

Kompass Kreislaufwirtschaft Online-Self-Assessment-Tool für Kreislaufwirtschaft in KMU

A. Van-Hametner, S. Eisl,
K. Huber-Heim, J. Fresner,
G. Gluttig, D. Jablonski

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

1/2025

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Kompass Kreislaufwirtschaft Online-Self-Assessment-Tool für Kreislaufwirtschaft in KMU

Andreas Van-Hametner, Johannes Fresner
Ressourcen Forum Austria

Stefanie Eisl
Institut für Managementwissenschaften der Technischen Universität Wien

Karin Huber-Heim, Gregor Gluttig, David Jablonski
Circular Economy Forum Austria

Graz, Wien & Salzburg, November 2024

Ein Projektbericht im Rahmen der



FTI-Initiative
Kreislaufwirtschaft

des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Das 21. Jahrhundert stellt die Menschheit vor enorme Herausforderungen. Klimakrise, Umweltverschmutzung, die Zerstörung von Ökosystemen und der damit einhergehende Biodiversitätsverlust sowie die zunehmende Verknappung endlicher Ressourcen zeigen die Grenzen linearen Wirtschaftens auf und machen ein Umdenken notwendig. Nachhaltigen Wirtschaftskonzepten, wie jenen der Kreislaufwirtschaft oder der Bioökonomie, wird zur Lösung der genannten Herausforderungen eine entscheidende Rolle zugesprochen.

In einer kreislauforientierten Wirtschaft etwa werden Rohstoffe sowie die daraus produzierten Güter möglichst ressourcenschonend hergestellt, die Lebensdauer der Erzeugnisse prolongiert sowie deren Nutzung intensiviert, um so Energie- und Ressourcenverbrauch, Abfallaufkommen und Schadstoffausstoß auf ein Minimum zu reduzieren. Erst wenn Produkte nicht mehr anderweitige Verwendung finden, werden diese dem Abfallstrom zugeführt, um daraus durch Recycling Sekundärrohstoffe zu gewinnen. Jene Abfälle, die sich – z.B. aufgrund ihres Schadstoffgehalts – nicht zur stofflichen Verwertung eignen, können unter anderem energetisch genutzt werden.

In Ergänzung dazu steht die Bioökonomie – ein Konzept, das in möglichst allen Bereichen und Anwendungen fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe ersetzen soll. Aber auch biogene Ressourcen sind nicht unbegrenzt verfügbar. Daher ist es sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gründen notwendig, Biomasse möglichst vollständig zu verwerten, beziehungsweise Konzepte zu entwickeln, die eine ressourceneffiziente Nutzung berücksichtigen und höhere Wertschöpfung erzielen. Zugleich soll auch hier eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft unterstützt werden, welche – neben der kaskadischen Nutzung – auf die Rückführung von biogenem Material in den Produktionskreislauf, die Verwertung von Reststoffen und eine vollständige Schließung des Kohlenstoffkreislaufs abzielt.

Für eine Transformation unseres linearen Wirtschaftssystems hin zur Kreislaufwirtschaft sind neue technologische Ansätze, innovative Geschäftsmodelle, systemisches interdisziplinäres Denken, enge Vernetzung der Akteure und verbessertes Informationsmanagement notwendig.

Um diese Umgestaltung zu unterstützen, fördert das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) gezielt angewandte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft, mit dem Ziel Innovationen anzustoßen und die langfristige Wettbewerbsfähigkeit des österreichischen Wirtschaftsstandorts zu stärken.

Der vorliegende Bericht dokumentiert in umfassender Weise die Ergebnisse eines F&E-Projektes, gefördert im Rahmen der FTI Initiative Kreislaufwirtschaft der Sektion Innovation

und Technologie im BMK. Unsere Motivation ist es, kontinuierlich Ergebnisse geförderter Projekte zentral, themenübergreifend und öffentlich zugänglich zu machen. Damit wollen wir einen Anstoß zur Lösung unserer großen gesellschaftlichen Herausforderungen geben und folgen dem Ziel des BMK, unter der Initiative „open4innovation“ (www.open4innovation.at) die Basis für Vernetzung und für die Gestaltung von Neuem zu schaffen.

René ALBERT

Koordinator des FTI-Schwerpunktes Kreislaufwirtschaft

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
(BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract.....	9
3	Ausgangslage.....	11
	3.1. Ausgangslage: lineare Wirtschaft vs. Kreislaufwirtschaft	11
	3.2. Motivation für das Projekt.....	12
	3.3. Zielsetzungen	13
	3.4. Stand der Technik	14
4	Projekthalt.....	19
5	Ergebnis – Der Kompass Kreislaufwirtschaft	23
6	Schlussfolgerungen.....	29
7	Ausblick und Empfehlungen.....	31
8	Verzeichnisse.....	32

1 Kurzfassung

Geprägt durch die lineare Wirtschaftsweise, kommt es weltweit zu einem exponentiellen Anstieg des Ressourcenverbrauch, der planetare Grenzen überschreitet und weitreichenden Folgen aus ökonomisch, ökologisch und sozialer Sicht hat (Blomsma et al., 2019; Earth Overshoot Day, 2023). Die Kreislaufwirtschaft (engl. Circular Economy, kurz CE) stellt eine Alternative zur traditionellen Wirtschaftsweise dar, welche zur Reduktion des Primärressourcenverbrauchs und damit zum Einhalten planetarer Grenzen beitragen soll (Potting et al., 2017; The Ellen MacArthur & Foundation, 2015).

Obwohl die Potenziale und Konzepte der Kreislaufwirtschaft in der wissenschaftlichen Literatur bereits intensiv diskutiert werden, stellt die betriebliche Umsetzung der CE bislang eine große Herausforderung dar. Durch die hohe Abstraktionsebene der Kreislaufwirtschaft, die oftmals mit einer Missinterpretation des Konzeptes einhergeht, wird dieser Effekt weiter verstärkt (Uhrenholt et al., 2022). Bislang haben deshalb vor allem große Unternehmen Kreislaufwirtschaftsinitiativen umgesetzt, während kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) dem Konzept skeptisch gegenüberstehen (ARA, 2020). Diese Unternehmensgruppe macht allerdings rund 99% aller Unternehmen in Österreich aus (Statistik Austria, 2021). Es mangelt ihnen an passgenauer Information und der Fähigkeit Handlungsfelder der Kreislaufwirtschaft in konkrete Unternehmensabläufe zu transformieren. Im Gegensatz zu Großunternehmen haben KMU mit einer Vielzahl weiterer Barrieren zu kämpfen, darunter administrative und regulatorische Hürden, sowie zeitliche und personelle Einschränkungen bei der Suche nach zirkulären Lösungen (Ormazabal et al., 2018; Rizos et al., 2016; Thorley et al., 2022).

Um diesen Barrieren entgegenzuwirken, wurde im Zuge des Projektes „Kompass Kreislaufwirtschaft“ ein responsives Online-Self-Assessment-Tool für Kreislaufwirtschaft in KMU entwickelt. Der Kompass Kreislaufwirtschaft ermöglicht es österreichischen klein- und mittelständischen Produktionsbetrieben ihre Circular Economy Readiness zu bewerten. Mit Hilfe eines Online-Fragebogens, wird auf Basis eines theoriebasierten Bewertungsschemas automatisiert einen Zirkularitäts-Score (KPI) berechnet.

Die Ergebnisse des Tools werden sowohl in Textform als auch grafisch in Echtzeit als Scorecard aufbereitet. Dadurch unterstützt der Kompass Kreislaufwirtschaft Unternehmen dabei, die Vielschichtigkeit des Themas Kreislaufwirtschaft zu erfassen und in bekannte betriebliche Logiken zu übersetzen. Neben der Bewertung bietet der Kompass Kreislaufwirtschaft Praxisbeispiele sowie individuelle Handlungsempfehlungen und Erläuterungen, wodurch Wissen und Bewusstsein für die Entwicklungschancen der Kreislaufwirtschaft und deren Bedeutung für den Klimaschutz geschaffen werden. Zudem dient das Tool der systematischen Identifikation von Potenzialen für Maßnahmen entlang des gesamten Produktlebenszyklus und erleichtert die Priorisierung dieser Maßnahmen.

Die theoretische Grundlage des methodischen Vorgehens bei der Erarbeitung des „Kompass Kreislaufwirtschaft“ bot der Design Science Ansatz nach Pfeffers et al. (2007), wobei Expert:innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft aktiv eingebunden wurden. Bei der inhaltlichen Gestaltung wurden spezifische Herausforderungen adressiert, die bisherige Lösungen nur unzureichend bewältigen konnten. Dazu gehören die zielgruppengerechte Ansprache von KMU, die Positionierung von Kreislaufwirtschaft als strategisches Managementthema, die Balance zwischen branchenspezifischen und allgemeineren Fragestellungen, die Vereinbarkeit von Komplexität mit

niedrigschwelliger Anwendbarkeit sowie die praxisnahe Vermittlung von Geschäftsmodellen. Zusätzlich fördert der Kompass die Motivation zu innovativen Kollaborationen und stellt die Relevanz betrieblicher Maßnahmen für den Klimaschutz in den Fokus.

Damit trägt der Kompass Kreislaufwirtschaft dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit und Ressourceneffizienz österreichischer KMU zu steigern. Gleichzeitig wird ein wesentlicher Beitrag zur Umsetzung der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie geleistet und die Klimaschutzmaßnahmen durch ressourceneffiziente Ansätze in der Wirtschaft gestärkt.

2 Abstract

Characterized by the linear economy, there is an exponential increase in resource consumption worldwide, which exceeds planetary boundaries and has far-reaching consequences from an economic, ecological and social perspective (Blomsma et al., 2019; Earth Overshoot Day, 2023). The circular economy represents an alternative to the traditional economy, which is intended to contribute to reducing primary resource consumption and thus to complying with planetary boundaries (Potting et al., 2017; The Ellen MacArthur & Foundation, 2015).

Even though the potential and concepts of the circular economy have been intensively discussed in the scientific literature, the operational implementation of the CE presents a major challenge. This effect is further intensified by the high level of abstraction of the circular economy, which often goes hand in hand with a misinterpretation of the concept (Uhrenholt et al., 2022). To date, it is mainly large companies that have implemented circular economy initiatives, while small and medium-sized enterprises (SMEs) are skeptical about the concept (ARA, 2020). However, SMEs makes up around 99% of all companies in Austria (Statistik Austria, 2021). They lack accurate information and the ability to transform circular economy fields of action into concrete business processes. In contrast to large companies, SMEs have to deal with a number of other barriers, including administrative and regulatory hurdles, as well as time and personnel restrictions in the search for circular solutions (Ormazabal et al., 2018; Rizos et al., 2016; Thorley et al., 2022).

To counteract these barriers, a responsive online self-assessment tool for the circular economy in SMEs was developed as part of the “Kompass Kreislaufwirtschaft” project. The tool enables Austrian small and medium-sized production companies to assess their circular economy readiness. With the help of an online questionnaire, a circularity score (KPI) is automatically calculated based on a theory-based evaluation scheme.

The results of the tool are presented both in text form and graphically in real time as a scorecard. In this way, the “Kompass Kreislaufwirtschaft” helps companies to capture the complexity of the circular economy and translate it into familiar operational logic. In addition to the assessment, the “Kompass Kreislaufwirtschaft” offers practical examples as well as individual recommendations for action and explanations, thereby creating knowledge and awareness of the development opportunities of the circular economy and its importance for climate protection. The tool also serves to systematically identify potential for measures along the entire product life cycle and facilitates the prioritization of these measures.

The theoretical basis for the methodological approach in the development of the “Kompass Kreislaufwirtschaft” was provided by the design science approach according to Pfeffers et al. (2007), whereby experts from business, science and civil society were actively involved. When designing the content, specific challenges were addressed that previous solutions could only insufficiently overcome. These include addressing SMEs in a target group-oriented manner, positioning the circular economy as a strategic management topic, striking a balance between sector-specific and more general issues, reconciling complexity with low-threshold applicability, and communicating business models in a practical manner. In addition, the tool promotes motivation for innovative collaborations and focuses on the relevance of operational measures for climate protection.

In this way, the “Kompass Kreislaufwirtschaft” helps to increase the competitiveness and resource efficiency of Austrian SMEs. At the same time, it makes a significant contribution to the implementation of the Austrian circular economy strategy and strengthens climate protection measures through resource-efficient approaches in the economy.

3 Ausgangslage

3.1. Ausgangslage: lineare Wirtschaft vs. Kreislaufwirtschaft

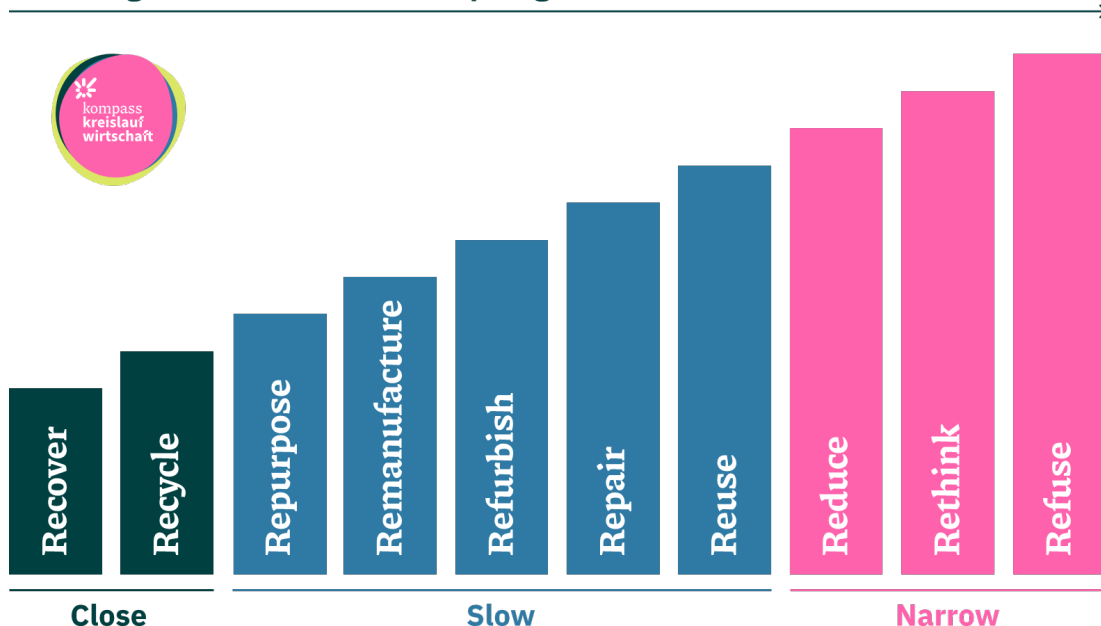
Die aktuelle Wirtschaft ist durch ein lineares Prinzip geprägt, welches durch einen unidirektionalen Fluss gekennzeichnet ist. Die Grundprinzipien des linearen Wirtschaftsmodells lassen sich als Take-Make-Dispose (Nehmen-Herstellen-Entsorgen) zusammenfassen. Ressourcen werden entnommen, um gewinnbringende Produkte herzustellen, welche anschließend ohne weiteren Nutzen entsorgt werden (Sariatli, 2017). Herkömmliche Geschäftsmodelle sind darauf ausgelegt Umsatz durch den Verkauf von Produkten zu generieren. So wird wenig Anreiz geschaffen, Produkte zu entwickeln, die eine lange Lebensdauer aufweisen und Restwerte aktivieren (Achterberg et al., 2016). Dieses Wirtschaftsmodell hat zu einem stark steigendem Ressourcenverbrauch geführt. Aktuell würde die Menschheit 1,75 Planeten benötigen (Earth Overshoot Day, 2023). In Österreich wie auch weltweit sind über 90% der Wirtschaft linear, zuletzt global sogar mit rückläufiger Tendenz (Circular Economy, 2023). Die Folgen davon sind knappe Ressourcen, steigende Rohstoffpreise sowie das Überschreiten planetarer Belastungsgrenzen (Steffen et al., 2015).

Eine ressourcen- und umweltschonendere Alternative zum linearen Wirtschaftsmodell stellt die Kreislaufwirtschaft (engl. Circular Economy, kurz CE) dar. Die Kreislaufwirtschaft ist ein Wirtschaftssystem, das auf der Wiederverwendbarkeit von Produkten und Produktbestandteilen, dem Recycling von Materialien und der Schonung natürlicher Ressourcen basiert und gleichzeitig die Schaffung von Mehrwert in jedem Glied des Systems anstrebt (Potting et al., 2017; Stahel 2016).

Sie basiert auf den vier Grundprinzipien *narrow*, *slow*, *close* und *regenerate* mit unterschiedlichen R-Strategien (Rethink, Reduce, Refuse, Reuse, ...; siehe Abbildung 1) zur Reduktion des Primärressourcenverbrauchs (Konietzko et al., 2020; Potting et al., 2017).

Abbildung 1 R-Strategien zirkulärer Wertschöpfung; Quelle: Kompass Kreislaufwirtschaft

R-Strategien zirkulärer Wertschöpfung nach Grad der Zirkularität



Diese Grundsätze werden gemäß dem *Value Hill*-Modells hierarchisch nach Ihrer Werterhaltungsfunktion den jeweiligen Lebenszyklusphasen zugeordnet (Achterberg et al., 2016):

- In der Wertaufbauphase steht das zirkuläre Produktdesign und der Einsatz von Recyclingmaterialien im Fokus,
- In der Werterhaltungsphase sind Maßnahmen für eine lange Nutzung zu setzen,
- In der Wertbewahrungsphase gilt es, den Wertverlust nach der Nutzung zu minimieren.

3.2. Motivation für das Projekt

Obwohl die Potenziale und Konzepte der Kreislaufwirtschaft in der wissenschaftlichen Literatur bereits intensiv diskutiert werden (vgl. Value Hill Model, R-Framework etc.), stellt die betriebliche Umsetzung der CE bislang eine große Herausforderung dar. Durch die hohe Abstraktionsebene der Kreislaufwirtschaft, die mit einer Missinterpretation des Konzeptes und damit der Gleichsetzung von Kreislaufwirtschaft und Recycling einhergeht, wird dieser Effekt weiter verstärkt (Uhrenholt et al., 2022).

Bislang haben deshalb vor allem große Unternehmen Kreislaufwirtschaftsinitiativen umgesetzt, kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) stehen dem Konzept skeptisch gegenüber (ARA, 2020). In Österreich stellt dies aus volkswirtschaftlicher Sicht ein erhebliches Problem dar, da KMU rund 99% aller Unternehmen ausmachen und 66% aller Mitarbeiter:innen stellen (Statistik Austria, 2021). Die OECD hebt deshalb die zentrale Rolle von KMU für "ökologische Nachhaltigkeit und integrativeres Wachstum" hervor (OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development), 2019). Dennoch bleibt die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in Industrieunternehmen im Allgemeinen und speziell in KMU weitgehend aus (Ormazabal et al., 2018). Da KMU für etwa 64 % der industriellen Emissionen in Europa verantwortlich sind, erhält diese Aussage einen besonderen Nachdruck (Pirola et al., 2019). Neben der unzureichenden Informationslage stellt die Integration der Handlungsfelder der Kreislaufwirtschaft in konkrete Unternehmensabläufe eine zunehmende Herausforderung im speziellen für KMU dar. Im Vergleich zu Großunternehmen sehen sich KMU mit einer Vielzahl weiterer Barrieren konfrontiert, die den Transformationsprozess weiter erschweren. Zu den zentralen Hindernissen zählen (Ormazabal et al., 2018; Rizos et al., 2016; Thorley et al., 2022):

- Administrative und regulatorische Hürden in Kombination mit einem Mangel an klarer staatlicher Unterstützung,
- Zeitliche und personelle Einschränkungen, die die Entwicklung und Implementierung zirkulärer Lösungen behindern,
- Mangelnde Informationslage und im Verständnis der ökonomischen und ökologischen Vorteile der Kreislaufwirtschaft,
- Technologische Herausforderungen, insbesondere Schwierigkeiten beim Einsatz neuer Technologien aufgrund mangelnden technischen Fachwissens,

- Geringe Verhandlungsmacht in der Lieferkette, die tiefgreifende Veränderungen erschwert und eine unzureichende Unterstützung aus dem Netzwerk,
- Begrenzte finanzielle Ressourcen und ein eingeschränkter Zugang zu Fremdfinanzierungsmöglichkeiten.

Eine Unterscheidung anhand der Wirtschaftssektoren zeigt, dass diese in unterschiedlichem Ausmaß zur Entwicklung einer österreichischen Kreislaufwirtschaft beitragen können. Eine Schlüsselrolle kommt aufgrund der höheren Rohstoffintensität dem verarbeitenden Gewerbe (Herstellung von Waren; ÖNACE Gruppe C) zu. Deshalb soll sich der Kompass Kreislaufwirtschaft vor allem auf Produktionsbetriebe konzentrieren. Doch auch hier variieren die möglichen Kreislaufwirtschaftslösungen je nach Branche. Deshalb adressiert der Kompass weniger spezifische technologische Branchenfragen, sondern stellt die grundsätzlichen Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in branchenübergreifenden, generischen Fragestellungen in den Fokus und fördert die Analogiebildung durch die Aufbereitung von Beispielen.

3.3. Zielsetzungen

Um den einleitend beschriebenen Barrieren entgegenzuwirken, bedarf es an gezielten Maßnahmen zur Unterstützung der KMU. Ein vielversprechender Ansatz besteht dabei in der Nutzung von Bewertungs- und Reifegradmodellen. Diese Modelle ermöglichen es, die Kreislaufwirtschaft niedrigschwellig und praxisnah an den jeweiligen betrieblichen Kontext anzupassen, wodurch Bewusstsein und Verständnis für das Thema geschaffen werden können. Darüber hinaus bieten sie die Möglichkeit, eine Standortbestimmung des eigenen Betriebs durchzuführen und daraus gezielte Maßnahmen abzuleiten (Uhrenholt et al., 2022).

Aufgrund dessen wurde im Zuge des Projektes „Kompass Kreislaufwirtschaft“ ein responsives Online-Self-Assessment-Tool zur Identifikation des zirkulären Reifegrades für KMU entwickelt. Damit wird KMU die Möglichkeit eines niedrigschwelligen Einstiegs in die Auseinandersetzung mit CE-Handlungsfeldern geboten und gleichzeitig das Bewusstsein für die Vielschichtigkeit des Themas gestärkt. Das Assessment selbst arbeitet Möglichkeiten für die konkrete Umsetzung dieser Strategien anhand einer methodischen Herangehensweise zur Identifizierung zirkulärer Potenziale heraus.

Das digitale Self-Assessment-Tool ist über eine eigenständige Website zugänglich und umfasst einen benutzerfreundlichen online-Fragebogen. Die Auswertungen erfolgen in Form eines Zirkularitäts-Scores bestehend aus unterschiedlichen Kreislaufwirtschaftskennzahlen und individuellen Handlungsempfehlungen. Darüber hinaus kann auf der Website auf ausgewählte und aufbereitete Good-Practices aus der österreichischen Wirtschaft zugegriffen werden. Durch die innovative Verbindung dieses Online-Tools mit der Thematik des zirkulären Reifegradmodells wird die systematische Analyse und Identifikation von Potenzialen entlang des gesamten Produktlebenszyklus unterstützt.

Mit diesem Ansatz adressiert der Kompass die drei zentralen operativen Ziele der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft: die intelligente Nutzung von Ressourcen, die Verlängerung der Produktlebensdauer und die Wiederverwertung. Dadurch können KMU konkrete Maßnahmen entwickeln und umsetzen, die sowohl zur Steigerung der Ressourcenproduktivität als auch zur Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen. Gleichzeitig wird die Vernetzung und Zusammenarbeit

zwischen Unternehmen gefördert, wodurch zusätzliche Synergieeffekte entstehen. Die daraus resultierenden betrieblichen Maßnahmen tragen zur Reduktion des Ressourceneinsatzes in Österreich bei, verbessern die Versorgungssicherheit sowie die Wettbewerbsfähigkeit der KMU und unterstützen die Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele.

Kreislaufwirtschaft betrifft Kerngeschäft und gesamte Wertschöpfungskette eines KMU. Im Gegensatz zu linearen Geschäftsmodellen beruht die CE oft auf der Zusammenarbeit unterschiedlicher Geschäftspartner:innen. Die Zusammenarbeit innerhalb der CE wird durch Wertschöpfungsmöglichkeiten entlang der gesamten Lieferkette sowie einem inklusiven Stakeholdermanagement verstärkt. Die Erschließung von neuen Partnerschaften, sowie der Ausbau bestehender Partnerschaften ist für die Gewährleistung von Warenrückflüssen von besonderer Bedeutung. Hierdurch entstehen neue Geschäftsfelder für Logistikdienstleister, Spediteure und Transporteure (Geissdoerfer et al., 2018). Ein untergeordnetes Ziel des Kompass Kreislaufwirtschaft ist es deshalb Unternehmen zu betriebsübergreifenden Kollaborationen anzuregen und dabei zu unterstützen die größten Vorteile der Kollaboration in Form von Ressourcenschonung, verbesserter Leistungsfähigkeit durch einheitliche Prozesse und Spezialisierung ihrer firmeninternen Fähigkeiten, beschrieben von Mishra et al. (2019), zu realisieren.

3.4. Stand der Technik

Obwohl die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in der wissenschaftlichen Literatur intensiv diskutiert werden und international zahlreiche Werkzeuge zur Bewertung und Implementierung existieren, zeigt sich, dass deren Anwendbarkeit insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen oft eingeschränkt ist. Der aktuelle Stand der Technik ist geprägt von einer Vielzahl von Modellen, die sich häufig auf Großunternehmen oder spezifische Branchen fokussieren und damit die Anforderungen von KMU nicht ausreichend adressieren. Der nachfolgende Abschnitt beleuchtet den aktuellen Forschungsstand im Bereich der zirkulären Reifegradmodelle in Unternehmen der verarbeitenden Industrie. Dabei werden bestehende Bewertungsmodelle analysiert, um ihre Stärken, Schwächen und potenziellen Anwendungsmöglichkeiten zu identifizieren. Ziel ist es, die Lücke zwischen theoretischen Konzepten und praktischen Anforderungen zu schließen und den spezifischen Bedarf von KMU in den Vordergrund zu stellen. Die kombinierte Anwendung der wissenschaftlichen Analyse mittels systematischer Literaturrecherche und der durchgeführten Markt- und Wettbewerbsanalyse sowie der Expert:innen-Interviews ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung und liefert wertvolle Erkenntnisse für die Entwicklung eines neuen, an den aktuellen Bedürfnissen ausgerichteten Reifegradmodells im Kontext der Kreislaufwirtschaft.

Als Basisliteraturquelle für die systematische Literaturrecherche (SLR) wird dabei die Publikation von (Kreutzer et al., 2023) herangezogen. Die durchgeführte systematische Literaturrecherche basiert auf den vier bekanntesten wissenschaftlichen Literaturdatenbanken SCOPUS, Web of Science, EBSCOhost und ScienceDirect und betrachtet einen Untersuchungszeitraum zwischen 2000 bis 2023. Zur kontinuierlichen Eingrenzung der Suchergebnisse wurde ein dreistufiges Screeningverfahren (Titel, Abstract, Volltext) herangezogen. Wie die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zeigen, weisen vorhandenen zirkuläre Reifegradmodelle für produzierende Unternehmen eine hohe Heterogenität, insbesondere hinsichtlich ihrer Typologie, Architektur, Anzahl und Definition der reifegradrelevanten Merkmale sowie der Anzahl der definierten Reifegrade, auf.

Tabelle 1 Keywords für Suche in Datenbanken in Anlehnung an Kreuzer et al. (2003)

Suchstring	SCOPUS	Web of Science	ScienceDirect	EBSCOhost	Total
Circular economy AND Maturity	121	122	50	44	337
Circular economy AND Maturity AND Model	55	60	22	21	158
Circular economy AND Maturity AND Model AND Manufacturing	13	14	6	5	38

Ein gemeinsames Ziel aller analysierten Reifegradmodelle ist die objektive Bewertung der Unternehmensleistung (de Bruin et al., 2005; Haas et al., 2015). Allerdings bieten die meisten Modelle nur eingeschränkte Informationen über die zugrunde liegenden Bewertungsmethoden und die verwendeten Metriken. Dieser Mangel zeigt sich in zweierlei Hinsicht: Erstens fehlen klare und nachvollziehbare Schwellenwerte zwischen den definierten Reifegraden, sodass nicht ersichtlich ist, welche Merkmalsausprägungen den Übergang zu einem höheren Reifegrad bestimmen. Zweitens mangelt es an Transparenz hinsichtlich der eingesetzten Bewertungsinstrumente, insbesondere der Fragebögen, die in nahezu allen Modellen als präferierte Methode zur Leistungsmessung angegeben werden. Während Fragebögen und Likert-basierte Antwortoptionen häufig genannt werden, enthalten die meisten Modelle keine konkreten Angaben zu den formulierten Fragen. Eine Ausnahme bildet das Modell von Sacco et al. (2021), das in diesem Kontext durch eine höhere Detaillierung und Nachvollziehbarkeit hervorsteicht.

Neben der Erhebung des wissenschaftlichen Standes der Technik durch die systematische Literaturrecherche resultierte die Markt- und Wettbewerbsanalyse in einem Überblick über den Status Quo bestehender Bewertungsmodelle für die Kreislaufwirtschaft.

In einem ersten Schritt wurden mittels einer Online-Recherche nationale wie internationale Tools, Online-Leitfäden und Reifegradmodelle mit der Zielgruppe „Unternehmen“ gesucht. Insgesamt konnten 22 Werkzeuge zur Analyse betrieblicher Kreislaufwirtschaft ausgemacht werden. Die meisten waren kostenfrei zugänglich, einige sind kostenpflichtig und waren dem Projektteam somit nicht zugänglich. Die meisten Tools haben einen Non-Profit-Hintergrund und sind entweder von öffentlichen Organisationen, Hochschulen oder NGOs erstellt worden. Die Minderheit ist auf Consulting Agenturen zurückzuführen.

Tabelle 2 Liste aller Kreislaufwirtschafts-Tools, die im Zuge der Markt-/Wettbewerbsanalyse gefunden wurden

Toolname	Institution	Link
Circular Transition Indicators (CTI Tool)	WBCSD & Circular IQ	https://ctitool.com/
ready2LOOP	Danish Industry Foundation	https://www.matche.dk/my-matche
Circularity Check	wesustain & ecopreneur	https://system.wesustain-esm.com/circularity-check
KATCH_e	ERASMUS+, u.a. TU Ecodesign	https://tools.katche.eu
Circular Globe	quality austria & SQS	https://www.sqs.ch/de/circular-globe
Ganbatte	Circle Economy	https://cat.ganbatte.world/assessment
Route Circulaire	Route Circulaire	https://routecirculaire.nl/
CEMA (Circular Economy Maturity Assessment)	HSSMI	https://www.hssmi.org/cema/
Circular Maturity Model	Circuléire	https://circuleire.ie/ce-toolkits/#circular-maturity-model-title
Circulytics	Ellen MacArthur Foundation	https://ellenmacarthurfoundation.org/resources/circulytics/overview
CirCelligence	Boston Consulting Group	https://www.bcg.com/capabilities/social-impact-sustainability/circular-economy-circelligence
Circle Scan Business/Circle Assessment	Circle Economy	https://www.circle-economy.com/digital/circle-assessment
Circular Readiness Assessment Tool	World Dynamics	http://www.worldynamics.com/circular_economy/web/assessment/help
Circular Readiness Level	Fraunhofer CCPE	https://www.ccpe.fraunhofer.de/de/aktuelles/newsletter/2021/self-check-circular-readiness-level.html
ReSet 4.0	VDI ZRE	https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/loesungsentwicklung/reset-40/
CE123.ch/Fitnesscheck	FHNW	https://www.ce123.ch/post/fitnesscheck

Toolname	Institution	Link
Circular Maturity Model	Deloitte	https://www2.deloitte.com/ro/en/pages/tax/solutions/economie-circulara.html
Inedit	Inedit	https://circular.ineditinnova.com/
I-GO	Green Industry Platform UNIDO	https://www.igosolution.org/form/i-go-questionnaire
Circular 4.0	Alpine Space Project	https://circular40.eu/cas2-0/
CircularTRANS	University Mondragon	https://www.mondragon.edu/circulartrans/eu/login
CircularEconomyToolkit	u.a. Nancy Bocken	http://circulareconomytoolkit.org/Assessmenttool.html

Nach einer Kurzanalyse (Zugang, Zielgruppe, Ausrichtung) wurden die sieben vielversprechendsten und als besonders relevant erachteten aus den oben genannten 22 Werkzeugen im Detail analysiert. Zu den Kriterien zählten Ausrichtung, Komplexität, benötigtes Vorwissen, Konkretisierungsgrad bzw. Handlungsorientierung, Branchenfokus, Zielgruppe und konzeptueller Hintergrund. Dabei handelt es sich um Tools bzw. Zugänge mit Österreichbezug (KATCH_e und Circular Globe), sowie jene internationalen Tools mit größter Überschneidung mit dem Projektzugang (ready2LOOP, Circul'éire, CTI-Tool (WBCSD), Circularity Check/ecopreneur, Route Circulaire, Ganbatte). Ebenfalls Eingang in die Analyse fand der 2020 durch das Ressourcen Forum Austria entwickelte Ressourcen Check für Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft im Betrieb. Dieser liegt allerdings nicht als online Tool, sondern als öffentlich zugängliches Excel-Tool vor.

Die Markt- und Wettbewerbsanalyse zeigt gleichwohl zur SLR eine große Heterogenität in den Ansätzen der verschiedenen Online-Tools, die qualitative und quantitative Zugänge, Produkt- und Unternehmensfokus sowie verschiedene konzeptuelle Bezüge (R-Strategien, Value-Hill-Modell, CE-Butterfly, Cradle-to-Cradle) umfassen. Trotz dieser Vielfalt weisen die meisten Tools einen generischen Zugang auf und adressieren Unternehmen aller Größen, bieten jedoch selten handlungsorientierte Aufbereitungen mit konkreten Maßnahmenvorschlägen. Am Ende fehlen oft konkrete Handlungsanweisungen und ausführlich aufbereitete Praxisbeispiele. Durch die detaillierte Bewertung der untersuchten Tools konnten zahlreiche Aspekte für das Look & Feel und den User Journey des Kompass Kreislaufwirtschaft abgeleitet werden. Die Analyse bestätigte die Notwendigkeit eines niedrigschwelligen, aber handlungsorientierten, mit konkreten Beispielen illustrierten Selbst-Analyse-Werkzeugs für KMU mit Fokus auf den produzierenden Sektor.

Zusammenfassend ergaben sich aus Forschung und Wirtschaft folgende Forschungslücken bei den bisherigen Bewertungsmodellen, die der Kompass Kreislaufwirtschaft adressiert (Averina et al., 2022; Baratsas et al., 2022; Chrispim et al., 2023; Roos Lindgreen et al., 2020; Valls-Val et al., 2022):

- Mangelnde Anpassung an branchen- und unternehmensspezifische Charakteristika: Aktuelle Bewertungsmodelle sind unzureichend an verschiedene Unternehmensgrößen, Branchen, Managementebenen und Positionen in der Lieferkette und Kapitalausstattungen angepasst.

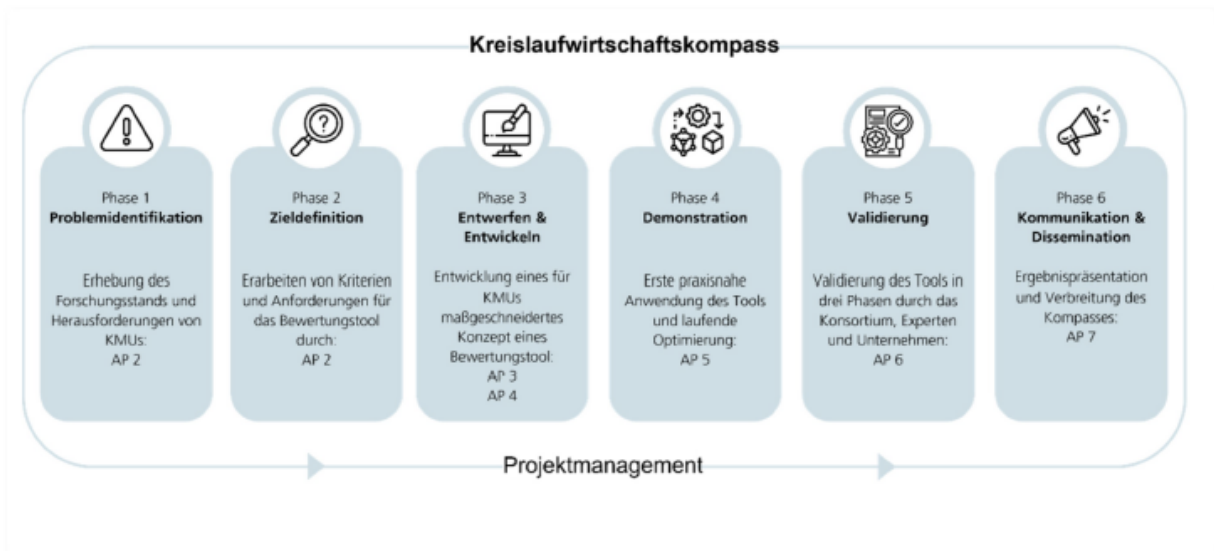
- Modellentwicklung und Validierung: Bisherige Bewertungsmodelle vermissen standardisierte Kreislaufwirtschaftsinstrumente und Schlüsselindikatoren, die sektor- und unternehmensspezifisch die Datenqualität sichern und nachvollziehbar zu Handlungsvorschlägen anleiten.
- Verständnis und Operationalisierung der CE: Aktuelle Bewertungsmodelle weisen nicht aus, was „zirkuläre“ Unternehmen ausmacht und charakterisiert. Zusätzlich werden maßgebliche Transformationsmechanismen nicht erklärt und verständlich gemacht. Dadurch können mit bisherigen Modellen keine gezielten Handlungsoptionen gegeben werden.

4 Projektinhalt

Zur Lösung der Problemstellung und zur Erreichung der im vorhergehenden Kapitel definierten Zielsetzungen wurde das Konzept der Design Science als methodisches Problemlösungskonzept eingesetzt. Design Science Research (DSR) stellt ein zentrales Forschungsparadigma dar, welches in vielen Forschungsbereichen, inklusive Ingenieurs-, Wirtschafts- und Unternehmenswissenschaften, Anwendung findet (Brocke et al., 2020). Kern des Ansatzes ist die systematische Entwicklung und Evaluation von Artefakten, welche spezifische Geschäftsprobleme adressieren und innovative Lösungen bereitstellen (Hevner et al., 2004).

Um die Herausforderungen der Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft, insbesondere im Kontext von kleinen und mittleren Unternehmen, zu adressieren und die identifizierten Barrieren zu minimieren, wird im vorliegenden Projekt ein Artefakt in Form des Kompasses Kreislaufwirtschaft erschaffen. Zu Gewährleistung einer systematischen Vorgehensweise bei der Gestaltung des Artefaktes, orientiert sich die Erstellung des Kompasses an den Prozessmodell von Peffers et al. (2007) und ihren sechs Phasen, siehe nachfolgende Abbildung.

Abbildung 2 Systematisches Vorgehen nach Peffers et al. (2007)



Phase 1: Problemidentifikation

In dieser Phase wird das Forschungsproblem klar definiert und dessen Relevanz aufgezeigt. Dies umfasst die Analyse von Herausforderungen und Wissenslücken sowie die Motivation zur Entwicklung einer Lösung. Das Ziel besteht darin, ein präzises Verständnis des Problems zu erlangen und die Anforderungen an das Artefakt zu bestimmen. Um den aktuellen Stand der Technik des Artefaktes, sowie aktuelle Forschungslücken abzubilden wurde innerhalb des Arbeitspaketes 2, die Methode der systematischen Literaturrecherche in Kombination mit einer Umfeldanalyse nach Kitchenham & Charters (2007) herangezogen. Die Ergebnisse dieser initialen Analyse können Kapitel 3.4 entnommen werden. Zusätzlich zu den beiden unter 3.4 Stand der Technik bereits vorgestellten Schritten (systematische Literaturrecherche und Markt- und Wettbewerbsanalyse) wurden in diese Phase zudem leitfadengestützte Expert:inneninterviews mit Vertreter:innen der Hauptzielgruppe

durchgeführt. Diese 10 Interviews dienten dem Zweck, die Bedürfnisse produzierender KMU in Bezug auf die Unterstützung in punkto Kreislaufwirtschaft besser zu verstehen, den aktuellen Umgang von Betrieben mit Werkzeugen, Instrumenten und Modellen zur Unterstützung der Kreislaufwirtschaft zu erfahren und daraus einen Anforderungskatalog für den Kompass Kreislaufwirtschaft zu erarbeiten. Die Erkenntnisse der durchgeführten Interviews wurden im Anschluss durch das Projektteam in einem iterativen Prozess synthetisiert und die wesentlichsten Erkenntnisse für den Anforderungskatalog herausgearbeitet.

Die Expert:innen verdeutlichten die Wichtigkeit und Notwendigkeit eines Kompass Kreislaufwirtschaft als Orientierung im komplexen Gefüge aus Regulativen, Technologien und Ökosystem. Der Kompass Kreislaufwirtschaft wird als betrieblicher "Gap Report" angesehen, der eine Übersicht über das Ökosystem verschafft, Orientierung im Pool der unterschiedlichen Maßnahmen bietet, die Möglichkeit gibt, den eigenen Standort zu verorten und zu kommunizieren sowie konkrete Handlungsanleitungen zu erhalten. Die Expert:innen hoben den Bedarf nach quantitativen Zirkularitätsparametern und KPIs hervor, ebenso wie die Orientierung an Good Practices sowie die langfristige Bildung und Erschließung eines betrieblichen Kreislaufwirtschafts-Ökosystems in Österreich. Insbesondere in Bezug auf Kennzahlen soll eine Anschlussfähigkeit an bestehendes Berichtswesen gewährleistet werden. Die Interviews ließen zudem feststellen, dass es bislang eine große Heterogenität in den operativen Zugängen zur Kreislaufwirtschaft in Betrieben gibt und eine strategische Behandlung von Kreislaufwirtschaft noch selten ist, wobei bisher keine Nutzung von Reifegradmodellen erfolgt.

Phase 2: Zieldefinition

Aufbauend auf der Problemidentifikation wurden spezifische Ziele für das zu entwickelnde Artefakt formuliert. Diese Ziele können funktionale und nicht-funktionale Anforderungen umfassen und dienen als Maßstab für die Evaluierung der Lösung. Um einen auf die in den Expert:inneninterviews herausgearbeiteten spezifischen Bedürfnisse von KMU zugeschnittenen Anforderungskatalog zu entwickeln, wurden im Rahmen dieser Phase interne Workshops durchgeführt. Dabei erfolgte eine systematische Evaluierung der Kriterien, die ein niedrighschwelliges Bewertungstool erfüllen muss, um die Implementierung und Förderung der Kreislaufwirtschaft in KMU zielgerichtet zu unterstützen.

Die Analyseschritte der Umfeldanalyse bestätigten die in der Antragstellung zentral dargelegten Herausforderungen für Betriebe bei der Etablierung von Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen und geben sie als Leitlinien für die weitere Entwicklung vor: Die Adressierung von produzierenden KMU als Zielgruppe, die Aufbereitung von Kreislaufwirtschaft als Thema des strategischen Managements, die Auflösung der beiden Zielkonflikte "Konkreter Branchenfokus vs. Generische Fragestellungen" und "Komplexität vs. Niedrighschwelligkeit", die praxisnahe Vermittlung von Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft, die Erzeugung von Motivation zur innovativen Zusammenarbeit sowie die Darlegung der Bedeutung von Kreislaufwirtschaft für den Klimaschutz.

Phase 3: Design & Entwicklung

Auf Basis der zuvor definierten Anforderungen und Ziele wird das Artefakt in dieser Phase konzipiert und entwickelt. In Arbeitspaket 3 und 4 erfolgte deshalb die Entwicklung des Bewertungstools, auch als Kompass Kreislaufwirtschaft bezeichnet. Basierend auf den Ergebnissen der systematischen Literaturrecherche, der Umfeldanalyse sowie dem erarbeiteten Anforderungskatalog wurde ein maßgeschneidertes Konzept erstellt. Die Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse und Herausforderungen von KMU standen hierbei im Vordergrund.

In einem ersten Schritt erstellte das Projektteam auf Basis der Umfeldanalyse und interner Vorarbeiten ein gemeinsames Themencluster von jenen Themen, die Eingang in den Kompass finden sollten. Dieser wurde in mehreren Arbeitsschritten überarbeitet und mit Stichworten für die Fragebogenentwicklung versehen. Die weitere inhaltliche Konzeption des Fragebogens erfolgt unter Einbeziehung von Expert:innen aller Projektpartnern, die alle Kreislaufwirtschafts-Aspekte der gesamten Wertschöpfungskette in-house abdecken. Dazu wurden von den Projektpartnern interne Workshops organisiert. Auf Basis dieser Vorarbeiten wurde ein inhaltliches Konzept erarbeitet, welches neben dem Fragebogen (und den Antwortmöglichkeiten (Likert-Skala, individualisiert je Frage), auch ein Bewertungsschema umfasste. Zusätzlich zum Fragebogen wurden ein fünfstufiges Reifegradmodell entwickelt sowie individualisierbare Textbausteine erarbeitet, die den jeweiligen Reifegraden zugeordnet wurden. Außerdem wurden 24 Kreislaufwirtschafts-Good Practices aus der heimischen Wirtschaft aufbereitet. Dazu wurden von den Projektpartnern ausgewählte Betriebe angeschrieben, gebeten eine eigens entwickelte Eingabemaske mit Informationen zu Ihren Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen zu befüllen und diese Informationen dann durch das Projektteam redaktionell aufbereitet.

Neben dem Fragebogen, Antwortmöglichkeiten und Good Practices komplettiert ein erarbeitetes Glossar sowie ausführliche und praxisnahe Handlungsempfehlungen das inhaltliche Konzept des Kompass Kreislaufwirtschaft

Auf Basis der inhaltlichen Ergebnisse erfolgte in einem weiteren Schritt dieser Phase die Gestaltung des UI-/UX-Design und in weiterer Folge die eigentliche Programmierung und Gestaltung des Online-Self-Assessments. Für das UI-/UX-Design waren dabei im Besonderen folgende Schritte im Sinne des Design Science Research Ansatzes von Bedeutung: Erstens die Problemidentifikation durch eine umfassende Umfeldanalyse, zweitens die Erstellung eines Anforderungskatalogs, der auf Grundlage der Umfeldanalyse, interner Workshops und Experteninterviews entwickelt wurde, und drittens das Entwerfen und Entwickeln des Bewertungsmodells. Als zentrales Ergebnis des dritten Arbeitspakets entstand ein Mockup des Kompass Kreislaufwirtschaft, der ein detailliertes Anforderungsprofil für das UI-/UX-Design beinhaltet. Zu Beginn wurde ein Mood Board erstellt und darauf basierend ein Designkonzept erarbeitet. Die Umfeld- und Zielgruppenanalyse bildete somit das Fundament für den UI-/UX-Designprozess, um einen benutzerzentrierten, effizienten und impact-orientierten Entwicklungsprozess zu ermöglichen. Dabei wurden interne und externe Stakeholder in Form von Feedback-Schleifen, Workshop-Formaten und User-Testings explizit eingebunden.

Phase 4: Demonstration

In diesem Schritt wird das entwickelte Artefakt in einem realistischen oder simulierten Kontext angewendet werden, um seine Funktionalität und Wirksamkeit zu überprüfen. Aufgrund dessen erfolgte in Arbeitspaket 5 die erste Anwendung des Kompasses in praxisnahen Szenarien. Es wurden initiale Tests und Fallstudien durchgeführt, um die Benutzerfreundlichkeit und Effizienz des Tools systematisch zu bewerten. Neben internen Leistungstest, bei denen die Leistungsfähigkeit des Kompasses untersucht wurde, wurde in einem Demonstrationsworkshop mit Unternehmer:innen und Vertreter:innen der Hauptzielgruppe der Kompass getestet und unmittelbar Feedback über Funktionalität und Adäquanz eingeholt. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse flossen unmittelbar in die Weiterentwicklung und Optimierung des Tools ein

Im Fokus stand dabei die Demonstration der Fähigkeit des Kompasses, Unternehmen bei der Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft zu unterstützen und spezifische Herausforderungen zu

adressieren. Die in dieser Phase gewonnenen Erkenntnisse wurden unmittelbar genutzt, um das Tool gezielt zu optimieren und kontinuierlich an die spezifischen Anforderungen von KMU anzupassen.

Phase 5: Validierung

Diese Phase diente der Bewertung des Artefakts hinsichtlich seiner Zielerreichung und Effektivität. Die Validierung des Kompasses erfolgte in drei Schritten gemäß Cloquell-Ballester et al. (2006), im Zuge des Arbeitspaketes 6. Im ersten Schritt wurde eine Selbstvalidierung innerhalb des Projektkonsortiums durchgeführt, die eine initiale Qualitätskontrolle von allen Parteien des Konsortiums verspricht. Anschließend erfolgte eine Expertenvalidierung, die der Sicherung der Objektivität und der Durchführung einer ersten Feedbackschleife diente, gefolgt von einer Unternehmensvalidierung, zur Schaffung von höchstmöglichen Qualitäts- und Transparenzstandards. Die Ergebnisse der Validierung lieferten wertvolles Feedback für die durchgeführten Optimierungspotentiale.

Phase 6: Kommunikation & Dissemination

Abschließend wurden die Ergebnisse des Forschungsprojekts sowie die Erkenntnisse aus der Entwicklung und Evaluierung des Artefakts veröffentlicht. Ziel war es, die wissenschaftliche und praktische Relevanz der Arbeit darzulegen und die gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Forschung und Anwendung zugänglich zu machen. Dazu erfolgte die Präsentation des entwickelten Kompass Kreislaufwirtschaft, seiner Funktionsweise, Anwendungsbereiche sowie der erzielten Resultate aus der Testphase und des Endberichts. Darüber hinaus wurde der Kompass systematisch in den Netzwerken der Projektpartner verbreitet, um eine möglichst breite Anwendung und Akzeptanz sicherzustellen.

5 Ergebnis – Der Kompass

Kreislaufwirtschaft

Wie einleitend diskutiert, dient der Kompass Kreislaufwirtschaft als niedrigschwelliger Einstieg für KMU, um zentrale Handlungsfelder der Kreislaufwirtschaft praxisnah und handlungsorientiert zu adressieren. Um dieses Ziel zu erfüllen, wurden die spezifischen Bedürfnisse und Herausforderungen von KMU in den Fokus des UI/UX Designs gesetzt. Eine zentrale Herausforderung bei der Entwicklung des Kompasses bestand darin, die bestehende Antagonie zwischen der Komplexität der Kreislaufwirtschaft und der erforderlichen Niedrigschwelligkeit des Tools aufzulösen und somit eine ausgewogene und anwendbare Lösung bereitzustellen.


Auf Basis eines iterativen Prozesses aus Analyse, Demonstration und Validierung wurde die detaillierte Gestaltung der Benutzeroberfläche des Kompass Kreislaufwirtschaft umgesetzt und dabei das Ziel eines benutzerzentrierten, barrierefreien und intuitiven Designs zu erreichen, das die Nutzung des Kompasses für KMU effizient und ansprechend gestaltet. Die wichtigsten Ergebnisse des Kompass Kreislaufwirtschaft lassen sich somit in drei zentralen Designprinzipien zusammenfassen: benutzerzentriertes Design, barrierefreies Design und intuitives Design.

Das benutzerzentrierte Design wurde mit dem Ziel entwickelt, den Kompass direkt an den Bedürfnissen der Endnutzer:innen auszurichten. Alle Funktionen des Kompasses wurden auf Basis vorab definierter User Journeys gestaltet, die die spezifischen Anforderungen und Ziele der Zielgruppen berücksichtigen. Ein agiler Entwicklungsprozess ermöglichte es, frühzeitig Prototypen zu testen, um potenzielle Hürden und Hindernisse zu identifizieren und zu beheben. Durch diese kontinuierliche Feedbackschleife flossen wertvolle Erkenntnisse direkt in die Weiterentwicklung des Kompasses ein.

Ein weiteres zentrales Ziel war es, den Kompass möglichst barrierefrei zugänglich zu machen. Die Benutzeroberfläche wurde nach den Richtlinien der WCAG 2.1 gestaltet, um eine einfache Bedienung auch mit Screenreadern und alternativen Eingabegeräten zu gewährleisten. Der Kompass wurde so entwickelt, dass er Informationen auf mehreren Ebenen vermittelt, zum Beispiel durch Text und Bilder, um die Zugänglichkeit für alle Nutzer:innen zu verbessern. Darüber hinaus wurden Fachbegriffe, wo notwendig, erklärt, und an neuralgischen Punkten wurden unterstützende Hilfestellungen integriert. Der Einsatz moderner Web-Technologien gewährleistet nicht nur eine optimale Performance und Sicherheit, sondern auch einen wartungsarmen Weiterbetrieb des Tools.

Das intuitive Design stellt sicher, dass die Nutzer:innen problemlos durch den Kompass navigieren können. Es wurden konsistente Navigationsstrukturen und klare Hierarchien implementiert, um die Bedienung so einfach wie möglich zu gestalten. Häufige Aktionen wurden so gestaltet, dass sie mit möglichst wenigen Klicks durchgeführt werden können, wodurch der Kompass selbsterklärend wird, und eine angenehme Nutzererfahrung bietet. Bekannte Interface-Elemente, wie Fortschrittsanzeigen und Zwischenziele, führen die Nutzer:innen durch den Kompass, sodass diese jederzeit weiß, an welchem Punkt sie sich im Prozess befinden.

Abbildung 3 Screenshot der Frontpage des Kompass Kreislaufwirtschaft

 [Kompass](#) [Vision](#) [Fahrpläne](#) [Glossar](#) [Beispiele](#)

Navigieren Sie sicher durch die **Transformation zur Kreislaufwirtschaft**

Beginnen Sie mit uns Ihre Reise in eine zirkuläre Zukunft, in der Umwelt und Wirtschaft gleichermaßen profitieren. Unser Kompass zeigt Unternehmen dafür die Richtung an. [Was ist Kreislaufwirtschaft?](#)


KOMPASS ZUR ORIENTIERUNG

Nutzen Sie den Kompass Kreislaufwirtschaft, um in 20 Minuten einen Überblick über die Integration der Kreislaufwirtschaft in Ihr Unternehmen zu erhalten, mit detaillierten Auswertungen und Empfehlungen. Sie haben es eilig? Der Schnellcheck mit 8 Fragen bietet eine erste Einordnung.


[Schnellcheck jetzt durchführen](#) [Direkt zum ausführlichen Kompass](#)

UNTERNEHMENSBEISPIELE AUS ÖSTERREICH


Viele Unternehmen haben bereits die Vorteile der Kreislaufwirtschaft erkannt und erfolgreich umgesetzt. Entdecken Sie eine Auswahl spannender Beispiele aus der österreichischen Unternehmenspraxis und lassen Sie sich inspirieren.



Unverpackt Kreislaufsystem: „Umweltfreundliche Lebensmittelversorgung für Gastronomie und Schulen“
unverpackt Austria | Einzelhandel
1-6 Monate Umsetzungszeit | Rethink, Reduce, Repurpose



bage plastics: „Aus Abfall wird Zukunft: Nachhaltige Kunststoffe für eine grünere Welt“
bage plastics GmbH | Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
6-12 Monate Umsetzungszeit | Recycle



„Weniger Energiebedarf, mehr Effizienz: Fronius optimiert Kühlkörper-Wiederaufbereitung“
Fronius International GmbH | Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
1-6 Monate Umsetzungszeit | Remanufacture

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Mit dem Kompass Kreislaufwirtschaft erhalten Sie neben der Analyse Ihres zirkulären Fortschritts in allen betrieblichen Handlungsfeldern auch individuelle Handlungsempfehlungen. Der Kompass unterstützt Sie dabei, kreislaufwirtschaftliche Potenziale systematisch entlang des gesamten Produktlebenszyklus zu finden, zu priorisieren und kreative Lösungen zu entwickeln. So kann Ihr Unternehmen ressourcenschonender und gleichzeitig wettbewerbsfähiger werden.

[Zu Beispiel-Resultaten](#) [Mehr zur Methodik](#)

#1 Wissen und Kommunikation
Informieren Sie regelmäßig alle Mitarbeiter:innen, Partner:innen und die Öffentlichkeit über Ihre Kreislaufwirtschaftsstrategien.


#1 Logistik
Optimieren Sie die Logistik, um den benötigten Lagerplatz zu verringern.

#1 Design
Gestalten Sie die Produkte modular, leicht zerlegbar und für spätere Upgrades geeignet.


[Transparenz](#) [Über uns](#) [Impressum](#) [Datenschutz](#)

info@kompasskreislaufwirtschaft.at


© 2024



Ressourcen Forum Austria



TU WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN



Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

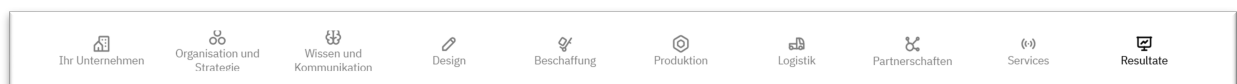
24 von 34

Die Benutzer:innen werden von der ersten Interaktion bis zur finalen Auswertung reibungslos begleitet. Die finale Auswertung selbst wurde grafisch ansprechend und interaktiv gestaltet, sodass sie die Nutzer:innen motiviert, sich weiterhin mit dem Thema auseinanderzusetzen und konkrete nächste Schritte zu planen.

Bei der finalen Version des Kompass Kreislaufwirtschaft erfolgt der Einstieg in den Kompass durch ein Onboarding, das in Form einer Kurzversion des Fragebogens (=Schnellcheck) gestaltet wurde. Dieser Einstieg ist bewusst kurzweilig, um den Nutzer:innen eine einfache und schnelle Auseinandersetzung mit dem Thema zu ermöglichen. Der Onboarding-Prozess spricht gezielt alle relevanten Handlungsfelder der Kreislaufwirtschaft an und richtet sich vor allem an Eigentümer:innen und Geschäftsführer:innen. Ziel ist es, diesen eine erste, grobe Einschätzung des Kreislaufwirtschafts-Standes ihres Unternehmens zu ermöglichen und die größten Potenziale für die Implementierung zirkulärer Strategien und Geschäftsmodelle aufzuzeigen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Bewusstseinsbildung hinsichtlich der betrieblichen Entwicklungschancen durch Kreislaufwirtschaft, weniger auf der Datenerhebung. Der Kompass soll somit als erstes Werkzeug zur Wissensvermittlung über die Kreislaufwirtschaft wahrgenommen werden.

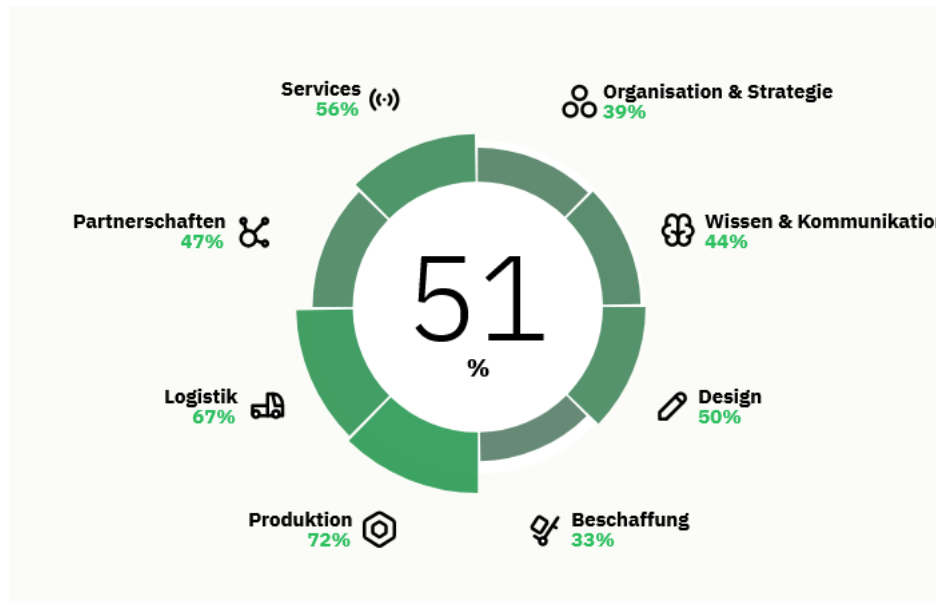
Aufbauend auf der Onboarding-Phase gelangen interessierte Nutzer:innen zum umfangreichen Fragebogen. Der Fragebogen beinhaltet acht Themenfelder. Er orientiert sich dabei an den Unternehmensbereichen der Porter-Value Chain: (1) Organisation & Strategie, (2) Wissen & Kommunikation, (3) Design, (4) Beschaffung, (5) Produktion, (6) Logistik, (7) Partnerschaften, (8) Services. Alle Fragen orientieren sich zudem an den Grundprinzipien der Kreislaufwirtschaft, wie sie auch in der österreichischen Kreislaufwirtschafts-Strategie abgebildet sind und sind diesen Grundprinzipien „narrow“, „slow“, und „close“ (sowie den jeweiligen R-Strategien) zugeordnet bzw. bei Querschnittshandlungen als „Enabler“ kategorisiert.

Abbildung 4 Handlungsfelder (Fragekategorien) des Kompass Kreislaufwirtschaft



Auf Basis der Eingaben der Nutzer:innen (=beantwortete Fragen) wird anschließend mit Hilfe der hinterlegten Berechnungslogik automatisiert und in Echtzeit ein Zirkularitäts-Score berechnet. Dieser Score gibt Aufschluss über den aktuellen Stand der zirkulären Readiness des Unternehmens.

Abbildung 5 Visualisierung des Zirkularitäts-Scores im Kompass Kreislaufwirtschaft



Alle Fragen der acht inhaltlichen Handlungsfelder sind gleich gewichtet. Auch die Fragen innerhalb der Handlungsfelder sind gleich gewichtet, da diese als gleich wichtig erachtet werden. Die Antwortmöglichkeiten sind in eine vierstufige Likert-Skala unterteilt, mit der 0 bis maximal 3 Punkte erreicht werden können. Das Ergebnis des Kompass Kreislaufwirtschaft errechnet sich aus der erreichten Punktezahl geteilt durch die maximal erreichbare Punktezahl. Fragen die mit „Diese Frage trifft auf mein Unternehmen nicht zu“ beantwortet werden, werden nicht in die Kalkulation einbezogen und reduzieren somit die maximal erreichbare Punktezahl.

Die Ergebnisse werden in einer Scorecard anschaulich und verständlich visualisiert und durch individualisierte Textbausteine erläutert. Der Kompass dient zusätzlich als Hilfsmittel zur systematischen Identifikation von Potenzialen für Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen entlang des gesamten Produktlebenszyklus und unterstützt die Priorisierung dieser Potenziale. Unternehmen können auf diese Weise mit einem überschaubaren Aufwand Potenziale erkennen und ihre Ressourcen gezielt in jene Handlungsfelder investieren, die das größte Potenzial für die Umsetzung bieten. Das Ergebnis der Analyse kann als Ausgangspunkt für betriebsinterne sowie überbetriebliche Diskussionen genutzt werden, wodurch Unternehmen erste Schritte mit Expert:innen oder eigenständig einleiten können. Zudem besteht die Möglichkeit, das Self-Assessment mehrfach durchzuführen, wobei die Veränderung des Zirkularitäts-Scores wertvolle Informationen über die Entwicklung des Unternehmens in Bezug auf Kreislaufwirtschaft liefert. Zusätzlich bietet der Kompass Kreislaufwirtschaft auf Basis des Fragebogens „Fahrpläne“ für alle Handlungsfelder. Dabei handelt es sich um Anleitungen zur Bearbeitung der jeweiligen Handlungsfelder mit chronologisch gereihten Maßnahmen.

Insgesamt leistet der Kompass Kreislaufwirtschafts einen substantziellen Beitrag zu den Zielen der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft, indem er ein innovatives, digitales Self-Assessment-Tool bereitstellt, das speziell auf die Bedürfnisse von KMU zugeschnitten ist. Es bietet Unternehmen eine niedrigschwellige Möglichkeit, sich mit den Handlungsfeldern der Kreislaufwirtschaft vertraut zu machen und gleichzeitig die eigenen zirkulären Potenziale zu erkennen und gezielt zu erschließen. Der entwickelte Kompass Kreislaufwirtschaft unterstützt KMU dabei, gezielte Maßnahmen und innovative zirkuläre Geschäftsmodelle zu entwickeln und umsetzen. Durch die systematische

Identifikation von Potenzialen entlang des gesamten Produktlebenszyklus ermöglicht der Kompass eine praxisorientierte Transformation der betrieblichen Prozesse hin zu einer ressourcenschonenden und zirkulären Wirtschaftsweise. Gleichzeitig wird die Vernetzung und Zusammenarbeit zwischen Unternehmen gefördert, wodurch zusätzliche Synergieeffekte entstehen, die über den Einzelbetrieb hinauswirken und die gesamte Wertschöpfungskette stärken. Die daraus resultierenden betrieblichen Maßnahmen tragen nicht nur zur Reduktion des Ressourceneinsatzes in Österreich bei, sondern leisten auch einen Beitrag zur Steigerung der Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der KMU und unterstützen die Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele, welche Kernziele der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie darstellen. Der Kompass Kreislaufwirtschaft fungiert damit als integrales Werkzeug, das ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Ziele gleichermaßen adressiert.

Aus strategischer Sicht leistet der Kompass einen signifikanten Beitrag zu folgenden FTI-Zielen:

- **Positive Klima- und Umweltwirkung:** Durch die Verbreitung des Kreislaufwirtschaftsgedankens und die Bereitstellung praxisorientierter Transformationsfahrpläne unterstützt der Kompass Unternehmen aktiv dabei, ressourcenschonende und zirkuläre Strategien und Geschäftsmodelle zu implementieren. Die daraus resultierenden Maßnahmen fördern die Ressourceneffizienz, reduzieren den Einsatz von Primärrohstoffen und verringern Emissionen und tragen damit maßgeblich zur Entlastung des natürlichen Ökosystems bei.
- **Versorgungssicherheit und soziale Verantwortung:** Durch die Fokussierung des Kompasses auf die Optimierung von Wertschöpfungsketten und die Förderung zirkulärer Geschäftsmodelle unterstützt er Unternehmen dabei, Maßnahmen abzuleiten, um lokale Ressourcen effizienter zu nutzen. Der Fokus auf lokale und zirkuläre Wertschöpfungsketten stärkt die Resilienz und Unabhängigkeit der österreichischen Wirtschaft. Damit soll ein Beitrag zur Reduktion der Abhängigkeit von globalen Lieferketten geleistet und die Resilienz und Unabhängigkeit der österreichischen Wirtschaft gestärkt werden. Zudem sensibilisiert das Tool Unternehmen für die sozialen und ökologischen Auswirkungen ihrer Geschäftstätigkeit und fördert somit eine verantwortungsvolle und nachhaltige Wirtschaftspraxis.
- **Ausbau des FTI-Standorts Österreich:** Das Projekt verbindet wissenschaftlich fundierte Konzepte mit praxisnaher Anwendung. Der Kompass basiert auf einem zirkulären Reifegradmodell, das erstmals in dieser Form für KMU niederschwellig operationalisiert wurde. Die innovative Kombination aus Online-Fragebogen, Zirkularitäts-Score und einer Sammlung von Good-Practice-Beispielen macht den Kompass zu einem einzigartigen Werkzeug, das die Innovationskraft österreichischer Unternehmen stärken soll.
- **Wissensaufbau und Kooperation:** Der Kompass trägt aktiv zum Wissensaufbau bei, indem er Unternehmen nicht nur die Bestimmung ihres zirkulären Reifegrades ermöglicht, sondern auch konkrete Handlungsempfehlungen und Umsetzungsstrategien bereitstellt. Durch die Verbreitung themenrelevanter Good-Practices soll zudem der Wissensaustausch, die Vernetzung und Zusammenarbeit zwischen Unternehmen gefördert werden. Die offene Zugänglichkeit der Projektergebnisse ermöglicht eine breite Anwendung, wodurch die Fachkompetenz österreichischer Unternehmen langfristig gestärkt wird.

Darüber hinaus unterstützt der Kompass Kreislaufwirtschaft indirekt alle drei zentralen operativen Ziele der Kreislaufwirtschaft (und somit auch der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft): die intelligente Nutzung von Ressourcen, die Verlängerung der Produktlebensdauer und die Wiederverwertung.

6 Schlussfolgerungen

Im Verlauf des Projekts wurden bedeutende Erkenntnisse gewonnen, die sowohl das Fachwissen des Projektteams erweiterten als auch zur Entwicklung eines innovativen Werkzeugs für kleine und mittlere Unternehmen im Bereich der Kreislaufwirtschaft führten. Eine zentrale Einsicht war, dass es gelungen ist, die komplexen Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in ein niedrigschwelliges und praxisorientiertes Tool zu integrieren. Dieses Tool ermöglicht es Unternehmen, ihre „Circular Economy Readiness“ systematisch zu bewerten und konkrete Maßnahmen zur Verbesserung zu identifizieren. Der kontinuierliche Einbezug von Stakeholdern und der iterative Entwicklungsprozess zufolge des Design Science Research Ansatz haben entscheidend zur erfolgreichen Entwicklung des Artefaktes beigetragen.

Die Projektergebnisse sind insbesondere für KMU von Relevanz, die einen Einstieg in die Kreislaufwirtschaft suchen oder ihre bestehenden Prozesse zirkulärer gestalten möchten. Der Kompass bietet ihnen eine strukturierte Möglichkeit, Potenziale zu identifizieren und diese gezielt umzusetzen. Darüber hinaus können auch größere Unternehmen, Nachhaltigkeitsberater:innen sowie politische Entscheidungsträger:innen und Institutionen, die die Kreislaufwirtschaft fördern möchten, von den Ergebnissen profitieren. Für Unternehmen stellt der Kompass eine praxisnahe Grundlage zur Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten dar. Gleichzeitig eröffnet das Tool Berater:innen und Institutionen die Möglichkeit, es an die spezifischen Anforderungen ihrer Zielgruppen anzupassen oder als Schulungsinstrument einzusetzen, wodurch die Verbreitung und Anwendung der Kreislaufwirtschaft auf breiter Ebene gefördert werden kann.

Bislang wurde Kreislaufwirtschaft noch zu wenig als betriebliche Klimaschutzmaßnahme betrachtet. Mit dem Kompass Kreislaufwirtschaft begreifen Betriebe zudem wesentlich besser, die Ressourcenfrage nicht nur als umweltpolitische Fragestellung, sondern auch als wirtschafts- und standortpolitische Herausforderung. Sie lernen von guten Praxisbeispielen und sind befähigt ihre eigene Rolle in der Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft einzunehmen. Dies ist auch in punkto Klimaschutz wesentlich, denn die Kreislaufwirtschaft spielt eine zentrale Rolle im Klimaschutz, da sie einen direkten Zusammenhang mit der Reduzierung von Treibhausgasemissionen aufweist. Durch Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft wird der Ressourcenverbrauch minimiert, was zu einer Verringerung der THG-Emissionen führt.

Das Projektteam wird die im Rahmen des Projekts erzielten Ergebnisse auf verschiedene Weise weiter nutzen und ausbauen. Aus universitärer Sicht sollen die Erkenntnisse in zukünftige Forschungsprojekte und Lehrveranstaltungen einfließen, um die wissenschaftliche Weiterentwicklung des Themas Kreislaufwirtschaft voranzutreiben und das gewonnene Wissen an Studierende zu vermitteln. Aus Consultingsicht soll der Kompass in die Beratungspraxis integriert werden, um KMU bei der Identifikation und Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft gezielt zu unterstützen. Zudem setzt sich das Projektteam das Ziel, den Kompass Kreislaufwirtschaft aktiv in ihren Netzwerken zu verbreiten, um Unternehmen, politische Entscheidungsträger:innen und weitere Interessensgruppen für die Potenziale der Kreislaufwirtschaft zu sensibilisieren.

In Bezug auf rechtliche Hürden sind insbesondere Datenschutzbestimmungen und die rechtliche Bewertung von Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen – etwa in den Bereichen Recyclingprozesse und

Ressourcennutzung – von Bedeutung. Unternehmen, die den Kompass nutzen, müssen sicherstellen, dass ihre Maßnahmen im Einklang mit bestehenden nationalen und internationalen Vorschriften stehen. Darüber hinaus könnte die Integration von Normen, Standardisierungen und Zertifikaten im Bereich der Kreislaufwirtschaft zusätzliche rechtliche Fragestellungen aufwerfen, die bei der Implementierung berücksichtigt werden müssen.

Das Projekt ist explizit nicht verwertungsorientiert, sondern gemeinwohlorientiert. Deshalb steht bei der Dissemination nicht die Verwertung, sondern die möglichst breite Erreichung der Öffentlichkeit im Fokus.

Die Ergebnisse des Projekts wurden bereits in verschiedenen öffentlichen Formaten vorgestellt. Zukünftige Verwertungsaktivitäten beinhalten die Integration des Kompasses in weitere nationale und internationale Projekte der Konsortialpartner. Das Potenzial für eine marktseitige Verbreitung ist hoch, insbesondere in der wachsenden Branche Kreislaufwirtschaft. Der Kompass kann in verschiedenen Branchen und Sektoren angewendet werden, was seine Skalierbarkeit und das langfristige Potenzial zur Förderung nachhaltiger Wirtschaftspraktiken unterstreicht.

7 Ausblick und Empfehlungen

Die erzielten Ergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse eröffnen neue Perspektiven sowohl für die praktische Anwendung als auch für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Um die Entwicklung des Kompass Kreislaufwirtschaft weiter voranzutreiben und seine Wirkung zu maximieren, können folgende weiterführende Forschungs- und Entwicklungsansätze verfolgt werden.

Optimierung der Benutzeroberfläche: Um den Kompass noch benutzerfreundlicher und intuitiver zu gestalten, sollte eine kontinuierliche Verbesserung der Benutzeroberfläche erfolgen. Insbesondere die Einführung von mehrsprachigen Optionen wäre eine sinnvolle Erweiterung, um die Zugänglichkeit und den Nutzen für internationale Märkte zu erhöhen.

Integration von Künstlicher Intelligenz: Der Einsatz von KI und maschinellem Lernen könnte die Analyse- und Bewertungsfunktionen des Kompasses weiter optimieren. So könnten beispielsweise automatische Empfehlungen zur Verbesserung der Kreislauffähigkeit auf Basis von Unternehmensdaten generiert oder zukünftige Trends in der Kreislaufwirtschaft besser prognostiziert werden. Ein möglicher weiterer Anknüpfungspunkt künstlicher Intelligenz könnte eine automatisierte Erweiterung und Aktualisierung der Good-Practice Beispielsammlung sein.

Langfristige Evaluation und Feedback-Loops: Eine kontinuierliche Erhebung von Feedback aus der praktischen Anwendung des Kompasses in verschiedenen Unternehmen würde wertvolle Einblicke in seine Effektivität und Optimierungsbedarfe liefern. Die Durchführung von Langzeitstudien könnte dazu beitragen, die langfristigen Auswirkungen der Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen auf die Unternehmen zu messen und anzupassen. Zudem gilt es auch die konzeptionell-inhaltlichen Aspekte des Kompass Kreislaufwirtschaft (Fragebogen, Bewertungsschema, Fahrpläne) laufend auf den aktuellen Stand des Wissens zu aktualisieren.

Erweiterung auf Handel- und Dienstleistungsbereich: Obwohl der Kompass aktuell keinen Branchenfokus aufweist, werden Unternehmen im Dienstleistungsbereich nur bedingt abgeholt, da der Fokus klar auf der Zielgruppe KMU aus dem produzierenden Gewerbe liegt. Weiterführende Forschungsarbeiten sollten sich deshalb mit der Erweiterung des Kompasses auf den Handel- und Dienstleistungsbereich beschäftigen sowie auch auf Branchenspezifika. Die große Gruppe kleiner und Kleinstunternehmen ist ebenfalls in der Zukunft noch expliziter zu adressieren.

Überblick über EU-Regulatorien und Förderungen: Die Integration eines dynamischen Überblicks über relevante EU-Regulatorien und Förderprogramme würde Unternehmen dabei unterstützen, ihre Maßnahmen in Einklang mit den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen und finanziellen Unterstützungsmöglichkeiten zu bringen und bietet deshalb auch Potential für weiterführende Entwicklungsarbeiten.

Anschlussfähigkeit an Berichterstattungspflichten: Neben der Status Quo Analyse und den Handlungsempfehlungen könnte der Kompass Kreislaufwirtschaft langfristig auch zu einem Unterstützungswerkzeug für die diversen Berichterstattungspflichten ausgebaut werden. Hier gilt es noch detaillierter auf den bestehenden Pool an Beratungsinstrumenten Rücksicht zu nehmen.

8 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 R-Strategien zirkulärer Wertschöpfung; Quelle: Kompass Kreislaufwirtschaft	11
Abbildung 4 Systematisches Vorgehen nach Peffers et al. (2007)	19
Abbildung 3 Screenshot der Frontpage des Kompass Kreislaufwirtschaft	24
Abbildung 4 Handlungsfelder (Fragekategorien) des Kompass Kreislaufwirtschaft	25
Abbildung 5 Visualisierung des Zirkularitäts-Scores im Kompass Kreislaufwirtschaft	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Keywords für Suche in Datenbanken in Anlehnung an Kreuzer et al. (2003)	15
Tabelle 2 Liste aller Kreislaufwirtschafts-Tools, die im Zuge der Markt-/Wettbewerbsanalyse gefunden wurden	16

Literaturverzeichnis

- Achterberg, E., Hinfelaar, J., & Bocken, N. (2016). *Master circular business models with the Value Hill*. Circle Economy, Utrecht.
- ARA. (2020). *Circular Economy Barometer 2020*. ARA. <https://www.ara.at/aktuellesaraplus-circular-economy-barometer-2020>
- Averina, E., Frishammar, J., & Parida, V. (2022). Assessing sustainability opportunities for circular business models. *Business Strategy and the Environment*, 31(4), 1464–1487. <https://doi.org/10.1002/bse.2964>
- Baratsas, S. G., Pistikopoulos, E. N., & Avraamidou, S. (2022). A quantitative and holistic circular economy assessment framework at the micro level. *Computers & Chemical Engineering*, 160, 107697. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107697>
- Blomsma, F., Pieroni, M., Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A., Hildenbrand, J., Kristinsdottir, A. R., Kristoffersen, E., Shahbazi, S., Nielsen, K. D., Jönbrink, A.-K., Li, J., Wiik, C., & McAloone, T. C. (2019). Developing a circular strategies framework for manufacturing companies to support circular economy-oriented innovation. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118271. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118271>
- Brocke, J. vom, Hevner, A., & Maedche, A. (2020). *Design Science Research. Cases* (1st ed. 2020 Edition). Springer.
- Chrispim, M. C., Mattsson, M., & Ulvenblad, P. (2023). The underrepresented key elements of Circular Economy: A critical review of assessment tools and a guide for action. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 539–558. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.019>
- Circular Economy. (2023). *Circularity Gap Report 2023. We live in the overshoot era*. <https://www.circularity-gap.world/2023>
- Cloquell-Ballester, V.-A., Cloquell-Ballester, V.-A., Monterde-Diaz, R., & Santamarina-Siurana, M.-C. (2006). Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 26, 79–105. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.06.002>

- de Bruin, T., Freeze, R., & Rosemann, M. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *Australasian Conference on Information Systems*.
- Earth Overshoot Day. (2023). *Earth Overshoot Day*. Earth Overshoot Day.
<https://overshoot.footprintnetwork.org/>
- Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, *198*, 401–416.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, *19*(5), 765–777.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12244>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, *28*(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. 2.
- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). A Tool to Analyze, Ideate and Develop Circular Innovation Ecosystems. *Sustainability*, *12*(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/su12010417>
- Kreutzer, D., Müller-Abdelrazeq, S., & Isenhardt, I. (2023). Circular Economy Maturity Models: A Systematic Literature Review. *International Journal of Economics and Management Engineering*, *17*(10).
- Mishra, J. L., Chiwenga, K. D., & Ali, K. (2019). Collaboration as an enabler for circular economy: A case study of a developing country. *Management Decision*, *59*(8), 1784–1800.
<https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1111>
- OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development). (2019). *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. OECD.
<https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>
- Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Puga-Leal, R., & Jaca, C. (2018). Circular Economy in Spanish SMEs: Challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, *185*, 157–167.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.031>
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, *24*(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2019). Digital readiness assessment of Italian SMEs: A case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management, ahead-of-print*.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305>
- Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring innovation in the product chain*.
- Rizos, V., Behrens, A., Van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M., & Topi, C. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*, *8*(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/su8111212>
- Roos Lindgreen, E., Salomone, R., & Reyes, T. (2020). A Critical Review of Academic Approaches, Methods and Tools to Assess Circular Economy at the Micro Level. *Sustainability*, *12*(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su12124973>
- Sacco, P., Vinante, C., Borgianni, Y., & Orzes, G. (2021). Circular Economy at the Firm Level: A New Tool for Assessing Maturity and Circularity. *Sustainability*, *13*(9), Article 9.
<https://doi.org/10.3390/su13095288>
- Sariatli, F. (2017). Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, *6*(1), 31–34. <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0005>
- Stahel, W. (2016). The circular economy. *Nature* *531*, 435–438. <https://doi.org/10.1038/531435a>
- Statistik Austria. (2021). *Leistungs- und Strukturstatistik- Produktion und Dienstleistungen rechtliche Einheiten Vorläufige Ergebnisse*. STATISTIK AUSTRIA.

- <https://www.statistik.at/statistiken/industrie-bau-handel-und-dienstleistungen/leistungs-und-strukturdaten>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, *347*(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- The Ellen MacArthur & Foundation. (2015). *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>
- Thorley, J., Garza-Reyes, J. A., & Anosike, A. (2022). Circular economy: A conceptual model to measure readiness for manufacturing SMEs. *Benchmarking: An International Journal*, *29*(4), 1362–1390. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2021-0161>
- Uhrenholt, J. N., Kristensen, J. H., Rincón, M. C., Adamsen, S., Jensen, S. F., & Waehrens, B. V. (2022). Maturity Model as a Driver for Circular Economy Transformation. *Sustainability*, *14*(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su14127483>
- Valls-Val, K., Ibáñez-Forés, V., & Bovea, M. D. (2022). How can organisations measure their level of circularity? A review of available tools. *Journal of Cleaner Production*, *354*, 131679. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131679>

Abkürzungsverzeichnis

CE	Circular Economy
KMU	kleine und mittelständische Unternehmen
KPI	Key Performance Indicators (dt. Schlüsselkennzahlen)
SLR	Systematic Literature Review (dt. Systematische Literaturrecherche)
usw.	und so weiter

A large, light blue geometric shape, resembling a right-angled triangle or a trapezoid, is positioned on the right side of the page. It has a vertical right edge and a horizontal top edge, with a diagonal line connecting the top-left corner to the bottom-right corner.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)