



Aufwerten statt wegwerfen

Wertsteigernde Kreislaufwirtschaft als Schlüssel zur Nachhaltigkeit

Die wertsteigernde Kreislaufwirtschaft gewinnt in der Industrie angesichts drängender globaler Probleme zunehmend an Bedeutung. Neben der begrenzten Verfügbarkeit von Rohstoffen und steigender Umweltbelastung durch energieintensive Produktionen wachsen auch die Anforderungen der Verbraucher:innen an die Unternehmen. Zu beobachten ist insbesondere ein gestiegenes Umweltbewusstsein, das sich in einer stärkeren Nachfrage nach nachhaltigen Produkten sowie der Forderung nach transparenten und umweltfreundlichen Produktionsprozessen äußert. Nachhaltigkeit ist zu einem zentralen Element im Wettbewerbsumfeld geworden. >

Upcycling Instead of Throwing Away

Upgrade Circular Economy as the Key to Sustainability

Establishing a upgrade circular economy is becoming increasingly important for industry in the face of pressing global problems. In addition to the limited availability of raw materials and the increasing environmental impact of energy-intensive production, consumer demands on companies are growing as well. In particular, there is an increased environmental awareness, which is expressed in a stronger demand for sustainable products and for transparent and environmentally friendly production processes. Sustainability has become a key element in the competitive environment. >

Dieser Artikel erschien bereits auf [Deutsch im FIR-Newsletter](#)
„FIR-Flash“ 4/2023 und auf dem [FIR-Publikationsportal](#).

Unternehmen, die die Kreislaufwirtschaft in ihre Geschäftsstrategie integrieren, leisten einen aktiven Beitrag für eine nachhaltige Zukunft und erwerben letztendlich durch ihr Engagement auch das Vertrauen der Verbraucher:innen. Dabei ist die Kreislaufwirtschaft mehr als nur ein Trend. Sie ist zu einer Notwendigkeit geworden und erfordert ein Umdenken seitens der Industrie, weg vom linearen „Nehmen, Nutzen, Wegwerfen“ hin zu einem verlängerten Lebenszyklus für bestehende Produkte. Deutliches Zeichen für den Paradigmenwechsel ist das Engagement von allen Bereichen unserer Gesellschaft. Sowohl Regierungen als auch Unternehmen und Konsument:innen beteiligen sich aktiv an der Diskussion sowie der Umsetzung einer nachhaltigen, ressourceneffizienten Wirtschaft.

Die „Wertsteigernde Kreislaufwirtschaft“ unterscheidet sich von der herkömmlichen Form vor allem dadurch, dass Produkte, Materialien und Ressourcen im Verlauf ihres Lebenszyklus kontinuierlich aufgewertet statt nur recycelt zu werden.

Digitale Technologien unterstützen Ressourceneffizienz

Eine entscheidende Rolle für die wertsteigernde Kreislaufwirtschaft spielt die Digitalisierung und damit einhergehend auch die Anwendung digitaler Technologien. Die Digitalisierung ermöglicht Funktionalitäten wie die Echtzeitüberwachung und -verwaltung von Produkten sowie Materialien. Das Internet der Dinge (IoT) und Sensoren befähigen es Unternehmen dazu, den Zustand von Produkten genau zu überwachen. In der Automobilindustrie werden Sensoren eingesetzt, um die Lebensdauer von Produkten zu verlängern, beispielsweise zur Überwachung von Bremsbelägen. Sie erfassen Daten zu Temperatur, Druck und Verschleißzustand der Beläge, um den optimalen Zeitpunkt für den Austausch festzulegen. Dadurch lassen sich Kosten sparen und die Lebensdauer der Bremsanlage verlängern, was zu einer höheren Ressourceneffizienz führt.

Ebenso sind der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und Data-Analytics zentrale Komponenten einer wertschöpfenden Kreislaufwirtschaft. Mithilfe von KI lassen sich große Datenmengen analysieren und Muster für eine ineffiziente Nutzung von Ressourcen identifizieren, um auf dieser Basis Produktionsprozesse zu optimieren, etwa durch die Verbesserung der Energieeffizienz von Maschinen und Anlagen. Durch die Auswertung historischer Energieverbrauchsdaten und Produktionsprozesse kann die KI Muster und ineffiziente Bereiche identifizieren. Darüber lassen sich Energieeinsparpotenziale erkennen und gezielt adressieren.

Companies that integrate the circular economy into their business strategy are making an active contribution to a sustainable future, ultimately earning the trust of consumers through their commitment. The circular economy is more than just a trend. It has become a necessity and requires a rethink on the part of the industry, moving away from the linear “take, use, throw away” model towards an extended life cycle of existing products. A clear sign of this paradigm shift is the commitment that can be seen in all areas of our society. Governments as well as companies and consumers are actively involved in discussing and implementing a sustainable, resource-efficient economy.

The main difference between the upgrade circular economy and the conventional economy is that products, materials and resources are continuously upgraded throughout their life cycle instead of just being recycled.

Digital Technologies Support Resource Efficiency

Digitalization and the associated use of digital technologies play a decisive role in the value-adding circular economy. Digitalization enables functionalities such as real-time monitoring and management of products and materials. The Internet of Things (IoT) and sensors enable companies to accurately monitor the condition of products. In the automotive industry, sensors are used to extend the service life of products, for example by monitoring brake pads. They record data on the temperature, pressure and wear condition of the pads in order to determine the optimal time to replace them. This saves costs and extends the service life of the brake system, resulting in greater resource efficiency.

The use of artificial intelligence (AI) and data analytics are also key components of a value-adding circular economy. AI can be used to analyze large amounts of data and identify patterns of inefficient use of resources in order to optimize production processes, e.g. by improving the energy efficiency of machines and systems. By analyzing historical energy consumption data and production processes, AI can identify patterns and areas of inefficiency. This allows potential energy savings to be identified and implemented.

With the help of AI, the operation of machines and systems can be optimized in such a way that energy consumption is adapted to the current demand and production conditions. A reduction in energy consumption not only leads to considerable cost savings, but also contributes



Mithilfe von KI kann so der Betrieb von Maschinen und Anlagen derart optimiert werden, dass sich der Energieverbrauch an den aktuellen Bedarf sowie die jeweiligen Produktionsbedingungen anpasst. Der so gesenkte Energieverbrauch führt nicht nur zu erheblichen Kosteneinsparungen, sondern trägt insgesamt zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks bei.

Die Blockchain-Technologie ist ein weiteres Instrument, um Transparenz zu schaffen. Sie ermöglicht es, den Weg eines Produkts über die gesamte Lieferkette hinweg nachzuvollziehen: vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt. So etwa in der Bauindustrie, in der die Blockchain-Technologie es Unternehmen erlaubt, die Herkunft von Baumaterialien wie Beton, Stahl und Holz genau zu überwachen. Auf diese Weise lässt sich sicherstellen, dass nachhaltige Materialien verwendet werden, die die Ressourceneffizienz in Bauprojekten erhöhen. Die präzise Identifikation und Rückverfolgbarkeit von Produktkomponenten sind anhand von digitalen Etiketten und Barcodes möglich. Sie unterstützen dabei, zu erkennen, an welcher Stelle Fehler auftauchen, um diese schnellstmöglich zu beheben und so die erforderliche Qualität zu gewährleisten.

Digitale Plattformen spielen eine entscheidende Rolle bei der Analyse von Umweltauswirkungen in Unternehmen. Sie bieten eine Vielzahl von Funktionen, die Unternehmen bei der Verbesserung ihrer Umweltbilanz unterstützen und insgesamt eine nachhaltigere Geschäftspraxis fördern.

Eine weitere wichtige Funktion ist die Datenkonsolidierung. Unternehmen können Umweltdaten aus verschiedenen Quellen wie Produktionsprozessen, Energieverbrauch

to reducing the overall ecological footprint. Blockchain technology is another tool for creating transparency. It makes it possible to track the path of a product along the entire supply chain, from the raw material to the finished product. It is used in the construction industry, for example, where it allows companies to precisely monitor the origin of building materials such as concrete, steel and wood. This ensures that sustainable materials are used, which increases resource efficiency in construction projects. The precise identification and traceability of product components is made possible by using digital labels and barcodes. They help to identify where faults occur so that they can be addressed as quickly as possible to ensure the required quality. Digital platforms play a decisive role in the analysis of environmental impacts in companies. They offer a variety of functions that help companies to improve their environmental footprint and promote more sustainable business practices overall.

Another important function is data consolidation. Companies can consolidate environmental data from various sources such as production processes, energy consumption and supply chains. This creates a comprehensive picture of the environmental impact, which serves as a basis for further analyses.

Mastering Challenges with Innovative Solutions

Anyone wishing to implement a value-adding circular economy in industry will face a number of specific challenges in the context of digitalization. Innovative approaches are

und Lieferketten zusammenführen. Dadurch entsteht ein umfassendes Bild der Umweltauswirkungen, das als Grundlage für weitere Analysen dient.

Herausforderungen mit innovativen Lösungen meistern

Wer eine wertsteigernde Kreislaufwirtschaft in der Industrie umsetzen möchte, für den ergeben sich im Kontext der Digitalisierung einige spezifische Herausforderungen. Um diesen erfolgreich zu begegnen und den Übergang zu einer nachhaltigeren und effizienteren Wirtschaft zu bewältigen, sind innovative Ansätze notwendig.

Eine der zentralen Herausforderungen besteht in der Komplexität der Wertschöpfungskette. Die wertsteigernde Kreislaufwirtschaft erfordert es, Produkte und Materialien über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg zu verfolgen und zu verwalten. Demzufolge ist eine nahtlose Integration digitaler Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette notwendig. Die Komplexität dieses Prozesses kann für Unternehmen eine große Hürde darstellen. Traditionelle Abläufe müssen etwa hinsichtlich der Aufbereitung oder Wiederverwendung von Bauteilen neu gestaltet werden. Ebenso sind digitale Technologien erforderlich, die eine Rückverfolgbarkeit ermöglichen. Das Lieferkettenmanagement ist

needed to successfully tackle these challenges and manage the transition to a more sustainable and efficient economy.

One of the key challenges is the complexity of the value chain. The value-adding circular economy requires products and materials to be tracked and managed throughout their entire life cycle. As a result, seamless integration of digital technologies along the entire value chain is necessary. The complexity of this process can be a major hurdle for companies. Traditional processes need to be redesigned, for example with regard to the reprocessing or reuse of components. Digital technologies that enable traceability are also required. Supply chain management is a key element in creating an effective circular economy. Through traceability, it enables the optimized, sustainable use and management of resources and materials, promotes the extension of product life and reduces waste and other harmful effects on the environment. The digital monitoring and control of products and materials requires precise planning and control.

The availability of data is also crucial for the implementation of a value-adding circular economy, as this is the only way to make reliable statements about the condition, location and value of resources. This often requires considerable investment in sensor technologies and data infrastructure. To achieve the interoperability of systems is often a major

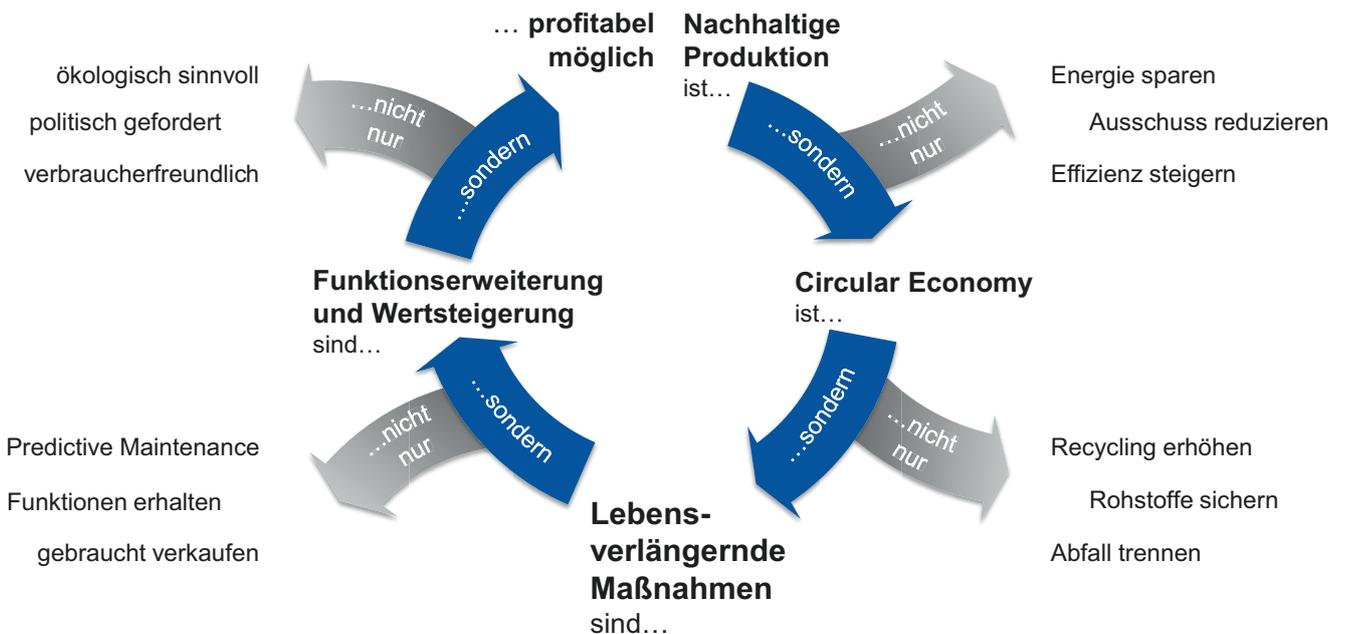


Figure 1: Contribution of the value-enhancing circular economy to sustainable production (SCHUH ET AL. 2023, p. 309; slightly adapted)

ein Schlüsselement, um eine effektive Kreislaufwirtschaft zu schaffen. Es ermöglicht durch Rückverfolgbarkeit den optimierten, nachhaltigen Einsatz sowie die Verwaltung von Ressourcen und Materialien, fördert die Verlängerung der Produktlebensdauer und reduziert Abfall sowie weitere schädliche Auswirkungen auf die Umwelt. Die digitale Überwachung und Steuerung von Produkten und Materialien erfordert dabei eine präzise Planung und Kontrolle.

Auch die Verfügbarkeit von Daten ist für die Implementierung einer wertsteigernden Kreislaufwirtschaft von entscheidender Bedeutung, denn nur so sind verlässliche Aussagen über den Zustand, den Standort und den Wert von Ressourcen möglich. Oft erfordert dies erhebliche Investitionen in Sensortechnologien und Dateninfrastruktur.

Dabei stellt die Interoperabilität von Systemen häufig eine große Herausforderung für die Unternehmen dar. Um die reibungslose Interaktion und den Datenaustausch zwischen historisch gewachsenen und neuen IT-Systemen zu gewährleisten, müssen Unternehmen bestehende Systeme mit neuen digitalen Technologien verknüpfen. Nur so ist es möglich, eine umfassende Kontrolle und Verwaltung von Produkten wie Materialien in einer wertsteigernden Kreislaufwirtschaft sicherzustellen. Parallel dazu ist die Cybersicherheit ein zentrales Anliegen. Mit der zunehmenden Nutzung digitaler Systeme und der Vernetzung von Produkten steigt das Risiko von Cyberangriffen. Unternehmen müssen robuste Sicherheitsmaßnahmen implementieren, um ihre digitalen

challenge for companies. In order to ensure seamless interaction and data exchange between historically grown and new IT systems, companies must link existing systems with new digital technologies. This is the only way to ensure comprehensive control and management of products and materials in a value-adding circular economy. At the same time, cyber security is a key concern. With the increasing use of digital systems and the networking of products, the risk of cyber attacks is growing. Companies need to implement robust security measures to protect their digital circular processes from threats and ensure the integrity of data. The security of digital systems and data is essential to strengthen the trust in digital technology of all parties involved in the value creation process.

Companies that place customer relationships at the heart of their value-adding circular models must ensure that customer data is managed securely and in compliance with the GDPR. Further regulatory challenges are to be expected in the future, such as new regulations and standards with an impact on the design of the digital circular economy. Companies must ensure that they meet these requirements, not least to protect themselves against legal risks.

The introduction of a value-adding circular economy is often associated with a fundamental reorganization of the previous, traditional business model. In most cases, this also requires a cultural change. It is essential to involve



Kreislaufprozesse vor Bedrohungen zu schützen und die Integrität der Daten zu gewährleisten. Die Sicherheit digitaler Systeme und Daten ist unerlässlich, um das Vertrauen der am Wertschöpfungsprozess beteiligten Akteure in die digitale Technologie zu stärken.

Unternehmen, die Kundenbeziehungen in den Mittelpunkt ihrer wertsteigernden Kreislaufmodelle stellen, müssen gewährleisten, dass Kundendaten sicher und DSGVO-konform verwaltet werden. Zukünftig ist mit weiteren regulatorischen Herausforderungen zu rechnen, etwa mit neuen Vorschriften und Standards mit Einfluss auf die Gestaltung der digitalen Kreislaufwirtschaft. Unternehmen müssen sicherstellen, dass sie diese Anforderungen erfüllen, nicht zuletzt, um sich gegen rechtliche Risiken abzusichern.

Mit der Einführung einer wertsteigernden Kreislaufwirtschaft ist oft auch eine grundlegende Umgestaltung des bisherigen, traditionellen Geschäftsmodells verbunden. Dies bringt in den meisten Fällen auch einen kulturellen Wandel mit sich. Gerade hier ist es essenziell, die betroffenen Mitarbeitenden einzubeziehen, um die Akzeptanz der Belegschaft für neue Prozesse und Herangehensweisen zu fördern.

Ganzheitlich zur wertsteigernden Kreislaufwirtschaft

Die beschriebenen Herausforderungen zeigen, wie wichtig es für den Erfolg der wertsteigernden Kreislaufwirtschaft ist, eine ganzheitliche Strategie zur Implementierung digitaler Technologien zu entwickeln und umzusetzen. Unternehmen müssen die Chancen und Risiken abwägen, Ressourcen gezielt einsetzen und sicherstellen, dass ihre digitalen Lösungen dazu beitragen, den Wert von Produkten und Materialien über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu steigern. Dies erfordert einen langfristigen Ansatz, eine sorgfältige Planung und Investitionsbereitschaft.

Sie wollen aktiv mit uns das Thema Wertsteigernde Kreislaufwirtschaft vorantreiben.
Wenden Sie sich gern an mich.

all employees affected in this change process in order to promote acceptance of new processes and approaches among the workforce.

A Holistic Approach to a Value-adding Circular Economy

The challenges described above show how important it is for the success of the value-adding circular economy to develop and implement a holistic strategy for implementing digital technologies. Companies must weigh up the opportunities and risks, use resources in a targeted manner and ensure that their digital solutions help to increase the value of products and materials throughout their entire life cycle. This requires a long-term approach, careful planning and a willingness to invest.

If you would like to actively promote the topic of value-enhancing recycling management with us, please contact me.

Contact

Kerstin Lörsch, M.Sc.
Project Manager
FIR e. V. an der RWTH Aachen
Tel.: + 49 241 47705-511
E-Mail: Kerstin.Loersch@fir.rwth-aachen.de

Literature:

SCHUH, G.; SCHMITZ, S.; LUKAS, G.; NIWAR, L.; WELSING, M.; CALCHERA, R.: 4.1 Ordnungsrahmen für eine zirkuläre Produktionswirtschaft. In: Empower Green Production. AWK'23, 11. – 13. Mai 2023, Tagungsband. Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT; WZL der RWTH Aachen. Apprimus, Aachen 2023, S. 303 – 334.