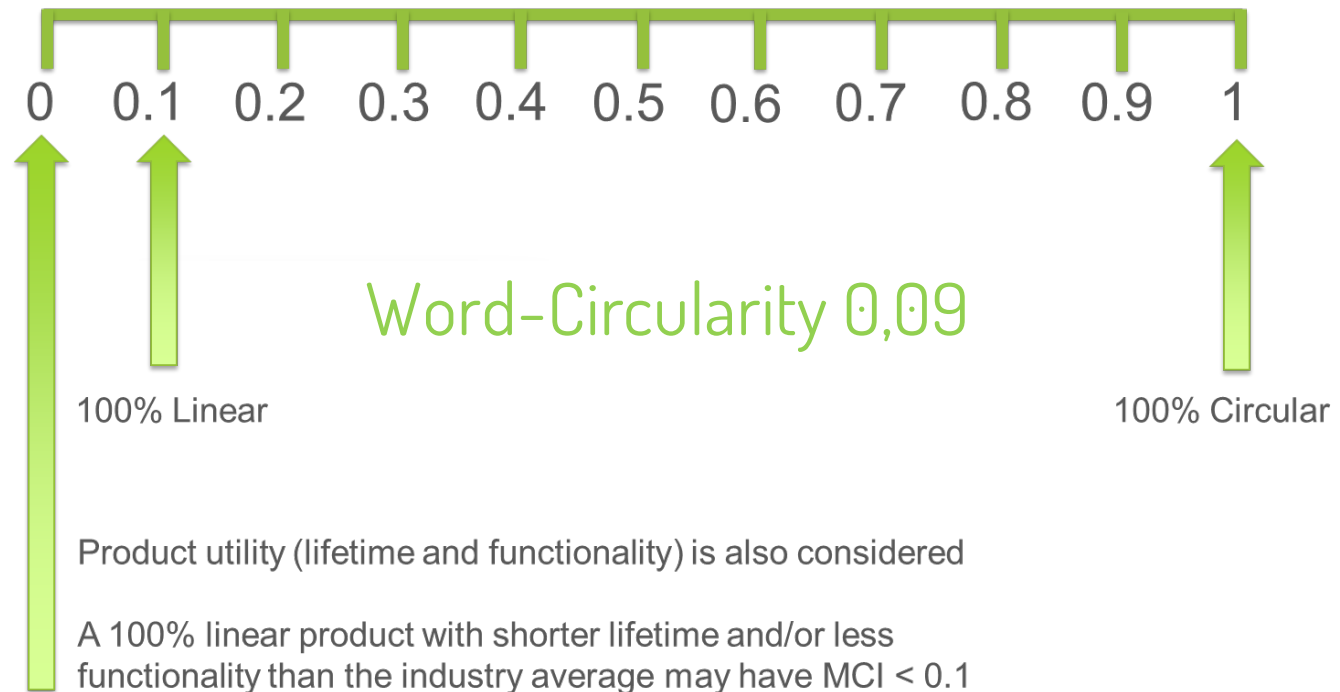
**Exchange**

Select resource input wisely





# Thinking Circular



Source: GRANTA, Allen Mac Arthur Foundation 2015, Circularity Project Overview



1,4 Mr. Reifenherstellung global

17 Mio. Tonnen Altreifen p.a. global

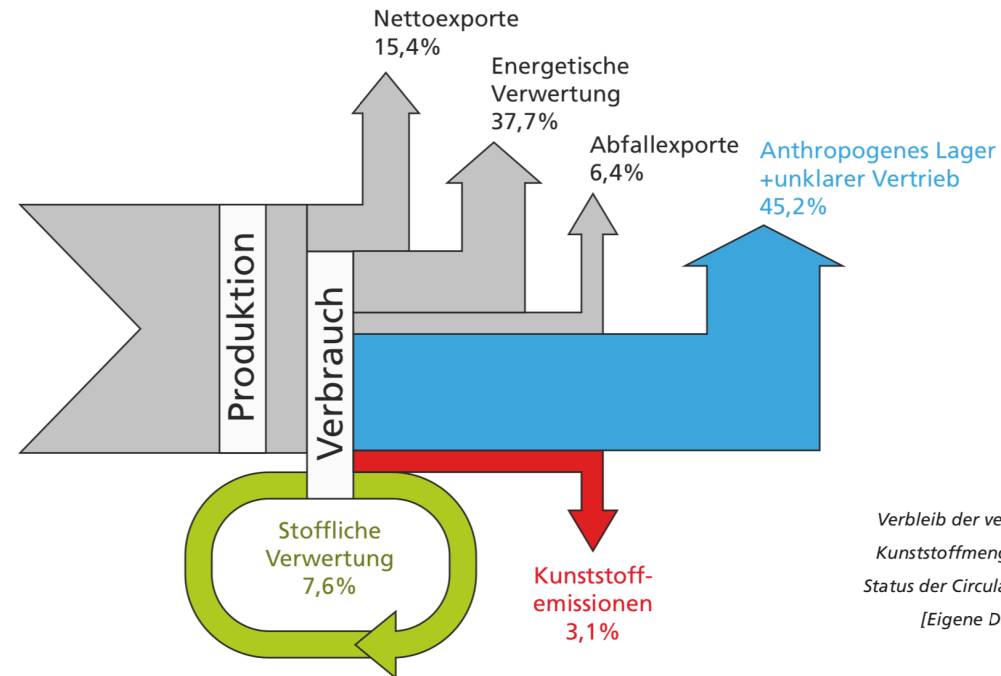


Thinking  
Circular

# Recyclingprodukt aus Altreifen,



Downcycling, Recyclingquote 35 %



**Bild 3-5:**  
Verbleib der verbrauchten  
Kunststoffmenge in D und  
Status der Circular Economy  
[Eigene Darstellung].

*Fazit 8: Zusammen mit den Kunststoffen werden ca. 20 070 t/a bzw. 245 g/(cap a) Additive emittiert. Es handelt sich dabei um eine Vielzahl von Stoffen, viele von ihnen sind als gefährliche Stoffe registriert. Im Baustoffsektor werden eher mehr Additivmengen, im Verpackungsbereich eher weniger Additive eingesetzt.*

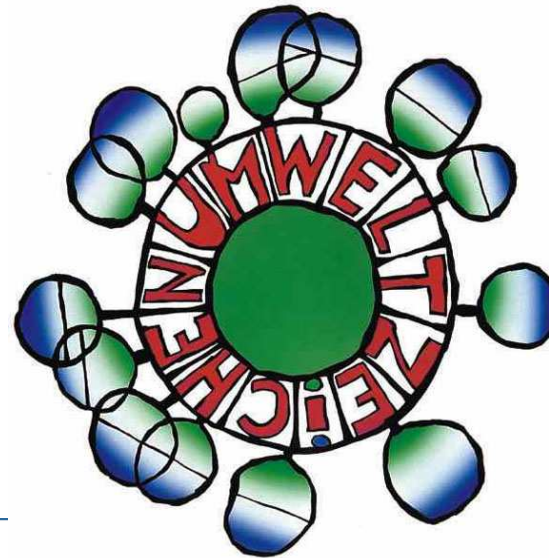


75 %, 17 Mio. Tonnen p.a. Deutschland

20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy: Initiative ZAN - Pavillon "Zukunft  
Austreifen", E.ON Energy Research Center, 20.08.2019, Gelsenkirchen

38



Produktlabels  
Recyclingpapier



Labels  
für  
Altreifen?





Thinking  
Circular

Substitutionsquote statt Recyclingquote  
Empfehlungen der Expertenkommission

## **Definition Substitutionsquote: Festgelegte Anteile von Recyklateinsatz**

1. Substitutionsquote statt Recyclingquote soll Produkt-, Branchen- und Materialbezogen sein
2. Ganzheitliches Monitoring UBA überwacht
3. Koordination aller politischen Aktivitäten, Harmonisierung der Politiken
4. Weiterentwicklung der Quotenvorgaben bis zu Details zu Recyclatanteilen
5. Forschungsprogramm inkl. Szenariobetrachtungen, Makroökonomische Folgerechnungen



## Verwertungswege Altreifen 2016

Verwertung	In %/a	In t/a	Erlöse €/t Reifen
Zementindustrie	37,85	215.000	75
Gummigranulat und Stahlschrott	35,75	203.000	200
Export zur Wieder- und Weiterverwendung	11,27	64.000	125
Runderneuerung	5,28	38.000	130
Energetische Verwendung sonst.	1,76	10.000	200
Wiedereinsatz	1,41	8.000	50
Gesamt	100	568.000	-



# Thinking Circular

**Regenerate**

Regenerate and restore natural capital

**Share**

Maximise product utilization

**Optimise**

Optimise systems performance effectively

**Loop**

Keep materials and components in closed loops and prioritise inner loops

**Virtualise**

Deliver utility virtually

**Exchange**

Select resource input wisely





# Thinking Circular

Test model for circularity indicators (v01) -- DB Balance \*

Object Edit View Tools Help

Input area: left Material Circularity Asses Go to

Name: Test model for circularity indicators (v01)

ILCD recommendations | LCIA - CML 2001 (Nov.10) | LCIA - TRACI | LCIA | ReCIPE | Balance | i-report

Parameters Text variables

Start calculation manually Calculate now

Scenarios Number of scenarios: 1

**MANUFACTURING**

**BF/BOF**

BOF	1	[kg] BF/BOF route
Ef	0,952	[0-1] Recycling efficiency (output product/input scrap)
Fr	0,13	[0-1] Fraction recycled content

**EAF**

EAF	0	[kg] EAF route
Ef	0,952	[0-1] Recycling efficiency (output product/input scrap)
Fr	1	[0-1] Fraction recycled content
Other	1	[kg] Other input (100% virgin)
Reuse	0	[kg] Reused

**MANUFACTURING W**

Waste	1	[kg] Waste
Reuse	40	[%] Reuse
Incinerate	10	[%] Incineration
Landfill	20	[%] Landfill
Recycle	30	[%] Recycle
Ef	0,95	[0-1] Recycling efficiency (output product/input scrap) Ef

**END OF LIFE**

Reuse	0	[%] Reuse
Incinerate	0	[%] Incineration
Landfill	20	[%] Landfill
Recycle	60	[%] Recycle
Ec	0,95	[0-1] Recycling efficiency (output product/input scrap)

**UTILITY**

L	1	[days, years, ...] Product lifetime
Lav	1	[days, years, ...] Industry average lifetime
U	1	[-] Product intensity
Uav	1	[-] Industry average intensity

**MATERIAL CIRCULARITY ASSESSMENT**

**Feedstock characteristics**

Metric	Unit	Scenario 1
Mass of product, M	kg	1
Mass of raw materials, M <sup>r</sup>	kg	2
Mass of feedstock from recycled sources, M <sub>R</sub>	kg	0,13
Mass of feedstock from reused sources, M <sub>U</sub>	kg	0
Fraction of feedstock from recycled sources, F <sub>R</sub> = M <sub>R</sub> /M	-	0,065
Fraction of feedstock from reused sources, F <sub>U</sub> = M <sub>U</sub> /M	-	0
Mass of virgin feedstock, V = M * (1 - F <sub>R</sub> - F <sub>U</sub> )	kg	1,87
(Check: mass of virgin feedstock, V = M - M <sub>R</sub> - M <sub>U</sub> )	kg	1,87

**Non-recovered waste characteristics**

Metric	Unit	Scenario 1
Mass of waste from recycling of feedstock not in final product, W <sub>F</sub>	kg	0,003277
Mass of waste from recycling manufacturing waste, W <sub>C</sub>	kg	0,015
Mass of non-recovered waste from manufacturing, W <sub>O</sub>	kg	0,3
Mass of waste from recycling feedstock in final product, W <sub>F</sub>	kg	0,003277
Mass of waste from recycling at EoL, W <sub>C</sub>	kg	0,03
Mass of non-recovered waste at EoL, W <sub>O</sub>	kg	0,2
Total mass of non-recovered waste, W = W <sub>F</sub> + W <sub>C</sub> + (W <sub>F</sub> + W <sub>C</sub> )/2	kg	0,5258

**Linear Flow Index**

Metric	Unit	Scenario 1
Linear Flow Index, LFI = (V+W)/(2M+(W <sub>R</sub> -W <sub>C</sub> )/2+(W <sub>F</sub> -W <sub>C</sub> )/2)	-	0,6018

**Utility**

Metric	Unit	Scenario 1
Product lifetime, L	unit of time	1
Industry average lifetime, L <sub>AV</sub>	unit of time	1
Product intensity, U	-	1
Industry average intensity, U <sub>AV</sub>	-	1
Utility, X = L/L <sub>AV</sub> * U/U <sub>AV</sub>	-	1
Factor, F(X) = 0.9*X	-	0,9

**Material Circularity Indicator**

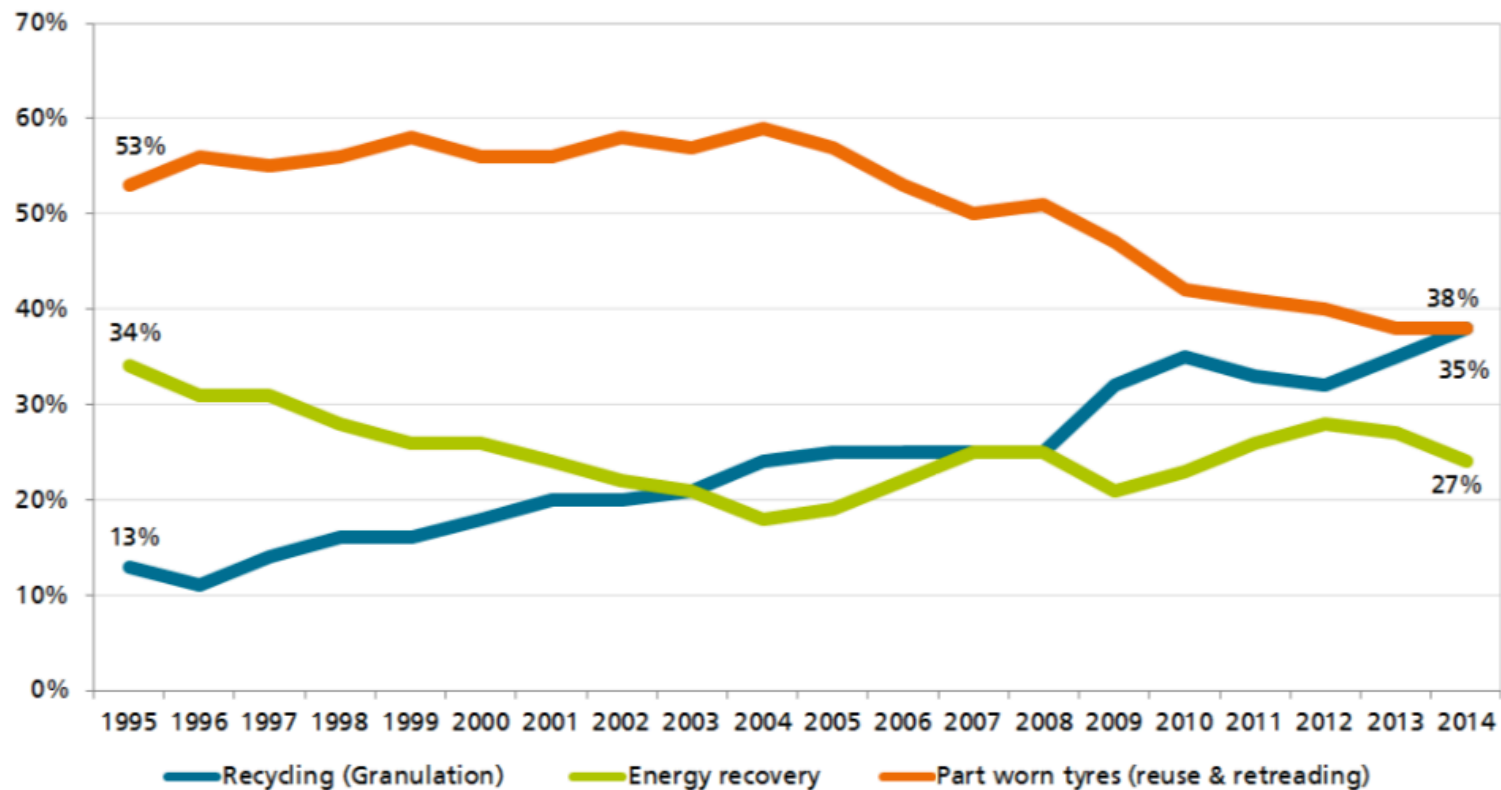
Metric	Unit	Scenario 1
Material Circularity Indicator, MCI <sub>P</sub> = max(0, 1-LFI*F(X))	-	0,4583





# Thinking Circular

## Hauptverwertungswege Reifen



Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

Quelle:  
ETRMA, 2016



# Thinking Circular

**Regenerate**

Regenerate and restore natural capital

**Share**

Maximise product utilization

**Optimise**

Optimise systems performance effectively

**Loop**

Keep materials and components in closed loops and prioritise inner loops

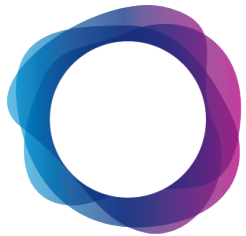
**Virtualise**

Deliver utility virtually

**Exchange**

Select resource input wisely





Thinking  
Circular

23,0%

Sustainable Solution Steering

**Beschleuniger**

Substanzieller Beitrag zur Beschleunigung von Innovation

74,1%

**Performer**

Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards

2,6%

**Transformator**

Adressieren der Herausforderung

0,3%

**Challenged**

Lösung der Herausforderung technisch, sozial, ökologisch im Netzwerk zwischen Produktion und

**Nutzung in allen Elementen der Wertschöpfungskette** ≈ X »

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZAFS, Fachforum "Eulerhof  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

## 2. Stoffstrom Altreifen - Herausforderungen

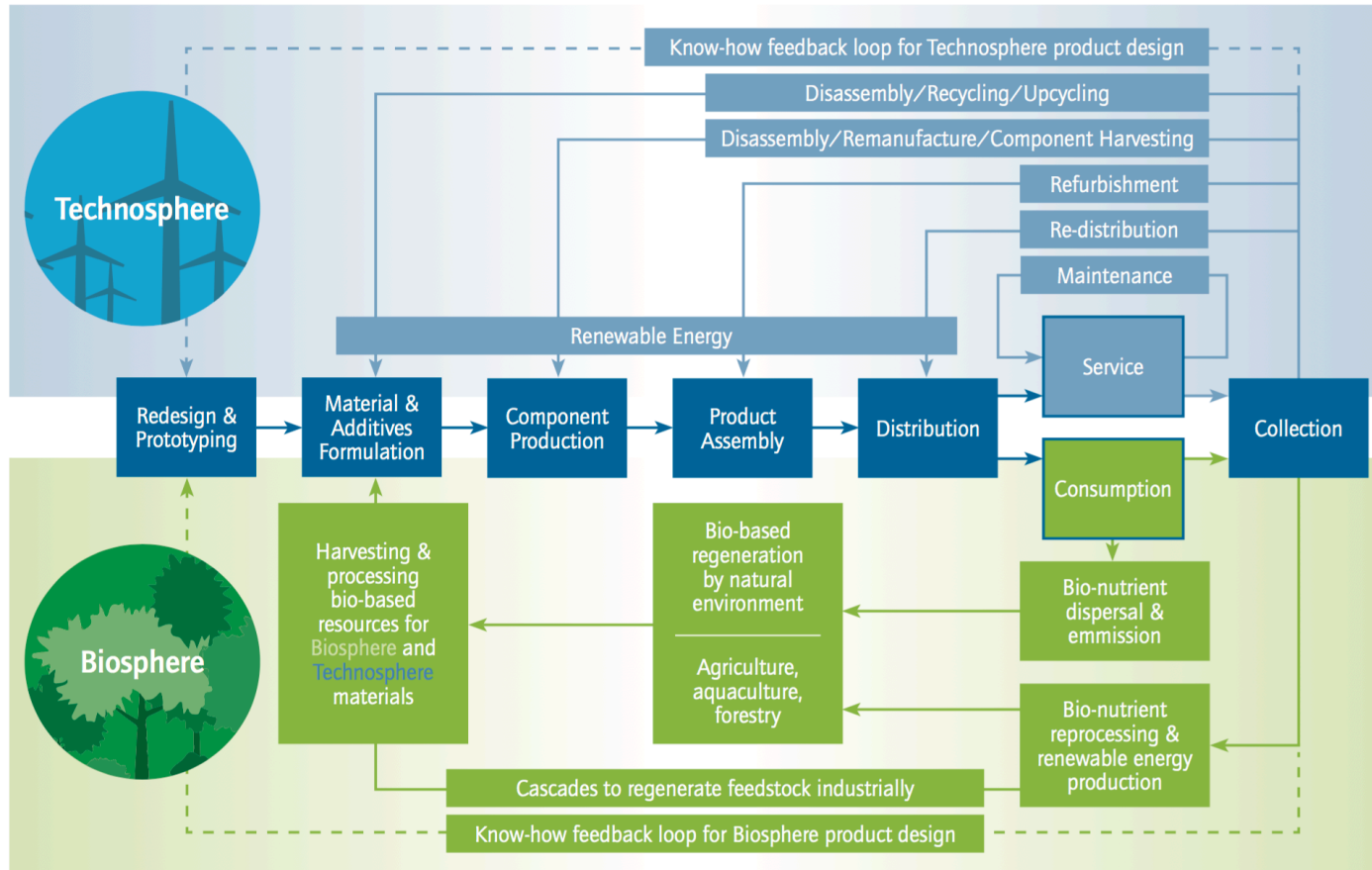








Abbildung 3: Illustration der Materialflüsse in der Circular Economy powered by Cradle to Cradle® (Quelle: EPEA & Returnity Partners)






## Kautschukbaum

Stoffe	Pkw-Reifen (in %)	Lkw-Reifen (in %)	
Naturkautschuk	18-22	20-30	
Synthesekautschuk	23-26	15-23	
Ruß & Silica	21-28	20-26	
Stahl	11-16	18-25	
Gewebe Synthetik	4-6	1	
Weichmacher, Additive	9-14	10	

 Technischer Kreislauf

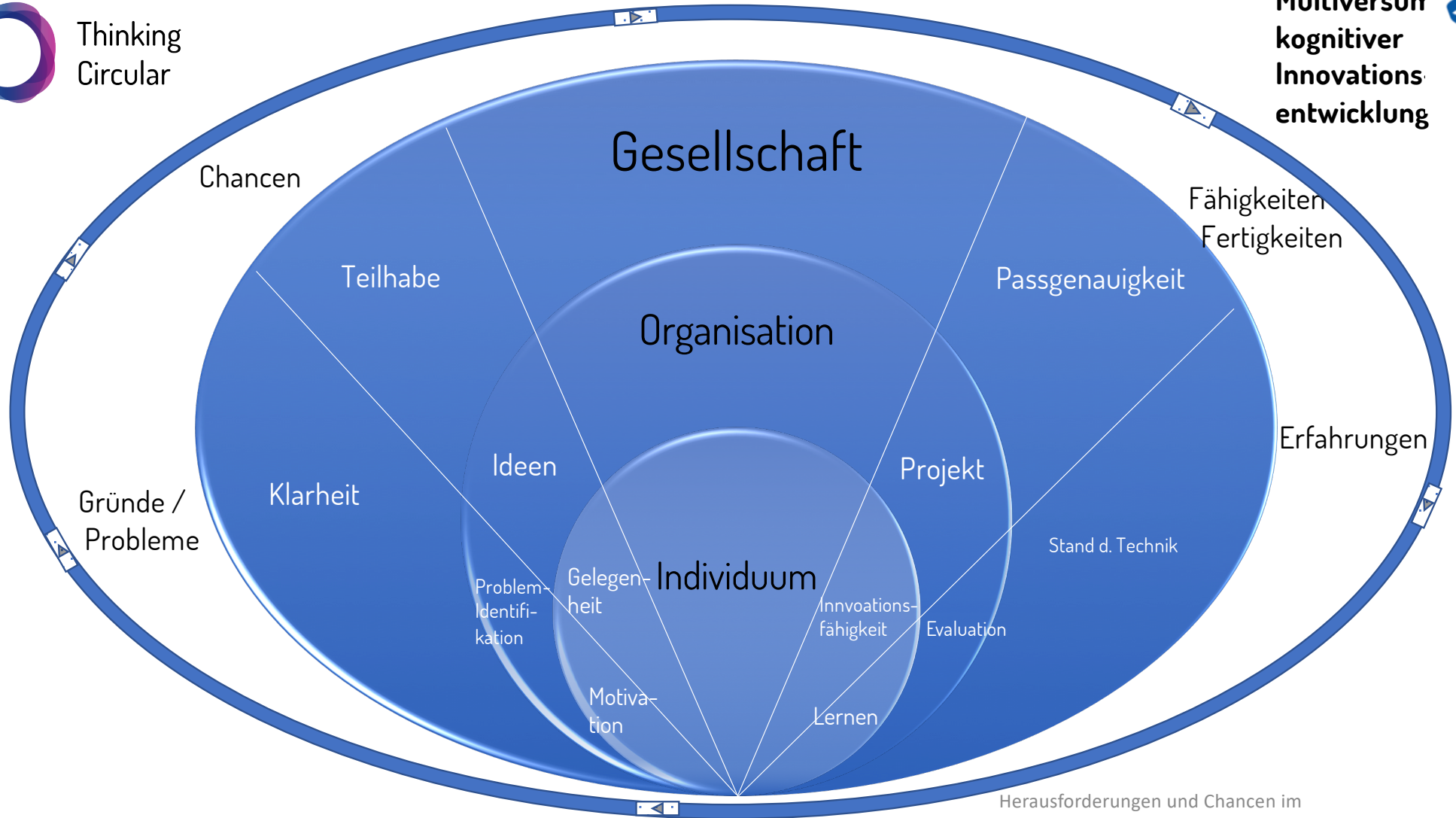
 Biologischer Kreislauf

Quelle: Sienkiewicz, 2012

## Verwertungswege Altreifen 2016

Verwertung	In %/a	In t/a	Erlöse €/t Reifen
Zementindustrie	37,85	215.000	75
Gummigranulat und Stahlschrott	35,75	203.000	200
Export zur Wieder- und Weiterverwendung	11,27	64.000	125
Runderneuerung	5,28	38.000	130
Energetische Verwendung sonst.	1,76	10.000	200
Wiedereinsatz	1,41	8.000	50
Gesamt	100	568.000	-

### 3. Innovationsmanagement innerhalb der Circular Economy



# Impact-Innovation durch effektive Zielauswahl

	Produktionsphase			Nutzungsphase			End-of-Life-Phase		
	Ressourcensteuer	Kunststoffsteuer	Verbot von bestimmten Produkten	Pfand unabhängig von Mehrweg oder Einweg	Mehrwegquote (Flaschen, Runderneuerung etc.)	Maßnahmen zur Verlängerung der Nutzungsdauer	Vorgabe von Verwertungsquoten	Plastikmüllabgabe	Beteiligungs-entgelte an Rezyklierbarkeit koppeln
<b>Kreislaufwirtschaft der Kunststoffe forcieren</b>									
Kunststoffverbrauch reduzieren	+	++	+	0	++	++	0	0	+
Recyclinganteil erhöhen	+	+	0	+	0	+	+	+	++
<b>Kunststoffemissionen reduzieren</b>									
Abrieb und Verwitterung verringern (PMP-B)	0	0	0	0	0	++	0	0	+
intendierte Zugabe verringern (PMP-A)	0	0	++	0	0	0	0	0	0
Littering verringern (Makroplastik, SMP)	0	0	+	++	0	+	0	0	+

++ stark positiver Einfluss, + mäßig positiver Einfluss, 0 kein Einfluss, - negativer Einfluss

Quelle: Fraunhofer Umsicht 2019

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

Legislativer Druck	Strategische Steuerung Reifenindustrie
Circular Economy Package – EU Tyre-to-Tyre-REACH-Verordnung wird erarbeitet, die für Reifen und Reifenteile PAK-Gehalte von weniger 10 mg/kg vorschreibt	Ziele übersetzen, Einhaltung von Gesetzen (z. B. Deponierungsverbot) verankern - Produzentenverantwortung wahrnehmen
Recyclingquote von 35 auf 85 % steigern	Aktives Solution Steering
Transparenz / Life-Cycle-Assessment	Design C2C entwickeln
Verbote? Abgaben? Kompensation für Bau von Abwasser-Trennsystemen und Mikroplastik-Reinigungsanlagen?	Aufklärung-, Schulung in der Branche und bei Kunden
Abrieb-Partikelgrößen / Kennzeichnungspflicht	Zertifizierungssystem ausbauen, Produktlabel einführen
Weiterentwicklung von Ökobilanzen und Nachhaltigkeits-Reporting für Mikroplastik	Innovationsstrategie, Innovationszentrum, Innovationsfond, Methode Creative Design Thinking

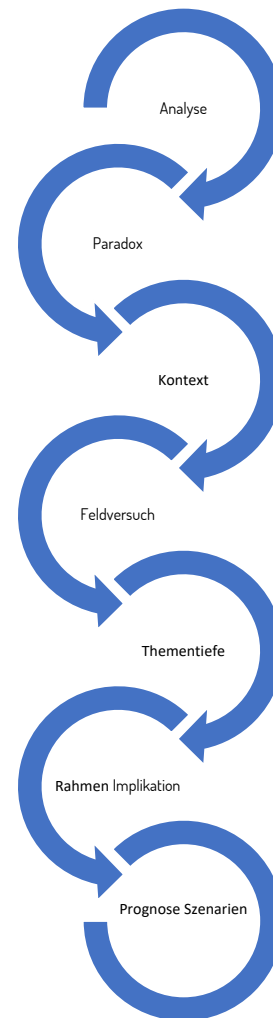


## Thinking Circular

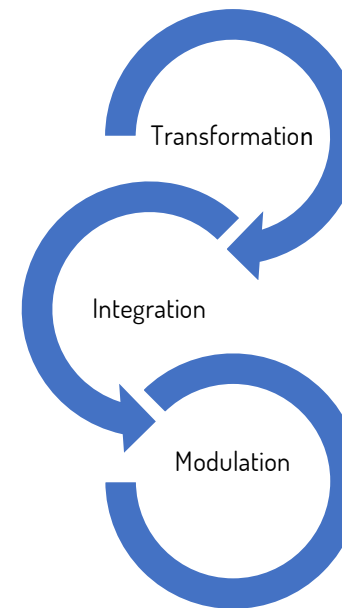
Innovation einen Rahmen geben heißt:

Designing, Prototyping, Stewarding  
des sozial-ökologischen Wandels.  
Es gibt keine technische Veränderung  
ohne soziale Auswirkung.

Quelle: Kees Dorst, Frame Innovation, (2015)



System Design Thinking







# Innovationsplattform Altreifen

20.08.19

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE, Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Evelyn Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

57

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Thinking  
Circular

Thinking Circular  
Eveline Lemke Sustainability and  
Circular Economy Consulting  
Kapellenstraße 7  
56651 Niedertzissen  
Germany

Phone: +49 2636 96 91 795

E-Mail: [Info@thinking-circular.com](mailto:Info@thinking-circular.com)

[www.thinking-circular.com](http://www.thinking-circular.com)

[www.eveline-lemke.com](http://www.eveline-lemke.com)

Wechat: Eveline Lemke

Twitter: @evelinelemke

Herausforderungen und Chancen im Innovationsmanagement  
der Circular Economy, Initiative ZARE - Fachforum "Zukunft  
Altreifen", Eveline Lemke, 10.09.2019, Osnabrück

