

# LEITFADEN FÜR C2C-INSPIRIERTES MATERIALMANAGEMENT AUF GEWERBEGEBIETE

**Author** Alina Belousova  
Bianca Schmitt

**Date** August 2014

# DANKSAGUNG

Cradle to Cradle® und C2C sind registrierte Marken von McDonough Braungart Design Chemistry LLC. Dieser Leitfaden stützt sich auf Konzepte die von EPEA Internationale Umweltforschung sGmbH entwickelt wurden und die Grundlage der C2C –Methodik, die im Literaturverzeichnis zitiert ist, bilden

Das CRP Henri Tudor möchte Douglas Mulhall für die kritische Durchsicht des Dokuments und seinen Beitrag zur Definition der hier angegebenen C2C Konzepte danken. Wir möchten auch allen C2C BIZZ Partnern für die tolle Zusammenarbeit danken die wir in den letzten drei Jahren gemeinsam entwickelt haben. Besonderer Dank geht an Helma Smolders , die nicht mehr im Projekt ist, aber deren Beitrag dennoch die Entwicklung des C2C BIZZ Projekts prägte und all dies möglich machte.

# INHALT

<b>1</b>	Einführung®	4	<b>6</b>	C2C-Materialwirtschaftsstrategien für Gewerbegebiete	21
<b>2</b>	Über Cradle to Cradle®	6	<b>6.1</b>	Gebäude und Bau	21
<b>3</b>	Von herkömmlichen Gewerbegebieten zu C2C-Gewerbegebieten	9	<b>6.2</b>	Fertigung	26
<b>4</b>	Materialfluss auf Gewerbegebieten	12	<b>6.3</b>	Dienstleistungssektor	33
<b>5</b>	Die Notwendigkeit der C2C-inspirierten Materialwirtschaft	16	<b>6.4</b>	Standortmanagement	38
<b>5.1</b>	C2C für besseres Recycling	16	<b>7</b>	Nutzen und Möglichkeiten des C2C-Konzepts für Gewerbegebiete	46
<b>5.2</b>	C2C-Materialeigenschaften	19	<b>8</b>	Herausforderungen bewältigen	49
			<b>9</b>	Schlussfolgerungen	52
			<b>10</b>	Bibliographie	54

# 1 EINFÜHRUNG

## Über das C2C BIZZ-Projekt

Im INTERREG IVB Projekt C2C BIZZ (Cradle to Cradle® in Gewerbegebieten) arbeiten seit 2011 elf nordwesteuropäische Partner an dem gemeinsamen Ziel, die Implementierung des Cradle to Cradle®-Konzepts in neuen und existierenden Gewerbegebieten zu beschleunigen. Teilnehmende Partner sind unter anderem staatliche Stellen, wissenschaftliche Institute und private Unternehmen aus sechs europäischen Ländern (Niederlande, Vereinigtes Königreich, Belgien, Frankreich, Deutschland und Luxemburg).

Cradle to Cradle® (C2C) ist eine auf Qualität ausgerichtete Innovationsplattform zur Konzeption vorteilhafter wirtschaftlicher, sozialer und umweltfreundlicher Eigenschaften in Produkten, Verfahren und Systemen. Der Ausgangspunkt ist dabei nicht die Minimierung negativer Auswirkungen auf die Umwelt, sondern die Feststellung der beabsichtigten Vorteile eines Produkts oder einer Dienstleistung. (Mulhall und Braungart 2010).

## Über dieses Tool

Ziel dieses Leitfadens ist es, Unternehmen und Gewerbegebieten praktische Empfehlungen zu bieten, wie sie ihre materialwirtschaftlichen Abläufe anhand von C2C-Konzepten verbessern können. Die Herausforderung besteht darin, über die allgemeine Empfehlung „C2C-definierte Produkte kaufen“ hinauszugehen und die Bedürfnisse der Verbraucher hinsichtlich der Anpassung der C2C-Methodologie zu untersuchen, so dass diese in Bezug auf spezielle, auf Gewerbegebieten vorherrschende Materialprobleme angewendet werden kann.

Materialmanagementkonzepte, Tools und Ansätze gemäß einer C2C-Perspektive werden in Übereinstimmung mit dem C2C-Prinzip „Abfall = Nährstoff“, dem zufolge alles eine Ressource für etwas anderes ist, angesprochen. Die Wechselbeziehung zwischen „Abfall = Nährstoff“ und anderen C2C-Prinzipien wird ebenfalls untersucht. Dabei soll dem Leser deutlich gemacht werden, wie C2C im Rahmen von Materialmanagement und Gewerbegebieten angewendet werden kann. Die vorgesehenen Anwender dieses Tools sind Entwickler von Gewerbegebieten, Standortmanager und individuell in dem Gewerbegebiet angesiedelte Unternehmen, die Materialkreislaufkonzepte in ihre Tätigkeiten implementieren möchten.

# Wie benutze ich dieses Dokument?

**Kapitel 2** gibt eine grundlegende Definition der in diesem Dokument angewendeten Cradle to Cradle® -Prinzipien sowie des C2C BIZZ-Projekts.

**Kapitel 3** definiert das Konzept der in diesem Projekt berücksichtigten Gewerbegebiete, identifiziert die Haupttypen und Eigenschaften von Gewerbegebieten und bietet einiges über den historischen Kontext bezüglich der Evolution von Gewerbegebieten.

**Kapitel 4** analysiert, wie Materialeigenschaften und materialwirtschaftliche Abläufe die Recyclbarkeit der Materialien in Gewerbegebieten beeinflusst, und identifiziert die wichtigsten Erwägungen in Bezug auf eine hochwertige Recyclbarkeit von Materialien. Es werden hier die wichtigsten materialbezogenen Konzepte der C2C-Methodologie, die C2C-inspirierte materialwirtschaftliche Abläufe definieren, beschrieben.

**Kapitel 5** adressiert die Anforderungen und Konditionen für hochwertiges Materialrecycling und umreißt wie C2C Design zu einem Mehrwert durch Sekundärmaterialnutzung in Gewerbegebieten beitragen kann.

**Kapitel 6** identifiziert materialbezogene Prozesse und die damit verbundenen Materialien in Gewerbegebieten und beschreibt C2C-inspirierte Materialwirtschaftsstrategien und Abläufe, die den Wert und die Recyclbarkeit der am Standort verwendeten Materialien steigern.

**Chapter 7** fasst die wichtigsten Vorteile und Chancen zusammen, die sich aus der Implementierung C2C-inspirierter materialwirtschaftlicher Abläufe in Gewerbegebieten ergeben.

**Chapter 8** identifiziert die wichtigsten Herausforderungen, mit denen man bei einer geplanten C2C-Implementierung auf einer Gewerbegebiet konfrontiert werden kann, und beschreibt Lösungsvorschläge.

In den folgenden Kapiteln werden mehrere durch C2C inspirierte Materialwirtschaftsstrategien wie beispielsweise die Kreislaufwirtschaft, industrielle Ökologie und funktionale Wirtschaft vorgeschlagen. Diese Vorschläge sind als Inspirationsquelle gedacht und sollten so kombiniert und angepasst werden, dass sie den Bedingungen am Anwendungsstandort und in dessen unmittelbarer Umgebung am besten entsprechen. Sie sind nicht als verbindende Anforderungen, sondern eher als eine Skala an Empfehlungen zu betrachten, aus denen Sie eine Wahl treffen können. Diese Empfehlungen stehen bei den Prozessen auf die sie sich beziehen.

## 2 ÜBER CRADLE TO CRADLE®

Cradle to Cradle® (C2C) ist eine Innovationsplattform zur Konzeption vorteilhafter wirtschaftlicher, sozialer und umweltfreundlicher Eigenschaften in Produkten, Systemen und Dienstleistungen. Der Ausgangspunkt ist dabei nicht die Minimierung negativer Auswirkungen auf die Umwelt, sondern die Feststellung der beabsichtigten Vorteile eines Produkts oder einer Dienstleistung (Braungart und Mulhall 2010).

Der C2C-Designansatz integriert mehrere Eigenschaften, unter anderem sichere Materialien, kontinuierliche Rückgewinnung und Wiederverwendung von Materialien, sauberes Wasser, erneuerbare Energie und soziale Gerechtigkeit (MBDC 2012). Das damit verbundene Konzept der Kreislaufwirtschaft betont eine Verlagerung von linearen zu kreislaufförmigen Verbrauchsstrukturen, wobei der Schwerpunkt auf Wertschöpfung aus sekundären Materialien liegt.

Obwohl die C2C-Zertifizierung bis jetzt nur für Produkte verfügbar ist, können die Prinzipien und Designrichtlinien der Methodologie zur Konzeption einer Vielfalt unterschiedlicher Systeme angewendet werden, z. B. Gebäude, Städte, Produktionsverfahren, Gebietsentwicklung und aktuelle Projekte.

**Cradle to Cradle® beruht auf drei Hauptprinzipien, auf die meistens wie folgt Bezug genommen wird:**



## Abfall = Nährstoff, oder auch: alles wird als Ressource für etwas anderes konzipiert

Einer der wichtigsten Aspekte der C2C-Designmethodologie ist die Konzeption von Materialien als wertvolle Ressourcen, die unaufhörlich in Produktions-, Verwendungs-, Rückgewinnungs- und Wiederaufarbeitungszyklen zirkulieren können, ohne dabei an Qualität einzubüßen (McDonough, Braungart et al. 2003). Produkte und Materialien sind so zu konzipieren, dass sie sowohl während als auch nach ihrer Nutzung sicher für Mensch und Umwelt sind und in den entsprechenden kontinuierlichen technischen oder biologischen Stoffkreislauf zurückgeführt werden können.

„Verbrauchsgüter“, also die Produkte, die während ihrer Verwendung verbraucht oder abgebaut werden, sind so konzipiert, dass sie gefahrlos biologisch abbaubar und vorteilhaft für die in sie integrierten biologischen Systeme sind. „Gebrauchsgüter“ enthalten knappe Ressourcen und sollten so konzipiert werden, dass sie nach Erfüllung ihrer Aufgabe in zukünftige technische Produktkreisläufe integriert werden können, um so den Wert dieser Ressourcen für die zukünftige Nutzung zu erhalten.

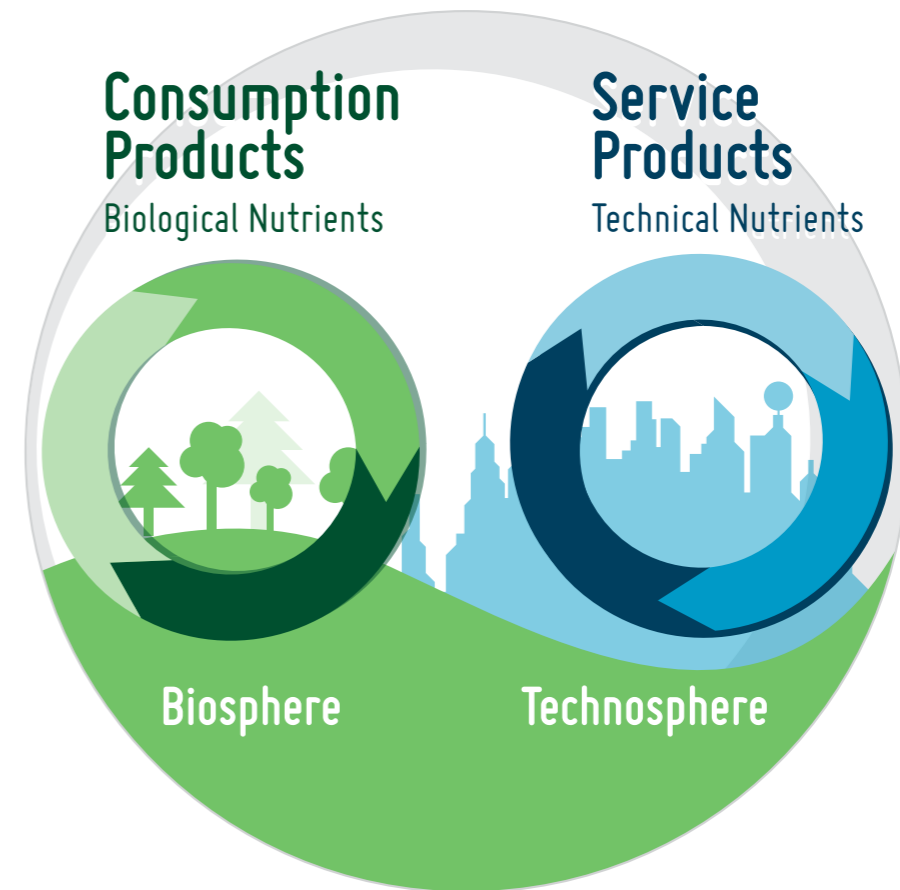


Abbildung 1 ©EPEA

Der wichtigste Unterschied zwischen „Verbrauchsgütern“ und „Gebrauchsgütern“ ist die geplante Nutzungsdauer. Verbrauchsgüter, beispielsweise Nahrungsmittel, sind dazu konzipiert, sich in der Umwelt zu zersetzen, häufig nach nur einem Gebrauch. Gebrauchsgüter, z.B. Möbel, sind für eine hochwertige Mehrfachnutzung konzipiert. Nicht die Art des Materials, sondern die definierte Anwendung des Materials ist der entscheidende Unterschied zwischen den beiden Produkttypen. Biobasierte Materialien können auch als Dienstleistungsmaterialien verwendet werden; Polymere, die für mehrfache Wiederverwendung konzipiert wurden, können beispielsweise als Dienstleistung geleast werden, z.B. in Möbeln.

## Energie aus erneuerbaren Quellen nutzen

Laut der C2C-Methodologie zielen die menschlichen Aktivitäten darauf ab, eine positive “Netto-Auswirkung” auf den Lebensraum zu erzeugen. Im Hinblick auf Energie bedeutet das, Produkte, Gebäude und Standorte zu entwickeln, die mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen, und zwar indem sie sich schnell erneuernde Energie aus Quellen wie beispielsweise Sonne, Wind, Wasserkraft, Biomasse (insofern die Nahrungsmittelproduktion nicht beeinträchtigt wird und die Quelle der Biomasse skalierbar ist, um den geplanten Bedarf zu decken), Geothermie und Wasserstoff/Brennstoffzellen nutzen. Das Grundprinzip besteht darin, Energie zu nutzen, die im Endeffekt durch die Sonne oder die Schwerkraft erzeugt wird.

Oberflächennahe geothermische Energie wird durch die Sonne erzeugt, die die oberen Schichten der Erde erwärmt. Dieses Ziel kann durch Energieanwendungsmethoden gefördert werden, die die Nutzung erneuerbarer Energie optimieren (intelligentes Stromnetz, Energieeffizienzfortschritt und Energiespeicherkonzepte).

## Diversität fördern

Diversität macht Ökosysteme unter sich verändernden Bedingungen reaktionsfähiger und belastbarer. In der C2C-Auffassung beinhaltet das Fördern von Diversität auch kulturelle Diversität und das Fördern sozialer Gerechtigkeit, konzeptioneller Diversität und technologischer Innovation zur Entwicklung kreativer Designs und zur Stärkung der lokalen Biodiversität. Es impliziert eine bewusste Integration einer Vielfalt von Konzepten, Gewohnheiten und Kulturen, Anpassung an lokale Bedingungen, Verbesserung des Werts für den Stakeholder sowie das Wohlbefinden und den Genuss der Nutzer.





# 3 VON HERKÖMMLICHEN GEWERBEGEBIETEN ZU C2C-GEWERBEGEBIETEN

## Definition – was ist eine Gewerbegebiet?

Gewerbegebiete, häufig auch als Industriegebiet oder wirtschaftliche Aktivitätsgebiete oder Unternehmenscluster bezeichnet, haben sich im Laufe der Zeit von losen Agglomerationen von Gewerben und Industrien in unmittelbarer Nähe voneinander zu bewusst erschlossenen Gebieten entwickelt, die die allgemeinen Dienstleistungen anbieten. Bei diesen Dienstleistungen handelt es sich unter anderem um Infrastruktur für Transport, Energie und Wasser oder allgemeine Einrichtungen wie Abfallsammlung, Abfallaufbereitung, Recycling, Werkzeugmachereien, Kühllager, Sicherungsanlagen und Erholungsgebiete (Falcke 1999).

## Eigenschaften

Obwohl Gewerbe- und Industriegebiete durch die Anhäufung von Unternehmen, KMU-Inkubation, Innovation, Kooperationsmöglichkeiten und Arbeitsplatzbeschaffung oft die wirtschaftliche Entwicklung antreiben, werden sie auch mit schlechtem Umweltmanagement, Umweltverschmutzung, Verkehrsstaus und verminderter Lebensqualität assoziiert (Memedovic 2012).

Die Gewerbegebiete, die vielfach von regionalen oder nationalen Behörden zugewiesen werden, befinden sich in den meisten Fällen außerhalb der innerstädtischen Gebiete und beherbergen Dienstleistungsunternehmen oder Unternehmen, die Güter produzieren, transportieren oder lagern, mit entsprechend starkem Verkehr aufgrund der logistischen Aktivitäten. Sie werden jedoch häufig von städtischen Gebieten bedrängt, wenn Städte sich ausdehnen; dies stellt Gewerbegebiete vor zusätzliche Logistik- und Lärmbelastungsherausforderungen. In historischen Industriegebieten (Brownfields) ist Bodenverschmutzung oft ein Problem. Industrielle Verfahren sind gewöhnlich mit einem hohen Energieaufwand und Abfallstoffen des Produktionsverfahrens verbunden.

# Industrielle Ökologie

Um diese negativen Auswirkungen zu bewältigen, wurden das Konzept der Öko-Industrieparks (EIP) sowie die Einstufung der industriellen Ökologie als Studienbereich vorgeschlagen. Das Ziel ist es, negative Umwelteinflüsse durch eine industrielle Symbiose zu minimieren: Austausch von Material- und Energiefluss zwischen Unternehmen in einem durch Zusammenarbeit geprägten öko-industriellen System. Das Ziel der industriellen Ökologie ebenso wie das vieler herkömmlicher Nachhaltigkeitsstrategien bleibt jedoch auch weiterhin die Effizienzsteigerung existierender industrieller Systeme, wobei sowohl die Abfallproduktion als auch die Umweltverschmutzung minimiert werden.

## Cradle to Cradle® -Gewerbegebiete

Mit dem Cradle to Cradle® -Ansatz wird radikal von diesem Paradigma abgewichen, da die Ziele der Gewerbe-/Industriegebiete sich von der Minimierung der negativen Umweltauswirkungen auf die Maximierung der Vorteile für die Umwelt, die Beschäftigten, die lokale Gemeinschaft und die Wirtschaft verlagern.

## Was ist eine C2C-Gewerbegebiet?

Von der durch Mulhall & Braungart (2010) formulierten Definition eines C2C-Gebäudes ausgehend kann ein C2C-Gewerbegebiet als ein Gewerbegebiet definiert werden, das Wert schöpft und Innovation und Genuss generiert, indem sie die Qualität von Materialien, Biodiversität, Luft und Wasser fördert, Solarenergie nutzt, demontierbar und wiederverwertbar ist und verschiedene praktische und lebensverbessernde Funktionen für ihre Stakeholder erfüllt. Eine gemäß der Cradle to Cradle® -Methodologie erschlossenes Gewerbegebiet ist für mehrfache Nutzungen und maximale Flexibilität konzipiert und stellt eine nützliche, positive Beziehung zwischen öko-industriellen und natürlichen Ökosystemen her, die langfristige positive Auswirkungen hat – ein Ergebnis, das als Öko-Effektivität bezeichnet wird.



# Gewerbegebietstypen

Gewerbegebiete unterscheiden sich nach Größe, Art und Organisation; ihre Merkmale werden durch die individuelle Mischung der Industrien und Unternehmen am Standort bestimmt. Sie können demnach gemäß unterschiedlichen Eigenschaften klassifiziert werden (UNIDO 1997; UNIDO 2012):

## ■ **Zusammensetzung des Gewerbeparks:**

- **Gemischt:** containing businesses engaged in a variety of unrelated industries
  - **Untergeordnet:** containing businesses, usually small, in various fields, but all serving one large establishment and frequently supervised by the parent enterprise
  - **Ein Gewerbe:** häufig als „funktionell“ bezeichnet; hier sind Gewerbe angesiedelt, die vergleichbare Unternehmensaktivitäten haben oder vergleichbare Waren produzieren.
- **Eigentumsverhältnis:** öffentlich, privat oder öffentlich-private Partnerschaft.
- **Flächenerschließung:** „Brownfield“, wenn der Gewerbepark auf existierenden, aber ungenutzten Einrichtungen voriger Unternehmen etabliert wird, oder „Greenfield“, wenn der Park in einem neuen Gebiet erschlossen wird.

Unterschiedliche Varianten von Industrie- bzw. Gewerbegebieten können je nach Funktion als Wissenschafts-/Technologieparks, Forschungspark, Leichtindustriegebiete, Schwerindustriegebiete oder Freihandelszonen/-parks kategorisiert werden (United Nations Industrial Development Organization UNIDO, 2012).

Für die Zwecke dieses Leitfadens wird davon ausgegangen, dass ein Gewerbegebiet unterschiedliche Kombinationen von Dienstleistungs-, Logistik- und Industrieunternehmen beherbergen kann. Wohn- und Naturschutzgebiete in unmittelbarer Nähe des Standorts sind ebenfalls bei der Entwicklung zu berücksichtigen, unabhängig davon, ob diese innerhalb der Grenzen des Erschließungsgebiets liegen, da diese im Zuge der C2C-Gewerbeflächenerschließung einen essentiellen Aspekt darstellen.

Die Absicht ist, ein Gewerbegebiet zu erschließen, das mit der unmittelbaren Umgebung verknüpft ist und einen positiven Beitrag zu den in sie integrierten natürlichen, sozialen und wirtschaftlichen Systemen leistet.



# 4 MATERIALFLUSS AUF GEWERBEGEBIETEN

Um angemessene Materialwirtschaftsstrategien für durch Cradle to Cradle® inspirierte Gewerbegebiete zu definieren, müssen zunächst die wichtigsten materialbezogenen Prozesse identifiziert und systematisiert werden und zwar hinsichtlich der Aktivitäten am Standort, aus denen sie entstehen, der benötigten Materialsorten, sowie der anfallenden Restmaterialien, die möglicherweise Ressourcen für andere Prozesse oder Produkte darstellen.

## Diese Materialien werden in folgenden Phasen generiert:

- Die Herstellung von Produkten, die während des Baus des Gewerbegebietes und der Gebäude verwendet werden.
- Die Infrastruktur und Bauphase, während der bis zu ein Drittel der Materialien weggeworfen wird.
- Die Nutzung des Standorts, bei der abhängig von der spezifischen Nutzung der Gewerbefläche ein ebenso großer, wenn nicht größerer Materialdurchsatz anfällt als in der Bauphase.

Wie schon bereits im vorigen Kapitel beschrieben, kann eine gemischte Gewerbegebiet unterschiedliche Kombinationen von Aktivitäten an einem Standort beherbergen – Industriesektoren einschließlich Fertigungsindustrie und verarbeitende Industrie sowie Versorgungswirtschaft (Strom, Wasser, Wärme, usw.), Großhandel- und Vertriebsunternehmen, Dienstleistungs-/Verwaltungsaktivitäten sowie eine Vielzahl standortunterstützender Aktivitäten wie beispielsweise Hotels und Catering, Kinderbetreuungsdienste, Läden und Dienstleistungen usw.

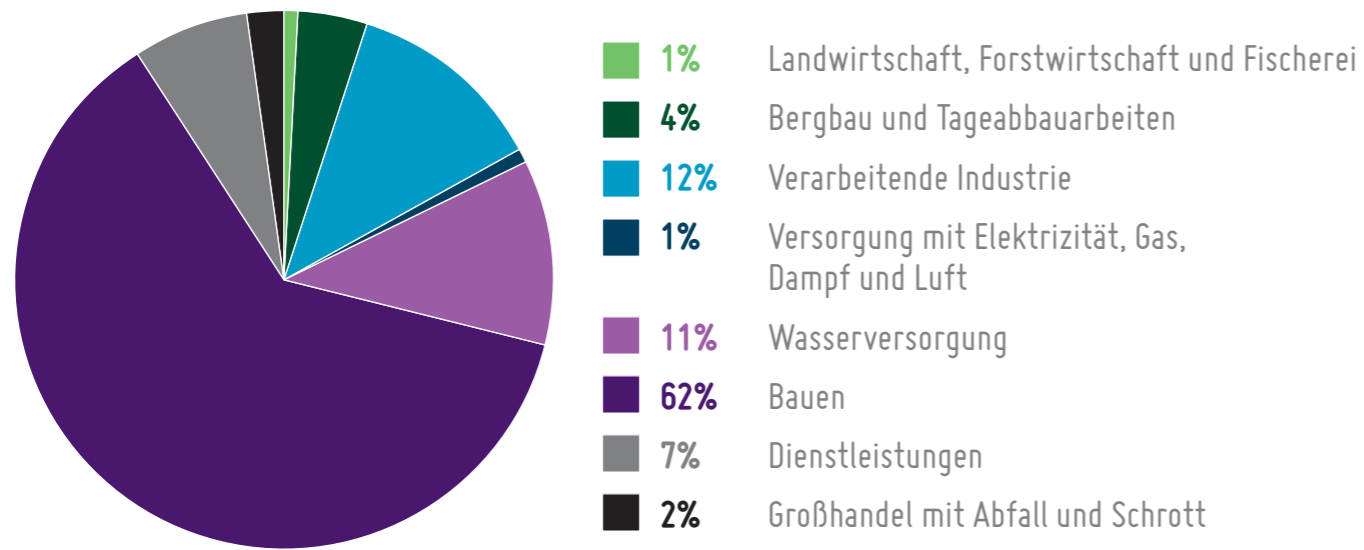


Abbildung 2: Relative Abfallproduktion der Wirtschaftssektoren in den C2C BIZZ-Mitgliedsländern

Abbildung 2 zeigt die relativen Abfallmengen, die 2010 durch unterschiedliche Wirtschaftssektoren in den sechs an C2C BIZZ teilnehmenden Ländern (Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Niederlande und Vereinigtes Königreich) erzeugt wurden, basierend auf EU-Abfallstatistiken. Es fällt auf, dass in der Graphik nicht zwischen Abfallsorten, die nicht ohne vorherige Aufarbeitung für andere Zwecke eingesetzt werden können, und Reststoffen, die sich zur Wiederverwendung eignen, unterschieden wird.

Diese Informationslücke stellt bei der Erstellung genauer Statistiken, die zwischen Nebenprodukten und Reststoffen aus unverwertbarem Abfall unterscheiden, ein Hindernis dar. Eines der Ziele der Anwendung des C2C-Konzepts auf Gewerbegebieten ist es, dieses Datenproblem durch umfassendere genaue Datenerfassung zu lösen.

Für die Zwecke dieses Leitfadens wird der Materialfluss den folgenden Standortprozessen zugeordnet:

- **Bau- und infrastrukturbezogene Prozesse** - Der Materialfluss, der im Zusammenhang mit den physikalischen Einrichtungen, in denen die Gewerbe und Industrien angesiedelt sind, generiert wird, vom Bau dieser Einrichtungen bis hin zur Möblierung und Ausrüstung, während der Nutzung und Wartung bis hin zur Renovierung oder Neubestimmung und letztlich der kompletten Demontage oder dem Abbruch. Im Rahmen dieser Richtlinie werden Prozesse, die mit Bodenaustausch, Ausschachtungsarbeiten für den Straßenbau und Ablagerung während der Bauphase zusammenhängen, nicht berücksichtigt.
- **Kernaktivitäten** - Als Kernaktivitäten werden die Aktivitäten betrachtet, bei denen Materialien eingesetzt werden, die mit den wichtigsten Aktivitäten und Arbeitsabläufen der Unternehmen am Standort zusammenhängen, unabhängig davon, ob es sich dabei um Fertigung, Logistik, Vertrieb und Transport von Gütern oder um administrative oder dienstleistungsbezogene Aktivitäten handelt. Für jedes einzelne dieser Unternehmen bzw. für jede dieser Aktivitäten besteht ein spezifischer Bedarf an Rohstoffen, Prozess- Chemikalien, Ausrüstung und Produkten, die wiederum Produkte, Nebenprodukte und Abfallmaterial generieren.
- **Standortmanagement** - Standortpflege und Managementprozesse schaffen Materialflüsse aufgrund von Aktivitäten wie Wartung und Reparaturen, Landschaftsgestaltung, Wasseraufbereitung, Wartung und Auswechseln der Ausrüstung usw.

Die wichtigsten mit diesen Standortprozessen verbundenen Materialflüsse sind im folgenden Schema abgebildet:

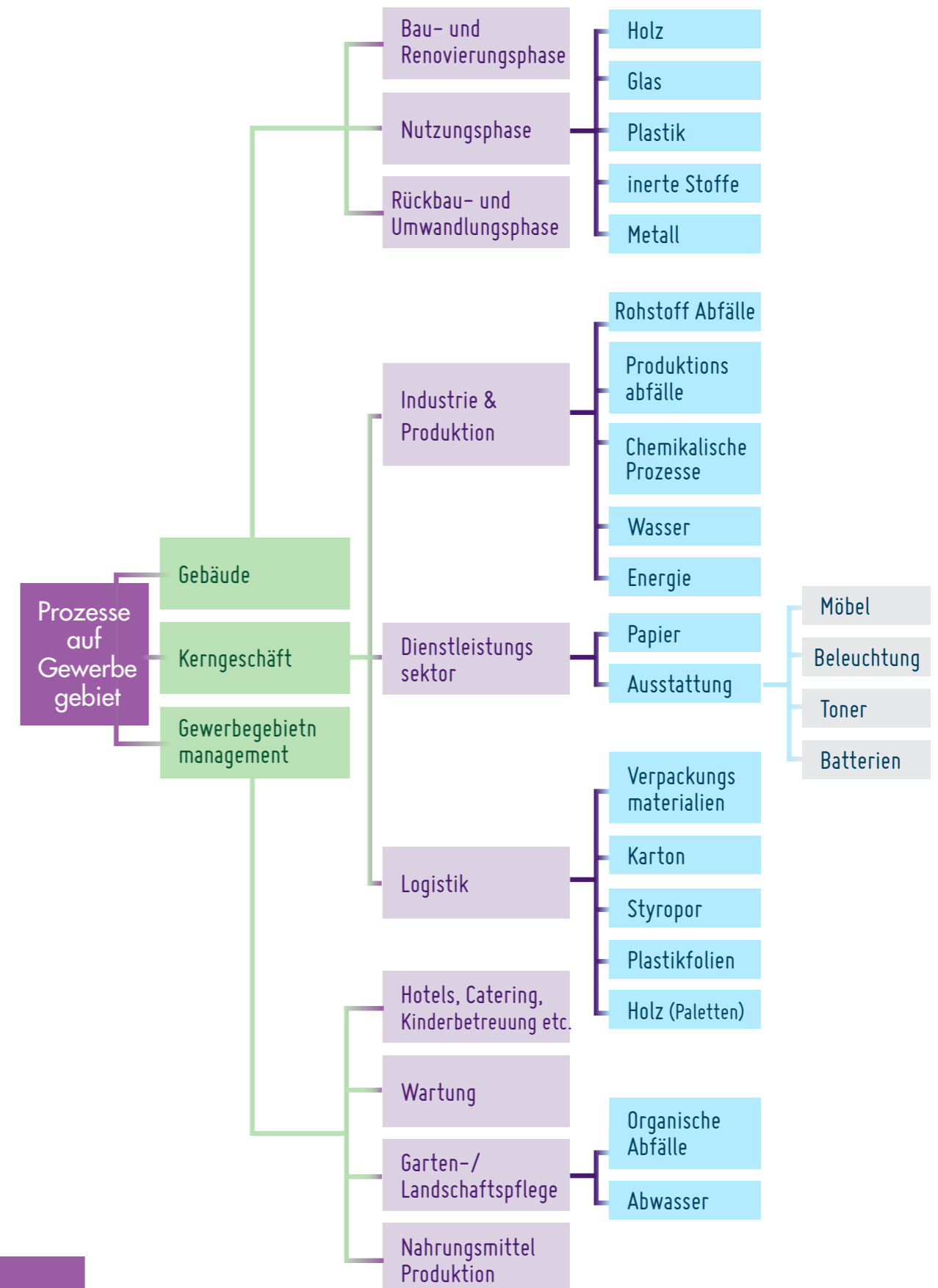
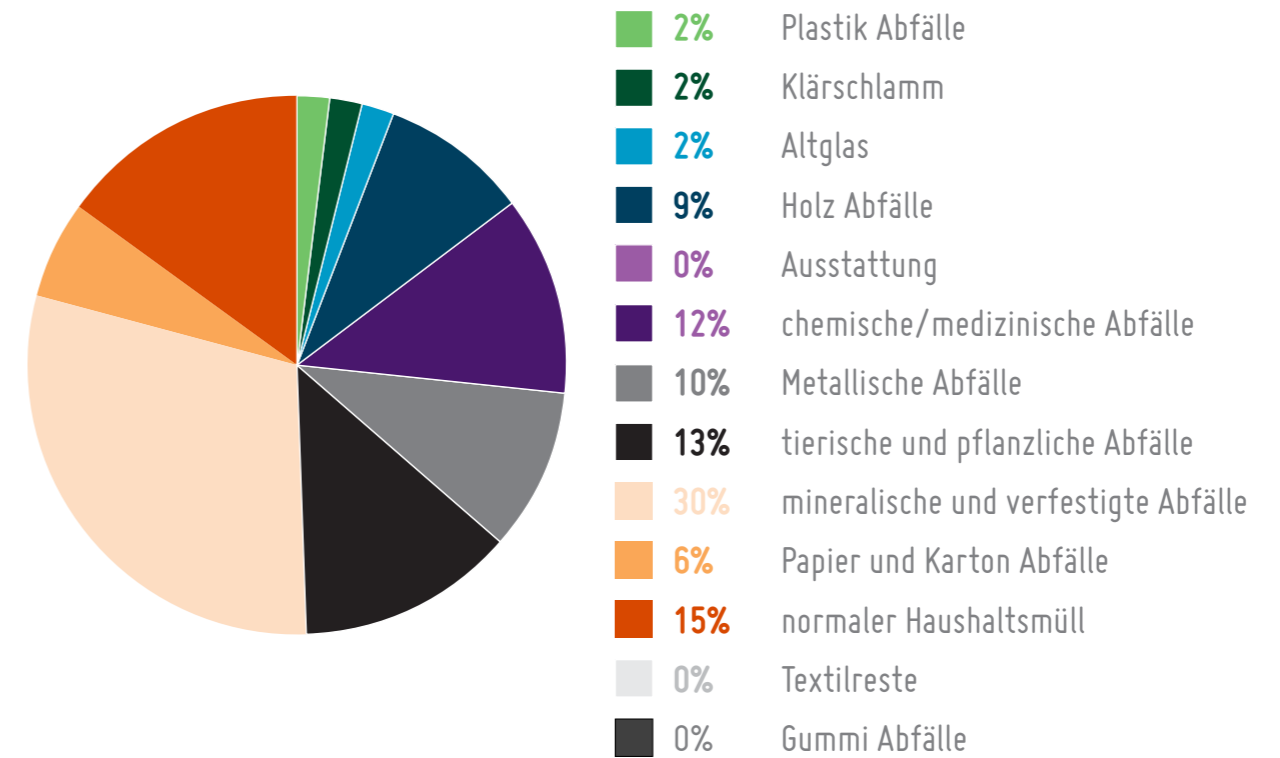
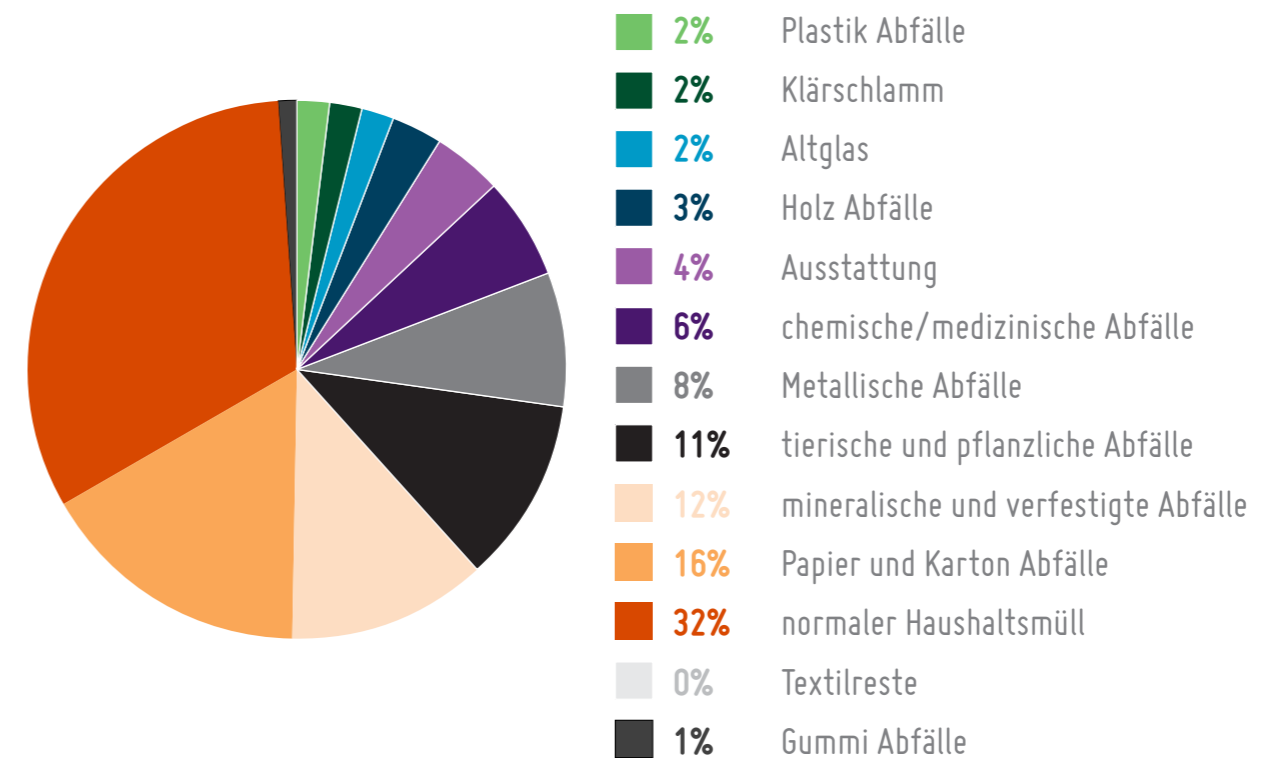


Abbildung 3: Produktionsabfälle



Produktionsabfälle können aus vielen verschiedenen Materialien bestehen und sind für jedes Unternehmen spezifisch. Eine durchschnittliche Verteilung der Abfallströme, die die Fertigungsindustrie in den sechs C2C BIZZ-Ländern pro Kategorie erzeugt, ist in Abbildung 3 zu sehen.

Abbildung 4: Abfälle des Dienstleistungssektors



Ein Teil der Materialflüsse wird auch durch die Nutzung und Bewohnung von Gebäuden erzeugt; so entstehen mit menschlichen Aktivitäten am Standort assoziierte Materialflüsse. Im Falle der Unternehmen im Dienstleistungssektor sind dies die Materialflüsse der Kernaktivität, da keine weiteren Produktionsaktivitäten vorliegen. Zum Dienstleistungssektor gehören auch Großhandels- und Vertriebsaktivitäten, die an anderer Stelle in diesem Leitfaden behandelt werden. Abbildung 4 zeigt eine durchschnittliche Verteilung der Abfälle, die der Dienstleistungssektor in den sechs C2C BIZZ-Ländern pro Kategorie erzeugt.

# 5 DIE NOTWENDIGKEIT DER C2C-INSPIRIERTEN MATERIALWIRTSCHAFT

## 5.1 C2C für besseres Recycling

Das Recycling von Produkten und Materialien ist von einer wirtschaftlichen Kalkulation abhängig, wobei der Wert der Materialien und die Kosten (in Bezug auf Energie und Arbeit) der Gewinnung dieser Materialien gegeneinander abgewogen werden. Um also die Recyclbarkeit von Produkten zu gewährleisten, müssen deren Design und Eigenschaften den Anforderungen der Recyclingunternehmen entsprechen.

Eines der Unterscheidungsmerkmale des C2C-Konzepts ist das Konzept des "C2C-definierten Recyclings", wobei der Schwerpunkt auf der Erhaltung der Qualität von Materialien während ihrer sukzessiven Verwendung liegt, so dass diese Materialien nach der Verwendung wieder für andere Produkte genutzt werden können. Dem steht das herkömmlichere Downcycling gegenüber, wobei das Recycling von Produkten, die nicht für Recycling entwickelt waren, zu einem Qualitätsverlust der Materialien und Produkte führt (beispielsweise aufgrund der Anhäufung von Verunreinigungen oder Verschlechterung der Eigenschaften) und nur vorübergehend die unvermeidliche Eliminierung in einer Deponie oder Verbrennungsanlage hinausschiebt.

### Materialsicherheit

Ein wichtiger Aspekt des C2C-Konzepts ist die Priorisierung der Gesundheit von Mensch und Umwelt. Das äußert sich in der bevorzugten Wahl von Materialien, die dieser Priorität zuträglich sind, und der Entfernung sowohl schädlicher Produktbestandteile entsprechend des geplanten Expositionsausmass als auch von Produktbestandteilen, die die Qualität des Materials oder die maximal erzielbare Recyclbarkeit beeinträchtigen.

### Recyclbarkeit

Um hochwertiges Materialrecycling zu ermöglichen, ist es essentiell, die Qualität des Materialflusses zu erhalten und der Verunreinigung zukünftiger Materialflüsse durch schlechtes Produktdesign vorzubeugen, so dass Recycling auch in wirtschaftlicher Hinsicht attraktiver wird. Um in der Lage zu sein, die Qualität der Materialflüsse am Ende ihrer Nutzungsdauer und damit auch die Qualität des Recyclings der Materialien, die recycelt werden können, zu beeinflussen, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden, die die Recyclbarkeit bzw. die Möglichkeiten des Up- oder Downcyclings eines Produkts oder Materials beeinflussen.





Bei diesen Faktoren handelt es sich unter anderem um:

- die Reinheit des Materialflusses,
- dessen Qualität bezüglich Materialsorten und Verunreinigung mit Nicht-Zielmaterialien,
- die Problemlosigkeit der Trennung der Zielmaterialien.

## Zusammensetzung des Materialflusses

Eine erhöhte Trennung an der Quelle verbessert die Qualität der Materialflüsse und die Effizienz des Recyclings. Der Bedarf an separater Einsammlung und Minimierung der Verunreinigung muss gegen den Benutzerkomfort abgewogen werden, um eine hohe Teilnahmebereitschaft zum Recycling zu erzielen.

Da Verunreinigungen im Materialfluss die Qualität des zu recycelnden Materials beeinträchtigen können, ist eine genaue Identifizierung der Materialien und Produkte für das Recycling von größter Bedeutung. Die Anwesenheit eines einzigen PVC-Behälters beim PET-Recycling kann beispielsweise dazu führen, dass die gesamte Charge weggeworfen werden muss.

Die Fähigkeit, die unterschiedlichen Komponenten und Materialien zu trennen, ist ebenfalls essentiell. Verbundwerkstoffe und Mischmaterialien sowie Materialien mit historischen Verunreinigungen erschweren die Trennung recycelbarer Materialien, was letztendlich dazu führt, dass für solche Materialien nur noch das Downcycling oder die Entsorgung bleibt.

## Kritische Volumina

Ein anderes Problem ist das Erreichen kritischer Volumina und die Verfügbarkeit ausreichender Mengen derselben Materialien, da die Effizienz des Recyclings und die kosteneffiziente Entwicklung der besten Recycling-Verfahren von der Verfügbarkeit ausreichender Materialvolumina abhängig ist. In dieser Hinsicht kann der Maßstab der Gewerbegebiete helfen, die erforderlichen Volumina zu erzeugen, so dass die Einsammlung und das Recycling sowohl wirtschaftlich als auch umweltfreundlich (Transport, Energieverbrauch) gesehen lohnend werden. Durch die Zusammenlegung derselben Materialsorten verschiedener Unternehmen und Gebäude kann ein höherer Grad der Materialtrennung erzielt werden, wobei die einsammelbaren Volumina beibehalten und die Qualität und der Wert der Materialien erhöht werden.



## Zerkleinerung

Die Verfügbarkeit von Zerkleinerungsausrüstung für Materialien (z. B. Verdichtungs- und Shredder-Ausrüstung) sowie Lagerraum am Standort können die Zusammenlegung der Materialflüsse verschiedener Unternehmen und ihren effizienteren Transport zum Recycling fördern. Wenn am Standort ein Unternehmen oder eine Einrichtung angesiedelt ist, die dieses realisieren kann, ist dies eine erhebliche Bereicherung.

## Markt für recycelbare Materialien

Die Verfügbarkeit eines Absatzmarktes für die produzierten Sekundärmaterialien ist ebenfalls ein wichtiger zu berücksichtigender Aspekt. Diesbezüglich sind die Qualität der Materialien und Rohstoffe sowie die Rohstoffpreise von größter Bedeutung.

Wirtschaftliche Anreize sind starke Motivatoren für die Rückgewinnung und das Recycling wertvoller Materialien wie z. B. Metalle. Toxische Materialien hingegen unterliegen gesetzlichen Einschränkungen und stellen eine Verantwortlichkeit dar. Hochwertige Materialien, die problemlos zurückgewonnen und recycelt werden können und sekundäre Rohstoffe produzieren, die in andere, dem ursprünglichen Verwendungszweck näher kommende Produkte inkorporiert werden können, haben einen viel höheren Marktwert. Dies gilt vor allem, wenn sie preisgünstiger als Primärmaterialien sind und somit durch ihr Recycling signifikante ökologische und wirtschaftliche Einsparungen bewirken.

Um die Recycelbarkeit von Materialien in Gewerbegebieten gewährleisten zu können, so dass diese weiterhin in C2C-Materialkreisläufen zirkulieren können, ist es abschließend wichtig, die Qualität des zukünftigen Materialflusses zu erhalten, indem man Materialien aufgrund ihres Designs und der Wirtschaftsphasen am Ende ihrer Nutzungsdauer Mehrwert verleiht. Die C2C-Konzepte, die es uns ermöglichen, dieses zu realisieren, sowie die unterschiedlichen Strategien zur Erhaltung und Verbesserung der Materialflussqualität werden in den folgenden Abschnitten dieses Leitfadens weiter untersucht.

## 5.2 C2C-Materialeigenschaften

Um die oben angeführten Recyclbarkeitsaspekte zu berücksichtigen, zielt C2C darauf ab, die bestmögliche Qualität der Materialien in der gesamten Wertschöpfungskette zu erhalten und zu gewährleisten, dass Materialien unaufhörlich in technischen oder biologischen Kreisläufen recycelt werden können.

Gemäß dem C2C-Prinzip "Abfall = Nährstoff" können wir einige der wichtigsten "C2C-Eigenschaften" identifizieren, die Produkte und Materialien besitzen müssen, um den Anforderungen im Hinblick auf die Materialsicherheit und Recyclbarkeit zu entsprechen. Die nachfolgend genannten Konzepte wurden hinsichtlich der Implementierung der C2C-Prinzipien in Gewerbegebieten sowie der C2C-inspirierten Materialwirtschaft an diesen Standorten als relevant identifiziert.

So werden Materialien, die als nicht akzeptabel eingestuft würden, wenn Mensch oder Umwelt ihnen während der Nutzung ausgesetzt sind, als durchaus akzeptabel betrachtet, wenn keine direkte Exposition besteht und das Material wiedergewinnbar ist. Fernsehgeräte enthalten beispielsweise Hunderte von Materialien, die schädlich wären, wenn deren Gase im Raum freigesetzt würden, die aber als sicher betrachtet werden, wenn keine Gase freigesetzt werden und die Materialien später wiedergewinnbar sind. Die Nutzungs- und Expositionswege bestimmen die Toxizitätsrisiken.

- **Definierter Nutzungsweg** – Materialien und Produkte sollten gemäß der Funktion, die sie während ihrer Nutzung erfüllen sollen, aber auch gemäß ihrer spezifischen Nutzungsdauer konzipiert werden (die es Produzenten ermöglicht, das Produkt und dessen Materialien zum Ende der geplanten Nutzung zurückzugewinnen). Die definierte Nutzung ist der wichtigste Mechanismus zur Feststellung der Sicherheit der Materialien in einem Produkt.

■ **Materialgesundheit** – geht noch einen Schritt weiter als die herkömmliche Materialsicherheit, indem Materialien und Bestandteile als sicher oder vorteilhaft für Mensch und Umwelt definiert und durch die Festlegung, dass die Materialien keine toxischen Bestandteile oder Verunreinigungen enthalten dürfen, die bei der Produktion erzeugt werden. Wenn Produkte dennoch gefährliche Bestandteile enthalten, beispielsweise Metalle, müssen diese im Material eingebunden und zum Ende der Nutzungsdauer wiedergewinnbar sein und dürfen nicht unkontrolliert in die Umwelt freigesetzt werden.

■ **Bekannte Zusammensetzung** – um die Materialgesundheit zu gewährleisten, müssen alle Materialien, Chemikalien, Bestandteile und Zusätze in einem Produkt oder Material identifiziert und definiert worden sein (bis zu einer Konzentration von 100 ppm).

■ **Design im Hinblick auf die Rückgewinnung** – dies kann als das Design von Produkten und Materialien zur Optimierung der Rückgewinnung sowie der Nutzung der Materialien aus Produkten und die Erhaltung/Steigerung ihres Wertes definiert werden. Design im Hinblick auf die Rückgewinnung beinhaltet:

■ **Identifizierbare Materialien** – die unterschiedlichen Sorten von Materialien und Komponenten, die das Produkt enthält, sind im Zuge des Recycling-/Wiederaufbereitungsverfahrens klar erkennbar und identifizierbar.

■ **Definierte Materialwege** – beschreiben, ob das Material in den technischen Kreislauf (als technischer Nährstoff) oder in den biologischen Kreislauf (als biologischer Nährstoff) integriert werden soll. Wenn ein Produkt beide Nährstoffarten enthält, sollten diese problemlos identifizierbar und trennbar sein.

■ **Design im Hinblick auf die Demontage und Wiederaufarbeitung** – Design zur Erleichterung der Reparierbarkeit, Komponentenauswechslung, Demontage und Recycling zurückgewonnener Materialien mit Standardwerkzeugen und in Standard-Recyclings- oder -Wiederaufbereitungsverfahren.

# 6 C2C-MATERIALWIRTSCHAFTSSTRATEGIEN FÜR GEWERBEGEBIETE

## 6.1 Gebäude und Bau

Gebäude und strukturelle Elemente stellen den dauerhaftesten Teil in Gewerbegebieten dar, wobei die Lebensdauer sich über 15 bis 50 Jahre erstreckt. Andere Materialien, die im Bau verwendet werden, haben innerhalb der Lebensdauer eines Gebäudes eine schnellere Durchlaufzeit, werden renoviert oder während der Nutzung des Gebäudes mehrfach ausgewechselt. Während der Renovierung und Umwandlung können Gebäudesysteme wie z. B. Heiz-, Kühl- und Ventilationseinrichtungen ausgewechselt werden, mit durchgebrochenen Wänden Räume neu konfiguriert, Trennwände verschoben oder ausgewechselt werden usw. Oder das gesamte Gebäude kann abgebrochen werden, um Platz für Neubau zu schaffen. Bau und Abbruchabfälle machen den Großteil des in Europa erzeugten Abfalls aus und werden von der EU als prioritärer Materialfluss eingestuft (WFD 2008). Die Herstellung der Baumaterialien Beton und Stahl ist zum Beispiel sehr energieaufwendig, was zu hoher „grauen Energie“ dieser Materialien führt. Nach einem typischen Abbruch kann jedoch der Großteil der inerten Materialien wie z. B. Beton und Keramik nur noch zu minderwertigen Füllstoffen in Aggregatform oder zur Entsorgung in Deponien downcycelt werden. Aus C2C-Perspektive sollte im Hinblick auf die maximale Rückgewinnung

des Nutzen dieser Materialien deren strukturelle Integrität erhalten werden, so dass sie wieder als Komponenten in anderen Produkten oder Projekten eingesetzt werden können. Zu diesem Zweck sollten die C2C-Prinzipien in jeder Phase des Lebenszyklus eines Bauprozesses befolgt werden, vom Design bis zum Bau, über die Wartung und Renovierung bis zum Rückbau. Nachstehend werden für jede Entwicklungsphase verschiedene Strategien hinsichtlich der C2C-inspirierten Materialwirtschaft vorgeschlagen.

### Konzeption als Materialbank

Um ökoeffektive Systeme mit einer positiven Auswirkung zu schaffen, muss zunächst das Design berücksichtigt werden. Die Anwendung der C2C-Methodologie auf Bauumgebungen beinhaltet, dass Gebäude als „Materialbanken“ zur langfristigen Lagerung wertvoller Materialien für zukünftige Anwendungen konzipiert werden, wobei die letztendliche Rückgewinnung und Recycelbarkeit der Materialien bereits im Voraus geplant ist. Das beeinflusst die Wahl der im Gebäude verwendeten Materialien, die Merkmale des Gebäudes, die Gebäudesysteme und die Gebäudeausrüstung, die Abfallwirtschaft usw. Wenn wir annehmen, dass der heutige Preistrend der Rohstoffe anhält, wird der Bau somit zu einer Investition in den zukünftigen Wert der Materialien.



Quelle: Philips , 2014.

Ein wegweisendes Gemeinschaftsprojekt von Philips und RAU Architects demonstriert ein Leistungsmodell, das auf dem Verkauf von Beleuchtung als Dienstleistung basiert. Statt des Erwerbs einer Beleuchtungsinfrastruktur für den Hauptsitz in Amsterdam wurde ein „Pay per Lux“-Service ausgehandelt. Es wurde ein das natürliche Licht im Gebäude verstärkendes holistisches Beleuchtungskonzept installiert, das mit einer sensorkontrollierten LED-Anlage je nach Anwesenheit der Mitarbeiter und Tageslichtverfügbarkeit reguliert wird. (Ellen Macarthur Foundation 2014)

## Ausschreibung

Nach der Ausschreibungsphase sowie der Auswahl des Architekten und des Bauunternehmens werden die Ambitionen und Ziele des Projekts definiert und die C2C-Kriterien in das Ausschreibungsverfahren integriert. Die Anzahl der C2C-zertifizierten Architekten und Ingenieurunternehmen nimmt von Jahr zu Jahr zu; somit wächst auch die Verfügbarkeit von mit dem Konzept vertrauten Experten, die in die Projektentwicklung einbezogen werden können.

## Lieferanteneinbeziehung

Die Wahl der C2C-Materialien und Bauelemente sollte von Anfang an priorisiert werden und die Lieferanten sollten in der Anfangsphase des Design- und Bauprozesses mit einbezogen werden, anstelle sie später durch den Gewinner der Ausschreibung zum niedrigsten Preis als Subunternehmer einzusetzen. Ein Budget festlegen und die Lieferanten auffordern, in Bezug auf Qualität statt auf Preis zu konkurrieren, hilft oft, die allgemeine Qualität der Entwicklung sowie den Wert für die Stakeholder zu verbessern.



Ein Beispiel einer Lieferantenpartnerschaft ist das Leasing von Gebäudeelementen wie beispielsweise technischer Ausrüstung, Möbel, Beleuchtung, Fenster usw. In diesem Fall behält der Hersteller die Eigentumsrechte über das Produkt und der Kunde bezahlt nur für die Funktion des Produkts, so dass dessen Haftung für die Materialien und deren Entsorgung entfällt. In diesem Fall hat der Hersteller/Lieferant einen Anreiz, Produkte zu konzipieren, die problemlos renoviert oder wiederaufgearbeitet werden können, und dabei hochwertige Materialien mit einer Garantie auf Rückgewinnung zu nutzen.

## Materialwahl

Die Anwendung von C2C-Prinzipien hinsichtlich der Wahl der Baumaterialien und Gebäudeelemente bedeutet eine Entscheidung für Materialien mit bekannter Zusammensetzung, die während ihrer Nutzung keine schädlichen Stoffe wie beispielsweise Formaldehyd und andere VOCs freisetzen (oder andere verbotene Stoffe). Die geplante Nutzungsdauer und der Materialweg zur Rückgewinnung, Wiederverwertung oder Recycling der Materialien und Elemente sollten ebenfalls im Voraus definiert werden.

Es sind mehrere Online-Kataloge verfügbar, die C2C-Baumaterialien auflisten (z. B. [c2c-centre.com](http://c2c-centre.com) oder [c2ccertified.org](http://c2ccertified.org)). Auch kann ein neu gestartetes Register von C2C-Elementen in existierenden Gebäuden möglicherweise weitere Inspirationen verschaffen<sup>1</sup>. Der LEED Green-Building Zertifizierungsstandard wurde kürzlich aktualisiert (v4) und beinhaltet nun auch C2C-Kriterien.

Wenn es sich jedoch um eine Erschließung mit mehreren Gebäuden wie z. B. bei einer Gewerbegebiet handelt, kann es interessant sein, eine eigene Datenbank bevorzugter Lieferanten und C2C-inspirierter Elemente und Materialien aufzustellen, die während der Laufzeit der Erschließung kontinuierlich aktualisiert werden kann.

1. <http://www.rsm.nl/research/departments/technology-and-operations-management/research/cradle-to-cradle-for-innovation-and-quality/registry/>



Quelle: Park 20|20, 2014.

Park 2020, eine der ersten Flächenerschließungen, bei der C2C-Methodologien in den Geschäftsbetrieb einbezogen wurden, lud seine Lieferanten ein, Mitglied der Lieferantengemeinschaft zu werden, und baute so einen Pool von Lieferanten auf, aus denen jederzeit für den spezifischen Material- und Produktbedarf gewählt werden konnte. Man entwickelte dort auch eine ständig aktualisierte Datenbank der verfügbaren C2C-Baumaterialien. Ein 3D Building Information Modeling (BIM) System wurde so angepasst, dass alle im Gebäude verwendeten Baumaterialien, Elemente, technische Ausrüstung und Bautechniken verfolgt werden konnten. Zum Ende der Lebensdauer des Gebäudes bietet diese Datenbank Informationen bezüglich der Demontageverfahren, Baumaterialien und -strukturen, die am Standort angewendet wurden.

## Materialverfolgung

Wie bereits im vorigen Kapitel deutlich wurde, ist die Fähigkeit, Materialien im Laufe ihrer Lebensdauer in einem Gebäude zu identifizieren und zu verfolgen, von größter Bedeutung für ihr Management am Ende der Nutzungsdauer. Zu diesem Zweck sollten aktuelle Inventare der Gebäude und deren technischer Ausrüstung beibehalten werden, beispielsweise anhand eines speziell dafür vorgesehenen Datenbanksystems oder einer angepassten Gebäudeinformations-Software.

## Renovierung

Gebäuderenovierungen sind eine gute Gelegenheit, diverse C2C-Maßnahmen in ein Gebäude einzubringen und existierende Systeme umzusetzen. Diese Maßnahmen beinhalten beispielsweise das Auswechseln undefinierter Innenausstattung, die Möblierung mit C2C-Produkten, die Implementierung von Partnerschaften mit Lieferanten, das Aushandeln von Leasing-Verträgen für Gebäudesysteme und -ausrüstung sowie die Rückgewinnung gebrauchter Materialien und Produkte und die Rückgabe zur Wiederaufarbeitung oder zum Recycling.





## Design im Hinblick auf die Demontage

Ein anderer wichtiger Aspekt besteht darin, die Gebäude im Hinblick auf Demontage, Modularität und Flexibilität zu konzipieren, wobei Bautechniken eingesetzt werden, die es ermöglichen, dass Gebäudeelemente wie beispielsweise strukturelle Elemente, Fassadenverkleidungen, Dachbedeckung, Fenster usw. ihre strukturelle Integrität behalten und dadurch bei neuen Bauvorhaben wiederverwendet werden können. Gebäude, die so konstruiert sind, dass sie während ihrer Nutzung unterschiedlichen Bedürfnissen angepasst werden können, minimieren die Notwendigkeit extensiver Renovierungen und machen es möglich, ganze Elemente und Gebäudeteile mit Erhalt des Originalwerts an anderer Stelle wiederzuverwenden.

Design im Hinblick auf die Demontage beinhaltet die Standardisierung von Elementen und Anschlüssen, um deren Demontage und Wiederverwertung zu ermöglichen, wobei man nicht von chemischen Verbindungen, sondern von zugänglichen physikalischen Anschlüssen und der Trennung mechanischer, elektrischer und Leitungssystemen ausgeht (Guy and Ciarimboli 2006). Design im Hinblick auf die Demontage hat den Vorteil, dass der Bauprozess problemloser und schneller verläuft, womit auch Bauzeit und -kosten eingespart werden.

## Brownfield-Abbruch

Bei Brownfield-Flächenerschließungen kann es erforderlich sein, existierende hinterlassene Gebäude und Strukturen abzubauen, bevor der Standort neu erschlossen werden kann. Da diese Strukturen für gewöhnlich nicht im Hinblick auf die Demontage konzipiert wurden, liegen viele problematische Materialien vor, die entweder gefährlich sind oder nicht auf demselben Niveau recycelbar sind. Eine Maximierung der Trennung verschiedener Materialien in der Abbruchphase und der Einsatz selektiver Demontagemethoden würden es ermöglichen, den maximalen Wert aus den eventuell vorhandenen wertvollen und recycelbaren Materialien zu erzielen.

## Literaturhinweise

Für weitere Informationen zur Anwendung von C2C in Bezug auf die Bau- und Konstruktionsaspekte von Gewerbegebieten verweisen wir auf „Cradle to Cradle® Criteria for the built environment“ und „Creating Buildings with Positive Impacts. Using C2C-Inspired Quality and Value for the Circular Economy“ (Mulhall, Hansen, Braungart 2014).



## 6.2 Fertigung

Fertigungs- und Verarbeitungsaktivitäten erzeugen im Allgemeinen Materialflüsse, die mit der Verwendung von Rohstoffen und der Verarbeitung dieser Rohstoffe mit physikalischen oder chemischen Methoden zusammenhängen und zur Erzeugung von Produktionsabfall, Nebenprodukten, zurückgewiesenen Produkten, Prozess Chemikalien usw. führen und schließlich die fertige Ware ergeben, die für die Weiterverarbeitung, den Vertrieb oder den Verbrauch vorgesehen ist.

Der Hersteller ist infolge der Vorschriften bezüglich der Produzentenverantwortung möglicherweise auch für die Rücknahme und das Recycling der Abfallprodukte von seinen Konsumenten verantwortlich. Des Weiteren haben Fertigungsunternehmen Materialflüsse, die mit der Struktur des Gebäudes oder der Fabrik zusammenhängen, in der sie angesiedelt sind, sowie auch Ausrüstung- und Maschinenbedarf für den Fertigungsprozess, Werkzeug, Reserveteile und für den Betrieb der Ausrüstung erforderliche Substanzen. Sie sind außerdem in eine Lieferkette integriert und beziehen ihre Rohstoffe und Inhaltsstoffe sowie Chemikalien und Verpackungsmaterialien von einer Vielzahl unterschiedlicher Lieferanten.

Die Anwendung des C2C-Konzepts in Fertigungsunternehmen ist relativ unkomplizierter, da diese Art der Aktivität effektiv durch die C2C-Zertifizierungskriterien für Produkte gedeckt

wird. Unternehmen, die an den C2C-Vorteilen interessiert sind, können einfach mit dem Zertifizierungsverfahren für ihre Produkte beginnen und den Geschäftsbetrieb entsprechend anpassen.

**Für weitere Informationen verweisen wir auf die Internetseite:**

<http://www.epea.com/en/content/cradle-cradle-certifiedcm-certification>

Wenn ein Unternehmen sich aus irgendeinem Grund nicht zertifizieren lassen möchte, können die C2C-Prinzipien trotzdem angewandt werden, um ökologische, wirtschaftliche und soziale Vorteile durch die Anwendung der Methodologie auf seine Aktivitäten zu erzielen. Eine breites Spektrum von gemeinnützigen Organisationen und Beratungsorganisationen bieten Beratungsdienste für Unternehmen an, die die C2C-Methodologie anwenden möchten, und insbesondere, um die Qualitätssicherung im erschlossenen Gebiet zu fördern.

Die Anwendung des C2C-Konzepts in der Fertigungsindustrie kann sich vom Design des Fabrikgebäudes und des Fertigungsprozesses über das Produktdesign und die Materialwahl bis hin zu den Geschäftsmodellen für die Vermarktung des Produkts und die Rücknahme und das Recycling der gebrauchten Materialien und Produkte erstrecken. Es werden deshalb mehrere Optionen für die Materialwirtschaft vorgeschlagen, die jeweils unterschiedliche Phasen des Fertigungsprozesses ansprechen.

## Lieferkette

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Upstream-Lieferkette und Zwischenpersonen, die in den Bezug der Rohstoffe, Komponenten und Dienstleistungen involviert sind, die für die Fertigung der Produkte des Unternehmens erforderlich sind.

**Es werden mehrere mögliche Strategien vorgeschlagen, um diese Lieferanten bei der Verlagerung in Richtung einer C2C-Fertigung miteinzubeziehen:**

- Einen Pool von bevorzugten C2C-Lieferanten aufstellen und aus diesem die Rohstoffe und Produkte beziehen.
- Lieferkettenpartnerschaften mit den wichtigsten Lieferanten abschließen und diesen helfen, ihre Prozesse an die Lieferung von C2C-gemäßen Materialien und Produkten anzupassen und gemeinsam an der Implementierung der erforderlichen Veränderungen arbeiten.
- Problematische Materialien und Substanzen in Ihrer Lieferkette identifizieren und mit Lieferanten zusammenarbeiten, um diese durch vorteilhafte Komponenten zu ersetzen.
- Vereinbarungen zur Rückgabe des Fertigungsabfalls an Lieferanten treffen, die dieses Material qualitativ recyceln.

Rolls-Royce hat Beziehungen zwischen seinen Geschäftsbetrieben, Ressourcen- und Abfallwirtschaftsversorgern und Rohstofflieferanten aufgebaut, um seine Reste, Späne und unverbrauchten, mit bestimmten Metallen und Legierungen verbundenen Materialien über den Abfallwirtschaftsversorger zurückzugeben. Aufgrund der Rückgabe einer vereinbarten Menge dieses gebrauchten, hochwertigen Materials erhält Rolls-Royce einen Rabatt auf neue Materialeinkäufe von demselben Lieferanten. So ist Rolls-Royce effektiv Teil seiner eigenen Rohstofflieferkette geworden und das Unternehmen sorgt dafür, dass die Behandlung wichtiger Materialien als Abfall innerhalb seiner Systeme vermieden wird. (IEMA 2014)

## Produktdesign

Ein Großteil der Implementierung des C2C-Konzepts in Fertigungsaktivitäten bezieht sich auf die Notwendigkeit, Produkte gemäß der bereits beschriebenen C2C-Designkriterien und -Prinzipien zu konzipieren.

**Das bedeutet, dass Produkte neu konzipiert und Produktionsprozesse neu durchdacht werden müssen, so dass die letztendlichen Güter:**

- Gesund oder vorteilhaft für Mensch und Umwelt sind;
- Keine in Bezug auf Toxizität und Recyclbarkeit problematischen Substanzen enthalten;
- Im Hinblick auf ein spezifiziertes Rückgewinnungs- und Recyclingverfahren im biologischen oder technischen Kreislauf entwickelt wurden;
- Im Hinblick auf die Rückgewinnung, Wiederaufarbeitung und Demontage konzipiert wurden;
- Von hohem Wert für die Rückgewinnung und das Recycling sind.

Cradle to Cradle® ermutigt Produzenten und Produktdesigner zu analysieren, welche Funktion oder welchen Bedarf das Produkt für den Verbraucher erfüllen soll und wie dieser Bedarf mit Erhalt der Eigentumsrechte der Produkte und Materialien erfüllt werden kann.

# Fertigungsprozess

Bei der Implementierung von C2C-Massnahmen kann der Fertigungsprozess eines Unternehmens - unabhängig davon, ob auch eine C2C-Zertifizierung angestrebt wird - noch angepasst werden, um Produktionstoxizität und gefährliche Nebenprodukte und Abfall zu eliminieren, die Wiederverwertung hochwertiger, definierter Sekundärmaterialien bei der Fertigung zu steigern sowie den Wert der fertigen Produkte zu erhöhen, deren Nützlichkeit für den Verbraucher und deren Fähigkeit, zum Ende der Nutzungsdauer wieder in zirkuläre Produktionssysteme integriert zu werden. Um diese Ziele voranzubringen, wurden in diesem Kapitel einige Handlungsvorschläge für unterschiedliche Phasen des Fertigungsprozesses gemacht.

- Gesunde Materialien in den Fertigungsprozess einbringen:
  - Rohstoffe wählen, die die C2C-Kriterien erfüllen, gesund für Mensch und Umwelt sind und sich zur Integration in technische oder biologische Materialkreisläufe eignen.

- Verarbeitungsmethoden ändern, um die Hinzufügung von Verunreinigungen und problematischen Substanzen an das Endprodukt zu eliminieren – z. B. physikalische Behandlung oder Hitzebehandlung statt Einsatz chemischer Zusätze.
- Additive Agenzien, chemische Agenzien und Verarbeitungsagenzien wählen, die für die definierte Anwendung nicht toxisch sind und das Endprodukt nicht kontaminieren.
- Gebrauchte Chemikalien, beispielsweise Lösungsmittel, Katalysatoren, Säuren oder Basen, Beschichtungen usw., zurückgewinnen, regenerieren und recyceln, entweder vor Ort oder durch Rückgabe an den Hersteller oder ein spezialisiertes Recycling-Unternehmen.

Chemikalien Leasing – ähnlich dem Leasing-Modell, das für Autos, Werkzeug oder technische Ausrüstung gehandhabt wird, können auch Chemikalien von Herstellern geleast werden. In diesem Modell ist es die Leistung der Chemikalien, die verkauft wird und nicht die Substanz selbst. Kunden zahlen eine Gebühr, die auf einer funktionalen Leistungseinheit basiert, wobei der Hersteller die Eigentumsrechte sowie die Verantwortung bezüglich der Erhaltung und des Recyclings der Substanz hat.

- Fertigungsprozesse anpassen, um die Herstellung nicht vermarktbarer Nebenprodukte und Fertigungsabfall zu reduzieren, z. B.:
  - Anstelle subtraktiver Fertigungsverfahren additiv einige Handlungsvorschläge verwenden, in denen das Material nicht entfernt, sondern hinzugefügt wird, um das Endprodukt zu erzeugen.
  - Neueinbringung von Nebenprodukten und Fertigungsabfall in den Fertigungsprozess, entweder im selben Fertigungssystem oder über andere Recyclingunternehmen und Materialhändler.
  - Die Produktionsqualität steigern, um zurückgewiesene Produkte und Rohstoffabfall zu eliminieren.
  - Dematerialisierung als Ansatz, um dieselbe Produktfunktion mit weniger Materialien zu liefern.
- Ein höheres Niveau der C2C-Qualität wird erzielt, wenn man anstelle der Abfallreduzierung die Wiederverwendung von Materialien verbessert, beispielsweise durch die Integration hochwertiger recycelter Materialien in die hergestellten Produkte, so dass die Qualität des daraus entstehenden Materialflusses nach der Anwendung nicht vermindert, sondern erhalten oder sogar verbessert wird.





Quelle: FLOW2 , 2014.

FLOW2 ist ein Business-to-Business Markt, der Anfang 2012 gegründet wurde und Unternehmen und Institutionen in die Lage versetzt, ihre zurzeit zu wenig genutztes Geschäftsinventar sowie das Wissen und die Fähigkeiten des Personals einzusetzen. Die Plattform generiert mit dem Verleih von Ausrüstung und Personal zusätzliche Einnahmen und verschafft anderen Unternehmen so zu Mietpreisen Zugang zur Ausstattung die sie benötigen, wodurch es eine lohnende Alternative zur eigenen Investition beim Kauf von Inventar darstellt. (Ellen Macarthur Foundation 2014)

## Maschinelle Ausstattung

Die maschinelle Ausstattung ist ein wichtiger Bestandteil der Fertigung und stellt, was teure Technologie, seltene Erden und Metalle sowie Hochleistungsinstrumente und Robotersysteme betrifft, wahrscheinlich den höchsten Materialwert in der Produktionslinie dar. In diesem Bereich lohnt es sich auch, andere Finanzierungsmechanismen zu erwägen, beispielsweise Leasing oder Miet- und Rückgabevereinbarungen, um den Wert der Ausrüstung zu erhalten, so dass diese als hochwertige Materialbank genutzt werden kann und nicht als Abschreibung in der Buchführung zu verzeichnen ist.

Hier geht es darum, Partnerschaften mit den Lieferanten und Produzenten der Ausrüstung abzuschließen und Verträge aufzustellen, um sicherzustellen, dass die Ausrüstung zurückgegeben werden kann und durch Reparatur, Wiederaufarbeitung und Komponenten- und Materialrecycling deren maximaler Wert erzielt wird.

Wenn C2C-Ausstattung verfügbar ist, kann diese auch am Arbeitsplatz eingesetzt werden, wenn neue installiert wird oder Maschinen ausgewechselt werden. Das Unternehmen Vanderlande produziert z. B. ein C2C-zertifiziertes Förderband, das in vielen industriellen und logistischen Anwendungen eingesetzt werden kann.



## Rückführungslogistik und Kreislaufwertschöpfung aus dem Sekundärmarkt

Die Rückführungslogistik ist ein Hauptbestandteil bei der Entwicklung von Kreislaufsystemen für Materialien und besteht aus dem Fluss von Materialien und Produkten vom Verbraucher zurück zum Produzenten einschließlich der damit zusammenhängenden Wiederaufarbeitung, Renovierung, Recycling und dem Neuvertrieb, die entweder die Rückgewinnung von Wert oder die Entsorgung zum Ziel haben. Um Wert aus bereits gebrauchten Produkten zurückzugewinnen, können diverse Strategien in abnehmender Reihenfolge des Werterhalts in einem Kaskadensystem eingesetzt werden:

- **Direkter Weiterverkauf** – noch funktionelle Produkte können im Gebrauchtmarkt direkt weiterverkauft werden.
- **Wiederaufarbeitung** – teilweise brauchbare Produkte können repariert, aufgearbeitet und erneut verkauft oder geleast werden.
- **Wiederverwendung von Komponenten** – noch funktionelle Teile oder Komponenten können bei der Herstellung neuer Produkte direkt wiederverwendet werden.

- **Materialrecycling** – wenn Wiederverwendung und Wiederaufarbeitung nicht mehr möglich sind, können Materialien zurückgewonnen werden und mit physikalischen oder chemischen Verfahren wieder in die technischen oder biologischen Kreisläufe zurückgeführt werden.

Ricohs Strategie der Ressourcenwirtschaft besteht darin, durch die Wiederverwendung von Teilen und Produkten, die Verlängerung der Lebensdauer der Produkte ihres Sortiments, die Wiederaufarbeitung sowie den Austausch mit risikoärmeren Materialien den Input von Neumaterial zum Jahr 2020 um ein Viertel zu reduzieren. Im EcoLine Produktsortiment von Ricoh werden zuvor geleaste Kopiermaschinen zurückgenommen, inspiziert, demontiert, Komponenten erneuert und die Software aktualisiert und anschließend als wiederaufgearbeitete Produkte verkauft. (IEMA 2014)





## 6.3 Dienstleistungssektor

Je nach den spezifischen Bedingungen am Standort gibt es vor Ort häufig eine beträchtliche Anzahl von Unternehmen aus der Service- oder Verwaltungsbranche. Diese sind meistens in Bürogebäuden angesiedelt und bestehen aus Firmen, deren wichtigster Vermögenswert in menschlichem Kapital besteht, beispielsweise in den Bereichen Bankwesen, Versicherungen oder Beratung. Diese Firmen verfügen nicht über Fertigungs- oder Verarbeitungsanlagen und ihre Materialflüsse haben üblicherweise mit der Anwesenheit und den Aktivitäten ihres Personals und der Gebäudeunterhaltung zu tun.

Der Dienstleistungssektor besteht außerdem aus Unternehmen und Industrien, die sich mit logistischen Aktivitäten befassen, beispielsweise Lagerhaltung, Vertrieb, Einzelhandel und Großhandel. Diese Unternehmenstypen haben häufig einen umfangreichen Durchsatz von Verpackungs- und Transportmaterialien, z. B. Holzpaletten, Kunststoff- oder Holzkisten, Kartons, Kunststofffolie, Polystyrol usw.

**Die Materialien, die bei derartigen Aktivitäten anfallen, werden ähnlich wie Hausmüll eingestuft. Um möglichst viel Wert aus diesen Materialflüssen zu gewinnen, werden einige Empfehlungen gegeben:**

- Initiativen zur Steigerung des Bewusstseins und der Einbeziehung aller wichtigen Akteure am Standort entwickeln, inklusive Mitarbeiter, Reinigungsdienste, Wartungsdienste usw.
- Partnerschaften aufbauen und mit Lieferanten Verträge für C2C-Einkäufe aushandeln. Die meisten Unternehmen verwenden B2B-Verträge für ihre IT und Ausrüstung, was bedeutet, dass die Unternehmen, die die Ausrüstung einschließlich Computer, Telefone, Kopiermaschinen/ Drucker, Beleuchtung liefern und warten, auch für die Wartung sowie die Rücknahme und das Recycling der Ausrüstung zum Ende der Lebensdauer verantwortlich sind. Diese B2B-Verträge können durch die Optimierung des Recyclingwerts der Produkte und die mit den Lieferanten getroffenen Vereinbarungen wirksam zur C2C-Wertschöpfung eingesetzt werden.
- Die Abfallwirtschaftsdienste können ebenfalls zur Rückgewinnung des Materialwerts aus dem Abfallstrom genutzt werden. Dazu ist es erforderlich, dass die Abfallströme (durch Datenerfassung) und deren optimaler Recyclingweg identifiziert werden. Das Ausmaß der Abfalltrennung zur Maximierung der Materialqualität und des Recyclingwerts aus dem recycelbaren Abfallstrom des Gewerbegebietes kann ebenfalls festgestellt und implementiert werden.

## 6.3.1 Logistik- und Vertriebsbranche

Innerhalb der Logistik- und Vertriebsbranche sind die Möglichkeiten der C2C-Implementierung mit der Implementierung der Vertriebssysteme für C2C-Materialien sowie deren Rückgewinnung und Recycling am Ende ihrer Nutzungsdauer verknüpft. Logistische Innovationen können die C2C-Implementierung über die gesamte Lieferkette beschleunigen, die Zusammenarbeit mit anderen Akteuren der Lieferkette stärken sowie für einen wirksamen Einsatz verfügbarer Ressourcen sorgen und spielen dadurch eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Kreislaufgeschäftsmodellen. Auch Verpackungsmaterialien stellen in unterschiedlichen Phasen der Logistikkette einen wichtigen Materialfluss dar und können ebenfalls gemäß C2C-Prinzipien optimiert werden.

Um den maximalen Wert aus Produkten zum Ende ihrer Lebensdauer zu erzielen, kann der Produzent ein Logistiksystem zur Rückgewinnung von Produkten, Teilen und Materialien für die Wiederverwendung, Wiederaufarbeitung und das Recycling einrichten, entweder eigenständig oder über einen dritten Unternehmer. Die Implementierung der erweiterten Produzentenverantwortung bedeutet, dass die Produktrückgewinnung oft kollektiv von mehreren Produzenten organisiert und finanziert wird.

## Produktrückgewinnung

Um die Produkte von Verbrauchern zurückzunehmen, können Sammelstellen eingerichtet werden. Diese können von Einzelhändlern, zentralen Sammelstellen oder vom Vertrieb nach der Lieferung neuer Produkte angeboten werden. Die innovativen Partnerschaften mit Postunternehmen, die einige Produzenten geschlossen haben, ermöglichen auch die Produktrückgabe über die Post. Der direkte Austausch zwischen Produzenten, Einzelhändlern und Vertrieben wird auch in Bezug auf wiederverwertbare Verpackungs- und Transportmaterialien wie z. B. Euro-Paletten oder Trinkflaschen und Kisten genutzt. Eine andere Möglichkeit der Produktrückgewinnung ist das sogenannte „Backloading“, die Integration des auswärtig orientierten Lieferkanals mit der gleichzeitigen Rücknahme der Produkte am Ende ihrer Lebensdauer.



## Lagerhaltung und Vertrieb

Die Lager- und Vertriebseinrichtungen in Gewerbegebieten bieten die Gelegenheit, die erforderlichen Betriebstätigkeiten wie beispielsweise Sortieren, Testen und Demontage zu lokalisieren, so dass Komponenten und Materialien in unmittelbarer Nähe der Produzenten und großen Abfallhersteller zurückgewonnen werden können. Des Weiteren können Transport- und Einzelhandelsakteure wichtige Partner darstellen, wenn es darum geht, Produzenten bei der Rücknahme ihrer Produkte und Materialien zu helfen und zentrale Sammelstellen zum Neuvertrieb der Produkte zur Verfügung zu stellen. Die Konzentration der Großhandels-, Einzelhandels- und Fertigungsaktivitäten an einem Standort kann auch die Gelegenheit bieten, Versand- und Vertriebsaktivitäten verschiedener Partner zu kombinieren.

In einem wegweisenden logistischen Kooperationsprojekt zwischen konkurrierenden Produzenten haben Nestlé und PepsiCo ihre Lagerhaltung, das Co-Packing und den auswärts orientierten Vertrieb ihrer frischen und gekühlten Lebensmittelprodukte an Einzelhandelskunden in Belgien und Luxemburg gebündelt. Durch die Konsolidierung, den Ausgleich und die Synchronisierung der Teilladungen von Nestlé und PepsiCo in Komplettladungen generiert die Kooperation Verbesserungen der gesamten Logistikkosten und ein besseres Dienstleistungsniveau für die Einzelhandelskunden. Die gesamten Synergiegewinne werden anhand einer fairen Gewinnteilungsmethode aufgeteilt, und so wird es auch weiteren Frisch- und Kühlwarenproduzenten ermöglicht, in absehbarer Zeit Mitglied der Gemeinschaft zu werden. (STEF 2014)





Quelle: Ecovative Design, 2014.

Ecovative Design hat innovative, biobasierte und vollständig biologisch abbaubare Hochleistungsverpackungsmaterialien aus Pilz- und Landwirtschaftsabfall entwickelt. (<http://www.ecovatedesign.com/>)  
Im Ecopark Windhof verwendet das Umzugs- und Datenvernichtungsunternehmen Streff seine beschädigten Holztransportpaletten als Brennmaterial für das Heizsystem seines Lagers.

## Verpackung

Verpackungsmaterialien stellen in Gewerbegebieten, an denen es eine signifikante Anzahl von Vertriebs-, Lagerhaltungs- und Einzelhandelsunternehmen gibt, einen wichtigen Abfallstrom dar. Dieser Abfallstrom macht 20 % des gesamten Hausmülls aus und bedeutet einen signifikanten Anteil der Produktionskosten eines Produkts. Dennoch wird dieser Abfall meistens nach einmaliger Nutzung entsorgt, wobei die Kombination der verwendeten Materialien oft ein Problem für das Recycling darstellt (Ellen Macarthur Foundation 2013).

Eine Strategie zur Verlagerung in Richtung stärker kreislauforientierter Managementstrategien, insbesondere auf B2B-Ebene, besteht darin, sich für weitestgehend wiederverwertbare Verpackungs- und Transportsysteme zu entscheiden und das Vertriebssystem im Hinblick auf die Rückgewinnung dieser Produkte anzupassen.

Diese Strategie wird durch die Standardisierung von Verpackungsmaterialien in der gesamten Industrie sowie durch allgemeine Einsammelnormen vereinfacht, die die Verwendung derselben Produkte von mehreren Produzenten und Vertrieben ermöglichen.

Ein anderer Ansatz besteht darin, biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien zu konzipieren oder zu wählen, die sich ganz besonders für Einwegprodukte eignen, die mit organischem Material in Berührung gekommen sind und deren Rückgewinnung nach der Nutzung problematisch ist. Für die tatsächliche Zersetzung biologisch abbaubarer Materialien sind jedoch spezielle Bedingungen erforderlich, die sich nur selten in industriellen Kompostierungseinrichtungen vorfinden, das heißt also, dass diese Materialien separat mit dem organischen Abfallstrom gesammelt werden müssen.

Andere, nicht wiederverwertbare oder biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien können optimiert werden, um in dem technischen Kreislauf recycelt zu werden. Das große Volumen der in Gewerbegebieten vorhandenen Materialien ermöglicht eine verbesserte Trennung der unterschiedlichen Materialien, wodurch es sich lohnt, diese für den gesamten Standort getrennt zu sammeln und so ihren Wert auf dem Recyclingmarkt zu steigern.

### 6.3.2 Kreislaufgeschäftsmodelle implementieren

Ein Großteil der Implementierung von Materialkreisläufsystemen besteht aus der Entwicklung von Geschäftsmodellen, die es ermöglichen, Wert aus Sekundärmaterialien zu schöpfen und zusätzliche Einnahmequellen zu generieren. Für Unternehmen, die in Gewerbegebieten im Dienstleistungssektor tätig sind, insbesondere für Unternehmen, deren Aktivitäten in Gewerbegebieten hauptsächlich administrativer Art sind, kann die Integration einer Materialkreislaufwirtschaft große Vorteile und wirtschaftliche Möglichkeiten bieten, die über die physikalischen Grenzen des Standorts hinausreichen.

Das kann bedeuten, dass das Unternehmen seine Beschaffungsverfahren zugunsten von C2C-Materialien anpasst und so innovative Produkte und Dienstleistungen entwickelt, die zirkuläre Materialflüsse, die Wiederverwertung und das Recycling von Materialien (wie z.B. Versicherungs- oder Finanzprodukten, die das Produkt-Leasing und die Produktwiederverwertung) ermöglichen, oder aber dass das Unternehmen strategische Partnerschaften mit anderen Unternehmen bildet, die diese in die Lage versetzen, an einem Materialkreislaufsystem teilzunehmen.

Zu den Kreislaufgeschäftsmodellen gehören auch diejenigen Modelle, die den Erhalt der Eigentumsrechte beim Lieferanten ermöglichen und erleichtern, so dass die im Produkt enthaltenen Materialien nach der Nutzung problemlos in den entsprechenden Kreislauf zurückgeführt werden können; man denke beispielsweise an Leasing oder Verleih von Produkten, Inzahlungnahme, garantierte Rückkaufpreise, Pfandsysteme usw.

Weitere Informationen zur praktischen Implementierung von Kreislaufgeschäftsmodellen im Geschäftsbetrieb finden sich in der C2C BIZZ-Veröffentlichung „Guided choices“ und in den Berichten der MacArthur Foundation bezüglich der Implementierung von Kreislaufgeschäftsmodellen sowie in der Veröffentlichung „Gebäude mit positiven Auswirkungen entwickeln“ (siehe Literaturhinweise).

## 6.4 Standortmanagement

Wie bereits in Kapitel 2 besprochen, besteht einer der wichtigsten Unterschiede zwischen Flächenerschließungen in Gewerbegebieten im Vergleich zu isolierten Gebäuden und Industrien im Zugang zu den räumlichen Ressourcen des Standorts. Das bedeutet, dass C2C-Lösungen nicht nur auf individueller Ebene, sondern im Hinblick auf die Integration des gesamten Standorts, dessen Gebäude und die Diversität der dort angesiedelten Unternehmen zu betrachten sind. Dieses Kapitel behandelt die Aktivitäten und Managementprozesse, die bei der Anwendung für den gesamten Standort am wirksamsten sind.

### Biologische Nährstoffwirtschaft

Viele Unternehmen und Aktivitäten in Gewerbegebieten erzeugen signifikante Mengen organischer Reststoffe. Gartenbauaktivitäten erzeugen beispielsweise eine beträchtliche Menge Grünabfall, u. a. Holz, Grasschnitt, Laub, Erde usw. Restaurants, Hotels, Cafés und Cafeterien, Kinderbetreuungseinrichtungen, Supermärkte und Lebensmitteleinzelhändler erzeugen signifikante Mengen Lebensmittelabfälle. Alle diese Einrichtungen und Unternehmen benötigen einen konstanten Vorrat an frischen Lebensmitteln, Obst und Gemüse. Außerdem entstehen an den Standorten auch biologische Nährstoffe in Form von Abwasser.

Die Misswirtschaft biologischer Materialien kann viele negative Konsequenzen nach sich ziehen, beispielsweise Bodenverarmung, verminderte Ernteerträge, Verlust von Mutterboden, übermäßiger Düngemittelgebrauch, Wassereutrophierung und Kohlendioxidemissionen. In dieser Hinsicht können gesetzliche Einschränkungen wie z. B. Genehmigungsanforderungen und Begrenzung des Düngemittelgebrauchs gelten, etwa bezüglich der Art, des Standorts und der Menge der als Bodenzusatz erlaubten biologischen Nährstoffe. Dies gilt z. B. für die Anwendung von Klärschlamm in europäischen Böden. Am wichtigsten ist hierbei, biologische Nährstoffe dort einzusetzen, wo sie benötigt werden, so dass sie eine nützliche Funktion für den Standort und seine Nutzer erfüllen können. Um die Größe des Standorts und die Anhäufung der Lebensmittelunternehmen und menschlichen Aktivitäten möglichst wirksam zu nutzen, empfiehlt es sich, die biologische Nährstoffwirtschaft auf der Ebene des gesamten Standorts zu betreiben. Für biologische Materialien können je nach Eigenschaften des Standorts und den verfügbaren Materialien mehrere Managementstrategien eingesetzt werden. Die verschiedenen Strategien können unterschiedlichen Zwecken dienen, beispielsweise der Bodenverbesserung (Kompostierung), Energieerzeugung (Biovergärung), Lebensmittelproduktion, Luft- oder Wasserreinigung (über begrünte Dächer und Helophytfiler) usw. Unterschiedliche Kombinationen, die parallel eingesetzt werden, können einander komplementieren und den Wert für Nutzer und Stakeholder maximieren.



## Es können mehrere Beispiele des Managements der am Standort vorhandenen biologischen Materialien identifiziert werden:

- **Nährstoffkaskade**, wobei der maximale Wert aus biologischen Materialien erzielt wird, indem die Anzahl der Lebenszyklen eines Produkts oder Materials durch kontrolliertes Downgrading in aufeinander folgenden Anwendungen in unterschiedlichen Werteketten erweitert wird, bevor es in den biologischen Kreislauf zurückgeführt wird. Ein Beispiel einer solchen Kaskade ist die Anwendung von Holz für den Bau, anschließend für Möbel und für die Papierherstellung und letztendlich die Kompostierung oder Verbrennung zur Energieerzeugung.
- **Organische Reststoffe als Ressourcen** – Lebensmittelreste, Erntereste und Nebenprodukte der Lebensmittelverarbeitung bieten viele Möglichkeiten, innovative Produkte und Geschäftsmodelle zu schaffen, beispielsweise durch die Extraktion hochwertiger Chemikalien und Moleküle für die pharmazeutische Industrie oder die Produktion von Materialien auf biologischer Basis, z. B. Fasern und Biokunststoffe.



Quelle: Products Innovation Institute 2014

Wet-Green® ist ein C2C Gold-zertifiziertes Ledergerbungsmittel auf pflanzlicher Basis aus Olivenbaumblättern, einem Nebenprodukt der Olivenölindustrie. Das damit verbundene Gerbungsverfahren macht die Nutzung gefährlicher Chemikalien überflüssig, so dass keine REACH-Registrierung erforderlich ist, stellt in der gesamten Wertkette keine Gefahr für Mensch oder Umwelt dar und verbessert die Eigenschaften des Endprodukts.

■ **Lebensmittelproduktion** – um die biologischen Nährstoffe am Standort optimal zu nutzen, können verfügbare unbebaute Gebiete entweder genutzt werden, um die Verbindung zum lokalen Ökosystem herzustellen und dieses zu unterstützen, oder als Anbaufläche für die Catering-Einrichtungen des Standorts, anstatt hier traditionellen Landschaftsbau anzuwenden. Die Lebensmittelproduktion kann auch in die am Standort errichtete Infrastruktur einbezogen werden wie beispielsweise beim „Bau integrierter Gewächshäuser“. Integrierte landwirtschaftliche Initiativen in kleinerem Maßstab stellen auch hervorragende pädagogische Instrumente dar.

■ **Die Trennung organischer Reststoffe** ist eine primäre Notwendigkeit für die Nutzung am Standort vorhandener biologischer Nährstoffe. Dazu werden organische Reststoffe erst separat gesammelt, wobei große Produzenten wie z. B. Cafés, Restaurants, Hotels und Einzelhändler in Frischeprodukten Priorität haben. An wichtigen Produktionsorten sollten Sammelbehälter für organische Reststoffe aufgestellt werden. Mehrere zentrale Sammelstellen für den gesamten Standort könnten sich auch für kleinere und stärker verteilte Mengen eignen.

■ **Die Kompostierung** ist eine bekannte und weitverbreitete Methode, mit der vermieden wird, dass organische Produkte auf Deponien und in Verbrennungsanlagen landen, sondern statt dessen in wertvollen ökologischen bodenverbessernde Dünger umgesetzt werden. Die Kompostierung kann in kleinem Maßstab für lokale Gartenbauanwendungen oder Lebensmittelherstellung erfolgen, die außerdem für pädagogische Zwecke eingesetzt werden können.

Zentralisierte industrielle Kompostierungseinrichtungen produzieren ein standardisiertes kommerzielles Düngemittelprodukt und haben den zusätzlichen Vorteil, dass darin biologisch abbaubare Materialien verarbeitet werden können, die spezielle Verarbeitungsbedingungen benötigen, die in kleineren Kompostierungsanlagen nicht möglich sind.

■ **Biovergärung** ist die anaerobe biologische Wiederaufbereitung organischer Reststoffe mit gleichzeitiger Produktion von Biogas, das für die Energieerzeugung genutzt werden kann. Ebenso stellt es ein nährstoffreiches organisches Material dar, das als Bodenverbesserungsmittel verwendet oder zu Düngemitteln oder für andere Zwecke weiter aufbereitet werden kann. Diese Methode wird üblicherweise für die Abwasserreinigung und die Aufbereitung von Stallmist verwendet sowie auch für Lebensmittelreste und Kulturen für die Produktion von Biokraftstoff.





Quelle: NIOO-KNAW 2014 Photo: Guy Ackermans

Im Gebäude des durch C2C-Prinzipien inspirierten niederländischen Instituts für Ökologie (NIOO) werden unterschiedliche Wasserströme für Regenwasser, Haushaltswasser und Abwasser getrennt und mit pflanzlichen Klärsystemen aufbereitet, wiederverwendet und risikofrei in das lokale Wassersystem geleitet. In einer wegberreitenden Studie setzt das NIOO mit einem Algenkultursystem Biomasse aus Abwasser in Biogas für die Energieerzeugung sowie wertvolle Nährstoffe, wie z.B. Mineralstoffe und Phosphate, in landwirtschaftliche Düngemittel um. Ein begrüntes Dach, dessen Effekt auf die Erhaltung der Biodiversität von den Wissenschaftlern untersucht wird vervollständigt das Design, während ein anderes Unternehmen mit pflanzenbasierter Stromerzeugung experimentiert. (NIOO-KNAW 2011)

#### ■ **Geschlossene Wasser- und Nährstoffkreisläufe** –

Wasser und biologische Nährstoffe aus Abwasser können ebenfalls recycelt werden. Systeme für das Recycling und die Rückführung können am gesamten Standort implementiert werden und an Aufbereitungssystemen angeschlossen werden, die Nährstoffe wie z. B. Nitrat und Phosphor aus menschlichen und tierischen Fäkalien zur Nutzung als landwirtschaftliche Düngemittel extrahieren und aufwerten.

#### ■ **Begrünte Dächer und “Lebende-Wand”-Systeme**

sind ebenfalls Teil des biologischen Nährstoffsystems und tragen zur Wasserregulierung, der Filterung und der Regenwasserwirtschaft eines Gebäudes bei, verbessern die Innen- und Außenluft, regulieren die Temperatur und setzen Solarenergie und biologische Nährstoffe in Biomasse um.

- **Lokale Anwendung der Biomasse** – vor Ort produzierte Biomasse wie z. B. Baum- und Gartenbauschutt oder Abfallmaterialien, wie z.B. zerbrochene Paletten, können als Mulch für Bäume, Sträucher und Pflanzen eingesetzt werden und so dem Bodenschutz und der Wasserwirtschaft auf den Grünflächen des Standorts dienen.

# Industrielle Symbiose

Einer der Vorteile der Gewerbeansiedlung ist die Gründung lokaler Partnerschaften und Material- und Energiesynergien mit anderen in dem Gewerbegebiet angesiedelten Unternehmen. Potentielle Aktionen auf Gebietsebene bestehen beispielsweise in unterschiedlichen Strategien zur biologischen Materialwirtschaft, vom Kompostieren und der Biovergärung bis hin zur Lebensmittelproduktion und geschlossenen Wasser- und Nährstoffkreisläufen sowie gemeinschaftlichen Materialien, allgemeinen Einrichtungen und Infrastruktur.

## Folgende Strategien werden zur optimalen Nutzung von Kooperationen, Partnerschaften und Symbiosen in Gewerbegebieten empfohlen:

- **Materialaustausch** zwischen Unternehmen sowie andere Ströme wie u. a. Wasser und Energie können Unternehmen signifikante Möglichkeiten der Integrierung hochwertiger Sekundärmaterialien in ihre Produktionsprozesse bieten und Einsparungen im Bereich Rohstoffe und Input erzielen.
- **Gemeinschaftliche Einrichtungen** für Infrastruktur, Ausrüstung und Dienstleistungen wie z.B. Lagerraum, Ausrüstung und Werkzeuge, Wartungsdienste, technische Dienste wie beispielsweise Beheizung/Kühlung oder Lüftung, Meeting- und Konferenzräume und andere

spezifische Einrichtungen für die gelegentliche Nutzung (z. B. Kinderbetreuung und Sportanlagen) können erhebliche Materialeinsparungen und wirtschaftliche Einsparungen für Unternehmen erzielen, wenn sie auf Gewerbegebietsebene implementiert werden und zusätzliche Dienstleistungen bieten, die für kleinere und mittlere Unternehmen ansonsten nicht zu realisieren wären.

- **Materialpooling** durch die Kombination und Zentralisierung der Materialströme aus mehreren Ressourcenquellen oder Abfallströmen unterschiedlicher Unternehmen, so dass eine kritische Masse an Materialien geschaffen wird. Oft ist ein einzelner Materialstrom eines Unternehmens zu klein, um Rückgewinnung und Recycling wirtschaftlich zu realisieren. Aber die Kombination mehrerer ähnlicher Ströme würde das kritische Volumen der für die Einsammlung und das Recycling verfügbarer Materialien erhöhen und es somit wirtschaftlich realistischer machen, diese Materialien zu sammeln. So wird auch ein höherer Trennungsgrad des Materialstroms erzielt, der wiederum die wirtschaftliche Sammlung mehrerer differenzierter Materialien ermöglicht und somit die Qualität und folglich auch den Marktwert der Materialien für Recyclingunternehmen steigert.



# Materialpartnerschaften im Rahmen des C2C BIZZ-Projekts

## Irisphere



Am C2C BIZZ-Pilotstandort Irisphere in Belgien produziert das Chemieunternehmen Solvay einen ausgehenden Abwasserstrom von 60.000 m<sup>3</sup> schwach mineralisiertem Wasser pro Jahr, der zusätzliche Abwasseraufbereitungskosten mit sich bringt. Während eines Workshops zeigten mehrere industrielle Partner Interesse daran, dieses Wasser als Waschflüssigkeit in ihren Betriebsverfahren zu verwenden. Es wurde eine Partnerschaft mit einem Automobilkonzern gegründet, der diesen demineralisierten Wasserstrom kostenlos zum Waschen seiner Metallkomponenten nutzen kann und somit das bisher für diesen Zweck verwendete Trinkwasser, das bezahlt werden musste, ersetzen kann.

Diese industrielle Synergie bietet auch weitere Vorteile für den Automobilkonzern, da dieses Wasser eine bessere Waschleistung aufweist und den Bedarf an Reinigungsmitteln reduziert.

## Ecopark Windhof

Im Ecopark Windhof wurde eine strategische Partnerschaft am Standort identifiziert, im Rahmen derer mehrere unterschiedliche Abfall- und Wertstoffsammler überflüssig wurden, da die Sammlung durch einen der Partner am Standort organisiert wurde, der über die logistischen Fähigkeiten verfügte, um diese Aktivität zu übernehmen. Die zentralisierte Sammlung ermöglichte es, den im Büro anfallenden Papierabfall von Karton zu trennen und so den Wert des Materialstroms zu steigern und das Recycling der Materialien auf höherem Niveau zu realisieren. Die Trennung hochwertigen Büropapiers von minderwertigem Karton stellt eine erhebliche Wertsteigerung des Abfallstroms dar und ermöglicht eine längere Kaskade der Zellulosefasern im biologischen Nährstoffkreislauf.



## Die Rolle des Parkmanagements

Der Parkmanager, Standortentwickler oder jede andere Organisation oder Einzelperson, die den Tagesbetrieb am Standort verwaltet und überwacht, sorgt für die allgemeine Lieferung der Dienstleistungen, weist die Grundstücke, Gebäude und Büroräume zu und spielt bei der Identifizierung, Entwicklung und Implementierung von materialwirtschaftlichen Möglichkeiten in einem Gewerbegebiet eine besonders wichtige Rolle.

Als Verbindungsglied zwischen Standort und Grundbesitzer(n), Gebäudeeigentümern, Unternehmen am Standort (entweder als Besitzer oder als Mieter) und den lokalen Behörden befindet sich der Standortmanager in einer einzigartigen Position, die es ihm ermöglicht, die erforderlichen Akteure und Stakeholder zusammenzubringen und nachweisbare Schritte in Richtung der Cradle to Cradle®-Materialwirtschaft zu unternehmen.

Als Bestandteil ihrer Rolle als „Matchmaker“ am Standort kann ihre Beteiligung u. a. Folgendes beinhalten:

- **Innovationsmöglichkeiten identifizieren** – Standortmanager haben den Vorteil einer übergeordneten Perspektive und sind dadurch in der Lage, potentielle Synergien zwischen Unternehmen zu erkennen und die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um diese Unternehmen miteinander in Kontakt zu bringen.
- **Allgemeine Dienstleistungen bieten** – als Manager des gesamten Standorts und dessen gemeinschaftlicher Räume besteht eine Funktion darin, den ansässigen Unternehmen für ihren Betrieb erforderliche grundlegende allgemeine Dienstleistungen zu bieten, beispielsweise Gartenbau, Parkplätze, Sicherheitservice usw. Geht man in dieser Rolle noch einen Schritt weiter, so kann der Standortmanager auch die allgemeinen Wartungsdienste bieten, die Abfallwirtschaft zentralisieren und kombinieren sowie allgemeine Einrichtungen wie z. B. Recycling-Zentren, Werkzeuge und Ausrüstung anbieten.
- **Allgemeine Verträge aushandeln** – als Vertreter des Standorts und dessen Unternehmen befinden sich Standortmanager in einer Position, in der sie den Pool der Akteure nutzen können, um die Kaufkraft zu bündeln und so bessere Preise oder zusätzliche Dienstleistungen für die Lieferung von Waren und Dienstleistungen für den Standort mit Gruppen- oder Mengenrabatt auszuhandeln.



Quelle: Park 20|20, 2014.

Ecopark Windhof in Luxemburg war in der Lage, für die C2C-zertifizierten Teppiche für sein Solarwind Gebäude einen niedrigeren Preis auszuhandeln als für die herkömmliche, allgemein erhältliche Lösung.

- **Kommunikation und Kooperation schaffen** – die Verbindung zwischen den entsprechenden Akteuren und Unternehmen herstellen und diese miteinander in Kontakt bringen, regelmäßige Meetings und Kooperationen zwischen Unternehmen veranlassen, die Unternehmen und deren Mitarbeiter über die Aufgaben und Ziele des Standorts informieren, sie darin einbeziehen und dazu veranlassen, entsprechend zu handeln.
- **Bedeutende Unternehmen und Partner für den Standort werben** – wenn am Standort spezielle Bedürfnisse oder Outputs identifiziert wurden, ist es Aufgabe des Standortmanagers, die relevanten Unternehmen zu identifizieren und zur Übersiedlung an den Standort zu veranlassen bzw. Anreize für Unternehmen in der näheren Umgebung zu schaffen, um sich der Organisation anzuschließen. Die Anwerbung von Unternehmen, die bereits Spitzenreiter im Bereich der C2C-Implementierung sind, würde ebenfalls helfen, den Ruf eines C2C-inspirierten Standorts aufzubauen und andere Unternehmen inspirieren, in deren Fußspuren zu treten.
- **Marketing und Werbung** – Die Rolle des Standortmanager besteht auch darin, die Intentionen, den Nutzen und die Vorteile nach außen zu vermarkten und bei staatlichen Akteuren, potentiellen Arbeitnehmern, Unternehmen und benachbarten Gemeinschaften dafür zu werben.

# 7 NUTZEN UND MÖGLICHKEITEN DES C2C-KONZEPTS FÜR GEWERBEGEBIETE

Die wichtigsten Unterschiede zwischen Gewerbegebieten und isolierten Gebäuden oder Unternehmen sind:

- Deren Zugriff auf räumliche Ressourcen
- Die Verfügbarkeit eines vielfältigen Ökosystems von Unternehmen und Industrien im Umkreis
- Der langfristige Rahmen des Erschließungsprozesses

In diesem Sinne sind Gewerbegebiete hervorragend positioniert, um die Vorteile der Skaleneffekte zur Unterstützung des ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Nutzens wahrzunehmen.

So entsteht hinsichtlich der C2C-Implementierung innerhalb einer Gebietserschließung eine andere Perspektive, da sowohl die Möglichkeit des ständigen Lernens und der Verbesserung von der einen Phase bis zur nächsten als auch der Entwicklung langfristiger Kooperationen mit Lieferanten und Unternehmen am Standort besteht.

## Räumliche Ressourcen

Der Maßstab eines Gewerbegebietes ermöglicht es den Entwicklern, allgemeine Standorteinrichtungen und integrierte Systeme wie z. B. Heizung, Kühlung und Wasseraufbereitung zu planen, die Integration zwischen diesen Systemen im Laufe der Zeit zu steigern und Synergien zwischen komplementären Funktionen zu stärken. Dabei handelt es sich z.B. um ökologische Wasseraufbereitungssysteme, die ein Habitat für lokale Arten darstellen, die Nutzung von gebäudeintegrierten Solarpanelen, die gleichzeitig als Sonnenschutzsystem fungieren, ein gemeinschaftliches Heizsystem für den gesamten Standort oder eine intelligente Stromnetzinstallation, die Lieferung und Bedarf an Strom ausgleicht.

Dadurch, dass technische Systeme wie Lüftung, Heiz-, und Kühlsysteme gemeinschaftlich für den gesamten Standort angeboten werden, ist es auch nicht mehr erforderlich, dass jedes Gebäude über einen eigenen technischen Raum verfügt, und so wird auch die vermietbare Fläche maximiert. Das Angebot gemeinschaftlicher Einrichtungen und Dienstleistungen steigert die Attraktivität des Standorts für Unternehmen, die sonst möglicherweise keinen Zugriff auf diese Dienstleistungen hätten.

## Diversität der Stakeholder

Die Implementierung C2C-inspirierter Materialwirtschaftspraktiken kann für die unterschiedlichsten Beteiligten oder durch das Gewerbegebiet beeinflussten Stakeholder von zunehmendem Nutzen sein. Gesundere Materialien wirken sich günstig auf die Gesundheit der Mitarbeiter sowie die Produktivität, den Wert der Materialien und Gebäude zum Ende der Lebensdauer und die ökologische Qualität für die lokale Gemeinschaft und Ökosysteme aus. Darüber hinaus bieten multifunktionale, modulare und einfacher demontierbare Gebäude den Standortentwicklern zusätzliche Flexibilität hinsichtlich der Anpassung existierender Gebäude für die unterschiedlichsten Bedürfnisse und Kunden.

Gewerbegebiete bieten deutlich bessere Kooperationsgelegenheiten zwischen unterschiedlichen Unternehmen, was wiederum neue geschäftliche Chancen eröffnen kann. Zudem erhöht die Diversität von Unternehmen und Industrien an einem Standort die Chance der Verfügbarkeit von Material- und Energie-Outputs, die als sekundäre Rohstoffe für andere Unternehmen genutzt werden können. Die Diversität der Unternehmen am Standort erhöht auch die Widerstandsfähigkeit, so dass die Managementorganisation weniger abhängig von einem einzelnen Unternehmen ist.

Kollektive Standortmanagementorganisationen und Standortentwickler, die die Unternehmen am Standort vertreten, können außerdem eine bessere Verhandlungsposition bezüglich der C2C-Käufe, der Versorgungs- und Dienstleistungsverträge, Lieferanten usw. erwerben und so bessere Preise und hochwertigere ökologische Qualität zu gleichen Kosten erzielen. Ecopark Windhof hat seine Verhandlungsposition genutzt, um für seine Büros C2C-zertifizierte Teppiche zu günstigeren Preisen als reguläre Bodenbeläge zu kaufen.

C2C-inspirierte Gewerbegebiete können so zusätzliche Mehrwertfunktionen für die Stakeholder und Anwohner bieten sowie Niveau und Qualität der Dienstleistungen verbessern, was wiederum dazu führt, dass sie höhere Einnahmen pro Quadratmeter generieren können. Aufgrund des zusätzlichen Nutzens, wie z. B. geringerer Servicekosten, gesteigerter Produktivität und Marketingwert eines „grünen“ Gewerbegebietes oder eines Gebäudes, stellen sie eine gute Investition für die Mieter dar.

## Zeitlicher Rahmen

Der langfristige zeitliche Rahmen eines Gewerbegebietes, auf der die Gebäude in Phasen entwickelt, verkauft oder vermietet und durch aufeinander folgende Mieter genutzt werden, versetzt die Entwickler in die Lage, von jeder Phase etwas zu lernen und von einem Gebäude zum nächsten ständig Verbesserungen zu implementieren. Diese langfristige Perspektive ermöglicht es dem Entwickler, im Hinblick auf die zukünftige Expansion zu planen und die Systeme am Standort ebenfalls im Hinblick auf die Bedürfnisse zukünftiger Benutzer zu planen.

## Literaturhinweise

Eine ausführlichere Liste der Mehrwerte aus C2C-Entwicklungen findet sich in den Veröffentlichungen “Guide to Cradle to Cradle® Inspired Business Sites” (Teil des C2C BIZZ-Projekts) und “Creating Buildings with Positive Impacts. Using C2C-Inspired Quality and Value for the Circular Economy” (Mulhall, Hansen, Braungart 2014).



# 8 HERAUSFORDERUNGEN BEWÄLTIGEN

Trotz der vielen Möglichkeiten, um bedeutenden Nutzen für Unternehmen, Mitarbeiter, die lokale Gemeinschaft und die Umwelt zu erzielen, stellt die Materialwirtschaft in Gewerbegebieten durchaus auch eine Herausforderung dar. Einige der häufig vorkommenden Herausforderungen, mit denen sich Gewerbegebiete konfrontiert sehen, werden nachstehend beschrieben, mit möglichen Lösungen zu deren Bewältigung:

## ■ **Kommunikation und Engagement der Stakeholder**

– Wie wir bereits bei unserer Arbeit bezüglich Ecoparc Windhof, gesehen haben, ist die Kommunikation ein entscheidender Aspekt, der oft eine erhebliche Herausforderung darstellen kann.

**Mögliche Lösung:** Das Engagement aller Stakeholder im Prozess ist ein zentraler Aspekt, wobei es auch um Akteure geht, die üblicherweise nicht berücksichtigt werden wie beispielsweise Mieter, Mitarbeiter, Verbraucher, Besucher, Dienstleister, Lieferanten usw.

■ **Das Engagement der Mitarbeiter** ist eine andere, häufig vorkommende Herausforderung. Ein häufig erwähntes Problem ist der Mangel an Mitarbeiterbeteiligung bei Unternehmensbestrebungen wie Recycling und Energiesparmaßnahmen. Die Gründe für dieses Verhalten werden jedoch häufig nicht erkannt. Mitarbeiter können in ihren Büros noch so viele Möglichkeiten der Abfalltrennung nutzen, aber ihre Bemühungen sind umsonst, wenn die Reinigungsdienste anschließend alles in eine Abfalltonne werfen. Oder möglicherweise ist die Recyclingtonne zu klein oder zu weit entfernt.

**Mögliche Lösung:** Die Gründe für das Verhalten von Unternehmen und Mitarbeitern sollten analysiert werden, um die entsprechenden Lösungen zu finden, die zur Beteiligung motivieren. Vielleicht besteht die Lösung darin, zusätzliche Tonnen zur Verfügung zu stellen oder die Reinigungsdienste bei der Materialtrennung mit einzubeziehen.



- **Die Datenerfassung** kann ebenfalls eine Herausforderung darstellen und oft mit beträchtlichem Aufwand einhergehen, wie wir auch an unseren Pilotstandorten feststellen konnten. Unternehmen auf demselben Gewerbegebiet können unterschiedliche Dienstleistungsanbieter, unterschiedliche Maßeinheiten, ein anderes Verständnis derselben Begriffe, unterschiedliche Vereinbarungen für ihre Abfallsammlung haben usw. Möglicherweise sind nicht alle Daten verfügbar oder haben nicht dasselbe Format. Oder Datenanfragen werden durch Unternehmen nicht beantwortet.

**Mögliche Lösung:** Es ist ein proaktiver Ansatz hinsichtlich der Datenerfassung gefragt, wobei persönliche Besuche des Standortes sowie ein zugewiesener Koordinator zur Kompilierung und Analyse der erfassten Daten erforderlich sind. Nicht selten müssen Umrechnungen von Einheiten, Erfahrungswerte und Durchschnittswerte verwendet werden, um die Daten vergleichbar zu machen.

Es ist jedoch auch wichtig zu berücksichtigen, wofür die Daten benötigt werden. Ist es erforderlich, detaillierte Informationen von jedem einzelnen Unternehmen einzuholen, oder ist ein Durchschnitt bzw. eine grobe Schätzung ausreichend? So können die Bemühungen optimiert werden, um die besten Resultate zu erzielen.

- **Die passenden Unternehmen anwerben** kann sich auch als eine Herausforderung herausstellen. Die Möglichkeiten des Materialaustauschs sind stark von den am Standort anwesenden Unternehmen abhängig. Wenn die Realisierung eines Materialaustauschkreislaufs nur möglich ist, wenn sich ein bestimmter Unternehmenstyp am Standort ansiedelt, so sollten die entsprechenden Anreize geschaffen werden, um diese Unternehmen dazu zu veranlassen, sich am Standort anzusiedeln. Auch können Unternehmen zögern, sich bezüglich ihres Materialbedarfs auf ein anderes Unternehmen zu verlassen; wenn dieses Unternehmen das Geschäft aufgibt, muss eine alternative Quelle für diese Materialien gefunden werden, was einen störenden Einfluss auf die Produktion zur Folge haben kann.

**Mögliche Lösungen:** Die beste Lösung könnte also darin bestehen, Synergien mit anderen am Standort angesiedelten Unternehmen zu finden und diese als zusätzlichen Bonus zu sehen, statt Geschäftsmodelle mit gegenseitiger Abhängigkeit zu entwickeln.

Die Möglichkeiten der Spin-Off-Unternehmen, die Reststoffe von Materialien nutzen, sollten jedoch nicht ignoriert werden, und es sollte Raum und Potential geschaffen werden für innovative Ansätze und alternative Geschäftsmodelle, die aus den am Standort verfügbaren Materialströmen Mehrwertprodukte herstellen.

■ **Organisationsaspekte** können ebenfalls zusätzliche Belastungen darstellen, unabhängig davon, ob es sich dabei um administrative, finanzielle oder gesetzliche Aspekte handelt. Wenn die Standortmanagementorganisation freiwillig ist und auf der Grundlage bezahlter Mitgliedschaft beruht, muss ein sehr starker Mehrwert zu erkennen sein, um Unternehmen zum Anschluss an die Partnerschaft und zu finanziellen Beiträgen oder Beiträgen in Form von Arbeitskraft zu überzeugen. Organisatorische und logistische Aspekte müssen ebenfalls ausgearbeitet und durch Unternehmen, Lieferanten, Partner, das Standortmanagement usw. vereinbart werden. Das bedeutet, dass man sich über Verantwortlichkeiten und Details hinsichtlich der Art und des Orts der Materiallagerung, der Organisation des Transports und der Verarbeitung, der fairen Teilung der eventuellen Kosten oder Erträge zwischen den relevanten Parteien einigen muss.

**Mögliche Lösung:** Es kann hilfreich sein, die Verpflichtungen und Vereinbarungen zwischen Standortmanagement, Gebäudeeigentümern und Mietern in Dokumenten wie z. B. einer Charta, einem Entwicklungsrahmen oder einer Absichtserklärung festzulegen.

Vorlagen und Beispiele solcher Dokumente finden Sie in den Ausarbeitungen des C2C BIZZ-Projekts.

■ **Gesetzliche Beschränkungen und Bebauungsbeschränkungen** kommen für die am Standort zugelassenen Typen der Nutzung und Aktivitäten möglicherweise auch zum Tragen. Gesetzliche Einschränkungen beziehen sich auf die Verarbeitungsmöglichkeiten von Materialien, sobald diese am Standort als „Abfall“ klassifiziert wurden und können so die Wiederverwendungs- und Recyclingoptionen einschränken. Bebauungsbeschränkungen können potentielle alternative oder gemischte Nutzungsmöglichkeiten für den Standort erschweren, beispielsweise die Bebauung auf Ackerbauflächen, die Anwendung biologischer Nährstoffe am Standort, die landwirtschaftliche Nutzung des Gewerbegebietes, Flächenverfügbarkeit und vieles mehr.

**Mögliche Lösungen:** Die geltenden Einschränkungen sind vor Beginn der Planung eines Standorts zu recherchieren. Wenn jedoch die relevanten Behörden mit den C2C-Intentionen und -Nutzen des Standorts einbezogen werden, kann sich durchaus eine für alle Parteien vorteilhafte Vereinbarung ergeben.

# 9 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bei der Cradle to Cradle® -Materialwirtschaft geht es in erster Linie darum, durch Verbesserung der Qualität und Nutzung von Materialien am Standort Mehrwert zu generieren, aber auch neue Geschäftsmodelle und Einnahmequellen aus der Rückgewinnung und Aufwertung dieser Materialien zu entwickeln.

Die besonderen Bedingungen in Gewerbegebieten gestatten viele Möglichkeiten, unterschiedliche Ansätze der Kreislaufmaterialwirtschaft zu implementieren. Die Verfügbarkeit eines vielfältigen Ökosystems von Unternehmen und Industrien im Umkreis eignet sich zur Entwicklung langfristiger Kooperationen zwischen unterschiedlichen Unternehmen sowie Akteuren in deren Lieferkette, die neue Geschäftschancen ergeben können. Der langfristige zeitliche Rahmen des Erschließungsprozesses ermöglicht ein ständiges Hinzulernen und Verbessern von der einen Phase zur nächsten.

In jeder Phase der Gewerbegebietserschließung können unterschiedliche Strategien angewendet werden, um den Wert der mit diversen Prozessen am Standort verbundenen Materialien zu maximieren - Gebäude und Bau, Fertigungsaktivitäten und dienstleistungsbezogene Sektoren einschließlich der Logistik.

Um dafür zu sorgen, dass Materialien unaufhörlich im technischen Materialreislauf zirkulieren können, ist das Design des Gebäudes, Produkts oder Prozesses von besonderer Bedeutung. Die Materialwahl und das Produktdesign üben einen starken Einfluss auf den Zustand des Materials und die Recyclbarkeit des letztendlichen Produkts oder Gebäudes aus. Zudem sind auch die Bau- oder Fertigungsprozesse anzupassen, so dass das Endresultat problemlos demontiert und wiederverwendet, wiederaufgearbeitet oder recycelt werden kann. Multifunktionale, modulare und einfacher demontierbare Gebäude bieten den Standortentwicklern auch zusätzliche Flexibilität hinsichtlich der Anpassung existierender Gebäude für die unterschiedlichsten Bedürfnisse und Kunden. Ein kollektives Standortmanagement schafft eine bessere Verhandlungsposition im Hinblick auf bessere Bedingungen für allgemeine Verträge und Dienstleistungen, was wiederum zu günstigeren Preisen, besserem Service und ökologischer Qualität führt. Die hohen Materialvolumina, die am Standort zur Verfügung stehen, machen eine erhöhte Materialtrennung und -sammlung wirtschaftlich rentabler und verbessern so die Qualität der recycelten Materialien, die das Gewerbegebiet liefert. Zudem erhöht die Diversität von Unternehmen und Industrien an einem Standort die Chance der Verfügbarkeit von Material- und Energie-Outputs, die als sekundäre Rohstoffe für andere Unternehmen genutzt werden können.



Die Anwesenheit von Logistik- und Vertriebsunternehmen an einem Standort kann auch zu fruchtbaren Partnerschaften führen, die Unternehmen in die Lage versetzen, die Abfallsammlung, Wiederverwendung, Demontage, Wiederaufarbeitung oder das Recycling ihrer Produkte zu organisieren. Eine andere Option ist die Implementierung innovativer Kreislaufgeschäftsmodelle, wobei der Hersteller den Besitz und Wert der Produkte behält und neue Einnahmequellen aus den sekundären Materialien generiert.

Außerdem sind in einem Gewerbegebiet besonders viele biologische Nährstoffe vorhanden, die auf holistische Weise verwaltet werden müssen. Verschiedene Managementstrategien können unterschiedlichen Zwecken dienen, beispielsweise der Bodenverbesserung (Kompostierung), Energieerzeugung (Biovergärung), Lebensmittelproduktion oder der Luft- bzw. Wasserreinigung (über begrünte Dächer und HelophytfILTER). Komplementär genutzt können diese Strategien den Wert maximieren, den sie für Nutzer und Stakeholder schaffen.

Die Organisation eines Parkmanagements erfüllt hinsichtlich der Kreislaufmaterialwirtschaft in Gewerbegebieten eine wichtige Rolle, sowohl um Innovationsmöglichkeiten zu identifizieren als auch die richtigen Unternehmen miteinander in Kontakt zu bringen und so neue Partnerschaften und Geschäftschancen zu stimulieren.

Zusammenfassend kann die Integration C2C-inspirierter Materialwirtschaftspraktiken für die unterschiedlichsten Beteiligten oder durch das Gewerbegebiet beeinflussten Stakeholder von zunehmendem Nutzen sein. Gesundere Materialien wirken sich günstig auf die Gesundheit der Mitarbeiter sowie die Produktivität, den Wert der Materialien und Gebäude zum Ende der Lebensdauer und die ökologische Qualität für die lokale Gemeinschaft und Ökosysteme aus. Zusätzliche wertsteigernde Dienstleistungen für Stakeholder und Nutzer steigern die Besetzung und Rentabilität des Standorts und schaffen weiteren Nutzen, wie z. B. geringere Servicekosten, gesteigerte Produktivität und den Marketingwert eines „grünen“ Gewerbegebietes oder eines Gebäudes und stellen damit eine gute Investition für die Mieter dar.



# 10 BIBLIOGRAPHIE

Braungart, M. and D. Mulhall (2010). Cradle to Cradle® Criteria for the Built Environment. Nunspeet, Duurzaam Gebouwd / CEO Media BV.

Ellen Macarthur Foundation (2013). Towards the circular economy.

Ellen Macarthur Foundation. (2014). “Case studies.” 2014, from [http://www.ellenmacarthurfoundation.org/case\\_studies](http://www.ellenmacarthurfoundation.org/case_studies).

Falcke, C. O. (1999). “Industrial parks Principles and Practice.” Journal of economic cooperation among Islamic countries 20(1): 1-19.

Guy, B. and N. Ciarimboli (2006). Design for Disassembly in the Built Environment King County Solid Waste Division.

IEMA (2014). Sustainable Resource Management – The business briefing, Institute of Environmental Management & Assessment.

MBDC (2012). Overview of the Cradle to Cradle® CertifiedCM Product Standard – version 3.0, McDonough Braungart Design Chemistry, LLC.

McDonough, W., M. Braungart, et al. (2003). “Applying the Principles of Green Engineering to Cradle to Cradle® Design.” Environmental Science & Technology 37(23): 434A-441A.

Memedovic, O. (2012). Europe and central asia conference on industrial parks as a tool to foster local industrial development.

Mulhall, D. and M. Braungart (2010). Cradle to Cradle® Criteria for the built environment. Nunspeet, Duurzaam Gebouwd

NIOO-KNAW (2011). A building that breathes life.

STEF. (2014). “STEF, Nestlé, PepsiCo, TRI-VIZOR and BABM win CO3 Award.” Retrieved July 2014, from <http://www.stef.com/our-group/news/stef-nestle-pepsico-tri-vizor-and-babm-win-co3-award>.

UNIDO (1997). Industrial estates Principles and Practices, United Nations Industrial Development Organization.

UNIDO (2012). Europe and Central Asia regional conference on industrial parks. Regional conference on industrial parks. Baku, Azerbaijan, United Nations Industrial Development Organization.

Mulhall D. Hansen K. Braungart M. (2014) Creating Buildings with Positive Impacts, Using Cradle to Cradle® Inspired Quality and Value for the Circular Economy, Technical University of Munich, Delft University of Technology, Rotterdam School of Management.

European Waste Framework Directive (WFD) (2008) (Directive 2008/98/EC); available online at <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>

## Author

**Public Research Centre Henri Tudor**  
29, avenue J.F. Kennedy  
L-1855 Luxembourg

## Finanzierung



C2C BIZZ hat durch INTERREG IV B Finanzierungsmittel aus dem Europäischen Fonds für regionale Erschließung (EFRE) erhalten.