

Kreislaufwirtschaft spielerisch entdecken

Serious Games als zeitgemäßer Ansatz zur Kompetenzentwicklung

Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft erfordert spezifische Kompetenzen, die zirkuläres Denken und Handeln fördern. Gamifizierte Ansätze wie Serious Games bieten vielversprechendes Potenzial, um diese Fähigkeiten spielerisch zu vermitteln und nachhaltige Verhaltensweisen zu verankern.

Von Michael Hans Gino Kraft und Oliver Christ

1 Ökologische Herausforderungen der globalen Land- und Ernährungswirtschaft

Die Land- und Ernährungswirtschaft, eine Branche, die „alle Bestandteile und Aktivitäten von der Produktion über die Lebensmittelverarbeitung und -verteilung bis hin zum Konsum sowie alle Inputs und Outputs“ (Fesenfeld et al. 2023) umfasst, hat sich im letzten Jahrhundert von regionalen, subsistenzorientierten Strukturen zu einer global vernetzten Ernährungsindustrie entwickelt. Die „Grüne Revolution“ der 1960er-Jahre leitete hierbei eine Zeitenwende ein: Hochleistungssorten, synthetische Düngemittel und Pestizide verdoppelten die Erträge einiger Produktgruppen wie Getreide innerhalb von zwei Jahrzehnten (Evenson/Gollin 2003). Ab den 1990er-Jahren beschleunigte die Globalisierung diesen Prozess durch Freihandelsabkommen der WTO, wodurch Agrarrohstoffe weltweit gehandelt wurden. Heute dominieren multinationale Konzerne die Wertschöpfungsketten, und Lebensmittel legen oft Tausende Kilometer zurück (FAO 2022), obwohl regionale Alternativen bestehen. Die globale Vernetzung hat die Produktivität und Verfügbarkeit der Lebensmittel gesteigert, jedoch auch gravierende ökologische und soziale Folgen mit sich gebracht.

Die Ernährungsindustrie ist ein Haupttreiber des Klimawandels: Sie verursacht ein Drittel der globalen Treibhausgasemissionen. Zusätzlich wird das globale Lebensmittelsystem immer energieintensiver: Fast ein Drittel der Emissionen des Lebensmittelsystems stammt aus energiebezogenen Aktivitäten (Crippa et al. 2021). Die Nutztierhaltung trägt besonders dazu bei, vor allem durch Methan aus der Rinderzucht (Gerber et al. 2013), während Lachgas aus Düngemitteln und der Transport von Lebensmitteln den Effekt verstärken (Weber/Matthews 2008). Industrielle Monokulturen für Soja, Palmöl

und Rinderweiden zerstören große Flächen des tropischen Regenwaldes (WWF 2020), was zu einem drastischen Artenverlust beiträgt (IPBES 2019).

Im Jahr 2022 belief sich die globale Erzeugung von Lebensmittelabfällen (einschließlich ungenießbarer Anteile) auf 1,05 Milliarden Tonnen, was einem Pro-Kopf-Wert von 132 Kilogramm entspricht und nahezu ein Fünftel der für den Verbrauch verfügbaren Lebensmittel ausmacht. Lebensmittelverluste und -abfälle sind für 8–10 % der jährlichen globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich – ein Wert, der nahezu dem Fünffachen der Emissionen des gesamten Luftfahrtsektors entspricht. Die durch Lebensmittelverluste und -verschwendung verursachten wirtschaftlichen Schäden werden auf etwa eine Billion USD beziffert (UNEP 2024).

Besonders belastend sind Verluste am Ende der Lieferkette (z. B. bei Haushalten), da hier mehr Ressourcen für Produktion, Transport und Verpackung aufgewendet wurden als bei Verlusten in der Erntephase. In den USA werden 30–40 % der Lebensmittel weggeworfen (USDA 2022), in der EU etwa 20 % jährlich (Fusions 2016). Diese Ineffizienz verschärft nicht nur den Ressourcenverbrauch, sondern auch den Klimawandel.

Die Viehzucht verdeutlicht die Ineffizienz des Systems. Sie beansprucht 77 % der globalen Agrarfläche, liefert aber nur 18 % der Kalorien (FAO 2021). Gleichzeitig degradiert die intensive Landwirtschaft globale Böden durch Erosion und Nährstoffverlust (FAO 2015) und Pestizide reduzieren die Bodenfruchtbarkeit um bis zu 25 % (Aktar et al. 2009).

Die ökologischen und sozialen Herausforderungen erfordern dringende Maßnahmen. Agroökologie könnte den Düngemiteleinsatz und Pestizideinsatz senken und gleichzeitig die Produktivität steigern (Pretty et al. 2018), regionale Lieferketten die Transportemissionen drastisch reduzieren (Schlich/Fleissner 2005) und eine pflanzlichere Ernährung den Landverbrauch und die Treibhausgasemissionen verringern (Poore/Nemecek 2018).

Der Übergang von der gegenwärtigen Ernährungsweise hin zu einer vollständig pflanzlichen Ernährung birgt ein erhebliches transformatives Potenzial. Eine solche Umstellung könnte den Flächenverbrauch für die Nahrungsmittelproduktion um 3,1 Milliarden Hektar reduzieren, was einer Verringerung um 76 % entspricht. Gleichzeitig würden die Treibhausgasemissionen aus der Lebensmittelproduktion um 6,6 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente (Spannweite: 5,5 bis 7,4 Milliarden Tonnen) sinken, was einem Rückgang von 49 % entspricht. Zudem

ließe sich die Versauerung der Umwelt um 50% (Spannweite: 45 bis 54%) vermindern (Poore/Nemecek 2018).

Eine Transformation des globalen Ernährungssystems ist dringend erforderlich, um Effizienz mit ökologischer Tragfähigkeit zu vereinen. Ohne Anpassung drohen Klimaveränderungen die Versorgungssicherheit bis 2050 massiv zu reduzieren und die Anzahl chronisch hungernder Menschen um 78 Millionen zu erhöhen (von Grebmer et al. 2021). Die globale Ernährungsindustrie steht an einem Scheideweg. Sie muss die Errungenschaften der industrialisierten Ernährungsproduktion und Verteilung bewahren, ohne die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen zu zerstören.

2 Kreislaufwirtschaft als Lösungsansatz

Die bisherigen Entwicklungen der Land- und Ernährungswirtschaft, mit den verschiedenen Vor- und Nachteilen, erfolgte insbesondere durch immer stärkere lineare Gestaltung der globalen Wertschöpfungsketten der verschiedenen Branchensegmente. Dabei wurden schrittweise Prozesse, Organisationen, Produktflüsse sowie Informationsabstimmungen zwischen den einzelnen wertschöpfenden Akteuren effizient und qualitäts gesichert organisiert. Die lokale und übergreifende Optimierung der linearen Flüsse ist durch zahlreiche Verbesserungsmaßnahmen ausgereizt und stößt ökonomisch und auch ökologisch an innere Systemgrenzen.

Ein neuer Ansatz zur Bewältigung der Herausforderungen in der Land- und Ernährungswirtschaft ist die Neugestaltung der Wertschöpfungskette nach den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft. Hierbei handelt es sich um einen Paradigmenwechsel, der die gesamte Wertschöpfung hinterfragt, umgestaltet und einer systemischen Transformation bedarf.

Das zentrale Ziel der Kreislaufwirtschaft besteht darin, die Nutzung natürlicher Ressourcen zunehmend vom Wirtschaftswachstum zu entkoppeln und den Verbrauch von Primärrohstoffen zu minimieren (Ellen MacArthur Foundation 2019). Dieses Konzept basiert auf dem von der Ellen MacArthur Foundation entwickelten *Circular Economy Model*. Während die Kreislaufwirtschaft in Deutschland primär auf die Wiederverwertung von Abfällen fokussiert, verfolgt die Circular Economy einen umfassenderen, systemischen Ansatz, der darauf abzielt, Abfall entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu vermeiden (Holzinger 2020).

Insbesondere in der Land- und Ernährungswirtschaft entstehen bei der Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln Nebenströme aus unerwünschten oder ungenutzten Produkten und Materialien. Diese können durch innovative Prozesse und Technologien wieder in den Kreislauf integriert und in wertvolle Ressourcen umgewandelt werden, wodurch der gesamte Produktionsprozess ressourcenschonender und nachhaltiger wird.

Die Implementierung dieses Konzepts stellt jedoch eine komplexe Herausforderung dar, da das gesamte System im Fokus der Transformationsbemühungen steht und interne

Wechselwirkungen sowie Beziehungen zur Umwelt beachtet und im Systemdesign berücksichtigt werden müssen (Circular Economy Switzerland o. J.). Hinzu kommt die besondere Sensitivität der Branche, da hier im Vergleich zu vielen anderen Branchen Experimente mit unerwünschten Auswirkungen hochriskant sind und die Versorgungssicherheit breiter Bevölkerungsgruppen gefährden können. Es bedarf umfassender, komplexer Lösungsansätze, die idealerweise in geschützten Umgebungen getestet oder simuliert werden sollten.

Kreislaufwirtschaftliche Ansätze definieren Wertschöpfung nicht als linearen Prozess, sondern als geschlossene Kreisläufe, in denen landwirtschaftliche Produktion, Verarbeitung und Konsum ressourcenschonend miteinander verknüpft sind (Bocken et al. 2016). Die Umsetzung dieser Konzepte kann nicht nur Innovationen vorantreiben, sondern auch wirtschaftliche Anreize für Unternehmen schaffen, wodurch langfristige Potenziale für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft entstehen (Lüdeke-Freund et al. 2019).

Das von der Ellen MacArthur Foundation entwickelte Butterfly-Modell bietet einen ersten, übergeordneten Analyserahmen für das Verständnis der in einer Branche beziehungsweise Produktlinie entstehenden Stoff- und Materialströme sowie der Ableitung möglicher Maßnahmen zur Umgestaltung linearer Produktionsverläufe zu schrittweisen zirkulären Verlaufsformen (Ellen MacArthur Foundation 2012).

Das Butterfly-Modell teilt sich (basierend auf den zwei grundlegend verschiedenen Materialtypen) einerseits in einen biologischen und andererseits in einen technischen Kreislauf auf (siehe Abb. 1, jeder Schmetterlingsflügel steht für einen Kreislauf). Der technische Kreislauf besteht hauptsächlich aus Gebrauchsgütern, die meist aus Materialien bestehen, die nicht rein biologisch abbaubar sind, zum Teil nur selten vorkommen und zudem einen finanziellen Wert besitzen.

Der biologische Kreislauf besteht aus biologisch abbaubaren Materialien wie zum Beispiel Lebensmitteln, aber auch aus Pflanzenbestandteilen wie Holz (Ellen MacArthur Foundation 2012: 24). Anhand dieses Modells wird deutlich, dass die Kreislaufwirtschaft ein ganzheitlicher Ansatz ist, in den zentrale Prinzipien der Kreislaufwirtschaft integriert sind: Kreislauffähigkeit bei der Materialienwahl, Nutzungsverlängerung im Produktdesign sowie erneuerbare Energien und Energieeffizienz (Ellen MacArthur Foundation 2012: 7; Circular Hub 2022).

Die grundlegende Unterscheidung in diese beiden Arten von Zirkeln bedingt unterschiedliche Ziele, die im Rahmen einer Circular Economy verfolgt werden. Beim technischen Zirkel (vorwiegend Gebrauchsgüter) ist es von fundamentaler Bedeutung, die Rohstoffe und Materialien möglichst lange im Kreislauf (also idealerweise im Produkt selbst) zu halten, durch verschiedene Formen der Wiederaufbereitung weiterhin nutzen zu können und möglichst nicht in die Umwelt gelangen zu lassen. Der biologische Zirkel nimmt eine andere Perspektive ein. Das Rohmaterial befindet sich bereits seit Millionen von Jahren in ökologischen Kreisläufen. Zu diesem Zirkel gehören viele Verbrauchsgüter, bestehend aus ungiftigen Nähr-

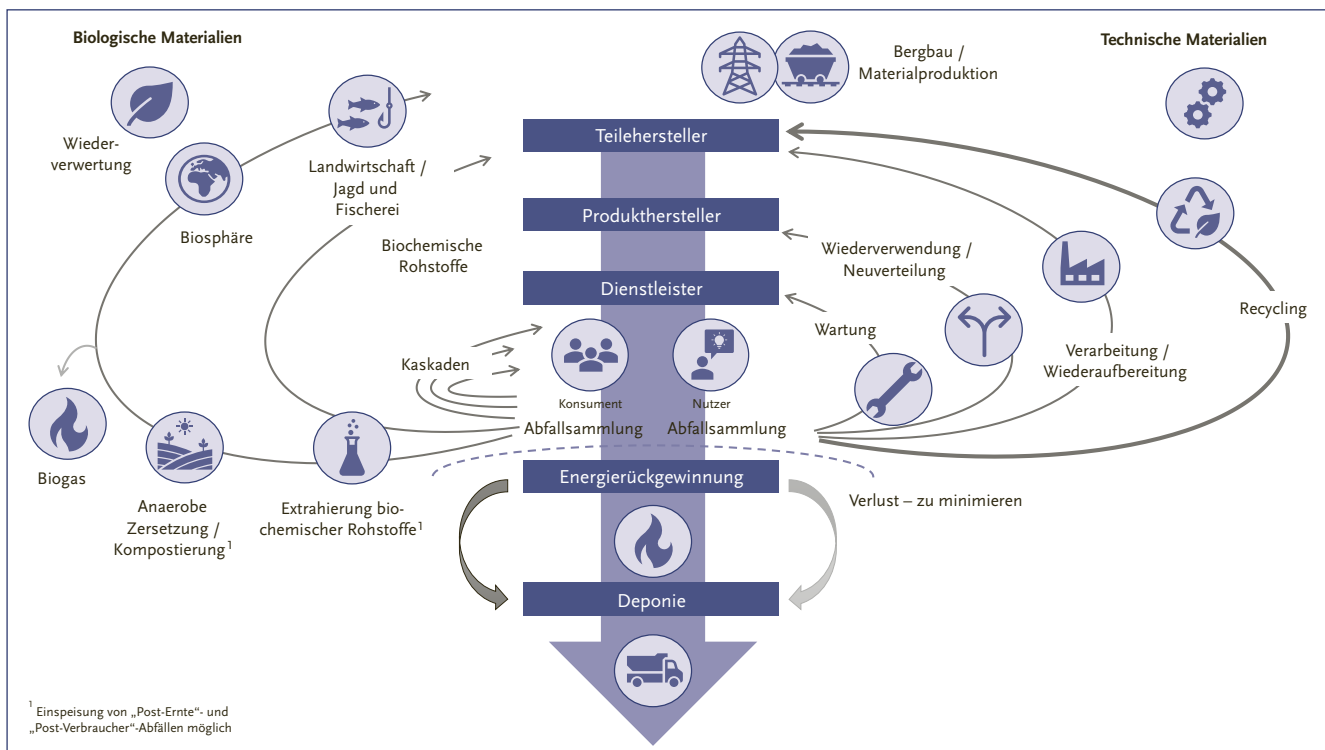


Abbildung 1: Butterfly-Modell der Kreislaufwirtschaft

Quelle: Kraft et al. 2022, S. 12, in Anlehnung an Ellen MacArthur Foundation

stoffen, die durch den Verbrauch entweder direkt oder stufenförmig in die Biosphäre zurück gelangen und damit der Grundidee zirkulären Wirtschaftens entsprechen (Ellen MacArthur Foundation 2012: 22 ff.).

Ein wesentliches Fundament der Kreislaufwirtschaft bilden die „R-Strategien“ für Produkte und Materialien. Dazu zählen Wiederverwendung (Reuse), Reparatur (Repair), Wiederaufbereitung (Refurbish) und Recycling (Stahel 2020). Recycling wird dabei als letzte Option betrachtet, da es mit einem hohen Energie- und Ressourcenaufwand verbunden ist. Ergänzend spielt das Konsumverhalten eine entscheidende Rolle. Verbraucher sollten Kaufentscheidungen kritisch hinterfragen (Rethink) und gegebenenfalls auf den Erwerb neuer Produkte verzichten (Refuse), um den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und alternative Nutzungsmodelle wie Sharing-Angebote und Foodwaste-Plattformen zu fördern (Holzinger 2020).

Die Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft erfordert generell, und insbesondere in der Land- und Ernährungswirtschaft, eine tiefgreifende Neuausrichtung von Geschäftsprozessen sowie die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen – bis hin zur Transformation ganzer Geschäftsmodelle (Ellen MacArthur Foundation 2019). Ein erfolgreicher Wandel setzt auch kollaborative Ansätze voraus, die kreislaufwirtschaftliches Denken und Handeln entlang der gesamten Lieferkette fördern und die Zusammenarbeit mit verschiedenen Stakeholdern stärken (Geissdoerfer et al. 2017).

Ein zentraler Erfolgsfaktor dieser Transformation ist die Sensibilisierung und die Entwicklung spezifischer Kompeten-

zen. Der Übergang zur Kreislaufwirtschaft erfordert nicht nur technologische, branchenspezifische und betriebswirtschaftliche Fähigkeiten, sondern auch ein systemisches Verständnis für komplexe Wechselwirkungen innerhalb der Wertschöpfungskette und die damit verbundenen Risiken, Handlungsoptionen und Transformationspfade (Sumter et al. 2021). Dabei stellt die Förderung von Kreislaufwirtschaftskompetenzen eine wesentliche Voraussetzung dar, um gesellschaftliche Akzeptanz zu erhöhen und eine aktive Mitgestaltung der Transformation zu ermöglichen (Kirchherr et al. 2018).

Trotz des wachsenden Interesses fehlt es jedoch an wirksamen Ansätzen zur Vermittlung zirkulärer Kompetenzen und zur Einbindung relevanter Akteure in Innovationsprozesse. Zudem sind Wissen und Bewusstsein über Kreislaufwirtschaft und Umweltschutz in der Gesellschaft ungleich verteilt (siehe Beispiel Schweiz BFS 2019). Die Komplexität kreislaufwirtschaftlicher Prinzipien sowie ihre oft abstrakte und distanzierte Wahrnehmung erschweren zudem die persönliche Identifikation mit diesen Themen (Prieto-Sandoval et al. 2018).

3 Potenziale eines Serious Games zur Kreislaufwirtschaft

Ein vielversprechender Ansatz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft sind gamifizierte Methoden, die gezielt zur Sensibilisierung und Verhaltensänderung beitragen. Bereits in der Digitalen Agenda 2020 der deutschen Umweltpolitik wird betont, dass digitale Lösungen genutzt werden sollten, um eine breite

Bevölkerung zur aktiven Mitgestaltung nachhaltiger Entwicklungen zu mobilisieren (BMU 2020).

Vor diesem Hintergrund könnten gamifizierte Ansätze wie Serious Games ein innovatives Mittel darstellen, um Wissen über die Kreislaufwirtschaft auf spielerische Weise zu vermitteln. Diese digitalen Spiele integrieren klassische Spielelemente wie Wettbewerb und Interaktion mit spezifischen Bildungszielen, wodurch sie die Motivation zur nachhaltigen Verhaltensänderung fördern und das Engagement der Lernenden steigern (de Freitas 2018). Spieler*innen könnten interaktiv erleben, welche Herausforderungen, Wechselwirkungen und Potenziale in zirkulären Wertschöpfungs-systemen bestehen. Ein solches Spiel könnte nicht nur ein bewussteres Konsumverhalten in Bereichen wie Ernährung und Ressourcennutzung fördern, sondern auch Fachkräfte in der Land- und Ernährungswirtschaft zu kreislauforientierten Praktiken anregen.

Das Interesse an Serious Games ist interdisziplinär breit gefächert. Rund 20% der wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Thema stammen aus den Computerwissenschaften, während jeweils über 10% aus den Erziehungswissenschaften, der Psychologie und den Ingenieurwissenschaften kommen (Çiftci 2018). Die Nachhaltigkeitswissenschaften sind bislang unterrepräsentiert und fokussieren sich primär auf ökologische Aspekte.

Bezüglich der Wirksamkeit von Serious Games zeigt die Forschung noch eine heterogene Datenlage. Während zahlreiche Studien die positive Vermittlung nachhaltigkeitsbezogener Inhalte betonen, bleibt der empirische Nachweis langfristiger Effekte auf nachhaltige Verhaltensänderungen begrenzt (Connolly et al. 2012; de Freitas 2018). Douglas/Brauer (2021) heben hervor, dass trotz vielversprechender Ansätze bislang keine ausreichende empirische Evidenz zur direkten Wirkung von Serious Games auf nachhaltige Entwicklung vorliegt. Dennoch deuten neuere Metaanalysen sowie Langzeitstudien darauf hin, dass Serious Games einen positiven Einfluss auf die Lernerfahrung und die Bereitschaft zur Verhaltensänderung haben (Çiftci 2018; Connolly et al. 2012).

Ein Serious Game zur Kreislaufwirtschaft kann weitreichende Vorteile für die Gesellschaft und Wirtschaft in der Schweiz bieten:

- **zirkuläre Kompetenzentwicklung und Skalierbarkeit:** Das Spiel fördert zirkuläre Kompetenzen, indem es ein breites Publikum für die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft sensibilisiert. Es kann zudem für andere Branchen und Anwendungsszenarien weiterentwickelt werden.
- **nachhaltige Produktions- und Konsummuster:** Spielerisch vermitteltes Wissen kann das Bewusstsein für nachhaltige Praktiken stärken, Vorbehalte gegenüber ressourcenschonenden Maßnahmen abbauen (z. B. im Umgang mit Mindesthaltbarkeitsdaten) und zu einer Reduzierung der Umweltbelastung im Alltag beitragen.
- **wirtschaftlicher Anreiz:** Eine informierte Gesellschaft kann die Nachfrage nach nachhaltig produzierten Milchproduk-

ten steigern, wodurch wirtschaftliche Anreize für Produzenten entstehen, kreislauforientierte Geschäftsmodelle zu implementieren.

Durch spielinterne Belohnungen und soziale Interaktionen kann zudem ein Pull-Effekt entstehen, der den Austausch über nachhaltige Konsum- und Produktionsweisen anregt. Über Familien und soziale Netzwerke kann dieses Wissen weiterverbreitet werden, was langfristig zu einer stärkeren gesellschaftlichen Verankerung der Kreislaufwirtschaft beiträgt.

Obwohl digitale Lernspiele zunehmend an Bedeutung gewinnen, adressieren derzeit verfügbare Spiele das Thema Kreislaufwirtschaft nur unzureichend. Ein vergleichbares Konzept könnte sich an beliebten Farm-Spielen wie der „Farming Simulator“-Serie orientieren, die weltweit über 25 Millionen verkaufte Einheiten verzeichnet (Hollenstein 2021). Diese Spiele fokussieren sich jedoch primär auf die landwirtschaftliche Produktion und integrieren bislang kaum ganzheitliche Kreislaufwirtschaftsansätze.

Ein gezielt entwickeltes Serious Game zur Kreislaufwirtschaft könnte jedoch eine Lücke schließen, indem es die gesamte Wertschöpfungskette interaktiv abbildet und Kreislaufstrategien erlebbar macht. Dadurch ließe sich nicht nur das Bewusstsein für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster schärfen, sondern auch ein gesellschaftlicher Diskurs über ressourcenschonende Wirtschaftsweisen anregen.

4 Konzeptioneller Ansatz zur Vermittlung zirkulärer Kompetenzen

Durch die gezielte Förderung zirkulärer Kompetenzen eröffnen sich neue Möglichkeiten für eine ressourcenschonendere und nachhaltigere Land- und Ernährungswirtschaft. Die erfolgreiche Umsetzung der Kreislaufwirtschaft erfordert jedoch ein tiefgehendes Verständnis komplexer Systeme, das über herkömmliche Lösungsansätze hinausgeht. Dazu gehört die Fähigkeit, Netzwerkeffekte, Wechselwirkungen und systemische Grenzen zu berücksichtigen – ein Ansatz, der sowohl wissenschaftliche Expertise als auch interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordert.

Zirkuläre Kompetenzen umfassen essenzielle Fähigkeiten und Kenntnisse zur praktischen Umsetzung kreislaufwirtschaftlicher Prinzipien, darunter Systemdenken, Design für Langlebigkeit, Ressourceneffizienz, Wiederverwendung, Recycling, Innovationsfähigkeit sowie interdisziplinäre Zusammenarbeit und Kommunikation. Diese Kompetenzen sind entscheidend, da sie signifikante Umweltvorteile ermöglichen, indem sie Abfälle reduzieren, Ressourcen schonen und somit Umweltverschmutzung sowie CO₂-Emissionen verringern.

Eine vielversprechende Möglichkeit zur Strukturierung und Systematisierung zirkulärer Kompetenzen bietet die Anwendung etablierter Frameworks der Kreislaufwirtschaft, wie beispielsweise das Butterfly-Modell sowie die Strategien des 10-R-Modells. Letzteres Modell umfasst verschiedene Strategien (R0 bis R9) zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft: Re-

fuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle und Recover, die sich insbesondere im Hinblick auf ihre Wirksamkeit unterscheiden. Darüber hinaus beinhalten die Prinzipien der Ellen MacArthur Foundation (o. J.) regenerative Ansätze, wie den Einsatz erneuerbarer Energien und regenerative Landwirtschaft. Ein zentraler Forschungsbedarf liegt in der Anwendung der R-Strategien auf die Land- und Ernährungswirtschaft sowie in der Formalisierung der entsprechenden Kompetenzen.

Allerdings besteht noch ein Forschungsbedarf hinsichtlich der praktischen Implementierung und Operationalisierung der R-Strategien, insbesondere in Bezug auf die strategisch höherwertigen Ansätze mit maximalem Zirkularitätspotenzial (R0 bis R2). Während zahlreiche R-Strategien bereits durch technische Forschung und Anwendung gut dokumentiert sind, erfordert insbesondere der Bereich der intelligenten Produktnutzung und Nachfrage (Refuse, Rethink, Reuse) weitere Untersuchungen. Diese Strategien weisen einen hohen Zirkularitätswert auf, insbesondere im Vergleich zu den etablierten, jedoch weniger effektiven Methoden wie Recovery und Recycling.

Die Förderung der R-Strategien setzt ein zirkuläres Denken und Handeln voraus, das eine grundsätzliche Neubewertung bestehender Annahmen und Verhaltensweisen sowie ein tiefgehendes, systemisches Verständnis formaler Systemprinzipien erfordert. Nur durch die Entwicklung neuer Konzepte und Routinen kann eine nachhaltige Ressourcennutzung etabliert werden.

Zur effektiven Vermittlung zirkulärer Kompetenzen kann das Konzept des *Constructive Alignment* herangezogen werden. Dabei werden Lernziele spezifisch auf die R-Strategien ausgerichtet und mithilfe der Bloom'schen Taxonomie verschiedenen Kompetenzstufen zugeordnet. Dies ermöglicht eine gezielte Entwicklung von Bildungsmaßnahmen, die das Potenzial zirkulärer Prozesse, insbesondere in der Milchwirtschaft, aufzeigen. Neben den ökologischen und ökonomischen Auswirkungen dieser Prozesse müssen auch soziale Aspekte sowie bestehende Hindernisse und Vernetzungen berücksichtigt werden.

5 Ausblick

Im Rahmen eines angewandten Forschungsprojekts soll zukünftig ein digitales Serious Game zur Förderung kreislaufwirtschaftlicher Kompetenzen am Beispiel der Milchwirtschaft entwickelt werden. Das Spiel soll zukünftig in mehreren iterativen Evaluations- und Optimierungsphasen weiter verbessert werden, um eine möglichst effektive Wissensvermittlung

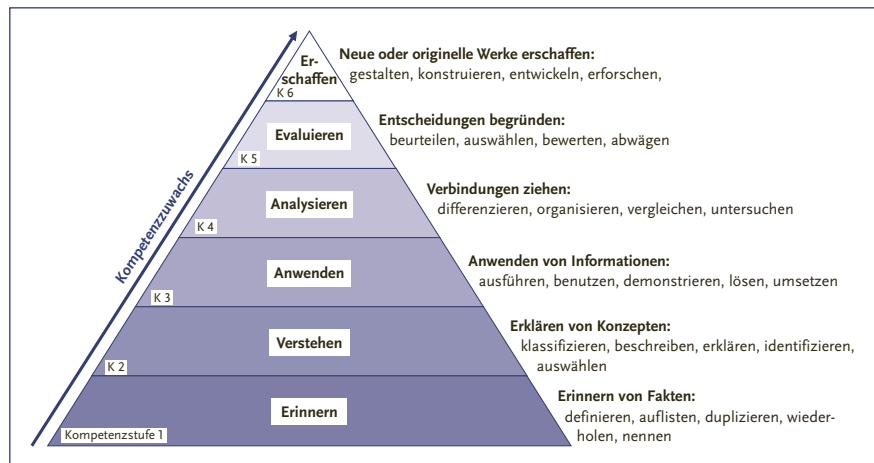


Abbildung 2: Taxonomie von Lernzielen

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Bloom 1956

zu gewährleisten. Ziel ist es, durch spielerische Interaktion das Bewusstsein für die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zu schärfen und die Akzeptanz für nachhaltige Konsum- und Produktionspraktiken zu erhöhen.

Die Hauptzielgruppen des Spiels umfassen konsumaffine Personen im Alter von 16 bis 34 Jahren sowie Lernende und junge Fachkräfte in der Milchwirtschaft. Der didaktische Fokus liegt darauf, nachhaltige Konsumententscheidungen (Rethink, Refuse), die Reduktion von Abfällen (Reduce) sowie eine ressourcenschonende Nutzung in der Milchwirtschaft (Reuse) zu fördern. Ein besonders vielversprechender Anwendungsbereich soll zukünftig im Kontext des Konsumverhaltens erschlossen werden – insbesondere in den Bereichen Ernährung, Kochgewohnheiten und Lebensmittelentsorgung. Diese thematische Ausrichtung ermöglicht eine direkte Verbindung zwischen alltäglichen Handlungen und deren ökologischen Auswirkungen, wodurch das Bewusstsein für nachhaltige Entscheidungen gestärkt werden kann.

Ein zentrales Element des Spiels ist die Vermittlung von Informationen und Ansätzen für zirkuläres Denken und Handeln sowie der Aufbau entsprechender Kompetenzen durch konkrete Spielszenarien. In diesen Szenarien werden Lernziele durch interaktive Lernmodule, Quizfragen und virtuelle Simulationen erreicht, die den Spielern die Verknüpfung ihres Handelns mit den Umweltauswirkungen verdeutlichen.

Zudem möchten wir die soziale Interaktion und Kooperation im Spiel fördern, um den Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen den Spielern zu ermöglichen. Dies soll durch kooperative Spielmodi, Online-Diskussionsforen und die Einbindung von Social Media erreicht werden.

Um den Lernerfolg sicherzustellen, ist ein zentraler Bestandteil des Spiels der Einsatz von Techniken der Künstlichen Intelligenz (KI) aus dem Bereich Game-Learning-Analytics, die eine detaillierte Analyse des Lernverhaltens und der Interaktionen der Spielenden im Serious Game zur Kreislaufwirtschaft durchführen. Diese systematische Auswertung von Spielergebnissen, Interaktionsdaten und Lernfortschritten ermöglicht

eine gezielte und personalisierte Evaluation der Spielwirkung sowie die präzise Analyse und Vorhersage zirkulärer Kompetenzen. Dadurch wird adaptives Lernen im Serious Game ermöglicht, was die Wirksamkeit des Lernprozesses signifikant steigert.

Des Weiteren sollten die Verbraucher*innen aktiv in die Entwicklung der vorgelagerten Stufen der Wertschöpfung eingebunden werden, um wertvolle Erkenntnisse außerhalb der Branche in die Branchenentwicklung zurückzuführen. Dadurch gelangen Out-of-the-box-Ideen in die Kernbranche und es könnten partizipative Systemtransformationen ermöglicht werden.

Ein erstes spielbares Mock-up konzentriert sich auf das Problem der Lebensmittelverschwendung und integriert zentrale Lernziele in Verbindung mit den R-Strategien in realitätsnahe Anwendungsszenarien. Durch diesen praxisnahen Ansatz sollen die Spieler*innen nicht nur Wissen über die Kreislaufwirtschaft erwerben, sondern auch konkrete Handlungskompetenzen für eine nachhaltigere Lebensweise entwickeln.

Literatur

- Aktar, M. W./Sengupta, D./Chowdhury, A. (2009): Impact of pesticides use in agriculture: Their Benefits and Hazards. In: *Interdisciplinary Toxicology* 2/1: 1–12. DOI: 10.2478/v10102-009-0001-7
- Bocken, N. M. P./de Pauw, I./Bakker, C./van der Grinten, B. (2016): Product design and business model strategies for a circular economy. In: *Journal of Industrial and Production Engineering* 33/5: 308–320. DOI: 10.1080/21681015.2016.1172124
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956): *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.* Philadelphia/USA, David McKay Company.
- Circular Economy Switzerland (o. J.): *Circular Economy Switzerland.* www.circular-economy-switzerland.ch
- Crippa, M./Solazzo, E./Montforti-Ferrario, F./Tubiello, F. N./Leip, A. (2021): Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food* 2: 724–732. DOI: 10.1038/s43016-021-00225-9
- Ellen MacArthur Foundation (2019): *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change.* https://ellenmacarthurfoundation.org
- Evenson, R. E./Gollin, D. (2003): Assessing the impact of the Green Revolution. In: *Science* 300/5620: 758–762. DOI: 10.1126/science.1078710
- FAO (2015): *Status of the World's Soil Resources.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2021): *The State of Food and Agriculture. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1457036
- FAO (2021): *The State of Food Security and Nutrition in the World.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.who.int/publications/m/item/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world-2021
- FAO (2022): *Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://openknowledge.fao.org/items/8631452d-c58c-4aa6-8bce-c5fe7bafa02c
- Gerber, P. J. et al. (2013): *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Geissdoerfer, M./Savaget, P./Bocken, N. M. P./Hultink, E. J. (2017): The circular economy – A new sustainability paradigm? In: *Journal of Cleaner Production* 143/1: 757–768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- von Grebmer, K./Bernstein, J./Wiemers, M./Schiffer, T./Hanano, A. et al. (2021): *Global Hunger Index 2021.* Bonn, Welthungerhilfe. www.welthungerhilfe.org/news/publications/detail/global-hunger-index-2021
- Holzinger, H. (2020): Mehr Effizienz allein reicht nicht. Potenziale und Grenzen von Kreislaufwirtschaft. In: Eisenriegler, S. (Hrsg.): *Kreislaufwirtschaft in der EU: Eine Zwischenbilanz.* Berlin, Springer. 195–216. DOI: 10.1007/978-3-658-27379-8_13
- IPBES (2019): *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services.* Bonn, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Kirchherr, J./Reike, D./Hekkert, M. (2018): Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. In: *Resources, Conservation and Recycling* 127/6: 221–232. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005
- Kraft, M. H. G./Christ, O./Scherer, L. (2022): *Management der Kreislaufwirtschaft: Positionierung und Gestaltung zirkulärer Unternehmen.* Berlin, Springer. DOI: 10.1007/978-3-658-39225-3
- Lüdeke-Freund, F./Gold, S./Bocken, N. (2019): A review and typology of circular economy business model patterns. In: *Journal of Industrial Ecology* 23/1: 36–61. DOI: 10.1111/jiec.12763
- Poore, J./Nemecek, T. (2018): Reducing food's environmental impacts. In: *Science* 360/6392: 987–992. DOI: 10.1126/science.aaq0216
- Pretty, J./Benton, T. G./Bharucha, Z. P. et al. (2018): Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. In: *Nature Sustainability* 1: 441–446. DOI: 10.1038/s41893-018-0114-0
- Prieto-Sandoval, V./Jaca, C./Ormazabal, M. (2018): Towards a consensus on the circular economy. In: *Journal of Cleaner Production* 179/5: 605–615. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.224
- Schlich, E./Fleissner, U. (2005): The ecology of scale. In: *International Journal of Life Cycle Assessment* 10/6: 393–401.
- Sumter, D./de Koning, J./Bakker, C./Balkenende, A. R. (2021): Circular economy competencies for design. In: *Sustainability* 13/4: 1611. DOI: 10.3390/su13020776
- UNEP (2024): *Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste.* Nairobi, United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/45230
- Weber, C. L./Matthews, H. S. (2008): Food-miles and the relative climate impacts. In: *Environmental Science & Technology* 42/10: 3508–3513. DOI: 10.1021/es702969f
- WWF (2020): *Living Planet Report 2020.* Berlin, WWF Deutschland. www.wwf.de/fileadmin/user_upload/living-planet-report/2020/Living-Planet-Report-2020-Kurzfassung.pdf

AUTOREN + KONTAKT

Dr. Michael Hans Gino Kraft ist Professor am Institut für Organisation und Leadership (IOL) und Leiter des Kompetenzzentrums Qualität und Nachhaltigkeit.

IOL Institut für Organisation und Leadership,
OST – Ostschweizer Fachhochschule,
Rosenbergstrasse 59, 9001 St. Gallen/Schweiz.
Tel.: +41 58 2571282, E-Mail: michael.kraft@ost.ch

Dr. Oliver Christ ist Professor für Organisation am Institut für Organisation und Leadership und Leiter des Kompetenzzentrums Organisation.

IOL Institut für Organisation und Leadership,
OST – Ostschweizer Fachhochschule,
Rosenbergstrasse 59, 9001 St. Gallen/Schweiz.
Tel.: +41 58 2571774, E-Mail: oliver.christ@ost.ch

