

# Zirkuläre Wertschöpfung

Entwicklung nachhaltiger  
bionischer Produkte

Zirkuläre Wertschöpfung

August 2020

# Was ist zirkuläre Wertschöpfung?

Die zirkuläre Wertschöpfung wird als ein wirtschaftliches System beschrieben, das nach Intention und Design restaurativ und regenerativ ist. Es ersetzt das Konzept des End-of-Life bestehender linearer Wertschöpfungsketten durch geschlossene Wertschöpfungskreisläufe und erzeugt positive gesamtgesellschaftliche Vorteile. Die zirkuläre Wertschöpfung

- vermeidet oder verwertet Abfälle durch eine entsprechende Gestaltung von Materialien, Produkten, Systemen und Geschäftsmodellen
- integriert Stoffstrommanagement und Energiesystem auf nachhaltige Weise
- minimiert Klima- und Umweltbelastungen ganzheitlich.

## Fokus: Entwicklung nachhaltiger bionischer Produkte

Bionik nutzt die Analyse und den systematischen Transfer von Prinzipien und Abläufen aus der Natur, um die Erkenntnisse auf technische oder wirtschaftliche Systeme anzuwenden. Dieser Transfer von Erkenntnissen, die an biologischen Vorbildern gewonnen wurden und auf die Technik, Wirtschaft oder ein Design übertragen werden, ist ein hochgradig interdisziplinärer Prozess. Dabei hat sich die Bionik in den letzten Jahren als eigenständige Wissenschaftsdisziplin, insbesondere für anwendungsorientierte Entwicklungs- und Forschungsarbeit, etabliert.

Ein Beispiel für einen gelungenen Transfer ist die Fassadenfarbe Lotusan®. Diese ist nach dem Prinzip der Lotusblüte stark hydrophob und gleichzeitig mikrostrukturiert und somit stark wasser- und schmutzabweisend. Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von bionischen Strukturoptimierungsmethoden entsprechend der Richtlinie VDI 6223 Blatt 1 oder DIN ISO 18459 in der Autoindustrie und Luftfahrt zur Bauteiloptimierung.

Bionik versteht sich dabei als Ergänzung zu den bereits etablierten Entwicklungsprozessen. Die Vorteile, Bionik in den Entwicklungsprozess zu integrieren, zeigen sich in zweierlei Hinsicht:

- 1 Durch die Nutzung der Bionik wird der Lösungsraum durch Musterlösungen aus der Natur deutlich vergrößert.

- 2 Die Nutzung kann von biologischen Vorbildern und Prozessen die Möglichkeit eröffnen, Produkte im Sinne der zirkulären Wertschöpfung nachhaltiger zu gestalten, entsprechend der bereits von Werner Nachtigall postulierten Gebote zur begrenzten Haltbarkeit und Rezyklierbarkeit.

Beides repräsentiert den Kern der Kreislaufwirtschaft. Darüber hinaus erschließen sich durch die Bionik Funktionen, die in der Technik immer gefragter werden, wie Selbstreparatur, Selbstreinigung, oder Toxid-Freiheit.

Zirkuläre Wertschöpfung aus Sicht der Bionik bedeutet auch, dass zu den bisherigen Vorbildern aus Botanik und Zoologie vermehrt natürliche Prozesse als Musterlösung in den Fokus der Technik rücken. Abfall oder Endprodukte aus dem einen System können in anderen Systemen wiederverwertet werden. Ziel der Bionik ist es, die natürlichen Kreisläufe und die Prinzipien dahinter zu verstehen, und sie für eine technische Umsetzung nutzbar zu machen.

Gegenwärtig wird die Aufmerksamkeit auch durch Schlagworte wie „Biologische Transformation“ oder die Bioökonomie verstärkt Richtung Nachhaltigkeit gelenkt. Die Bionik kann dabei zusätzliche Aspekte in diesen Prozess einbringen und wichtige Beiträge im Sinne der zirkulären Wertschöpfung schaffen. Ein „Lernen von der Natur“ und eine ganzheitliche kritische Betrachtung sind dabei Teile des Arbeitsprozesses innerhalb des bionischen Entwicklungsprozesses.

## Umsetzung in die Praxis

Bionische Produkte können nachweislich einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten. Ein Beispiel ist die bionische Trennwand (engl.: bionic partition), die im Zuge

eines Forschungsprojekts bei Airbus entwickelt wurde. In der Luftfahrt führt jede noch so kleine Gewichtserparnis zu einem stark reduzierten CO<sub>2</sub>-Ausstoß und

damit zu einer besseren Ökobilanz. Die bionische Trennwand, welche den Servicebereich von der Passagierkabine abschirmt, erreicht durch die Nutzung von generativem bionischem Design sowie dem Einsatz modernster Fertigungstechnologien eine rechnerische jährliche Ersparnis von 10 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Flugzeug. Durch geschickte Materialauswahl kann eine komplette Wiederverwertung am Lebensende gewährleistet werden. So lassen sich beispielsweise alle Materialien voneinander trennen und sortenrein recyceln. Dies stellt nicht nur einen Vorteil für die Umwelt dar, sondern führt auch zu geringeren Reparaturkosten für Endkunden.

Im Rahmen eines bionischen Entwicklungsprozesses wird nach der Präzisierung der Aufgabenstellung in der Natur nach funktionellen Analogien gesucht – das sogenannte Screening. Sind Analogien gefunden, verstanden und entsprechend abstrahiert worden, erfolgt die Übertragung auf das technische System bzw. die Entwicklung der Lösung für die spezifische Fragestellung. Für eine anschließende Bewertung kann entsprechend VDI 6220 Blatt 1 oder DIN ISO 18458 anhand der drei Kriterien geklärt werden, ob es sich um ein bionisches Produkt handelt:

- Ist ein biologisches Vorbild vorhanden?
- Ist das interessierende Prinzip darin verstanden und konnte es erfolgreich abstrahiert werden?

#### ■ Gibt es eine technische Umsetzung?

Daran schließt sich eine Überprüfung der Nachhaltigkeit an. Dabei kann eine Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044 oder auch andere Methoden Anwendung finden.

Durch die Nutzung der Bionik ergeben sich erhebliche Chancen, wenn bereits beim Produktentwicklungsprozess der bionische Lösungsraum mitberücksichtigt wird und gleichzeitig Aspekte der Nachhaltigkeit auf allen Ebenen (sozial, wirtschaftlich, ökologisch) einfließen.

Die zirkuläre Wertschöpfung kann von der Bionik profitieren, wenn die oben genannten zwei Aspekte (größerer Lösungsraum und Nutzung nachhaltiger Prinzipien nach dem Vorbild der Natur) bereits frühzeitig in den Entwicklungsprozess einfließen. Auch wenn im Laufe des bionischen Entwicklungsprozesses zugunsten einer pragmatischen technischen Lösung auf eine „echte“ bionische Innovation im Sinne der Richtlinie verzichtet wird, kann das Produkt bei einer Ökobilanz durch verbesserten Ressourceneinsatz, Abfall- oder Recyclingmanagement, Langlebigkeit, Selbstorganisation, Modularität oder Multifunktionalität in der Gesamtbilanz positiver abschneiden. Diese Möglichkeiten könnten ohne die Einbindung von Bionik in den Produktentwicklungsprozess nicht genutzt werden.

## Zahlen, Daten, Fakten

Die Entwicklung von VDI-Richtlinien (Richtlinienreihen VDI 6220 bis VDI 6226) hat dazu beigetragen, dass die Terminologie zur Bionik eindeutig definiert ist (VDI 6220 Blatt 1) und auch international Anerkennung gefunden hat. Die DIN-ISO-Normen zur Terminologie von Bionik (DIN ISO 18458), bionischer Strukturoptimierung (DIN ISO 18459) und bio-

nischen Materialien (DIN ISO 18457) helfen, international eine einheitliche Sprache nutzen zu können und etablierte bionische Methoden, insbesondere in der Bauteiloptimierung, z.B. beim Leichtbau, zur Verfügung zu haben (siehe Bild 1). Zudem werden in der Ausarbeitung der Richtlinie VDI 6220 Blatt 2 zum bionischen Entwicklungsprozess Ansätze zur Nachhaltigkeit mitberücksichtigt.

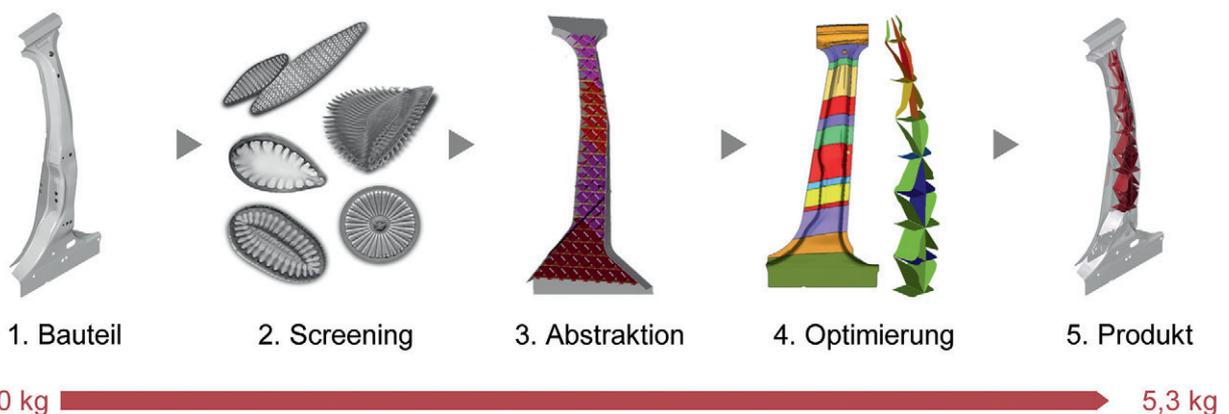


Bild 1. Prinzipielle Vorgehensweise am Beispiel einer B-Säule im Automobilbereich nach VDI 6224 Blatt 3

# Passende Veröffentlichungen des VDI

Seitz, H. (2013): Dossier Bionik: Evolution – Natur – Technik (59 Seiten). Düsseldorf: VDI Verlag.  
ISBN: 978-3-18-990104-7

Niebaum, A.; Seitz, H. (2017): VDI ZRE Kurzanalyse Nr. 19: Ressourceneffizienz durch Bionik (119 Seiten). Berlin: VDI Zentrum Ressourceneffizienz (VDI ZRE)

VDI 6220 Blatt 1 (Entwurf) Bionik; Grundlagen, Konzeption und Strategie. Juli 2019

VDI 6221 Blatt 1 Bionik; Bionische Oberflächen. September 2013

VDI 6222 Blatt 1 Bionik; Bionische Roboter. November 2013

VDI 6223 Blatt 1 Bionik; Bionische Materialien, Strukturen und Bauteile. Juni 2013

VDI 6224 Blatt 1 Bionische Optimierung; Evolutionäre Algorithmen in der Anwendung. Juni 2012

VDI 6224 Blatt 3 Bionik; Bionische Strukturoptimierung im Rahmen eines ganzheitlichen Produktentstehungsprozesses. September 2017

VDI 6225 Blatt 1 Bionik; Bionische Informationsverarbeitung. September 2012

VDI 6226 Blatt 1 Bionik; Architektur, Ingenieurbau, Industriedesign; Grundlagen. Februar 2015

## Was tut der 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 Fachtagungen und Kongresse sowie über regionale Veranstaltungen der

Bezirksvereine und Landesverbände des VDI. Zentrale Informationen stehen unter [www.vdi.de/zirkulaere-wertschoepfung](http://www.vdi.de/zirkulaere-wertschoepfung) bereit.

Der Fachbereich Bionik setzt sich darüber hinaus durch den International Bionic Award ([www.bionic-award.com](http://www.bionic-award.com)) und [www.vdi.de/bionic-award](http://www.vdi.de/bionic-award)) für die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses durch die Anerkennung von neuen bionischen Ideen ein.

## Kontakt

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.  
Dr.-Ing. Hans-Jürgen Schäfer VDI  
VDI-Koordinator Zirkuläre Wertschöpfung  
Tel +49 211 6214-254  
[schaefer@vdi.de](mailto:schaefer@vdi.de)  
[www.vdi.de/zirkulaere-wertschoepfung](http://www.vdi.de/zirkulaere-wertschoepfung)

