

Zirkuläre Wertschöpfung aus Sicht des VDI

Weltweit herrscht inzwischen das Bewusstsein, dass Werkstoffe nicht endlos aus Primärrohstoffen gewonnen werden können. Bisher werden Produkte jedoch zu einem Großteil nach ihrer Nutzungsphase nicht wieder einer erneuten stofflichen Nutzung zugeführt. Die stoffliche Verwertung dieser Materialien findet nur zu einem verhältnismäßig kleinen Teil statt. Gleichzeitig steigt der globale Verbrauch von Materialien weiter an. Eine Aufgabe der Ingenieure ist daher, durch die Schaffung einer zirkulären Wertschöpfung den Wert von Materialien zu erhalten und die verwendeten Stoffe nach der Gebrauchsphase dem Wertschöpfungskreislauf erneut zuzuführen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Produkte möglichst so konzipiert werden, dass sie sich nach ihrer Verwendung wieder ökonomisch und ökologisch vorteilhaft in ihre Stoffkomponenten separieren lassen. Geeignete Infrastrukturen und Geschäftsmodelle werden benötigt, mittels derer diese Stoffe gesammelt, sortenrein oder nach Fraktionen getrennt und den produzierenden Unternehmen wieder als Rohstoff zur Verfügung gestellt werden.

Studien rechnen aus, dass ein Umstieg auf zirkuläre Wertschöpfung unter geeigneten ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen gesamtwirtschaftliche Vorteile mit sich bringen wird. Die zirkuläre Wertschöpfung zahlt zudem auf die globalen Klimaziele ein, indem sie CO₂-Emissionen deutlich vermindert. Zur Umstellung von einer linearen auf eine zirkuläre Wertschöpfung müssen wir jedoch gewohnte Wege verlassen und geeignete Bedingungen für geschlossene Stoffkreisläufe erst schaffen. Dies erfordert ein konzertiertes Vorgehen, da Industrie, Wissenschaft, Politik und Verbraucher aufgefordert sind, Verhaltensweisen zielführend anzupassen. Der Begriff Industrie schließt hierbei immer auch den Dienstleistungssektor mit ein.

Um Stoffkreisläufe schließen und Werkstoffe möglichst oft wiederverwenden zu können, benötigen wir nicht nur ein Umdenken im Umgang mit verbrauchten Produkten, sondern auch in der Produktentwicklung. Produkte müssen so konzipiert werden, dass sie sowohl den Anforderungen des Gebrauchs wie auch der Zerlegung in ihre Komponenten und der Separierung in kreislaufgerechte Stofffraktionen gerecht werden. Am Ende der Produktnutzungsphase soll ein Produkt so wenig wie möglich und nur so viel wie nötig verändert werden müssen, um es wieder dem Stoffkreislauf führen zu können. Ein Hauptschlüssel zur Etablierung der zirkulären Wertschöpfung ist also ein Umdenken bei der Produktkonstruktion. Geeignete Infrastrukturen ermöglichen es, die Stoffe zu sammeln und sortenrein getrennt den produzierenden Unternehmen wieder als Rohstoff zur Verfügung zu stellen. Ist eine werkstoffliche Verwendung nicht effizient, so soll möglichst die rohstoffliche Verwertung erfolgen. Im Fall von Kunststoffen bedeutet dies, dass die Polymerketten durch Einwirkung von Wärme wieder zu petrochemischen Grundstoffen wie Öle und Gase gespalten werden, die dann erneut zur Herstellung von Kunststoffprodukten eingesetzt werden können.

Es gibt grundlegende Designprinzipien, die eine Zerlegung der Produkte nach ihrer Nutzungsphase ermöglichen und vereinfachen. Ein Produkt, das weitgehend werkstofflich recyclingfähig ist, soll

- werkstofflich wiederverwertbare Komponenten enthalten,
- aus langlebigen Werkstoffen bestehen,

- lösbare Verbindungselemente aufweisen,
- eine leichte Demontage sowie Austauschbarkeit seiner Bestandteile erlauben,
- aus möglichst wenigen unterschiedlichen Werkstoffen bestehen

Werden diese Prinzipien nicht eingehalten, werden sortenreine Trennung und Recycling in vielen Fällen erheblich erschwert.

Zwar können Produkte durch die Einhaltung der genannten Designprinzipien auch teurer werden. Doch auf der anderen Seite ist die Nutzungsphase deutlich erhöht. Unter dem Strich sind die Produkte für den Kunden in vielen Fällen preiswerter. Wenn es den Unternehmen nicht gelingt, ihre Kunden von diesen Vorteilen zu überzeugen, könnte es unattraktiv werden, zirkulär zu wirtschaften. Ohne gesetzliche Rahmenbedingungen wird die flächendeckende Schaffung einer zirkulären Wertschöpfung daher nicht gelingen können. Politik sollte deswegen rechtliche Rahmenbedingungen setzen, die für alle verbindlich sind. Dabei sollten die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile besonders in den Vordergrund gestellt werden. Die Festlegung konkreter Substitutionsquoten - Verhältnis der eingesetzten Recyclingrohstoffe zu den insgesamt eingesetzten Rohstoffen - kann ein wirksames Instrument zur Förderung des Recyclings und damit der zirkulären Wertschöpfung sein. Alle Stakeholder müssen sich an einen Tisch setzen und gemeinsam Möglichkeiten ausloten. Industrie, Wissenschaft, Politik, aber auch Verbraucherverbände. Aus Wertschöpfungsketten sollen schließlich Wertschöpfungsnetzwerke werden. Nur gemeinsam können wir diese Transformation von einer linearen zur zirkulären Wertschöpfung schaffen. Der VDI gestaltet solche Gesprächskreise seit Ende 2019. Die Bemühungen sind sehr aussichtsreich. Denn die Anhebung der Ressourceneffektivität kann insbesondere in Deutschland zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Für die deutsche Industrie sind Ressourceneffizienz, klimaneutrale Energieversorgung und Klimaschutz wichtige Exportmärkte, die große Wachstumchancen beinhalten. Schaffen wir es, in Deutschland ein auf zirkuläre Stoffkreisläufe, erneuerbare Energien und klimaangepasstes Bauen basierendes Wirtschaftsmodell zu errichten, bestehen sehr gute Chancen, diese Modelle in andere Länder zu exportieren. Für Schwellenländer werden hier große Potenziale ausgerechnet. Für rohstoffarme Länder - wie auch Deutschland - lassen sich die Kosten des Rohstoffverbrauchs durch zirkuläre Wertschöpfung deutlich senken und Wachstumseffekte erzielen.

Beiträge des VDI

Der VDI betrachtet das Thema „Zirkuläre Wertschöpfung“ mit Stakeholdern aus unterschiedlichen Branchen und aus unterschiedlichen Perspektiven, um daraus Informationen für VDI-Mitglieder, Experten und Interessierte aus Gesellschaft, Medien, Industrie, Politik zur Verfügung zu stellen. Mit VDI-Richtlinien stellt der VDI konkrete technische Handlungsempfehlungen für den Experten in der Praxis bereit. Ein breiter Wissenstransfer erfolgt über Workshops, Fachtagungen und Kongresse sowie über regionale Veranstaltungen der Bezirksvereine und Landesverbände des VDI. Um die zahlreichen Aktivitäten des VDI in seinen überregionalen und regionalen Einheiten zu bündeln, wurde ein **Interdisziplinäres Gremium Zirkuläre Wertschöpfung** eingerichtet.

VDI-Richtlinien zu den Themen

Ganzheitliche Darstellung des vollständigen Produktlebenszyklus – VDI 2000

Die in Vorbereitung befindliche Richtlinie beschreibt ganzheitlich alle Phasen eines allgemeinen Produktlebenszyklus, die ein Produkt von der ersten Produktidee bis zur Produktentsorgung durchläuft, sowie Bausteine, die in diesen Phasen wesentlichen Einfluss auf den Produktentstehungsprozess haben.

Recycling in der Technischen Gebäudeausrüstung – VDI 2074

Die Richtlinie verfolgt einen integrierten Ansatz unter

Berücksichtigung des Wertschöpfungsgedankens. Sie gibt für die einzelnen Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden und Anlagen Hinweise zur Schaffung von Kreisläufen, indem sie für alle Beteiligten an Planung, Errichtung, Nutzung und Modernisierung oder Rückbau mögliche Beiträge aufzeigt. Die Richtlinie trägt durch die Bevorzugung der stofflichen Verwertung dem Recyclingansatz Rechnung.

Mineralische Bau- und Abbruchabfälle – VDI 2095 Blatt 1

Die Richtlinie zeigt die erforderlichen Schritte zur Emissionsminderung für Anlagen zum Brechen und Klassieren von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen in mobilen oder stationären Recyclinganlagen auf. Der Gesamtprozess der Aufbereitung umfasst die Anlieferung und Lagerung des Ausgangsmaterials, die eigentliche Aufbereitung (einschließlich Zerkleinerung und Sortierung), die Förderung und Lagerung der erzeugten Recyclingkörnungen sowie notwendige Transporte während der Aufbereitung. Aus mineralischen Bau- und Abbruchabfällen können sortenreine Recyclingbaustoffe hergestellt werden.

Gemischte Bau- und Abbruchabfälle – VDI 2095 Blatt 2

Die Richtlinie gibt Anleitungen zur Emissionsminderung für Anlagen zur Behandlung von gemischten Bau- und Abbruchabfällen gemäß der Gewerbeabfallverordnung und für Anlagen, in denen diese zusammen mit Gewerbeabfällen und Sperrmüll vorbehandelt werden. Der Gesamtprozess der betrachteten Behandlung umfasst die Anlieferung und Lagerung des Ausgangsmaterials, die Aufbereitung einschließlich Zerkleinerung, Klassierung und Sortierung sowie die Förderung und Lagerung der erzeugten Materialien und die notwendigen Transporte.

Abfallgemische aus der haushaltsnahen Wertstoffeffassung und von gemischten Gewerbeabfällen – VDI 2095 Blatt 3

Die Richtlinie befasst sich mit der Emissionsminderung für Anlagen zur Behandlung von Abfallgemischen aus der haushaltsnahen Wertstoffeffassung (dazu zählen Leichtverpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen, Glas, Papier und Kartonagen) und von gemischten Gewerbeabfällen. Die Richtlinie gilt für Anlagen, die Sortierung, Zwischenlagerung und Umschlag der zuvor genannten Abfälle durchführen. Im Sinne dieser Richtlinie umfasst der Gesamtprozess der Behandlung die Anlieferung und Lagerung des Ausgangsmaterials, die Aufbereitung einschließlich Zerkleinerung, Klassierung und

Sortierung sowie die Förderung und Lagerung der erzeugten Materialien und die notwendigen Transporte.

Emissionsminderung bei Kühlgeräterecyclinganlagen – VDI 2292

Die in Vorbereitung befindliche Richtlinie beschreibt den Stand der Technik von Anlagen zum Umschlag, zur zeitweiligen Lagerung und zur Behandlung der im Titel genannten Geräte sowie Maßnahmen und Einrichtungen zur Minderung der Emissionen, die beim Recycling dieser Geräte und Bauteile entstehen können. Sie gilt darüber hinaus auch für die Entsorgung von Abfällen (Bauteile und Geräte), die halogenhaltiges Isolationsmaterial enthalten.

Recycling elektrischer und elektronischer Geräte – VDI 2343 Blatt 6 und Blatt 7

Blatt 6 der Richtlinienreihe verdeutlicht, welche Verwertungswege die aus Elektro- und Elektronikaltgeräten gewonnenen Stofffraktionen aus einer Behandlungsanlage einschlagen können.

Blatt 7 zeigt das wirtschaftliche Potenzial, das mit dem Re-Use von Produkten erschlossen werden kann. Sie zeigt weiterhin auf, dass durch eine sparsame Verwendung von natürlichen Ressourcen der Vorrat von Rohstoffen zur Herstellung von Produkten geschont und bei wiederholtem Einsatz von Produkten zusätzlich Ressourcen gespart werden können.

Lean Construction – VDI 2553

Die Richtlinie beschreibt die Grundlagen, um Bauprojekte im vorgesehenen Kostenrahmen mit möglichst geringem ungeplanten Aufwand und in der gewünschten Qualität fertigzustellen. Die ganzheitliche Betrachtung der Planung und Ausführung von Bauprojekten ermöglicht zum einen die Verbesserung der Qualität von Bauwerken und verhindert zum anderen unnötigen Ressourcenverbrauch.

Materialflussuntersuchungen – VDI 2689

Die Richtlinie liefert Basiswerkzeuge für Materialflussuntersuchungen und Prozessanalysen zur praktischen Anwendung für den Benutzer. Ausführliche Checklisten helfen bei zielorientierter Vorgehensweise ebenso wie solche für wichtige Untersuchungspunkte, damit Planungen umfassend erledigt werden können. Neuere Trends wie Lean Manufacturing werden durch bewährte Ansätze und Methoden fachlich in die Tiefe gehend unterstützt. Den Hintergrund der überarbeiteten Richtlinie bilden profunde betriebspraktische Erfahrungen sowohl bei Planungsdurchführung als auch bei Berichtsabfassungen. Projektmanagement und spätere Realisierungsansätze werden ebenfalls abgehandelt.

Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS) – VDI 2872

Die Richtlinie gibt dem Anwender einen praxisorientierten Handlungsleitfaden, der aufzeigt, wie ein sogenanntes „Lean Enterprise“ eingeführt und genutzt werden kann. Sie wendet sich an alle produzierenden Unternehmen, die sich bereits mit ganzheitlichen Produktionssystemen beschäftigen und weitere Wettbewerbsvorteile generieren wollen. Ein

Lean Enterprise ist dabei als eine in sich koordinierte Einheit anzusehen, die darauf ausgerichtet ist, Unternehmensziele unter Einbindung verschiedener Interessengruppen und unter Anwendung von Lean Prinzipien effizient und effektiv zu erreichen.

Asbest in Abbruchabfällen – VDI 3876

Die Richtlinie legt die Vorgehensweise zur Aufbereitung von Proben aus Bau- und Abbruchabfällen sowie daraus gewonnenen Recyclingmaterialien fest, wenn diese qualitativ auf Asbesthaltigkeit untersucht werden sollen. Weiterhin legt sie ein quantitatives Verfahren zur Bestimmung des Asbestgehalts in den Proben fest. Die Richtlinie ist anwendbar für Proben, die entsprechend DIN 19698 oder LAGA PN 98 genommen wurden.

Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) – VDI 4075

Die Richtlinienreihe wendet sich an Praktiker aus vorwiegend kleinen und mittleren Unternehmen des dienstleistenden und produzierenden Gewerbes, die auf Erkenntnisse und Erfahrungen zum PIUS bei der Modernisierung oder Planung von Produktionsprozessen und -anlagen zurückgreifen wollen. Der Inhalt der Richtlinie ist so angelegt, dass ein Bezug zu betrieblichen Managementsystemen leicht hergestellt werden kann. Des Weiteren trägt die Anwendung dieser Richtlinie zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess in den Unternehmen bei.

Ressourceneffizienz – VDI 4800

Die Anwendung der Richtlinie leistet durch Steigerung der Ressourceneffizienz einen Beitrag zur Schonung der natürlichen Ressourcen insbesondere beim Einsatz von Rohstoffen und Wasser, bei der Inanspruchnahme von Flächen und zur Minderung von Umweltbelastungen. Dazu werden Handlungsansätze und Hilfestellungen zur Analyse und Bewertung von technischen und sozioökonomischen Systemen angeboten. Sie dienen dazu, Strategien zur Ressourceneffizienz zu entwickeln und zu beurteilen. Die Richtlinie zeigt auf, dass eine Optimierung der Ressourcennutzung in allen Phasen des Produktlebenszyklus (Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung, Nutzung und Ende der Lebensphase) und im Produktionssystem möglich ist. Zusätzlich beschreibt sie Strategien und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz und gibt somit Unternehmen und Dienstleistungsanbietern Hilfestellung und Anregung, Potenziale für Verbesserungen zu identifizieren.

Abbruch von baulichen und technischen Anlagen – VDI 6210 Blatt 1 und Blatt 2

Die Richtlinie bestimmt für alle Beteiligten die Verfahren und Beurteilungsgrundlagen für die Planung und Durchführung des Abbruchs von Bauwerken und technischen Anlagen. Sie gilt für Abbrucharbeiten ortsfester und ortsveränderlicher baulicher sowie technischer Anlagen und beschreibt das Planen, Durchführen und Nachbereiten solcher Arbeiten sowie das Gewinnen, Bereitstellen, (Zwischen-)Lagern, Behandeln und Umschlagen der dabei anfallenden Materialien und Abfälle.

Bionik – VDI 6220

Stoff- und Energiekreisläufe orientieren sich bei zirkulären Konzepten an der Natur.

Blatt 1 gibt einen Rahmen für bionisches Arbeiten vor. Die Bionik wird klassifiziert und definiert. Der Prozess des bionischen Arbeitens mit seinen Grenzen und Potenzialen wird von der Ideenfindung bis zum bionischen Produkt beschrieben.

Blatt 2 (in Vorbereitung) ist Grundlage für Anwendungen in der Industrie, gibt Handlungsempfehlungen für die konkrete Nutzung der Bionik in der Produktentwicklung und bietet Hilfestellungen für die erfolgreiche Umsetzung eines Entwicklungsprozesses zur Entwicklung neuer und innovativer Produktideen in Industrie, Industriedesign und Architektur.

VDI Zentrum Ressourceneffizienz

Studien

www.ressource-deutschland.de/publikationen/studien

Informationsbroschüren

www.ressource-deutschland.de/publikationen/informationsbroschueren

Kurzanalysen 1–26

www.ressource-deutschland.de/publikationen/kurzanalysen

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Schäfer
Geschäftsführer VDI-Gesellschaft Materials Engineering
Kordinator VDI-Fokusthema Zirkuläre Wertschöpfung

Zentrale Informationen stehen unter
www.vdi.de/zirkulaere-wertschoepfung
zur Verfügung