



# Was Fahrräder mit der Kreislaufwirtschaft und den SDGs zu tun haben

Ulrike Gelbmann · Nathanael Schachner · Josef Peter Schöggl

Angenommen: 8. Februar 2024  
 © The Author(s) 2024

**Zusammenfassung** Mobilität und Kreislaufwirtschaft hängen enger zusammen als nur über das Recycling von Fahrzeugen. Anhand der (Mobilität mit) Fahrrädern untersuchen wir diesen Zusammenhang und setzen ihn in Kontext mit den Sustainable Development Goals. Dafür verwenden wir den Rahmen eines erweiterten Kreislaufwirtschaftsmodells. Als Fallbeispiel für die Erhebung und Analyse dient die Stadt Graz, anhand derer wir in einer umfassenden Sekundäranalyse Ansatzpunkte für Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern erheben. Diese setzen wir in Vergleich zu den drei fahrradfreundlichsten Städten der Welt gemäß Bicycle Cities Index von 2022.

Dabei zeigt sich, dass Fahrräder eine wichtige Stellung nicht nur in der Mobilitätspolitik, sondern auch in einer erweiterten Kreislaufwirtschaft einnehmen und auf allen Stufen der Kreislaufwirtschaft gut verankert werden können. Neben Sharingmodellen spielen die Intensivierung und Verbesserung der Nutzung ebenso eine wichtige Rolle wie die Weitergabe bzw. Wiederverwendung gebrauchter Fahrräder und die Reparatur defekter Fahrräder. Ist eine Instandsetzung nicht mehr möglich, so können Fahrräder mit neuen Komponenten versehen werden oder umgekehrt noch gebrauchstaugliche Komponenten von ansonsten kaputten

Fahrrädern zu neuen Rädern zusammengebaut werden. Erst dann sind aus Kreislaufwirtschaftssicht Recycling und energetische Nutzung brennbarer Teile sinnvoll. Flankiert werden diese Aktivitäten durch Bereitstellung von Infrastruktur wie Radwegen, Aktivitäten zur Information und Sensibilisierung der Bevölkerung sowie finanzielle Förderung und Unterstützung durch die öffentliche Hand.

Die Analyse des Kontexts mit den Sustainable Development Goals erschließt, dass zumindest zehn (Unter-) Ziele in engem Zusammenhang mit den genannten Aktivitäten stehen. Somit wird eine enge Verflechtung der Kreislaufwirtschaft mit den Sustainable Development Goals untermauert.

**Schlüsselwörter** SDGs · Kreislaufwirtschaft · Fahrradmobilität · Potting 10R

## The connex of bicycles and circular economy

**Abstract** Mobility and the circular economy are more closely linked than just through the recycling of vehicles. Using the example of (mobility with) bicycles, we examine this connection and place it into context with the Sustainable Development Goals. Hence, we use the framework of an extended circular economy model. The city of Graz serves as a case study for the survey and analysis. We use it to identify starting points for the circular economy with bicycles in a comprehensive secondary analysis. We compare these with the three most bicycle-friendly cities in the world according to the Bicycle Cities Index of 2022.

Accordingly, bicycles play an important role not only in mobility policy, but also in circular economy in a broader sense. Bikes can be well anchored at all levels of the circular economy. In addition to sharing models, intensifying and improving use plays just as important a role as passing on or reuse of used

bicycles, and the repair of broken bicycles. If repair is no longer possible, bicycles can be fitted with new components or, conversely, components from otherwise broken bicycles that are still fit for use can be assembled into new bicycles. Only when all these options have been applied, do recycling and energy recovery from combustible parts make sense from a circular economy perspective. These activities are accompanied by infrastructure such as cycle paths, activities to inform and raise sensitivity among the population as well as financial promotion and support from the public sector.

The analysis of the context with the Sustainable Development Goals reveals that at least ten (sub-) goals are closely related to the activities mentioned, which underpins the close link between circular economy and the Sustainable Development Goals

**Keywords** Sustainable Development Goals · Circular economy · Mobility with bicycles · Potting 10R

## 1 Einleitung

### 1.1 Problemdarstellung und Ziele des Beitrags

Mobilität und Kreislaufwirtschaft scheinen auf den ersten Blick nicht besonders viel gemeinsam zu haben, außer dass man erstere braucht, um in irgendeiner Form den Materialkreislauf für letztere in Gang zu halten. Natürlich kann man auch daran denken, dass „Werkzeuge der Mobilität“, also in erster Linie Fahrzeuge, am Ende ihres Lebens dem Recycling zugeführt werden. Denn sie bestehen in der Regel aus Rohstoffen wie Metallen, die recycelt, oder aus Kunststoffen, die einer sonstigen, meist thermischen Verwertung unterzogen werden können. In einem modernen, umfassenden Ansatz der Kreislaufwirtschaft ist dieser Kontext aber weiter zu fassen. Eine wissenschaftliche Beschäftigung mit

Mag. Dr. U. Gelbmann ·  
 N. Schachner, MSc ·  
 J. P. Schögggl, Bakk.rer.soc.oec., MSc,  
 PhD  
 Institut für  
 Umweltsystemwissenschaften,  
 Universität Graz, Graz, Österreich  
[ulrike.gelbmann@uni-graz.at](mailto:ulrike.gelbmann@uni-graz.at)

J. P. Schögggl, Bakk.rer.soc.oec., MSc,  
 PhD  
 Christian-Doppler Labor für  
 nachhaltiges Produktmanagement in  
 einer Kreislaufwirtschaft, Universität  
 Graz, Merangasse 18, 8010 Graz,  
 Österreich

diesem Thema sucht man bislang vergebens, denn es wird in Publikationen entweder der Kontext zwischen Fahrrädern, nachhaltiger Mobilität und den Global Sustainable Development Goals (SDGs) dargestellt oder aber der Kontext zwischen Kreislaufwirtschaft und den SDGs. Mobilität und Kreislaufwirtschaft kommen bislang nur am Rande vor.

Der vorliegende Beitrag basiert auf der Masterarbeit von Nathanael Schachner (Schachner 2023). Diese thematisiert den Dreieck-Kontext Mobilität – Kreislaufwirtschaft im Hinblick auf die Rolle von Fahrrädern, ohne dabei auf die SDGs einzugehen. Basis für unsere Untersuchung sind die folgenden Forschungsfragen:

- Worin bestehen bereits umgesetzte kreislaufwirtschaftstaugliche Konzepte?
- Welche Maßnahmen hinsichtlich Infrastruktur sind für die Implementierung eines kreislaufwirtschaftstauglichen Systems nötig, um einen Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung im Sinne der SDGs zu leisten?
- Welchen Konnex gibt es zwischen Fahrradmobilität in Städten und einerseits Kreislaufwirtschaft und andererseits den SDGs?

Als Fallbeispiel bzw. Analysestadt haben wir für diesen Beitrag die steirische Landeshauptstadt Graz herangezogen und untersuchen deren Kreislaufwirtschafts„tauglichkeit“ bezüglich des Fahrradfahrens. Diese Ergebnisse vergleichen wir mit als fahrradfreundlich bewerteten Städten. Anhand dieser Daten entwickeln wir einen Konnex zu den SDGs.

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags liegt dabei das Augenmerk auf Fahrrädern als Fortbewegungsmitteln, nicht als Sportgeräten, weswegen explizite Sport-Bikes (z. B. Downhill-Mountainbikes, Rennräder etc.) ebenso wie alle Arten von E-Bikes in der Betrachtung außen vorgelassen werden.

## 1.2 Methode und Aufbau

Als Methode wurde ein qualitativer Ansatz gewählt, da das Forschungsfeld für eine quantitative Analyse, für die bereits eine solide Forschungsbasis zur Verfügung stehen müsste, noch nicht genügend erschlossen ist. Zudem ermöglicht ein qualitativer Zugang besser die Berücksichtigung der von Döring (2023) zusammengefassten Prinzipien

der ganzheitlichen Untersuchung lebensweltlicher Phänomene, der theoretischen Offenheit zur Entwicklung neuer Theorien, eines flexiblen Forschungszugangs zur Annäherung an den untersuchten Gegenstand, der Kooperation zwischen Forschenden und Beforschten sowie der Anforderung an die Forschenden, sich selbst zu reflektieren.

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit unserer Studie legen wir mehrere Methoden übereinander („Methodentriangulation“, Denzin und Lincoln 2018), und zwar

- eine Sekundäranalyse in wissenschaftlichen Datenquellen,
- eine Sekundärsuche nach Anwendungsbeispielen innerhalb unserer Analysestadt Graz,
- den Vergleich (Benchmarking) der Stadt Graz mit den drei fahrradfreundlichsten Städten der Welt gemäß internationalem Bicycle Cities Index (Statista 2022) anhand von innerhalb unserer Untersuchung definierten Kriterien, ebenfalls mittels einer Sekundäranalyse und
- einen Satz von sieben halbstrukturierten Expert:inneninterviews.

Dabei befragen wir Expert:innen aus unterschiedlichen Bereichen (Datentriangulation, Denzin und Lincoln 2018): Forscher:innen aus dem Bereich Kreislaufwirtschaft, Praktiker:innen, die in Graz mit Kreislaufwirtschaft, Ressourcenschonung und Fahrrad-Mobilität zu tun haben sowie Unternehmer:innen aus dem Bereich Fahrräder. Die Befragung erfolgt anhand eines Leitfadens. Die transkribierten Interviews werden anhand des Vorgehensschemas von Mayring zur qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (vgl. Mayring 2022). Im Rahmen der (notwendigerweise verkürzten) Ergebnisdarstellung in diesem Beitrag werden die Ergebnisse der Expert:innenbefragung direkt in die Analyse eingearbeitet.

Bezüglich des Aufbaus wird zunächst der Begriff der Kreislaufwirtschaft im Sinne dieser Arbeit theoretisch dargelegt und in Kontext mit (Fahrrad-)Mobilität gesetzt. Sodann werden beide Konzepte auf ihre Passung mit den SDGs untersucht. In weiterer Folge wird der Rahmen für Aktivitäten der Kreislaufwirtschaft für Fahrräder abgesteckt. Dabei wird das Objekt Fahrrad selbst auf seine Kreislaufwirtschafts-Tauglichkeit hin untersucht und die Gegebenheiten der Fallbeispielstadt Graz werden

dargestellt. Es folgt ein Vergleich der Grazer Aktivitäten mit denen der drei „fahrradfreundlichsten Städte der Welt 2022“ laut Bicycle Cities Index (Statista 2022). Auf dieser Basis werden die Nachhaltigkeitsaspekte einer Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern erarbeitet und daraus der Konnex zu den SDGs abgeleitet. Ein Fazit und die Darstellung des weiteren Forschungsbedarfs schließen den Beitrag ab.

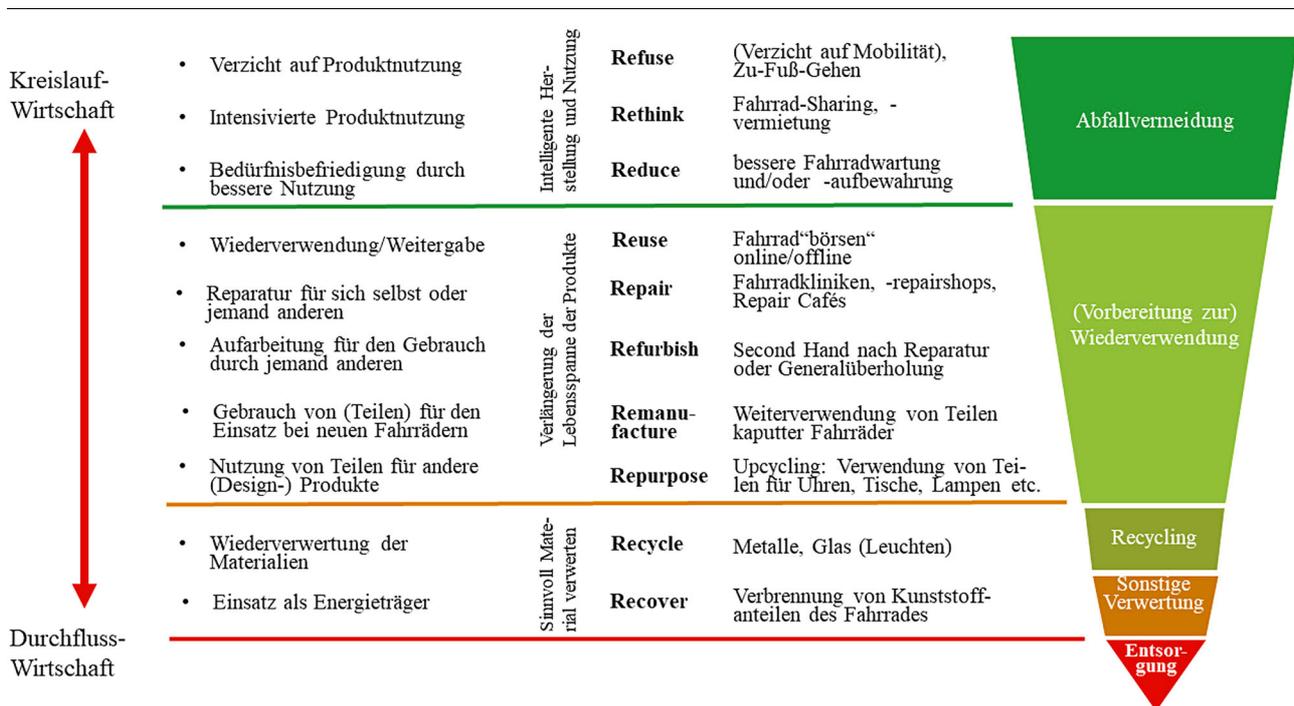
## 2 Theoretische Verankerung: Kreislaufwirtschaft, Mobilität und SDGs

### 2.1 Das Verständnis von Kreislaufwirtschaft in dieser Arbeit

Kreislaufwirtschaft, gesehen als anwendbar auf alle Arten natürlicher Ressourcen inklusive biogener und nicht biogener Materialien, Wasser und Land, umschließt die wichtigen Komponenten Eco-Design, Reparatur, Refurbishing (Renovierung) und Remanufacturing (Wiederaufarbeitung), Sharing, Abfallvermeidung und Abfallrecycling (EEA 2016), die in der Literatur nicht immer ganz einheitlich definiert werden und auch beträchtliche Überlappungen aufweisen (Schroeder et al. 2019). Im Prinzip gehen alle Definitionen von Kreislaufwirtschaft einher mit der Europäischen Abfallhierarchie (EP 2008). Allerdings konzentrieren sich die Abfallwirtschaftsunternehmen und mit ihnen eng verbundene Einrichtungen, ihrer ursprünglichen Mission entsprechend, oft auf Aktivitäten innerhalb des Abfallregimes ab der Stufe „Vorbereitung zur Wiederverwendung“.

Moderne Definitionen der Kreislaufwirtschaft erweitern diesen Ansatz und betrachten die Stufe der Abfallvermeidung auch außerhalb des Abfallregimes. Letzterem Ansatz folgt auch der vorliegende Beitrag. Denn damit gehören auch Aspekte wie Produktdesign, Reparatur und Refurbishing, gemeinsame Nutzung (Sharing), Bereitstellung passender Infrastruktur, Reuse, Re-Design und ähnliche in den weiteren Kontext der Kreislaufwirtschaft (Ellen McArthur Foundation 2014; Potting et al. 2017). Als grober Rahmen zur Einordnung bietet sich das Konzept der Ellen McArthur Foundation an, das auf dem Cradle-to-Cradle-Ansatz von Braungart und McDonough (2014) basiert.

Der vorliegende Beitrag greift für die detailliertere Eingrenzung der Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern auf das



**Abb. 1** Von der Durchfluss- zur Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern, eigene Darstellung in Anlehnung an die Europäische Abfallrahmenrichtlinie 2008 und an Potting et al. (2017)

„10R“-Modell nach Potting et al. (2017) zurück. Die hier definierten zehn Aktivitäten orientieren sich in ihrer Struktur und Hierarchie an der Abfallhierarchie (EP 2008) und bieten sich als Betrachtungsrahmen für die Bedeutung der Fahrradmobilität im Rahmen der Kreislaufwirtschaft an. Potting et al. (2017) fassen ihre zehn Stufen zu drei Hauptkategorien zusammen (vgl. dazu Abb. 1):

- Die intelligente Herstellung und Nutzung von Produkten umfasst die Stufen R0 Refuse, auf der Produkte aufgegeben oder durch andere ersetzt werden, R1 Rethink mit intensivierter Produktnutzung sowie R2 Reduce, das in ressourceneffizienterer Herstellung und Nutzung besteht.
- Die Verlängerung der Lebensspanne der Produkte umfasst die Stufen R3 Reuse als Wiederverwendung des Produkts durch jemand anderen, R4 Repair als Reparatur und Wartung eines defekten Produkts, R5 Refurbish als Aufarbeitung und Generalüberholung eines alten Produkts, R6 Remanufacture als Nutzung zumindest von Teilen eines alten Produkts für ein neues, ähnliches und R7 Repurpose als Nutzung von Teilen eines alten Produkts in neuen Funktionen (auch als Re-Design oder je nach

Einsatzgebiet Up- oder Downcycling bezeichnet).

- Die sinnvolle Verwendung von Materialien umfasst R8 Recycle als Nutzung des Materialinhalts sowie R9 Recover als Nutzung des Energieinhalts in Verbrennungsprozessen

## 2.2 Kreislaufwirtschaft und Mobilität im Rahmen der SDGs

Den beiden Begriffen Mobilität und Kreislaufwirtschaft ist aber auch gemeinsam, dass sie beide von den 17 Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen, den SDGs, nur fragmentarisch erfasst werden. Allerdings lassen sie sich gut an einzelnen der Ziele oder der 169 definierten Unterziele festmachen. Kreislaufwirtschaft dockt definitiv an SDG 12 (Nachhaltige Produktion und Konsumation) an. Doch in der praxisgetriebenen und auch in der wissenschaftlichen Literatur werden auch noch andere Zusammenhänge festgemacht: So erkennen van Kruchten und van Eijk (2020) Ansatzpunkte für eine Verknüpfung der SDGs mit der Kreislaufwirtschaft in den SDGs 2 (Kein Hunger), 6 (Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen), 7 (Bezahlbare und saubere Energie), 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), 12 (Nachhaltige Produktion und Kon-

sumation), 15 (Leben an Land) und 17 (Partnerschaften zur Erreichung der Ziele), sehen aber auch potenzielle Ansatzpunkte in den anderen SDGs. In ihrem vielzitierten Artikel beschreiben Schröder et al. (2019) dieselben Ansatzpunkte, vermindert um SDG 2 (Kein Hunger) und 17 (Partnerschaften zur Erreichung der Ziele). Rodriguez-Anton et al. (2019) bestätigen in ihrer Studie einen starken Zusammenhang zwischen Kreislaufwirtschaft und den SDGs 2 (Kein Hunger), 3 (Gesundheit und Wohlergehen), 5 (Geschlechtergerechtigkeit) und 16 (Frieden, Gerechtigkeit, starke Institutionen). 2022 veröffentlicht dasselbe Forscherteam einen Zusammenhang zwischen Kreislaufwirtschaft und den SDGs 6 (Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen), 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), 9 (Industrie, Innovation, Infrastruktur), 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden), 12 (Nachhaltige Produktion und Konsumation), 13 (Klimaschutz), 14 (Leben unter Wasser) und 15 (Leben an Land) (Rodriguez-Anton et al. 2022).

Mobilität als Frage des Transports und der Bewegung von Menschen wird zumindest in SDG 11.2 explizit erwähnt. Die Messung dieses Ziels erfolgt durch den Indikator „Anteil der Bevölkerung mit adäquatem Zugang zu öffentlichem

Verkehr.“ Laut offizieller UN-Website ist nachhaltige Mobilität in mehreren der SDGs bzw. Ziele verankert, zu denen neben Zugang zum öffentlichen Verkehr vor allem Ernährungssicherheit, Gesundheit, Energie, Wirtschaftswachstum und Infrastruktur zählen (United Nations 2024). Die Rolle des Verkehrs für den Klimaschutz wird im Rahmen des UNFCCC als besonders wesentlich für die Umsetzung des Pariser Abkommens angesehen (UNFCCC 2024). Insbesondere Fahrradmobilität spielt hierbei für die Erreichung von SDG 13 (Klimaschutz) eine wesentliche Rolle, vor allem wenn man die nachhaltige Personenmobilität in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt. Fahrradmobilität trägt aber auch positiv zur Erreichung der SDS 3, 5, 6, 8, 11, 12 und 15 bei. Damit weisen sowohl die Kreislaufwirtschaft als auch die Fahrradmobilität einen starken Zusammenhang auf, der sich in den SDGs 6, 8, 11, 12, 13 und 15 zeigt. Diesem Zusammenhang wird im Folgenden weiter nachgegangen. Die Rolle des Beitrags von fahrradbezogenen Aktivitäten der Kreislaufwirtschaft kann dabei allerdings nicht strikt vom Beitrag des Fahrradfahrens zur Nachhaltigkeit im Allgemeinen getrennt werden.

### 3 Das Fahrrad als Objekt der Kreislaufwirtschaft

Anhand der oben definierten zehn 10R Stufen wurden für den vorliegenden Beitrag auf Fahrräder bzw. auf das Fahrradfahren bezogene Aktivitäten gesammelt und kategorisiert. Die Sammlung der Aktivitäten erfolgte einerseits anhand einer allgemeinen Recherche und einer Suche nach konkreten Anwendungsbeispielen in der Analysestadt Graz, andererseits in Form eines Benchmarkings der drei fahrradfreundlichsten Städte der Welt laut internationalem Bicycle Cities Index (Statista 2022) – Utrecht (Niederlande), Münster (Deutschland) und Antwerpen (Belgien). Der Aufbau der nachfolgenden Kapitel orientiert sich an den 10R (vgl. 2.1).

#### 3.1 R0 Refuse/Verzicht auf Produktnutzung

Dieser Stufe wird im vorliegenden Beitrag keine Aufmerksamkeit gewidmet, da ein Verzicht auf Fahrräder wenig zur Kreislaufwirtschaft MIT Fahrrädern beitragen kann. Doch sind grundsätzlich der Verzicht auf Mobilität im Allgemei-

nen oder auf Fahrräder durch Zu-Fuß-Gehen nachhaltige Alternativen. Nicht nachhaltig hingegen ist der Ersatz von Fahrrädern durch motorisierten Individualverkehr. Der Vergleich Fahrrad und Öffentlicher-Personen-Nahverkehr bedarf einer differenzierten Betrachtung, die nicht Teil der hier verfolgten Forschungsfrage ist.

#### 3.2 R1 Rethink/Sharing und Verleih

Eine der Aktivitäten, die die engste Form von Kreislaufführung ermöglicht, ist das sogenannte Sharing. Hier stehen nicht Erwerb und Besitz des Fahrrads im Vordergrund, sondern die Nutzung, wodurch das Fahrrad von mehreren Personen hintereinander intensiver und häufiger genutzt wird und so die Produktion bzw. Bereitstellung von Produkten derselben Kategorie verringert werden kann (Henriksson und Scalzotto 2023). Sharing von Fahrrädern gewinnt vor allem im städtischen Bereich an Bedeutung. So hat sich das weltweite Marktvolumen im Fahrrad-Sharing-Bereich von 2013 bis 2019 auf ca. 6 Mrd. € vervierfacht (Statista 2024), und ein weiterer Anstieg auf knapp 13 Mrd. € bis 2027 wird erwartet (Statista 2022). Für das Sharing wurden bislang mehrere Geschäftsmodelle entwickelt: Neben dem klassischen Verleih, bei dem ein Fahrrad bei einem Verleiher in dessen Geschäftsräumlichkeiten abgeholt und zurückgegeben wird, haben sich free-floating-Bikesharing und stationsbasierte Angebote etabliert (Abdellaoui Alaoui und Tekouabou 2021). Bei ersterem können die Fahrräder in einem bestimmten Gebiet an beliebigen Orten abgeholt und wieder abgestellt werden, bei letzteren gibt es fix eingerichtete Standorte, an denen Fahrräder entliehen bzw. zurückgegeben werden können. Solche Modelle werden häufig auch von Kommunen (mit-)finanziert; die Verrechnung erfolgt in der Regel elektronisch (z. B. per Kreditkarte) pro Zeiteinheit.

In Graz gibt es im Unterschied zu anderen österreichischen Städten kein von der Stadt mitfinanziertes Sharing-System und auch kein free-floating-System. Insgesamt konnten nur vier Fahrradverleiher ausfindig gemacht werden, von denen drei nur tage- oder wochenweise verleihen und bei denen das Rad beim jeweiligen Geschäft abgeholt und zurückgegeben werden muss. Spannend ist allerdings das Produkt-Service-Modell des langfristigen Mie-

tens, bei dem die Dienstleistung „Fahrradnutzung“ erworben wird, nicht das Fahrrad selbst, wobei eine monatliche „Leasing-Gebühr“ entrichtet wird (Gelbmann und Hammerl 2015). In Graz gibt es dazu das Angebot einer Art „Abonnement“ von „Eddi Bikes“ (Eddi Bikes 2024). Dieses Fahrradvermietungsservice kommt dem Fahrradeigentumskonzept näher als andere Sharing-Konzepte und ermöglicht es, ein und dasselbe Fahrrad über einen längeren Zeitraum zu mieten, Wartung und Reparaturen inklusive.

#### 3.3 R2 Reduce/Bedürfnisbefriedigung durch bessere Nutzung

Auf dieser Stufe geht es um die Verlängerung der Lebensdauer durch verbesserte Aufbewahrung und Wartung. Stadtaugliche Fahrräder sind in der Regel relativ einfach und stabil konzipiert und können daher gut gewartet und/oder repariert werden (Donner 2023). Neben dem Anschaffungspreis (Investition in die Qualität des Fahrrads) bestimmen die Regelmäßigkeit und Intensität der Wartung (Überprüfung der Komponenten, Erneuerung der Schmiermittel etc.) sowie die Reinigung und die Aufbewahrung die Lebensdauer des Fahrrads (Fahrradking 2024). Auch kleinere Reparaturen verlängern die Lebensdauer – der Übergang von R2 Wartung zu R4 Reparatur ist fließend. Für Service und Reparaturen stehen in Graz viele Möglichkeiten zur Verfügung, die unter dem Punkt R4 Repair vorgestellt werden (vgl. 3.5).

Reinigung und Aufbewahrung werden oft nicht mit Kreislaufwirtschaft in Verbindung gebracht, und doch geht es hier um die Verlängerung der Nutzungsdauer dadurch, dass die Fahrräder besser „umsorgt“ werden. Für sie bietet sich eine Menge von Ansatzpunkten (Betterbicycle 2024). So können Fahrradgaragen, überdachte Abstellplätze und (stationäre oder mobile) Fahrradboxen nicht nur im privaten, sondern auch im öffentlichen Bereich eingerichtet werden, etwa an Bahnhöfen, in Stadtzentren und an Schulen, Universitäten oder großen Ämtern. In Graz gibt es zwei öffentliche Fahrradgaragen beim Hauptbahnhof und beim Einkaufszentrum Murpark. Aber auch an anderen Stellen werden zumindest überdachte Abstellplätze angeboten, über die leider keine genaue Information verfügbar ist (Radlobby 2024). Schließ-

lich verfügen elf Unternehmen über eine Zertifizierung „Cycling Friendly Employer“, die überdachte Abstellmöglichkeiten für Fahrräder von Mitarbeiter:innen vorsieht (Cycling Friendly Employer Certification 2024).

Auch für die Reinigung von Fahrrädern gibt es (ähnlich wie für Autos) neben dem Selbstputzen eine große Menge an Unterstützungsmöglichkeiten – von mobilen über stationäre, selbst zu bedienende bis hin zu vollautomatischen Waschanlagen. Schließlich bieten spezielle Dienstleister, oft neben dem Service, auch eine professionelle Reinigung an (Owayo 2024). In Graz gibt es derzeit nur zwei Möglichkeiten einer speziellen Fahrradreinigung, die beide an einem Standort des sozialökonomischen Betriebs „Bicycle“ (vgl. 3.5) angesiedelt sind, der neben der Reinigung auch Reparatur und Verleih von Fahrrädern anbietet (Bicycle 2024a). Für eine Großstadt mit fast 300.000 Einwohner:innen erscheint dieses Angebot an Reinigungs- und Aufbewahrungsmöglichkeiten nicht adäquat.

### 3.4 R3 Reuse/Wiederverwendung und Umverteilung

Fahrräder zählen (wie auch Autos) zu den Gebrauchsgegenständen, die sich gut für eine Weitergabe eignen (BMVIT 2013), wenn sie noch funktionstüchtig sind, aber – aus welchen Gründen auch immer – nicht mehr selbst verwendet bzw. abgegeben werden. Man kann vermuten, dass der Anteil der Gebraucht-fahrräder an der Gesamtzahl der Fahrräder steigt, da die Anzahl von Radfahrer:innen rascher zunimmt als der Umsatz mit neuen Fahrrädern (Vienna.at 2017). Dabei kann ein gewisses Maß an Reparatur- und Serviceleistungen vonnöten sein, etwa der Tausch von Rädern oder Bremsen.

Neben der klassischen Weitergabe etwa eines zu klein gewordenen Kinderfahrrads innerhalb der Familie bzw. des Bekanntenkreises können Fahrräder über Online-Plattformen (z. B. „Willhaben“, „Shpock“, „Ebay“ oder „Facebook Marketplace“) oder über den stationären (Fahrrad-)Handel entgeltlich oder unentgeltlich weitergegeben werden. In Graz gibt es neun Geschäfte, die die Leistung des Weiterverkaufs anbieten (vgl. Nachhaltig in Graz 2024a). Daneben gibt es auch Fahrradbörsen, über die gebrauchte Fahrräder getauscht werden. Die Fahrräder können hier abgegeben werden

und werden im Wert geschätzt. Werden sie verkauft, wird der Erlös an den Abgebenden weitergegeben. In Graz bietet die Arbeiterkammer einmal jährlich eine solche Börse an, ebenso das Einkaufszentrum Citypark (hier wird der Erlös in Form von Einkaufsgutscheinen weitergegeben) (Inside Graz 2024).

### 3.5 R4 Repair/Reparatur

Der Schritt R4 Reparatur ist in seiner Einordnung in die 10R-Hierarchie nicht ganz eindeutig. Wiewohl theoretisch klar nach R3 Reuse, spielt Reparatur auch vor der Wiederverwendung durch Dritte eine Rolle und ist damit, wie oben bereits argumentiert, eng verwandt mit R2 Rethink und der dort verorteten Wartung. Reparatur geht in jedem Fall über die bloße Wartung und Aufbewahrung hinaus, indem kaputte Teile ausgetauscht oder eben repariert werden. Das kann auch erfolgen, solange das Rad noch im Besitz derselben Person ist, die dadurch die Nutzungsdauer verlängert. Der Übergang zwischen Wartung (R2), Reparatur (R4) und Refurbishing (R5) verläuft dabei fließend. Werden nicht mehr nur einzelne Komponenten getauscht, sondern muss das Rad in großem Stil um- oder aufgearbeitet werden, tritt man in jedem Fall in die nächste Stufe R5 Refurbish ein.

Typische Reparaturarbeiten betreffen etwa das Austauschen von Reifen, Speichen oder ganzen Rädern, das Erneuern von Ketten oder Bremsen. Diese Arbeiten werden von einigen Nutzer:innen selbst erledigt. Dafür gibt es in Graz auch derzeit 27 sogenannte „Serviceboxen“, die ein Basisset an speziellen Werkzeugen und teilweise auch Kompressoren zum Aufpumpen von Reifen oder Automaten mit Rad-schläuchen zur Verfügung stellen. Die Einrichtung wird einerseits zu 50 % von der Stadt Graz gefördert. Andererseits werden solche Boxen aber auch ohne öffentliche Förderung von Privaten beschafft. Die Benutzung erfolgt entsprechend meist gratis, teilweise sind die Boxen aber bei privaten Einrichtungen nicht für alle frei zugänglich (Nachhaltig in Graz 2024b).

Reparatur von Fahrrädern wird in Graz von einer ganzen Reihe von Unternehmen professionell angeboten, eine Suche anhand von Googlemaps ergibt derzeit 18 Angebote (Googlemaps 2024). Einige dieser Unternehmen bieten neben der Wartung und Reparatur von Fahrrädern auch andere

Leistungen an (z. B. Verkauf oder Verleih von Fahrrädern). Unter den Reparaturwerkstätten finden sich auch mehrere sozialökonomische Betriebe und (gemeinnützige) Beschäftigungsprojekte, die niederschwellige Arbeitsmöglichkeiten für arbeitsmarktferne Menschen anbieten (Gelbmann et al. 2013). Besonders hervorzuheben ist hier das Projekt „Bicycle“, das Leistungen wie Reparatur, Verleih oder Reinigung an gleich vier Standorten in Graz anbietet und speziell für „armutsgefährdete arbeitsmarktferne Personen mit geringer Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit“ geschaffen wurde (Bicycle 2024b). Bicycle bietet auch ein mobiles Reparaturservice an, bei dem nach Vereinbarung Fachpersonal die Reparatur an einem vereinbarten Ort bzw. einer vereinbarten Zeit vornimmt.

Daneben gibt es in Graz auch die sogenannte „Fahrradküche“. Das ist eine mit Spezialwerkzeug ausgestattete kooperative Selbsthilfwerkstätte, in der Fachkräfte anwesend sind und in der man sein Fahrrad gegen eine Spende (mit oder ohne Unterstützung) selbst reparieren kann. Manchmal werden auch Workshops zum Thema „Selbst Reparieren“ angeboten (Fahrradküche 2024). Ein ähnliches Konzept sind die sogenannten Repaircafés, die in Graz alle zwei Monate angeboten werden. Auch hier kann man sich von ehrenamtlich und unentgeltlich tätigen Expert:innen beraten und unterstützen lassen (Repair Cafe Graz 2024).

### 3.6 R5 Refurbish/Aufarbeitung und R6 Remanufacture/Weiterverwenden von Teilen

Den nächsten Stufen des Kreislaufprozesses R5 und R6 ist gemeinsam, dass sie im Vergleich zu den vorgelagerten Stufen etwa der Wartung und des Reparierens mehr Energie, mehr materiellen Aufwand und auch mehr an Arbeitsaufwand benötigen (Yang Shanshan et al. 2022). Beim Refurbishing werden im Sinne der Minimierung des Energie- und Arbeitsaufwands nur kaputte Komponenten ausgetauscht. Es geht über das Reparieren hinaus, bei dem möglichst viele Teile erhalten werden sollen, und will das Rad für eine:n neue:n Nutzer:in quasi „neuwertig“ herrichten. Der Übergang von der Wiederverwendung zum Refurbishing ist fließend und nicht eindeutig abgrenzbar (Walcher und Leube 2017).

Remanufacturing dreht die Idee des Refurbishing quasi um und geht noch einen Schritt weiter: Hier wird das Fahrrad in seine Komponenten zerlegt, von denen nur die noch funktionstüchtigen wiederum in neue Fahrräder eingebaut werden; der Rest geht in nachgelagerte Prozesse (etwa das Recycling) (Matsumoto und Ijomah 2013). Es entsteht ein neues Fahrrad aus (mehreren) alten und auch neuen Teilen (Yang Shanshan et al. 2022).

In Graz gibt es zu diesen beiden Stufen eine Reihe von Aktivitäten. So gibt es etwa fünf ökonomische und sozial-ökonomische Betriebe, die es sich zum Ziel gesetzt haben, aus alten Fahrrädern unter Zuhilfenahme von neuen oder ebenfalls wiederverwendeten Komponenten neuwertige Fahrräder zu bauen, die auch wieder mit Gewährleistung/Garantie verkauft werden können. Im Rahmen der Initiative „Schrotträder in Graz“, bei der im Stadtgebiet „verlassene“ Räder gesammelt und zum Großteil recycelt werden, können die oben erwähnten Unternehmen einzelne Räder übernehmen und dem Refurbishing/Remanufacturing zuführen. Dadurch wurden 2018 90 Räder neu aufgebaut und 50 weitere zum Teil verwertet (Halder 2019).

### 3.7 R7 Repurpose/Weiterverwenden von Teilen für neue Verwendungen

Beim Repurposing verlässt man die Ebene des Fahrrads und „baut“ aus den alten Teilen völlig neue Produkte, die nicht mehr die Eigenschaft eines Fahrrads haben. Auch hier kommt es zu Überschneidungen zwischen einzelnen Stufen, da etwa die Abgrenzung zum Recycling nicht ganz eindeutig ist. So kann man Gummi aus Rädern nur beschränkt stofflich verwerten, etwa zerkleinert als Boden- oder Straßenbelag (Timberfarm 2024). Hier handelt es sich nicht um Recycling im engeren Sinne, sondern um eine „Umnutzung“ eines Bestandteils zu einem in der Wahrnehmung „minderwertigeren“ Produkt. Dieser Vorgang wird auch als „Downcycling“ bezeichnet, vor allem, da er nicht rückgängig gemacht werden kann (Rauch et al. 2024).

Ähnliches gilt streng genommen auch für das sogenannte „Upcycling“ oder Re-Design. Auch Upcycling resultiert darin, dass eine Sache nicht mehr in den Ausgangszustand zurückversetzt werden kann. Der Unterschied zum klassischen Downcycling liegt da-



**Abb. 2** Tasche aus Fahrradschlauch (Quelle: <https://www.heidenspazz.cc/shop/schlauchtasche-mini>)

rin, dass „Abfälle“ in stylische „Design“-Produkte verwandelt werden, deren ökonomischer oder künstlerischer Wert um ein Vielfaches höher ist als der der Abfallprodukte (Gelbmann und Hammerl 2015). Gerade aus Fahrrädern wird eine Unzahl von Design-Produkten erzeugt, von aus zerschnittenen Reifen geflochtenen Matten oder Taschen über Buchstützen, Leuchter und Lampen(schirme) aus Rädern oder Ketten bis hin zu ganzen Fahrrädern, die kurzerhand in Blumenständer umgewandelt werden. Sogar Kleidungsstücke oder Taschen können mit Fahrradbestandteilen „gepimpt“ (= „aufgemöbelt“, verbessert) werden. In Österreich gibt es dazu mehrere Initiativen (z.B. Fahrradfilet 2024), im Speziellen in Graz stellt das sozialökonomische Unternehmen Heidenspaß Taschen und Ähnliches aus Fahrradschläuchen her (Heidenspaß 2024, vgl. Abb. 2).

### 3.8 Recycling

In Summe wiegt ein Stadtfahrrad ca. 12,5kg, abhängig davon, welche Materialien dafür verwendet werden. Am häufigsten kommen für den Rahmen Carbon, Stahl und Aluminium zum Einsatz. Komponenten enthalten verschiedene Kunststoffe, zudem sind auch Schmierstoffe vonnöten (Miles 2024). Die Recyclingfähigkeit eines Fahrrades hängt in erster Linie von seinem Design ab. Das inkludiert die verwendeten Materialien ebenso wie die Gestaltung und Kombination der Komponenten (wie Rahmen, Gabel, Räder, Bremsen, Lenker, Sattel, Pedale, Antrieb, Beleuchtung, Schutzbleche; vgl. BMK 2024). Neben den Materialien spielen die Zusammensetzung, der Auf-

bau und die Qualität der Komponenten eine Rolle im Hinblick auf die Wieder-/Weiterverwendung zumindest von Teilen (Remanufacturing, Upcycling). Erst wenn nicht einmal mehr die Verwertung von Komponenten möglich ist, sollte das Recycling in Betracht gezogen werden, da hier nur das enthaltene Material, das wiederverwertet werden kann (z.B. Metall), auch tatsächlich verwertet wird.

Die Metalle Aluminium und Stahl lassen sich bei guter Sortierung besonders gut recyceln. Die Energieeinsparung liegt bei 95% bei Aluminium und 60 bis 70% bei Stahl, aber auch Wasserverbrauch sowie die Wasser- und Luftverschmutzung liegen bei beiden Materialien erheblich unter der Primärerzeugung (EURIC 2020). Auch bei Kunststoffen können durch Recycling bis zu 60% der Emissionen gegenüber der Primärerzeugung eingespart werden (BVSE o.J.).

In Graz werden Fahrräder für das Recycling in erster Linie beim städtischen Ressourcenpark zurückgenommen, wobei die in einzelne Komponenten zerlegte Variante in der sogenannten Wertstoffzone gratis erfolgt, die Entsorgung eines unzerlegten Fahrrades über den Sperrmüll jedoch bis zu sechs Euro kostet (Holding Graz 2024). Fahrräder können jedoch auch teilweise bei den unter 3.6 erwähnten Spezialisten für Refurbishing/Remanufacturing abgegeben werden, die unverwertbare Räder dem Recycling zuführen (Nachhaltig in Graz 2024c).

### 3.9 Sonstige Verwertung

Bei der sonstigen Verwertung werden Komponenten des Fahrrads, die nicht stofflich, aber „thermisch verwertet“ werden können (also brennbar sind), im Zuge der thermischen Verwertung verbrannt und ihr Energieinhalt zu Erzeugung von Strom und/oder thermischer Energie genutzt. Diese Variante ist nur mehr sehr bedingt der Kreislaufwirtschaft zurechenbar und wird hier nicht weiterverfolgt.

### 3.10 Weitere Aspekte der Kreislaufwirtschaft

Nicht alle Faktoren, die auf die Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern Einfluss nehmen, lassen sich unmittelbar den 10R zurechnen. Insbesondere im Rahmen der Primärerhebung nannten die

Expert:innen eine Menge an Aspekten, die sich so nicht zuordnen lassen.

Wesentlich auf allen Stufen der Kreislaufwirtschaft ist die Förderung der Bewusstseinsbildung (oder besser Sensibilisierung) der Bürger:innen für die Vorteile der Kreislaufwirtschaft im Allgemeinen und für Fahrräder im Besonderen. Diese Sensibilisierung ist Aufgabe der öffentlichen Verwaltung und Politik, die sich die hier zu setzenden Maßnahmen mit öffentlichen (Kindergärten, Schulen, Universitäten etc.) und privaten Bildungseinrichtungen sowie auch mit zivilgesellschaftlichen Organisationen teilt. Die Förderung dieser Maßnahmen kann durch in-cash- und in-kind-Leistungen erfolgen. Neben von der öffentlichen Hand initiierten Informations- und Sensibilisierungskampagnen bietet sich auch das Angebot von Fahrrad-Reparaturkursen an.

Doch auch einzelne Geschäftsmodelle, die die Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern zielführend umsetzen können, bedürfen, da nicht kostendeckend, der Förderung durch die öffentliche Hand, etwa Reparatur- und Refurbishing-Systeme sowie Gebrauchtradbörsen. So wäre etwa die Ausdehnung des „Reparatur-Bonus“ (Reparaturbonus 2024), der derzeit nur für Elektrogeräte gilt, auch auf Fahrräder erstrebenswert. Wichtig ist die oben bereits beschriebene Einbeziehung des sozialwirtschaftlichen Sektors, der Arbeitsplätze sowohl für alle Menschen in prekären Lebensverhältnissen als auch im Besonderen für Jugendliche zur Verfügung stellt. Hier gibt es in Graz gleich mehrere Initiativen, wie die bereits genannten Bicycle (Bicycle 2024a, b), Heidenspass (2024), aber auch Promente Re.turn Graz (Promente 2024).

Weiterhin zählen die Errichtung und Erhaltung von Fahrradinfrastruktur zu den Ansatzpunkten zur Förderung der Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern. Auch hier sind wiederum die Förderung und Erhaltung durch die öffentliche Hand gefragt. Das betrifft im engeren Sinne die Errichtung und Erhaltung von Fahrradabstellplätzen oder Garagen sowie die Errichtung und den Betrieb von Bike-Sharing-Systemen, die eine Erleichterung und Ergänzung zur öffentlichen Mobilität bieten. Im weiteren Sinne gehört dazu aber auch die Errichtung von Radfahrwegen, die eine effektive, effiziente und sichere Nutzung des Mobilitätsangebots „Fahrrad“ erleichtern.

Viele der Schritte, die die öffentliche Hand im Hinblick auf alle Bürger:innen setzen kann, können auch von Unternehmen oder anderen Organisationen speziell im Hinblick auf ihre Mitarbeiter:innen unternommen werden, von der Errichtung von Fahrradgaragen über die Zurverfügungstellung von Fahrrad-Serviceboxen bis hin zum Angebot von kostengünstigen oder -losen Fahrrädern für Mitarbeiter:innen, die den Weg zur Arbeit mit dem Fahrrad bewältigen.

Schließlich kann Unterstützung seitens anderer (zivilgesellschaftlicher) Organisationen erfolgen, die Informationen zum Thema (Kreislaufwirtschaft mit) Fahrräder(n) anbieten. In Graz ist dies etwa die Initiative „Nachhaltig in Graz“, die Informationen über Abstellplätze, Reparaturangebote, Börsen etc. zur Verfügung stellt (Nachhaltig in Graz 2024a, b, c).

#### 4 Benchmarking der Kreislaufwirtschaftstauglichkeit im Hinblick auf Fahrräder von Graz mit den fahrradfreundlichsten Städten

Die Analysestadt Graz wird im Folgenden einem Vergleich mit den drei fahrradfreundlichsten Städten der Welt, Utrecht, Münster und Antwerpen (laut Bicycle Cities Index, Statista 2022) unterzogen. Dieser Index berücksichtigt kreislaufwirtschaftsbezogene Kriterien wie

- Art und Anzahl von Anbietern für „Abonnements“, also die Nutzung von Fahrrädern über einen längeren Zeitraum,
- free-floating- und/oder stationsbasierte Verleihsysteme zum flexiblen Ausborgen,
- weitere Sharingmodelle,
- Infrastruktur von Reparaturmöglichkeiten,
- Infrastruktur von Abstellplätzen und/oder Fahrradgaragen,

	Graz	Utrecht	Münster	Antwerpen
<b>Sharing</b>				
Sharing-Abomodelle Langzeit				
Sharing-Abomodelle Kurzzeit				
Sharing-Modelle ohne Abo				
Fahrradvermietung in Shops				
<b>Instandhaltung</b>				
Fahrradwerkstätten				
Mobiler Reparaturservice				
Repair Cafes / Fahrradküchen				
Selfservice-Stationen				
Fahrradgaragen				
Überdachte Abstellplätze				
Reinigungsstellen				
Mobile Waschanlagen				
<b>Wiederverwendung</b>				
Fahrradbörsen				
Onlineplattformen				
Stationäre Geschäfte				
<b>Wiederaufbereitung</b>				
Upcycling zu Fahrrädern				
Andere Upcyclinglösungen				
<b>Recycling</b>				
Recyclingmöglichkeiten				

Legende:

	Nicht vorhanden
	Teilweise* vorhandene Infrastruktur
	Option vorhanden, jedoch keine Zahlen bekannt
	Gute** Infrastruktur

Abb. 3 Gegenüberstellung von Graz mit den Musterstädten. Quelle: Schachner 2023

- Reinigungsmöglichkeiten speziell für Fahrräder,
- andere Angebote von Instandhaltungsmaßnahmen,
- stationäre Angebote für Secondhand,
- Angebot an Fahrradmärkten oder Fahrradbörsen,
- Angebot an Onlineplattformen für Reuse,
- Angebot an weiteren Maßnahmen für Reuse,
- Art und Anzahl an Refurbishing-/ Remanufacturing- oder Upcycling-Geschäftsmodellen,
- Art und Menge von Recyclingaktivitäten.

Daten zu den einzelnen Kriterien wurden aus Sekundärdaten und aus den Expert:inneninterviews erhoben und anhand einer einfachen Ordinalskala bewertet (Schachner 2023). An dieser Stelle wird auf die vergleichende Darstellung zurückgegriffen, die für die diesem Beitrag zugrundeliegende Masterarbeit erstellt wurde (Schachner 2023).

Aus Abb. 3 ist erkennbar, dass Graz in den Bereichen der Kreislaufwirtschaft mit geringerer Priorität (Wiederverwendung, -aufbereitung) teilweise sogar besser aufgestellt ist als die Musterstädte, allerdings in den Bereichen, die aus Sicht der Kreislaufwirtschaft höhere Priorität haben, wie Sharing oder bessere Aufbewahrung und Wartung, deutliche Defizite aufweist. Hier besteht erhebliches Handlungspotenzial.

## 5 Ergebnisse:

### Nachhaltigkeitsbewertung der Kreislaufaspekte von Fahrrädern vor dem Hintergrund der SDGs

#### 5.1 Allgemeine Bewertung der Nachhaltigkeit von Aktivitäten der Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern

Bevor die Ergebnisse der Sekundär- und Primäranalyse anhand der SDGs weiter analysiert werden, versuchen wir an dieser Stelle eine allgemeine Bewertung der Nachhaltigkeit, die sodann in den Kontext der SDGs gesetzt wird.

Aus ökonomischer Sicht können sich durch eine Intensivierung der Fahrrad-Nutzung Möglichkeiten zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle wie Sharing oder Produkt-Service-Modelle ebenso ergeben wie vermehrte Nutzung von Reparatur- und Wartungsleistungen (Bungard 2018). Das führt auch gesamtwirtschaftlich zu positiven Auswir-

kungen hinsichtlich der Beschäftigung und des Bruttoinlandsprodukts (Chateau und Mavroeidi 2020). Viele der Geschäftsmodelle in diesem Bereich sind sozialökonomisch und fördern die Integration von Menschen fern des sogenannten ersten Arbeitsmarkts, was ebenfalls zu einer Erhöhung der Beschäftigung führt. Schließlich können durch den Ausbau von Refurbishing, Remanufacturing, Recycling und Repurposing Einnahmequellen erschlossen werden, indem durch verbesserte Aufarbeitung und Redesign der Komponenten und Inhaltsstoffe höhere Erlöse für an sich nicht mehr gebrauchsfähige Fahrräder erzielt werden.

Aus ökologischer Sicht trägt eine Intensivierung der Fahrradnutzung bei gleichzeitiger Reduktion der Nutzung von PKWs und auch öffentlichen Verkehrsmitteln zu einer Verringerung von Umweltbelastungen wie Feinstaub oder CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei. Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft mit Reparatur, Wiederaufbereitung und Recycling sind das allerdings Nebeneffekte, denn aus dieser Perspektive sind die Verlängerung des Lebenszyklus und die im Gegensatz zur Durchflusswirtschaft gesteigerte Ressourceneffizienz und Abfallreduktion ebenso wesentlich wie die Senkung des Gesamtenergieverbrauchs durch Verringerung des Materialdurchsatzes (Kraft et al. 2022).

Aus sozialer Sicht können die neuen Geschäftsmodelle auch zu einer besseren gesellschaftlichen Durchdringung führen. Zwar sind Fahrräder meist mit überschaubaren Anschaffungskosten verbunden, doch besonders teure und leistungsfähige Fahrräder, wie sie beispielsweise im Sport- und Freizeitbereich zu finden sind, stellen oft erhebliche finanzielle Hürden dar. Sharing- und Produkt-Service-Modelle ermöglichen es auch jenen Bürger:innen, die sich den Kauf eines solchen Fahrrads nicht leisten können, darauf zuzugreifen. Das trägt nicht nur zu einer sozial gerechteren Verteilung bei, sondern auch zur Gesundheitsförderung durch die Förderung körperlicher Aktivität. Die oben bereits erwähnten sozialökonomischen Geschäftsmodelle sowohl im Bereich des Sharing wie auch im Bereich der Verlängerung der Nutzungsdauer leisten einen Beitrag zur besseren Integration von Menschen in prekären Lebensverhältnissen.

#### 5.2 Konnex der Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern mit den SDGs

Aus den oben zusammengefassten Nachhaltigkeitsaspekten ergeben sich mehrere Querverbindungen zwischen Kreislaufwirtschaft, Fahrradmobilität und SDGs, deren allgemeinstes in Ziel 12.2 „Bis 2030 nachhaltiges Management und effiziente Ressourcennutzung erreichen“ ist. Dies steht in direktem Zusammenhang mit SDG 9.4, das eine gesteigerte Nachhaltigkeit der Infrastruktur und die Förderung sauberer und umweltfreundlicher Technologien fordert, und auch mit SDG 8.4, das eine globale Steigerung der Ressourceneffizienz verlangt. Zu beidem kann die bessere und verlängerte Nutzung von Fahrrädern einen Beitrag leisten, ebenso wie zu SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz), wenn auch hier die Unterziele ein sehr hohes Abstraktionsniveau aufweisen.

Wesentlich und sehr konkret in Richtung Kreislaufwirtschaft geht auch Ziel 12.5, das bis 2030 eine substantielle Verringerung der Abfallproduktion durch Vermeidung, Verringerung, Recycling und Reuse fordert. Alle genannten Aspekte wurden in Abschn. 3 im Detail dargestellt und belegt.

Weiters relevant ist SDG 12.6, in dem Unternehmen gefordert werden, nachhaltige Praktiken zu fördern und das, wie in 3.10 dargelegt, durch Förderung der Fahrradmobilität ihrer Mitarbeiter:innen tun können.

Radfahren leicht zugänglich und auch kostengünstig zu machen, kann nicht nur über Firmen, sondern auch über die Zurverfügungstellung von öffentlichen oder auch privaten Sharingmodellen gewährleistet werden. Es steht daher in direktem Zusammenhang mit SDG 9.1 (zuverlässige und nachhaltige Infrastruktur mit einem Fokus auf leistbarem und fairem Zugang für alle). Zudem begünstigt mehr körperliche Bewegung insgesamt die Erreichung von SDG 3.4.1 (Verringerung der Sterblichkeitsrate infolge von Krankheiten des Kreislaufsystems, bösartigen Neubildungen, Diabetes mellitus oder chronischen Atemwegserkrankungen).

Einen weiteren Beitrag zu sozialer Nachhaltigkeit neben der Gesundheitsförderung leisten die sozialökonomischen Geschäftsmodelle, in denen Menschen in prekären Verhältnissen und Jugendliche unterstützt werden. Diese Einrichtungen fördern sowohl

die Erreichung von SDG 8.5 (anständige Arbeit für alle Frauen und Männer, einschließlich junger Menschen und Menschen mit Behinderung), von SDG 8.6, das sich explizit auf junge Menschen bezieht, die nicht in Ausbildung oder Beschäftigung sind, und auch SDG 10.2, das die Unterstützung und Förderung sozialer, ökonomischer und politischer Inklusion aller Menschen fordert. Doch nicht nur im Hinblick auf Menschen mit besonderen Bedürfnissen aller Art, auch in anderen Bereichen und insbesondere in kleineren und mittleren Unternehmen sollen der Fokus auf Bereichen mit hoher Wertschöpfung und hoher Arbeitsintensität liegen (SDG 8.2) und faire Arbeitsplätze, Unternehmergeist, Kreativität und Innovation in den Vordergrund gestellt werden (SDG 8.2). Alle diese Anforderungen werden nicht nur in sozialökonomischen, sondern auch in wirtschaftlichen Unternehmen im Bereich Fahrräder und Kreislaufwirtschaft umgesetzt, denn ohne diese Qualitäten könnten arbeitsintensive Unternehmen wie die hier tätigen nicht überleben.

Im Blickpunkt der SDGs stehen nicht nur Unternehmen, sondern auch das menschliche Zusammenleben insgesamt, und auch hier leistet fahrradbezogene Kreislaufwirtschaft einen wichtigen Beitrag: Zunächst und sehr zentral ist der Beitrag zu SDG 11.2, das nachhaltige Verkehrssysteme fördern will. Auch wenn hier der Fokus auf öffentlichem Personennahverkehr liegt, ist Fahrradverkehr definitiv zu den nachhaltigen Verkehrssystemen zu zählen, zumal er auch zur Reduktion der Umweltbelastung insbesondere in Städten beiträgt (SDG 11.6) und durch mehr Fahrrad- und weniger motorisierten Individualverkehr die Verfügbarkeit und der Zugang zu Grünflächen und sonstigen öffentlichen Räumen verbessert werden können (SDG 11.7).

Diese Überlegung führt zu den Anforderungen, die die SDG auch an Politik und öffentliche Verwaltung stellen: Wirksame öffentliche, public-private und zivilgesellschaftliche Partnerschaften müssen vorangetrieben und ausgebaut werden, um die Integration einer Kreislaufwirtschaft mit Fahrrädern voranzutreiben (SDG 17.17). So kann ein wesentlicher Beitrag zur politischen Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Inklusion, Ressourceneffizienz und Abschwächung des Klimawandels in Städten geleistet werden (SDG 11.b). Dazu bedarf es leistungs-

fähiger, verantwortungsvoller und transparenter Institutionen auf allen Ebenen (SDG 16.6), die zu einer konsistenten, nachhaltigkeitsorientierten Politik beitragen (SDG 17.14). Dies umfasst auch die Bereitstellung von Information und die Sensibilisierung für dieses Thema (SDG 12.8), damit die Bildung für Nachhaltige Entwicklung (SDG 4.7) und, getrieben von allen SDGs, die Verstärkung der öffentlichen Teilhabe bzw. Partizipation aller Menschen.

## 6 Schlussfolgerungen

Der Konnex zwischen Fahrrädern, Kreislaufwirtschaft und den SDGs, wenn er sich auch nicht auf den allerersten Blick erschließt, ist nicht nur vorhanden, sondern von großer Bedeutung. Alle 10R Stufen der Kreislaufwirtschaft nach Potting et al. (2017) können in Bezug auf Fahrradmobilität Anwendung finden. Dies beginnt mit der Erhöhung der Ressourceneffizienz und der Langlebigkeit durch spezielles Design. Des Weiteren kann die Nutzungsintensität durch Sharing, eine verbesserte Wartung und Aufbewahrung, eine Intensivierung der Reparatur oder eine Weitergabe erhöht werden. Falls man das Rad nicht mehr selbst nutzen möchte, kann es über diverse Aufarbeitungsprozesse „runderneuert“ werden. Dies geschieht etwa durch den Austausch von Komponenten (Refurbishment) oder umgekehrt durch den Einbau von noch brauchbaren Komponenten eines kaputten Fahrrads in ein anderes Fahrrad (Remanufacturing). Der letzte mögliche Schritt ist das Recycling, das sehr häufig als einziges mit dem Begriff Kreislaufwirtschaft assoziiert wird.

Im Hinblick auf die SDGs entstehen dadurch auch mannigfaltige Zusammenhänge, von SDG 3 Gesundheitsförderung, über SDG 4 Nachhaltige Bildung, SDG 8 Hohe Wertschöpfung und faire Arbeitsplätze und Inklusion von Menschen mit besonderen Bedürfnissen und Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen, SDG 9 zuverlässige und nachhaltige Infrastruktur, über SDG 11 als zentrales Ziel mit nachhaltiger Infrastruktur, verbesserten Lebensbedingungen und nachhaltiger Mobilität in Städten und ebenso zentral SDG 12, das die Kreislaufwirtschaft am meisten anspricht und nachhaltige Produktion, Nutzungsdauer und End-of-Life propagiert, bis hin zu SDG 13 Klimaschutz. SDG 17 ist bedeutsam für eine erfolgreiche Integration von Fahr-

rädern in die Kreislaufwirtschaft und in die SDGs. Es bedarf einer gemeinschaftlichen Anstrengung von politischen Akteur:innen auf nationaler, regionaler und vor allem Gemeindeebene, von zivilgesellschaftlichen Akteur:innen, von vor allem kleineren und mittleren, zum Teil auch sozialwirtschaftlichen Unternehmen auf allen Stufen der Kreislaufwirtschaft, aber auch der Bürger:innen, die in politische Entscheidungen eingebunden werden und bereit sind, Fahrräder zu nutzen, zu reparieren oder weiterzugeben. Die Mittel der Wahl dazu sind Förderprogramme, Informationskampagnen, Infrastrukturinvestitionen und gegebenenfalls auch gesetzliche Maßnahmen.

In diesem Beitrag wurde auf Fahrradmobilität zur Fortbewegung in Städten fokussiert. Weiterer Forschungsbedarf besteht sicherlich im Hinblick auf die Potenziale der Elektromobilität mit Fahrrädern, die zusätzlich das gesamte Spektrum von Batterieproduktion und -entsorgung umfasst und den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte. Auch der Einsatz von Fahrrädern als Sportgeräte verdient nähere Betrachtung und kann den Beitrag von Fahrrädern zu kreislaufwirtschaftlichen Aktivitäten noch weiter steigern.

### 6.1 Offenlegung

Der vorliegende Beitrag baut auf Ergebnissen der Masterarbeit von Nathanael Schachner auf, die wesentlich erweitert, überarbeitet und aktualisiert wurden (Schachner 2023). Nathanael Schachner ist auch Mitautor dieses Beitrags.

**Danksagung** Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für Digitales und Wirtschaft, die Nationalstiftung für Forschung, Technologie und Entwicklung und die Christian Doppler Forschungsgesellschaft, sowie durch die Universität Graz.

**Funding** Open access funding provided by University of Graz.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur

Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Ab-

bildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des

Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. ■

## Literatur

- Abdellaoui Alaoui EAA, Tekouabou SCK (2021):** Intelligent management of bike sharing in smart cities using machine learning and Internet of Things, *Sustainable Cities and Society* 67:102702. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102702>
- Betterbicycle (2024):** Protecting your bike from weather and dirt, verfügbar unter <http://www.betterbicycle.com/2013/12/protecting-your-bike-from-weather-and-dirt.html>, abgerufen am 8.1.2024
- Bicycle (2024a):** Waschanlage, verfügbar unter <https://bicycle.at/waschanlage/>, abgerufen am 6.1.2024
- Bicycle (2024b):** Projekt NsBa – Bicycle, verfügbar unter <https://bicycle.at/nsba/>, abgerufen am 14.1.2024
- BMK (2024) (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie):** Nachhaltiger Fahrradkauf, verfügbar unter <https://www.bewusstkaufen.at/nachhaltiger-fahradkauf/>, abgerufen am 13.1.2024
- BMVIT (2013) (Bundesministerium für Verkehr, Infrastruktur und Innovation):** Radverkehr in Zahlen – Daten, Fakten und Stimmungen 2. Aufl. Wien.
- Braungart M, McDonough W (2014):** Cradle to cradle. Einfach intelligent produzieren. Piper, München.
- Bungard P (2018):** CSR und Geschäftsmodelle – Auf dem Weg zum zeitgemäßen Wirtschaften. Einführung in die Thematik und Überblick des Buchaufbaus. In: Bungard P (Hrsg.) *CSR und Geschäftsmodelle*. Auf dem Weg zum zeitgemäßen Wirtschaften. Springer, Berlin Heidelberg, S. 46–48
- BVSE (o.J.) (Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung):** Recycelte Kunststoffe in Produkten, verfügbar unter [https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/02-Pressen/03-Kunststoff/2022/GKV-BDE-bvse\\_Rezyklate\\_in\\_Kunststoffprodukten\\_final.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/02-Pressen/03-Kunststoff/2022/GKV-BDE-bvse_Rezyklate_in_Kunststoffprodukten_final.pdf), abgerufen am 15.1.2024
- Chateau J, Mavroei E (2020):** The jobs potential of a transition towards a resource efficient and circular economy, *OECD Environment Working Papers* 167:11–17
- Cycling Friendly Employer Certification (2024):** Measures – Die Aktionen im Detail, verfügbar unter <https://cfe-zertifizierung.at/measures>, abgerufen am 5.1.2024
- Denzin NK, Lincoln YS (2018):** The SAGE handbook of qualitative research. 5. Aufl. Sage Thousand Oaks
- Döring N (2023):** Forschungsmethoden und Evaluation, in den Sozial- und Humanwissenschaften, 6., vollst. überarb., akt. u. erw. Aufl., Springer Berlin, Heidelberg
- Donner, J (2023):** Bike-Reparatur & Wartung – Funktion, Einstellung, Pflege, Instandsetzung. 7. Aufl. Delius Klasing Verlag Bielefeld
- Eddi Bikes (2024):** About, verfügbar unter <https://eddbike.com/about>, abgerufen am 7.1.2024
- EEA (2016) (European Environment Agency):** Circular Economy in Europe—Developing the Knowledge Base. EEA Report No 2/2016. European Environment Agency Copenhagen
- EP (2008) (Europäisches Parlament):** Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien
- EURIC (2020) (European Industries Recycling Industries' Confederation):** Fakten Metallrecycling – Vorteile des Metallrecyclings, verfügbar unter [https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC\\_Metal\\_Recycling\\_Factsheet\\_GER\\_002.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC_Metal_Recycling_Factsheet_GER_002.pdf), abgerufen am 15.1.2024
- Fahrradfilet (2024):** Über uns, verfügbar unter <https://www.fahrradfilet.at/pages/uber-uns>, abgerufen am 8.1.2024
- Fahrradking (2024):** Die unglaubliche Lebensdauer von Fahrrädern: Wie lange hält ein Fahrrad wirklich?, verfügbar unter <https://www.fahrradking.com/wie-lange-haelt-ein-fahrrad/>, abgerufen am 2.1.2024
- Fahrradküche (2024):** Fahrradküche, verfügbar unter <http://www.fahrradkueche.com>, abgerufen am 7.1.2024
- Gelbmann U, Hammerl B (2015):** Integrative reuse systems as innovative business model for devising sustainable product-service-systems, *Journal of Cleaner Production* (Special Volume: Why have 'Sustainable Product-Service Systems' not been widely implemented?) 97: 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.104>
- Gelbmann U, Anastasiadis M, Aschemann, R (2013):** Sustainability Reporting in ECOWISE. In: Anastasiadis M. (Hrsg.) *ECO-WISE – Social Enterprises as Sustainable Actors: Concepts, Performances, Impacts*. EHV Bremen: 177–194
- Googlemaps (2024):** Fahrradreparaturangebote Graz, verfügbar unter <https://www.google.at/maps/search/Fahrrad+Reparatur+Graz+Innenstadt/@47.0593588,15.4205506,12.96z?hl=de&entry=ttu>, abgerufen am 14.1.2024
- Haller S (2019):** Stadt Graz. Schrotträder wieder im Visier. Bericht vom 14. August 2019, verfügbar unter: [https://www.meinbezirk.at/graz/c-lokales/schrottraeder-wieder-im-visier\\_a3566535](https://www.meinbezirk.at/graz/c-lokales/schrottraeder-wieder-im-visier_a3566535), abgerufen am 19.1.2024
- Heidenspaß (2024):** Shop, verfügbar unter <https://heidenspaß.cc/shop/>, abgerufen am 9.1.2024
- Henriksson M, Scalzotto LG (2023):** Bike-sharing under pressure: The role of cycling in building circular cycling futures, *Journal of Cleaner Production* 395. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136368>
- Holding Graz (2024):** Unser Ressourcenpark, verfügbar unter <https://www.holding-graz.at/de/abfall-holding-graz/ressourcenparkgraz/>, abgerufen am 14.1.2024
- Inside Graz (2024):** Fahrradbörse in Graz – gebrauchtes Rad kaufen & verkaufen, verfügbar unter <https://www.inside-graz.at/mobiltaet/fahrradboerse-in-graz.html>, abgerufen am 7.1.2024
- Kraft MHG, Christ O, Scherer L (2022):** Kundensperspektive: Gestaltung und Messung des Kundennutzens in der Kreislaufwirtschaft. In: *Management der Kreislaufwirtschaft: Positionierung und Gestaltung zirkulärer Unternehmen* Springer Fachmedien Wiesbaden: 39–47
- Kruchten S, Eijk Fv (2020):** Circular Economy and SDGs. Netherlands Enterprise Agency and Holland Circular Hotspot. Hoofddorp (NL)
- Ellen MacArthur Foundation (2014):** Towards the circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains, verfügbar unter [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_ENV\\_TowardsCircularEconomy\\_Report\\_2014.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf), abgerufen am 19.1.2024
- Matsumoto M, Ijomah W (2013):** Remanufacturing. In: Kauffman J Lee KM (Eds.) *Handbook of Sustainable Engineering*. Springer, Dordrecht, 389–408
- Mayring P (2022):** Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken, 13. überarbeitete Aufl., Weinheim: Beltz
- Miles (Miles High End Cycling) (2024):** Fahrradmaterialien im Vergleich, verfügbar unter <https://www.highendcycling.de/materialvergleich/>, abgerufen am 14.1.2024
- Nachhaltig in Graz (2024a):** Rad-Service-Boxen in Graz, verfügbar unter <https://nachhaltig-in-graz.at/rad-serviceboxen-in-graz/>, abgerufen am 6.1.2024
- Nachhaltig in Graz (2024b):** Second-Hand-Fahrräder: Bezugsquellen, verfügbar unter <https://nachhaltig-in-graz.at/second-hand-fahrraeder-bezugsquellen-in-graz/>, abgerufen am 6.1.2024
- Nachhaltig in Graz (2024c):** Recycling & Reuse in Graz – Wo bringe ich was hin?, verfügbar unter <https://nachhaltig-in-graz.at/listen/recycling-fuehrer-fuer-graz/>, abgerufen am 14.1.2024
- Owayo (2024):** Fahrrad putzen & reinigen: Tipps für die perfekte Fahrradreinigung, verfügbar unter <https://www.owayo.at/magazin/fahrrad-reinigen-at.htm>, abgerufen am 8.1.2024
- Potting J, Hekkert MP, Worrell E, Hanemaaijer A (2017):** Circular economy: measuring innovation in the product chain. *Planbureau voor de Leefomgeving*, No. 2544
- Promente (2024):** Fahrradreparatur und -service, verfügbar unter <https://www.promentesteiermark.at/verkaufstyp/fahrrad/m>, abgerufen am 17.1.2024
- Radlobby (2024):** Fahrradparken, <https://www.radlobby.at/fahrradparken>, abgerufen am 5.1.2024
- Rauch W, Kamsouloum P, Muller R (2024):** Upcycling, Recycling, Downcycling. In: *Mechanische Recyclingtechnik für Fluss- und Meerestypik*. Springer Vieweg, Wiesbaden, 299–330
- Repair Cafe Graz (2024):** Repair Café Graz, verfügbar unter <https://www.repaircafe-graz.at/>, abgerufen am 2.1.2024
- Reparaturbonus (2024):** Zweite Chance für Elektrogeräte, verfügbar unter <https://www.reparaturbonus.at/>, abgerufen am 17.1.2024
- Rodríguez-Antón J, Rubio-Andrada L, Celemín-Pedroche MS, Rufz-Peñalver SM (2022):** From the circular economy to the sustainable development goals in the European Union: An empirical comparison. *International environmental agreements: politics, law and economics*, 22(1): 67–95. <https://doi.org/10.1007/s10784-021-09553-4>
- Rodríguez-Anton JM, Rubio-Andrada L, Celemín-Pedroche MS, Alonso-Almeida, MDM**

(2019): Analysis of the relations between circular economy and sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(8), 708–720. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1666754>

**Schachner, Nathanael (2023):** Wie ein Lebenszyklus nachhaltiger gestaltet werden kann – Anwendung der Kreislaufwirtschaft am Beispiel eines Fahrrades in der Stadt Graz. Masterarbeit Universität Graz: Graz.

**Schroeder P, Anggraeni K, Weber U (2019):** The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1): 77–95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>

**Yang Shanshan SK, Ong AYC, Nee AYC (2022):** Remanufacturing and Remanufacturability Assessment for the Circular Economy: A Solutions Guide, CRC Press, Boca Raton

**Statista (2022):** Ranking der fahrradfreundlichsten Städte weltweit nach dem Bicycle Cities

Index im Jahr 2022, verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1011869/umfrage/ranking-der-fahrradfreundlichsten-staedte-weltweit/>, abgerufen am 16.1.2024

**Statista (2024):** Entwicklung des weltweiten Marktvolumens von Bike Sharing-Diensten in den Jahren 2013 bis 2021, verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/726018/umfrage/weltweites-marktvolumen-von-bike-sharing-diensten/>, abgerufen am 12.1.2024

**Timberfarm (2024):** Ist Gummi recyclebar?, verfügbar unter <https://www.timberfarm.de/de/newsletter/01072013/ist-gummi-recyclebar>, abgerufen am 9.1.2024

**UNFCCC (2024) (United Nations Framework Convention on Climate Change) :** Migration, displacement and human mobility, available online <https://unfccc.int/wim-excom/areas-of-work/migration-displacement-and-human-mobility>, abgerufen am 8.1.2024

**United Nations (2024):** Sustainable Transport, verfügbar unter <https://sdgs.un.org/topics/sustainable-transport>, abgerufen am 12.1.2024

**Vienna.at (2017):** Umfrage zum Thema Fahrradkauf zeigt: Gebrauchte Drahtesel liegen im Trend, verfügbar unter <https://www.vienna.at/umfrage-zum-thema-fahrradkauf-zeigt-gebrauchte-drahtesel-liegen-im-trend/5347189>, abgerufen am 8.1.2024

**Walcher D, Leube M (2017):** Kreislaufwirtschaft durch Co-Creation, PraxisWISSEN Marketing, verfügbar unter <https://doi.org/10.15459/95451.15>, abgerufen am 12.1.2024

**Hinweis des Verlags** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.