



Zirkularwirtschaft – Der Weg in eine nachhaltige Zukunft

Dr. Stefan Gürtzgen, SuCoNetwork e.V.



Agenda

1. Einführung in die Zirkularwirtschaft
2. Grundsätzliche Verfahren im Überblick
3. Beispiele aus der Praxis
4. Was wurde in Deutschland erreicht
5. Nutzen und Potentiale
6. Schritte zur Umsetzung
7. Zusammenfassung und Ausblick

1. Einführung in die Zirkularwirtschaft



Quelle: [Kreislaufwirtschaft - Wasser 3.0](#)



1. Einführung in die Zirkularwirtschaft

Kernprinzipien der Zirkularwirtschaft

Die Zirkularwirtschaft basiert auf mehreren zentralen Prinzipien:

1. Reduzieren (Reduce): Minimierung des Ressourcenverbrauchs und der Abfallproduktion.
2. Wiederverwenden (Reuse): Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten durch Wiederverwendung.
3. Reparieren (Repair): Instandsetzung defekter Produkte zur Verlängerung ihrer Lebensdauer.
4. Aufarbeiten (Refurbish): Generalüberholung von Produkten für eine erneute Nutzung.
5. Recyceln (Recycle): Rückgewinnung von Materialien aus Abfallprodukten zur Herstellung neuer Produkte.

Diese Prinzipien werden oft als die „5R“ der Zirkularwirtschaft bezeichnet.

Quelle: [Circular Economy: Bedeutung & Chancen für Unternehmen](#) | Tanso Blog

2. Grundsätzliche Verfahren im Überblick

Material-Recycling (Werkstoffliches Recycling)



Beschreibung:

Direkte Wiederverwertung von Materialien durch physikalische Aufbereitung (z. B. Zerkleinern, Schmelzen, Granulieren).

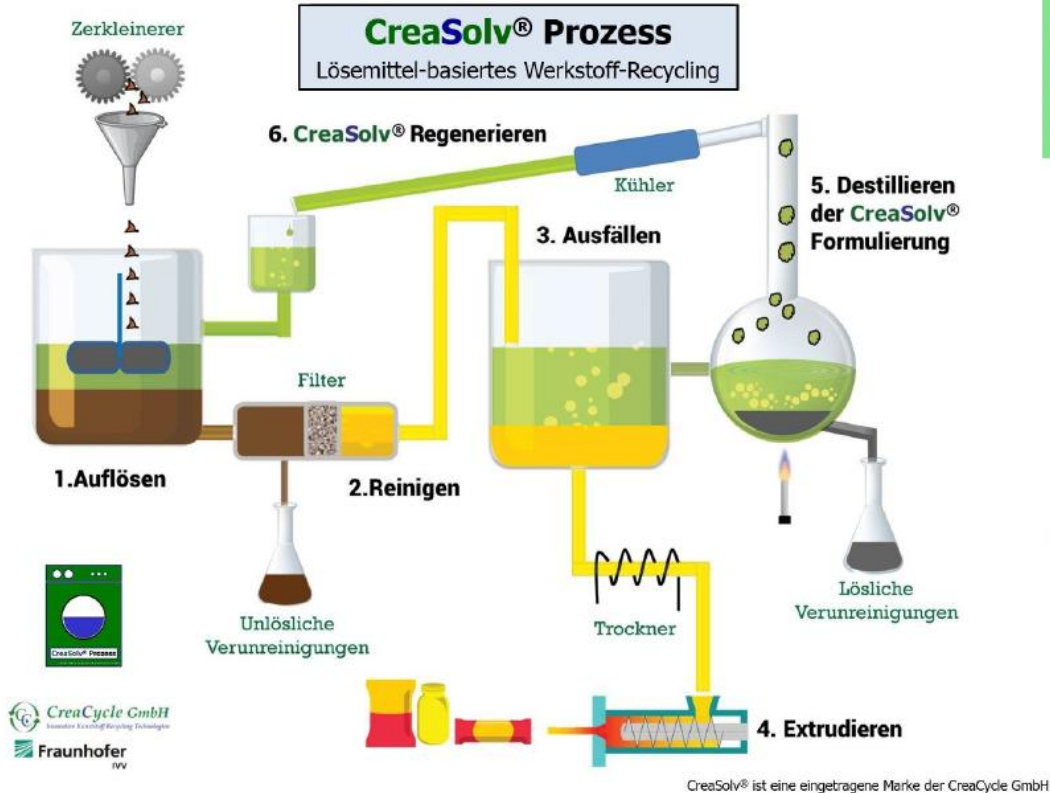
Vorteile:

Energieeffizient, ressourcenschonend, geringerer CO₂-Ausstoß als Neuproduktion.

Quelle: [Circular economy infographic. Sustainable business model. Scheme of product life cycle from raw material to design, production, consumption, reusing](#) Stock Vector Image & Art - Alamy

2. Grundsätzliche Verfahren im Überblick

Physikalisches Recycling: Lösen, Reinigen und Füllen



Chance auf reine Polymere, wenn Input nicht zu heterogen.

Beschreibung:

Physikalisches Recycling kann auch als Unterkategorie von Materialrecycling betrachtet werden. Lösen, Reinigen und Füllen sind hier typische verfahrensschritte.

Vorteile:

Energieeffizient, ressourcenschonend, geringerer CO₂-Ausstoß als Neuproduktion.

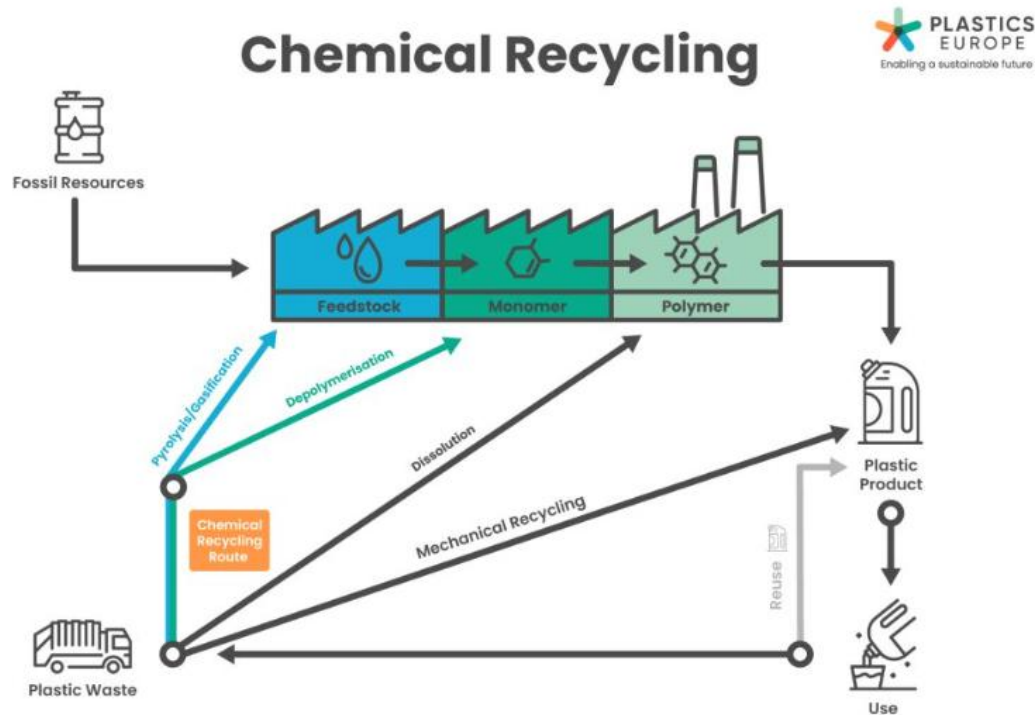


Bild: CreaCycle GmbH

Quelle: [Der CreaSolv® Prozess – CreaSolv](#)

2. Grundsätzliche Verfahren im Überblick

Chemisches Recycling



Beschreibung:

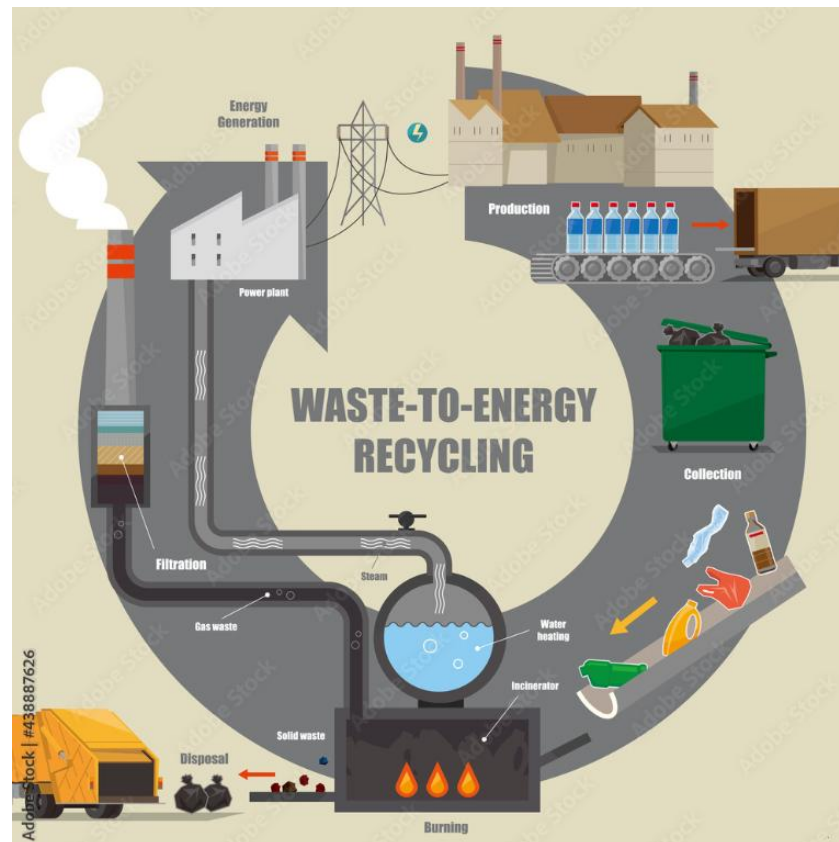
Zerstört chemische Bindungen der Polymere, um Monomere oder Herstellergrundstoffe zurückzugewinnen

Vorteile: Ermöglicht die Rückgewinnung hochwertiger Grundstoffe, die auch für Lebensmittelkontakt geeignet sind. Wichtig für oft nicht mechanisch oder physikalisch recycelbare Abfälle

Quelle: [Chemical recycling • Plastics Europe](#)

2. Grundsätzliche Verfahren im Überblick

Energetisches Recycling



Beschreibung:

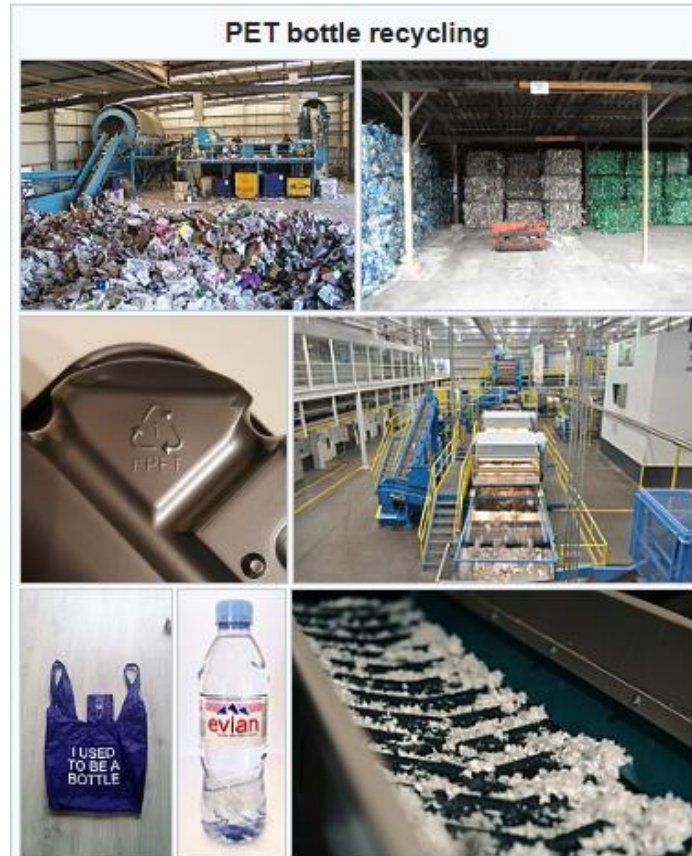
Verbrennung von Abfällen zur Erzeugung von Energie (Strom/Wärme) in Anlagen.

Vorteile:

Enthält zwar CO₂-Emissionen, ersetzt jedoch fossile Brennstoffe und reduziert Deponiebelastung (eigentlich kein Recycling im eigentlichen Sinne).

Quelle: [Stock-Vektorgrafik „Illustrative diagram of waste to energy recycling process“](#) | [Adobe Stock](#)

3. Beispiele aus der Praxis – Recycling PET (Polyethylenterephthalat)



Prozessschritte:

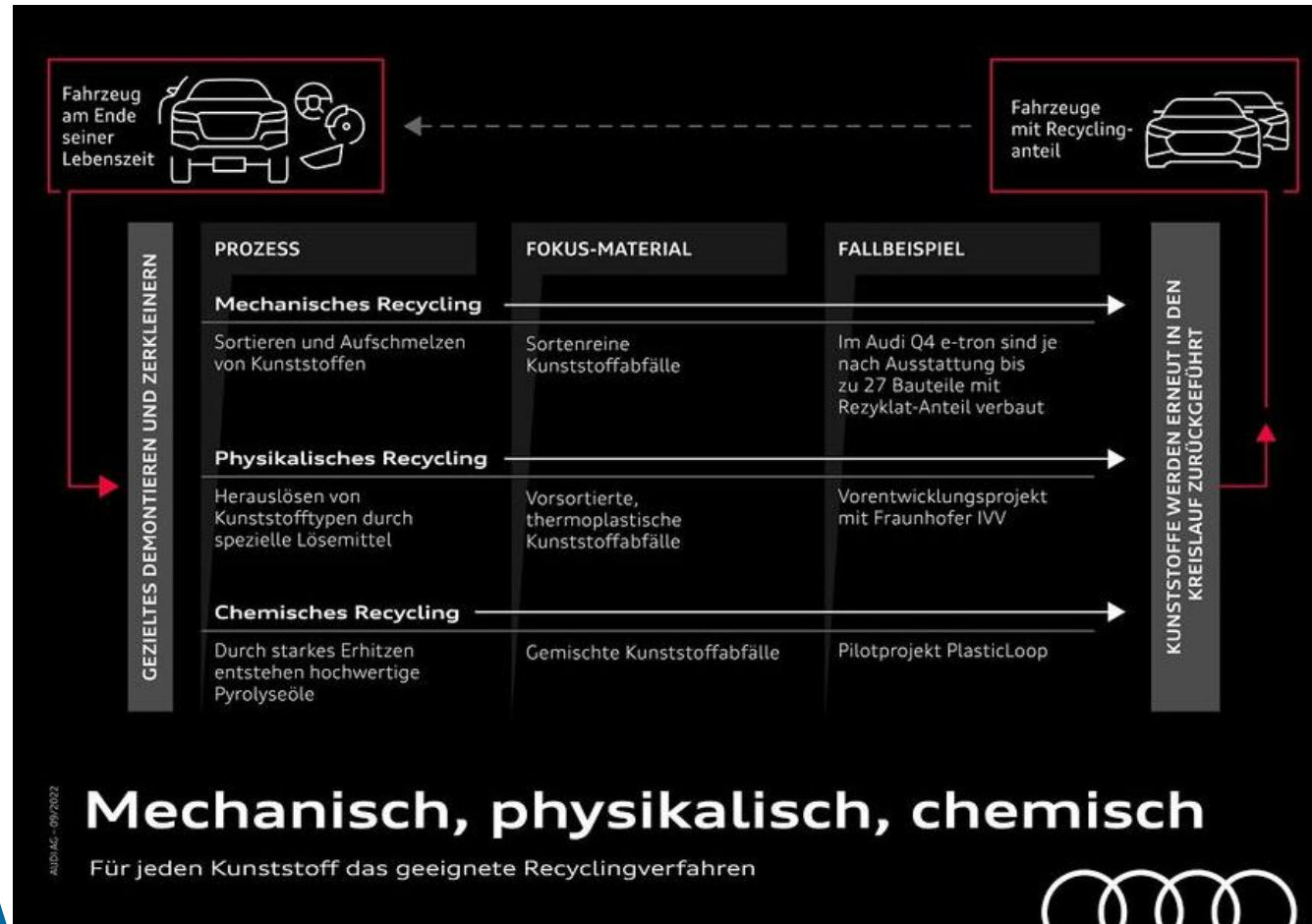
1. Sortierung in einer Aufbereitungsanlage für Wertstoffe
2. Ballen von farblich sortierten PET-Flaschen
3. Eine Wiederaufbereitungsanlage, in der gebrauchte Flaschen in saubere Flakes oder Pellets umgewandelt werden, die sich zur Neuproduktion eignen
4. Recycelte PET-Flakes
5. Eine Wasserflasche aus recyceltem PET (Bottle-to-Bottle-Recycling)
6. Eine Polyester-Tasche aus recyceltem PET
7. Eine Lebensmittelverpackungsschale aus recyceltem PET mit dem rPET-Symbol

Siehe auch folgender Link:

[ZWEI WEGE Ein Ziel - Ein Film zum Recycling von Kunststoffen - YouTube](#)

Quelle: [PET bottle recycling - Wikipedia](#)

3. Beispiele aus der Praxis – Recycling Automobilindustrie



Siehe auch die Link:

[Scrap car recycling and dismantling process- Good tools and machinery make work easy](#)

Quelle: [Physikalisches Recycling macht gemischte Kunststoffabfälle wiederverwertbar](#)

3. Beispiele aus der Praxis – Recycling Windkraft-Rotorblätter



Das passiert nach Abriss einer Windenergieanlage:

- 🏠 Betonschutt kann direkt aufgenommen und für den Wege- oder Fundamentbau erneut genutzt werden.
- ⚙️ Stahl, Kupfer und Aluminium können nach der Stofftrennung eingeschmolzen und zu neuen Bestandteilen geformt werden.
- 💧 PVC kann zur Energiegewinnung verbrannt werden.
- 🔧 Betriebsflüssigkeiten wie Öl werden abgesaugt, aufbereitet und wiederverwendet.

Die **Rotorblätter** sind derzeit der schwierigste Teil, aber die Forschung läuft und erste Verfahren wie Pyrolyse oder Faser-Recycling treiben Innovationen voran.

Quelle: Bundesverband Windenergie

3. Beispiele aus der Praxis - Gewinnung von Dieselerersatz aus kommunalem Plastikmüll durch Pyrolyse



Kommerzielle Umsetzung:

APChemi hat eine Technologie lizenziert und eine Pyrolyseanlage mit einer Kapazität von 10 Tonnen pro Tag an einen Kunden in Afrika geliefert.
Die Anlage verarbeitet sortierten Kunststoff aus kommunalem Fest-müll und hat seit ihrer Inbetriebnahme über 9 Millionen Kg Kunststoffabfall beseitigt.

Quelle: [Pyrolysis Case Studies | APChemi](#)



4. Was wurde in Deutschland erreicht – Entwicklung der Recyclingquoten bei Verpackungsabfällen 1991 bis 2020

	1991	1997	2007	2012	2017	2020
Glas	53,7	83,5	83,7	84,7	84,4	84,2
Aluminium	16,6	79,7	74,2	91,4	91,1	96,0
Weißblech	37,1	79,5	91,6	93,0	90,9	91,9
Kunststoffe	11,6	61	62,2	99	99,4	99,7
Papier, Pappe	55,8	88,6	86,9	99,4	99,7	99,8
Getränkekarton	0	61,6	66,7	98,8	99,4	99,6
Gesamtquote	39,2	82,6	79,2	96,3	96,8	96,9

Vorsicht bei der Bewertung der Recyclingquote!

Kunststoffe können sowohl werkstofflich als auch energetisch verwertet werden. Das heißt, Kunststoffabfälle, die nicht stofflich oder rohstofflich wiedergenutzt werden, können energetisch verwertet, sprich zur Energiegewinnung verbrannt werden. Kunststoffe haben einen hohen Heizwert und sind somit sehr gute Energieträger. Oft verfälscht das aber die Recyclingbilanz.

Quelle: Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (GVM), [Bundesumweltministerium](#)



4. Was wurde in Deutschland erreicht – Recycling-Materialien im Vergleich

	Recyclingfähigkeit	Emissionsbilanz bei Neuproduktion*	Emissionsbilanz bei Recycling*
Aluminium	okay**	11,0	0,4
Glas	sehr gut	0,9	0,5
Papier/Karton	sehr gut	1,1	0,7
Kunststoff	schlecht***	2,1	1,3
Stahl	sehr gut	2,4	0,3

Angaben in CO₂-Äquivalenten pro kg **Da verschiedene Aluminium-Legierungen beim Umschmelzen nicht entfernt werden können, kommt es bei Aluminium häufig zu Downcycling. *Je nach Kunststoffart ist die Recyclingquote sehr unterschiedlich, oft aber nur wenige Recycling-Zyklen.*

Es ist leider nicht ganz easy, eine Aussage zu treffen, was gut recycelbar ist und was nicht. Wobei die Zahlenlage bei Glas und Papier sehr gut ist. Faktoren wie die Reinheit eines Materials, der Energieaufwand bei der Herstellung bzw. beim Recycling und natürlich die Umweltverträglichkeit spielen eine große Rolle. Gerade bei Batterien von Elektroautos gibt es Diskussionen um die Kreislaufverträglichkeit.

Quellen: [Quarks](#),
Umweltbundesamt, [Hillman et al.](#)



5. Nutzen und Potentiale

Ökologische Vorteile der Zirkularwirtschaft

Die ökologischen Vorteile gehören zu den prominentesten Argumenten für die Einführung einer Zirkularwirtschaft:

Ressourcenschonung

- Reduktion des Rohstoffverbrauchs durch Wiederverwendung und Recycling
- Verlangsamung der Erschöpfung natürlicher Ressourcen (z.B. Metalle, Erdöl, Holz)

Verringerung von Abfällen

- Reduktion des Abfallaufkommens durch langlebige Produkte und geschlossene Materialkreisläufe
- Minimierung von Deponieabfällen und der damit verbundenen Umweltbelastungen

Klimaschutz und Emissionsreduktion

- Weniger Energieverbrauch durch effiziente Materialkreisläufe
- Deutliche Einsparungen an CO₂-Emissionen, da Recycling und Wiederverwendung weniger Energie benötigen als die Neuproduktion von Rohstoffen (z.B. Recycling von Aluminium spart bis zu 95 % Energie im Vergleich zur Neuproduktion)

Quelle: ChatGPT



5. Nutzen und Potentiale

Wirtschaftliche Potentiale der Zirkularwirtschaft

Die wirtschaftlichen Chancen und Potenziale machen die Zirkularwirtschaft besonders interessant für Kleinere und Mittelständische Unternehmen sowie Startups:

Kosteneinsparungen

- Effizientere Nutzung von Ressourcen senkt Einkaufskosten
- Einsparung von Entsorgungskosten durch weniger Abfall

Neue Geschäftsmodelle und Marktchancen

- Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen, wie Leasing oder Sharing-Modelle
- Erschließung neuer Märkte durch kreislauffähige Produktdesigns (Design for Recycling, Modularität)

Risiko-Minimierung

- Weniger Abhängigkeit von volatilen Rohstoffpreisen durch geringeren Ressourcenbedarf
- Stärkung der Resilienz von Lieferketten und Geschäftsprozessen

Quelle: ChatGPT



5. Nutzen und Potentiale

Soziale Chancen der Zirkularwirtschaft

Die Zirkularwirtschaft bietet auch bedeutende soziale Vorteile:

Schaffung neuer Arbeitsplätze

- Arbeitsplätze im Bereich Reparatur, Wiederaufbereitung und Recycling
- Förderung von lokalen und regionalen Beschäftigungsmöglichkeiten

Gesellschaftliche Verantwortung und Imagegewinn

- Unternehmen und Organisationen stärken ihre Reputation und Attraktivität für Kunden durch nachhaltiges Wirtschaften
- Verbesserte Kundenbindung und Akzeptanz bei gesellschaftlich bewussten Verbrauchern

Förderung der Gemeinschaft und lokaler Wirtschaftskreisläufe

- Aufbau von lokalen Wertschöpfungsketten, etwa durch regionale Reparatur- und Tauschbörsen
- Unterstützung lokaler Gemeinschaftsinitiativen, z.B. Repair-Cafés, Urban Gardening oder Second-Hand-Märkte

Quelle: ChatGPT



5. Nutzen und Potentiale

Chancen der Zirkularwirtschaft am Beispiel der „Modell Deutschland Circular Economy“ (MDCE) Machbarkeitsstudie vom Ökoinstitut e.V.

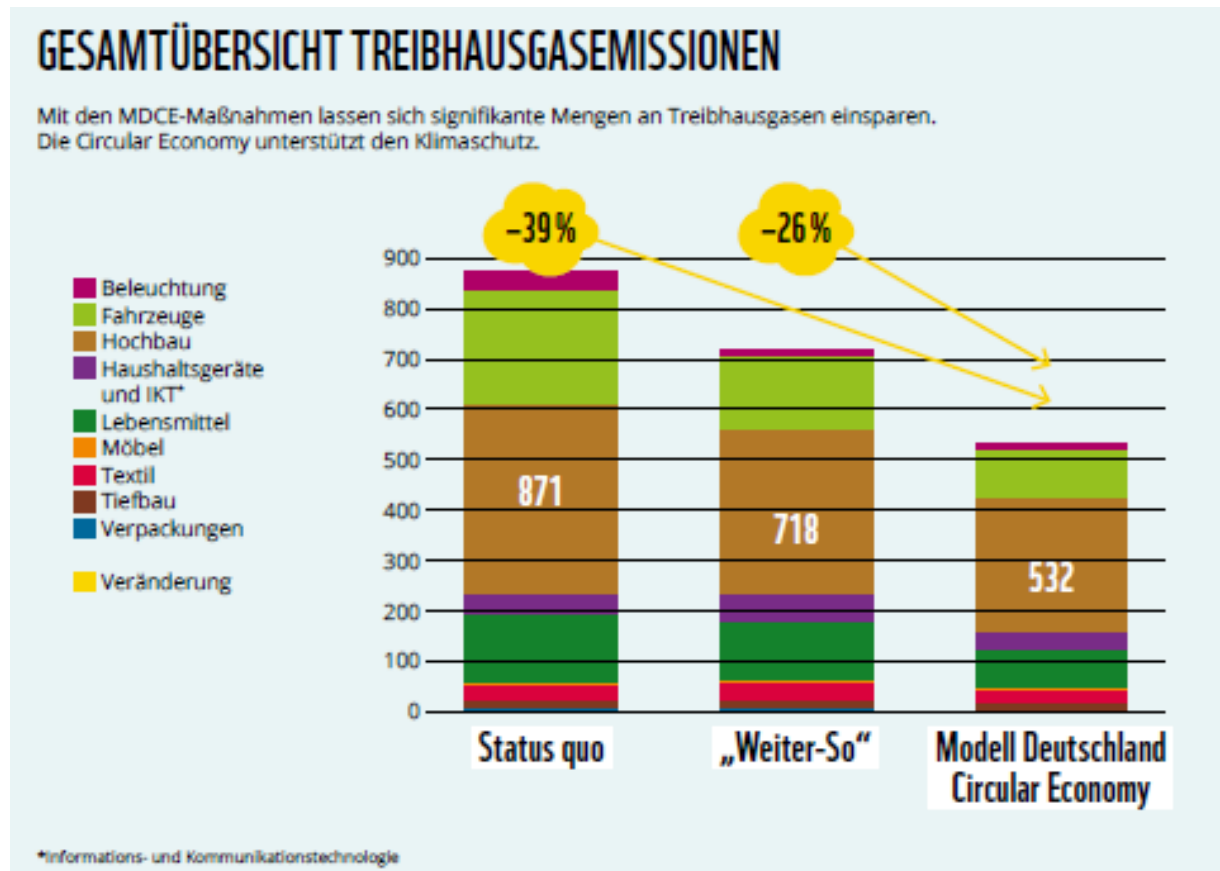
Die **Studie vom Ökoinstitut e.V.** im Auftrag des WWF Deutschland schlägt ein sektorübergreifendes, hybrides Bewertungsmodell zur qualitativen und quantitativen Folgeabschätzung einer umfassenden Circular Economy in Deutschland vor. Im vorgeschlagenen Bewertungsmodell kommen eine Reihe der wichtigsten Methoden und Modelle zum Einsatz, die derzeit angewendet werden. Hierzu gehören:

- **Ökobilanzierung** zur Abbildung der Produktperspektive
- **Materialflussanalyse und Bottom-up-Simulation** zur Abbildung der Material-/Grundstoffperspektive
- **Makroökonomische Modellierung** zur Berücksichtigung der gesamtwirtschaftlichen Perspektive (z. B. Environmentally Extended Multiregional Input-Output-Analyse, makroökonomische Modellierung)

Quelle: [Studie Modell Deutschland Circular Economy](#)

5. Nutzen und Potentiale

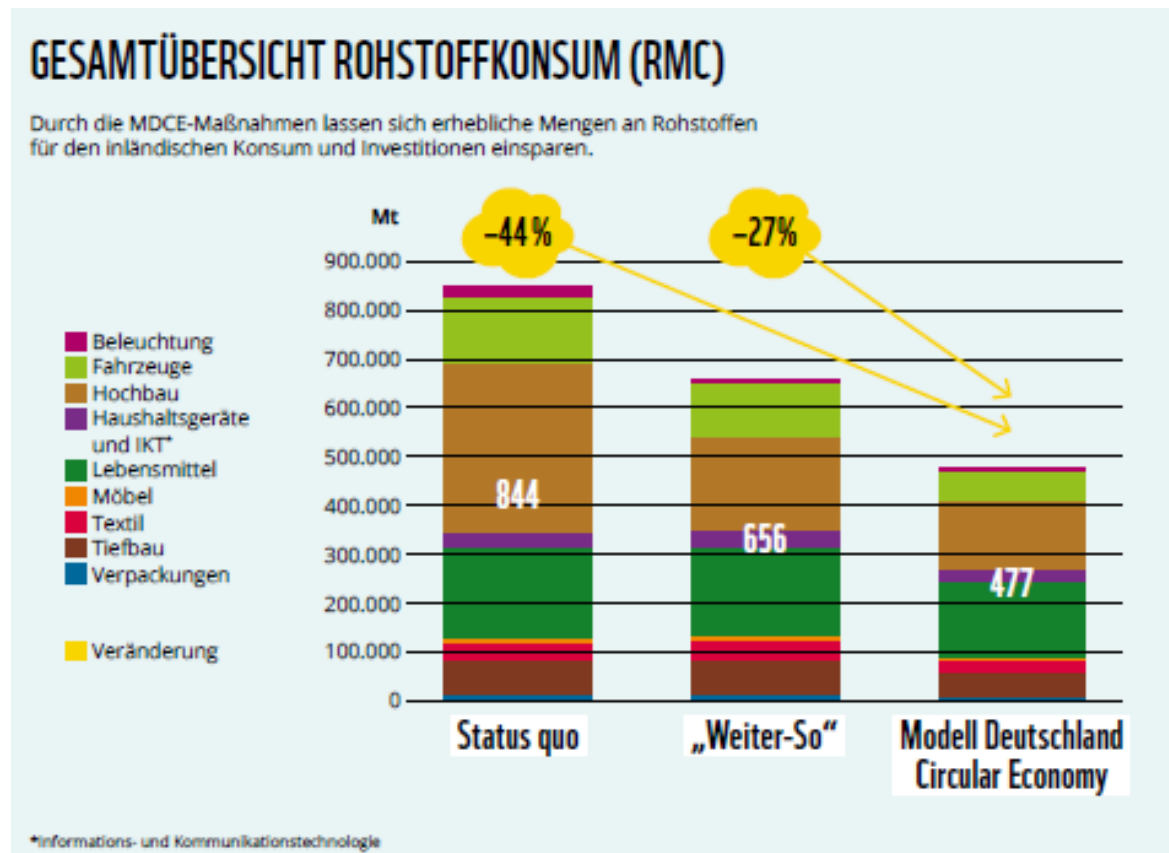
Mögliche Einsparungen im Bereich Treibhausgase (MT CO₂ Äquivalente), Ausblick 2045



Quelle: [Studie Modell Deutschland Circular Economy](#)

5. Nutzen und Potentiale

Mögliche Einsparungen bei Rohstoffen (in MT), Ausblick 2045



Quelle: [Studie Modell Deutschland Circular Economy](#)



6. Schritte zur Umsetzung – Strategische Grundlagen

- **Politische Rahmenbedingungen & Regulierung**
Entwicklung von Gesetzen, Standards und Anreizen (z. B. EU-Green Deal, Kreislaufwirtschaftsgesetz).
- **Bildung von Ökosystemen und Netzwerken** zur Kooperation entlang von Wertschöpfungsketten
- **Unternehmensstrategie**
Integration von Circular Economy in Geschäftsmodelle und Nachhaltigkeitsstrategien

Quelle:



6. Schritte zur Umsetzung – Politische Rahmenbedingungen und Regulierung

Deutschland: Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)

Gesetz: *Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)* – zuletzt novelliert 2020

Inkrafttreten: 1. Juni 2012 (Neufassung)

Kerninhalt:

Nationale Umsetzung der EU-Abfallrahmenrichtlinie

Verankert die **Abfallhierarchie**: Vermeidung → Wiederverwendung → Recycling → sonstige Verwertung → Beseitigung

Verpflichtet Unternehmen und Kommunen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung

Beispielhafte Anwendung: Vorgaben für getrennte Sammlung von Bio-, Papier-, Metall-, Kunststoff- und Glasabfällen.

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)



6. Schritte zur Umsetzung – Politische Rahmenbedingungen und Regulierung

Europäische Union: Circular Economy Action Plan (CEAP)

Politischer Rahmen: *EU Circular Economy Action Plan (2020)* – Teil des *European Green Deal*

Rechtsgrundlage: Umsetzung über Richtlinien (z. B. Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG, Verpackungsrichtlinie 94/62/EG, Ökodesign-Verordnung)

Kerninhalt:

Ziel: Bis 2050 klimaneutrale, ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft
Fokus auf Produktdesign, Ressourcenschonung, nachhaltige Materialien und Verbraucherrechte

Förderung von Reparatur, Recycling, und Sekundärrohstoffmärkten

Beispielhafte Maßnahme: Neue Ökodesign-Vorgaben für langlebige und reparierbare Elektrogeräte

Quelle: Europäische Kommission –
Circular Economy Action Plan (2020)



6. Schritte zur Umsetzung – Politische Rahmenbedingungen und Regulierung

Weltweit: UN Sustainable Development Goals (SDGs)

Rahmen: *Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung* (2015)

Relevante Ziele:

SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen

SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz

SDG 9: Nachhaltige Industrie, Innovation und Infrastruktur

Kerninhalt:

Globale Orientierung für ressourceneffiziente Produktion, Abfallvermeidung und nachhaltige Lieferketten

Kein verbindliches Gesetz, aber Basis für nationale Strategien und internationale Abkommen

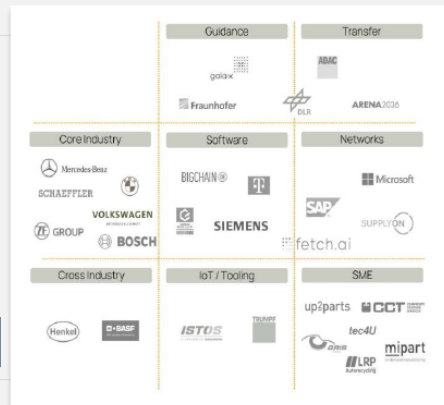
Beispielhafte Anwendung: Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategien (z. B. Chinas Circular Economy Promotion Law)

Quelle: [United Nations – Sustainable Development Goals](#)

6. Schritte zur Umsetzung – Bildung von Ökosystemen und Netzwerken

Catena-X wurde als Netzwerk gegründet, um Transparenz in der Wertschöpfungskette zu erleichtern

Catena-X bringt führende Automobilhersteller, Zulieferer, Technologieanbieter und Forschungseinrichtungen zusammen, um einen durchgängigen, sicheren und standardisierten Datenraum zu schaffen.



Zugang zu Ressourcen und Dienstleistungen des Netzwerks

Antragsstellung mit Motivationsschreiben

Jährliche Gebühr, abhängig von Unternehmensgröße und Nutzerumfang sowie Gebühren für spezifische Module

Finanzierung des Netzwerks

Mitgliederbeiträge

Öffentliche Förderungen

Partnerschaften

6. Schritte zur Umsetzung - – Bildung von Ökosystemen und Netzwerken

Netzwerkbasierte Zusammenarbeit und interdisziplinäre Partnerschaften zur Umsetzung der Circular Economy

Circular Valley bietet eine Plattform für interdisziplinäre Zusammenarbeit, die Unternehmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen miteinander vernetzt, um innovative Lösungen für die Kreislaufwirtschaft zu entwickeln.



Zugang zu Ressourcen und Dienstleistungen des Netzwerks

Registrierung im Circular Valley Netzwerk
Bewerbung an Accelerator Programmen
Teilnahme an Schulungen oder Workshops
Kooperationspartner, z. B. bei Forschungsprojekten

Finanzierung des Netzwerks

Mitgliedsbeiträge von Unternehmen
Öffentliche Fördermittel
Partnerschaften und Sponsoren
Beratungsdienstleistungen und Schulungen



6. Schritte zur Umsetzung – Produkt- und Prozessdesign

➤ Ökodesign & Modularität

Produkte so gestalten, dass sie leicht reparierbar, wiederverwendbar und recycelbar sind.

➤ Materialwahl

Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, Sekundärmaterialien und schadstoffarmen Stoffen.

➤ Lebensdauerverlängerung

Fokus auf Haltbarkeit, Upgrades und Sharing-Modelle.

Beispiel:

Das **Fairphone** ist modular aufgebaut, sodass Nutzer:innen einzelne Komponenten (z. B. Kamera, Akku, Display) leicht selbst austauschen können. Dadurch wird die Lebensdauer verlängert und Elektroschrott reduziert.

👉 [Fairphone – Design for Longevity](#)

Quelle: Bakker, C., & den Hollander, M. (2019). Products That Last. TU Delft / Fairphone Case Study.



6. Schritte zur Umsetzung – Produktion & Lieferketten

- **Ressourceneffizienz**
Optimierung von Energie- und Materialeinsatz.
- **Kaskadennutzung**
Materialien mehrfach nutzen, bevor sie recycelt oder energetisch verwertet werden.
- **Regionale Wertschöpfung**
Kürzere Lieferketten zur Reduktion von Emissionen und Förderung lokaler Kreisläufe.

Beispiel:

BMW hat mit dem **i Vision Circular** ein vollständig recycelbares Fahrzeugkonzept entwickelt. Das Auto besteht zu 100 % aus recycelten Materialien und ist wiederum zu 100 % recycelbar.

👉 [BMW Circular Car Concept](#)

Quelle: BMW Group (2021). BMW i Vision Circular – A vehicle designed according to circular economy principles.



6. Schritte zur Umsetzung – Nutzung & Konsum

- **Neue Geschäftsmodelle**
Produkt-as-a-Service, Leasing, Sharing-Modelle.
- **Bewusstseinsbildung**
Verbraucher für nachhaltigen Konsum sensibilisieren.
- **Digitale Plattformen**
Transparenz über Produktlebenszyklen und Rücknahmesysteme.

Beispiel:

Philips bietet Licht als Dienstleistung („Light as a Service“) an – Kunden bezahlen für Beleuchtung, nicht für Leuchtmittel. Das Unternehmen behält die Kontrolle über Wartung, Rücknahme und Wiederverwendung.

👉 [Philips Lighting – Circular Lighting](#)

Quelle: Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy. Journal of Cleaner Production, 97, 76–91.



6. Schritte zur Umsetzung – Sammlung & Rückführung

- **Effiziente Sammelsysteme**
Getrennte Erfassung von Wertstoffen.
- **Logistik & Rücknahmesysteme**
Aufbau von Rückführungs- und Rücknahmeinfrastrukturen.
- **Digitale Nachverfolgung**
Kennzeichnung (z. B. QR-Codes, digitale Produktpässe).

Beispiel:

Das deutsche **Pfandsystem** für Einweg- und Mehrwegflaschen ermöglicht eine Rücklaufquote von über 97 %. Es gilt als eines der erfolgreichsten Rücknahmesysteme weltweit.

👉 [UBA – Pfandsysteme](#)

Quelle: Umweltbundesamt (2023).
Pfandsysteme in Deutschland –
Wirkung und Potenzial für die
Kreislaufwirtschaft.



6. Schritte zur Umsetzung – Recycling & Wiederverwertung (siehe auch Kapitel 2)

- **Mechanisches Recycling**
Zerkleinern, Schmelzen,
Wiederverarbeiten.
- **Chemisches / Physikalisches Recycling**
Rückführung in Grundbausteine (z. B.
Monomere, Öl).
- **Energetische Verwertung**

Beispiel:

Im Projekt **ChemCycling** werden Kunststoffabfälle, die nicht mechanisch recycelt werden können, chemisch in Rohstoffe (Pyrolyseöl) umgewandelt, die erneut in der Produktion verwendet werden.

👉 [BASF ChemCycling](#)

Quelle: BASF (2020). ChemCycling™ project – Chemical recycling of plastic waste.



6. Schritte zur Umsetzung – Monitoring & Innovation

- **Kennzahlen & Indikatoren**
CO₂-Einsparungen, Ressourceneffizienz, Abfallvermeidung messen.
- **Forschung & Entwicklung**
Neue Technologien für Recycling, Materialersatz, Kreislauf-IT.
- **Kooperationen**
Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft.

Beispiel:

Der jährlich erscheinende **Circularity Gap Report** misst, wie „zirkulär“ die Weltwirtschaft ist. Laut dem Report 2024 beträgt die globale Zirkularitätsrate nur etwa 7,2 %.

👉 [Circularity Gap Report](#)

Quelle: Quelle: Circle Economy (2024).
Circularity Gap Report 2024.



6. Zusammenfassung und Ausblick

Für den Aufbau einer Zirkularwirtschaft sind folgende Aspekte von besonderer Bedeutung

- Schaffung der **gesetzlichen Rahmenbedingungen** auf lokaler, regionaler und globaler Ebene
- Aufbau von **Plattformen und Netzwerken** zur Kollaboration entlang der gesamten Wertschöpfungsketten
- Berücksichtigung von **Langlebigkeit und Wiederverwendung** über den gesamten **Produktlebenszyklus** von Design bis „End of Life“ („cradle to cradle“ Ansatz, Materialpässe zur Klassifizierung von Produkten)
- Implementierung von **Leasing Modellen**
- Förderung innovativer **Recycling Technologien**
- **Kollektives Bewusstsein** schaffen zwischen Politik, Wissenschaft und Gesellschaft

Quelle:



SuCoNetwork e.V.

Sustainability Collaboration Network

Verantwortlich

SuCoNetwork e.V.

Norbert Becker, Friedhelm Brandau, Dr. Stefan Gürtzgen, Dr. Thomas Karlewski

E-Mail: info@suconetwork.com

Webseite: www.suconetwork.com

Telefonnr: +49 151 1751 8528