

Kreislauforientierte Dienstleistungs- systeme für das produzierende Gewerbe (PRO_Service)

Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Übergang von Produkten zu integrierten Systemlösungen für die Kreislaufwirtschaft

H. Wieser, K. Bachinger, J. Fluch,
S. Meitz, T. Oberholzner, J. Reiter

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

34/2023

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/>

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme für das produzierende Gewerbe (PRO_Service)

Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Übergang von Produkten zu integrierten Systemlösungen für die Kreislaufwirtschaft

Harald Wieser PhD, Mag.^a Karin Bachinger, Mag. Thomas Oberholzner
KMU Forschung Austria

DI Jürgen Fluch, Dr.ⁱⁿ Jana Reiter, DIⁱⁿ Sarah Meitz
AEE - Institut für nachhaltige Technologien (AEE INTEC)

Gleisdorf, Januar 2023

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	8
2	Abstract	12
3	Ausgangslage	15
3.1.	Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme	16
3.1.1.	Perspektiven in der Nachhaltigkeitsforschung	17
3.1.2.	Arten von Dienstleistungssystemen	19
3.1.3.	Definition kreislauforientierter Dienstleistungssysteme.....	20
3.2.	Ziele und Fragestellungen der Studie	21
3.3.	Methodische Vorgehensweise.....	22
4	Status quo im produzierenden Gewerbe	25
4.1.	Trends und Verbreitungsmuster.....	25
4.1.1.	Dienstleistungsgrad im internationalen Vergleich	25
4.1.2.	Art der angebotenen Dienstleistungen	26
4.1.3.	Branchen und Unternehmensgröße.....	26
4.2.	Entwicklungsstand in ausgewählten Prioritätsfeldern des produzierenden Gewerbes in Österreich.....	27
4.2.1.	Gebäude und Gebäudetechnik.....	27
4.2.2.	Medizintechnik	28
4.2.3.	Abwassermanagement.....	30
4.2.4.	Produktionsanlagen.....	31
4.2.5.	Energieversorgung.....	32
5	Für Dienstleistungssysteme geeignete Produkte und Produktionsgüter	34
5.1.	Ökonomische Eignungskriterien	34
5.1.1.	Perspektive des Angebots	34
5.1.2.	Perspektive der Nachfrage	36
5.2.	Ökologische Eignungskriterien.....	38
5.3.	Vielversprechende Produktionsbereiche (Sektoren und Prozesse) für Dienstleistungssysteme.....	43
5.3.1.	Kurz- und mittelfristige Eignung	44
5.3.2.	Langfristige Eignung.....	44
6	Forschungs- und Entwicklungsbedarf	51
6.1.	Produkt- und Dienstleistungsinnovationen	52
6.1.1.	Digitale Infrastrukturen	52
6.1.2.	Smarte und modulare Produkte	54
6.1.3.	Flache Netzwerke und Kollaboration	56
6.1.4.	Kreislauforientiertes Design	56

6.2. Geschäftsmodellinnovationen	58
6.2.1. Identifikation und Design geeigneter Geschäftsmodelle	59
6.2.2. Operationalisierung der Geschäftsmodelle.....	61
6.2.3. Umsetzung neuer Geschäftsmodelle	61
6.3. Marktsysteminnovationen.....	63
6.3.1. Skalierung von Geschäftsmodellen	64
6.3.2. Wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit der Geschäftsmodelle	65
6.4. Zusammenfassung und Überblick.....	66
7 Handlungsoptionen für die öffentliche Hand	69
7.1. Öffentlicher Auftrag.....	69
7.2. Maßnahmen zur Forcierung kreislaforientierter Dienstleistungssysteme.....	70
7.2.1. Strategieentwicklung und strategische Begleitung.....	71
7.2.2. Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen	71
7.2.3. Marktanreize	72
7.2.4. Finanzierung und Förderung	73
7.2.5. Forschung, Technologieentwicklung und Innovation.....	73
7.2.6. Digitalisierung.....	75
7.2.7. Information, Wissen und Zusammenarbeit.....	75
8 Ausblick.....	77
9 Verzeichnisse.....	78
10 Anhang.....	99
10.1.Übersicht Interviewpartner:innen	99
10.2.Übersicht Workshopteilnehmer*innen	102
10.3.Data Management Plan (DMP).....	102

1 Kurzfassung

Dienstleistungssysteme als Lösungsbausteine für eine Kreislaufwirtschaft

In Österreich entfallen etwa 70% des nationalen Material-Fußabdrucks und etwa 60% des CO₂-Fußabdrucks auf das produzierende Gewerbe (Eisenmenger et al., 2020), weshalb diesem bei der Erreichung der gesetzten Ziele der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie eine entscheidende Rolle zukommt. In bestehenden Märkten steht nach wie vor der Verkauf bzw. Kauf von Produkten im Zentrum. Die daraus resultierenden Anreize zur Steigerung des Produktionsvolumens stehen der Erreichung der Ziele klar entgegen.

Dienstleistungssysteme wie Mietmodelle oder Sharing-Angebote orientieren sich demgegenüber an der Erfüllung von konkreten Funktionen oder Bedürfnissen anstelle des Verkaufs von Produkten. Damit können sie die erforderlichen Anreize für Unternehmen schaffen, kreislauffähige Produkte zu entwickeln und entsprechende Geschäftsmodelle, die wirtschaftlichen Erfolg mit einer Reduktion des Produktvolumens und somit Materialverbrauchs vereinbaren, zu realisieren.

Inhalte und Methodik

Das vorliegende Projekt definiert die ökonomischen und ökologischen Bedingungen unter denen kreislauffähige Dienstleistungssysteme besonders aussichtsreich sind und leitet auf Basis einer Analyse der Literatur und der Herausforderungen von produzierenden Unternehmen den Forschungs- und Entwicklungs- (F&E-)bedarf zur Realisierung von kreislauffähigen Dienstleistungssystemen ab. Die Analyse berücksichtigt den F&E-Bedarf auf drei Ebenen: 1) Produkt- und Dienstleistungsinnovationen, 2) Geschäftsmodellinnovationen und 3) Marktsysteminnovationen. Zusammenfassend wurden daraus entlang der Interventionsbereiche der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie mögliche Handlungsoptionen für die öffentliche Hand abgeleitet.

Die Ergebnisse basieren auf einer umfangreichen Auswertung von wissenschaftlichen Publikationen und Sekundärstatistiken sowie von Primärdaten aus einem Workshop und 36 Interviews mit Expert:innen aus Wissenschaft, produzierenden Unternehmen, Politik und Interessensvertretungen.

Status quo und Entwicklung im produzierenden Gewerbe

Dienstleistungen machen in Österreich etwa 10-13% des Umsatzes von produzierenden Unternehmen aus (Dachs et al., 2013; Friesenbichler & Kügler, 2022). Das Dienstleistungsangebot konzentriert sich noch weitgehend auf produktorientierte Leistungen wie Beratung, Ersatzteillieferung, Reparaturen und Wartung. Umfangreichere, an der Nutzung oder an Ergebnissen orientierte Dienstleistungen wie Leasing oder Vermietung werden nur von einer Minderheit der produzierenden Unternehmen angeboten (Dachs et al., 2013; Mastrogiacomo et al., 2019; Neely, 2011; Pezzotta et al., 2022).

Im internationalen Vergleich beruht die Wettbewerbsfähigkeit des produzierenden Gewerbes in Österreich vorrangig auf dem technologischen Vorsprung in der Herstellung von komplexen Produkten und einer hohen Arbeitsproduktivität. In den Vereinigten Staaten,

Großbritannien oder auch in den skandinavischen Ländern ist der Dienstleistungsgrad wesentlich höher (Friesenbichler & Kügler, 2022).

Geeignete Produktionsbereiche für die Anwendung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen

Dienstleistungssysteme tragen nicht automatisch zu einer Reduktion des Ressourcenverbrauchs bei. Um positive Beiträge zu gewährleisten, müssen Dienstleistungssysteme nach kreislaufwirtschaftlichen Prinzipien umgesetzt und nicht intendierte Folgeeffekte unterbunden werden.

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme sind als Lösungsbausteine für eine Kreislaufwirtschaft am geeignetsten für Produkte und Produktionsanlagen, die eine hohe Entwicklungsdynamik aufweisen, mit hohen Risiken verbunden sind, leicht reparier- und transportierbar sind, einen hohen Ressourcenverbrauch in der Nutzung aufweisen sowie eine geringe Auslastung und Lebensdauer aufweisen. Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme können einen niederschweligen und risikoärmeren Zugang zu ressourceneffizienten Technologien schaffen und Unternehmen im Kompetenzaufbau im Umgang mit neuen Technologien unterstützen. Damit eignen sie sich besonders gut als Finanzierungsinstrumente bzw. Akzeleratoren für technologie-basierte Transformationsprozesse in Unternehmen.

In Hinblick auf das produzierende Gewerbe in Österreich bieten aus ökonomischer Sicht insbesondere der Bausektor sowie der Sektor Metallerzeugung Potentiale. Aus ökologischer Sicht sind besonders die Sektoren Metallerzeugung und „Papier und Druck“ aufgrund ihres hohen Energiebedarfs hervorzuheben. Diese sind darüber hinaus gemeinsam mit den Sektoren „Chemie und Petrochemie“ und „Steine, Erden und Glas“ für einen großen Anteil der ausgestoßenen Treibhausgase verantwortlich sind. Auch der Frischwasserverbrauch bzw. das anfallende Abwasser des Sektors „Metallerzeugung“ ist besonders hoch. Der Einsatz an erneuerbaren Energien ist gering im produzierenden Bereich. Potential zur direkten Umstellung auf erneuerbare Energien besteht insbesondere bei der Versorgung von Prozesswärme unter 200°C, die vor allem in den Bereichen „Chemie und Petrochemie“, Lebensmittel und „Papier und Druck“ einen maßgeblichen Anteil am Prozesswärmebedarf ausmacht. Eine Analyse aller Sektoren und deren Prozesse hat gezeigt, dass sich im produzierenden Gewerbe entlang der Produktionsbereiche Reinigung von Maschinen und Anlagen, Betrieb von Maschinen und Anlagen, Energieversorgung, Wasser- und Abwasserentsorgung, Chemikalienbasierte Versorgung, Mobilität und Recycling-Bedarfsfelder für die Entwicklung von Dienstleistungssystemen sowohl aus ökonomischer und ökologischer Sicht eignen. Da sich diese Prozesse in den meisten Sektoren des produzierenden Gewerbes wiederfinden, bieten sie erhebliche Potentiale für die Anwendung von diversen kreislaufwirtschaftlichen Dienstleistungssystemen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Aufgrund der hohen Anforderungen sind kreislauforientierte Dienstleistungssysteme derzeit nur in Nischensegmenten interessant. Produkt- und Dienstleistungsinnovationen sind von wesentlicher Bedeutung, um die Attraktivität solcher Systeme für weitere Anwendungsfelder zu erhöhen. Besonders großer Bedarf besteht in der Weiterentwicklung von digitalen

Infrastrukturen, smarten und modularen Produkten, neuen Formen der Kollaboration sowie von geeigneten Methoden für ein kreislauforientiertes Design von Dienstleistungssystemen.

Geschäftsmodellinnovationen sind sowohl auf strategischer wie operativer Ebene erforderlich, um produzierende Unternehmen im Übergang und in der Implementierung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zu unterstützen. Es bedarf besserer Werkzeuge für Unternehmen, um geeignete Geschäftsmodelle identifizieren und konzipieren zu können sowie diese laufend hinsichtlich ihrer betriebswirtschaftlichen und ökologischen Performance zu bewerten. Weiters mangelt es noch an geeigneten Werkzeugen auf einer organisatorischen Ebene, um die Transformationsprozesse in Richtung dienstleistungsorientierter Unternehmen gestalten zu können.

Auf kreislauforientierten Dienstleistungsmodellen basierende Geschäftsmodelle stehen teilweise in Konflikt mit bestehenden marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Marktsysteminnovationen sind erforderlich, um einerseits die Wettbewerbsbedingungen für Anbieter:innen von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zu verbessern und andererseits die Konformität mit bestehenden Regulatorien in Bereichen wie dem Wettbewerbsrecht und dem Datenschutz zu gewährleisten.

Handlungsoptionen

Dienstleistungssysteme sind ein Querschnittsbereich, der zu allen Zielen der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft der Bundesregierung beitragen kann. Ein öffentlicher Auftrag zur Förderung kreislauforientierter Dienstleistungssysteme lässt sich mit standortpolitischen Erwägungen, Versorgungssicherheit und ökologischen Vorteilen begründen, gilt aber aufgrund möglicher Einschränkungen unterschiedlicher Rechte und negativer Umweltwirkungen nicht uneingeschränkt. Die Konformität mit dem Wettbewerbsrecht, Konsument:innenschutzrecht, Datenschutzrecht und kreislaufwirtschaftlichen Prinzipien sollte daher stets geprüft und berücksichtigt werden.

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme beruhen auf einem Innovationsregime, das sich teils radikal vom bestehenden Fokus des österreichischen produzierenden Gewerbes auf die Entwicklung neuer, aber standardisierter und skalierbarer Produkte unterscheidet. Eine konsequente Dienstleistungslogik bedarf daher an sehr viel gedanklicher Einarbeitung, eine neue Perspektive anlernen. Die Implikationen einer stärkeren Dienstleistungsorientierung für den österreichischen Wirtschaftsstandort wurden auf einer strategischen Ebene bisher kaum thematisiert. Um einen geeigneten wirtschafts- und innovationspolitischen Rahmen für produzierende Unternehmen definieren zu können, wird daher zunächst eine intensivere Auseinandersetzung auf einer strategischen Ebene im Rahmen der Ausarbeitung der nationalen Standortstrategie und Umsetzung der Kreislaufwirtschaftsstrategie angeregt.

Unter den politischen Maßnahmen für die Förderung einer Kreislaufwirtschaft sind für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme insbesondere eine Ausdehnung der Produzent:innenverantwortung und eine steuerliche Entlastung von Arbeit gegenüber der Verwendung von natürlichen Ressourcen bedeutsam. Darüber hinaus kann auf diverse politische Instrumente von unmittelbarer Relevanz für die Unterstützung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zurückgegriffen werden.

Im Bereich der öffentlichen Forschungsförderung bedarf es zum einen eines Übergangs von einer „Technologieoffenheit“ zu einer „Lösungsoffenheit“, wodurch die Entwicklung innovativer Lösungen anstelle von Produkten in den Vordergrund gestellt wird. Zum anderen

bestehen noch inhaltliche Lücken in der thematischen Forschungsförderung, die geschlossen werden müssten, um die Entwicklung kreislauforientierter Dienstleistungssysteme zu fördern.

Für die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft ist auch privates Kapital erforderlich. Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme bilden ein interessantes Finanzierungsinstrument, das gegenüber anderen Instrumenten wie Krediten noch wenig Beachtung findet. Damit einerseits die hohen Investitionshürden für Anbieter:innen gesenkt und andererseits die Attraktivität des Instruments in der Anschaffung gesteigert werden kann, bedarf es sowohl angebots- sowie nachfragebasierter Maßnahmen.

2 Abstract

Service systems as solutions for a circular economy

In Austria, the manufacturing sectors accounts for about 70% of the national material footprint and about 60% of the CO₂ footprint (Eisenmenger et al., 2020). The manufacturing sector therefore plays a decisive role in achieving the goals set out in the Austrian governments' circular economy strategy. In existing markets, the focus is still on product sales and purchases. This creates economic incentives to increase production volumes and counteract the strategy's goals.

Service systems such as rental or sharing models are oriented towards the fulfilment of concrete functions or needs instead of product sales. This can create the necessary incentives for companies to develop circular products and transition towards business models that combine economic success with a reduction in production volume and material consumption.

Contents and methodology

This project defines the economic and ecological conditions under which circular service systems are particularly promising and derives key research and development (R&D) needs for the realisation of circular service systems based on a detailed analysis of the literature and persistent challenges faced by manufacturing firms. The analysis considers R&D needs on three levels: 1) product and service innovations, 2) business model innovations, and 3) market system innovations. Furthermore, we propose options for public policy along the intervention areas defined in the national circular economy strategy.

The results are based on an extensive review of scientific publications and analysis of secondary statistics as well as primary data from a workshop and 36 interviews with experts from science, manufacturing companies, politics, and industry representatives.

Status quo and developments in the manufacturing sector

Services account for about 10-13% of the turnover of manufacturing companies in Austria (Dachs et al., 2013; Friesenbichler & Kügler, 2022). The range of services is still largely concentrated on product-oriented services such as consulting, spare parts supply, repairs, and maintenance. More extensive services oriented towards use or results, such as leasing or renting, are only offered by a minority of manufacturing companies (Dachs et al., 2013; Mastrogiacomo et al., 2019; Neely, 2011; Pezzotta et al., 2022).

In international comparison, the competitiveness of the Austrian manufacturing sector is based primarily on technological leadership in the production of complex products and high labour productivity. In the United States, United Kingdom, and in Scandinavian countries, the degree of service provision is considerably higher (Friesenbichler & Kügler, 2022).

Promising manufacturing sectors for the deployment of circular service systems

Service systems do not automatically contribute to a reduction of resource consumption. To ensure positive contributions, service systems must be implemented according to circular economy principles and unintended feedback effects must be prevented.

Circular service systems are most suitable for products and production facilities that are highly dynamic, high-risk, easy to repair and transport, resource-intensive to operate, and short-lasting. Circular service systems can create low-threshold and low-risk access to resource-efficient technologies and support companies in building up competencies in dealing with new technologies. This makes them particularly suitable financing instruments as accelerators for technology-based transformation processes in companies.

From an economic perspective, the construction sector and the metal production sector are particularly significant in the Austrian manufacturing sector. From an ecological perspective, metal production as well as paper and printing sectors are noteworthy due to their high energy requirements. Together with the chemical and petrochemical as well as the mineral and glass sectors, they are also responsible for a large share of greenhouse gases emissions. The consumption of fresh water and wastewater in the metal production sector is very high too. The use of renewable energies is low in the manufacturing sector. There is significant potential for direct conversion to renewable energies especially in the supply of process heat below 200°C, which accounts for a significant share of demand for process heat, especially in the sectors "chemicals and petrochemicals", food, and "paper and printing". The analysis of all sectors and their processes shows that there are economically and ecologically promising applications of service systems in the manufacturing industry along the production areas of cleaning of machines and equipment, operation of machines and equipment, energy supply, water and wastewater disposal, chemical-based supply, mobility, and recycling. Because these processes can be found in most manufacturing sectors, they offer high potential for the development of varied circular service systems.

R&D needs

Circular service systems currently find use only in niche segments. Product and service innovations are essential to increase the attractiveness of such systems. To succeed, circular service systems need more intensive efforts towards the development of digital infrastructures, smart and modular products, new forms of collaboration as well as suitable methods for the circular design of service systems.

Business model innovations are needed at both strategic and operational levels to support manufacturing companies in the transition and implementation of circular service systems. There is need for better tools for companies to identify and design suitable business models and to continuously evaluate them in terms of their business and environmental performance. Furthermore, there is still a lack of suitable tools on an organisational level to be able to shape the transformation processes towards service-oriented companies.

Business models based on circular service models are partly in conflict with existing market conditions. Market system innovations are necessary to improve the competitive conditions for providers of circular service systems on the one hand and to ensure conformity with existing regulations in areas such as competition law and data protection on the other.

Policy options

Service systems are cross-cutting solutions that can contribute to all the goals of the Austrian government's R&I initiative on the circular economy. A public mandate to promote circular service systems can be justified based on location policy considerations, security of supply, and ecological benefits. However, circular service systems can also conflict with environmental goals and existing laws. Therefore, it is critical that the conformity with

competition law, consumer protection law, data protection law, and circular economy principles is always examined and considered.

Circular service systems are based on an innovation regime that differs significantly from the prevailing focus of the Austrian manufacturing sector on the development of new, standardised, and scalable products. Following a service logic therefore requires a great deal of mental training and learning. The implications of a stronger service orientation for the Austrian business location have hardly been addressed at a strategic level so far. To be able to define a suitable economic and innovation policy framework for manufacturing companies, a more intensive discussion at a strategic level is therefore required. This could take place in the formulation of the new Austrian location strategy and in the implementation of the new circular economy strategy.

Among the political measures for the promotion of a circular economy, an extension of producer responsibility and tax relief on labour are particularly significant for supporting circular service systems. In addition, various political instruments of direct relevance can be used to support circular service systems. In the area of research funding, the focus needs to shift from "technology openness" to "solution openness" as an approach that places the development of innovative solutions instead of products in the foreground. Furthermore, there are still thematic gaps in public R&D programmes that need to be closed to support the development of circular service systems.

The transformation to a circular economy requires also private capital. Circular service systems represent an interesting financing instrument that receives little attention in the context of this transformation compared to other instruments such as loans. To lower investment hurdles for providers on the one hand and to increase the attractiveness of the instrument in procurement on the other, both supply- and demand-based measures are needed.

3 Ausgangslage

Mit dem Übergang von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft gingen in den vergangenen Jahrzehnten bedeutsame Veränderungen im produzierenden Gewerbe einher, das einerseits von einem sich ausdehnenden Dienstleistungssektor zunehmend als Leitsektor abgelöst wurde („Tertiärisierung“), sich andererseits aber auch verstärkt einer Dienstleistungslogik annahm („Servitisierung“), um in gesättigten Märkten und im globalen Wettbewerb zu bestehen (Dachs et al., 2013). Viele der Dynamiken, die diesen Entwicklungen bisher zugrunde lagen, werden sich voraussichtlich fortsetzen oder intensivieren, weshalb aus heutiger Sicht weithin von einer noch **stärkeren Durchdringung der Dienstleistungslogik im produzierende Gewerbe** ausgegangen wird (Gallouj et al., 2015).

In bereits etablierten Konzepten wie Sharing-Angeboten in der Mobilität, Co-Working Spaces, Cloud Computing oder der Vermietung von Berufsbekleidung werden die Konturen einer Wirtschaft sichtbar, in der Ergebnisse und der Zugang zu Produkten anstelle von Eigentumsübertragung im Vordergrund stehen. Solche Dienstleistungssysteme sind häufig für spezifische und sich rasch verändernde Anforderungen und Bedürfnisse ausgelegt. Aufgrund ihrer hohen Wissensintensität, Flexibilität und Dynamik sowie ihres ausgeprägten Netzwerkcharakters verkörpern moderne Dienstleistungssysteme ein **Innovationsregime, das sich teils radikal vom bestehenden Fokus auf die Entwicklung neuer, aber standardisierter und skalierbarer Produkte unterscheidet** (vgl. Callon et al., 2002; Desmarchelier et al., 2020; Vargo et al., 2015). Auch bestehende Unternehmensgrenzen und Arbeitsteilungen entlang von Wertschöpfungsprozessen werden durch das Aufkommen neuer Dienstleistungssysteme in Frage gestellt und verändert.

Ein Übergang vom Produktverkauf zu Dienstleistungssystemen im produzierenden Gewerbe birgt sowohl **ökonomische wie ökologische Chancen**. Die Ergebnisse aus bisherigen Untersuchungen zum Entwicklungsstand lassen allerdings darauf schließen, dass solche Chancen vom produzierenden Gewerbe in Österreich bisher nur sehr **unzureichend realisiert** werden konnten:

- Realisierung von ökonomischen Chancen:
Aus ökonomischer Sicht verspricht ein solcher Umstieg eine (Wieder-)Belebung der lokalen Wertschöpfung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Produktion in Österreich (Vendrell-Herrero & Wilson, 2017). Im Vergleich zu anglosächsischen und skandinavischen Ländern, in denen dieser Prozess bereits weiter fortgeschritten ist, beruht die Wettbewerbsfähigkeit des produzierenden Gewerbes in Österreich jedoch noch vorwiegend auf Technologieführerschaft bei Produkten und einer hohen Arbeitsproduktivität (Friesenbichler & Kügler, 2022). Der Dienstleistungsgrad im österreichischen Produktionssektor ist dementsprechend noch auf einem geringen Niveau.
- Realisierung von ökologischen Chancen:
In Österreich entfallen aus Angebotssicht etwa 70% des Material-Fußabdrucks und 60% des CO₂-Fußabdrucks auf das produzierende Gewerbe (Eisenmenger et al., 2020). Um die nationalen Klimaziele einzuhalten, reichen selbst ambitionierte

Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Produktion wahrscheinlich nicht aus. Dienstleistungssysteme können einen wesentlichen und verhältnismäßig kostengünstigen Beitrag zur Dematerialisierung und Dekarbonisierung des produzierenden Gewerbes leisten (IPCC, 2022; Wang et al., 2022). Dienstleistungssysteme tragen jedoch nicht automatisch zu den Zielen einer Kreislaufwirtschaft bei. Die materiellen Inputs, die zur Erbringung von Dienstleistungen erforderlich sein können, wurden lange erheblich unterschätzt (Djellal & Gallouj, 2016, 2018). Wichtige materielle Inputs sind oft Artefakte, die als Medien oder Ziele der Dienstleistungen fungieren (z.B. Güter, die transportiert oder repariert werden sollen), technische Infrastrukturen (z.B. Informations- und Kommunikationstechnologien) sowie die konkreten physischen Orte, an denen Dienstleistungen angeboten oder ausgeführt werden (z.B. Büros). Um ökologische Vorteile zu generieren, müssen Dienstleistungssysteme daher einen gesamtheitlichen Ansatz verfolgen, der den Materialeinsatz sowie mögliche Substitutions- und Rebound-Effekte berücksichtigt (Kjaer et al., 2019). In der Praxis spielen entsprechende ökologische Erwägungen bisher allerdings eine untergeordnete Rolle in der Gestaltung und Umsetzung von Dienstleistungssystemen.

Der Weiterentwicklung in Richtung neuartiger, kreislauforientierter Dienstleistungssysteme wird vor diesem Hintergrund das Potential zugeschrieben, ökonomische und ökologische Ziele besser miteinander zu vereinbaren (R. Antikainen et al., 2021; Kjaer et al., 2019; Tukker, 2015). In den Konsultationen von Expert:innen zur Vorbereitung der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie wurde eine verstärkte Dienstleistungsorientierung dementsprechend für fast alle ausgewählten Schwerpunktbereiche als wichtiger Lösungsansatz hervorgehoben (Benda-Kahri et al., 2021). Dies schlägt sich auch in der beschlossenen Kreislaufwirtschaftsstrategie wider, wo „dienstleistungsorientierten Geschäftsmodellen“ und der Bereitstellung von Produkten als Dienstleistungen („as a Service“) eine zentrale Rolle in der Erreichung der gesetzten Ziele zugeschrieben wird (BMK, 2022).

3.1. Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme

Dienstleistungssysteme beruhen auf der grundlegenden Idee, dass Bedürfnisse auf sehr unterschiedlichen Ebenen adressiert werden können und die Bereitstellung eines Produkts nur selten dafür ausreicht. Anstelle der Konzentration auf den Verkauf von Produkten treten die Erfordernisse und Bedürfnisse auf Seiten der Nachfrage stärker in den Vordergrund. Die Entwicklung entsprechender Lösungen erfordert einen offenen und systemischen Ansatz, der etablierte Unterscheidungen zwischen Produkten und Dienstleistungen überwindet und diese den Anforderungen entsprechend kombiniert und integriert. Basierend auf dieser grundlegenden Idee haben sich in Forschung und Praxis unterschiedliche Perspektiven auf und Varianten von Dienstleistungssystemen entwickelt. Die folgenden Abschnitte ordnen diese zur besseren Orientierung überblicksartig ein und definieren die im vorliegenden Bericht verwendeten Begriffe.

3.1.1. Perspektiven in der Nachhaltigkeitsforschung

In Wissenschaft und Praxis konnten sich je nach Forschungs- und Anwendungsfeld unterschiedliche Konzepte und Begriffe für integrative und systemische Dienstleistungsansätze etablieren. Im Nachhaltigkeitskontext finden insbesondere der Zusatz „as-a-Service“ und die Begriffe „Produkt-Dienstleistungssysteme“ (product-service systems, PSS) und „materielle Dienstleistungen“ (material services) Verwendung. Wenngleich die Begriffe hohe Überschneidungen aufweisen, sind damit häufig unterschiedliche Perspektiven verbunden, die sich in einem jeweils etwas anderen Fokus auf bestimmten Ebenen der Bedürfnisorientierung und dafür erforderlichen Systemen ausdrücken (siehe Abbildung 1).

- Produkt-Dienstleistungssysteme:** Darunter werden weitgehend Geschäftsmodelle verstanden, die Kund:innen Zusatzleistungen oder auch nur Zugang zu bestimmten Produkten bieten anstatt diese zu verkaufen (Tukker, 2015). Im Fokus steht häufig eine Ausdehnung des Verantwortungsbereichs von Anbieter:innen entlang des Produktlebenszyklus.¹ Aufgrund der Nähe zu Diskursen nachhaltigen Unternehmertums und Produktmanagements wird dieses Konzept im Kontext der Kreislaufwirtschaft am häufigsten aufgegriffen.

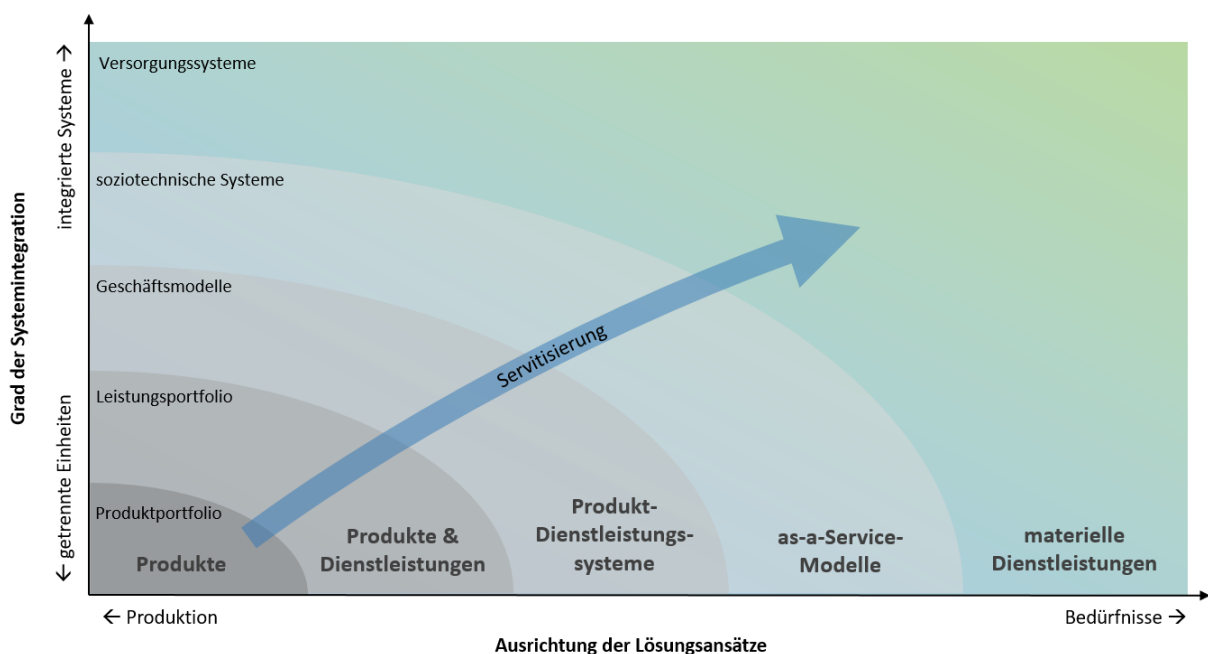


Abbildung 1: Grad der Systemintegration und grundlegende Ausrichtung von unterschiedlichen Lösungsansätzen (Quelle: eigene Darstellung; adaptiert von Kanda & Matschewsky, 2018)

- As-a-Service Modelle:** Dieser Zusatz wird in Verbindung mit Systemen verwendet, die Kund:innen Zugang zu Produkten oder unterschiedlichen Lösungen bieten (vgl. Jittrapirom et al., 2017). Mit diesem Ansatz geht der Anspruch einher, eine Dienstleistungslogik auf alle erdenklichen Bereiche („Anything-as-a-Service“ bzw.

¹ Kanda und Matschewsky (2018) plädieren für eine Ausdehnung des Begriffs der Produkt-Dienstleistungssysteme auf umfassendere Systeme. In der wissenschaftlichen Praxis bildet ein solch breites Verständnis jedoch die Ausnahme.

„XaaS“) und auch auf ganze soziotechnische Systeme wie Mobilität oder Wärme anzuwenden. Dementsprechend können sich solche Systeme auf recht konkrete Produkte (wie z.B. „Facades-as-a-Service“), aber auch auf erweiterte Funktionen beziehen (wie z.B. „Mobility-as-a-Service“ oder „Fashion-as-a-Service“). Wie bei „Mobility-as-a-Service“ Angeboten, die Kund:innen Zugang zu unterschiedlichen Mobilitäts- und Transportmodalitäten bieten, tritt das ganz konkrete Produkt hier im Vergleich zu Produkt-Dienstleistungssystemen stärker in den Hintergrund.

- **Materielle Dienstleistungen:** Dieses Konzept bezieht sich auf die Funktionen, die materielle Inputs zur Erfüllung gesellschaftlicher Bedürfnisse erfüllen (Allwood et al., 2011; Carmona et al., 2017). Vergleichbar mit Konzepten wie „Ökosystem-Dienstleistungen“ und „Energie-Dienstleistungen“ lädt dieser Ansatz dazu ein, die Beiträge von materiellen Ressourcen zum Wohlbefinden aufzuzeigen und auf einer grundlegenden Ebene alternative Versorgungssysteme der Bereitstellung von Ressourcen zu entwickeln (Whiting et al., 2022). Wie „as-a-Service“ Ansätze werden auch hier Lösungen gesucht, die über konkrete Produkte und ihre Lebenszyklen hinausgehen. Weiters werden jenseits von Geschäftsmodellen auch andere, nicht markt-basierte Versorgungssysteme adressiert (vgl. Boons, 2021; Plank et al., 2021). Die Kreislaufwirtschaft kann aus dieser Perspektive als eine von vielen möglichen Dienstleistungssystemen zur Erfüllung gesellschaftlicher Bedürfnisse verstanden und analysiert werden.

Die Gegenüberstellung bestehender Konzepte und Perspektiven verdeutlicht die unterschiedlichen Zugänge in Wissenschaft und Forschung sowie die damit verbundenen Ansprüche, auf welchen Ebenen neue Lösungen entwickelt werden sollen. Letztlich ist ihnen aber gemeinsam, dass sich Bestrebungen in Richtung eines nachhaltigen produzierenden Gewerbes nicht ausschließlich auf die technische Ressourceneffizienz in der Produktion konzentrieren sollen. Stattdessen gilt es zu ergründen, wie die *Nachfrage* nach (Primär-)Ressourcen anhand alternativer Systemlösungen – auf Ebene der Geschäftsmodelle, soziotechnischer Systeme oder Versorgungssysteme – reduziert werden kann. **Dem liegt damit ein erweitertes Verständnis von Ressourceneffizienz zugrunde, dass die Effizienz der eingesetzten Mittel auf Grundlage von Funktionen und Bedürfnissen anstelle des (physischen) Produktionsoutputs bemisst.**

Im vorliegenden Bericht wird der Begriff der *Dienstleistungssysteme* herangezogen, um eine gemeinsame Grundlage für diese unterschiedlichen Perspektiven zu schaffen und damit auch Fragen bezüglich der erforderlichen bzw. geeignetsten Systemreichweite von Veränderungen zu erschließen (vgl. Kanda & Matschewsky, 2018). Dies ist insbesondere im Kontext der Kreislaufwirtschaft förderlich, wo die Debatte – in Verbindung mit dem „Produkt-Dienstleistungssysteme“-Konzept – noch stark produktorientiert geprägt ist. Die große Begriffsvielfalt in Fachkreisen in und außerhalb des wissenschaftlichen Diskurses² stellt außerdem bereits seit langem eine wesentliche Herausforderung für die Kommunikation von Dienstleistungssystemen dar, die auch die Forschungsförderung betrifft (vgl. Hinterberger et al., 2006). Derzeit kann kein Begriff beanspruchen, alle Debatten und Disziplinen gleichermaßen anzusprechen. Der Begriff der Dienstleistungssysteme findet sich wiewohl

² Zu den (in unterschiedlichen Bereichen) geläufigen Begriffen gehören neben den bereits im Text genannten weitere wie „system selling“, „solution selling“, „hybrid solutions“, „integrated solutions“ oder „hybride Leistungsbündel“.

bereits in der Managementliteratur als auch in den Ingenieurwissenschaften und Diskursen nachhaltiger Entwicklung, was für seine disziplinenübergreifende Anschlussfähigkeit spricht. Die Hervorhebung des Systemcharakters verweist zudem auf die Bedeutung der Integration unterschiedlicher Komponenten zur Erbringung einer bestimmten Leistung. Insbesondere in der Förderung angewandter Forschung ist es wichtig, zu entwickelnde Lösungen zumindest grob definieren und abgrenzen zu können.

3.1.2. Arten von Dienstleistungssystemen

Dienstleistungssysteme zeichnen sich durch eine große Vielfalt aus und können in unterschiedlichem Maße Produkte oder bestimmte Leistungen in den Vordergrund stellen, wofür sich die Vorstellung eines „Produkt-Dienstleistungs-Kontinuums“ (Oliva & Kallenberg, 2003) etabliert hat. Baines und Lightfoot (2014) schlagen eine Unterscheidung zwischen grundlegenden („base“), erweiterten („intermediate“) und fortgeschrittenen („advanced“) Dienstleistungen vor. Zur übersichtlicheren Darstellung und Diskussion verschiedener Dienstleistungssysteme übernehmen wir im vorliegenden Bericht die einflussreiche Klassifikation von Tukker (2004), der zwischen produkt-orientierten, nutzungs-orientierten und ergebnis-orientierten Dienstleistungssystemen unterscheidet. Wie Abbildung 2 veranschaulicht, steigt der Dienstleistungsgrad von ersteren zu letzteren Modellen.

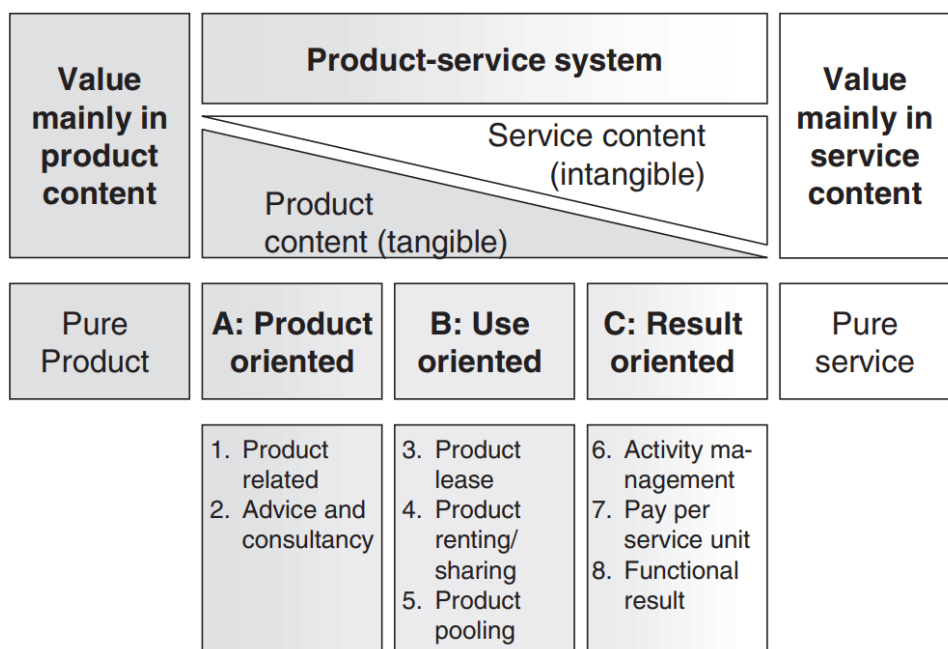


Abbildung 2: Klassifikation von Dienstleistungssystemen (Quelle: Tukker, 2004)

- **Produkt-orientierte Dienstleistungssysteme:** Produkte werden nach wie vor verkauft, aber durch Dienstleistungen wie Beratungen, Instandhaltungsverträge, Finanzierungsinstrumente oder Rückgabevereinbarungen ergänzt.
- **Nutzungs-orientierte Dienstleistungssysteme:** Bei diesen Modellen bleiben Produkte im Besitz der Anbieter:innen, die Zugangs- und Nutzungsrechte vergeben

und häufig auch für Instandhaltung und Kontrolle verantwortlich sind. Die Nutzung kann exklusiv (Leasing), sequenziell (Leih- und Mietmodelle) oder auch zeitgleich (Pooling) erfolgen.

- **Ergebnis-orientierte Dienstleistungssysteme:** Bei diesen Modellen steht die Erzielung eines Outputs oder Ergebnisses, im idealtypischen Fall auch unabhängig der dafür eingesetzten Güter, im Vordergrund. Anbieter:innen und Kund:innen vereinbaren die Durchführung bestimmter Aktivitäten (Out-Sourcing) oder die Bezahlung nach erzielten Ergebnissen (z.B. Pay-per-Service Unit).

Die Übergänge zwischen den drei Arten von Dienstleistungssystemen sind, wie das Konzept des Produkt-Dienstleistungs-Kontinuums verdeutlicht, oft fließend. Zum Beispiel können Pay-per-Service Unit Modelle, wie sie häufig bei Druckern und Kopiermaschinen Anwendung finden, je nach Spezifizierung der Vereinbarung sowohl zu den nutzungs-orientierten als auch zu den ergebnis-orientierten Dienstleistungssystemen gezählt werden. Im Detail bestehen häufig auch wichtige Unterschiede zwischen den Modellen jeder Kategorie. Die Klassifikation erlaubt jedoch eine übersichtliche Darstellung der wesentlichen Unterschiede bei gleichzeitiger Berücksichtigung des breiten Spektrums möglicher Modelle.

3.1.3. Definition kreislaforientierter Dienstleistungssysteme

Dienstleistungssysteme stellen neben anderen Geschäftsmodellen und Versorgungsstrukturen wie Second-hand-Märkten, Reparaturnetzwerken und der Abfallwirtschaft wesentliche Bausteine einer Kreislaufwirtschaft dar. Was Dienstleistungssysteme gegenüber solchen Alternativen auszeichnet ist die Fähigkeit, unterschiedliche Strategien und Prinzipien der kreislaforientierten Ressourcennutzung anwenden und miteinander verknüpfen zu können (Blomsma et al., 2018). Damit sind sowohl Potentiale wie Herausforderungen verbunden, insofern eine Orientierung an den Handlungsprinzipien der Kreislaufwirtschaft häufig mit Zielkonflikten verbunden ist.

Eine realistische Bewertung von Dienstleistungssystemen ordnet sie vor diesem Hintergrund zumindest dann als „kreislaforientiert“ ein, wenn sie einen Beitrag zu mindestens einem Ziel der Kreislaufwirtschaft leisten, ohne das Erreichen anderer Ziele wesentlich zu beeinträchtigen. Diesem Bericht liegt, in Anlehnung an die Definition von Ressourcen-Dienstleistungen von Whiting et al. (2022), eine etwas vereinfachte **Definition** zugrunde:

Kreislaforientierte Dienstleistungssysteme sind organisierte Bündel aus sozialen und technischen Komponenten, die entlang der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft (Langlebigkeit, Wiederverwendung, Wiederaufbereitung und Recycling) das gemeinsame Ziel verfolgen, eine bestimmte Funktion zu erfüllen.

Die Bedingungen unter denen Dienstleistungssysteme Beiträge zur Kreislaufwirtschaft und zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs im weiteren Sinne leisten, werden in Abschnitt 5.2 ausführlicher dargelegt.

3.2. Ziele und Fragestellungen der Studie

Die vorliegende Studie zeigt Anwendungsfelder im produzierenden Gewerbe auf, in denen kreislauforientierte Dienstleistungssysteme besonders geeignet sind und bereitet den Forschungs- und Entwicklungs-(F&E-)Bedarf strukturiert auf, um eine evidenzbasierte Entscheidungsgrundlage für zukünftige öffentliche Ausschreibungen und F&E-Leistungen zu schaffen. Darüber hinaus sollen auf dieser Basis Handlungs- und Gestaltungsoptionen für die öffentliche Hand aufgezeigt werden. Der **Fokus dieser Studie** liegt auf dem produzierenden Gewerbe in Österreich, dem Business-2-Business-(B2B-)Sektor³, sowie den marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für produzierende Unternehmen (siehe Abbildung 3). Das produzierende Gewerbe umfasst, der Zuordnung der ÖNACE 2008 entsprechend, den Bergbau (Abschnitt B), die Herstellung von Waren (Abschnitt C), die Energieversorgung (Abschnitt D), die Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (Abschnitt E) und den Bau (Abschnitt F).

Die folgenden **Fragestellungen** werden adressiert:

- Unter welchen Bedingungen sind kreislauforientierte Dienstleistungssysteme im B2B-Bereich aus ökonomischer und ökologischer Sicht sinnvoll?
- In welchen Sektoren und Branchen könnten sich solche kreislauforientierten Dienstleistungssysteme besonders gut umsetzen lassen (Akzeptanz der Stakeholder als wichtiger Aspekt der Umsetzbarkeit)?
- Welche Produktionsgüter (Anlagen, Komponenten und Betriebsmittel) und Produkte eignen sich besonders für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme im B2B-Bereich?
- Welche Hemmnisse sind gegenwärtig vorhanden, die den Einsatz von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen im B2B-Bereich erschweren?
- In welchen Bereichen besteht Bedarf an Forschung und Entwicklung, um diese Hemmnisse zu reduzieren bzw. die Nutzung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen auszuweiten?
- Welche Anreize und Regulatorien könnten geschaffen werden, um kreislauforientierte Dienstleistungssysteme zu forcieren?

Zur strukturierten Aufbereitung des F&E-Bedarfs wird ein einfaches Analyseraster herangezogen, das zwischen **drei Handlungs- und Wirkungsebenen von Innovationen** unterscheidet. Dem Analyseraster liegt ein breites Innovationsverständnis zugrunde, das jenseits von Produkt- und Dienstleistungsinnovationen auch das Überwinden von Herausforderungen in der Umsetzung als wesentliche Bereiche von Innovation anerkennt (vgl. Sprong et al., 2021; Vargo et al., 2015).

- **Produkt- und Dienstleistungsinnovationen** setzen an der Konzeption und dem Design von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen an.

³ Die Unterteilung in B2B-, B2C- und C2C-Sektoren basiert auf grundlegenden Unterscheidungen zwischen Produzent:innen und Konsument:innen und ist damit ein Artefakt einer produkt-dominierten Sichtweise auf die Wirtschaft. Eine konsequente Herangehensweise entlang einer Dienstleistungslogik würde eine neutralere Akteur-zu-Akteur (A2A)-Orientierung erfordern (Vargo & Lusch, 2011). Angesichts der noch weithin vorherrschenden Unterschiede zwischen Unternehmen und Privathaushalten ist die Unterteilung bzw. der Fokus auf B2B nach wie vor angebracht.

- **Geschäftsmodellinnovationen** adressieren die Methoden der Umsetzung und Verwertung in Verbindung mit bestimmten kreislauforientierten Dienstleistungssystemen aus Sicht konkreter Organisationen.
- **Marktsysteminnovationen** beziehen sich auf die Schaffung neuer und die Transformation bestehender Märkte für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme.

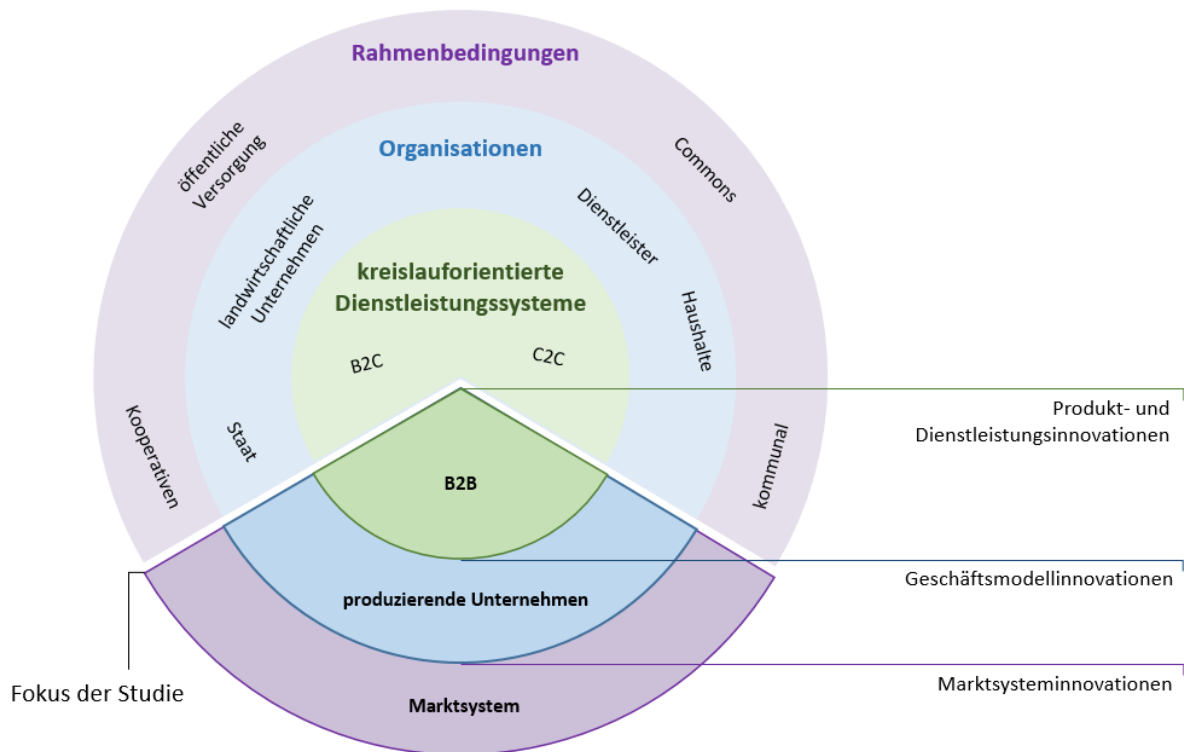


Abbildung 3: Wirkungsebenen von Innovationen und Fokus dieser Studie (Quelle: eigene Darstellung)

3.3. Methodische Vorgehensweise

Die methodische Vorgehensweise gliedert sich in drei Bereiche: 1) die Auswertung des F&E-Bedarfs, 2) die Identifikation geeigneter Anwendungsfelder und 3) die Ableitung von Handlungsoptionen für die Politik.

Die **Auswertung des F&E-Bedarfs** beruht auf einer umfangreichen Literaturanalyse sowie Interviews mit Expert:innen aus Wissenschaft und Unternehmenspraxis.

- Die **Literaturanalyse** nahm zwei Quellen als Ausgangspunkte: Zum einen bereits veröffentlichte Forschungsberichte aus dem Programm „Fabrik der Zukunft“. Die Forschungsarbeiten liegen bereits einige Jahre zurück, bilden aber über ihren klaren Fokus auf Nachhaltigkeit und das produzierende Gewerbe in Österreich das umfassendste verfügbare Wissen zum lokalen Kontext. Zum anderen wissenschaftliche Publikationen zu kreislauforientierten Dienstleistungssystemen im engeren Sinne, d.h. Studien, die eine explizite Verbindung zwischen Kreislaufwirtschaft und Dienstleistungssystemen herstellten. Weitere Publikationen

aus dem erweiterten Forschungsumfeld im Bereich der Nachhaltigkeit oder von Dienstleistungssystemen im Allgemeinen wurden aufgrund des enormen Umfangs der Literatur nur eingeschränkt, beziehungsweise auf ausgewählte Fragestellungen, herangezogen.

- **10 Interviews mit Wissenschaftler:innen**, insbesondere aus den Wirtschaftsingenieurwissenschaften, die sich in ihren Forschungstätigkeiten mit Dienstleistungssystemen befassen (siehe Anhang): Die Interviews behandelten die bisherige Entwicklung von (kreislauforientierten) Dienstleistungssystemen, erwartete Zukunftstrends, zentrale Forschungsthemen und Herausforderungen in der Umsetzung, sowie wichtige Forschungslücken.
- **21 Interviews mit Vertreter:innen aus österreichischen produzierenden Unternehmen**: Auf Basis erster Analysen der vielversprechendsten Prioritätsfelder von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen und mit Blick auf eine diverse Stichprobe wurden Unternehmen aus den folgenden fünf Branchen für Interviews kontaktiert (siehe Anhang): Gebäude und Gebäudetechnik, Medizintechnik, Abwassermanagement, Produktionsanlagen und Energieversorgung. Die Interviewpartner:innen waren in unterschiedlichen Funktionen der Unternehmen tätig, meistens in der Unternehmensleitung oder im Vertrieb. Aufgrund der sehr diversen Ausgangssituationen der Unternehmen und unterschiedlichen Rollen der Interviewpartner:innen wurden die Interviews offen gestaltet und jeweils angepasst. Zentrale Inhalte der Interviews waren die derzeitige Ausgestaltung des Angebots hinsichtlich Dienstleistungssystemen sowie bisherige und bestehende Herausforderungen in der Umsetzung.

Die **Identifikation der geeignetsten Anwendungsfelder** basiert auf mehreren Analyseschritten. In einem ersten Schritt wurden auf Basis bisheriger Forschungserkenntnisse die ökonomischen und ökologischen Bedingungen definiert, unter denen kreislauforientierte Dienstleistungssysteme attraktive Lösungen darstellen. Die Bedingungen wurden den unterschiedlichen Arten von Dienstleistungssystemen (siehe Abschnitt 5) zugeteilt. In einem zweiten Schritt wurden für jeden Schwerpunkt der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie Produkte und Produktionsgüter identifiziert, die von besonders hoher ökonomischer und ökologischer Relevanz sind. Zu diesem Zweck wurden Input-Output-Tabellen, etc. nach ökologischen (CO₂ Emissionen, Energiebedarf, Frischwassereinsatz, Abwassermenge, etc.) und ökonomischen (Gütereinsatz, Anzahl Unternehmen, Unternehmensgröße, Erlöse/Erträge, etc.) Kriterien ausgewertet. In einem dritten Schritt wurden daraus die relevantesten Produkte und Produktionsgüter sowie Prozesse des produzierenden Gewerbes in Österreich definiert, an denen für die Entwicklungen für Dienstleistungssysteme angesetzt werden kann. Dafür erfolgt ein Abgleich mit den Bedingungen, die eine Transformation zu Dienstleistungssystemen begünstigen.

Für die **Ableitung von Handlungsoptionen** für die Politik wurden ergänzend zu den Erkenntnissen aus vorangegangenen Studien ein Workshop und weitere Interviews durchgeführt.

- **5 Interviews mit Expert:innen aus Unternehmensvertretungsorganen** (siehe Anhang) zur derzeitigen Wahrnehmung und Rolle von Dienstleistungssystemen im produzierenden Gewerbe sowie Handlungsoptionen für die Politik.
- An einem **halbtägigen Workshop** im Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) nahmen neben dem Projektteam 8 Expert:innen aus den Bereichen Kreislaufwirtschaft, FTI-Politik und Unternehmenspolitik teil (siehe Anhang). Nach einer Einführung in das Thema der kreislaforientierten Dienstleistungssysteme und Präsentation erster Projektergebnisse wurden zwei Arbeitsgruppen mit je unterschiedlichen Schwerpunkten gebildet. Eine Gruppe befasste sich eingehender mit Optionen für die Forschungsförderung, die andere mit der Unternehmenspolitik.

Eine vollständige Übersicht aller Interviewpartner:innen und Workshopteilnehmer:innen kann dem Anhang entnommen werden.

Die folgenden Kapitel stellen zunächst den Status quo bezüglich der Anwendung von Dienstleistungssystemen im österreichischen produzierenden Gewerbe dar und zeigen anhand fünf ausgewählter Anwendungsfelder zentrale Herausforderungen aus Sicht der Anbieter:innen auf. Darauf folgend werden in Kapitel 5 die Produkteigenschaften definiert, für die sich Dienstleistungssysteme ökonomisch und ökologisch besonders gut eignen. Auf dieser Basis werden konkrete Produkte und Produktionsgüter abgeleitet, für welche ein Übergang zu kreislaforientierten Dienstleistungssystemen in Österreich besonders aussichtsreich ist. Kapitel 6 geht anschließend auf den F&E-Bedarf entlang der drei Kategorien Produkt- und Dienstleistungsinnovationen, Geschäftsmodellinnovationen und Marktsysteminnovationen ein. Kapitel 7 fasst die Handlungsoptionen für die Politik zusammen und Kapitel 8 schließt mit einem Ausblick für zukünftige Forschungstätigkeiten zu kreislaforientierten Dienstleistungssystemen ab.

4 Status quo im produzierenden Gewerbe

Dieses Kapitel geht auf den Status quo von (kreislauforientierten) Dienstleistungssystemen im österreichischen produzierenden Gewerbe ein. Der erste Teil verschafft einen Überblick entlang quantitativer Kennzahlen auf Basis bestehender Studien. Der zweite Teil bietet eine qualitative Beschreibung der derzeitigen Situation auf Basis der Interviews mit Unternehmensvertreter:innen aus den fünf ausgewählten Branchen.

4.1. Trends und Verbreitungsmuster

4.1.1. Dienstleistungsgrad im internationalen Vergleich

Der Dienstleistungsgrad des produzierenden Gewerbes wurde in bisherigen Studien auf Basis von Unternehmensbefragungen, Input-Output-Statistiken oder automatisierten Stichwortsuchen ermittelt.

- Das **absolute Niveau des Dienstleistungsgrads** variiert sehr stark je nach Wahl der Methodik und Kennzahlen. Basierend auf einer Analyse von Angebotstabellen, die den World Input Output Daten zugrunde liegen, errechnen Friesenbichler und Kügler (2022) für insgesamt 37 Länder einen dienstleistungsbasierten Wertschöpfungsanteil im Produktionssektor von 9,9% (im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2014). Eine Studie von Mastrogiacomo et al. (2019) untersucht den Dienstleistungsgrad von Produktionsunternehmen basierend auf Stichworten zu den Hauptaktivitäten von Unternehmen in einer Datenbank von rund 190.000 Produktionsunternehmen mit über 50 Beschäftigten aus 114 Ländern. Die Ergebnisse zeigen, dass innerhalb der untersuchten Länder 38% der Produktionsunternehmen Dienstleistungen anbieten, 60% reine Hersteller sind und 2% ihr Geschäftsmodell von Produktionsunternehmen zu reinen Dienstleistern umgestellt haben. Zu einem deutlich höheren Anteil an Produktionsunternehmen mit Dienstleistungen kommt eine Studie von Dachs et al. (2013). Für die Berechnung wurden Daten aus dem European Manufacturing Survey (EMS) zu 3.693 Unternehmen aus zehn Ländern, darunter auch Österreich, für die Jahre 2007 – 2009 herangezogen. Der Befragung zufolge bieten mehr als 86% der europäischen Produzent:innen mindestens eine Dienstleistung an. Die daraus erzielten Einkommen würden 13,6% der Umsätze ausmachen.
- Es besteht weitgehend Konsens unter Expert:innen, dass Dienstleistungen eine immer wichtigere Rolle im Produktionssektor einnehmen. Die Datenlage bezüglich **langfristiger Trends** ist allerdings sehr schlecht. Je nach Studie ist der Anteil von Dienstleistungen an den Umsätzen von Produktionsunternehmen eher stabil (Friesenbichler & Kügler, 2022) bis leicht steigend (Neely, 2011).

- Die Studien zeigen einhellig, dass der Dienstleistungsgrad des österreichischen produzierenden Gewerbes **im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich** ausfällt, insbesondere in Bezug auf andere Industrieländer (Dachs et al., 2013; Friesenbichler & Kügler, 2022; Mastrogiacomo et al., 2019). Friesenbichler und Kügler (2022) reihen Österreich, ebenso wie beispielsweise Deutschland, Finnland oder Japan, unter die produktionsbasierten Volkswirtschaften ein. Länder dieser Gruppe zeichnen sich durch einen hohen Entwicklungsgrad der Produkte sowie eine hohe sektorale Arbeitsproduktivität aus. Demgegenüber kann in anglosächsischen, skandinavischen und den Benelux-Ländern eine höhere Dienstleistungsintensität des Produktionssektors beobachtet werden kann. Zu den Ländern mit dem niedrigsten Dienstleistungsgrad zählen derselben Untersuchung zufolge Südkorea (0,7%) und Zypern (1,4%), während die höchsten Werte in Luxemburg (42,5%), den Niederlanden (20,1%) und Schweden (16%) verzeichnet werden.

4.1.2. Art der angebotenen Dienstleistungen

Die von den Produktionsunternehmen angebotenen Dienstleistungen sind **überwiegend produktorientierter Natur** (Dachs et al., 2013; Mastrogiacomo et al., 2019; Neely, 2011; Pezzotta et al., 2022). Vorläufige Ergebnisse einer Befragung von Produktionsunternehmen auf EU-Ebene (N=142) von Pezzotta et al. (2022) zeigen beispielsweise, dass 68% der Unternehmen Dienstleistungen wie Ersatzteillieferung, Reparaturen, Wartung, Gewährleistung oder Nach- und Aufrüstung anbieten, 64% bieten Beratung und Schulungen an. Etwas mehr als die Hälfte (55%) führen langfristige Wartungsverträge, Pay-per-Use, Full-Service-Verträge und ergebnisorientierte Verträge in ihrem Dienstleistungsangebot. Seltener werden nutzungsorientierte Dienstleistungssysteme wie Leasing, Vermietung, gemeinsame Nutzung und Pooling angeboten (28% der befragten Unternehmen). Ein ähnliches Bild ergibt die Untersuchung von Mastrogiacomo et al. (2019). Die am häufigsten angebotenen Dienstleistungen sind Wartung (34% der Unternehmen) sowie Handel und Vertrieb (19%). Dienstleistungen wie Entsorgung, Transport und Logistik sowie auch finanzielle Dienstleistungen wie Leasing finden sich in weniger als 10% der Unternehmen im Dienstleistungsangebot.

Bestehende Studien mit quantitativen Daten geben keinen Aufschluss darüber, inwieweit die Nachhaltigkeit oder Kreislauforientierung in der Realisierung von Dienstleistungssystemen eine Rolle spielen. Expert:innen aus der Wissenschaft zufolge gibt es entsprechende Dienstleistungssysteme bisher nur in einem sehr geringen Ausmaß (z. B. R. Antikainen et al., 2021; Tukker, 2015; Vezzoli et al., 2018).

4.1.3. Branchen und Unternehmensgröße

Der Dienstleistungsgrad variiert zum Teil deutlich zwischen den unterschiedlichen Produktionssektoren. Das kann mit den spezifischen Produkteigenschaften wie auch den Besonderheiten des Marktsegments in diesen Branchen zusammenhängen. Dachs et al. (2013) finden etwa einen positiven Zusammenhang zwischen Dienstleistungsgrad und der Komplexität der angebotenen Produkte. Beispiele für Branchen mit einem hohen Dienstleistungsgrad sind Informations- und Kommunikationstechnologien, elektrische und optische Geräte, Maschinen oder die chemische und pharmazeutische Industrie. Eine

geringe Dienstleistungsintensität wird demgegenüber etwa in der Lebensmittelproduktion oder in der Textilherstellung beobachtet (Dachs et al., 2013; Mastrogiacomo et al., 2019).

Je größer ein Unternehmen, umso mehr finanzielle und personelle Ressourcen stehen zur Verfügung und umso mehr (unterschiedliche) Dienstleistungen können angeboten werden. Ein Vorteil der Größe ist dabei auch eine detailliertere interne Aufgabenteilung, die zu einem höheren Grad an Spezialisierung auf der Ebene der einzelnen Beschäftigten führen kann als in kleinen Unternehmen. Folglich zeigt sich in den meisten Studien ein positiver Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Dienstleistungsintensität (Mastrogiacomo et al., 2019; Pezzotta et al., 2022).

Dachs et al. (2013) stellen hingegen fest, dass auch kleine Produktionsunternehmen häufig einen relativ hohen Dienstleistungsgrad aufweisen und es folglich zu einer U-förmigen Verteilung kommt. Die Autor:innen argumentieren, dass eine hohe Dienstleistungsintensität Teil einer Nischenstrategie sein kann, bei der kleine Unternehmen den Vorteil der Flexibilität nutzen, um sich auf die Bedürfnisse einiger weniger Schlüsselkund:innen zu spezialisieren. Andererseits kann sie aber auch Teil der Strategie großer etablierter Unternehmen sein, die ihre Marktanteile durch Systemangebote und Produktdifferenzierung schützen wollen.

4.2. Entwicklungsstand in ausgewählten Prioritätsfeldern des produzierenden Gewerbes in Österreich

Die im Rahmen der vorliegenden Studie kontaktierten Expert:innen konstatieren großteils ein steigendes Interesse an Dienstleistungssystemen in der Industrie, insbesondere in Verbindung mit der Digitalisierung. Teilweise wurden auch sich verändernde Rahmenbedingungen beim Datenschutz und Produktdesign sowie das Aufkommen der Sharing Economy und neue Kund:innenwünsche als Treiber dieser Entwicklung genannt. Die folgenden Abschnitte bieten knappe Einblicke in die derzeitige Situation in fünf konkreten Bereichen des produzierenden Gewerbes auf Basis der geführten Gespräche mit Vertreter:innen der Branchen Gebäude und Gebäudetechnik, Medizintechnik, Abwassermanagement, Produktionsanlagen und Energieversorgung. Die ausgewählten Prioritätsfelder orientierten sich an den Transformationsschwerpunkten, die in der Kreislaufwirtschaftsstrategie 2022 definiert wurden.

4.2.1. Gebäude und Gebäudetechnik

Dienstleistungssysteme finden in unterschiedlichen Segmenten des Baugewerbes Anwendung, allen voran in den Bereichen der Gebäudetechnikanlagen, wiederaufbaubaren bzw. modularen Gebäude und in der Bereitstellung von baulichen Infrastrukturen wie Büros oder Lagerhallen. In Bezug auf diese Anwendungsfelder wurden im Rahmen des Projekts Interviews mit Vertreter:innen der Unternehmen INTEGRAL, Lukas Lang Building Technologies, BauKarussell und WAGO geführt.

Im Bereich der Gebäudetechnik bieten bereits viele Anbieter:innen Dienstleistungssysteme an, die neben der Installation der Anlagen auch Beratungs- und Instandhaltungsleistungen sowie begleitende Überwachungssysteme umfassen. Die Energieeffizienz steht weitgehend im Zentrum der Zusatzleistungen, vor allem im Rahmen von Energie-Contracting Angeboten: Durch Gebäudeautomation und regelmäßige Software-Updates können die verschiedenen

Systeme der Gebäude- und Energietechnik aufeinander optimal abgestimmt, an sich verändernde Umweltbedingungen angepasst und der Ersatz von Anlagen weitgehend vermieden werden. Wesentliche Verkaufsargumente für Energie-Contracting sind die Senkung der unmittelbar anfälligen Investitionskosten sowie die Übernahme der Haftung für Schäden.

Die Umstellung auf umfangreichere *kreislauforientierte* Dienstleistungssysteme, die neben Instandhaltung und Software-Updates auch die Wiederverwendung von Gebäudetechnikanlagen miteinschließen, gestaltete sich bisher als schwierig. Bestehende Anlagen weisen bereits eine hohe Lebensdauer auf, was auf Nachfrageseite den Kauf gegenüber der Miete oder dem Leasing attraktiver macht und auf Angebotsseite die Verwertungsmöglichkeiten für (bereits veraltete) Geräte auf dem Second-hand-Markt deutlich einschränkt. Gewährleistungspflichten stellen in diesem Kontext eine weitere Hürde dar, da Anbieter:innen die Qualität von bereits genutzten Anlagen nicht sicherstellen können.

Eine weitere zentrale Herausforderung für die Realisierung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen besteht in der Komplexität und kleinteiligen Struktur des Gebäudesektors, wodurch die Möglichkeiten einer Ausdehnung der Verantwortungsbereiche von Seiten einzelner Unternehmen deutlich eingeschränkt werden. Beispielsweise bestehen beim Energie-Contracting gesetzliche Einschränkungen im Mietrecht, wonach Investitionskosten für energietechnische Anlagen nicht mit den Betriebskosten abgerechnet werden dürfen. Der Gestaltungsraum für Anbieter:innen von Energie-Contracting ist damit auf die zentralen Energiesysteme eines Gebäudes beschränkt. Gebäudetechnik stellt außerdem nur eine kleine Komponente von Gebäuden dar. Der Einfluss von Anbieter:innen von Gebäudetechnikanlagen auf die Modalitäten des Abbaus am Ende eines Gebäudelebenszyklus ist dementsprechend gering.

Als Gegenentwurf zur bestehenden kleinteiligen Struktur müssten Bauherren und Bauträger miteinander verschmolzen werden und das gesamte Gebäude von denselben Anbieter:innen stammen. Einer Expertin bzw. einem Experten zufolge gibt es bereits Vorzeigeprojekte, wo dies zu einer deutlich höheren Bauqualität geführt hat. Im B2B-Sektor seien kreislauforientierte Dienstleistungssysteme von ganzen Gebäuden insbesondere bei Logistikstandorten oder Schulen geeignet, da sich solche Gebäude häufig durch eine hohe Fluktuation (z.B. Anzahl der Schüler:innen) und sich schnell verändernde Anforderungen auszeichnen. Eine Systembauweise auf Basis von abbau- und wiederaufbaubaren Fertigteilen ist jedoch wesentlich für den Erfolg solcher Systeme, um Gebäude kostengünstig und ressourceneffizient wiederverwenden und adaptieren zu können. In öffentlichen Ausschreibungen ist eine modulare Bauweise auf Basis einzelner Komponenten bisher allerdings nur selten vorgesehen.

4.2.2. Medizintechnik

Im Medizintechnik-Sektor finden Dienstleistungssysteme ein breites Einsatzgebiet in fast allen Produktsegmenten – von Krankenhausbetten über Therapiegeräte bis hin zu technologieintensiven Operationsrobotern. Im Rahmen des Projekts wurden Interviews mit den Medizintechnikherstellern CNSystems, Gtec, Interventional Systems und Tyromotion sowie mit dem Leasing- und Technologiemanagementdienstleister CHG Meridian durchgeführt.

Bei den befragten Medizintechnikproduzenten sind Dienstleistungssysteme unterschiedlich stark verbreitet. Es zeigt sich ein Spektrum von nahezu reinen Entwickler- und Herstellerfirmen bis hin zu Betrieben, die umfangreiche Servicepackages inkl. Wartung, Reparatur, Ersatzteillieferungen, Geräteeinschulung sowie Miet- und Leasingmodelle anbieten. Die Dienstleistungen werden entweder von den Produzenten selbst oder gemeinsam mit Partnerfirmen erbracht. Für Miet- und Leasingmodelle werden zum Teil eigene Leasingfirmen (die auch das Risiko zurückgegebener Geräte tragen), bei Verkauf ins Ausland eigene Vertriebspartnerfirmen zwischengeschaltet, die z.B. auch Services wie Wartung übernehmen.

Einschätzungen einzelner Interviewpartner:innen zufolge sind Dienstleistungssysteme im österreichischen Medizintechniksektor im internationalen Vergleich noch weniger stark verbreitet bzw. gerade erst „im Kommen“. Gründe für eine Zunahme sind etwa zunehmend eingeschränkte finanzielle Spielräume in Spitälern, die Miet- oder Leasingmodelle begünstigen. Bei den interviewten Medizintechnikherstellern wurden die Dienstleistungen zumeist erst in den vergangenen Jahren zusätzlich ins Angebot aufgenommen. Vorteile, die sich für sie daraus ergeben, sind zum Beispiel die raschere Kundengewinnung durch Miet- bzw. Finanzierungsmodelle, engerer Kundenkontakt, welcher auch eine kundennahe Weiterentwicklung der Geräte ermöglicht, sowie die Erschließung neuer Einnahmequellen – etwa bei der Einführung von Wartungsverträgen.

Hersteller, die sich gegen das Angebot bzw. die Ausweitung von Dienstleistungssystemen entscheiden, sehen beispielsweise keine Notwendigkeit dafür, da Geräte auch ohne Wartung eine hohe Lebensdauer und verlässliche Funktionsweise aufweisen. Zudem geben die Unternehmen an, dass Vermietung nicht rentabel wäre und insbesondere für jüngere Unternehmen die Vorfinanzierung von Produkten für die Vermietung bzw. der Erhalt entsprechender Kredite herausfordernd sei. Als kultureller Faktor wird angeführt, dass auf Seite der Kund:innen das Besitzen bzw. der Kauf eines Produkts der ausschließlichen Nutzung häufig noch vorgezogen wird. Als ein weiteres Beispiel wurde auch genannt, dass in Ländern wie England gesetzlich vorgeschrieben ist, Medizintechnikgeräte ausschließlich mit Wartungsverträgen zu verkaufen. In Österreich sind Käufer:innen ohne diese gesetzliche Verpflichtung seltener bereit, die zusätzlichen Kosten dafür auf sich zu nehmen.

Die angebotenen Dienstleistungssysteme können in bestimmten Fällen einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten, wobei die umfassende Ausgestaltung kreislauffähiger Dienstleistungssysteme aufgrund strenger gesetzlicher Rahmenbedingungen im Medizintechniksektor beschränkt zu sein scheint. Die angebotenen Wartungsverträge haben aus Sicht der Unternehmen zumeist positive Auswirkungen auf die Funktionsweise aber auch auf die Langlebigkeit der angebotenen Produkte. Geräteeinschulungen tragen über ein besseres Verständnis der Produkte ebenfalls zu einer längeren Lebenszeit sowie einer intensiveren Nutzung bei.

Gebrauchte Geräte, die zum Beispiel nach der Vermietung wieder an Hersteller:innen zurückgehen, werden in manchen Fällen als Demogeräte, vorübergehende Ersatzgeräte oder Ersatzteillager weiterverwendet. Aufgrund strenger gesetzlicher Vorschriften bzw. kostenintensiver Refurbishing-Prozesse ist allerdings die erneute Vermietung oder der Verkauf bereits genutzter Geräte sowie auch die Wiederverwendung von Komponenten in der Herstellung kaum möglich. Im Vergleich zu anderen Ländern (wie etwa den USA) sind hierzulande auch Sekundärmärkte im Medizintechniksektor weniger verbreitet und es ist zumeist schwierig, Abnehmer:innen für Gebrauchtgeräte zu finden. Es gibt jedoch eigene

Unternehmen, die spezielle Nutzungs- und Leasingkonzepte anbieten und darauf spezialisiert sind, die Geräte nach der Nutzung insbesondere auch im Medizintechniksektor einem Sekundärmarkt zuzuführen.

Um Dienstleistungssysteme in der Branche zu fördern, wird eine verstärkte Vernetzung der Betriebe zum Zwecke eines gemeinsamen Serviceangebots inklusive Erschließung eines größeren geografischen Raums als Vorschlag genannt. Dadurch könnten auch kleinere Betriebe umfassendere Serviceleistungen anbieten. Weiters könnte das Prinzip „Nutzen statt Kaufen“ stärker in der öffentlichen Vergabe berücksichtigt werden, indem etwa nicht nur Budgets für den Kauf eines Produktes vorgesehen, sondern auch Lose für möglichst effiziente Nutzungskonzepte vergeben werden.

4.2.3. Abwassermanagement

Im Bereich des Abwassermanagements finden Dienstleistungssysteme für Wasser- und Abwasseraufbereitungsanlagen bereits Anwendung, vor allem wenn es um den Einsatz von speziellen Technologien geht. Dies konnte auch anhand der Interviews mit Vertreter:innen der Unternehmen ATC Water Solutions, Rotreat Abwasserreinigung, Wasserverband Mürzverband und Kläranlage Weiz unterstrichen werden. Dienstleistungen werden in Form von Wartungsverträgen zur Servicing und Reparatur von (Ab-)Wasseraufbereitungsanlagen angeboten. Zum Teil wird auch Fernwartung und Störungsmeldung über internetfähige Geräte angeboten, was zu einer höheren Lebensdauer der Produkte beiträgt.

Besonders wichtig ist im Bereich des Abwassermanagements die Versorgungssicherheit. Daher sind Dienstleistungssysteme, die ein sorgenfreies funktionierendes Abwassermanagement anbieten, von hohem Interesse. Im Bereich des Abwassermanagements haben Rückmeldungen aus den Interviews gezeigt, dass das Angebot von Dienstleistungen ein wesentlicher Türöffner bei der Gewinnung und Bindungen von Kund:innen ist. Vor allem wird für Kund:innen so das Risiko der Investition in neue Produkte (z.B. Technologien, Prozesse), die mit großen Unsicherheiten behaftet sind, minimiert.

Neben den (Ab-)Wasseraufbereitungstechnologien spielt auch das Wasser- und Abwassermanagement eine wesentliche Rolle im produzierenden Gewerbe. Wasser ist ein Betriebsmittel, welches neben dem Lösen und Transport von Rohstoffen und Energie auch für die Reinigung und den Abtransport von Schadstoffen eingesetzt wird. Vor allem in den Sektoren Metallerzeugung (~55% des Frischwasserverbrauches im Bereich Herstellung von Waren) sowie Chemie und Petrochemie (~21% des Frischwasserverbrauches im Bereich Herstellung von Waren) ist ein hoher Einsatz an Frischwasser für diverse Prozesse erforderlich (Statistik Austria, 2019), was in weiterer Folge in einem großen Aufkommen an Abwasser resultiert. Die aktuelle Situation im produzierenden Gewerbe zeigt aber, dass sich Wasserversorgungsunternehmen derzeit meist nur für die reine Versorgung von Produktionsbetrieben mit Wasser verantwortlich fühlen. Solange Wasserversorgungsunternehmen allerdings nur am Absatz ihres Produktes (Wasser) beteiligt sind und die Kund:innenbeziehung am Point-of-Sale endet, besteht von ihrer Seite wenig ökonomisches Interesse an einer Reduktion der Wassermenge. Aufgrund dessen ist es wichtig, nach dem Vorbild des Energie-Contracting, auch im Bereich der

Wasserversorgung den Nutzen bzw. die Funktion der Ressource Wasser in den Vordergrund zu stellen.

An diesem Punkt kommen innovative Konzepte ins Spiel, die einerseits versuchen, die Ressource Wasser mengenmäßig zu reduzieren, um in weiterer Folge auch Abwassermengen zu verringern, bzw. wenn dies nicht möglich ist, Konzepte zur Abwasserreinigung zu etablieren. Bei der Integration von Abwasserreinigungskonzepten spielen beispielsweise Modelle für ein betriebliches Wassermanagement eine wesentliche Rolle. Denn grundsätzlich ist der Betrieb von Abwasseraufbereitungsanlagen für Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe bereits jetzt mit großen Herausforderungen verbunden, da bestimmte gesetzliche Rahmenbedingungen, interne Standards und zunehmende Anforderungen an die Prozesskomplexität eingehalten werden müssen. Zudem bestehen oft Hemmnisse aufgrund fehlenden Know-Hows und hohen Risiken bei Investitionen in Abwasserreinigungsanlagen und neue Technologien. Aufgrund dessen können Dienstleistungen, beispielsweise in Form einer Vermietung von Produkten (z.B. Abwasserreinigung vor Ort in einer mobilen Containeranlage), zu einer Minderung von Unsicherheiten beitragen und in weiterer Folge einen Beitrag zur Forcierung der Abwasserbehandlung leisten.

4.2.4. Produktionsanlagen

Die Bereiche Produktionsanlagen und Maschinen sind von großer Wichtigkeit für die Kreislaufwirtschaft im gesamten Bereich des produzierenden Gewerbes. Maschinen und Produktionsanlagen finden im gesamten Sektor „Herstellung von Waren“, der rund 640.000 Mitarbeiter:innen in 23.900 Unternehmen beschäftigt, Verwendung (Statistik Austria, 2019). Interviews wurden mit Vertreter:innen vom Referat für Pflanzengesundheit und Spezialkulturen des Landes Steiermark, zu Bedarf und Herausforderungen bezüglich kreislaufwirtschaftlicher Dienstleistungssysteme im Bereich der Kräuter- und Medizinpflanzentrocknung, mit Milteco, einem Hersteller von Produktionsanlagen für die Lebensmittel- und Chemieindustrie, sowie mit der Bäckerei Sorger und der Käserei Woerle, die das Thema aus Kund:innensicht beleuchteten, geführt.

Die Klimakrise sowie die derzeit hohen Energiepreisen rücken Energieeffizienzmaßnahmen ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Dies konnte auch durch in den Interviews gezeigt werden. Aus Kund:innensicht besteht insofern besonderes Interesse an kreislauforientierten Dienstleistungssystemen im Bereich Maschinen und Produktionsanlagen, wenn die angebotene Lösung neben einer Steigerung der Ressourcen- und Materialeffizienz auch zur Erhöhung der Energieeffizienz beitragen kann und somit Betriebskosten gesenkt werden. Zudem haben die Interviews gezeigt, dass sich im Industriebereich in den letzten Jahren auch Innovationen in der Optimierung von internen Prozessen und Produktionsanlagen hin zu einer effizienteren Performance entwickelt haben. Hier kommen Dienstleistungen beispielsweise in der Automatisierung von Prozessen für effizientere Abläufe in der Datenverarbeitung und -Übertragung zum Einsatz. Der damit verbundene steigende Automatisierungsgrad wird von Betrieben als förderlich gesehen, vor allem um Mitarbeiter:innen zu entlasten. Demgegenüber wurde allerdings im Zusammenhang mit Systemen mit einem hohen Automatisierungsgrad die Sorge eines Systemausfalls, der nicht zeitnah vom Personal vor Ort behoben werden kann, geäußert. Weitere zu nennende Problematiken im Bereich der Sicherheit sind die Datensicherheit. Aus Kund:innensicht scheitern derzeitige Dienstleistungsmodelle zuweilen daran, dass zu wenig Flexibilität

ermöglicht wird. Beispielsweise inkludieren gemietete Maschinen oft ein begrenztes Angebot an zugehörigen Rohstoffen oder Produkten, wie etwa bei einer Kaffeemaschine mit vorgegebenem Kaffeesortiment, oder einer Schank mit vorgegebenem Getränkesortiment. Eine weitere Barriere für Dienstleistungssysteme ist die Langlebigkeit mancher Produktionsanlagen. In diesen Fällen wird beispielsweise die Planung, der Bau, die Installation und Einschulung der Mitarbeiter:innen als Gesamtpaket verkauft, während das Service und ein fortlaufendes Dienstleistungsmodell nicht angeboten werden, da der geringe Servicebedarf und die lange Lebensdauer ein Verkaufsargument sind und kleine Servicetätigkeiten durch das geschulte Personal vor Ort durchgeführt werden können. Derzeit überwiegen Produkt-konzentrierte Dienstleistungssysteme im Bereich Produktionsanlagen gegenüber den nutzungs- und ergebniszentrierten Dienstleistungssystemen.

4.2.5. Energieversorgung

Der Bereich Energieversorgung ist mit 2.500 Unternehmen und rund 29.000 Beschäftigten eher klein, wobei die Erlöse und Erträge bei etwa 51 Mrd. € im Jahr liegen (Statistik Austria, 2019). Dieser Sektor ist auch ökologisch sehr relevant, wenn man die Gesamtenergiebilanz und die Treibhausgasemissionen betrachtet. Letztere liegen mit etwa 17,6 Mio. Tonnen CO₂ Äquivalenten bei etwa der Hälfte der Treibhausgasemissionen des gesamten Sektors „Herstellung von Waren“. Biogene Brennstoffe spielen im produzierenden Bereich eine große Rolle, da sie 15% des Gesamtenergiebedarfes abdecken (vgl. 8% biogene Brennstoffe in Österreich gesamt) – vor allem im Bereich Holzverarbeitung (44%) und Papier und Druck (42%) gibt es einen hohen Einsatz (Statistik Austria, 2019). Aus Gesichtspunkten der CO₂ – Reduktion bzw. Substitution von fossilen Brennstoffen hat Biomasse auch in den restlichen Sektoren des produzierenden Gewerbes ein hohes und stellt somit auch ein großes Marktpotential dar, wenngleich die mangelnde Wiederverwendbarkeit einen einschränkenden Faktor darstellt.

Mithilfe von Interviews mit Vertreter:innen der Unternehmen Stadtwerke Gleisdorf, einem lokalen Fernwärmeunternehmen, dem Referat für Pflanzengesundheit und Spezialkulturen des Landes Steiermark, und Solid, einem Systemtechnikunternehmen, das Energielieferverträge für die Planung und den Betrieb von solarthermischen Großanlagen anbietet, wurden die Anwendungsfelder von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen im Bereich Energieversorgung untersucht. In der Energieversorgung haben Dienstleistungen grundsätzlich eine große Bedeutung und sind ein wesentlicher Bestandteil sämtlicher wirtschaftlicher Aktivitäten von Energieversorger:innen geworden. Wesentlich ist hierbei vor allem eine Bündelung von Energiedienstleistungen im Bereich der Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung von Energie sowie der Energieeffizienz von Unternehmen. Beispielhafte Dienstleistungen, die hierbei eine Rolle spielen, sind Contracting-Modelle, Energieberatungen, Wartung von Anlagen oder Mietmodelle für den Einsatz von (neuen) Energietechnologien. Darüber hinaus ist die Energiebereitstellung ein zwingender Teil jeglicher industriellen Dienstleistung, sobald man die Systemgrenzen erweitert und einen ergebnisorientierten Blickwinkel wählt. Denn zur Erzielung eines Ergebnisses braucht es Energie in der einen oder anderen Form. In diesem Sinne geht das Thema der Energiebereitstellung auch über die klassische Energieversorgung hinaus. Am innovativen Beispiel einer mobilen Trocknungsstation für lokale Kräuterproduzent:innen kann dieses Prinzip gut veranschaulicht werden: Die Trocknerstation wird vor Ort beim Anbieter:innen mit - in diesem Fall solarthermischer - Energie beladen und anschließend an den Einsatzort

gebracht, wo das gewünschte Ergebnis (getrocknete Kräuter) erzielt wird, ohne dass der Kunde mit der Frage der Energieversorgung in Kontakt kommt.

Generelle Herausforderungen in der Energieversorgung liegen im Bereich der Versorgungssicherheit sowie der gefragten fossilfreien Energie (Dekarbonisierung). Darüber hinaus sind hohe Investitionskosten eine Hürde für die Anbieter neuartiger Dienstleistungsmodelle in ihrer Anfangsphase.

Eben so groß wie die Herausforderungen, sind dafür die Potentiale im Bereich der Energieversorgung: Die Interviews zeigen, dass vor allem im Bereich der Digitalisierung große Potentiale liegen. Dazu zählen unter anderem Online-Angebot wie Messungen und Visualisierungen von Energiedaten, Unterstützung im Last- und Speichermanagement, E-Mobilität oder die Entwicklung von virtuellen Kraftwerken. Große Potentiale von Dienstleistungssystemen werden aber vor allem noch in der Finanzierung von neuen und nachhaltigen Produkten und Projekten gesehen, da vor allem auf Kund:innen Seite eine Reduktion des Finanzierungsrisikos liegt. Darüber hinaus existieren viele verschiedene vielversprechende Technologien, die anwendungsspezifische Vorteile bieten und mit genügend Know-How eine gute Basis für innovative Dienstleistungssysteme zur Energiebereitstellung bieten.

5 Für Dienstleistungssysteme geeignete Produkte und Produktionsgüter

Der Entwurf zur österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie (BMK, 2021b) definiert in Anlehnung an den Aktionsplan Kreislaufwirtschaft der EU sieben Produkt- bzw. Ressourcengruppen als **Transformationsschwerpunkte**: Bauwirtschaft und bauliche Infrastruktur, Mobilität, Abfallmanagement, Biomasse, Textilien und Bekleidung, Kunststoffe und Verpackungen sowie Elektro- und Elektronikgeräte. Die ökonomischen und ökologischen Potentiale eines Übergangs zu einer Kreislaufwirtschaft werden in diesen Schwerpunkten als besonders hoch eingeschätzt (Moser et al., 2021). In den Konsultationen von Expert:innen zur Vorbereitung der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie wurde eine verstärkte Dienstleistungsorientierung in fast allen ausgewählten Schwerpunktbereichen als wichtiger Hebel für die Transformation hervorgehoben (Benda-Kahri et al., 2021; Moser et al., 2021).

Dieser Abschnitt geht auf die Bedingungen ein, unter denen kreislauforientierte Dienstleistungssysteme attraktive Lösungen darstellen und leitet daraus Sektoren und Produktionsbereiche aus dem B2B-Bereich für die jeweiligen Schwerpunkte der Kreislaufwirtschaft ab, wo solche Lösungen besonders gut geeignet sind.

5.1. Ökonomische Eignungskriterien

Dieser Abschnitt geht zunächst auf die ökonomische Interessenslage zwischen Anbieter:innen und Kund:innen ein. Daraus werden Produkteigenschaften abgeleitet, wo (kreislauforientierte) Dienstleistungssysteme ökonomisch attraktive Lösungen bieten können.

5.1.1. Perspektive des Angebots

Der Übergang vom Produktverkauf zu kreislauforientierten Dienstleistungssystemen ist für Anbieter:innen mit Risiken verbunden und ist keine Garantie für eine Steigerung der Gewinne und Verbesserung der Marktposition. Die Einsicht, dass eine Ausweitung des Dienstleistungsangebots in produzierenden Unternehmen auch zu einer schlechteren Unternehmensperformance führen kann, ist als „Servitization Paradox“ bekannt und empirisch gut belegt (siehe Brax et al., 2021). Die Schwierigkeiten in der Um- und Inwertsetzung von Dienstleistungssystemen auf technischer, sozialer und betriebswirtschaftlicher Ebene sind jedoch nicht unüberwindbar (siehe Kapitel 6) und insofern von den ökonomischen Anreizen und Interessen zu trennen.

Im Prinzip bieten Dienstleistungssysteme bei erfolgreicher Umsetzung und Verwertung klare Vorteile für Anbieter:innen im Vergleich zum Verkauf von Produkten, insbesondere in Märkten mit hohem Kommodisierungs- bzw. Sättigungsgrad. Der zentrale Mechanismus zur Steigerung der Unternehmensperformance besteht in der Verbesserung der Wettbewerbsposition, die sowohl vertikal entlang der Wertschöpfungskette als auch horizontal in Relation zum Wettbewerb erzielt werden kann. Eine kreislauforientierte Ausgestaltung der Dienstleistungssysteme bietet weitere Möglichkeiten zur Verbesserung

der Wettbewerbsposition, ist aber nicht immer mit den Interessen der Anbieter:innen kompatibel.

Vertikaler Wettbewerb: Kontrolle über den Wertschöpfungsprozess

Mit dem Übergang von Produkten zu Dienstleistungssystemen geht oft eine Neuziehung der Unternehmensgrenzen und Neupositionierung in der Wertschöpfung einher (Huikkola et al., 2020). Eine erfolgreiche Umsetzung ist häufig auf eine stärkere Kontrolle des Wertschöpfungsprozesses angewiesen, die idealtypisch durch ein verstärktes in-housing in Richtung eines vertikal integrierten „System Sellers“ aber auch durch ein out-sourcing und die Einnahme der Rolle eines „System Integrators“ erzielt werden kann (Davies et al., 2007).

- **In-housing:** Im Fall der Ausweitung der vom Unternehmen entwickelten und angebotenen Komponenten von Dienstleistungssystemen (in-housing) können Anbieter:innen vom größeren Leistungsumfang und dem zusätzlich geschaffenen immateriellen Mehrwert profitieren, der es ihnen ermöglicht, einen höheren Preis zu rechtfertigen.
- **Out-sourcing:** Im Fall einer Modularisierung der Komponenten (out-sourcing) können Anbieter:innen profitieren, wenn sie es schaffen, den Zugang zu Kund:innen zu kontrollieren, um auf Basis der sich daraus ergebenden Machtposition den Wertschöpfungsprozess zu orchestrieren und einen großen Teil des geschaffenen Mehrwerts abzuschöpfen (Jacobides & Lianos, 2021; Lütjen et al., 2019).

Eine Orientierung an der Optimierung von Ressourcenkreisläufen im Sinne einer Kreislaufwirtschaft kann zu einer Erweiterung der Systemgrenzen bzw. umfassenderen vertikalen Integration beitragen, insofern damit der gesamte Wertschöpfungsprozess aus Sicht einer Ressource in den Blick gerät. Zugleich geht mit dem Bestreben zur Entwicklung kreislauforientierter Dienstleistungssysteme eine stärkere Berücksichtigung des Werts von energetischen und materiellen Ressourcen einher. Kreislauforientierte Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen können so von der Identifikation möglicher Wertverluste aufgrund ineffizienter Ressourcenströme profitieren. Ob solche Optimierungspotentiale bestehen, hängt jedoch entscheidend von den Kosten der Ressourcen und ihrer Kreislaufführung ab.

Horizontaler Wettbewerb: Verdrängung von Mitbewerbern

Dienstleistungssysteme erlauben es Anbieter:innen sowohl „lock-in“ Effekte auf Seiten der Kund:innen wie auch „lock-out“ Effekte bezüglich ihrer Mitbewerber zu generieren und damit auch ihre horizontale Wettbewerbsposition, d. h. in Bezug auf Anbieter:innen von alternativen Gütern, zu stärken (Hojnik, 2016)(Hojnik, 2016).

- **Lock-in von Kund:innen:** Diese Strategie kann Kund:innen langfristig an die Anbieter:innen binden. Ein typischer Mechanismus ist die Bündelung von diversen Produkten und Dienstleistungen, wodurch ein Übergang zu alternativen, mit dem bestehenden System inkompatiblen Lösungen erschwert wird. Auch Verträge spielen bei Dienstleistungssystemen typischerweise eine wichtige Rolle in der Anbindung der Kund:innen. Weiters kann durch die langfristige Anbindung selbst die Loyalität zu den Anbieter:innen gesteigert werden.

- **Lock-out von Mitbewerbern:** Lock-out Effekte können sich unter anderem durch die erhöhte Komplexität der Dienstleistungssysteme und ihre Anpassung an lokale oder kundenspezifische Anforderungen ergeben. Dies macht es Mitbewerbern deutlich schwieriger, die entwickelten Lösungen zu imitieren. Die Nähe zu den Kund:innen, wodurch deutlich mehr Feedback eingeholt werden kann, und die Spezialisierung auf die Entwicklung individueller Lösungen können wiederum eine vorteilhafte Ausgangslage für die Innovationstätigkeiten der Anbieter:innen bilden.

Eine kreislauforientierte Ausgestaltung von Dienstleistungssystemen kann sowohl zu lock-in wie auch lock-out Effekten beitragen. Lock-in Effekte können sich beispielsweise über Verpflichtungen zur Rückführung von Rohstoffen oder Produkten ergeben, wodurch sich für Anbieter:innen Chancen zur Anbahnung von erneuten Beauftragungen ergeben. Auch Lock-out Effekte lassen sich beispielsweise durch eine Spezialisierung auf bestimmte Wiederaufbereitungstechniken für eigene Produkte realisieren.

Die Stärkung der Wettbewerbsposition einzelner Unternehmen kann einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft allerdings auch entgegenstehen, wenn durch die genannten Strategien des in-housing, out-sourcing, lock-ins oder lock-outs alternative bzw. bessere Lösungen unterbunden werden oder unerwünschte Machtasymmetrien zwischen Angebot und Nachfrage entstehen. Der Setzung von Rahmenbedingungen für Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen kommt daher eine sehr wichtige Rolle zu. Auf diese wird in Abschnitt 6.3 näher eingegangen.

5.1.2. Perspektive der Nachfrage

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme können gegenüber dem Kauf oder der eigenen Herstellung von Produkten diverse Vorteile für Kund:innen mit sich bringen. Aus Kund:innensicht bieten Dienstleistungssysteme insofern Zwischenlösungen jenseits der „make-or-buy“ Entscheidung. Die Entscheidungsoptionen werden manchmal als eine Frage des „make-or-collaborate-or-buy“ dargestellt (Bustinza et al., 2019; Kohtamäki et al., 2019). Tatsächlich sind entlang unterschiedlicher Dienstleistungssysteme diverse Hybridformen zwischen der eigenen Herstellung in einer zumindest teilweise hierarchischen Organisation auf der einen Seite und dem Kauf in einem nach Marktprinzipien gestalteten Interaktionsraum möglich. Die Beziehungen zwischen Unternehmen auf der Angebots- und Nachfrageseite können bei Dienstleistungssystemen einen kollaborativen Charakter haben, aber auch von Machtgefällen und Hierarchien geprägt sein (siehe Abschnitt 6.1.3).

Die konkreten Bedingungen unter denen Dienstleistungssysteme attraktive Lösungen für Kund:innen im B2B-Kontext darstellen können, lassen sich aus Forschungsarbeiten zur Akzeptanz von Dienstleistungssystemen ableiten (Kropp & Totzek, 2020; Pecorari & Lima, 2021; Schenkl et al., 2014; Schmidt, Bauer, et al., 2015; Schmidt, Malaschewski, et al., 2015). Auf Produkteigenschaften übertragen sind die folgenden Aspekte förderlich für Dienstleistungssysteme:

- **Hohe Anschaffungskosten (Bedarf an niederschwelligem Zugang)**
Dienstleistungssysteme können die Lebenszyklus- und Nutzungskosten von Produkten reduzieren (z.B. über eine Verlängerung der Lebensdauer oder einen temporären Zugang) und die finanzielle Hürde zur Anschaffung senken (z.B. über

monatliche Ratenzahlung). Die Anschaffungskosten von Produkten müssen aber ausreichend hoch sein, um den Mehraufwand für Dienstleistungen zu rechtfertigen.

- **Hohe Qualitätsanforderungen**

Dienstleistungssysteme schaffen Anreize zur Lieferung einer hohen Produktqualität und halten das Qualitätsniveau in wichtigen Bereichen wie Zuverlässigkeit, Hygiene oder Energieeffizienz auch in der Nutzung aufrecht (z.B. über Wartung, Reinigung oder raschem Produktaustausch bei Ausfall). Mit Ausfällen oder Qualitätsproblemen verbundene Risiken können somit den Anbieter:innen übertragen werden.

- **Komplexe Produkte**

Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen können sich auf die Nutzung von komplexen Produkten spezialisieren und die entsprechende Expertise entweder selbst anwenden oder an Kund:innen weitergeben (z.B. über Schulungen).

- **Nicht kritisch für die Wettbewerbsfähigkeit**

Die Produkte bzw. Prozesse sind nicht Gegenstand eines kritischen Kernbereichs, dessen Auslagerung die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens gefährden könnte. Die Gefahr von unerwünschtem Wissens- und Technologietransfer zu Anbieter:innen ist gering.

- **Teilbare Produkte**

Die Produkte können von mehreren Personen oder Unternehmen nacheinander und/oder simultan genutzt werden. Die Gefahr von unerwünschtem Wissens- und Technologietransfer zwischen gleichzeitigen oder aufeinanderfolgenden Nutzer:innen ist gering (z.B. Vermietung von Fahrzeugen).

- **Hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit**

Nutzungs- und ergebnisorientierte Dienstleistungssysteme passen Produkte an lokale und sich verändernde Bedürfnisse an (z.B. über Software-Updates, regelmäßige Upgrades oder Anpassung der Einstellungen vor Ort), ohne dass dabei die grundsätzliche Teilbarkeit verhindert wird.

- **Schwache Produktpräferenzen der Kund:innen**

Wenn Kund:innen keine oder sehr geringe konkrete Erwartungen an das Produkt oder Teilkomponenten der Dienstleistung haben, besteht eine größere Bereitschaft, die Produktwahl den Anbieter:innen zu überlassen.

Es müssen keineswegs alle gelisteten Produkteigenschaften zutreffen, damit Kund:innen in Dienstleistungssystemen eine attraktive Alternative zum Kauf erkennen. Tendenziell gilt jedoch: je mehr Eignungskriterien erfüllt sind, desto umfangreicher können Dienstleistungssysteme sein (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Förderliche Produkteigenschaften für eine hohe Akzeptanz für Dienstleistungssysteme bei B2B-Kund:innen gegenüber dem Produktverkauf (+ = meistens wichtige Bedingung, ~ = Bedingung abhängig von konkreter Ausgestaltung)

Produkteigenschaften	Dienstleistungs-system	Dienstleistungs-system	Dienstleistungs-system
	produktorientiert (z.B. Beratung, Instandhaltung, Reparatur, Zustellung)	nutzungsorientiert (z.B. Leasing, Vermietung, Sharing, Pooling, Pay-per-Service)	ergebnisorientiert (z.B. Out-Sourcing, funktionales Ergebnis)
Hohe Anschaffungskosten	+	+	+
Hohe Qualitätsanforderungen	+	+	+
Hohe Komplexität	+	+	+
Nicht kritisch für Wettbewerbsfähigkeit	~	+	+
Gute Teilbarkeit		+	+
Hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit		~	+
Schwache Präferenzen der Kund:innen			+

5.2. Ökologische Eignungskriterien

Das ökologische Potential von Dienstleistungssystemen gegenüber dem Produktverkauf lässt sich in der **Ausweitung des Verantwortungsbereichs und den damit einhergehenden Anreizen für Anbieter:innen** verorten (Tukker, 2004; Vezzoli et al., 2018). Unklare Verantwortungsbereiche und Interessenskonflikte sind häufige Ursachen von Umweltbelastungen. Beispielsweise haben Produkthersteller, die ihre Erlöse vorrangig aus dem Verkauf ihrer Erzeugnisse erzielen und für mögliche ökologische Folgeschäden nicht verantwortlich gemacht werden, einen ökonomischen Anreiz, Einsparungen im Produktdesign auch dann vorzunehmen, wenn dies auf Kosten der Rezyklierbarkeit oder Haltbarkeit der Produkte geht. Dienstleistungssysteme können hingegen so gestaltet werden, dass die für eine Verringerung der Umweltbelastung wesentlichen Prozesse in den Verantwortungsbereich der Anbieter:innen fallen. Für Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen ist es damit von Interesse, Interdependenzen und allfällige Nebeneffekte innerhalb eines Systems gesamtheitlich zu berücksichtigen und Lösungen zu entwickeln, die eine Verbesserung auf der Ebene eines gesamten Systems wie beispielweise eines gesamten Produktlebenszyklus darstellen.

Wenngleich Verantwortungsbereiche für Anbieter:innen durch den Übergang zu Dienstleistungssystemen ausgeweitet werden, muss hervorgehoben werden, dass sich **Interessenskonflikte dadurch nicht auflösen, sondern nur verschieben**. Ein bekanntes

Beispiel für weiterhin bestehende Interessenskonflikte liegt in der Wohnungsvermietung vor, wenn die Energiekosten von den Mieter:innen getragen werden. Die Vermieter:innen haben durch ein solches Dienstleistungssystem zwar einen ökonomischen Anreiz, das Gebäude langfristig zu erhalten, aber auch ökologisch problematische Anreize, eine energieeffiziente Ausstattung und Sanierung des Gebäude zu unterlassen. Selbst wenn Anbieter:innen auch die Energiekosten übernehmen würden, um die Mängel einer solchen Anreizstruktur zu beheben, bliebe das grundsätzliche Problem, dass die Verantwortungsbereiche nicht endlos den Anbieter:innen übertragen werden können. So könnten im genannten Beispiel die Mieter:innen sich dafür entscheiden, die eingesparten Energiekosten in den Kauf von umweltschädlichen Produkten zu investieren.

Dass Dienstleistungssysteme **nicht automatisch ökologische Vorteile** generieren, ist mittlerweile empirisch gut belegt (z. B. Doni et al., 2019; Kühl et al., 2022). Kjaer et al. (2019) setzten sich vor diesem Hintergrund mit den Bedingungen auseinander, unter denen Dienstleistungssysteme konkret zu einer relativen Entkopplung (wie bei einer Kreislaufwirtschaft vorgesehen) und absoluten Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum beitragen können. Die Wirkungslogik ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt. Konkret identifizieren Kjaer et al. vier **Mechanismen, wie Dienstleistungssysteme zu einer Reduktion des Ressourcenverbrauchs beitragen** können:

- **Steigerung der operationalen Effizienz:** Die ökologischen Vorteile beziehen sich hier vor allem auf die Senkung des Energie- und Materialverbrauchs in der Nutzung. Solche Vorteile können durch regelmäßige Updates und Upgrades der Produkte, Instandhaltungsmaßnahmen, Beratungsleistungen oder auch durch eine flexible Anpassung der Produkteinstellungen an sich verändernde Nutzungsbedingungen erzielt werden.
- **Erhöhung der Produktlebensdauer:** Updates, Instandhaltung, Reparatur und Beratung können die Nutzungsdauer erhöhen. Leih- und Mietmodelle fördern darüber hinaus die Wiederverwendung durch weitere Nutzer:innen. Aufgrund der längeren Lebensdauer müssen weniger Produkte hergestellt und damit Ressourcen aufgewendet werden.
- **Intensivierung der Produktnutzung:** Durch Beratungsleistungen oder dem Teilen bzw. Sharing von Produkten kann eine höhere Auslastung der Produkte erzielt werden. Die Anzahl der Produkte, die für einen bestimmten Zweck hergestellt werden müssen, kann damit reduziert werden.
- **Substitution von ressourcenintensiven Systemen:** Dienstleistungssysteme schaffen Anreize zur Rückführung und Wiederverwendung von Rohstoffen und Produktkomponenten, wodurch Primärrohstoffe ersetzt werden können. Besonders bei ergebnisorientierten Dienstleistungssystemen besteht auch die Möglichkeit, ressourcenschonendere Produkte einzusetzen.

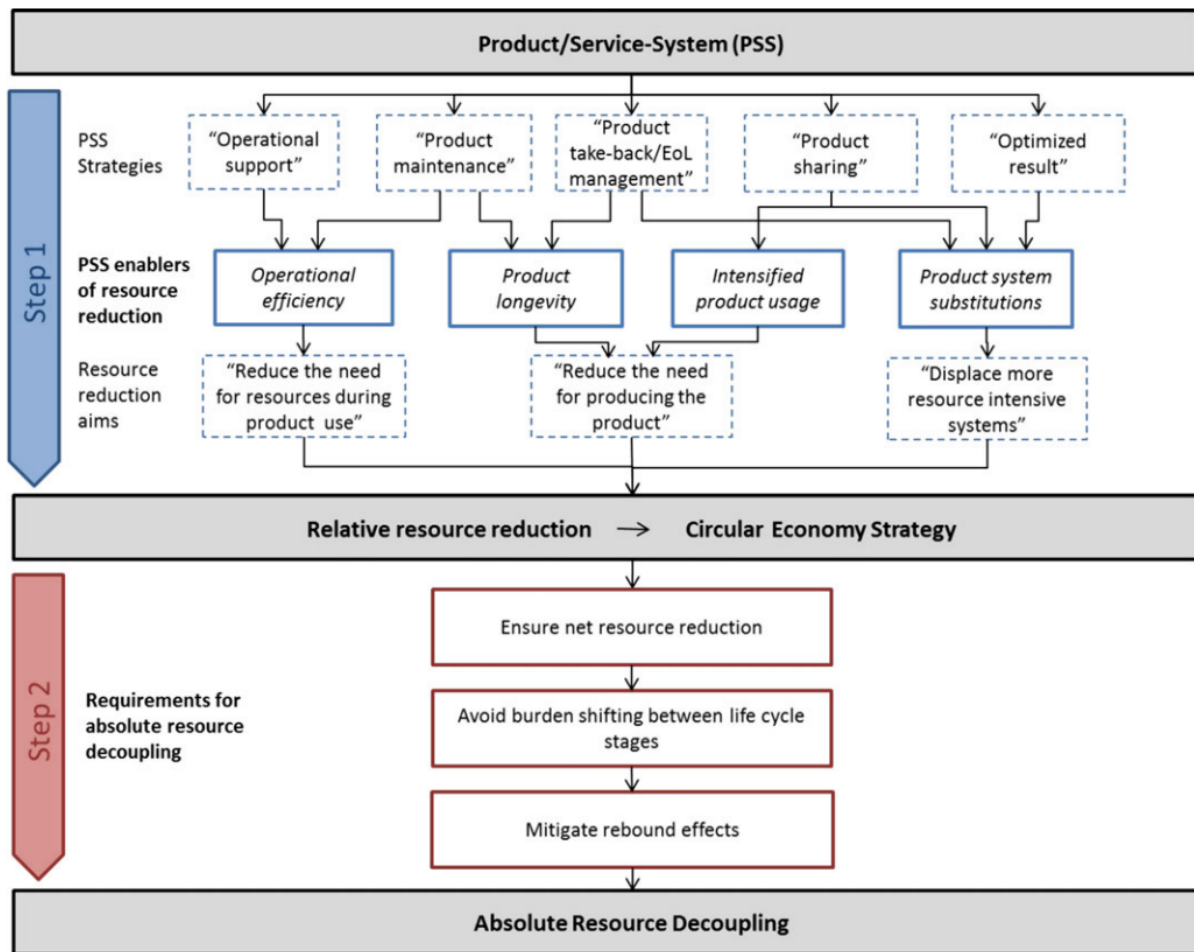


Abbildung 4: Wirkungspfade von Dienstleistungssystemen in Bezug auf eine relative und absolute Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum (Quelle: Kjaer et al., 2019)

Kjaer et al. (2019) weisen darauf hin, dass **weitere Bedingungen** erfüllt sein müssen, damit der Ressourcenverbrauch nicht nur vom Wirtschaftswachstum entkoppelt, sondern auch in absoluten Maßstäben reduziert werden kann (Schritt 2 in Abbildung 4).

- **Reduktion des Netto-Ressourcenverbrauchs:** Auch die Erbringung von Dienstleistungen ist mit Energie- und Materialaufwänden verbunden, wie beispielsweise der Transport von Gütern und Personen bei Reparaturleistungen. Es muss daher gewährleistet werden, dass erzielte Einsparungen bei Produkten nicht durch Steigerungen des Ressourcenverbrauchs in der Erbringung der Dienstleistungen überkompensiert werden.
- **Minimierung der Verlagerung von Belastungen auf andere Phasen des Produktlebenszyklus:** Die Anwendung kreislaufwirtschaftlicher Prinzipien geht häufig mit Zielkonflikten einher. Beispielsweise sind haltbarere Materialien manchmal schwieriger zu recyceln und eine höhere Lebensdauer kann ökologisch problematisch sein, wenn damit ein Wechsel zu energieeffizienteren Produkten hinausgezögert wird. Aus einer ökologischen Sicht ist es daher wichtig, den gesamten Produktlebenszyklus in den Blick zu nehmen und Verlagerungen von Belastungen auf andere Phasen soweit möglich zu vermeiden.

- **Vermeidung von Rebound Effekten:** Verbesserungen, die durch die Implementierung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen erzielt werden, können zu Anpassungen im Verhalten der Nutznießer:innen führen. Wenn entsprechende Anpassungen einen Ressourcenaufwand erfordern, kann der Nettoeffekt von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen auf den Ressourcenverbrauch reduziert werden oder sogar negativ ausfallen. Nutzer:innen, die sich durch das Mieten eines Gerätes Kosten einsparen, könnten die Einsparungen beispielsweise für den Ankauf von zusätzlichen Geräten ausgeben.

Auf die Eigenschaften von Produkten angewandt, lassen sich mehrere förderliche Bedingungen für die ökologische Wirksamkeit von Dienstleistungssystemen ableiten. Wie bei den ökonomischen Faktoren müssen auch aus ökologischer Sicht nicht alle Bedingungen zwingend erfüllt sein, damit Dienstleistungssysteme eine ökologisch attraktive Alternative gegenüber dem Produktverkauf darstellen. Tabelle 2 und Tabelle 3 stellen die **förderlichen Produkteigenschaften** den unterschiedlichen Typen von Dienstleistungssystemen gegenüber. Die Eigenschaften lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- **Ökologisch problematische Produkteigenschaften**, die durch Dienstleistungssysteme adressiert werden sollen: ein hoher Energie- und Materialverbrauch in der Nutzung, eine geringe Lebensdauer oder eine geringe Auslastung.
- **Ökologisch wichtige Produkteigenschaften**, die zu einer umweltfreundlichen Umsetzung von Dienstleistungssystemen beitragen können. Hierfür ist es wichtig, dass die Produkte ressourceneffizienter als mögliche Alternativen sind, damit nicht die „falschen“ Produkte verdrängt werden. Außerdem ist es förderlich, wenn Produkte leicht reparierbar (z.B. durch modulare Bauweise) und anpassungsfähig (z.B. durch Software-Updates) sind. Eine leichte Transportierbarkeit (z.B. durch Leichtbau) ist wesentlich, um Produkte wiederverwenden und mit geringem Ressourcenaufwand zu unterschiedlichen Nutzer:innen bringen zu können.

Tabelle 2: Problematische Produkteigenschaften, die durch Dienstleistungssysteme im Sinne ökologischer Nachhaltigkeit verbessert werden können (+ = meistens wichtige Bedingung, ~ = Bedingung abhängig von konkreter Ausgestaltung)

Produkteigenschaften	Dienstleistungs-system	Dienstleistungs-system	Dienstleistungs-system
	produktorientiert (z.B. Beratung, Instandhaltung, Reparatur, Zustellung)	nutzungsorientiert (z.B. Leasing, Vermietung, Sharing, Pooling, Pay-per-Service)	ergebnisorientiert (z.B. Out-Sourcing, funktionales Ergebnis)
Hoher Energie- und Ressourcenverbrauch in der Nutzung	~	~	+
Geringe Lebensdauer	+	+	+
Geringe Auslastung	+	+	+

Das ökologische *Potential* steigt tendenziell mit dem Dienstleistungsgrad bzw. mit der Reichweite des Verantwortungsbereichs der Anbieter:innen (Tukker, 2004). Ein wesentlicher Grund hierfür liegt in einer stärkeren, integrierten Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus bei entsprechend weit definierten Verantwortungsbereichen. Während produkt- und manche nutzungsorientierte Dienstleistungssysteme Anreize für eine höhere Produktlebensdauer schaffen, auch wenn dies auf Kosten der Ressourceneffizienz in der Nutzung geht, besteht bei ergebnisorientierten Dienstleistungssystemen ein Anreiz, die Lebensdauer so zu *optimieren*, dass in Summe eine höhere Ressourceneffizienz erzielt wird. **Ein höherer Dienstleistungsgrad ist allerdings auch voraussetzungsvoller**, sowohl in ökonomischer (siehe Abschnitt 5.1.2) als auch ökologischer Sicht. In Bezug auf ökologische Voraussetzungen kann bei nutzungs- und ergebnisorientierten Dienstleistungssystemen insbesondere der Energieverbrauch für den häufigen Transport der Produkte ins Gewicht fallen (Hüer et al., 2018). Außerdem bedarf es umweltfreundlicher Infrastrukturen wie einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien, damit Dienstleistungen umweltfreundlich umgesetzt werden können.

Tabelle 3: Wichtige Produkteigenschaften für eine positive Umweltbilanz von Dienstleistungssystemen gegenüber dem Produktverkauf (+ = meistens wichtige Bedingung, ~ = Bedingung abhängig von konkreter Ausgestaltung)

Produkteigenschaften	Dienstleistungssystem	Dienstleistungssystem	Dienstleistungssystem
	produktorientiert (z.B. Beratung, Instandhaltung, Reparatur, Zustellung)	nutzungsorientiert (z.B. Leasing, Vermietung, Sharing, Pooling, Pay-per-Service)	ergebnisorientiert (z.B. Out-Sourcing, funktionales Ergebnis)
Ressourceneffizientes Produktdesign	+	+	+
Hohe Reparierbarkeit und Anpassungsfähigkeit	+	+	+
Leichte Transportierbarkeit		+	+

5.3. Vielversprechende Produktionsbereiche (Sektoren und Prozesse) für Dienstleistungssysteme

Die vorangegangenen Abschnitte haben gezeigt, dass die Attraktivität kreislauforientierter Dienstleistungssysteme im produzierenden Gewerbe, für Kund:innen auf der einen Seite und für die Reduktion des Ressourcenverbrauchs auf der anderen Seite von vielen Faktoren abhängt. Manche Forscher:innen argumentieren vor diesem Hintergrund, dass kreislauforientierte Dienstleistungssysteme meistens Nischenlösungen darstellen würden, die nur für sehr spezifische Anwendungsfälle interessant seien. Ihr Erfolg sei daher eher in ausgewählten Produktgruppen und geographischen Regionen zu erwarten (Pieroni et al., 2019a). Andere Forscher:innen sind demgegenüber optimistischer und untersuchen, wie kreislauforientierte oder nachhaltige Dienstleistungssysteme von der Nische zur neuen Normalität werden können (z. B. Ceschin, 2014; Vezzoli et al., 2015).

Mehrere dominante Entwicklungstrends haben das Potential, den derzeitigen Anwendungsbereich von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen deutlich auszuweiten. Die Digitalisierung steht unter diesen Trends wohl an vorderster Stelle. Aber auch die Umwelt- und Klimapolitik spielt bereits über Ansätze wie Anpassungen der Ökodesign-Richtlinie und Produzent:innenverantwortung eine wesentliche Rolle. Letztlich stellen kreislauforientierte Dienstleistungssysteme jedoch nur eine von vielen möglichen Strukturen für eine Kreislaufwirtschaft dar, deren jeweilige Vor- und Nachteile im Detail abgewogen werden müssen.

5.3.1. Kurz- und mittelfristige Eignung

Die ökonomischen und ökologischen Eignungskriterien sprechen für den Einsatz von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen speziell in Bereichen, die sich durch eine hohe Entwicklungsdynamik sowie große Risiken und Unsicherheiten auszeichnen. Unabhängig vom Anwendungsbereich bieten sich kreislauforientierte Dienstleistungssysteme damit zumindest vorübergehend **für alle dringlichen Transformationsprozesse an, die auf (radikal) neue Produkte angewiesen sind**. Solche Produkte sind oft teuer, komplex, riskant und ihre Vorteile noch weitgehend unbekannt. Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme bieten eine Möglichkeit, auch kleinen Produktionsunternehmen mit geringem Investitionskapital einen niederschweligen Zugang zu ressourcenschonenderen Produkten zu verschaffen (OECD, 2017). Beratungs- und Ausbildungsleistungen können in diesem Kontext einen wichtigen Mehrwert zum Aufbau von Kompetenzen zur effizienten Nutzung der Produkte bieten. Weiters können insbesondere in einem Frühstadium der Produktentwicklung auch Anbieter:innen stark vom engen Austausch mit Kund:innen profitieren. Über die kreislauforientierte Ausgestaltung von Dienstleistungssystemen würde zugleich gewährleistet, dass auch die Transformationsprozesse selbst ressourceneffizient gestaltet würden. Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme bieten damit **für Transformationsprozesse potenziell attraktive Finanzierungsinstrumente, Kompetenzaufbau- und Lerninstrumente, Versicherungen als auch ressourceneffiziente Lösungen in einem**.

5.3.2. Langfristige Eignung

Der produzierende Sektor nimmt in der gesamten Wertschöpfung Österreichs einen wichtigen Platz ein. Um Ansatzpunkte für den Einsatz von kreislaufwirtschaftlichen Dienstleistungssystemen mit hohem Potential aus ökonomischer und ökologischer Perspektive zu finden, ist eine Analyse des produzierenden Gewerbes in Österreich erforderlich.

Ein Blick auf die verschiedenen Branchen des produzierenden Bereiches in Österreich (Statistik Austria, 2019) zeigt, dass aus ökonomischen Gesichtspunkten insbesondere der Bausektor von besonderer Bedeutung ist, da er die meisten Unternehmen sowie Mitarbeiter:innen aufweist. Hinsichtlich der erzielten Erlöse und Erträge ist der Bausektor sowie der Sektor Maschinenbau bedeutsam. Interessant ist auch der Sektor Metallerzeugung, da dieser eine geringe Anzahl an Unternehmen aufweist, jedoch viele Beschäftigte und hohe Gütereinsätze aufweist. Aus ökologischer Sicht sind besonders die Sektoren Metallerzeugung und „Papier und Druck“ hervorzuheben, da sie den größten Bedarf an Energie aufweisen und gemeinsam mit den Sektoren „Chemie und Petrochemie“ und „Steine, Erden und Glas“ für einen großen Anteil der ausgestoßenen Treibhausgase verantwortlich sind. Der Sektor Metallerzeugung ist auch beim Frischwasserverbrauch bzw. beim anfallenden Abwasser von besonders hoher Relevanz. In Hinblick auf erneuerbare Energien ist anzumerken, dass im Sektor „Papier und Druck“ ein großer Anteil an biogenen Brennstoffen eingesetzt wird. Dies ist auf die bei der Produktion anfallenden Reststoffe, die energetisch verwertet werden, zurückzuführen. In den restlichen Sektoren ist der Einsatz an erneuerbaren Energien eher gering. Potential zum Einsatz von erneuerbaren Energien gibt es in der Versorgung von Prozesswärme <200°C, die vor allem in den Bereichen „Chemie und Petrochemie“, Lebensmittel und „Papier und Druck“ einen maßgeblichen Anteil am Prozesswärmebedarf ausmacht.

Im produzierenden Gewerbe werden in den unterschiedlichen Sektoren unter Einsatz von Rohstoffen teils komplexe Produkte erzeugt. Dies ist je nach betrachtetem Sektor mit unterschiedlichen Abfalllasten verbunden. Der Produktionsprozess besteht aus einzelnen Prozessschritten, die in Form von Produktionsanlagen realisiert sind. Die Prozessschritte an sich lassen sich wiederum in Kernprozesse und unterstützende Prozesse unterteilen. Zu den Kernprozessen zählen jene Prozesse, die direkt auf die zu erbringende Leistung für Kund:innen einwirken. Unterstützende Prozesse tragen zur Leistungserbringung bei, werden aber nicht direkt von Kund:innen wahrgenommen (z. B. der Betrieb von Maschinen, Anlagenreinigung). Zum Betrieb der diversen Produktionsanlagen sind zudem unterstützende Prozesse nötig, wie die Wasser- und Energieversorgung, wofür eigene Versorgungsanlagen zum Einsatz kommen.

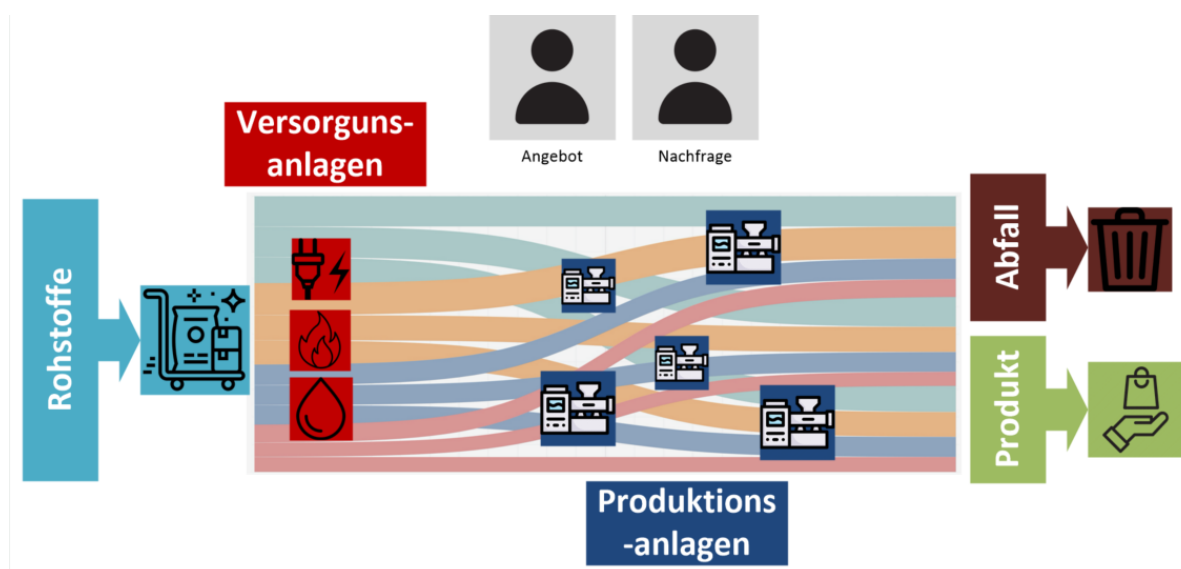


Abbildung 5: Übersicht über die wesentlichen In- und Outputs sowie Prozesse im produzierenden Gewerbe

Dabei lohnt sich ein fokussierter Blick auf die einzelnen Industriesektoren im Hinblick auf die verschiedenen Prozesse, siehe Tabelle 4. Hier lassen sich einige zentrale sektorübergreifende Prozesse (in der Tabelle grün gekennzeichnet) erkennen, die in ihrer Ausprägung in den verschiedenen Sektoren und auch Unternehmen sehr unterschiedlich ausfallen können aber nicht müssen. Die Auswertung zeigt, dass viele Produktionsbereiche bzw. Prozesse durchaus intersektoral von Bedeutung sind.

Tabelle 4: Prozesse in den verschiedenen Industriesektoren (x = Prozess in Industriesektor vorhanden; x(s) = Prozess sektorübergreifend relevant; - = Prozess im Sektor nicht vorhanden)

Prozesse	Automobil	Chemikalien	Lebensmittel	Leder	Metalle	Papier	Textil	Bau
Reinigen	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)
Gießen	x	-	-	-	x	-	-	-
Pressen	-	-	-	-	-	x	-	-
Trocknen	x (s)	-	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	-
Verdampfen, Destillieren	-	-	x	-	-	x	-	-
Blanchieren	-	-	x	-	-	-	-	-
Pasteurisieren	-	-	x	-	-	-	-	-
Sterilisieren	-	-	x	-	-	-	-	-
Kochen	-	-	x	-	-	-	x	-
Heizen Prozesse (Prozesswärme)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)	x (s)
Heizen Produktionshallen	x (s)	x (s)	x (s)	-	x (s)	-	x (s)	-
Kühlen Produktionshallen	x (s)	x (s)	x (s)	-	x (s)	-	-	-
Kühlen Prozesse	x (s)	x (s)	x (s)	-	x (s)	-	-	x (s)
Schmelzen	-	-	x	-	-	-	-	-
Extrahieren	-	x	x	-	-	-	-	-
Leimen	-	-	-	-	-	x	-	-
Bleichen	x	-	x	x	-	-	x	-
Malen/Lackieren	x (s)	-	-	x (s)	-	x (s)	x (s)	x (s)
Behandlung von Oberflächen	x (s)	-	-	x (s)	x (s)	-	-	x (s)
Beschichten	x	-	-	-	x	-	-	-

Gerade im Bereich der Kühlung und Heizung von Produktionshallen lässt sich ein sektorübergreifendes Potential für ergebnisorientierte Dienstleistungssysteme erkennen - Klimatisierung. Auch im Bereich der Prozesswärme sind sektorübergreifende Lösungen zur Wärmeversorgung möglich. In beiden Bereichen ist ein ökologischer Mehrwert durch systemisches Denken gegeben, wie die mögliche Nutzung von Abwärme und erneuerbarer Energiequellen sowie Aspekte der Ressourcenschonung durch Wiederverwendung von

technischen Bestandteilen. Weitere Prozesse, die Potentiale aufweisen, sind: Reinigen, Trocknung, Malen/Lackieren und Oberflächenbehandlung. Die Ergebnisse decken sich auch mit den in (Hinterberger et al., 2006) dargestellten Bedarfsfeldern für Dienstleistungssysteme im B2B-Bereich. Dort werden vor allem unterstützende Prozesse des produzierenden Gewerbes als potenzielle Anwendungsfelder für Dienstleistungssysteme hervorgehoben, da diese nicht zu den Kernkompetenzen eines Betriebes gehören und somit ausgelagert werden können.

In Summe lassen sich basierend auf einer Literaturrecherche sowie der vorhin gezeigten Evaluierung von Querschnitts-Prozessen des produzierenden Gewerbes folgende potenzielle Produktionsbereiche für Dienstleistungssysteme listen: Reinigung von Maschinen und Anlagen, Betrieb von Maschinen und Anlagen, Energieversorgung, Wasser- und Abwasserentsorgung, Chemikalienbasierte Versorgung, Mobilität, Recycling. Diese Produktionsbereiche wurden im nächsten Schritt mit den in Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellten ökonomischen und ökologischen Eignungskriterien für Dienstleistungssysteme verschnitten, um die als Ergebnisse potentielle Bedarfsfelder für die Entwicklung von Dienstleistungssystemen zu generieren (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Produktionsbereiche des produzierenden Gewerbes inkl. deren ökonomischer und ökologischer Eignung für Dienstleistungssysteme

Reinigung von Maschinen und Anlagen

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none"> • Zum Teil hohe Anschaffungskosten von Reinigungsmaschinen • Qualitätsanforderungen müssen gegeben • Je nach Branche, hohe Komplexität 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbunden mit einem hohen Energie- und vor allem Ressourcenverbrauch in der Nutzung • In Abhängigkeit von Reinigungszyklen, ev. geringe Auslastungen • Je nach Anwendungsgebiet – leichte Transportierbarkeit von Reinigungsanlagen gegeben

Betrieb von Maschinen und Anlagen

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none"> • Zum Teil hohe Anschaffungskosten • Qualitätsanforderungen • Je nach Branche, hohe Komplexität 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbunden mit einem hohen Energie- und vor allem Ressourcenverbrauch in der Nutzung • Auslastung, Transportierbarkeit und Lebensdauer variieren je nach Anwendung

Energieversorgung

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none"> • Zum Teil hohe Anschaffungskosten von Versorgungstechnologien • Qualitätsanforderungen (vor allem Versorgungssicherheit) • Je nach Branche, hohe Komplexität des Versorgungssystems • Teilbarkeit gegeben • Flexibilität und Anpassungsfähigkeit vorhanden • Präferenzen für Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbunden mit Energieverbrauch in der Nutzung • Auslastung, Transportierbarkeit und Lebensdauer variieren je nach Anwendung • Reparierbarkeit gegeben

Wasser- und Abwasserentsorgung

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none"> • Zum Teil hohe Anschaffungskosten von Aufbereitungstechnologien • Qualitätsanforderungen (vor allem Wasser-/ Abwasserqualitäten) • Je nach Branche, hohe Komplexität von Abwasserzusammensetzungen • Teilbarkeit (je nach gewünschter Entsorgung) gegeben • Flexibilität (in Bezug auf Behandlungszeitraum) oftmals gegeben 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbunden mit Ressourcenbedarf • Auslastung, Transportierbarkeit und Lebensdauer variieren je nach Anwendung • Reparierbarkeit gegeben

Chemikalienbasierte Versorgung

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none"> • Zum Teil hohe Kosten von Chemikalien • Qualitätsanforderungen • Je nach Branche, hohe Komplexität • Teilbarkeit gegeben • Präferenzen von Kund:innen vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbunden mit Ressourcenbedarf • Transportierbarkeit gegeben

Mobilität

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none">• Zum Teil hohe Anschaffungskosten• Qualitätsanforderungen müssen gegeben• Teilbarkeit und Flexibilität (meistens) vorhanden• Präferenzen von Kund:innen oftmals vorhanden	<ul style="list-style-type: none">• Verbunden mit einem hohen Energie- und vor allem Ressourcenverbrauch in der Nutzung• Zum Teil geringe Auslastung• Leichte Transportierbarkeit• Reparierbarkeit

Recycling

Ökonomische Eignung	Ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none">• Zum Teil hohe Anschaffungskosten von Recyclinganlagen• Qualitätsanforderungen müssen gegeben• Komplexität• Teilbarkeit• Flexibilität und Teilbarkeit (meistens) gegeben	<ul style="list-style-type: none">• Verbunden mit einem hohen Energie- und vor allem Ressourcenverbrauch in der Nutzung• Oftmals geringe Auslastung• Je nach Anwendungsgebiet – leichte Transportierbarkeit von Recyclingprodukten• Ressourceneffizientes Produktdesign

Die Analyse zeigt, dass das produzierende Gewerbe sowohl aus ökonomischer und ökologischer Sicht Bedarfspotenziale, die sich für die Entwicklung von unterschiedlichen Dienstleistungssystemen eignen, bietet. Diese Bedarfspotenziale wurden daher herangezogen, um im nächsten Schritt konkrete Beispiele für produkt-, nutzungs- und ergebnisorientierte Dienstleistungssysteme aufzuzeigen (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht über Dienstleistungssysteme in analysierten Bedarfsfeldern des produzierenden Gewerbes

Bedarfsfelder	Dienstleistungs-system produktorientiert (z.B. Beratung, Instandhaltung, Reparatur, Zustellung)	Dienstleistungs-system nutzungsorientiert (z.B. Leasing, Vermietung, Sharing, Pooling, Pay-per-Service)	Dienstleistungs-system ergebnisorientiert (z.B. Out-Sourcing, funktionales Ergebnis)
Reinigung von Maschinen und Anlagen	Beratung zu z.B. Reinräumen; Beratung zum Umstieg auf effiziente, ökologische Reinigung	Pay-per-Service – fachgerechte Maschinenreinigung, Leasing von Reinigungsanlagen	Einhaltung von bestimmten Reinheitsparametern und Funktionalität von Maschinen und Anlagen
Betrieb von Maschinen/Anlagen	Instandhaltung (Ersatzteile) und Reparatur von Anlagen und Maschinen, Help-Desk	Vermietung von Maschinen und Anlagen	Produkt mit gewünschten Qualitätsanforderungen
Energieversorgung	Energieberatung	Vermietung von Energieversorgungsanlagen	(erneuerbare) thermische und/oder elektrische Energie
Abwasser/Wasser-versorgung	Abwasserberatung	Vermietung von Aufbereitungstechnologien	Gereinigtes Abwasser (zu Qualitäts- und Mengenvorgaben)
Chemikalien	Schulungen, Ausbildungen	Chemikalien-Leasing	Outsourcing von bestimmten Prozessen die Chemikalien einsetzen
Mobilität	Instandhaltung und Reparatur für Fuhrpark	Leasing und Sharing von Betriebsfahrzeugen, Leasing von Flugzeugen	Gütertransport
Recycling	Instandhaltung von Recyclinganlagen	Vermietung von Recyclinganlagen, Pay-per-Service für Recycling	Out-Sourcing von Recycling

Die Analyse hat gezeigt, dass sich im produzierenden Gewerbe entlang der Produktionsbereiche Reinigung von Maschinen und Anlagen, Betrieb von Maschinen und Anlagen, Energieversorgung, Wasser- und Abwasserentsorgung, Chemikalienbasierte Versorgung, Mobilität und Recycling-Bedarfsfelder für die Entwicklung von Dienstleistungssystemen eignen. Dabei ist jedoch jeder Einzelfall gesondert zu beurteilen, da unterschiedliche Sektoren eine große Diversität an Anforderungen in Bezug auf die Prozessführung und -qualität haben.

6 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Die **wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Dienstleistungssystemen im Kontext ökologischer Nachhaltigkeit** geht bereits mindestens bis in die 1980er Jahre zurück. Dieser Themenkomplex erhielt jedoch erst rund um die Jahrtausendwende unter dem Konzept der „Produkt-Dienstleistungssysteme“ eine größere Aufmerksamkeit in der Forschungslandschaft (Tukker, 2015). Die interviewten Expert:innen stellten mit Blick auf die Forschung und Forschungsförderung im internationalen Umfeld spürbare Veränderungen innerhalb der vergangenen zwei Jahrzehnte fest. Ein Anfangshype rund um das ökologische Potential von Dienstleistungssystemen wich demnach zeitweise einem verstärkten Fokus auf der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie. Seit der Etablierung der Kreislaufwirtschaft als Leitmodell für wirtschaftliche Entwicklung werden Dienstleistungssysteme nun wieder verstärkt als Lösungsansätze im Sinne ökologischer Nachhaltigkeit beachtet.

Eine solche Entwicklung lässt sich auch für die nationale Forschungslandschaft konstatieren. In Österreich wurden „Produkt-Dienstleistungssysteme“ als ein zentrales Themenfeld des nationalen Förderprogramms „Fabrik der Zukunft“ definiert, in dessen Rahmen in der zweiten Hälfte der 2000er Jahre viele entsprechende F&E-Projekte finanziert wurden: von Überblicksstudien (Hinterberger et al., 2006; Wimmer et al., 2008) über anwendungsnahe Strategien und Werkzeuge für Unternehmen (Fresner et al., 2007) bis hin zu konkreten Anwendungen in der Bereitstellung von Wasser (Fresner et al., 2007), Schmierungsleistungen (Kotschan et al., 2006), Entlackung (Deixelberger et al., 2010) oder ökologischen Passivhäusern (Wimmer et al., 2009). Die Material- bzw. Ressourceneffizienz wurde in allen Studien zumindest als Teilkomponente adressiert oder lag, wie zum Beispiel bei Dienstleistungen des Schmierens zur Erhöhung der Lebensdauer von Industrieanlagen (Kotschan et al., 2006), dezidiert im Fokus. Das Umweltbundesamt (Reisinger & Krammer, 2008) führte darüber hinaus im Auftrag des damaligen Umweltministeriums eine Überblicksstudie zu den Beiträgen von Dienstleistungssystemen zur Abfallvermeidung durch. Seither bzw. seit Auslaufen von „Fabrik der Zukunft“ wurden F&E-Leistungen zu Dienstleistungssystemen vor allem im Mobilitätsbereich gefördert.

Obwohl die Forschung zu „Produkt-Dienstleistungssystemen“ und das damit verbundene Konzept der funktionalen bzw. „Performance-Ökonomie“ (Stahel, 2010) als wichtige Vorläufer der gegenwärtigen Kreislaufwirtschaftsdebatte gelten (Ghisellini et al., 2016), nimmt dieses Themenfeld erst seit wenigen Jahren eine zentrale Stellung in der Forschung zur Kreislaufwirtschaft ein (Schöggl et al., 2020). In der Literatur spiegelt sich dies in dezidierten Überblicksarbeiten (z.B. Fernandes et al., 2020; Tukker, 2015) und Spezialausgaben in Fachzeitschriften (McAloone et al., 2017; McAloone & Pigosso, 2019) wider. Die Literatur zu kreislaforientierten Dienstleistungssystemen in einem engeren Sinne ist daher noch recht überschaubar.

Dieses Kapitel zeigt den F&E-Bedarf entlang der wichtigsten Herausforderungen in der Realisierung von kreislaforientierten Dienstleistungssystemen, wobei der Fokus wie im restlichen Bericht auf dem Übergang zu neuartigen Geschäftsmodellen im produzierenden Gewerbe und dem B2B-Sektor liegt. Die drei Kategorien der Produkt- und Dienstleistungsinnovationen, Geschäftsmodellinnovationen und Marktsysteminnovationen

bilden die Grobstruktur. Die jeweils thematisierten Lösungsansätze orientieren sich an den in der Literatur und in den Interviews genannten Herausforderungen.

6.1. Produkt- und Dienstleistungsinnovationen

6.1.1. Digitale Infrastrukturen

Mit der Ausweitung des Verantwortungsbereichs gehen große Unsicherheiten für Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen einher, da diese typischerweise über keine oder nur sehr eingeschränkte Kontrolle über die Nutzung und Verwendung von Produkten haben. Die Kontrolle von Produkten und Materialien über ihren Lebenslauf kann darüber hinaus mit einem hohen Aufwand verbunden sein. Beispielsweise sehen Wartungsverträge häufig regelmäßige Vor-Ort-Kontrollen durch Fachkräfte vor, womit sowohl ein personeller wie energetischer (Kraftstoff) Aufwand verbunden ist. Der Digitalisierung wird in der Weiterentwicklung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen als Antwort auf solche Herausforderungen eine tragende Rolle zugeschrieben (Alcayaga et al., 2019; M. Antikainen et al., 2018; R. Antikainen et al., 2021; Bressanelli et al., 2018a, 2018b; Pagoropoulos et al., 2017).

IT-getriebene bzw. *smarte Dienstleistungssysteme* bilden die neueste Generation von digital-basierten Dienstleistungssystemen (siehe Abbildung 6). Der wesentlichste Unterschied zu vorangegangenen Generationen besteht in der Datenverarbeitung. Zusätzlich zur Schaffung effizienter Informationsflüsse über die Vernetzung von Dingen (Internet of Things, Big Data) kommen diverse Digitalisierungstechniken zum Einsatz, womit die Informationen aufbereitet und als Grundlage für (autonome) Entscheidungen herangezogen werden. Den kontaktierten Expert:innen zufolge verschiebt sich der Fokus in der Forschung dementsprechend immer stärker von der Fernüberwachung (Remote Monitoring) hin zu autonomen Systemen. Zu den zentralen Bausteinen smarter Dienstleistungssysteme gehören die additive Fertigung, cyber-physische Systeme, künstliche Intelligenz, virtuelle Realität, digitale Produktpässe, das Internet der Dinge und Blockchain-Technologien (vgl. Bressanelli et al., 2022; Çetin et al., 2021; Rosa et al., 2020).

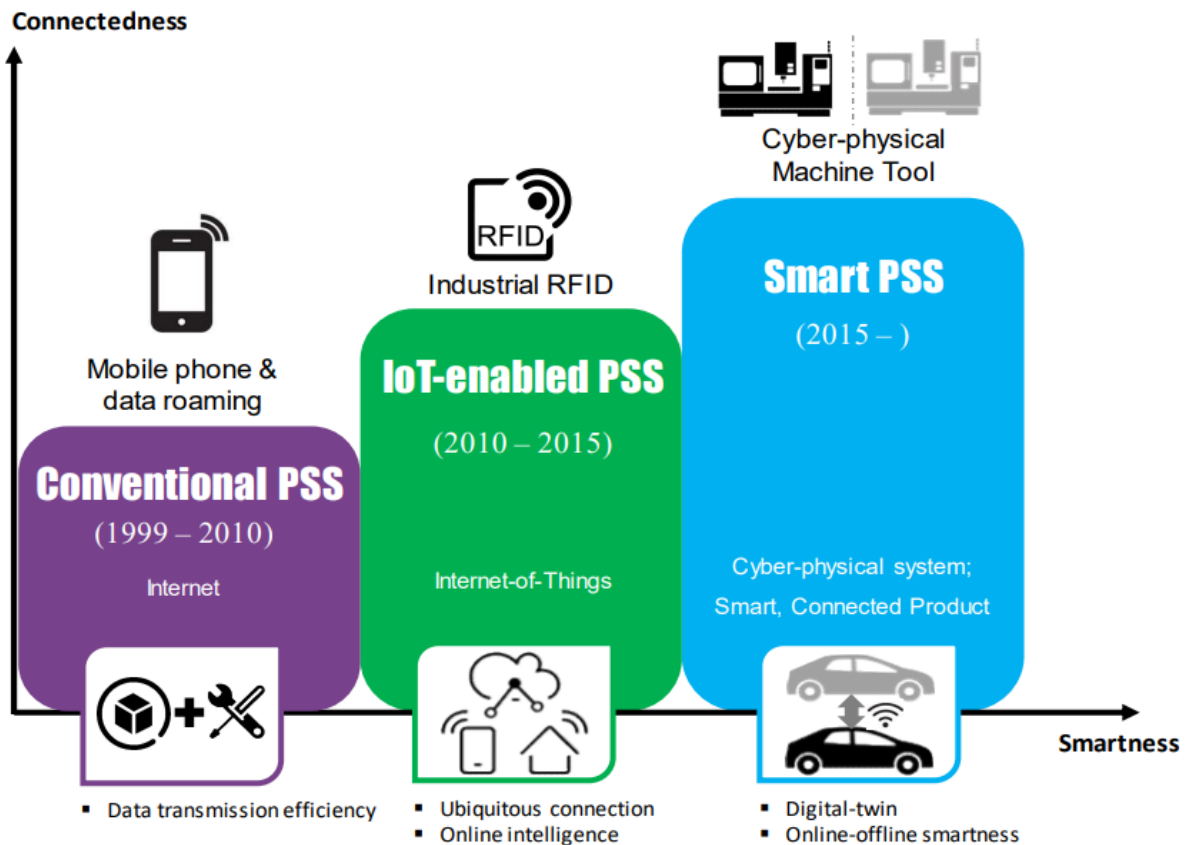


Abbildung 6: Generationen digitaler Dienstleistungssysteme (Quelle: Zheng et al., 2019)

Aus einer Perspektive der Kreislaufwirtschaft geht es in Bezug auf die digitalen Infrastrukturen vor allem um Weiterentwicklungen in Bereichen, wo direkte Beiträge zur Senkung des Ressourcenverbrauchs erwartet werden können. Die Anwendungsbereiche sind sehr vielfältig und von den konkreten Digitalisierungstechnologien abhängig. Beispielsweise werden bei der additiven Fertigung insbesondere Potentiale für das Recycling von Produkten und Materialien verortet, während cyber-physische Systeme sich vor allem für Wartung und Instandhaltung anbieten (Rosa et al., 2020). Auf einer übergeordneten Ebene lassen sich dennoch einige wesentliche digitale Funktionen ableiten, die kreislaforientierte Dienstleistungssysteme im Speziellen unterstützen können (Bressanelli et al., 2018a; siehe auch Alcayaga et al., 2019):

- **Monitoring der Nutzung:** Dienstleistungssysteme können mit einer fahrlässigen oder unsachgemäßen Nutzung verbunden sein, wenn das Eigentum bei den Anbieter:innen bleibt und die operationalen Risiken von diesen getragen werden. Ein Monitoring der Nutzung kann diese Risiken senken, da solche Nutzungsverhalten bei Auftreten von Schäden am Produkt zurückverfolgt werden können.
- **Neue Dienstleistungen:** Smarte Dienstleistungssysteme können einen Mehrwert schaffen, indem dadurch neue Dienstleistungen ermöglicht werden. In Bezug auf die Kreislaufwirtschaft können beispielsweise Produkte auf ihre Umwelt flexibel angepasst werden, wodurch eine energie- und materialeffizientere Nutzung ermöglicht werden kann. Dies begünstigt auch die Einführung alternativer Bezahlmodelle wie Pay-per-use, wodurch die Lebenszykluskosten für Kund:innen gesenkt werden können. Weiters ließe sich durch eine Digitalisierung von

Wartungsprozessen der Personalaufwand deutlich senken: sowohl durch Fernüberwachung als auch auf Basis von Augmented Reality-Technologien, die Techniker:innen vor Ort bei Reparaturen unterstützen können.

- **Digitale Upgrades bzw. Updates:** Durch Updates der Produkt-Software lassen sich technologische Neuerungen auf bestehende Produkte übertragen, wodurch Ersatzkäufe vermieden werden können.
- **Prognosen:** Informationen zum Zustand von Produkten und die Einrichtung von digitalen Zwillingen erlauben kostengünstige und detaillierte Prognosen über die verbleibende Lebens- und Nutzungsdauer von Produkten. Dies kann das Produktdesign stützen, den Instandhaltungs- und Reparaturbedarf frühzeitig erkennen und bildet die Basis für die Bestimmung des optimalen Zeitpunkts des Austauschs von Produkten (falls energieeffizientere Alternativen existieren).

Über solche unmittelbaren Vorteile für die Umsetzung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen hinaus kann die Digitalisierung zu einer deutlichen Ausweitung der Gestaltungsoptionen für Dienstleistungssysteme beitragen, die sich in absehbarer Zeit in einer tiefgreifenden Neuordnung von Wertschöpfungsprozessen niederschlagen könnte. Eine zentrale Vision besteht in der Schaffung von **dynamischen, unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken**, die sich flexibel an Anforderungen der Endkund:innen anpassen (Wiesner et al., 2020). Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft könnte durch die Vernetzung von Produktionsanlagen aus unterschiedlichen Unternehmen eine höhere Auslastung erzielt und der Bedarf an neuen Anlagen reduziert werden (Fisher et al., 2018).

Die meisten Forschungsarbeiten an der Schnittstelle von Digitalisierung und Kreislaufwirtschaft sind noch von primär theoretischer Natur (Rosa et al., 2020). Dies gilt umso mehr für den spezifischen Bereich von smarten und kreislauforientierten Dienstleistungssystemen, wofür es zwar erste Visionen, aber kaum konkrete Anwendungsbeispiele aus der Praxis gibt. Entsprechende **Demonstrationen sind erforderlich, um die bisher theoretisch oder aus Simulationen abgeleiteten Vorteile nachweisen zu können**, insbesondere vor dem Hintergrund möglicher nicht intendierter Folgeeffekte (Alcayaga et al., 2019; Zheng et al., 2019; siehe auch Abschnitt 5.2).

6.1.2. Smarte und modulare Produkte

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme und insbesondere neuartige, *smarte* Ausprägungen solcher Lösungen stellen hohe Anforderungen an Produkte und Produktionsanlagen. Produktinnovationen können dazu beitragen, **die Eignung von Produkten für Dienstleistungssysteme zu erhöhen, indem sie ihre Reparierbarkeit, Anpassungsfähigkeit und Transportierbarkeit verbessern** (vgl. Abschnitt 5).

Smarte Produkte sind unverzichtbare Bestandteile von smarten und kreislauforientierten Dienstleistungssystemen (Alcayaga et al., 2019; Bressanelli et al., 2022; Zheng et al., 2019). Mit Sensoren und Kapazitäten der Informationsverarbeitung ausgestattet, schaffen smarte Produkte eine Brücke zwischen der physischen und digitalen Welt. Im Minimalfall kommunizieren smarte Produkte Informationen über ihren Zustand oder ihre Umwelt und

schaffen damit die Grundlage für die Findung von effizienteren Einsatzmöglichkeiten. Weit fortschrittlichere Varianten von smarten Produkten können als zentrale Hubs von miteinander vernetzten Produkten fungieren und diese auch steuern (vgl. Pardo et al., 2020). Letztere könnten beispielsweise auf Basis von lokalen Auswertungen einen Bedarf identifizieren und autonom Aufträge an diverse miteinander verbundene Produktionsanlagen und Transporteinheiten erteilen, um den Bedarf möglichst zeitnah und effizient zu decken.

Die Effekte von smarten Produkten auf die Ressourceneffizienz sind jedoch ambivalent. Die hohe Anpassungsfähigkeit der Software erlaubt flexible und ressourcenschonende Aktualisierungen sowie eine deutliche Erhöhung der Multifunktionalität. Dadurch kann, wie das Beispiel von Smartphones zeigt, die Produktnutzungsdauer erhöht (Wieser, 2021) und die Anzahl der zur Erfüllung bestimmter Funktionen erforderlichen Produkte erheblich reduziert werden (Kasulaitis et al., 2019, 2021). Der Einbau von smarten Funktionen kann allerdings auch eine höhere Fehleranfälligkeit, geringe Rezyklierbarkeit der Materialien und einen großen Bedarf an seltenen Erden mit sich bringen. Beispielsweise weisen e-Textilien eine deutlich geringere Rezyklierbarkeit als gewöhnliche, insbesondere biobasierte, Textilien auf (Köhler et al., 2011). Die Kreislauffähigkeit von smarten Dienstleistungssystemen ist darauf angewiesen, dass neue Materialien, Designkonzepte und Recyclingverfahren entwickelt werden, wodurch solche Zielkonflikte aufgelöst oder zumindest abgeschwächt werden können.

Eine weitere zentrale Strategie zur gegenseitigen Anpassung von Produkten und Dienstleistungssystemen besteht in der **Modularisierung der Produkte** (Halstenberg & Stark, 2019; Rennpferdt et al., 2019). Ähnlich wie die Integration von smarten Funktionen erlaubt ein modulares Produktdesign Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen, Skaleneffekte aus der Produktion hoher Stückzahlen mit einer hohen Produktflexibilität zu verbinden, wodurch auf individuelle Bedürfnisse und sich verändernde Nutzungsbedingungen eingegangen werden kann. Gegenüber der Digitalisierung von Produkten bietet die Modularisierung auch klare Vorteile hinsichtlich Reparierbarkeit und Transportierbarkeit. Modularität steht jedoch auch in einem inhärenten Konfliktverhältnis zu Dienstleistungssystemen, insofern dadurch die Notwendigkeit eines integrierten und holistischen Systemmanagements untergraben werden kann. So kann ein modulares Produktdesign die Anschaffungskosten senken und Reparaturen auch für Kund:innen deutlich erleichtern, wodurch Dienstleistungssysteme wiederum unattraktiver gemacht werden. Außerdem kann ein modulares Produktdesign die Ziele der Ressourceneffizienz untergraben, wenn Dienstleistungssysteme mit Modularität so kombiniert werden, dass möglichst häufigere Produkthanpassungen (z. B. im Einklang mit Modezyklen) vorgenommen werden können (Proske & Jaeger-Erben, 2019).

Eine weitere, bisher weniger beachtete förderliche Produkteigenschaft ist das Gewicht. Insbesondere wo eine Modularisierung nicht nur unzureichend möglich ist und ein Dienstleistungssystem einen häufigen Transport von Produkten erfordert, kann der Wechsel von Nutzer:innen und Kund:innen mit einem hohen Energieverbrauch verbunden sein. Eine **Leichtbauweise** kann in solchen Fällen einen Weg darstellen, den Energieaufwand im Transport zu senken. Wie bei der Digitalisierung und Modularisierung sind allerdings auch beim Leichtbau wichtige Zielkonflikte mit der Ressourceneffizienz zu beachten (Kaufmann et al., 2022).

6.1.3. Flache Netzwerke und Kollaboration

Dienstleistungssysteme werden in der Literatur häufig als Zwischenlösung jenseits der Pole „Make or Buy“ charakterisiert, nach dem Motto „Make or Collaborate or Buy“ (Bustinza et al., 2019; Kohtamäki et al., 2019). Als solche würden sie eine Alternative zu Märkten mit losen Beziehungen zwischen Wirtschaftsakteuren einerseits und Hierarchien mit streng definierten Beziehungen andererseits bilden. Wie Kohtamäki et al. (2019) aufzeigen, verwendet die Forschung diverse Konzepte, um die Form von **sozialen Beziehungen in Dienstleistungssystemen** zu charakterisieren: als interorganisationale Netzwerke, Ökosysteme, Plattformen oder auch Wertsysteme. Tatsächlich sind mit solchen Formen jeweils unterschiedliche Beziehungen zwischen den beteiligten Akteuren verbunden, die nicht nur von kollaborativer Natur sind, sondern sich auch durch Machtkämpfe auszeichnen.

Die konkrete Ausgestaltung der Beziehungen in Dienstleistungssystemen ist von großer Bedeutung für die erfolgreiche **Zusammenarbeit in Innovationsprozessen** (z. B. hinsichtlich Bereitschaft für Open Innovationprozesse) (R. Antikainen et al., 2021; Konietzko et al., 2020). Damit beispielsweise eine Plattform für Cloud Manufacturing entwickelt und getestet werden kann, ist die Beteiligung von Unternehmen erforderlich, die ihre Produktionsanlagen mit der Cloud verknüpfen und damit auch Daten über ihre Auslastung preisgeben. Auch der je nach Organisationsform erforderliche **Koordinationsaufwand** ist zu berücksichtigen (Hansen & Revellio, 2020). Ebenso bedeutend sind die mit unterschiedlichen Organisationsformen verbundenen **volkswirtschaftlichen Effekte**, insoweit die Organisation von Dienstleistungssystemen auch auf globale Wertschöpfungsketten einwirkt.

Den Organisationsformen von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen wurde in der Forschung bisher sehr wenig Beachtung geschenkt. Ein wichtiger erster Schritt wäre eine systematische Untersuchung bereits existierender kreislauforientierter Dienstleistungssysteme, wie von Hansen und Revellio (2020) für den Smartphone-Sektor vorgenommen. Darüber hinaus gilt es ein besseres Verständnis der Implikationen unterschiedlicher Organisationsformen von Dienstleistungssystemen für die lokale Wirtschaft und insbesondere für KMU zu entwickeln. Einige der interviewten Expert:innen argumentierten, dass ein Machtausgleich in Dienstleistungssystemen sichergestellt werden sollte. Diese könnten beispielsweise durch eine Diversifizierung der Kompetenzen, Ko-Dependenzen und dem gemeinsamen Besitz von Produktionsanlagen gestützt werden. Entsprechende **dezentrale Dienstleistungssysteme** seien resilienter und besser vor dem internationalen Wettbewerb geschützt. Ein Beispiel für ein solches Dienstleistungssystem, nach dem Modell einer „virtuellen Fabrik“, wurde bereits im Rahmen von „Fabrik der Zukunft“ gefördert (Wimmer et al., 2009). Weitere F&E-Projekte sind erforderlich, um besser zu verstehen, unter welchen Bedingungen welche Organisationsformen entstehen und darauf bauend geeignete Handlungsstrategien zu entwickeln.

6.1.4. Kreislauforientiertes Design

Dienstleistungssysteme können manchmal auch unbeabsichtigt Beiträge zu einer Kreislaufwirtschaft leisten (Matschewsky, 2019). **In den meisten Fällen müssen Dienstleistungssysteme aber entsprechend designt werden, um die intendierten Effekte im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zu bewirken.** Das Design von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen stellt eine große Herausforderung dar, insofern

solche Systeme häufig die Grenzen einzelner Unternehmen und Produkte überschreiten und auch diverse immaterielle Leistungen inkludieren. Dies erhöht die Komplexität, erschwert den Zugang zu den erforderlichen Daten und schränkt die Messbarkeit von Wirkungen ein. Der Systemcharakter solcher Lösungsansätze erfordert darüber hinaus interdisziplinäre Kompetenzen und häufig auch die Beteiligung vieler unterschiedlicher Akteure (De los Rios & Charnley, 2017).

Wie aus Kapitel 5 hervorgeht, lassen sich grob eine Reihe von Kriterien und förderlichen Bedingungen definieren, unter denen Dienstleistungssysteme positive ökonomische und ökologische Wirkungen erzielen können (vgl. Kjaer et al., 2019). Bereits in der Identifikation der relevantesten Produkte und Produktionsanlagen stößt man auf Basis der verfügbaren Daten rasch an Grenzen, da das Aggregationsniveau bestehender Materialfluss- bzw. Input-Output-Analysen trotz großer Fortschritte in der bisherigen Forschung noch zu hoch dafür ist (vgl. Abschnitt 5.3.2). Die verfügbaren Daten konnten daher zwar für äußerst aufschlussreiche Analysen von Trends auf einer Makroebene (z. B. Krausmann et al., 2020; Wiedenhofer et al., 2019), weniger aber für die Konzeption von alternativen Dienstleistungssystemen nutzbar gemacht werden. Eine wesentliche Aufgabe für die Forschung besteht daher in der **Disaggregation von Makrodaten von Materialflüssen und Entwicklung von geeigneten Designtools für ressourceneffiziente Versorgungsstrukturen** (vgl. Harris et al., 2021).

Die Entwicklung von Werkzeugen zur Unterstützung von Designprozessen für kreislaforientierte Dienstleistungssysteme konzentrierte sich bisher vor allem auf Lösungsansätze mit einem stärkeren Produktfokus, wo der Lebenszyklus möglichst konkreter Produkte im Zentrum steht. Auf dieser Ebene haben Fortschritte in der Digitalisierung, von der Einführung von digitalen Produktpässen über smarte Produkte und dem Aufbau von Dateninfrastrukturen, den Zugang zu Daten über den Einsatz und die Verwendung von Ressourcen zumindest für viele Großunternehmen und Forschungseinrichtungen bereits erheblich erleichtert. Wo die Digitalisierung bereits relativ fortgeschritten ist, verschiebt sich die zentrale Herausforderung damit zunehmend in Richtung der Analyse und Verwertung der Daten. Die Weiterentwicklung von Designprozessen geht damit Hand in Hand mit dem Übergang von daten- zu IT-getriebenen Dienstleistungssystemen (siehe Abschnitt 6.1.1).

Die Entwicklung von geeigneten **Werkzeugen für digital-basierte Designprozesse für kreislaforientierte Dienstleistungssysteme** ist den interviewten Expert:innen zufolge ein besonders wichtiger Forschungsgegenstand. Über digitale Lösungen lassen sich unterschiedliche Gestaltungsoptionen simulieren und die Performance von Dienstleistungssystemen potenziell auch in Echtzeit verfolgen. In der Entwicklung solcher Werkzeuge geht es darum, bereits bestehende Designtools für smarte Dienstleistungssysteme mit jenen aus der Entwicklung von kreislaforientierten Lösungen zu verknüpfen (Sassanelli et al., 2020). Erste Designtools wurden bereits entwickelt, bisher aber nur anhand einzelner Fälle getestet (Halstenberg et al., 2019, z. B. 2021). Aufgrund der bisherigen, primär theoretischen und konzeptionellen Zugänge in der Entwicklung bleibt vorerst unklar, wie gut sich die Werkzeuge in der Praxis eignen. Eine Überblicksstudie von Sassanelli et al. (2020) kommt weiters zum Schluss, dass die entwickelten Werkzeuge unzureichend auf die Wertschöpfungsketten in Dienstleistungssystemen eingehen und noch weniger gut geeignet sind, um Dienstleistungssysteme so zu gestalten, dass Materialkreisläufe geschlossen werden. Vergleichbare Defizite stellen Chen und Huang (2019) für bisher entwickelte Methoden zur Erstellung von Ökobilanzen für

Dienstleistungssysteme fest. Insbesondere im Kontext von Dienstleistungssystemen ist es hingegen entscheidend, dass Designtools über bestehende Ansätze des „Design for X“ (for longevity, for recycling, for remanufacturing, etc.) hinausgehen und möglichst viele, für die Kreislaufführung relevante Eigenschaften von Produkten im Sinne eines „**whole system design**“ adressieren (De los Rios & Charnley, 2017; Sassanelli et al., 2020).

6.2. Geschäftsmodellinnovationen

Geschäftsmodelle zeigen auf, welchen Mehrwert ein Unternehmen schafft, wie die Bereitstellung von Produkten und/oder Dienstleistungen organisiert ist und wie daraus ein Ertrag für das Unternehmen erzielt wird (Teece, 2010). In der Bereitstellung von Dienstleistungssystemen sind häufig diverse Organisationen involviert, deren Leistungen mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen verbunden sind. Die in Tabelle 7 wiedergegebenen Typologien aus der Literatur bieten einen Eindruck zur **Diversität der Geschäftsmodelle, die mit Dienstleistungssystemen verbunden sein können.**

Tabelle 7 Typologien von Geschäftsmodellen für Dienstleistungssysteme

Quelle	Helander & Möller (2008)	Gebauer et al. (2010)	Kowalkowski et al. (2015)	Huikkola & Kohtamäki (2018)
Typologie	<ul style="list-style-type: none"> • Equipment supplier • solution provider • performance provider 	<ul style="list-style-type: none"> • After sales service provider • customer support service provider • customer service strategy • development partner • outsourcing partner 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrialiser • availability provider • performance provider 	<ul style="list-style-type: none"> • Product business model • service-agreement business model • process-oriented business model • performance-oriented business model

Je nach Ausgangslage und vorgesehener Rolle sind der Übergang zu und die Umsetzung von Dienstleistungssystemen mit unterschiedlichen Herausforderungen für Unternehmen verbunden. Etablierte Dienstleistungs- und Softwareunternehmen sind den interviewten Expert:innen zufolge aufgrund ihrer Erfahrungen typischerweise in einer günstigeren Ausgangssituation als produzierende Unternehmen.

Geschäftsmodellinnovationen sind besonders anspruchsvoll, insofern diese deutlich über Prozesse der Adaption und Anpassung hinausgehen: sie umfassen alle Bereiche eines Unternehmens, erfolgen tendenziell in unregelmäßigen Abständen, involvieren radikale Veränderungen und inkludieren neue Elemente (Hofmann & Jaeger-Erben, 2020). Produzierende Unternehmen sind besonders beim Umstieg auf ein neues Geschäftsmodell in Zusammenhang mit kreislaufforientierten Dienstleistungssystemen häufig mit großen Risiken und paradoxen Situationen konfrontiert. Die folgenden Abschnitte gehen auf die Herausforderungen und den dazugehörigen F&E-Bedarf entlang von drei Bereichen ein: die

Identifikation und das Design geeigneter Geschäftsmodelle, die Operationalisierung der Geschäftsmodelle und die Umsetzung neuer Geschäftsmodelle.

6.2.1. Identifikation und Design geeigneter Geschäftsmodelle

Modelle und Werkzeuge zur Unterstützung von Unternehmer:innen in der Identifikation und Gestaltung von nachhaltigen Geschäftsmodellen stellen einen Schwerpunkt bisheriger Forschungsarbeiten zu Dienstleistungssystemen dar (z. B. Barquet et al., 2016; Moro et al., 2022; Prendeville & Bocken, 2017; Reim et al., 2017; Sousa-Zomer & Cauchick Miguel, 2018; Yang & Evans, 2019). Kreislauforientierte bzw. zirkuläre Geschäftsmodelle und solche für Dienstleistungssysteme wurden bisher jedoch weitgehend getrennt voneinander, als unterschiedliche Typen nachhaltiger Geschäftsmodelle, beachtet (z. B. Geissdoerfer et al., 2018).

Ausgehend von den Bedingungen unter denen Dienstleistungssysteme einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten und damit als „kreislauforientiert“ bzw. „zirkulär“ gelten können (siehe Abschnitt 5.2), **bedarf es für Unternehmer:innen an Methoden, geeignete Geschäftsmodelle zu identifizieren und zu entwerfen.** Pieroni et al. (2019a) entwickelten auf Basis von zwei Anwendungsfällen im produzierenden Gewerbe einen Konfigurator zur Entwicklung von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme. Der Konfigurator definiert eine Reihe von Bedingungen, die Geschäftsmodelle erfüllen sollten, um insgesamt einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten zu können (siehe Abbildung 7). Die Bedingungen berücksichtigen die Potentiale zur Schaffung eines Mehrwerts für Kund:innen, Steigerung des Unternehmenswachstums und Entkopplung des Ressourcenverbrauchs. Dieses Werkzeug ist damit offen für unterschiedliche Geschäftsmodelle und kann besonders im Entwicklungsprozess eine Stütze bieten. Da der Konfigurator nur anhand weniger Praxisbeispiele und lediglich für eine Auswahl an Branchen entwickelt wurde, sind möglicherweise Weiterentwicklungen und Anpassungen zur Verbesserung der Robustheit und Anwendbarkeit in unterschiedlichen Anwendungsfeldern erforderlich. Weiterentwicklungen könnten aufbauend auf dem „Circularity Compass“ von Blomsma et al. (2018) oder dem „Circular Innovation Framework“ von Guzzo et al. (2019) auch näher darauf eingehen, welche konkreten R-Strategien der Kreislaufwirtschaft in entsprechende Geschäftsmodelle integriert werden und wie vor allem Synergien zwischen den Strategien realisiert werden können.

Konfiguratoren unterstützten den Designprozess, erlauben Unternehmen aber noch keine bessere Orientierung hinsichtlich der Diversität der unterschiedlichen Geschäftsmodelle, die für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme implementiert werden können. Antikainen et al. (2021) weisen daher auf die Notwendigkeit einer robusten **Taxonomie** von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme hin. Eine solche Taxonomie könnte den Autor:innen zufolge die relevanten Kriterien, Charakteristiken und Unterschiede aufzeigen und auch durch Beispiele aus der Praxis gestützt werden. Als Ausgangspunkt könnten hierfür bereits bestehende Taxonomien für kreislauforientierte Geschäftsmodelle auf einer allgemeineren Ebene herangezogen werden (Ertz et al., 2019; Urbinati et al., 2017; Yang & Evans, 2019). Hansen et al. (2020; acatech et al., 2021) wählten einen anderen Ansatz der Klassifikation, indem sie anstelle von konkreten Praxisbeispielen analytischen Überlegungen den Vorrang gaben, um eine **Typologie** von kreislauforientierten Geschäftsmodelle zu entwickeln. Für jeden Typ leiten die Autor:innen ab, welche produkt-, nutzungs- und ergebnis-orientierten Dienstleistungssysteme damit

verbunden sind. Die erstellte Typologie kommt damit einer Klassifikation von Geschäftsmodellen von kreislaufforientierten Dienstleistungssystemen am nächsten, bedarf aber einer empirischen Validierung.

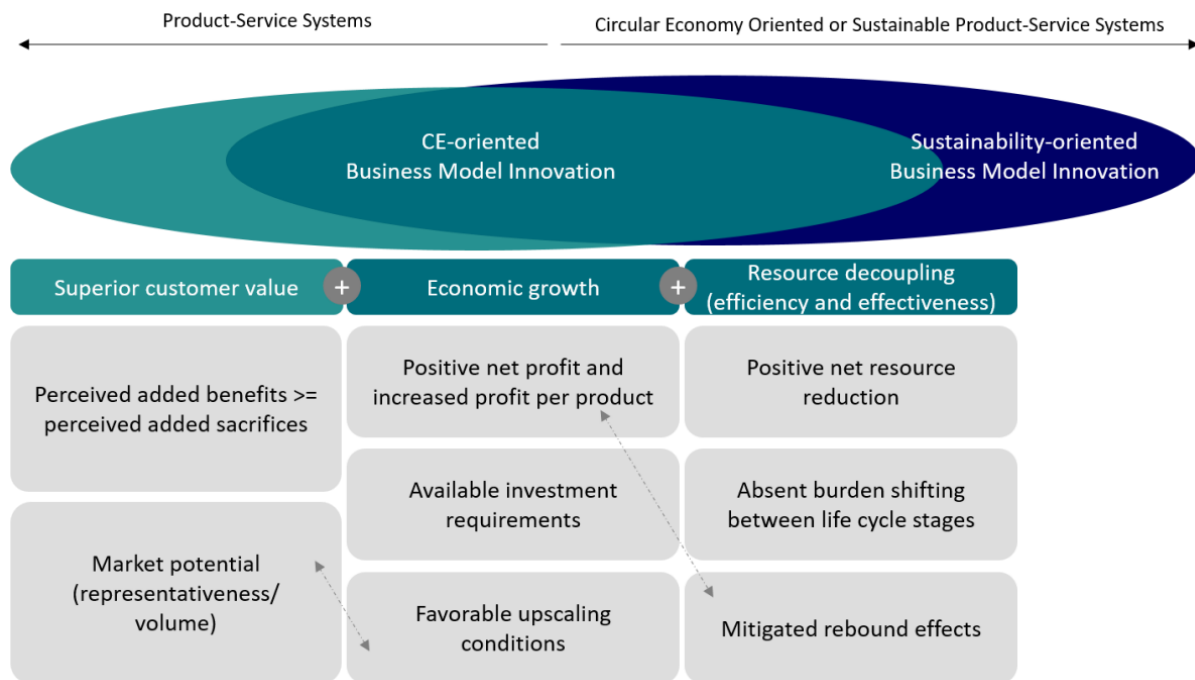


Abbildung 7: Bedingungen für kreislaufforientierte Geschäftsmodelle basierend auf Dienstleistungssystemen (Quelle: Pieroni et al., 2019a; basierend auf Kjaer et al., 2019; und Pieroni et al., 2019b)

Die Weiterentwicklung von Konfiguratoren und Klassifikationen könnte noch von der **Erarbeitung geeigneter Rahmengerüste** profitieren, die die wesentlichsten Elemente von Geschäftsmodellen für kreislaufforientierte Dienstleistungssysteme definieren. Erste analytische Vorarbeiten zeigen auf, wie neben der „Zirkularität“ auch Aspekte wie digitale Infrastrukturen und smarte Produkte (Alcayaga et al., 2019; Atif et al., 2021) oder der schlanken Produktion („lean manufacturing“) (González Chávez et al., 2019) berücksichtigt werden können. Weitere Entwicklungsschritte können auf einer wachsenden Anzahl von relevanten Fallstudien bauen (z. B. Azcarate-Aguerre et al., 2022; Han et al., 2020; Ramsheva et al., 2020; Yang et al., 2018). Besonders für Dienstleistungssysteme, die auf der Kollaboration zwischen vielen Unternehmen beruhen, kann es darüber hinaus sinnvoll sein, anstelle von Geschäftsmodellen die Unternehmensökosysteme ins Zentrum zu stellen (Kanda et al., 2021).

Letztlich bedarf es an **Unterstützung in der Auswahl der vielversprechendsten Optionen**, bevor Werkzeuge zum Design von Geschäftsmodellen sinnvoll eingesetzt werden können. Averina et al. (2022) und Reim et al. (2021) entwickelten Entscheidungsbäume, womit eine rasche Bewertung der Chancen und Möglichkeiten von unterschiedlichen kreislaufforientierten Geschäftsmodellen für ein Unternehmen vorgenommen werden kann. Weitere Entwicklungsschritte sind erforderlich, um eine möglichst robuste Ersteinschätzung der Potentiale zu ermöglichen und Unternehmen auf den für sie geeignetsten Pfad zu bringen.

6.2.2. Operationalisierung der Geschäftsmodelle

Werkzeuge zur Identifikation und für das Design von Geschäftsmodellen unterstützen die strategische Unternehmensführung, gehen aber nicht auf die konkreten Aktivitäten ein, die bei den jeweiligen Geschäftsmodelltypen implementiert werden sollten. Außerdem werden die unterschiedlichen Ausgangssituationen von Unternehmen und Herausforderungen in Bezug auf diverse kreislaufwirtschaftliche Dienstleistungssystemen nicht ausreichend adressiert.

Kühl et al. (2018) stellen beispielsweise fest, dass insbesondere Strategien zur Schließung von Stoffkreisläufen (Downcycling, kaskadische Nutzung, Remanufacturing und Recycling) von Anbieter:innen sehr selten in Verbindung mit Dienstleistungssystemen implementiert werden. Die Autor:innen vermuten, dass die Integration solcher Strategien in Dienstleistungssysteme Unternehmen besondere Schwierigkeiten bereitet, da diese häufig Veränderungen in der Wertschöpfungskette erfordern. Matschewsky (2019) berichtet von einem Industrieunternehmen, das vom Verkauf der Produkte auf ein nutzungsorientiertes Dienstleistungssystem umstellte. Trotz veränderter ökonomischer Anreize stellte der Autor weiterhin wesentliche Ineffizienzen entlang des gesamten Produktlebenszyklus fest: vom Produktdesign, das unverändert blieb und damit nicht für die Verknüpfung mit dem Dienstleistungsangebot optimiert wurde, bis hin zu einer weiterhin bestehenden Ausrichtung steigender Verkaufszahlen. Diese Studienergebnisse weisen darauf hin, dass Unternehmen zwar manche Strategien umsetzen können, bei anderen oder bei der Verknüpfung mehrerer Strategien aber häufig scheitern. Matschewsky (2019) weist darauf hin, dass etablierte Produktionsunternehmen mit wenig Erfahrung im Bereich der Kreislaufwirtschaft besonders stark von solchen Herausforderungen betroffen sein können.

Guzzo et al. (2019) zeigen mit dem „Circular Innovation Framework“ einen Weg auf, wie Unternehmen in der Operationalisierung der unterschiedlichen kreislaufwirtschaftlichen Strategien unterstützt werden können. Das Framework definiert für die unterschiedlichen Strategien die zentralen Partnerorganisationen, Aktivitäten, Produktcharakteristiken, Kund:innenbeziehungen und Vertriebskanäle, die jeweils berücksichtigt werden sollen. Die Strategien werden damit auf konkretere Praktiken und Beziehungen heruntergebrochen. Es kann auch hilfreich sein, einen stärkeren Fokus auf sehr konkrete Herausforderungen von Unternehmen zu legen. Toxopeus et al. (2021) zeigen beispielsweise Strategien für Anbieter:innen von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen auf, um finanzielle Unterstützung von Banken zu erhalten.

Weitere F&E-Projekte entlang dieser Stoßrichtungen sind erforderlich, um auch die **Diversität hinsichtlich der Unternehmensreife und -größe (z. B. Neugründungen, Klein- und Mittelunternehmen, etablierte Großunternehmen) und der Unternehmensbranche** zu berücksichtigen. Die bisherige Forschung zu Servitisierung zeigt, dass insbesondere die Phase des Industrielbenszyklus und Unternehmensgröße einen großen Einfluss auf strategische Entscheidungen und Möglichkeiten von Unternehmen haben (z. B. Bustinza et al., 2015; Rizos et al., 2016; Visnjic et al., 2019).

6.2.3. Umsetzung neuer Geschäftsmodelle

Prozesse der Servitisierung in Richtung bzw. die Implementierung von neuen Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme sind für produzierende Unternehmen mit vielen Herausforderungen auf strategischer wie operativer Ebene

verbunden. Zu den **wesentlichsten Implikationen für produzierende Unternehmen** gehören Veränderungen der Organisationsstruktur, Neubestimmung der Unternehmensgrenzen, veränderte Position in der Wertschöpfung mit anderen Partnerschaften, der Aufbau von neuen Kompetenzen, und die Entwicklung einer neuen, auf Dienstleistungen bzw. Ergebnissen ausgelegten Unternehmenskultur (Lingegård, 2020).

Im Vergleich zu anderen Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft basierend auf einer Erhöhung der Produktlebensdauer, der Wiedergewinnung von Ressourcen oder dem Einsatz von biobasierten und recyclebaren Rohstoffen ist die **Implementierung von dienstleistungsorientierten Geschäftsmodellen besonders häufig mit organisationalen und finanziellen Herausforderungen konfrontiert** (Vermunt et al., 2019). Organisationale Herausforderungen drücken sich in rechtlichen und administrativen Schwierigkeiten in der Bestimmung der Vertragsbedingungen sowie in logistischen Herausforderungen in Verbindung mit Reparaturleistungen und der Rücknahme von Produkten. Finanzielle Herausforderungen sind insbesondere mit den hohen Investitionskosten zur Anschaffung von Produkten bzw. Anlagen verbunden, deren Amortisierung sich aufgrund der langen Vertragslaufzeiten über viele Jahre erstrecken kann.

Noch bevor es zur Implementierung kommt, müssen häufig insbesondere **kulturelle Hürden in Verbindung mit der dominanten Produktorientierung** überwunden werden (West et al., 2018). Den Erfahrungen der interviewten Expert:innen zufolge erfolgen Veränderungen bei etablierten Unternehmen oft nur unter Leidensdruck, wie zum Beispiel bei Stagnation der Verkaufszahlen. Das „Silo-Denken“ in etablierten Unternehmen steht im Kontrast zum Systemdenken, das Innovationen in Dienstleistungssystemen erfordern. Der Wandel in Richtung dienstleistungsorientierter Geschäftsmodelle ist daher häufig auf strategische Entscheidungen der Unternehmensführung angewiesen. Auch wenn ein solcher Wandel ökonomisch sinnvoll für ein Unternehmen wäre, hätten viele Manager:innen und Angestellte auf einer persönlichen Ebene wenig Interesse daran, mehr Verantwortung zu übernehmen und sich stärker an den Bedürfnissen der Kund:innen zu orientieren. Die erforderlichen Persönlichkeits- bzw. Jobprofile für das Management von Dienstleistungssystemen unterscheiden sich hinsichtlich der Bereitschaften, Risiken einzugehen und stärker in Interaktion mit Kund:innen zu treten. Die Anforderungen bei *kreislauforientierten* Dienstleistungssystemen sind noch höher einzuschätzen. Welche genauen Jobprofile dafür erforderlich sind und wie ein entsprechender kultureller Wandel erfolgen kann, wurde bisher noch kaum erforscht.

Werkzeuge wie das vorhin erwähnte „Circular Innovation Framework“ schaffen eine Brücke zwischen den im vorangegangenen Abschnitt thematisierten Designtools und der konkreten Umsetzung, sind aber zu statisch, um dynamische Geschäftsmodellinnovationen zu begleiten. Besonders in Bezug auf solche Prozesse in Richtung neuer Geschäftsmodelle für *kreislauforientierte* Dienstleistungssysteme konnte die Forschung bisher wenig konkrete Lösungsansätze für Unternehmen anbieten (vgl. Ferasso et al., 2020). Dieser **Mangel an theoretischem und praktischem Prozesswissen** über kreislauforientierte Geschäftsmodellinnovationen trägt zu organisationaler und struktureller Trägheit von Unternehmen bei (Hofmann & Jaeger-Erben, 2020).

Einige erste Forschungsarbeiten befassten sich mit den Prozessen des Experimentierens und der Implementierung solcher Geschäftsmodelle. Bocken et al. (2018) entwickelten beispielsweise ein analytisches Gerüst zur Begleitung von Experimentierprozessen in Unternehmen. Weitere Arbeiten untersuchten die Ressourcen und Fähigkeiten, die

erfolgreiche Unternehmen in der Umsetzung von Geschäftsmodellinnovationen für kreislaforientierte Dienstleistungssysteme auszeichnen. Digitale Technologien und das Management von Wertschöpfungsnetzwerken werden in diesem Kontext besonders hervorgehoben (Atif et al., 2021; Ingemarsdotter et al., 2019; Neligan et al., 2022; Reim et al., 2021). Auf einer grundlegenden Ebene gibt es aber **noch wenig Einigkeit darüber, unter welchen Bedingungen ein Wandel des Geschäftsmodells zu kreislaforientierten Dienstleistungssystemen gelingen kann**. Reim et al. (2021) plädieren beispielsweise auf eine schrittweise Implementierung, da zu ambitionierte Vorhaben zu riskant sind und Unternehmen typischerweise nicht über die erforderlichen Befähigungen verfügen, um einen radikalen Wandel des Geschäftsmodells zu bewältigen. Die Autor:innen entwickelten darauf basierend eine Roadmap für Unternehmen, die aufzeigt, wie die erforderlichen Befähigungen schrittweise aufgebaut werden können. Hofmann und Jaeger-Erben (2020) argumentieren, dass in etablierten Unternehmen stattdessen eine polyzentrische Unternehmensstruktur aufgebaut werden muss, die neben dem Ausbau von etablierten Geschäftsmodellen in einem Unternehmen einen Experimentierraum schafft, indem auch radikalere Geschäftsmodellinnovationen vorangetrieben und bestehende Pfadabhängigkeiten überwunden werden können.

Weitere Forschungsarbeiten sind erforderlich, um besser zu verstehen, welche Strategien bei welchen Ausgangssituationen am aussichtsreichsten sind, und darauf aufbauend geeignete Prozessanalysewerkzeuge für Unternehmen zu entwickeln. Insbesondere in Bezug auf die Prozesse der Umsetzung von kreislauf- und dienstleistungsorientierten Geschäftsmodellen litt die bisherige Forschung unter einer mangelnden Kollaboration zwischen dem Forschungsfeld zur Kreislaufwirtschaft und jenem der Servitisierung (vgl. Kühl et al., 2018; Rabetino et al., 2021). Eine stärkere Verknüpfung könnte einen produktiven Austausch fördern. Das Forschungsfeld zu Servitisierung ist beispielsweise in theoretischer Hinsicht deutlich breiter aufgestellt (siehe z. B. Kohtamäki et al., 2019), wovon auch die Forschung zu kreislaforientierten Geschäftsmodellinnovationen profitieren könnte.

6.3. Marktsysteminnovationen

Geschäftsmodellinnovationen können den Handlungsspielraum für Unternehmen erweitern und damit den Übergang zu kreislaforientierten Dienstleistungssystemen erleichtern, sind aber mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht ausreichend, um damit verbundene Geschäftsmodelle in der erforderlichen Geschwindigkeit und in den diversen Bereichen des produzierenden Gewerbes zu etablieren. Um **neue Märkte für kreislaforientierte Dienstleistungssysteme zu schaffen** und **bestehende Märkte jenseits einzelner Nischensegmente zu transformieren**, sind auch Innovationen in anderen Bereichen erforderlich, insbesondere in Bezug auf Aspekte wie Standardisierung, Regulierung, Besteuerung und Finanzierung (acatech et al., 2021; Vermunt et al., 2019).

Dieser Abschnitt adressiert daher Marktsysteminnovationen in einem weiteren Sinne, d. h. alle zielgerichteten Handlungen, wodurch ein neuer Markt geschaffen oder die Form eines bestehenden Marktes verändert wird (Sprong et al., 2021). Solche Handlungen bzw. Marktsysteminnovationen können von unterschiedlichen Stakeholdern ausgehen, wobei neben Unternehmen insbesondere Organisationen wie dem Staat, Regulierungs- und Wettbewerbsbehörden und Interessensvertretungen häufig wichtige Rollen zukommen. In

der Folge wird auf den F&E-Bedarf in Bezug auf zwei wesentliche Stoßrichtungen eingegangen. Der erste Abschnitt berücksichtigt die Skalierung von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme. Damit sind insbesondere Innovationen zur Förderung von entsprechenden Geschäftsmodellen verbunden. Der zweite Abschnitt adressiert hingegen erforderliche Veränderungen in den marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, damit die Implementierung derselben Geschäftsmodelle neben der ökologischen auch zur wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit beiträgt. Das Erfordernis entsprechender Rahmenbedingungen ergibt sich aus der Möglichkeit eines Missbrauchs der erweiterten Verantwortlichkeiten und Gestaltungsbereiche von Anbieter:innen kreislauforientierter Dienstleistungssysteme.

6.3.1. Skalierung von Geschäftsmodellen

Die bisherige Forschung zur Skalierung von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme konzentrierte sich auf die Identifikation der wichtigsten Barrieren, insbesondere in Bezug auf die geringe Akzeptanz auf Seiten der Kund:innen sowie auf rechtliche, steuerliche und regulative Hürden von Seiten der öffentlichen Hand.

Ob ein kreislauforientiertes Dienstleistungssystem aus Sicht der Kund:innen eine attraktive Option in einem bestimmten Fall darstellt, kann von unterschiedlichen Kriterien abhängen (siehe Abschnitt 5.1.2). Unabhängig vom konkreten Anwendungsfall haben die damit verbundenen Geschäftsmodelle jedoch häufig wichtige Implikationen für Kund:innen, die zu einer **geringen Akzeptanz** beitragen können. Dies betrifft insbesondere den **besseren Zugang zu bestimmten Bereichen des Unternehmens**, der Anbieter:innen für die Erbringung der Leistungen gewährt wird, und die **größere Abhängigkeit von Anbieter:innen**, die Kund:innen durch die Auslagerung von Aktivitäten und den Abschluss von Verträgen geschaffen wird (Schenkl et al., 2014). Die damit einhergehende geringe Akzeptanz für umfassende (nutzungs- oder ergebnisorientierte) Dienstleistungssysteme wurde den interviewten Expert:innen zufolge bisher grob unterschätzt und sollte intensiver untersucht werden. Die Akzeptanz ist demnach besonders bei KMU noch gering, obwohl diese besonders von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen – z. B. als niederschwellige Finanzierungsinstrumente für Produktionsanlagen oder als maßgeschneiderte Lösungen – profitieren könnten. Vergleichbar mit dem B2C-Sektor wird auch KMU eine dominante Besitzkultur attestiert. KMU hätten vielfach auch Angst, dass heikle, beispielsweise steuerrechtlich relevante Informationen nach außen gelangen könnten. Dies wird auch darauf zurückgeführt, dass KMU gegenüber Großunternehmen nicht über die relevante Expertise in den Bereichen Eigentums- und Datenschutz verfügen. Die bisherige Forschung betrachtete kreislauforientierte Dienstleistungssysteme vorrangig aus einer Perspektive der Anbieter:innen und vernachlässigte die Implikationen veränderter Machtverhältnisse. Daraus ergeben sich wichtige offene Forschungsfragen hinsichtlich der Schaffung von Vertrauen und geeigneter Vertragsbeziehungen zwischen Anbieter:innen und Kund:innen. Etwas grundlegender könnten auch Formen der Beteiligung an Unternehmensentscheidungen, wie beispielsweise bei Genossenschaften und Energiegemeinschaften, angedacht werden.

Die **Aufgaben der öffentlichen Politik** zur Förderung von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme werden in der Wissenschaft recht umfangreich thematisiert, wobei insbesondere auf die öffentliche Beschaffung, Bereitstellung von Informationen sowie Förderungen eingegangen wird (R. Antikainen et al., 2021; Ceschin &

Vezzoli, 2010; Clemente et al., 2018; Cook et al., 2006; Hannon et al., 2015; Hertwich et al., 2020; Mont & Lindhqvist, 2003; Plepys et al., 2015). Wichtige Erkenntnisse aus der Forschung werden im anschließenden Kapitel als Handlungsoptionen für die öffentliche Hand wiedergegeben. Eine Schwäche der bisherigen Forschung ist, dass sie weitgehend auf der Analyse von Barrieren beruht und es nur wenige Untersuchungen gibt, die die Effektivität und Wirksamkeit von Maßnahmen in der Praxis überprüfen. Beispielsweise untersuchten Hannon et al. (2015), wie diverse politische Instrumente zur Skalierung von Geschäftsmodellen für Energiedienstleistungen im britischen Kontext beitragen. Letztlich bedarf es für die Skalierung von Geschäftsmodellen aber, wie die Autor:innen anerkennen, an einem Zusammenspiel unterschiedlicher, auch nicht-staatlicher Akteure.

Wasserbaur et al. (2019) berücksichtigen zum Beispiel die **Wechselwirkungen zwischen politischen Maßnahmen, Produktdesign und Geschäftsmodellinnovationen** als Elemente eines zusammenhängenden soziotechnischen Systems anhand eines Fallbeispiels zu Wäschereidienstleistungen. Eine Begleitstudie auf Basis der erweiterten Literatur zu Geschäftsmodellinnovationen zeigt auf, dass die Interaktionen von öffentlicher Politik und Geschäftsmodellen sehr vielfältig sein können, bisher aber im Zusammenhang mit Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft kaum berücksichtigt worden sind (Wasserbaur et al., 2022).

Die Entwicklung eines **besseren Verständnisses der Transitionsprozesse**, wie sich Geschäftsmodelle für kreislaforientierte Dienstleistungssysteme auch jenseits von Nischen durchsetzen und etablieren können, bleibt eine wesentliche Forschungslücke (Ceschin, 2014; Cook, 2014; Hofmann, 2019; Tukker, 2015; Vezzoli et al., 2015). Ceschin (2013) argumentiert auf Basis einiger Fallstudien, dass Ansätze aus der soziotechnischen Transitionsforschung auch zur Analyse von Skalierungsprozessen von Geschäftsmodellen für nachhaltige Dienstleistungssysteme geeignet sind. Die Analogie zwischen der Transition von technologischen Systemen und dem Wandel von Märkten für Produkte und Dienstleistungen ist aber wenig überzeugend. Vielversprechender wären sozioökonomische Ansätze zu Transitionsprozessen von Märkten (siehe Boon et al., 2020; Brown et al., 2019; Spring & Araujo, 2017; Sprong et al., 2021).

6.3.2. Wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit der Geschäftsmodelle

Die Ausdehnung der Verantwortungs- und Gestaltungsbereiche bietet Anbieter:innen von kreislaforientierten Dienstleistungssystemen erhebliche Potentiale, Kund:innen anzubinden und Mitbewerber:innen auszuschließen (siehe Abschnitt 5.1.1). Diese Potentiale bilden wesentliche ökonomische Anreize für produzierende Unternehmen, ihre Angebote auf umfassende Dienstleistungssysteme auszuweiten, bergen aber auch die **Gefahr eines Missbrauchs** (Bostoen et al., 2022; Hojnik, 2016, 2018; Jacobides & Lianos, 2021). Wieser (2021) zeigt beispielsweise am Fall von Märkten für Mobiltelefone auf, wie Netzbetreiber:innen die Dauer von Verträgen verlängerten und damit auch die durchschnittliche Nutzungsdauer von Mobiltelefonen im Sinne der Ressourceneffizienz steigern konnten. Nach einigen Jahren intervenierten Regulierungsbehörden, weil sie in der steigenden Vertragsdauer eine zunehmende Bedrohung für den Konsumentenschutz und das Wettbewerbsrecht sahen. Vergleichbare Probleme lassen sich beispielsweise bei der Inkompatibilität vieler Geräte unterschiedlicher „Produkt-Ökosysteme“ beobachten. Die steigende Macht der Anbieter:innen kann in diesem Kontext auch zentrale, langfristige Ziele

der Kreislaufwirtschaft unterminieren, wenn zum Beispiel die Reparierbarkeit auf die eigenen, zertifizierten Reparaturnetzwerke beschränkt wird (Svensson et al., 2018). Bostoen et al. (2022) zeigen eine Reihe von Strategien auf, wie Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen das bestehende Wettbewerbsrecht umgehen können.

Selbst wenn durch eine geeignete Gesetzgebung die Konformität mit kreislaufwirtschaftlichen Prinzipien gewährleistet wird, bedarf es daher weiterer **marktwirtschaftlicher Rahmenbedingungen**, um die wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme zu sichern. Wie die Gesetzgebung an die teils neuen Herausforderungen solcher Geschäftsmodelle angepasst werden kann, wurde bisher kaum erforscht. Die zentrale Aufgabe für die Forschung besteht darin, rechtliche Rahmenbedingungen zu definieren, die Geschäftsmodellinnovationen und kreislauforientierte Dienstleistungssysteme unterstützen, ohne dadurch den fairen Wettbewerb sowie die intellektuellen Eigentumsrechte und Datenschutzrechte der Kund:innen zu gefährden (vgl. Hojnik, 2016).

6.4. Zusammenfassung und Überblick

Forschung und Entwicklung zu kreislauforientierten Dienstleistungssystemen befindet sich noch in einem Anfangsstadium, kann aber auf bedeutende Vorarbeiten zu digitalen und nachhaltigen Dienstleistungssystemen zurückgreifen. Bisherige F&E-Vorhaben zu kreislauforientierten Dienstleistungssystemen konzentrierten sich insbesondere auf die Ebene der Geschäftsmodelle (vgl. Abbildung 1). Diese Ebene bleibt wichtig, um Unternehmen die geeigneten Werkzeuge für den Übergang vom Produktverkauf zu kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zur Verfügung stellen zu können.

Dienstleistungssysteme, wie sie sich die Forschung heute vorstellt, sind deutlich ambitionierter als gewöhnliche Leih- oder Mietmodelle. Die anvisierten Dienstleistungssysteme bestehen aus interorganisationalen, hochdynamischen, cyber-physischen und zum Teil auch autonomen Netzwerken. Die Realisierung solcher Lösungsansätze steht vor einer Vielzahl an Hürden, die es durch weitere F&E-Arbeiten zu bewältigen gilt. **Die Kompatibilität solcher Lösungsansätze mit der Kreislaufwirtschaft ist allerdings noch ein Randthema in der angewandten Forschung.** Hier kommt der öffentlichen Hand eine wesentliche Rolle zu, die Weichen für eine möglichst synergetische Entwicklung von smarten und kreislauforientierten Dienstleistungssystemen sicherzustellen. Damit dies gelingen kann, sind Innovationen auf allen drei in diesem Kapitel adressierten Ebenen erforderlich: bei den Produkten und Dienstleistungen, bei den Geschäftsmodellen und auf der Ebene ganzer Märkte. Die folgenden Tabellen fassen den F&E-Bedarf entsprechend der Gliederung der vorangegangenen Abschnitte zusammen.

Tabelle 8 Überblick des F&E-Bedarfs bei Produkt- und Dienstleistungsinnovationen

Herausforderungen	Hebel	Forschungs- und Entwicklungsbedarf
Dienstleistungssysteme sind noch mit großen Unsicherheiten (z.B. bzgl. Ausfallwahrscheinlichkeit, Materialrückflüsse) für Anbieter:innen verbunden, da sie nicht die Kontrolle über den gesamten Produkt- bzw. Materiallebenszyklus haben.	Digitale Infrastrukturen für kreislauforientierte <i>und</i> smarte Dienstleistungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrationen in konkreten empirischen Anwendungsfeldern und Aufzeigen der Effekte hinsichtlich der Ressourceneffizienz
Dienstleistungssysteme sind derzeit für relativ wenige Produkte bzw. nur in Nischensegmenten attraktiv.	Smarte und modulare Produkte	<ul style="list-style-type: none"> • Bessere Rezyklierbarkeit und Einsatz von nachhaltigeren Materialien • Fortschritte in der Modularisierung von Produkten zur Verbesserung ihrer Reparierbarkeit und Erweiterbarkeit • Fortschritte in der Leichtbauweise zur Reduktion des Gewichts von häufig transportierten Produkten und Materialien <p>Jeweils in Zusammenhang mit Dienstleistungssystemen</p>
Dienstleistungssysteme können ungleiche Machtgefälle schaffen und zu einer Monopolisierung des Angebots beitragen.	Flache Netzwerke und Kollaboration	<ul style="list-style-type: none"> • Systemische Untersuchung der Organisationsformen in bestehenden Dienstleistungssystemen • Besseres Verständnis der Wettbewerbsdynamiken und Prozesse, wie unterschiedlich flache bzw. hierarchische Ökosysteme entstehen • Bedingungen und Kapazitäten für Kollaboration in Dienstleistungssystemen • Implikationen und Strategien für KMU in sich verändernden Wertschöpfungsnetzwerken
Dienstleistungssysteme sind wenig greifbar und ihre Vor- und Nachteile sind schwer messbar bzw. intransparent.	Kreislauforientiertes Design	<ul style="list-style-type: none"> • Paradigmatische bzw. vorbildhafte Fallbeispiele und Leitbilder für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme • Werkzeuge zur Erstellung einer Ökobilanz von Dienstleistungssystemen • Simulations- und Analysewerkzeuge zur laufenden Bewertung der ökonomischen und ökologischen Effekte von unterschiedlichen Dienstleistungssystemen

Tabelle 9 Überblick des F&E-Bedarfs bei Geschäftsmodellinnovationen

Herausforderungen	Hebel	Forschungs- und Entwicklungsbedarf
Viele produzierende Unternehmen wissen nicht, wie kreislauforientierte Geschäftsmodelle für Dienstleistungssysteme aussehen und welche Chancen und Herausforderungen damit verbunden sind.	Werkzeuge zur Identifikation und zum Design geeigneter Geschäftsmodelle	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung bestehender Konfiguratoren zur Konzeption von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme • Entwicklung einer empirisch fundierten und robusten Klassifikation von Geschäftsmodellen für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme • Rahmengerüste für Geschäftsmodelle basierend auf kreislauforientierter, smarter und schlanker Bereitstellung von Dienstleistungssystemen • Entscheidungshilfen für die Auswahl geeigneter Geschäftsmodelle
Es bestehen große Unsicherheiten bezüglich der zu implementierenden Aktivitäten aufgrund der unterschiedlichen Ausgangslagen von Unternehmen und Anforderungen diverser kreislauforientierter Dienstleistungssysteme	Werkzeuge zur Operationalisierung von Geschäftsmodellen	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Jobprofile für die Entwicklung und Durchführung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen • Werkzeuge, die unterschiedliche kreislaufwirtschaftliche Strategien und Ausgangslagen von Unternehmen berücksichtigen
Die Umsetzung stellt viele produzierende Unternehmen vor große organisationale, finanzielle und kulturelle Herausforderungen.	Werkzeuge zur Gestaltung und Begleitung von Umsetzungsprozessen	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung der Bedingungen für einen kulturellen Wandel für eine stärkere Dienstleistungsorientierung • Leitfäden, die aufzeigen, welche Implementierungsstrategien bei welchen Bedingungen geeignet sind • Prozessanalysewerkzeuge zur Begleitung der Implementierung

Tabelle 10 Überblick des F&E-Bedarfs bei Marktinnovationen

Herausforderungen	Hebel	Forschungs- und Entwicklungsbedarf
Geschäftsmodelle für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme beschränken sich weitgehend auf Nischensegmente.	Instrumente zur Skalierung von Geschäftsmodellen	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation der Bedingungen für Vertrauen und Akzeptanz auf Seiten der B2B-Kund:innen • Prüfung der Wirksamkeit und Effektivität von politischen Maßnahmen • Besseres Verständnis der Wechselwirkungen von Geschäftsmodellinnovationen und öffentlicher Politik • Entwicklung von Prozesswissen, wie eine Transition in Richtung alternativer Geschäftsmodelle in einem Markt gelingen kann
Das Lock-in von Kund:innen und Lock-out von Mitbewerber:innen untergraben die wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit von Dienstleistungssystemen.	Marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation von Strategien, wie Anbieter:innen durch Dienstleistungssysteme bestehende rechtliche Vorgaben umgehen können. • Entwicklung geeigneter rechtlicher Vorgaben zur Sicherung des fairen Wettbewerbs, intellektuellen Eigentums und Datenschutzes.

7 Handlungsoptionen für die öffentliche Hand

Aufgrund ihrer inhärenten Diversität, Ergebnisorientierung und Dynamik sind kreislauforientierte Dienstleistungssysteme eine schwer zu fassende Größe. Die Schwierigkeiten, die (erwarteten) Wirkungen solcher Lösungsansätze in Zahlen zu gießen, sollten aber nicht über ihren disruptiven Charakter und die damit verbundenen Potentiale hinwegtäuschen. Indem sie den Fokus auf die Senkung der Nachfrage nach (Primär-)Rohstoffen und neuen Produkten legen, gehen sie deutlich über Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Produktion hinaus.

Trotz ihrer inhärenten Unbestimmtheit wird **die Bedeutung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen auch in der Politik zunehmend anerkannt**. In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurden auf Ebene der EU, auf nationaler sowie lokaler Ebene erste Maßnahmen zur Förderung von einzelnen kreislauforientierten oder nachhaltigen Dienstleistungssystemen wie beispielsweise Energiedienstleistungen gesetzt (Plepys et al., 2015). Über die nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategien weisen die meisten europäischen Länder dem Übergang zu Dienstleistungssystemen mittlerweile auch explizit eine wichtige Rolle zu, womit ihre Relevanz als Querschnittslösung jenseits der einzelnen Handlungsfelder unterstrichen wird.

Bis die Förderung und Regelung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zu festen Bestandteilen der öffentlichen Politik werden, ist noch ein weiter Weg zu gehen. Die Verfolgung einer konsequenten Dienstleistungslogik erfordert eine tiefgreifende Abkehr von bestehenden Denkmustern und Kategorien, die sowohl die Forschung wie auch Personen aus dem produzierenden Gewerbe bereits seit vielen Jahren beschäftigt und auch in Zukunft noch lange beschäftigen wird. In manchen Bereichen, wie dem Marketing, hat das Denken aus einer Dienstleistungsperspektive bereits einen Paradigmenstatus erreicht (Brodie et al., 2019). Andere Bereiche, wie die Forschung zu materiellen Dienstleistungen zur Deckung von Grundbedürfnissen (siehe Abschnitt 3.1.1), befinden sich demgegenüber noch weitgehend am Anfang. Insofern ist es wenig verwunderlich, dass die Politik noch keine dezidierten Strategien im Umgang mit (kreislauforientierten) Dienstleistungssystemen entwickelt hat. Dieses Kapitel zeigt vor diesem Hintergrund auf, welche Maßnahmen auf einer strategischen und operativen Ebene implementiert werden könnten, um geeignete politische Rahmenbedingungen für die Entwicklung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zu gestalten.

7.1. Öffentlicher Auftrag

Noch bleibt weitgehend offen, in welche Richtung(en) sich die Weiterentwicklung von Dienstleistungssystemen bewegen wird und welche Auswirkungen damit für globale Wertschöpfungsnetzwerke und Ressourcenverbrauch verbunden sein werden. Dienstleistungssysteme sind aber bereits heute Gegenstand eines sehr dichten Forschungsfelds (auch mit österreichischer Beteiligung), das mit fortschreitender Digitalisierung rasch an praktischer Bedeutung gewinnt. Kapitel 6 zeigt wichtige Themen auf,

die adressiert werden müssen, damit die Entwicklung in Richtung *kreislauforientierter* Dienstleistungssysteme geht, wirft aber auch entscheidende Fragen hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Implikationen und Konformität solcher Lösungsansätze mit Bereichen wie dem Wettbewerbsrecht und Datenschutz auf, die gelöst werden müssen, um kreislauforientierte Dienstleistungssysteme im Interesse der Allgemeinheit weiterzuentwickeln.

Ohne die Antworten auf die aufgeworfenen Fragen vorwegzunehmen, lassen sich aber bereits heute auf Basis der bisherigen Forschungserkenntnisse einige wichtige Handlungsoptionen ableiten. Der öffentlichen Hand wird in der Literatur eine besonders wichtige Rolle in der Forcierung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen zugeschrieben (Ceschin & Vezzoli, 2010; Mont & Lindhqvist, 2003; Plepys et al., 2015). **Ein öffentlicher Auftrag lässt sich mit standortpolitischen Erwägungen, Versorgungssicherheit und ökologischen Vorteilen begründen, gilt aber aufgrund möglicher Einschränkungen unterschiedlicher Rechte und negativer Umweltwirkungen nicht uneingeschränkt.** Die Konformität mit dem Wettbewerbsrecht, Konsument:innenschutzrecht, Datenschutzrecht und kreislaufwirtschaftlichen Prinzipien sollte daher stets geprüft und berücksichtigt werden.

7.2. Maßnahmen zur Forcierung kreislauforientierter Dienstleistungssysteme

In Bezug auf mögliche Maßnahmen lassen sich grob zwei Ansatzpunkte unterscheiden (vgl. Ceschin & Vezzoli, 2010; Plepys et al., 2015):

- **Indirekte Maßnahmen** tragen zur Forcierung kreislauforientierten Wirtschaftens bei. Wichtige Ansatzpunkte sind u.a. das Steuerrecht, das Gewährleistungsrecht, die erweiterte Produzentenverantwortung und Richtlinien für das Produktdesign.
- **Direkte Maßnahmen** fokussieren auf die Forcierung von (kreislauforientierten) Dienstleistungssystemen, z.B. über die öffentliche Beschaffung, Forschungs- und Investitionsförderungen und Unternehmensberatung.

Indirekte Maßnahmen sind wesentlich, um die Konformität von Dienstleistungssystemen mit kreislaufwirtschaftlichen Prinzipien zu gewährleisten. Wie in Abschnitt 5.2 aufgezeigt wurde, führt der Übergang vom Produktverkauf zu Dienstleistungssystemen nicht automatisch zu einer stärkeren Kreislauforientierung. Bei Vorhandensein entsprechender Rahmenbedingungen können Dienstleistungssysteme jedoch attraktive Lösungen für Anbieter:innen zur Erfüllung der Anforderungen bieten. Cook et al. (2006) wiesen beispielsweise nach, dass die legislative Einführung einer erweiterten Produzentenverantwortung zu einer größeren Aufmerksamkeit für Dienstleistungssysteme im produzierenden Gewerbe in Großbritannien führte. Plepys et al. (2015) argumentieren auf Basis einer Übersicht politischer Maßnahmen in Europa, dass die „Servitisierung“ von Geschäftsmodellen bisher wohl meistens auf solche indirekten Maßnahmen zurückgeführt werden kann.

Die folgenden Abschnitte beziehen sich auf mögliche direkte Maßnahmen und verstehen sich damit als Ergänzung zu bestehenden Grundlegendokumenten (Benda-Kahri et al.,

2021; Moser et al., 2021), in denen allgemeinere bzw. indirekte Maßnahmen zur Forcierung einer Kreislaufwirtschaft definiert werden. Der Fokus liegt auf möglichen Maßnahmen auf der nationalen Ebene entlang der **in der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie definierten Interventionsbereiche**.

7.2.1. Strategieentwicklung und strategische Begleitung

Das österreichische produzierende Gewerbe ist im Vergleich zur Konkurrenz aus anglosächsischen, skandinavischen und Benelux-Ländern noch stärker produktions- und exportorientiert. Die strategischen Implikationen dieser grundlegenden Ausrichtung wurden auf nationaler Ebene bisher kaum reflektiert. Wenn in Zukunft Produkte verstärkt als Bestandteile erweiterter Dienstleistungssysteme integriert werden, dann befinden sich etablierte Software-, Plattform- und Dienstleistungsunternehmen den Expert:innen zufolge in einer deutlich besseren Ausgangslage als das produzierende Gewerbe. Eine sich beschleunigende „Servitisierung“ der Produktion hätte somit weitreichende Folgen für den österreichischen Wirtschaftsstandort.

- Vor diesem Hintergrund könnte im Rahmen der Umsetzung der **Kreislaufwirtschaftsstrategie** ein nationales Forum eingerichtet werden, das diese Themen auf einer strategischen Ebene aufbereitet und ihre Expertise in Strategieprozesse aus bestehenden Handlungsfeldern einbringt. Hierfür kann gegebenenfalls auf bestehende bzw. sich in Entstehung befindende Formate und Organisationen wie der nationale Produktivitätsrat, das Circularity Lab Austria oder das Circular Economy Forum Austria gebaut werden. Um die erforderliche Expertise abzudecken, wäre wahrscheinlich auch die Einbindung von Personen aus dem Dienstleistungssektor gewinnbringend.
- Ein weiterer wichtiger Anknüpfungspunkt für die Bestimmung der strategischen Orientierung Österreichs hinsichtlich der Servitisierung der Produktion besteht in der derzeit in Ausarbeitung befindlichen **Standortstrategie**.⁴ Ein Schwerpunkt der Ausarbeitung liegt im „Ausbau digitaler und Service-Geschäftsmodelle“, woran sich bereits eine breitere Anerkennung für die volkswirtschaftliche und standortpolitische Bedeutung von Dienstleistungssystemen erkennen lässt. Wie dem vorliegenden Bericht entnommen werden kann, lässt sich durch eine kreislaforientierte Ausgestaltung von entsprechenden Geschäftsmodellen und Dienstleistungssystemen eine Brücke zwischen den Themen der Standortstrategie „Technologieführerschaft und Digitalisierung“ auf der einen Seite und „Nachhaltigkeit und Wertschöpfungsketten“ auf der anderen Seite schlagen.

7.2.2. Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen

In der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie wird festgehalten, dass die derzeitige Gesetzgebung noch kaum auf dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle abgestimmt sei.

- Neben den rechtlichen Unsicherheiten für Unternehmen bezüglich Themen wie der Haftung werfen kreislaufwirtschaftliche Dienstleistungssysteme viele ungeklärte

⁴ <https://www.bmaw.gv.at/Themen/Wirtschaftsstandort-Oesterreich/Standortpolitik/Standortstrategie.html> (zuletzt aufgerufen am 16.12.2022).

Fragen bei wichtigen Rechtsbereichen wie dem Datenschutz und dem Wettbewerbsrecht auf. Insbesondere dem **Wettbewerbsrecht** kommt eine wesentliche Rolle in der Gestaltung geeigneter Rahmenbedingungen für Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen zu. Zur Ableitung von konkreten Hürden und ungenutzten Potentialen im bestehenden Recht sind tiefergreifendere Studien erforderlich (siehe Abschnitt 6.3.2).

- Auf Seiten der Regulierung wurden von den Expert:innen insbesondere die festgeschriebenen **Abschreibungsrate**n für Produktionsanlagen als ein wesentlicher Faktor in Anschaffungsentscheidungen genannt. Schnelle Abschreibungsrate (für Kund:innen) begünstigen den Ankauf gegenüber Dienstleistungsmodellen und sollten daher aus Sicht der Förderung von Dienstleistungssystemen nur sehr begrenzt ermöglicht werden.

7.2.3. Marktanreize

Für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme bestehen noch klare Wettbewerbsnachteile in einigen Bereichen. Einige der gewichtigsten Nachteile, wo die öffentliche Hand ansetzen könnte, sind:

- Beim Steuersystem sind kreislauforientierte Dienstleistungssysteme aufgrund der (noch) hohen Arbeitsintensität besonders stark von der hohen Besteuerung von Arbeit gegenüber natürlichen Ressourcen betroffen (R. Antikainen et al., 2021). Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme profitieren insofern überproportional von **sozial-ökologischen Steuerreformen** zur Entlastung von Arbeit.
- Die Vermietung und das Leasing werden im Vergleich zu anderen Finanzierungsinstrumenten steuerrechtlich nachteilig behandelt. Die interviewten Vertreter:innen des Leasingverbands machten darauf aufmerksam, dass bei Mietverträgen im Gegensatz zu Krediten eine zusätzliche, **jährlich anfallende Vertragsgebühr** von 1% anfällt. Dies macht es produzierenden Unternehmen attraktiver einen Kredit zur Anschaffung von Produkten aufzunehmen, anstatt diese zu mieten oder zu leasen.
- Die **öffentliche Beschaffung** wird in der Literatur als ein wichtiger Hebel zur Forcierung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen erachtet (R. Antikainen et al., 2021; Ceschin & Vezzoli, 2010; Lingegård, 2020; Mont & Lindhqvist, 2003; Wimmer et al., 2008). Aus Sicht der Anbieter:innen ist die öffentliche Hand ein attraktiver Auftraggeber, da die Finanzierung auch bei langfristigen Verträgen mit einem geringen Risiko verbunden ist (Hannon et al., 2015). Tisch et al. (2008) legten in Bezug auf Dienstleistungssysteme eine detaillierte Analyse für die Hemmnisse in der öffentlichen Beschaffung im österreichischen Kontext vor und entwickelten Strategien zu ihrer Überwindung. Zum Zeitpunkt der Studie waren Dienstleistungssysteme in der öffentlichen Verwaltung nur vereinzelt (insb. Kopierer-Service, Miete von Medizintextilien und Einspar-Contracting bei Gebäuden) etabliert. Damit kreislauforientierte Dienstleistungssysteme eine Chance im Bieterverfahren haben, müssen die gesamten Lebenszykluskosten als Bewertungsgrundlage herangezogen werden (siehe auch R. Antikainen et al., 2021). Weiters empfehlen

Tisch et al. (2008), bei Ausschreibungen den Fokus auf das Ergebnis oder die zu erfüllende Funktion anstelle von konkreten Produkten bzw. Lösungen zu legen und auch Varianten- bzw. Alternativangebote pro Anbieter:in zu ermöglichen.

7.2.4. Finanzierung und Förderung

Für die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft ist auch privates Kapital erforderlich.

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme bilden ein interessantes

Finanzierungsinstrument (siehe Abschnitt 5.3.1), das als solches im Kontext der Transformation noch wenig Beachtung findet. Gegenüber Instrumenten wie Krediten oder privaten Investitionen durch Finanzdienstleister bieten Dienstleistungssysteme den Vorteil, dass sie die Finanzierung mit einer kreislauforientierten Produktnutzung verknüpfen können. Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme könnten insofern als ein Gegenstand der in der Kreislaufwirtschaftsstrategie vorgesehene Arbeitsgruppe „Kreislaufwirtschaft und Finanzwirtschaft“ aufgenommen werden. Weiters können zur stärkeren Mobilisierung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen für die Finanzierung der Transformation sowohl auf der Angebots- wie auch auf der Nachfrageseite Maßnahmen gesetzt werden:

- Auf der Angebotsseite bilden die mit den Anschaffungen von Produkten und Anlagen verbundenen Vorlaufkosten eine erhebliche Hürde für Unternehmen mit wenig Kapital (insb. junge Unternehmen und KMU). **Kapitalzuschüsse und begünstigte Kredite** der öffentlichen Hand können diese Hürde erheblich senken. Bei der Ausgestaltung ist der Verwendungszweck als Förderkriterium zu berücksichtigen.
- Auf der Nachfrageseite ergeben sich teilweise Wettbewerbsnachteile für Anbieter:innen von Dienstleistungssystemen in der **öffentlichen Investitionsförderung**. Teilweise sehen bestehende Förderrichtlinien vor, dass Antragssteller:innen die geförderten Produkte oder Anlagen besitzen müssen. Damit werden beispielsweise Leih-, Miet- oder Leasingmodelle gegenüber dem Kredit als Finanzierungsinstrument benachteiligt. Eine wichtige Ausnahme mit Ausbaupotential bieten die **betrieblichen Umweltförderungen** im Bereich Rohstoffmanagement, womit explizit auch Investitionen in „innovative Dienstleistungskonzepte zur Steigerung der materiellen Ressourceneffizienz“ unterstützt werden. Die bisher bewilligten Förderungen in diesem Bereich machen allerdings nur einen sehr geringen Anteil der Summe an betrieblichen Umweltförderungen in Österreich aus (BMK, 2021a). Weiters ist zu beachten, dass speziell bei Investitionsprojekten für Dienstleistungskonzepte ein geringerer Förderungssatz angewandt wird (20% gegenüber 30% für andere Projekte zur Steigerung der Ressourceneffizienz).

7.2.5. Forschung, Technologieentwicklung und Innovation

Kreislauforientierte Dienstleistungssysteme sind, vergleichbar mit der Digitalisierung, ein Querschnittsthema, das quer über die unterschiedlichen Phasen des Produktlebenszyklus liegt und auch quer über alle Themenschwerpunkte der nationalen FTI-Politik, von Produktionstechnologien bis zur klimaneutralen Stadt, von Relevanz ist. Um kreislauforientierte Dienstleistungssysteme in den unterschiedlichen FTI-Initiativen zu verankern, bedarf es einer konsequenten „**Lösungsoffenheit**“ in Ausschreibungen, die anstelle einer Fokussierung auf die Entwicklung skalierbarer Produkte offen für

unterschiedliche, auch stärker dienstleistungsbasierte Lösungsansätze ist. Dafür müssten mehrere Hürden abgebaut werden:

- Dienstleistungsinnovationen gelten als marktnäher als Produktinnovationen, weshalb Projekte eine deutlich geringere Förderquote erhalten. Die Attraktivität der Forschungsförderung für Unternehmen ist dementsprechend geringer. Wissenschaftlicher:innen zu Dienstleistungsinnovationen halten diese Einordnung bzw. **geringere Förderquoten für wenig gerechtfertigt** und fordern daher eine Neubewertung (Rubalcaba et al., 2010).
- Zur Einordnung und Bewertung von Projekten hinsichtlich ihrer erzielten Fortschritte wäre als Alternative zur etablierten „Technology Readiness Scale“ eine „**System Readiness Scale**“ erforderlich, die Innovationen von Dienstleistungssystemen unterschiedlicher Ausgestaltung und Systemreichweite abdeckt. Ein solches revidiertes Bewertungsschema müsste vor allem auch nicht-technologische Innovationen berücksichtigen (vgl. Ornetzeder et al., 2016). Auch bei Jurybesetzungen wäre zu gewährleisten, dass ausreichend Expertise zu Systeminnovationen vorliegt.
- Eine konsequente Anwendung einer Dienstleistungslogik könnte auf einer noch grundlegenden Ebene zu einer stärkeren **System- und Bedürfnisorientierung in der Forschung** beitragen. Dementsprechend könnten Antragssteller:innen dazu angehalten werden, anzugeben, auf welcher Ebene der Bedürfnisbefriedigung die zu entwickelnden Lösungen ansetzen sollen. Die entwickelten Lösungen sollten dabei nicht auf einzelne Phasen des Produktlebenszyklus beschränkt werden. Bei Ausschreibungen zur Kreislaufwirtschaft bietet es sich daher an, Entwicklungsprozesse für Dienstleistungs-, Geschäftsmodell- und Marktsysteminnovationen über alle Phasen des Produktlebenszyklus hinweg anzuregen.

Jenseits einer allgemeinen Verschiebung von einer Produktzentrierung zu einer größeren „Lösungsoffenheit“ in der FTI-Politik bieten sich auch dezidierte Initiativen zur Förderung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen als Querschnittsthema an.

- Mit der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft besteht bereits ein wichtiger Pfeiler, mit dem F&E-Vorhaben themenübergreifend unterstützt werden können. Mit diesem Technologieprogramm kann die Entwicklung der für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme erforderlichen digitalen Infrastrukturen und Produkte gefördert werden (siehe Abschnitt 6.1). Wie der vorliegende Bericht aufzeigt, erstreckt sich der F&E-Bedarf für kreislauforientierte Dienstleistungssysteme aber auch auf diverse soziale Innovationen im Design, in den Geschäftsmodellen und in der Gestaltung von Märkten. In der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft können diese Themen nur sehr begrenzt mithilfe des Förderinstruments der F&E-Dienstleistungen adressiert werden. Um diese **Förderlücke** zu schließen, wäre eine thematische Ausweitung der FTI-Initiative oder des in der Kreislaufwirtschaftsstrategie vorgesehenen sozialwissenschaftlichen Forschungsprogramms vorzusehen.

- Im Bereich der Kreislaufwirtschaft gestaltete es sich bisher als schwierig, eine diverse Forschungsgemeinschaft aufzubauen, die unterschiedliche kreislaufwirtschaftliche Prinzipien adressieren und auch die erforderliche soziale und wirtschaftliche Expertise einbringen kann. Speziell F&E-Projekte zu Dienstleistungssystemen erfordern einen holistischen Ansatz mit intensivem Einbezug unterschiedlicher Disziplinen. Um eine entsprechende Forschungsgemeinschaft aufzubauen, könnten **verstärkt jene Gemeinschaften angesprochen werden, in denen zumindest Teilaspekte von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen bereits erforscht wurden**: z. B. Mobility-as-a-Service und Leichtbau (Mobilität der Zukunft), smarte Produkte (IKT der Zukunft), Building Information Modelling (Stadt der Zukunft) oder additive Fertigung und Cloud Manufacturing (Produktion der Zukunft).

7.2.6. Digitalisierung

Die Digitalisierung kann auf vielfältige Weise zur Realisierung kreislauforientierter Dienstleistungssysteme beitragen (siehe Abschnitt 6.1.1). Eine stärkere Verschränkung von Digitalisierung und kreislauforientierten Dienstleistungssystemen ist insofern zur Förderung letzterer jedenfalls erstrebenswert. Die Entwicklung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen ist auf F&E-Netzwerke, eine starke Vertrauensbasis für den funktionierenden Wissens- und Datenaustausch sowie geeignete **digitale Plattformen** angewiesen. Initiativen wie das Green Data Hub⁵ schaffen wichtige Grundlagen zur Etablierung einer dafür erforderlichen kollaborativen Innovationskultur. Darüber hinaus könnten Plattformen angedacht werden, die die Vernetzung von KMU zur gemeinsamen Erbringung bestimmter Leistungen unterstützen (siehe Abschnitt 4.2.2).

7.2.7. Information, Wissen und Zusammenarbeit

Die Möglichkeiten sowie Vor- und Nachteile von Dienstleistungssystemen für Betriebe sind sowohl auf Nachfrage- wie Angebotsseite zum Teil noch wenig bekannt. Insbesondere KMU setzen noch vorwiegend auf den Ankauf von Produkten, obwohl gerade diese Zielgruppe von den Vorteilen aus niederschweligen Anschaffungskosten, individuellen Lösungen und Auslagerung von Peripheriebereichen des Unternehmens profitieren könnten. Dem Eindruck der befragten Expert:innen zufolge ist das Thema der (kreislauforientierten) Dienstleistungssysteme auch in der Unternehmensberatung noch unterentwickelt.

- Besonders bei Unternehmensgründungen, wo **Beratungen und Inkubationsprogramme** häufig eine wichtige Rolle einnehmen und die Lösungen noch in Entwicklung sind, besteht Potential, Aufmerksamkeit und Bewusstsein für die Möglichkeiten und Vorteile kreislauforientierter Dienstleistungssystemen zu schaffen (Wieser et al., 2022).
- Für Unternehmensberater:innen und KMU könnten **Peer2Peer und Dialog-Formate** entwickelt werden, um den Erfahrungsaustausch zu unterstützen. Dabei wären jedenfalls die unterschiedlichen Ausgangssituationen von Anbieter:innen zu berücksichtigen, insbesondere die folgenden drei groben Zielgruppen: 1) produzierende Unternehmen mit wenig Dienstleistungserfahrung, 2)

⁵ <https://www.greendatahub.at/>

Dienstleistungsanbieter mit wenig Kreislaufwirtschaftserfahrung und 3) neue Unternehmen (vgl. Matschewsky, 2019).

- Die Umsetzung von kreislauforientierten Dienstleistungssystemen erfordert ein breites **Qualifikationsprofil** im strategischen wie operativen Management, das betriebswirtschaftliche, soziale sowie technische (insb. digitale) Kompetenzen umfasst. Neben den erforderlichen Kompetenzen bedarf es außerdem einer hohen Bereitschaft von Seiten der Mitarbeiter:innen, Verantwortung für ganze Dienstleistungssysteme zu übernehmen, in engen Kontakt mit Kund:innen zu treten und flexibel auf sich verändernde Bedürfnisse einzugehen. Die Entwicklung solcher Kompetenzen und Mind-sets ist auf entsprechende Angebote im Bildungswesen (insb. Universitäts- und FH-Lehrgänge, Weiterbildungsangebote) angewiesen.

8 Ausblick

Die Heterogenität bestehender Ansätze und die weitreichenden, bisher sehr fragmentiert diskutierten Implikationen einer stärkeren Durchdringung einer Dienstleistungslogik stellten auch das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt vor große Herausforderungen. Das Projekt war vom Bemühen geleitet, unterschiedliche Perspektiven aus verschiedenen Disziplinen und mit jeweils etwas anderen Schwerpunktsetzungen einzubringen, um auch **jenseits der derzeit im Kontext der Kreislaufwirtschaft besonders intensiv diskutierten, alternativen Geschäftsmodelle zu blicken** (der Ebene der Produkt-Dienstleistungssysteme in Abbildung 1 entsprechend). Wie Abschnitt 6.3.2 aufzeigt, bedarf es auch veränderter marktwirtschaftlicher Rahmenbedingungen, damit die vorgeschlagenen Geschäftsmodelle zur sozialen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit einer Kreislaufwirtschaft beitragen. Auch die ökologische Nachhaltigkeit verlangt einen erweiterten Blickwinkel, wie in Abschnitt 5.2 dargelegt. Perspektiven, die über die Ebene der Geschäftsmodelle hinausgehen, sind daher wesentlich für eine kritische Auseinandersetzung und Bewertung der Beiträge einer Kreislaufwirtschaft. Zukünftige Projekte können auf den hier gewählten, breiteren Ansatz aufbauen und Wege aufzeigen, wie ein kontextsensitiver Umgang mit Geschäftsmodellen für kreislaufforientierte Dienstleistungssysteme aussehen kann.

Ein weiterer, wichtiger Schritt im Anschluss an diese Studie wäre eine größer angelegte **Bestandsaufnahme** im produzierenden Gewerbe, um genauer zu verstehen, welche Dienstleistungssysteme bereits implementiert werden und inwieweit die Prinzipien der Kreislaufführung und Ressourceneffizienz dabei eine Rolle spielen. Eine solche Bestandsaufnahme könnte auch erheben, welche Unternehmen F&E-Aktivitäten in Richtung kreislaufforientierter Dienstleistungssysteme planen, um die Zielgruppen für die FTI-Politik genauer bestimmen und schließlich eine vitale F&E-Gemeinschaft aufbauen zu können.

Weitere Forschungsarbeiten sind auch auf strategischer Ebene erforderlich, um mögliche **Szenarien** für das produzierende Gewerbe zu entwickeln und anhand derer nachvollziehen zu können, welche Arten von Dienstleistungssystemen und Entwicklungspfade in welchen Bereichen erforderlich sind, um die nationalen Klimaziele erreichen zu können. Foresight-Analysen könnten auch eine tiefgreifende Einschätzung der Bedeutung gegenwärtiger und zu erwartender Entwicklungen im Bereich der Dienstleistungssysteme liefern.

Letztlich sei noch in Erinnerung gerufen, dass der Fokus dieser Studie auf dem B2B-Sektor des produzierenden Gewerbes und der damit verbundenen marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen lag. Eine konsequente Orientierung an kreislauffwirtschaftlichen Dienstleistungssystemen würde zu einer **Auflösung der Idee eines „B2B-Sektors“** (siehe Fußnote 3 in Abschnitt 3.2) führen und auch **alternative Wirtschaftsstrukturen jenseits marktorientierter Geschäftsmodelle** berücksichtigen. Beispielsweise könnten öffentliche, nicht-marktorientierte Bibliotheken durchaus als Paradebeispiel für kreislaufforientierte Dienstleistungssysteme angeführt werden. Die Anwendung einer konsequenten, an grundlegenden Bedürfnissen ausgelegten Dienstleistungsperspektive, wie in Abschnitt 3.1.1 aufgezeigt, könnte diesbezüglich neue Wege für die Ressourcenpolitik aufzeigen.⁶

⁶ Für ein Beispiel einer Initiative, die Ressourcenpolitik aus einer solchen Perspektive neu zu denken, siehe Perrotti et al. (2019).

9 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grad der Systemintegration und grundlegende Ausrichtung von unterschiedlichen Lösungsansätzen (Quelle: eigene Darstellung; adaptiert von Kanda & Matschewsky, 2018)	17
Abbildung 2: Klassifikation von Dienstleistungssystemen (Quelle: Tukker, 2004)	19
Abbildung 3: Wirkungsebenen von Innovationen und Fokus dieser Studie (Quelle: eigene Darstellung)	22
Abbildung 4: Wirkungspfade von Dienstleistungssystemen in Bezug auf eine relative und absolute Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum (Quelle: Kjaer et al., 2019)	40
Abbildung 5: Übersicht über die wesentlichen In- und Outputs sowie Prozesse im produzierenden Gewerbe	45
Abbildung 6: Generationen digitaler Dienstleistungssysteme (Quelle: Zheng et al., 2019)	53
Abbildung 7: Bedingungen für kreislaforientierte Geschäftsmodelle basierend auf Dienstleistungssystemen (Quelle: Pieroni et al., 2019a; basierend auf Kjaer et al., 2019; und Pieroni et al., 2019b).....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Förderliche Produkteigenschaften für eine hohe Akzeptanz für Dienstleistungssysteme bei B2B-Kund:innen gegenüber dem Produktverkauf	38
Tabelle 2: Problematische Produkteigenschaften, die durch Dienstleistungssysteme im Sinne ökologischer Nachhaltigkeit verbessert werden können	42
Tabelle 3: Wichtige Produkteigenschaften für eine positive Umweltbilanz von Dienstleistungssystemen gegenüber dem Produktverkauf	43
Tabelle 4: Prozesse in den verschiedenen Industriesektoren (x = Prozess in Industriesektor vorhanden; x(s) = Prozess sektorübergreifend relevant; - = Prozess nicht vorhanden)	46
Tabelle 5: Produktionsbereiche des produzierenden Gewerbes inkl. deren ökonomischer und ökologischer Eignung für Dienstleistungssysteme	48
Tabelle 6: Übersicht über Dienstleistungssysteme in analysierten Bedarfsfeldern des produzierenden Gewerbes.....	50
Tabelle 7 Typologien von Geschäftsmodellen für Dienstleistungssysteme	58
Tabelle 8 Überblick des F&E-Bedarfs bei Produkt- und Dienstleistungsinnovationen	67
Tabelle 9 Überblick des F&E-Bedarfs bei Geschäftsmodellinnovationen	68
Tabelle 10 Überblick des F&E-Bedarfs bei Marktinnovationen	68
Tabelle 14 Übersicht über die geführten Interviews mit Zuordnung zu den verschiedenen Interviewarten und Prioritätsfeldern (G - Gebäude und Gebäudetechnik, M - Medizintechnik, A - Abwassermanagement, P - Maschinen/Produktionsanlagen und E - Energieversorgung)	99
Tabelle 15 Workshopteilnehmer:innen	102
Tabelle 11: Daten die im Rahmen des Projektes verwendet wurden.....	102

Tabelle 12: Daten die im Projekt generiert wurden.....	103
Tabelle 13: Beschreibung der Metadaten im Projekt	104

Literaturverzeichnis

- acatech, Circular Economy Initiative Deutschland, & SYSTEMIQ. (2021). *Circular Business Models: Overcoming Barriers, Unleashing Potentials*. acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Alcayaga, A., Wiener, M., & Hansen, E. G. (2019). Towards a framework of smart-circular systems: An integrative literature review. *Journal of Cleaner Production*, 221, 622–634.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.085>
- Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G., & Worrell, E. (2011). Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 362–381.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.002>
- Antikainen, M., Uusitalo, T., & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*, 73, 45–49. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>
- Antikainen, R., Baudry, R., Gössnitzer, A., Karppinen, T. K. M., Kishna, M., Montevecchi, F., Müller, F., Pinet, C., & Uggla, R. (2021). *Circular Business Models: Product-Service Systems on the Way to a Circular Economy*. European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network) - Interest Group on Green and Circular Economy.
- Atif, S., Ahmed, S., Wasim, M., Zeb, B., Pervez, Z., & Quinn, L. (2021). Towards a Conceptual Development of Industry 4.0, Servitisation, and Circular Economy: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 13(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/su13116501>
- 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>

- Azcarate-Aguerre, J. F., Klein, T., Konstantinou, T., & Veerman, M. (2022). Facades-as-a-Service: The Role of Technology in the Circular Servitisation of the Building Envelope. *Applied Sciences*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/app12031267>
- Baines, T., & W. Lightfoot, H. (2014). Servitization of the manufacturing firm: Exploring the operations practices and technologies that deliver advanced services. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(1), 2–35. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2012-0086>
- Barquet, A. P., Seidel, J., Seliger, G., & Kohl, H. (2016). Sustainability Factors for PSS Business Models. *Procedia CIRP*, 47, 436–441. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.021>
- Benda-Kahri, S., Karigl, B., Kral, U., Moser, G., Angelini, A., Frischenschlager, H., Heinfellner, H., Hohenblum, P., Margelik, E., Oliva, J., Neubauer, C., Stoifl, B., Tesar, M., & Vollmann, A. R. (2021). *Ergebnisdokumentation der Themen-Workshops zur Erarbeitung der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie*. Umweltbundesamt.
- Blomsma, F., Kjaer, L., Pigosso, D., McAloone, T., & Lloyd, S. (2018). Exploring Circular Strategy Combinations—Towards Understanding the Role of PSS. *Procedia CIRP*, 69, 752–757. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.129>
- BMK. (2021a). *Umweltinvestitionen des Bundes: Klima- und Umweltschutzmaßnahmen 2021*. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
- BMK. (2022). *Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft: Die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie*. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
- BMK, 2021. (2021b). *Die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie: Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft (Begutachtungsentwurf)*. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

- Bocken, N. M. P., Schuit, C. S. C., & Kraaijenhagen, C. (2018). Experimenting with a circular business model: Lessons from eight cases. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 28, 79–95. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.02.001>
- Boon, W. P. C., Edler, J., & Robinson, D. K. R. (2020). Market formation in the context of transitions: A comment on the transitions agenda. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 346–347. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.006>
- Boons, F. (2021). From Business Models to Modes of Provision: Framing Sustainable Consumption and Production. In R. Bali Swain & S. Sweet (Eds.), *Sustainable Consumption and Production, Volume II: Circular Economy and Beyond* (pp. 17–33). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55285-5_2
- Bostoen, F., Van Acker, L., & Devroe, W. (2022). *Servitization and Competition Law* (SSRN Scholarly Paper No. 4147767). <https://papers.ssrn.com/abstract=4147767>
- Brax, S. A., Calabrese, A., Levaldi Ghiron, N., Tiburzi, L., & Grönroos, C. (2021). Explaining the servitization paradox: A configurational theory and a performance measurement framework. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(5), 517–546. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2020-0535>
- Bressanelli, G., Adrodegari, F., Perona, M., & Sacconi, N. (2018a). The role of digital technologies to overcome Circular Economy challenges in PSS Business Models: An exploratory case study. *Procedia CIRP*, 73, 216–221. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.322>
- Bressanelli, G., Adrodegari, F., Perona, M., & Sacconi, N. (2018b). Exploring How Usage-Focused Business Models Enable Circular Economy through Digital Technologies. *Sustainability*, 10(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su10030639>
- Bressanelli, G., Adrodegari, F., Pigosso, D. C. A., & Parida, V. (2022). Towards the Smart Circular Economy Paradigm: A Definition, Conceptualization, and Research Agenda. *Sustainability*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/su14094960>

- Brodie, R. J., Löbler, H., & Fehrer, J. A. (2019). Evolution of service-dominant logic: Towards a paradigm and metatheory of the market and value cocreation? *Industrial Marketing Management*, 79, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.03.003>
- Brown, P., Bocken, N. M. P., & Balkenende, R. (2019). Why Do Companies Pursue Collaborative Circular Oriented Innovation? *Sustainability*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su11030635>
- Bustinza, O. F., Bigdeli, A. Z., Baines, T., & Elliot, C. (2015). Servitization and Competitive Advantage: The Importance of Organizational Structure and Value Chain Position. *Research-Technology Management*, 58(5), 53–60. <https://doi.org/10.5437/08956308X5805354>
- Bustinza, O. F., Lafuente, E., Rabetino, R., Vaillant, Y., & Vendrell-Herrero, F. (2019). Make-or-buy configurational approaches in product-service ecosystems and performance. *Journal of Business Research*, 104, 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.035>
- Callon, M., Méadel, C., & Rabeharisoa, V. (2002). The economy of qualities. *Economy and Society*, 31(2), 194–217. <https://doi.org/10.1080/03085140220123126>
- Carmona, L. G., Whiting, K., Carrasco, A., Sousa, T., & Domingos, T. (2017). Material Services with Both Eyes Wide Open. *Sustainability*, 9(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/su9091508>
- Ceschin, F. (2013). Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-Service systems: Insights from innovation studies and companies' experiences. *Journal of Cleaner Production*, 45, 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.034>
- Ceschin, F. (2014). The societal embedding of sustainable Product-Service Systems: Looking for synergies between strategic design and transition studies. In *Product-Service System Design for Sustainability*. Routledge.
- Ceschin, F., & Vezzoli, C. (2010). *The role of public policy in stimulating radical environmental impact reduction in the automotive sector: The need to focus on product-service system innovation*. <https://doi.org/10.1504/IJATM.2010.032631>
- Çetin, S., De Wolf, C., & Bocken, N. (2021). Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. *Sustainability*, 13(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/su13116348>

- Chen, Z., & Huang, L. (2019). Application review of LCA (Life Cycle Assessment) in circular economy: From the perspective of PSS (Product Service System). *Procedia CIRP*, *83*, 210–217.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.141>
- Clemente, D. H., Abadia, L. G., Araujo Galvão, G. D., & de Carvalho, M. M. (2018). Product-Service Systems (PSS) and Public Policies: Lessons from the Literature. *Procedia CIRP*, *73*, 284–290.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.325>
- Cook, M. B. (2014). Fluid transitions to more sustainable product service systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *12*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.04.003>
- Cook, M. B., Bhamra, T. A., & Lemon, M. (2006). The transfer and application of Product Service Systems: From academia to UK manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, *14*(17), 1455–1465. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.018>
- Dachs, B., Biege, S., Borowiecki, M., Lay, G., Jäger, A., & Schartinger, D. (2013). Servitization in European manufacturing industries: Empirical evidence from a large-scale database. *The Service Industries Journal*. <https://doi.org/10.1080/02642069.2013.776543>
- Davies, A., Brady, T., & Hobday, M. (2007). Organizing for solutions: Systems seller vs. systems integrator. *Industrial Marketing Management*, *36*(2), 183–193.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2006.04.009>
- De los Rios, I. C., & Charnley, F. J. S. (2017). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*, *160*, 109–122.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130>
- Deixelberger, P., Steiner, J., Schabbauer, K., Koglgruber, F., Wrulich, H., & Fresner, J. (2010). *Entlacken als Dienstleistung* (Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung).
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Desmarchelier, B., Djellal, F., & Gallouj, F. (2020). Towards a servitization of innovation networks: A mapping. *Public Management Review*, *22*(9), 1368–1397.
<https://doi.org/10.1080/14719037.2019.1637012>

- Djellal, F., & Gallouj, F. (2016). Service innovation for sustainability: Paths for greening through service innovation. In *Service innovation* (pp. 187–215). Springer.
- Djellal, F., & Gallouj, F. (2018). Services, service innovation and the ecological challenge. *A Research Agenda for Service Innovation*, 27–45.
- Doni, F., Corvino, A., & Bianchi Martini, S. (2019). Servitization and sustainability actions. Evidence from European manufacturing companies. *Journal of Environmental Management*, 234, 367–378. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.004>
- Eisenmenger, N., Plank, B., Milota, E., & Gierlinger, S. (2020). *Ressourcennutzung in Österreich 2020. Band 3*. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:37bda35d-bf65-4230-bd51-64370feb5096/RENU20_LF_DE_web.pdf
- Ertz, M., Leblanc-Proulx, S., Sarigöllü, E., & Morin, V. (2019). Made to break? A taxonomy of business models on product lifetime extension. *Journal of Cleaner Production*, 234, 867–880. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.264>
- Ferasso, M., Beliaeva, T., Kraus, S., Clauss, T., & Ribeiro-Soriano, D. (2020). Circular economy business models: The state of research and avenues ahead. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3006–3024. <https://doi.org/10.1002/bse.2554>
- Fernandes, S. da C., Pigozzo, D. C. A., McAloone, T. C., & Rozenfeld, H. (2020). Towards product-service system oriented to circular economy: A systematic review of value proposition design approaches. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120507. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120507>
- Fisher, O., Watson, N., Porcu, L., Bacon, D., Rigley, M., & Gomes, R. L. (2018). Cloud manufacturing as a sustainable process manufacturing route. *Journal of Manufacturing Systems*, 47, 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.03.005>
- Fresner, J., Jantschgi, J., Henzler, M., Melnitzky, S., Wimmer, R., & Stahel, W. R. (2007). *Risikofrei zur Produktdienstleistung (RISP)* (Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

- Friesenbichler, K. S., & Kügler, A. (2022). Servitization across countries and sectors: Evidence from world input-output data. *Economic Systems*, 46(3), 101014.
<https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2022.101014>
- Gallouj, F., Weber, K. M., Stare, M., & Rubalcaba, L. (2015). The futures of the service economy in Europe: A foresight analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 94, 80–96.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.06.009>
- Gebauer, H., Edvardsson, B., Gustafsson, A., & Witell, L. (2010). Match or Mismatch: Strategy-Structure Configurations in the Service Business of Manufacturing Companies. *Journal of Service Research*, 13(2), 198–215. <https://doi.org/10.1177/1094670509353933>
- 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>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- González Chávez, C. A., Romero, D., Rossi, M., Luglietti, R., & Johansson, B. (2019). Circular Lean Product-Service Systems Design: A Literature Review, Framework Proposal and Case Studies. *Procedia CIRP*, 83, 419–424. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.109>
- Guzzo, D., Trevisan, A. H., Echeveste, M., & Costa, J. M. H. (2019). Circular Innovation Framework: Verifying Conceptual to Practical Decisions in Sustainability-Oriented Product-Service System Cases. *Sustainability*, 11(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su11123248>
- Halstenberg, F. A., Dönmez, J., Mennenga, M., Herrmann, C., & Stark, R. (2021). Knowledge transfer and engineering methods for smart-circular product service systems. *Procedia CIRP*, 100, 379–384. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.088>
- Halstenberg, F. A., Lindow, K., & Stark, R. (2019). Leveraging Circular Economy through a Methodology for Smart Service Systems Engineering. *Sustainability*, 11(13), Article 13.
<https://doi.org/10.3390/su11133517>

- Halstenberg, F. A., & Stark, R. (2019). Introducing Product Service System Architectures for realizing Circular Economy. *Procedia Manufacturing*, 33, 663–670.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.083>
- Han, J., Heshmati, A., & Rashidghalam, M. (2020). Circular Economy Business Models with a Focus on Servitization. *Sustainability*, 12(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/su12218799>
- Hannon, M. J., Foxon, T. J., & Gale, W. F. (2015). ‘Demand pull’ government policies to support Product-Service System activity: The case of Energy Service Companies (ESCOs) in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 108, 900–915. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.082>
- Hansen, E. G., Lüdeke-Freund, F., & Fichter, K. (2020). *Circular Business Model Typology: Actor, Circular Strategy, and Service Level*. Institute for Integrated Quality Design.
- Hansen, E. G., & Revellio, F. (2020). Circular value creation architectures: Make, ally, buy, or laissez-faire. *Journal of Industrial Ecology*, 24(6), 1250–1273.
- Harris, S., Martin, M., & Diener, D. (2021). Circularity for circularity’s sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.018>
- Helander, A., & Möller, K. (2008). How to Become Solution Provider: System Supplier’s Strategic Tools. *Journal of Business-to-Business Marketing*, 15(3), 247–289.
<https://doi.org/10.1080/15470620802059265>
- Hertwich, E. G., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N., Ali, S., Tu, Q., Ardente, F., Berrill, P., Fishman, T., Kanaoka, K., Kulczycka, J., Makov, T., Masanet, E., & Wolfram, P. (2020). *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. International Resource Panel (IRP). United Nations Environment Programme.
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.3542680>
- Hinterberger, F., Jasch, C., Hammerl, B., & Wimmer, W. (2006). Leuchttürme für industrielle Produkt-Dienstleistungssysteme. *Potenzialerhebung in Europa Und Anwendbarkeit in Österreich*, BMVIT, Wien.

- Hofmann, F. (2019). Circular business models: Business approach as driver or obstructer of sustainability transitions? *Journal of Cleaner Production*, 224, 361–374.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.115>
- Hofmann, F., & Jaeger-Erben, M. (2020). Organizational transition management of circular business model innovations. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2770–2788.
<https://doi.org/10.1002/bse.2542>
- Hojnik, J. (2016). The servitization of industry: EU law implications and challenges. *Common Market Law Review*, 53(6).
<https://kluwerlawonline.com/api/Product/CitationPDFURL?file=Journals\COLA\COLA2016143.pdf>
- Hojnik, J. (2018). Ecological modernization through servitization: EU regulatory support for sustainable product–service systems. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 27(2), 162–175. <https://doi.org/10.1111/reel.12228>
- Hüer, L., Hagen, S., Thomas, O., & Pfisterer, H.-J. (2018). Impacts of Product-Service Systems on Sustainability – A structured Literature Review. *Procedia CIRP*, 73, 228–234.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.014>
- Huikkola, T., & Kohtamäki, M. (2018). Business Models in Servitization. In M. Kohtamäki, T. Baines, R. Rabetino, & A. Z. Bigdeli (Eds.), *Practices and Tools for Servitization: Managing Service Transition* (pp. 61–81). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76517-4_4
- Huikkola, T., Rabetino, R., Kohtamäki, M., & Gebauer, H. (2020). Firm boundaries in servitization: Interplay and repositioning practices. *Industrial Marketing Management*, 90, 90–105.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.06.014>
- Ingemarsdotter, E., Jamsin, E., Kortuem, G., & Balkenende, R. (2019). Circular Strategies Enabled by the Internet of Things—A Framework and Analysis of Current Practice. *Sustainability*, 11(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/su11205689>

- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jacobides, M. G., & Lianos, I. (2021). Ecosystems and competition law in theory and practice. *Industrial and Corporate Change*, 30(5), 1199–1229. <https://doi.org/10.1093/icc/dtab061>
- Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A.-M., Ebrahimigharehbaghi, S., Alonso-González, M. J., & Narayan, J. (2017). Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes and Key Challenges. *Urban Planning*, 2(2), 13–25.
- Kanda, W., Geissdoerfer, M., & Hjelm, O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2814–2829. <https://doi.org/10.1002/bse.2895>
- Kanda, W., & Matschewsky, J. (2018). An exploratory expansion of the concept of product-service systems beyond products and services. *Procedia CIRP*, 73, 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.328>
- Kasulaitis, B. V., Babbitt, C. W., & Krock, A. K. (2019). Dematerialization and the Circular Economy: Comparing Strategies to Reduce Material Impacts of the Consumer Electronic Product Ecosystem. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 119–132. <https://doi.org/10.1111/jiec.12756>
- Kasulaitis, B. V., Babbitt, C. W., & Tyler, A. C. (2021). The role of consumer preferences in reducing material intensity of electronic products. *Journal of Industrial Ecology*, 25(2), 435–447. <https://doi.org/10.1111/jiec.13052>
- Kaufmann, J., Kaufmann, P., Petzlberger, K., Wieser, H., Worrack, H., Zulawski, M., & Koss, A. (2022). *Lightweight Construction in Austria: Status quo, trends, and policy options for the Austrian and European light-weight community, with a focus on mobility* [Bericht für das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie]. KMU Forschung Austria, VDI-VDE-it.
- Kjaer, L. L., Pigosso, D. C. A., Niero, M., Bech, N. M., & McAlloone, T. C. (2019). Product/Service-Systems for a Circular Economy: The Route to Decoupling Economic Growth from Resource Consumption? *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 22–35. <https://doi.org/10.1111/jiec.12747>

- Köhler, A. R., Hilty, L. M., & Bakker, C. (2011). Prospective Impacts of Electronic Textiles on Recycling and Disposal. *Journal of Industrial Ecology*, *15*(4), 496–511. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00358.x>
- Kohtamäki, M., Parida, V., Oghazi, P., Gebauer, H., & Baines, T. (2019). Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. *Journal of Business Research*, *104*, 380–392. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.027>
- Konietzko, J., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*, *253*, 119942. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- Kotschan, M., Kalb, R., Pecharda, S., Staber, W., & Lackner, C. (2006). *Erstellung eines Konzepts zur Entwicklung der 'Dienstleistung Schmierung' zur Maximierung der Anlagenlebensdauer auf Basis von ionischen Flüssigkeiten als Spezi­alschmiermittel* (Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Kowalkowski, C., Windahl, C., Kindström, D., & Gebauer, H. (2015). What service transition? Rethinking established assumptions about manufacturers' service-led growth strategies. *Industrial Marketing Management*, *45*, 59–69. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.02.016>
- Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Haberl, H. (2020). Growing stocks of buildings, infrastructures, and machinery as key challenge for compliance with climate targets. *Global Environmental Change*, *61*, 102034. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102034>
- Kropp, E., & Totzek, D. (2020). How institutional pressures and systems characteristics shape customer acceptance of smart product-service systems. *Industrial Marketing Management*, *91*, 468–482. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.10.008>
- Kühl, C., Bourlakis, M., Aktas, E., & Skipworth, H. (2022). Product-service systems and circular supply chain practices in UK SMEs: The moderating effect of internal environmental orientation. *Journal of Business Research*, *146*, 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.078>

- Kühl, C., Tjahjono, B., Bourlakis, M., & Aktas, E. (2018). Implementation of Circular Economy principles in PSS operations. *Procedia CIRP*, *73*, 124–129.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.303>
- Lingegård, S. (2020). Product service systems: Business models towards a circular economy. *Handbook of the Circular Economy*, 61–73.
- Lütjen, H., Schultz, C., Tietze, F., & Urmetzer, F. (2019). Managing ecosystems for service innovation: A dynamic capability view. *Journal of Business Research*, *104*, 506–519.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.001>
- Mastrogiacomo, L., Barravecchia, F., & Franceschini, F. (2019). A worldwide survey on manufacturing servitization. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *103*(9), 3927–3942. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03740-z>
- Matschewsky, J. (2019). Unintended Circularity?—Assessing a Product-Service System for its Potential Contribution to a Circular Economy. *Sustainability*, *11*(10), Article 10.
<https://doi.org/10.3390/su11102725>
- McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. A. (2019). *Special Issue: Achieving a Sustainable Circular Economy through Product/Service-Systems*. Sustainability.
https://www.mdpi.com/journal/sustainability/special_issues/Circular_Economy_Product_Service_Systems#editors
- McAloone, T. C., Pigosso, D. C. A., Mortensen, N. H., & Shimomura, Y. (2017). Editorial. *Procedia CIRP*, *64*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.129>
- Mont, O., & Lindqvist, T. (2003). The role of public policy in advancement of product service systems. *Journal of Cleaner Production*, *11*(8), 905–914. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00152-X](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00152-X)
- Moro, S. R., Cauchick-Miguel, P. A., & de Sousa Mendes, G. H. (2022). Adding sustainable value in product-service systems business models design: A conceptual review towards a framework proposal. *Sustainable Production and Consumption*, *32*, 492–504.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.04.023>

- Moser, G., Karigl, B., & Benda-Kahri, S. (2021). *Grundlagendokument—Entwicklung einer Kreislaufwirtschaftsstrategie*. Umweltbundesamt.
- Neely, A. (2011). *The Servitization of Manufacturing: A Longitudinal Study of Global Trends*.
<https://fishmandavidson.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2016/04/01-Neely-110228-WhartonForum.pdf>
- Neligan, A., Baumgartner, R. J., Geissdoerfer, M., & Schöggel, J.-P. (2022). Circular disruption: Digitalisation as a driver of circular economy business models. *Business Strategy and the Environment*. <https://doi.org/10.1002/bse.3100>
- OECD. (2017). *Investing in Climate, Investing in Growth*. OECD.
- Oliva, R., & Kallenberg, R. (2003). Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management*, 14(2), 160–172.
<https://doi.org/10.1108/09564230310474138>
- Ornetzeder, M., Capari, L., & Gutting, A. (2016). *Monitoring urbaner Technologien: Ein Modell zur Abschätzung der Reife soziotechnischer Innovationen für die Stadt der Zukunft* (No. 18; Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung). Institut für Technikfolgen-Abschätzung.
- Pagoropoulos, A., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2017). The Emergent Role of Digital Technologies in the Circular Economy: A Review. *Procedia CIRP*, 64, 19–24.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.047>
- Pardo, C., Ivens, B. S., & Pagani, M. (2020). Are products striking back? The rise of smart products in business markets. *Industrial Marketing Management*, 90, 205–220.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.06.011>
- Pecorari, P. M., & Lima, C. R. C. (2021). Correlation of customer experience with the acceptance of product-service systems and circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125275.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125275>
- Perrotti, D., Whiting, K., & Carmona, L. G. (2019, November 22). *Re-envisioning circular economy policy in line with a service perspective*. EU Raw Materials Week - Sustainability from a

Service Perspective Workshop, European Commission, Brüssel.

<https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:222405>

- Pezzotta, G., Arioli, V., Adrodegari, F., Rapaccini, M., Saccani, N., Rakic, S., Marjanovic, U., West, S., Stoll, O., Meierhofer, J., Holst, L., Wiesner, S. A., Bertoni, M., Romero, D., Pirola, F., Sala, R., & Gaiardelli, P. (2022). Digital Servitization in the Manufacturing Sector: Survey Preliminary Results. In D. Y. Kim, G. von Cieminski, & D. Romero (Eds.), *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing and Logistics Systems: Turning Ideas into Action* (pp. 310–320). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16411-8_37
- Pieroni, M. P. P., McAloone, T. C., & Pigozzo, D. C. A. (2019a). Configuring New Business Models for Circular Economy through Product–Service Systems. *Sustainability*, *11*(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/su11133727>
- Pieroni, M. P. P., McAloone, T. C., & Pigozzo, D. C. A. (2019b). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, *215*, 198–216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>
- Plank, C., Liehr, S., Hummel, D., Wiedenhofer, D., Haberl, H., & Görg, C. (2021). Doing more with less: Provisioning systems and the transformation of the stock-flow-service nexus. *Ecological Economics*, *187*, 107093. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107093>
- Plepys, A., Heiskanen, E., & Mont, O. (2015). European policy approaches to promote servicizing. *Journal of Cleaner Production*, *97*, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.029>
- Prendeville, S., & Bocken, N. (2017). Sustainable Business Models through Service Design. *Procedia Manufacturing*, *8*, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.037>
- Proske, M., & Jaeger-Erben, M. (2019). Decreasing obsolescence with modular smartphones? – An interdisciplinary perspective on lifecycles. *Journal of Cleaner Production*, *223*, 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.116>
- Rabetino, R., Kohtamäki, M., Brax, S. A., & Sihvonen, J. (2021). The tribes in the field of servitization: Discovering latent streams across 30 years of research. *Industrial Marketing Management*, *95*, 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.04.005>

- Ramsheva, Y. K., Moalem, R. M., & Milios, L. (2020). Realizing a Circular Concrete Industry in Denmark through an Integrated Product, Service and System Perspective. *Sustainability*, 12(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/su12229423>
- Reim, W., Lenka, S., Frishammar, J., & Parida, V. (2017). Implementing Sustainable Product–Service Systems Utilizing Business Model Activities. *Procedia CIRP*, 64, 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.130>
- Reim, W., Sjödin, D., & Parida, V. (2021). Circular business model implementation: A capability development case study from the manufacturing industry. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2745–2757. <https://doi.org/10.1002/bse.2891>
- Reisinger, H., & Krammer, H.-J. (2008). *Dienstleistung statt Produkt: Innovative Dienstleistungen aus Sicht der Abfallvermeidung*. Umweltbundesamt.
- Rennpferdt, C., Greve, E., & Krause, D. (2019). The Impact of Modular Product Architectures in PSS Design: A systematic Literature Review. *Procedia CIRP*, 84, 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.197>
- 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>
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2020). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1662–1687. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
- Rubalcaba, L., Gallego, J., & Hertog, P. D. (2010). The case of market and system failures in services innovation. *The Service Industries Journal*, 30(4), 549–566. <https://doi.org/10.1080/02642060903067571>
- Sassanelli, C., Urbinati, A., Rosa, P., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2020). Addressing circular economy through design for X approaches: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 120, 103245. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103245>

- Schenkl, S. A., Rösch, C., & Mörtl, M. (2014). Literature study on factors influencing the market acceptance of PSS. *Procedia CIRP*, *16*, 98–103.
- Schmidt, D. M., Bauer, P., & Mörtl, M. (2015). PSS for influencing customer barriers and acceptance. *Journal of Economics, Business and Management*, *3*(10), 990–993.
- Schmidt, D. M., Malaschewski, O., Fluhr, D., & Mörtl, M. (2015). Customer-oriented Framework for Product-service Systems. *Procedia CIRP*, *30*, 287–292.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.106>
- Schögl, J.-P., Stumpf, L., & Baumgartner, R. J. (2020). The narrative of sustainability and circular economy—A longitudinal review of two decades of research. *Resources, Conservation and Recycling*, *163*, 105073. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105073>
- Sousa-Zomer, T. T., & Cauchick Miguel, P. A. (2018). Sustainable business models as an innovation strategy in the water sector: An empirical investigation of a sustainable product-service system. *Journal of Cleaner Production*, *171*, S119–S129.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.063>
- Spring, M., & Araujo, L. (2017). Product biographies in servitization and the circular economy. *Industrial Marketing Management*, *60*, 126–137.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.07.001>
- Sprong, N., Driessen, P. H., Hillebrand, B., & Molner, S. (2021). Market innovation: A literature review and new research directions. *Journal of Business Research*, *123*, 450–462.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.057>
- Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy* (Second Edition). Palgrave Macmillan.
- Statistik Austria. (2019). *STATcube – Statistische Datenbank von Statistik Austria*. Bundesanstalt Statistik Österreich. <https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/dataCatalogu>
- Svensson, S., Richter, J. L., Maitre-Ekern, E., Pihlajarinne, T., Maigret, A., & Dalhammar, C. (2018). *The Emerging 'Right to Repair' legislation in the EU and the U.S.: Going Green CARE INNOVATION 2018*.

- Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 43(2), 172–194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Tisch, A., Seebacher, U., Klade, M., Kaltenecker, I., Windsperger, A., Tuschl, R., & Rohrschach, E. (2008). *PSS-ÖB: Strategien zum Umgang mit Umsetzungshemmnissen bei der Einführung von ökoeffizienten Produkt-Service-Systemen in der öffentlichen Beschaffung* (Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung). Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
- Toxopeus, H., Achterberg, E., & Polzin, F. (2021). How can firms access bank finance for circular business model innovation? *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2773–2795. <https://doi.org/10.1002/bse.2893>
- Tukker, A. (2004). Eight types of product–service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, 13(4), 246–260. <https://doi.org/10.1002/bse.414>
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.049>
- Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487–498. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>
- Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2011). It’s all B2B...and beyond: Toward a systems perspective of the market. *Industrial Marketing Management*, 40(2), 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2010.06.026>
- Vargo, S. L., Wieland, H., & Akaka, M. A. (2015). Innovation through institutionalization: A service ecosystems perspective. *Industrial Marketing Management*, 44, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.10.008>
- Vendrell-Herrero, F., & Wilson, J. R. (2017). Servitization for territorial competitiveness: Taxonomy and research agenda. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 27(1), 2–11. <https://doi.org/10.1108/CR-02-2016-0005>

- Vermunt, D. A., Negro, S. O., Verweij, P. A., Kuppens, D. V., & Hekkert, M. P. (2019). Exploring barriers to implementing different circular business models. *Journal of Cleaner Production*, 222, 891–902. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.052>
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J. C., & Kohtala, C. (2015). New design challenges to widely implement 'Sustainable Product–Service Systems'. *Journal of Cleaner Production*, 97, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.061>
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Osanjo, L., M'Rithaa, M. K., Moalosi, R., Nakazibwe, V., & Diehl, J. C. (2018). Sustainable Product-Service System (S.PSS). In C. Vezzoli, F. Ceschin, L. Osanjo, M. K. M'Rithaa, R. Moalosi, V. Nakazibwe, & J. C. Diehl (Eds.), *Designing Sustainable Energy for All: Sustainable Product-Service System Design Applied to Distributed Renewable Energy* (pp. 41–51). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70223-0_3
- Visnjic, I., Ringov, D., & Arts, S. (2019). Which Service? How Industry Conditions Shape Firms' Service-Type Choices. *Journal of Product Innovation Management*, 36(3), 381–407. <https://doi.org/10.1111/jpim.12483>
- Wang, K., Costanza-van den Belt, M., Heath, G., Walzberg, J., Curtis, T., Barrie, J., Schröder, P., Lazer, L., & Altamirano, J. C. (2022). *Circular Economy as a Climate Strategy: Current knowledge and calls-to-action* [Working Paper]. World Resources Institute.
- Wasserbaur, R., Sakao, T., & Lindahl, M. (2019). System analysis including aspects of governmental policies, business models and product/service design. *Procedia CIRP*, 83, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.136>
- Wasserbaur, R., Sakao, T., & Milios, L. (2022). Interactions of governmental policies and business models for a circular economy: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 337, 130329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130329>
- West, S., Gaiardelli, P., Bigdeli, A., & Baines, T. (2018). Exploring operational challenges for servitization: An European survey. In A. Z. Bigdeli, T. Frandsen, J. Raja, & T. Baines (Eds.), *Proceedings of 2018 Spring Servitization Conference "Driving Competitiveness through Servitization* (pp. 9–17).

- Whiting, K., Carmona, L. G., & Carrasco, A. (2022). The resource service cascade: A conceptual framework for the integration of ecosystem, energy and material services. *Environmental Development*, 41, 100647. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100647>
- Wiedenhofer, D., Fishman, T., Lauk, C., Haas, W., & Krausmann, F. (2019). Integrating Material Stock Dynamics Into Economy-Wide Material Flow Accounting: Concepts, Modelling, and Global Application for 1900–2050. *Ecological Economics*, 156, 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.010>
- Wieser, H. (2021). *From Throwaway Objects to Premium Platforms: A Biography of Mobile Phones and their Marketisation in the UK (2000-2018)* [PhD Dissertation, Universität Manchester]. [https://www.research.manchester.ac.uk/portal/en/theses/from-throwaway-objects-to-premium-platforms-a-biography-of-mobile-phones-and-their-marketisation-in-the-uk-20002018\(138aacd6-5807-47bc-b14b-db0acd64bdf8\).html](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/en/theses/from-throwaway-objects-to-premium-platforms-a-biography-of-mobile-phones-and-their-marketisation-in-the-uk-20002018(138aacd6-5807-47bc-b14b-db0acd64bdf8).html)
- Wieser, H., Bachinger, K., Hosner, D., Kofler, J., & Wich, V. (2022). *New Business Ventures for a Circular Economy: A Policy Guide to Rethinking Entrepreneurial Ecosystems* (N°1; Policy Insight). KMU Forschung Austria.
- Wiesner, S., Behrens, L., & Baalsrud Hauge, J. (2020). Business Model Development for a Dynamic Production Network Platform. In B. Lalic, V. Majstorovic, U. Marjanovic, G. von Cieminski, & D. Romero (Eds.), *Advances in Production Management Systems. Towards Smart and Digital Manufacturing* (pp. 749–757). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5_86
- Wimmer, R., Binting, R., Scheicher, G., Plößnig, G., Paarhammer, A., & De Monte, H. (2009). *Strategieentwicklung für eine industrielle Serienfertigung ökologischer Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen* (Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung No. 24/2009). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Wimmer, R., Kang, M. J., Tischner, U., Verkuijl, M., Fresner, J., & Möller, M. (2008). *Erfolgsstrategien für Produkt-Dienstleistungssysteme*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, bmvit.

Yang, M., & Evans, S. (2019). Product-service system business model archetypes and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 220, 1156–1166.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.067>

Yang, M., Smart, P., Kumar, M., Jolly, M., & Evans, S. (2018). Product-service systems business models for circular supply chains. *Production Planning & Control*, 29(6), 498–508.

<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449247>

Zheng, P., Wang, Z., Chen, C.-H., & Pheng Khoo, L. (2019). A survey of smart product-service systems: Key aspects, challenges and future perspectives. *Advanced Engineering Informatics*, 42,

100973. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.100973>

Abkürzungsverzeichnis

BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Technologie und Innovation
B2B	Business-to-Business
F&E	Forschung und Entwicklung
FTI	Forschungs-, Technologie- und Innovation
KMU	Klein- und Mittelunternehmen

10 Anhang

10.1. Übersicht Interviewpartner:innen

Tabelle 11 Übersicht über die geführten Interviews mit Zuordnung zu den verschiedenen Interviewarten und Prioritätsfeldern (G - Gebäude und Gebäudetechnik, M - Medizintechnik, A - Abwassermanagement, P - Maschinen/Produktionsanlagen und E - Energieversorgung)

Kontaktpersonen	Organisation	Expert:innen- interview Wissenschaftler: innen	Expert:innen- Interview Vertreter:innen des produzierenden Gewerbes	Interviews aus den Prioritätsfeldern
Robert Wimmer und Myung Yoo Wang	GRAT – Gruppe für Angepasste Technologie, Technische Universität Wien	x	-	-
Mario Boßlau	Smart Innovation Institute; IU International University of Applied Sciences, Baden- Württemberg	x	-	-
Stefan A. Wiesner	BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik	x	-	-
Till Blüher	Fachgebiet industrielle Informations- technik, Technische Universität Berlin	x	-	-
Max Werrel	Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisati on, Technische Universität Kaiserslautern	x	-	-

Giuditta Pezzotta	Department für Management, Information und Produktion, Universität Bergamo	x	-	-
Ralph Hoch	Digital Factory Vorarlberg, FH Vorarlberg	x	-	-
Barbara Plank	Institut für Soziale Ökologie, Universität für Bodenkultur Wien	x	-	-
Gerald Piringer	FH Burgenland	x	-	-
Thomas Matthias Romm	BauKarussell	-	-	G
Alexander Szymoniuk	Lukas Lang Building Technologies	-	-	G
Thomas Ramstl, Martin Morpurgo	WAGO	-	-	G
Anonym	INTEGRAL	-	-	G
Michael König	CHD Meridian	-	-	M
Thomas Pust	CNSystems	-	-	M
Michael Schwarzgruber	Gtec	-	-	M
Michael Vogeles	Interventional Systems	-	-	M
Manuel Landeira-Marino	Tyromotion	-	-	M
Paul Sorger-Domenigg	Albin Sorger „zum Weinrebenbäcker“ GmbH	-	-	P
Martin Kiesenebner	Gebrüder Woerle Ges.m.b.H	-	-	P
Kurt Wilhelm	ATC Water Solutions	-	-	A
Georg Hutter	Milteco GmbH	-	-	P
Erich Rybar	Stadtwerke Gleisdorf	-	-	E

Robert Gampmayer	Rotreat Abwasserreiniungs GmbH	-	-	A
Andreas Zöscher	Wasserverband Mürzverband	-	-	A
Alois Strobl	Kläranlage Weiz	-	-	A
Johannes Luttenberger	SOLID Solar Energy Systems	-	-	P, E
Doris Lengauer	Land Steiermark - Referat Pflanzengesundheit und Spezialkulturen	x	-	P, E
Wolfgang Muth	Wirtschaftskammer, Bundesinnung Chemisches Gewerbe und der Denkmal-, Fassaden- und Gebäudereiniger (Geschäftsführer)	-	x	-
Wolfgang Steinmann	Verband österreichischer Leasing- Gesellschaften (VÖL)	-	x	-
Gerfried Habenicht	Wirtschaftskammer Österreich	-	x	-
Andreas Henkel	Wirtschaftskammer Österreich	-	x	-
Dieter Drexel	Industriellenvereinigung	-	x	-

10.2. Übersicht Workshopteilnehmer*innen

Tabelle 12 Workshopteilnehmer:innen

Teilnehmer:innen	Organisation
Arno Gattinger	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Barbara Schmon	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Teresa Matousek	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Andreas Henkel	Wirtschaftskammer Österreich, Bundessparte Gewerbe und Handwerk
Maria Langsenlehner	Circular Futures und Umweltdachverband
Ferdinand Pircher	Austria Leasing GmbH (Tochtergesellschaft der Raiffeisen Leasing)
Franz Theuretzbacher	Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)
Christoph Brunner	AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

10.3. Data Management Plan (DMP)

1: Datenerstellung und Dokumentation

In Tabelle 13 sind die Daten gelistet, die im gegenständlichen Projekt verwendet wurden.

Tabelle 13: Daten die im Rahmen des Projektes verwendet wurden

Beschreibung	Typ	Art	Quelle	Zugang	Link
Energiegesamtr rechnung ab 2008	Numerisch	Historische Zeitreihen (historische Daten)	Statistik Austria	Öffentlich	https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml
Gütereinsatz nach Güterkategorien und deren Einsatz 2020	Numerisch	Historische Zeitreihen (historische Daten)	Statistik Austria	Öffentlich	https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiStrCg37L-AhVyMOWKHZzWCwEQFnoECB4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.statistik.at%2Ffileadmin%2Fpages%2F185%2FGueterereinsatz_2020_nach_Gueterkategorien_und_derer_Einsatz

					_nach_OENACE- Abteilungen.ods&usg= AOvVaw2obRFnjYfcY MUrg2YCcah_
Hauptergebnisse der Leistungs- und Strukturstatistik	Numerisch	Historische Zeitreihen (historische Daten)	Statistik Austria	Öffentlich	https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml
Nutzenergieanalyse Österreich 1993 - 2020	Numerisch	Historische Zeitreihen (historische Daten)	Statistik Austria	Öffentlich	https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml
Luftemissionsrechnung ab 2008	Numerisch	Historische Zeitreihen (historische Daten)	Statistik Austria	Öffentlich	https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml
Treibhausgasemissionen NAMEA ab 1995 (Q)	Numerisch	Historische Zeitreihen (historische Daten)	Statistik Austria	Öffentlich	https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml
Matrix aus Prozessen (Unit Operation), Technologien (Technologies) und Sektoren (Industry Sectors)	Strukturierter Text	Datenbank	AEE INTEC	öffentlich	http://wiki.zero-emissions.at/index.php?title=Main_Page

In Tabelle 13 sind die Daten gelistet, die im gegenständlichen Projekt generiert wurden, sowie in Tabelle 15 näher beschrieben.

Tabelle 14: Daten die im Projekt generiert wurden

ID	Beschreibung	Typ	Art	Verantwortlich	Zugang
INTER-VIEWS	Durchführung von Interviews mit Unternehmen anhand eines Interviewleitfadens	Text	Interviewleitfaden zur strukturierten Darstellung	Projektpartner AEE INTEC und KMU-F	Interviewleitfaden – nicht öffentlich; Übersicht über teilnehmende Unternehmen – öffentlich; Inhalte aus Interviews – öffentlich (siehe publizierbarer Bericht)

Tabelle 15: Beschreibung der Metadaten im Projekt

Attribut	Beschreibung
ID	INTERVIEWS
Titel	Dokumentation der Interviews mittels Leitfaden
Zusammenfassung	Die Interviewleitfäden enthalten Informationen von ausgewählten Sektoren zum Status Quo von Dienstleistungssystemen.
Kurzbezeichnung	INT
Zeitraum und Referenzjahr	2022
Institution	AEE INTEC; https://www.aee-intec.at/
Kontakt	j.reiter@aee.at
Mitwirkende und Rolle	Interviews wurden durchgeführt von: Jana Reiter (AEE INTEC), Sarah Meitz (AEE INTEC), Jürgen Fluch (AEE INTEC), Harald Wieder (KMU-F), Karin Bachinger (KMU-F)
Methodik	Mittels Interviews wurde der Status Quo von Dienstleistungssystemen erhoben. Die Interviews wurden auf Basis eines Leitfadens zur groben Strukturierung durchgeführt und dokumentiert.
Erstellungsdatum	08/2022 – 09/2022
Datentyp	Text
Versionsstand	Finale Version

2: Ethische, rechtliche und Sicherheitsaspekte

Die Genehmigung der Bekanntgabe der Unternehmen sowie Personen (Namen) der Interviewpartner:innen wurde eingeholt und entsprechend in Tabelle 11 dargestellt. Die Informationen aus den einzelnen Interviews wurde in den publizierbaren Endbericht eingearbeitet, jedoch ohne direkte Zuordnung zu den Unternehmen bzw. Personen.

3: Datenspeicherung und -erhalt

Die Daten in Form von Word-Dateien der einzelnen ausgefüllten Interviewleitfäden wurden beim Projektkoordinator AEE INTEC gesichert.

4: Wiederverwendbarkeit der Daten

Die Interviewleitfäden enthalten Informationen, die in generischer Form im publizierbaren Bericht verarbeitet wurden. Die detaillierten Interviewleitfäden werden aus Geheimhaltungsgründen nicht veröffentlicht.

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)