Ausführliche Zusammenfassung -

Masterthesis: Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in der Bauwirtschaft: Identifizierung von Hindernissen, Umsetzungsmöglichkeiten, Wertschöpfung und Investitionspotenzial

Autorin: Julia Zimmermann

Auch wenn es diese Thesis als schwierig identifizierte, die Verfügbarkeit von Rohstoffen und den Zeitpunkt potenzieller Knappheit exakt zu quantifizieren, deuten aktuelle Preissignale bereits auf kurzfristige Engpässe hin, die nicht ignoriert werden sollten. Da diese Entwicklung voraussichtlich auch in der Zukunft anhalten wird, ist es für Unternehmen ratsam, ihre Exponierung gegenüber rohstoffbezogenen Risiken zu minimieren. Die Kreislaufwirtschaft wurde dabei als potenzielle Strategie zur Risikominimierung identifiziert, welche gleichzeitig Chancen für zukünftiges Wachstum und sektorale Innovationen bietet.

Diese Arbeit verfolgte das Ziel, Firmen des Bausektors durch eine narrative Literaturrecherche in Kombination mit einer Hype-Cycle-Analyse einen Überblick über den aktuellen Stand, die Umsetzungsmöglichkeiten und die Wertschöpfungspotenziale der Kreislaufwirtschaft im Architektur-, Ingenieur- und Bausektor zu geben.

Die Forschungsfragen lauteten:

i. Welche Barrieren und Förderfaktoren bestehen bei der Implementierung der Kreislaufwirtschaft im Architektur-, Ingenieur- und Bauwesen?

ii. Welche unternehmensexternen, beeinflussenden Faktoren der Kreislaufwirtschaft gibt es und welche internen Umsetzungsmöglichkeiten bestehen?

iii. Ist die Kreislaufwirtschaft wirtschaftlich tragfähig und bietet sie Potenziale zur Wertschöpfung?

iv. Stellt die Kreislaufwirtschaft eine vielversprechende Investitionsmöglichkeit dar?

v. Welche konkreten Handlungsempfehlungen lassen sich für Bauunternehmen ableiten?

Die Arbeit kam zu zahlreichen wertvollen Ergebnissen, die im folgenden näher dargelegt werden sollen.

Barrieren

Die Literatur identifiziert eine Vielzahl an Barrieren für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft, darunter hohe Erstinvestitionskosten, fehlende integrierte Daten- und Leistungskennzahlen, das Fehlen übergeordneter politischer Rahmenbedingungen sowie nicht standardisierte Leitlinien und Ratgeber. Weitere Herausforderungen umfassen komplexe Lieferketten, mangelnde Zusammenarbeit, die konservative Branchenstruktur sowie Schwierigkeiten bei der Rückgewinnung von Materialien. Während technologische Barrieren bestehen, wird deutlich, dass kulturelle, finanzielle und marktbezogene Aspekte derzeit die größten Herausforderungen darstellen.

Die Vielzahl identifizierter Hemmnisse zeigt, dass die Kreislaufwirtschaft nach wie vor ein Konzept mit erheblichen Umsetzungsherausforderungen darstellt. Insbesondere wurde beobachtet, dass

die Kreislaufwirtschaft wahrscheinlich noch kein hochprofitabler Geschäftsbereich ist – andernfalls würden Probleme wie eine zögerliche Unternehmenskultur oder eine geringe Kundennachfrage vermutlich nicht weiter bestehen. Einige Hindernisse lassen sich zudem nicht von einzelnen Unternehmen allein überwinden. Eine branchenübergreifende Zusammenarbeit ist entscheidend, um strukturelle Herausforderungen zu bewältigen und möglichst gemeinsam definierte Ziele zu erreichen.

Förderfaktoren

Förderfaktoren sind in der Literatur bislang weniger gut erforscht und verstanden. Dennoch werden beispielsweise die Etablierung neuer Rollen und Wissensnetzwerke, unterstützende Marktmechanismen für Sekundärmaterialien, Budgetanpassungen , Abfallmanagementsysteme sowie eine Verbesserung der Interoperabilität genannt. Auf Unternehmensebene zählen technologische Innovationen, die Sensibilisierung sowie die Stärkung des Kundeninteresses zu den Haupttreibern. Auf zwischenbetrieblicher Ebene sind Marktbildung, Informationsaustausch und Kooperation entscheidend – unterstützt durch effiziente und transparente Lieferketten.

Interne und externe Handlungsfelder

Diese Arbeit teilte die erforschten Implementierungsfelder in interne und externe Unternehmensfaktoren ein, was ein innovativer Ansatz darstellt, der bisher nicht in der Literatur gefunden wurde. Diese Einteilung besitzt den Vorteil, dass Sie die Implementierungsfelder der Kreislaufwirtschaft in Bereiche einteilt, die stärker oder weniger durch Bau-, Ingenieurs- oder Architekturfirmen kontrolliert werden können. Das externe Unternehmensumfeld umfasst Faktoren und Akteure, die weitgehend außerhalb des direkten Einflussbereichs eines Unternehmens liegen. Dennoch haben sie erheblichen Einfluss auf unternehmerische Entscheidungen – und manche lassen sich zumindest teilweise beeinflussen. Bei der Betrachtung des externen Geschäftsumfelds wurde festgestellt, dass weder ein rein top-down noch ein rein bottom-up Ansatz ausreicht. Angesichts der zuvor genannten Hemmnisse benötigen Unternehmen des Bausektors, die zirkuläre Praktiken umsetzen möchten, unterstützende politische Maßnahmen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit gegenüber etablierten linearen Modellen zu sichern.

Externe Unternehmensfaktoren

Diese Studie identifiziert acht zentrale Einflussfaktoren und Akteursgruppen im externen Unternehmensumfeld, die die Implementierung der Kreislaufwirtschaft maßgeblich beeinflussen: Politik und Gesetzgebung; öffentliches Bewusstsein; Bildung; finanzielle und rechtliche Machbarkeit; die Auftraggeber und/ oder Gebäudeeigentümer; die Endnutzende; die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungs- und Lieferkette; sowie die Umgestaltung des Planungs- und Bauprozesses.

Rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen sind im externen Unternehmensumfeld von besonderer Bedeutung. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass die Umsetzung von Produkt-Service-Systemen aufgrund bestehender Regulierungen und Finanzierungsmodelle, die solche Ansätze nicht unterstützen, schwierig ist. Diese Faktoren müssen daher sorgfältig geprüft werden, bevor zirkuläre Praktiken eingeführt werden, da sie entscheidende Ausschlusskriterien darstellen können. Darüber hinaus wurde der Bedarf an Bildung, Bewusstseinsbildung und verstärkter Zusammenarbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette als wichtige externe Einflussfaktoren hervorgehoben. In Bezug auf Kundengruppen wurde festgestellt, dass Immobilieninvestoren der Kreislaufwirtschaft nach wie vor skeptisch gegenüberstehen und sie

unter Projektinitiatoren noch nicht breit akzeptiert ist. Dennoch ist die Zahl der Gebäude, die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft integrieren, in den letzten Jahren leicht gestiegen. Insbesondere Unternehmen haben erkannt, dass zirkulär gestaltete Unternehmenszentralen als wirkungsvolle Instrumente für Markenbildung und Marketing dienen können. Auch wenn weiterer Forschungsbedarf besteht, konnten bereits begrenzte Vorteile der Kreislaufwirtschaft für Investoren identifiziert werden.

Interne Umsetzungsmöglichkeiten

Interne Handlungsfelder für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft befinden sich größtenteils noch in einem frühen Entwicklungs- und Implementierungsstadium. Diese Arbeit identifiziert 17 interne Handlungsbereiche für Unternehmen. Hierzu gehören die zirkuläre Planung und Gestaltung, eine zirkuläre Materialauswahl, moderne Bauverfahren, Lieferkettenmanagement, eine Transformation der Beschaffungs- sowie Bau- und Renovierungsprozesse, Reduzierung und Produktivitätseffizienz, Lebensdauerverlängerung, Bau- und Abbruchabfallmanagement, Infrastruktur und Sekundärrohstoffmärkte, industrielle Symbiose, Rücknahmesysteme, Wiederverwendung, Recycling sowie Rückgewinnung. Digitale Technologien inklusive die Technologien der vierte industrielle Revolution, Aus- und Weiterbildung sowie organisatorische Aspekte wurden als Handlungsfelder von übergreifenden Bedeutung identifiziert. Die zahlreichen Umsetzungsmöglichkeiten und Handlungsfelder sind miteinander verknüpft und können Synergien schaffen, wenn sie komplementär umgesetzt werden. Besonders hervorgehoben wurde, dass zirkuläre Gestaltungsprinzipien einen erheblichen Einfluss auf alle nachfolgenden Lebensphasen eines Gebäudes haben.

Die entwickelte Übersicht bietet eine praktische Orientierungshilfe für die Anwendung zirkulärer Strategien: Es werden Empfehlungen zur ganzheitlichen Einbindung in Strategie und Innovationsprozess sowie zur Priorisierung, strategischen Nutzung der Interdependenzen, chronologischen Abfolge und zur Messung und Steuerung der Maßnahmen durch ein geeignetes Managementsystem, inklusive einer Liste geeigneter Indikatoren, gegeben.

Wesentliche Schlussfolgerungen waren, dass die nachträgliche Anwendung von Kreislaufwirtschaftsprinzipien am Lebensende von Gebäuden generell sehr herausfordernd ist. Dies liegt daran, dass aktuelle Bestandsgebäude nicht mit Blick auf die Kreislaufwirtschaft errichtet wurden und unter Anwendung von konventionellen Bauweisen erstellt wurden, die häufig auf chemischen Klebeverbindungen oder nicht recyclebaren Verbundmaterialien basieren.

Für Unternehmen, die in die Entwicklung und den Verkauf von Sekundär- und Wiederverwendungsmaterialien einsteigen wollten, ist es entscheidend, ihren Business Case sorgfältig zu kalkulieren und kritisch zu bewerten. Für bestimmte Materialien, wie Metalle, existieren bereits etablierte Märkte für Sekundärrohstoffe. Technologische Fortschritte im Recycling, kosteneffiziente Sortier- und Trennverfahren, ermöglicht durch Robotik oder Industrie-4.0-Technologien, sowie steigende Preise für Primärrohstoffe könnten Sekundärrohstoffe letztlich wirtschaftlich rentabel machen. Allerdings sind präzise Prognosen, fundiertes technisches Wissen und Marktkenntnisse notwendig, um zukünftige Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen vorherzusagen. Dennoch gibt es erfolgreiche Beispiele von Unternehmen, die aufbereitete Materialien zum Wiedergebrauch verkaufen – meist mit einem soliden Business Case oder indem sie spezielle Kunden ansprechen, die Wert auf einzigartige Ästhetik oder hohe ökologische Nachhaltigkeit legen.

Darüber hinaus sollten bestehende Gebäude durch adaptive Wiederverwendung oder Renovierung erhalten bleiben, anstatt sie abzureißen. So wird Abfall minimiert und kulturell oder historisch wertvolle Strukturen bleiben erhalten. Da die funktionale Veralterung in der Regel der technischen Veralterung vorausgeht, sind Anpassungsfähigkeit und Flexibilität zu entscheidenden Merkmalen zirkulärer Gebäude geworden. Elemente wie bewegliche Wände, modulare Systeme und leicht aufrüstbare Komponenten (z. B. Beleuchtung, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen sowie Möbel) wurden als vielversprechende zirkuläre Lösungen identifiziert.

Unternehmen sollten ihren Fokus auf die Planung und den Bau neuer Gebäude nach Kreislaufwirtschaftsprinzipien legen und gleichzeitig den Anteil an Verträgen mit Wartungs- und Betriebsanteil erhöhen. Dieser Ansatz ermöglicht es den Unternehmen, die Lebensdauer von Gebäuden aktiv zu steuern und zu verlängern, während gleichzeitig wirtschaftlicher Mehrwert generiert wird. In solchen Fällen kann es sinnvoll sein, Rücknahmesysteme einzurichten, da der Zustand und die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen besser vorhersehbar sind als in gewöhnlichen Bestandsgebäuden.

Zunächst sollten Unternehmen die Steigerung der Produktivitätseffizienz priorisieren, da dies relativ einfach umzusetzen ist und in der Regel keine radikalen Veränderungen erfordert. Die Verbesserung der Ressourceneffizienz in Design- und Produktionsprozessen gilt als „leichte Beute“ und verspricht die unmittelbarsten wirtschaftlichen Vorteile. Recycling- und Wiederverwendungsstrategien werden ebenfalls ein zahlreichen Firmen angewandt und bieten Vorteile.

Es ist wichtig zu beachten, dass unterschiedliche Praktiken der Kreislaufwirtschaft verschiedene Auswirkungen auf Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit haben können. Daher sollten Lebenszyklusanalysen durchgeführt werden, um mögliche unbeabsichtigte Folgen zu überwachen. Die übergeordneten internen Handlungsfelder für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft dürfen nicht übersehen werden, da sie von entscheidender Bedeutung sind. Dazu gehören digitale Technologien und Industrie 4.0, Aus- und Weiterbildung sowie organisatorischer Wandel. Insbesondere werden Industrie 4.0-Technologien als potenzielle „Game Changer“ beschrieben, da sie neue zirkuläre Geschäftsmodelle ermöglichen und zuvor wirtschaftlich nicht realisierbare Technologien kosteneffizient machen.

Wirtschaftliche Tragfähigkeit

Studien zur wirtschaftlichen Tragfähigkeit sind in der Forschung zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor nach wie vor unterrepräsentiert. Dieses Fehlen ökonomischer Betrachtungen in der Forschung ist jedoch problematisch, da die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in hohem Maße auf Bottom-up-Initiativen innerhalb von Unternehmen beruht – und diese wiederum auf wirtschaftlicher Planbarkeit und Rentabilität angewiesen sind. Zu den identifizierten zentralen Werttreibern zählen Umsatzwachstum, Markenstärkung, Kosteneinsparungen und Risikoreduktion, wobei Kosteneinsparungen derzeit den bedeutendsten Faktor darstellen. Es ist wichtig zu betonen, dass nicht alle Vorteile monetärer Natur sind; einige betreffen die strategische Unabhängigkeit von Ressourcen, die sich möglicherweise erst in Zukunft in finanziellen Wert übersetzen lässt.

Eine allgemeingültige Aussage zur wirtschaftlichen Tragfähigkeit zirkulärer Praktiken ist nicht möglich, da diese sehr vielfältig sind und von zahlreichen Kontextfaktoren beeinflusst werden. Einige Anwendungen der Kreislaufwirtschaft können Kosten senken, andere hingegen

verursachen möglicherweise höhere Ausgaben. Insgesamt besteht derzeit ein Mangel an belastbarer Forschung, um eindeutige Schlussfolgerungen zur wirtschaftlichen Rentabilität zirkulärer Praktiken zu ziehen. Die vorhandenen Daten stammen überwiegend aus Pilotprojekten, was aufgrund des innovativen Charakters des Forschungsfeldes die Übertragbarkeit einschränkt.

Etablierte Praktiken wie das Recycling oder der Einsatz von Abfallmaterialien als Baumaterialien erlauben hingegen bessere Abschätzungen. Dennoch hängt auch beim Recycling die Rentabilität stark von Kontextfaktoren wie dem betrachteten Materialtyp oder den Transportdistanzen ab. Diese Studie liefert jedoch eine Vielzahl wirtschaftlicher Erkenntnisse aus unterschiedlichen Pilotprojekten und Untersuchungen – eine Zusammenstellung, die in dieser Form bislang in keiner anderen Forschung behandelt wurde.

Wertschöpfung

Wertschöpfung in der Kreislaufwirtschaft ist häufig mit der Umsetzung innovativer zirkulärer Geschäftsmodelle verknüpft. Zirkuläre Geschäftsmodelle sind besonders wirksam darin, Konsum und Ressourcenverbrauch zu entkoppeln, und können wirtschaftliche Anreize für Unternehmen schaffen. In dieser Arbeit wurden zehn zirkuläre Geschäftsmodelle identifiziert und näher betrachtet: Produktlebensdauerverlängerung, zirkuläre Rohstoffe, Strategien zur Nutzung von Abfall als Ressource, die Sharing Economy, Produkt-Service-Systeme, leistungsbasierte Modelle, Design-Build-Operate-Maintain-Verträge, Sekundärbaustoffe, Rücknahmesysteme/ erweiterte Herstellerverantwortung sowie Ressourcengewinnung.

Dabei wurde deutlich, dass Wert nicht immer am Verkaufszeitpunkt realisiert wird. In einigen Modellen entsteht der Wert während der Nutzungsphase – etwa bei adaptierbaren Gebäuden – oder erst am Lebensende, wie bei Restwertstrategien. In anderen Fällen wird der Wert durch wiederkehrende Zahlungen während der Nutzungsdauer generiert.

Bisher wurde die Wertschöpfung durch zirkuläre Geschäftsmodelle im Bausektor noch nicht umfassend quantifiziert. Während einige zirkuläre Geschäftsmodelle mit geringfügigen Anpassungen umsetzbar sind, erfordern andere – insbesondere wirkungsstarke Modelle wie die Sharing Economy, Produkt-Service-Systeme oder leistungsbasierte Vertragsmodelle – tiefgreifende Veränderungen. Solche Modelle setzen zudem umfassendere sozio-institutionelle Wandlungsprozesse voraus und sollten daher schrittweise eingeführt werden.

Investitionsmöglichkeiten

Diese Studie führte eine Hype-Cycle-Analyse durch, um effektive Investitionsmöglichkeiten für den Bausektor zu identifizieren. Obwohl es nach wie vor schwierig ist, vorherzusagen, welche Produkte und Konzepte langfristige Renditen erzielen werden, hob die durchgeführte Analyse „Recycling“ und „Zirkulär“ als wahrscheinliche langfristige Trends mit signifikantem Wachstumspotenzial hervor. Diese Kategorien umfassen teilweise ausgereifte und kommerziell verwertbare Lösungen. Auch „Wiederverwendung“ und das übergeordnete Konzept der „Kreislaufwirtschaft“ gewinnen zunehmend an Aufmerksamkeit in den Mainstream-Medien. Allerdings sind die damit verbundenen Technologien und Praktiken zur Wiederverwendung bislang weitgehend unterentwickelt. Derzeit ist unklar, ob sich diese Entwicklungen zu dauerhaften, marktfähigen Lösungen entwickeln oder sich als vorübergehende Trends herausstellen werden.

Der gegenwärtige Hype um die Kreislaufwirtschaft, zirkuläre Lösungen, Wiederverwendung und Recycling kann dennoch für Marketing- und Branding-Zwecke genutzt werden. Hype-orientierte

Merkmale können durch Kennzeichnung und gezielte Kommunikationsstrategien in bestehende Produkte integriert werden, sodass Unternehmen mit minimalem Investitionsaufwand profitieren können. Die anderen untersuchten zirkulären Praktiken zeigten hingegen keinen Hype-Effekt.

Es ist wahrscheinlich, dass die Kreislaufwirtschaft eine sogenannte „Phönix-Technologie“ darstellt. Das bedeutet, dass sie mehrere wenig substanzielle Hype-Zyklen und Phasen der Ernüchterung durchlaufen wird, bevor sie ernsthafte mediale Aufmerksamkeit erfährt, die tatsächlich mit Marktdurchdringung und -wachstum einhergeht. Darüber hinaus könnte es ein bis zwei Jahrzehnte dauern, bis sich die Kreislaufwirtschaft von der akademischen Forschung zu einer breit etablierten industriellen Praxis entwickelt.

Handlungsempfehlungen für Unternehmen

Abschließend wurden Implikationen und Handlungsempfehlungen für Unternehmen des Bausektors vorgestellt. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass aufgrund der breiten und vielfältigen Ausgestaltung des Konzepts der Kreislaufwirtschaft eine große Bandbreite potenzieller Umsetzungsstrategien identifiziert wurde. Kreislaufwirtschaftsansätze unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihres technologischen Reifegrads, ihrer generellen Umsetzbarkeit und ihrer wirtschaftlichen Tragfähigkeit. In einigen Bereichen bestehen derzeit noch erhebliche Barrieren, die eine Umsetzung zirkulärer Praktiken vollständig verhindern. Dennoch zeigen Forschungsergebnisse, Pilotprojekte und sogar bereits etablierte Marktsegmente, dass wirtschaftlich tragfähige Anwendungen der Kreislaufwirtschaft grundsätzlich möglich sind.

Wertschöpfung in der Kreislaufwirtschaft wird häufig mit der Einführung zirkulärer Geschäftsmodelle in Verbindung gebracht. Die wirtschaftliche Tragfähigkeit vieler zirkulärer Praktiken und Geschäftsmodelle im Bausektor ist jedoch bislang nur unzureichend erforscht. Unternehmen, die solche Praktiken implementieren möchten, sind daher derzeit auf vereinzelte Daten angewiesen und müssen interne Wirtschaftlichkeitsanalysen durchführen. Aufgrund der systemischen Natur der Kreislaufwirtschaft erfordert die Umsetzung eine sorgfältige Bewertung kontextueller Faktoren, einschließlich finanzieller und rechtlicher Machbarkeit, sowie eine fundierte Entwicklung von Business Cases.

Zukünftige Forschungsfelder

Angesichts der Neuartigkeit dieses Forschungsfeldes wurden zahlreiche Wissenslücken identifiziert. Aus Sicht von Bauunternehmen zählen hierzu insbesondere die Entwicklung von Standards und Leitlinien für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft, die Durchführung groß angelegter Projekte zur Schaffung einer belastbaren Datenbasis, Kundenbefragungen zur Ermittlung von Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft für zirkuläre Praktiken und Geschäftsmodelle sowie vertiefte Untersuchungen zur rechtlichen, finanziellen und wirtschaftlichen Machbarkeit.