

Nachhaltige Kreislaufwirtschaft als Schlüsselement zu Netto-Null



ETH zürich



Projekt ermöglicht durch:
Circular Economy
Switzerland

Das Wichtigste in Kürze

Im Rahmen einer ETH Studie¹ wurden diverse Kreislaufwirtschaftsmassnahmen und deren Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) ökologisch bewertet. Nach einer Analyse der ökologischen Hotspots in der Schweizer Industrie und Haushalten wurden dazu verschiedene Szenarien erstellt. Diese umfassen Massnahmen in der Bauindustrie zur Reduktion des Einsatzes von Stahl und Beton, zur Reduktion der Umweltwirkungen von Dämmstoffen, Abfallvermeidungsmassnahmen für Lebensmittel, Möbel und Kleider, vermehrtes Zurückgewinnen von Lösungsmitteln in der chemischen Industrie, die anaerobe Vergärung von Hofdünger zur Energieproduktion, Optimierung des Abfallsystems und Verbesserung bei Sammlung und Recycling von Kunststoffen. Zusätzlich wurde die Sequestrierung von CO₂ in Holzfeuerungsanlagen, in Zementöfen und in Kehrlichtverwertungsanlagen untersucht und mit den Kreislaufwirtschafts-Szenarien verglichen. Anschliessend wurden gegenseitige Einflüsse der Szenarien identifiziert und quantifiziert, um ein optimales Kombi-Szenario zu definieren. Das so entstandene Kombi-Szenario weist ein Einsparungspotenzial von 12 Mio. t CO₂-eq für das Jahr 2050 auf. Dies entspricht 22 % der momentan innerhalb der Schweiz ausgestossenen THG-Emissionen und 14 % der durch den Konsum in der Schweiz verursachten THG-Emissionen.

Die untersuchten Massnahmen können also einen wichtigen Beitrag zur Erreichung des Netto-Null Ziels leisten. Weitere Kreislaufwirtschaftsstrategien, beispielsweise in den Bereichen Mobilität, Landwirtschaft oder Produktion wurden in dieser Studie nicht erfasst, könnten aber zusätzlich zu einer Reduktion der Emissionen und so zur Erreichung des Netto-Null Ziels beitragen.

Kreislaufwirtschaft in der Schweiz

Die Schweiz strebt das Ziel Netto-Null bis ins Jahr 2050 an (Der Schweizerische Bundesrat, 2021). Nebst der Transformation des Energiesystems und der Mobilität, kann auch Kreislaufwirtschaft (CE, engl. Circular Economy) zur Erreichung dieses Ziels beitragen. Im Parlament wird Kreislaufwirtschaft mit verschiedensten Vorstössen thematisiert. Beispielsweise wurde eine parlamentarische Initiative zur Anpassung des Schweizer Umweltschutzgesetzes eingereicht; andere parlamentarische Vorstösse befassen sich mit der Wiederverwendung und dem Recycling von Kunststoffen (Chevalley, 2019; CVP-Fraktion, 2019; Flach, 2019; Munz, 2018; Thorens Goumaz, 2018) oder generell mit dem "Abbau von Hemmnissen für Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft" (Noser, 2018).

Der Weg zu einer zirkulären Schweiz ist jedoch noch weit. Nur 10 % der Schweizer Unternehmen machen Anstrengungen, um eine Kreislaufwirtschaft zu erreichen (Stucki & Wörter, 2021). Die Haupthindernisse für die Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien beinhalten die fehlende Eignung der Produkte und Dienstleistungen, mangelndes Know-how zur technischen Umsetzung von CE-Lösungen, sowie fehlende finanzielle Möglichkeiten (Stucki & Wörter, 2021). Nebst fehlendem Bewusstsein und Wissen zu *wie der Wandel geschehen könnte*, ist unklar, inwieweit eine Änderung des Wirtschaftssystems *zur Verringerung der Umweltauswirkungen der Schweiz beitragen kann* und welche Massnahmen am einflussreichsten sind.

Das Ziel der ETH Studie war es deshalb, herauszufinden, wie viel Kreislaufwirtschaft, und im speziellen Strategien zur Vermeidung von Abfall und Behalten von Materialien im System, dazu beitragen kann, das Netto-Null Ziel zu erreichen und welche Massnahmen am zielführendsten sind.

¹ Wiprächtiger, M., Haupt, M., Froemelt, A., Klotz, M., Beretta, C., Osterwalder, D., Burg, V., & Hellweg, S. (2022). *Combining industrial ecology tools to assess potential greenhouse gas reductions of a circular economy: Method development and application to Switzerland*. Journal of Industrial Ecology [forthcoming publication]

Nachhaltige Kreislaufwirtschaft als Schlüsselement zu Netto-Null

Herangehensweise

In einem ersten Schritt wurden der Konsum und die Produktion in der Schweiz analysiert. Darauf basierend wurden die Industriesektoren und Konsumkategorien mit den grössten Umweltwirkungen bestimmt. In einem zweiten Schritt wurden diese Sektoren genauer untersucht und die Materialien und Produkte mit den grössten Umweltwirkungen identifiziert. Anschliessend wurden für diese Materialien und Produkte in den entsprechenden Sektoren CE-Szenarien für die Jahre 2030 und 2050 erstellt, ökologisch bewertet und miteinander verglichen. Die Szenarien fokussierten hauptsächlich auf Strategien wie die Vermeidung von Abfällen oder die Schliessung von Materialkreisläufen, wie sie z.B. im 10R Framework nach Potting et al. (2016) definiert werden (siehe Abb. 2). Die Transformation des Energiesystems sowie eine veränderte Mobilität wurden nicht modelliert, da es sich dabei nicht um Kernelemente der CE handelt.

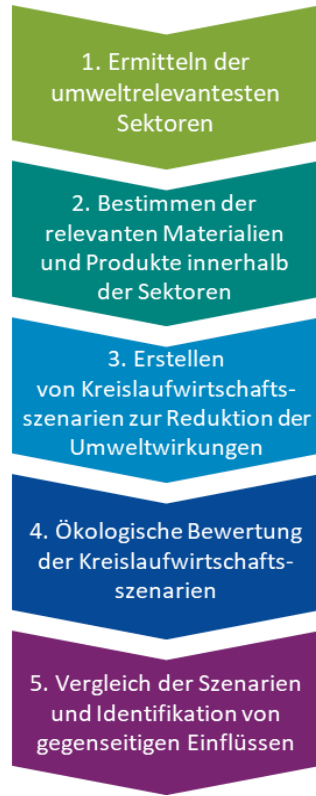


Abb. 1: Vorgehen

Anschliessend wurden die Einflüsse der Szenarien nicht nur innerhalb eines Sektors, sondern auch sektorübergreifend analysiert. So konnte ein Szenario erstellt werden, in welchem die besten und sich gegenseitig nicht ausschliessenden oder negativ beeinflussenden CE-Szenarien miteinander kombiniert wurden, um das Gesamtpotenzial der untersuchten Szenarien zu ermitteln.

Szenarien

In der Studie genauer untersucht wurden die Vermeidung von **Lebensmittelabfällen**, Bauindustrie mit Fokus auf **Stahl & Beton**, verbesserte Verwertung von **Kunststoffabfällen**, die Nutzung von **Hofdünger** als Energiequelle, ein verbessertes Sammel- und Recyclingsystem für **Haushaltsabfälle**, Abfallvermeidungsstrategien für **Haushaltsmöbel**, **Dämmstoffe**, diverse Strategien für **Kleidung** und eine erhöhte Rückführung von **Lösungsmitteln** in die Produktion von chemischen Unternehmungen.

Eine Übersicht aller Szenarien findet sich in untenstehender Zusammenstellung. Die mit * markierten Szenarien wurden für das Kombi-Szenario berücksichtigt.

Verbesserte Nutzung und Produktion (R0 – R2)	<ul style="list-style-type: none"> • Konsum einschränken (R0) • Benutzung überdenken (z.B. teilen) (R1) • Produktion verbessern (z.B. weniger Ressourcen verwenden) (R2)
Verlängerung der Lebensdauer von Produkten und Teilen (R3 – R7)	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederverwenden (R3) • Reparieren (R4) • Wiederaufbereiten (R5) • Wiederherstellen (R6) • Umfunktionieren (R7)
Sinnvolle Nutzung von Materialien und Energie (R8 – R9)	<ul style="list-style-type: none"> • Materialien recyklieren (R8) • Energie zurück gewinnen (R9)

Abb. 2: 10R Framework nach Potting et al. (2016)



50% Reduktion der **Lebensmittelabfälle** in

- Haushalten*
- Produktion & Verarbeitung*
- Gastgewerbe*



Reduzierter Einsatz von **Stahl** und **Beton** durch

- Erhalt von Gebäudestrukturen*
- Vermehrter Einsatz von Holz*
- Benutzung eines zirkulären Betons*



Kunststoffabfälle werden vermehrt

- gesammelt
- gesammelt, gleichzeitig werden Produktdesign und Recycling optimiert *



Sammlung des **Hofdüngers** und

- anaerobe Vergärung zur Energieproduktion
- anaerobe Vergärung und anschliessende Aufbereitung und Einspeisung ins Gasnetz*



Haushaltsabfälle (Glas, Alu, Eisenmetalle, Papier und Karton) werden

- besser recycelt
- optimal verwertet (Wiederverwendung von Glasflaschen, Recycling von Papier und Karton zu Dämmstoff, etc.)*

Zusätzlich wurden auch Szenarien zur Sequestrierung von CO₂ untersucht, welche immer mehr an Interesse gewonnen haben und in der Klimastrategie verankert wurden (Schweizerischer Bundesrat, 2020).

Nachhaltige Kreislaufwirtschaft als Schlüsselement zu Netto-Null



Möbel werden

- statt 15 im Durchschnitt 25 Jahre verwendet
- stärker wiederverwendet
- zurückgegeben, überholt und erneut verkauft*
- Holzteile werden aus recyceltem Holz produziert



Dämmstoffe werden

- auf der Rückbaustelle besser getrennt und anschliessend recycelt
- wo technisch möglich, durch biogene, erneuerbare Materialien ersetzt
- so weit wie möglich durch biogene ersetzt und die verbleibenden öl-basierten und mineralischen Dämmstoffe werden recycelt*



Kleidung wird

- von 25 % der Schweizer Bevölkerung geteilt (z.B. via fashion library Systeme)
- anstatt ins Ausland exportiert, in der Schweiz wiederverwendet
- repariert (30% in Kehrichtsack reparierbar)*
- reduziert konsumiert
 - in 25% der Bevölkerung um 15%
 - in 100% der Bevölkerung um 50%



Lösungsmittel in der chemischen Industrie

- werden vermehrt regeneriert *

Zusätzlich zu den CE-Szenarien wurden Optionen für die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid aus der Abluft von Kehrichtverwertungsanlagen (KVA), Holzfeuerungsanlagen und Zementwerken betrachtet.

Ökologisches Potenzial der Szenarien

Die Szenarien mit dem höchsten Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 sind die Vermeidung von Lebensmittelabfällen in Produktion und Handel, sowie Gastgewerbe und Haushalten, die Kombination aus Erhalt von Gebäudestrukturen, vermehrter Verwendung von Holz und dem Einsatz eines zirkulären, CO₂-absorbierenden Betons, erhöhte Sammlung und Recycling von Kunststoffen, sowie die Verwendung von Biomethan aus der anaeroben Vergärung von Hofdünger als Substitut für Erdgas (siehe Abb. 3).

Auch das Abscheiden von CO₂ aus der Abluft von KVAs hat ein hohes Potenzial. Grundsätzlich wird aber das CO₂-Abscheidepotenzial durch diejenigen CE-Szenarien reduziert, welche eine reduzierte Abfallmenge zur Folge haben. So führt beispielsweise eine erhöhte Sammlung und Recycling von Kunststoffabfällen zu reduzierten Mengen an Kunststoffen, die verbrannt werden. Dadurch wird auch die Menge an CO₂, welche aus der Abluft abgeschieden werden könnte, reduziert. Ohne Einflüsse der CE-Szenarien hätten die CO₂-Abscheidungsmaßnahmen ein Einsparungspotenzial von 4.4 Mio. t CO₂-eq in 2050. Werden die CE-Szenarien berücksichtigt, reduziert sich das Potenzial der CO₂-Abscheidung auf 1.8 Mio. t CO₂-eq. Die CE-Szenarien beeinflussen sich hingegen nur in einigen wenigen Fällen gegenseitig negativ (wenn z.B. 50% weniger Kleidung gekauft wird, wird auch das Potenzial, kaputte Kleidung zu reparieren oder Kleidung wieder zu verwenden kleiner).

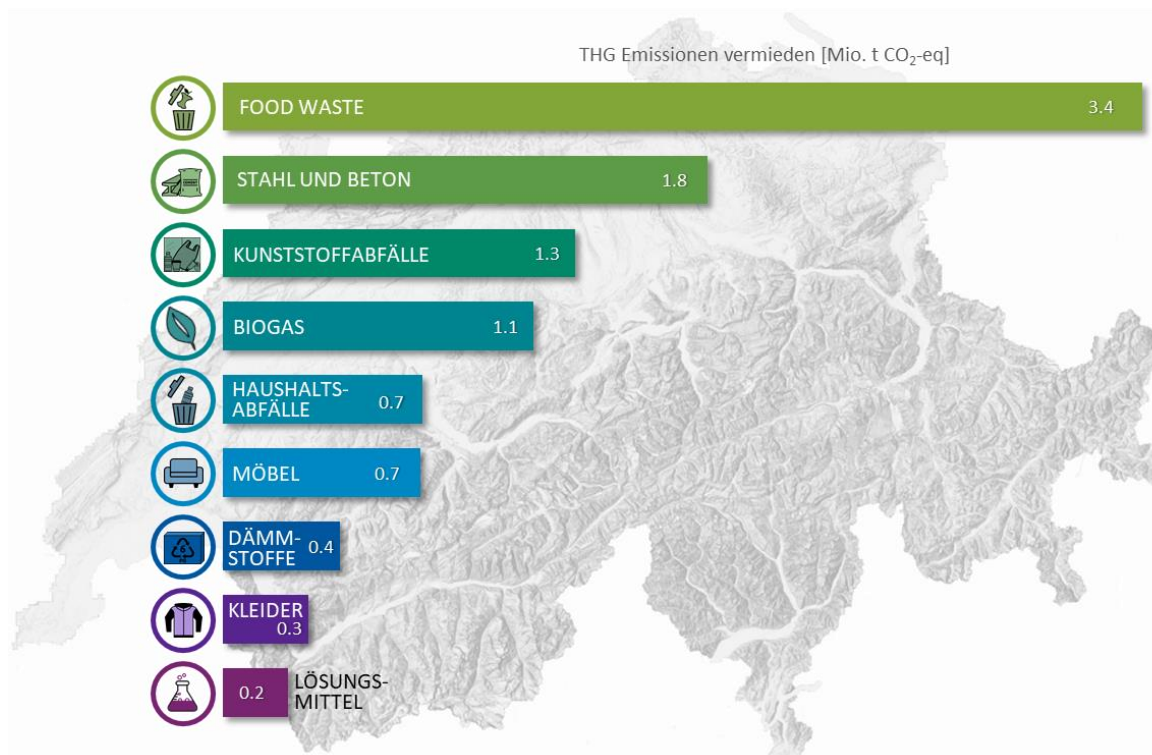


Abb. 3: Potenzielle Einsparungen an Treibhausgasemissionen [Mio. t CO₂-eq] im Jahr 2050 der CE-Szenarien für das Kombi-Szenario

Nachhaltige Kreislaufwirtschaft als Schlüsselement zu Netto-Null

Der allergrösste Teil der CE-Szenarien hat keinen negativen oder grundsätzlich keinen Einfluss aufeinander. Dies ermöglicht wiederum die Kombination von vielen verschiedenen Szenarien.

Durch das Kombi-Szenario könnten im Jahr 2050 potenziell 12 Mio. t CO₂-eq eingespart werden. Wird dieses Potenzial mit heutigen THG-Emissionen verglichen, könnten 22%, der in der Schweiz anfallenden, THG-Emissionen reduziert werden. THG-Emissionen, welche durch den Schweizer Konsum entstehen und grösstenteils im Ausland anfallen, könnten um 14% verringert werden.

Fazit

Aus der durchgeführten Studie lassen sich, für die Kreislaufwirtschaft in der Schweiz, wichtige Erkenntnisse ziehen. Durch die Schliessung von Produkt- und Materialkreisläufen können die THG-Emissionen der Schweiz deutlich reduziert werden. Das Netto-Null Ziel lässt sich jedoch alleine durch die vorgeschlagenen Massnahmen nicht erreichen. Weitere (Kreislaufwirtschafts-) Massnahmen, wie die Umstellung des Energienetzes auf erneuerbare Quellen oder die Anpassung von Produktdesigns, welche die Verwendung von alternativen Materialien zulassen, können jedoch einen zusätzlichen wichtigen Beitrag zur Erreichung des Netto-Null Ziels leisten.

Die Abschätzung der gegenseitigen Einflüsse der verschiedenen Szenarien aufeinander ist wichtig für die Gesetzgebung. Durch die Identifikation der Einflüsse können Regulationen entwickelt werden, welche möglichst viele Branchen und Produkte gleichzeitig abdecken können. Gleichzeitig sollte beachtet werden, dass Massnahmen vermieden werden, welche sich gegenseitig negativ beeinflussen.

Ein Grossteil der Treibhausgasemissionen des schweizerischen Konsums fällt im Ausland an.

Der Einfluss auf den Produktionsprozess, die verwendete Energie oder das Management der Produktionsabfälle ist ausserhalb des Einflussgebiets der Schweiz. Umso wichtiger ist es demnach auch, dass sich die Schweiz aktiv in globalen Abkommen engagiert, um Kreislaufwirtschaft weltweit voranzutreiben.

Quellen

Chevalley, I. (2019). *Postulat 19.4183 Weniger Kehrrichtverbrennung, mehr Recycling.*

CVP-Fraktion. (2019). *19.4355 Postulat. Plastikmüll. Vermeiden und wiederverwerten statt exportieren.*

Flach, B. (2019). *19.3818 Postulat. Millionen Tonnen von Plastik einsparen, ersetzen oder recyceln statt verbrennen oder exportieren.*

Munz, M. (2018). *18.3496 Postulat. Aktionsplan zur Reduzierung von Plastikeinträgen in die Umwelt.*

Noser, R. (2018). *18.3509 Postulat. Die Hürden gegen Ressourceneffizient und Kreislaufwirtschaft abbauen.*

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2016). *Circular Economy: Measuring innovation in product chains.* PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.

Schweizerischer Bundesrat. (2020). *Von welcher Bedeutung könnten negative CO₂-Emissionen für die künftigen klimapolitischen Massnahmen der Schweiz sein? Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 18.4211 Thorens Goumaz vom 12. Dezember 2018.*

Schweizerischer Bundesrat. (2021). *Langfristige Klimastrategie der Schweiz.*

Stucki, T., & Wörter, M. (2021). *Statusbericht der Schweizer Kreislaufwirtschaft - Erste repräsentative Studie zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft auf Unternehmensebene.*

Thorens Goumaz, A. (2018). *18.3196 Postulat. Wie kann künftig ein ökologischer, effizienter und wirtschaftlich rentabler Umgang mit Kunststoffen garantiert werden?*

Wiprächtiger, M., Haupt, M., Froemelt, A., Klotz, M., Beretta, C., Osterwalder, D., Burg, V., & Hellweg, S. (2022). *Combining industrial ecology tools to assess potential greenhouse gas reductions of a circular economy: Method development and application to Switzerland.* Journal of Industrial Ecology [forthcoming publication]

Autoren:

Dr. Maja Wiprächtiger

Dr. Melanie Haupt

REDILO GmbH
Neubadrain 4
4102 Binningen BL

Tel. +41 61 713 18 88
Mail wipraechtiger@redilo.ch



ETH zürich

Die Publikation dieses White Papers wurde ermöglicht durch

