



**Erfolgsfaktor Nachhaltigkeit:  
Ökodesign und Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik**  
Transformationsansätze für Baden-Württemberg

Gefördert durch:

# Inhaltsverzeichnis

3	<b>Vorwort</b>
4	<b>Die Bedeutung der Transformation für eine zukunftsfähige Gesundheitsindustrie</b>
5	Eine runde Sache: Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft in der Gesundheitsindustrie
6	Innovationskraft trifft Tradition: Baden-Württembergs Medizintechnik-Branche
7	<b>Zielsetzung</b>
8	<b>Erkenntnisse: Ökodesign und Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik</b>
8	Ökologisch by Design: Materialien und Werkstoffe in der Medizintechnik
11	Jetzt geht's rund: Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik
14	Weniger ist mehr: Verpackungen in der Medizintechnik
16	Rethink: Zirkuläre Geschäftsmodelle in der Medizintechnik
18	Eine Frage der Haltung: Ergebnisse einer Umfrage zur Transformation der Medizintechnik-Branche
20	<b>Zusammen ist man weniger allein – und vielleicht auch etwas (wage-) mutiger</b>
21	<b>Literaturverzeichnis</b>
23	<b>Impressum</b>

## Vorwort

Prof. Dr. Ralf Kindervater  
Geschäftsführung, BIOPRO Baden-Württemberg GmbH



Die Wertschöpfung in der Gesundheitsindustrie nachhaltig gestalten, geht das? Welche Ansätze für kreislauffähige Produkte und Dienstleistungen gibt es bereits und wie können sie weiterentwickelt werden? Diesen Fragestellungen widmet sich die BIOPRO Baden-Württemberg als Landesagentur im Austausch mit der Industrie und begleitet Unternehmen bei aktuellen und künftigen Herausforderungen.

Nachhaltigkeit und eine nachhaltige Entwicklung unseres Wirtschaftssystems rücken zunehmend in den Fokus der Aktivitäten unserer Unternehmen und des politischen Handelns. Dabei geht Nachhaltigkeit über die Themen Mobilität und Energie, die derzeit im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung stehen, weit hinaus. Ressourceneffizienz unter Berücksichtigung einer Kreislaufführung von Stoff- und Materialströmen trägt zu einer nachhaltigen Wertschöpfung ebenso bei, wie die Nutzung biologischer oder bioinspirierter Prozesse

und Verfahren. Ressourcennutzung und wirtschaftliches Wachstum müssen hierbei voneinander entkoppelt und nicht nur betriebswirtschaftliche, sondern auch soziale und ökologische Kosten von Produkten und Dienstleistungen müssen als Wert einbezogen werden.

Als Anlaufstelle rund um die biologische Transformation setzt die BIOPRO Baden-Württemberg Impulse und begleitet Unternehmen auf dem Weg in eine nachhaltige Wirtschaftsweise. Denn die aktuellen klimatischen Veränderungen und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele erfordern einen grundlegenden Umbau unseres Wirtschaftssystems. Nachhaltigkeit sollte in diesem Wandel nicht als Hemmnis, sondern vor allem als Innovationsmotor betrachtet werden, der zu neuartigen Produkten und Prozessen, aber auch zu neuen Geschäftsmodellen führt und die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit des Gesundheitsindustrie-Standorts Baden-Württemberg sichert.

Als Landesagentur unterstützt die BIOPRO Baden-Württemberg die Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft mit dem Fokus auf der Gesundheitsindustrie und einem branchenübergreifenden Wandel hin zu einer Bioökonomie. Ziel ist es, Akteurinnen und Akteure über Branchengrenzen hinweg zu vernetzen, Wirtschaft und Wissenschaft zusammenzubringen und neue Impulse für den Standort zu generieren.

Dabei setzt die BIOPRO Baden-Württemberg auf interdisziplinäre Analysen und themenspezifische Publikationen, strategische Begleitung von Innovationen und Projekten, zukunftsorientierte Networking-Events und interaktive Formate, fachbezogene Informationsveranstaltungen, Kooperationsanbahnungen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie Gründungsunterstützung.

# Die Bedeutung der Transformation für eine zukunftsfähige Gesundheitsindustrie

Aktuelle umwelt- und klimabezogene Herausforderungen erfordern eine Transformation der Wirtschaft. Bis das CO<sub>2</sub>-Budget ausgeschöpft ist, bleiben weniger als sieben Jahre, wenn die globale Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius begrenzt werden soll<sup>1</sup>. Die Nachfrage nach natürlichen Ressourcen übersteigt bereits seit 1971 das Angebot dessen, was die Erde regenerieren kann<sup>2</sup>. Die ersten Folgen des Temperaturanstiegs machen sich längst bemerkbar: Hitze, Dürre und Starkregen zerstören nicht nur die Ökosysteme, sondern lassen wichtige Ressourcen wie Wasser immer knapper werden. Schon heute verursacht die Klimaveränderung enorme Kosten: Allein in Deutschland sind seit dem Jahr 2000 jährlich im Schnitt mindestens 6,6 Milliarden Euro an Schäden entstanden<sup>3</sup>. Um den Temperaturanstieg zu begrenzen und Umweltauswirkungen zu reduzieren, ist ein Wandel zu einer deutlich nachhaltigeren Wirtschaftsweise notwendig. Gefragt sind alle Industriezweige, auch die Gesundheitsindustrie.

Der Gesundheitssektor ist vom Klimawandel doppelt betroffen: Steigende Durchschnittstemperaturen mit einer zunehmenden Hitzebelastung, häufigere

Extremwetterereignisse und die Ausbreitung von Infektionskrankheiten führen zu einer stärkeren Belastung des Gesundheitssystems. Gleichzeitig ist der Gesundheitssektor für 4,4 % der globalen Nettoemissionen – zwei Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente – verantwortlich. Das entspricht den jährlichen Treibhausgasemissionen von 514 Kohlekraftwerken. Wäre der Gesundheitssektor ein Land, wäre es der fünftgrößte Emittent der Welt. In Deutschland ist das Gesundheitswesen für 5,2 % der nationalen Nettoemissionen verantwortlich. 71 % der Treibhausgasemissionen des Gesundheitssektors stammen aus der Versorgungskette durch die Produktion, den Transport und die Entsorgung von Waren und Dienstleistungen wie beispielsweise Arzneimitteln, medizintechnischen Geräten, Krankenhausausrüstung oder Instrumenten.<sup>4</sup> Hersteller haben eine große Verantwortung, vor allem aber auch eine große Chance, den Lebensweg ihrer Produkte zu beeinflussen. Faktoren wie Materialeffizienz und Materialauswahl, Langlebigkeit, Reparierbarkeit und Kreislauffähigkeit werden bereits beim Design festgelegt und entscheiden über die Umweltwirkung eines Produktes<sup>5</sup>.



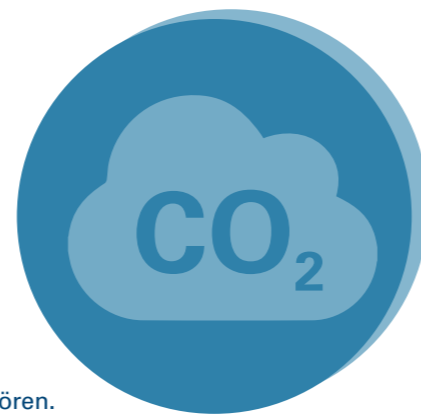
## Direkte und indirekte Treibhausgasemissionsquellen

Zur Einordnung von Emissionsquellen und zur Verbesserung der Transparenz werden die Treibhausgasemissionen in sogenannte „Scopes“ kategorisiert:

Scope 1: Direkte Treibhausgasemissionen aus Quellen, die zum Unternehmen gehören.

Scope 2: Treibhausgasemissionen aus der Erzeugung von gekaufter Energie.

Scope 3: Indirekte Treibhausgasemissionen aus Aktivitäten des Unternehmens. Sie werden nicht direkt im Unternehmen erzeugt.<sup>6</sup>



Das Gesundheitswesen nachhaltiger zu gestalten, erfordert eine Zusammenarbeit aller Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von Politik, über Einrichtungen und Unternehmen der Gesundheitswirtschaft, Kliniken, Lieferanten und Hersteller von Gesundheitsgütern und -dienstleistungen bis hin zu Logistik und Abfallwirtschaft. Ein Umdenken ist notwendig – weg von der Fokussierung auf einzelne Produkte hin zu der Betrachtung ganzer Systeme.

Nachhaltigkeit, das bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart zu befriedigen, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen einzuschränken. Betrachtet werden dabei drei Dimensionen: die wirtschaftliche Effizienz (Ökonomie), die soziale Gerechtigkeit (Soziales) und die ökologische Tragfähigkeit (Ökologie).<sup>7</sup> Diese drei Dimensionen der Nachhaltigkeit greift die 2015 verabschiedete Agenda 2030 der Vereinten Nationen auf,

die 17 Ziele für eine sozial, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Entwicklung festlegt. Im Sinne dieser Agenda wurde wenig später das Übereinkommen von Paris auf der Weltgesundheitskonferenz von 195 Staaten beschlossen. Das sogenannte Pariser Klimaabkommen hat das Ziel, den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen.<sup>8,9</sup> Mit dem Green Deal hat die Europäische Union (EU) eine Strategie ins Leben gerufen, mit der sie den nachhaltigen Wandel umsetzen möchte, um eine ressourceneffiziente Wirtschaft zu schaffen und bis 2050 klimaneutral zu werden. Er umfasst sektorenübergreifende Maßnahmen, die die Entwicklung der Industrie zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem einschließen.<sup>10</sup> Deutschland geht einen Schritt weiter und möchte bereits 2045 klimaneutral sein. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen hierzulande um 65 % gegenüber 1990 gesenkt werden.<sup>11</sup>

## Eine runde Sache: Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft in der Gesundheitsindustrie

Ein wichtiger Baustein des europäischen Green Deals ist ein neuer Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft. Er zielt darauf ab, Produkte und Prozesse ressourceneffizient zu gestalten. Mit dem Aktionsplan sollen nachhaltige Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zur Norm und Abfall vermieden werden.<sup>12,13</sup> Ressourcenschonende und kreislauffähige Materialien für Produkte und Verpackungen sowie klimaneutrale

Produktionsprozesse und der Aspekt der Entsorgung gewinnen auch in der Gesundheitsbranche an Bedeutung. 80 % der Umweltauswirkungen von Produkten haben ihren Ursprung in der Designphase<sup>14</sup>. Mit einem ökologischen Design und der Verwendung nachhaltiger Materialien und Werkstoffe können Hersteller die Kreislauffähigkeit und Umweltwirkung ihrer Produkte beeinflussen.



## Kreislaufwirtschaft

In einer Kreislaufwirtschaft (engl. circular economy) werden vorhandene Materialien und Produkte repariert, aufgearbeitet, wiederverwendet und recycelt, um sie im Wirtschaftskreislauf zu halten. Der Lebenszyklus von Produkten wird verlängert. Abfall wird zu einer Ressource und die tatsächliche Abfallmenge reduziert.<sup>15</sup>



## Dr. Helmut Scherer, Erbe Elektromedizin GmbH:

„Für ein Familienunternehmen wie Erbe Elektromedizin sind eine langfristige Zielsetzung und Nachhaltigkeit schon immer wichtig. Die Medizintechnik stellt besondere Anforderungen an die Sauberkeit und Sterilität von Produkten und damit auch an deren Verpackung sowie an die Biokompatibilität der Medizinprodukte zur Anwendung am Patienten. Insbesondere bei diesen beiden Themen gibt es Optimierungsmöglichkeiten, an denen wir schon heute arbeiten, um auch weiterhin zukunftsorientiert aufgestellt zu sein. Gleichzeitig erfordert der Einsatz neuer Materialien teilweise neue Herstellungstechnologien. Beides sind langwierige Änderungen, die arbeits- und zeitaufwendig in der Umsetzung sind. Trotzdem nehmen wir diese Herausforderung gerne an!“

## Innovationskraft trifft Tradition: Baden-Württembergs Medizintechnik-Branche

Als Ursprung innovativer Produkte und Lösungen ist die industrielle Gesundheitswirtschaft mit 17,1 Milliarden Euro absoluter Bruttowertschöpfung und 40,3 Milliarden Euro absoluter Exportbeiträge ein bedeutender Wirtschaftsfaktor für Baden-Württemberg. Sie umfasst neben der Gesundheitsindustrie, die die forschenden, entwickelnden und/oder herstellenden Unternehmen einschließt, auch Vertrieb und Großhandel.<sup>17</sup> Mehr als 1.000 Unternehmen der Gesundheitsindustrie haben ihren Sitz in Baden-Württemberg. Mit mehr als 840 Unternehmen trägt die Medizintechnik-Branche wesentlich zum Erfolg der baden-württembergischen Gesundheitsindustrie bei. Die medizintechnische Unternehmenslandschaft setzt sich in Baden-Württemberg zu 95 % aus Kleinst-, kleinen und mittelständischen Unternehmen zusammen. Gleichzeitig sind internationale Unternehmen im Land ansässig. In Baden-Württemberg werden traditionelle Bereiche der Medizintechnik wie chirurgische Instrumente und Medizingerätetechnik mit innovativen Entwicklungen, etwa neuartiger Biomaterialien und digitaler High-tech-Produkte, vereint. Zusammen

Für Unternehmen, die zukünftig erfolgreich bleiben möchten, ist die Auseinandersetzung mit nachhaltigen Prinzipien unverzichtbar. Dabei trägt die biologische Transformation – die Nutzung biologischer oder bioinspirierter Materialien, Strukturen und Prozesse in der Technik mit dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung – zu einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Wertschöpfung bei<sup>16</sup>.

mit Spitzenforschungszentren und Universitäten sowie Start-ups entsteht ein vielfältiges Innovationsökosystem.<sup>18</sup>

Damit die Entwicklung zu mehr Nachhaltigkeit in der baden-württembergischen Gesundheitswirtschaft beschleunigt wird, müssen alle Akteure und Unternehmen – ob groß oder klein, traditionell oder innovativ – diese Thematik in den Blick nehmen.

### Dr. Alina Herrmann, Universitätsklinikum Heidelberg:

„Wenn keine nachhaltigen und kreislauffähigen Medizinprodukte auf dem Markt sind, können Kliniken diese auch nicht kaufen. Hier ist also einerseits die Entwicklung gefragt. Andererseits muss Transparenz darüber herrschen, welche Produkte nachhaltig oder kreislauffähig sind. Außerdem muss die ökologische Nachhaltigkeit eines Produktes zu einem relevanten Beschaffungskriterium vonseiten der Kliniken werden. Langfristig sollten Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit von Produkten zum gesetzlichen Standard werden.“

## Zielsetzung

Um die Relevanz der Thematik Nachhaltigkeit für die Gesundheitsindustrie zu verdeutlichen und die baden-württembergischen Unternehmen bei den damit verbundenen Herausforderungen auf ihrem Weg hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu unterstützen, hat die BIOPRO Baden-Württemberg den Dialog mit der Wirtschaft und weiteren Partnern gesucht. Neben einer klimaneutralen Energieversorgung sind die Auswahl der eingesetzten Rohstoffe und ein intelligentes Materialmanagement sowie die Nutzung biologischer und bioinspirierter Prozesse und Verfahren ein weiterer Ansatzpunkt für eine nachhaltige Einwicklung der Wirtschaft.

Vor diesem Hintergrund wurden, basierend auf einer umfassenden Recherche, qualitative Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern ausgewählter baden-württembergischer Medizintechnik-Unternehmen geführt, um den Status quo und die unternehmerische Sicht auf die Herausforderungen und Chancen einer nachhaltigen Entwicklung und die Bedarfe

der Gesundheitsindustrie am Beispiel der Medizintechnik-Branche zu erfahren. Hierbei wurde vor allem die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit in den Fokus gerückt. Relevante Herausforderungen und Potenziale für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg wurden identifiziert und in einem Workshop, der im April 2022 im Rahmen der Veranstaltung „Erfolgsfaktor Nachhaltigkeit: Ökodesign in der Medizintechnik“ stattfand, zusammen mit Vertreterinnen und Vertretern aus Medizintechnik, Produktdesign und Forschung spezifiziert. Im Anschluss an den Workshop erhielten die Teilnehmenden die Möglichkeit, an einer Umfrage zur „Transformation in der Medizintechnik“ teilzunehmen. Die Erkenntnisse aus der Recherche, den Interviews und dem Workshop sowie die Ergebnisse der Umfrage verdeutlichen die Relevanz der Thematik für eine zukunftsorientierte und nachhaltige Transformation der Wertschöpfungssysteme.

Zur Sicherstellung ihrer Zukunftsfähigkeit muss die Gesundheitsindustrie in Baden-Württemberg diesem Wandel Rechnung tragen. Aktuelle politische und gesellschaftliche Entwicklungen zeigen, dass eine nachhaltige Ausrichtung von Unternehmen und der Produktentwicklung eine immer stärkere Bedeutung erlangen.

Aufgrund langer Forschungs- und Entwicklungszeiten müssen Unternehmen jetzt beginnen, nachhaltige Ziele in ihre unternehmerischen Tätigkeiten zu integrieren. Unternehmen, die sich bereits heute positionieren und nachhaltig ausrichten, stärken ihre Wettbewerbsfähigkeit.

### Christoph Winkler, Verband Deutscher Industrie Designer e.V.:

„Unternehmen, die Ökodesign praktizieren möchten, müssen strategische Entscheidungen treffen und bisherige Prozesse infrage stellen. Produkte müssen anders, neu gedacht und wahrgenommen werden. Ein wichtiger Faktor, der diese Entwicklung maßgeblich nach vorne bringen kann, ist das Produktdesign mit seinem holistischen Denkansatz „Design, Usability, Circular Economy“. Dabei gibt es kein „richtig“ oder „falsch“, sondern viele Wege, ökointelligente, am Markt erfolgreiche Produkte zu entwickeln und herzustellen – sowohl für Medizinprodukte, Konsum- als auch Investitionsgüter.“

# Erkenntnisse: Ökodesign und Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik

Die Interviews mit Akteurinnen und Akteuren aus der Medizintechnik-Branche rund um das Thema der Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zeigten: Es muss noch viel passieren, bis die Branche tatsächlich nachhaltig agiert. Unternehmen müssen für die Verantwortung sensibilisiert werden, die jeder Akteur entlang der Wertschöpfungskette im Gesundheitswesen trägt. Es zeigte sich aber auch, dass das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung in einigen Unternehmen bereits vorhanden ist. Sie arbeiten schon heute an Ideen und Ansätzen für eine ökologischere Wirtschaftsweise, um zukünftig nachhaltigere Medizinprodukte anbieten zu können. Im Fokus stehen dabei vier Ansatzpunkte: Materialreduktion und alternative Werkstoffe,

Kreislauffähigkeit von Produkten, Reduktion und Umweltfreundlichkeit von Verpackungen sowie die für solche Entwicklungen notwendigen neuen Geschäftsmodelle.

Die Herausforderungen sowie mögliche Lösungsansätze dieser vier Themenschwerpunkte wurden im Rahmen eines Workshops zusammen mit Vertreterinnen und Vertretern aus den Bereichen Medizintechnik, Produktdesign und Forschung erarbeitet und diskutiert. Die Erkenntnisse der Recherche, der Interviews und des Workshops sowie die Ergebnisse der Umfrage zur nachhaltigen Transformation in Unternehmen sind in den nachfolgenden Kapiteln zusammenfassend dargestellt.

## Ökologisch by Design: Materialien und Werkstoffe in der Medizintechnik

Ökodesign ist ein systemischer Ansatz der Produktgestaltung, mit dem Ziel möglichst geringer Umweltbelastungen in allen Lebenszyklen eines Produktes<sup>19</sup>. Bestandteil eines ökologischen Designs sind nachhaltige Materialien und Werkstoffe. Rohstoffeinsatz und Rohstoffeffizienz nehmen dabei eine bedeutende Rolle ein. Der Abbau und die Verarbeitung von Rohstoffen sind für etwa die Hälfte der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich<sup>20</sup>. Die Auseinandersetzung mit dieser Thematik kann nicht nur ökologische Ziele erfüllen, sondern auch ökonomische Vorteile schaffen. Unternehmen des

verarbeitenden Gewerbes wenden in der EU durchschnittlich 40 % der Ausgaben für Materialien auf<sup>15</sup>. In der Medizintechnik sind das beispielsweise Metalle wie Titan, Chrom oder Eisen beziehungsweise Stahl, keramische Werkstoffe oder Kunststoffe. Allein für medizintechnische Geräte wurden im Jahr 2016 6,4 Millionen Tonnen Rohstoffe verarbeitet<sup>21</sup>. Geschlossene Kreislaufmodelle und intelligentes Materialmanagement können somit Kosten für Rohstoffe einsparen, Schwankungen von Ressourcenverfügbarkeit und Preisen entgegenwirken und die Umweltbelastung durch einen reduzierten Rohstoffabbau senken.

Damit eine Materialeinsparung aber auch tatsächlich eine positive Umweltwirkung des Produktes erzielt, darf das eingesparte Material nicht durch komplexe Materialverbunde oder hochveredelte Materialien ersetzt werden, die möglicherweise mit einer höheren Umweltbelastung einhergehen. Dies gilt nicht für recycelte Materialien. Durch den Einsatz von Rezyklaten werden wertvolle Ressourcen eingespart und die Ressourceneffizienz gesteigert.<sup>22</sup> So lassen sich etwa Metalle beliebig oft recyceln<sup>23</sup>. Derzeit werden beispielsweise über 90 % der Edelstahlprodukte, die das Ende ihres (Produkt-)Lebenszyklus erreicht haben, gesammelt und neu verarbeitet. Der Einsatz des recycelten Stahls verringert die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stahlindustrie um 58 %, spart wertvolle Rohstoffe und senkt den Wasserverbrauch.<sup>24</sup> Für Medizinprodukte ist Stahl ein wichtiger Werkstoff: Pro Jahr werden

in Deutschland rund 22 Millionen Einwegartikel aus Stahl, wie beispielsweise Pinzetten und Scheren, verwendet<sup>25</sup>. Neben Metall ist Kunststoff ein häufig genutzter Werkstoff in der Medizintechnik. Im Jahr 2018 verabschiedete die EU eine Kunststoffstrategie als Teil des Aktionsplans zur Kreislaufwirtschaft. Die Strategie soll unter anderem die Entwicklung recyclingfähiger Kunststoffe für effiziente Recyclingverfahren voranbringen und die Nachfrage nach recycelten Kunststoffen erhöhen.<sup>26</sup> Neben dem Einsatz von Rezyklaten bieten biobasierte Kunststoffe eine Alternative zu herkömmlichen, fossilbasierten Kunststoffen.



### Biobasierte Kunststoffe

Biobasierte Kunststoffe sind Kunststoffe, die auf Basis nachwachsender Rohstoffe hergestellt werden. Rückschlüsse auf die biologische Abbaubarkeit gibt der Begriff jedoch nicht. Für die Herstellung von biobasierten Kunststoffen eignen sich eine Vielzahl nachwachsender Rohstoffe. Derzeit spielen hierfür vor allem Cellulose, etwa aus Holz, Stärke beispielsweise aus Kartoffeln oder Mais, Zucker, zum Beispiel aus Zuckerrübe oder Zuckerrohr, und Fette, etwa aus Raps, eine Rolle bei der Produktion. Geforscht wird an der Herstellung biobasierter Kunststoffe aus Abfallprodukten.<sup>27</sup>

Technisch ist ein Recycling von biobasierten Kunststoffen möglich, findet aufgrund geringer Mengenströme jedoch derzeit noch nicht statt. Haben biobasierte Kunststoffe die gleiche Struktur wie fossilbasierte, können sie entsprechend recycelt werden. Weisen sie eine abweichende Struktur auf, ist das Recycling meist schwieriger. Biologisch abbaubare Kunststoffe müssen per Definition nicht vollständig zerfallen. Von einer Entsorgung über die Bioabfallsammlung sollte deshalb abgesehen werden.<sup>28, 29</sup>

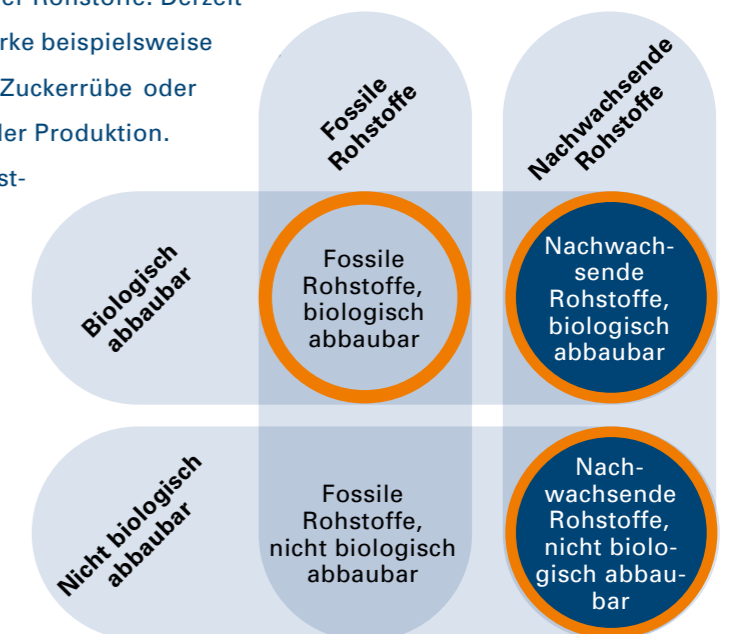


Abb. 1: **Biokunststoffe** vs. **biobasierte Kunststoffe** (in Anlehnung an Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA)<sup>27</sup>)

Um eine Verschiebung der Umweltauswirkungen, von einer CO<sub>2</sub>-Freisetzung bei der Herstellung konventioneller Kunststoffe hin zu der Belastung der Böden und Ökosysteme durch die Herstellung biobasierter Kunststoffe zu verhindern, müssen relevante Umweltwirkungen und Anbaubedingungen in eine ökobilanzierte Analyse bei der Verwendung von Werkstoffen und Materialien auf Basis regenerativer Rohstoffe einbezogen werden. Hierzu gehören etwa der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden, die Gefährdung von Biodiversität, Boden- und Wasserressourcen sowie Landnutzungsänderungen.<sup>28, 30</sup>

Entsorgungsszenarien sollten bereits bei der Entwicklung eines Produktes einbezogen werden. Auch wenn die Verwendung nachwachsender Rohstoffe einen ökologischen Vorteil haben kann, verursachen biobasierte Kunststoffe als Abfall die gleichen Herausforderungen wie Kunststoffe aus fossilen Rohstoffen. Ein stoffliches Recycling biobasierter Kunststoffe ist technisch möglich, findet jedoch noch nicht statt. Aktuell werden biobasierte Kunststoffe verbrannt. Bei diesem Prozess entsteht kein zusätzliches CO<sub>2</sub>, da der Kohlenstoff aus Biomasse und nicht aus fossilen Rohstoffen

## Drei Fragen an Helmut Nägele Geschäftsführung, TECNARO GmbH

**Wäre der Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen zu decken, wenn die Medizintechnik-Branche biobasierte Kunststoffe einsetzen würde?**

Auf die Medizintechnik entfallen circa zwei Prozent des aktuellen Kunststoffverbrauchs. Mit den geplanten Kapazitätserweiterungen in der Biokunststoffbranche über die nächsten Jahre wäre es möglich, den Bedarf in der Medizintechnik mengenmäßig mit abzubilden.

**Besteht hier Konkurrenz zum Nahrungsmittelsektor?**

Nein. Bei einer aktuellen Anbaufläche von ca. 0,017 Prozent des verfügbaren Ackerlands kann nicht von einer Konkurrenz gesprochen werden.

**Was ist wichtig, damit der Einsatz von biobasierten Kunststoffen tatsächlich nachhaltiger ist?**

Biokunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe sind Wertstoffe und sollten so behandelt werden. Das heißt, auch sie müssen vernünftig in die

Kreislaufwirtschaft eingebunden werden. Ob sie nachhaltiger sind? Dafür muss man sich die Nachhaltigkeitsbetrachtungen genauer anschauen, die nach wie vor voreingenommen sind zugunsten von herkömmlichen, fossilen Kunststoffen oder beispielsweise auch anderen Gehäuse- oder Verpackungsmaterialien wie Aluminium. Um realistische Ziele für die Entwicklung biobasierter Kunststoffe festlegen zu können, besteht methodischer Anpassungsbedarf, der eine echte und aussagekräftige Bewertung der Nachhaltigkeit ermöglicht.

TECNARO GmbH  
E-Mail: [info@tecnaro.de](mailto:info@tecnaro.de)  
[www.tecnaro.de](http://www.tecnaro.de)



stammt.<sup>29</sup> Können die Materialien nach dem Ende der Produktnutzung recycelt und zu wiedereinsatzbaren Sekundärmaterialien aufbereitet werden, werden Umweltbelastungen reduziert und die Ressourceneffizienz gesteigert.

Die Interviews und der Workshop zeigten, dass die Entwicklung und Herstellung klimaneutraler Produkte noch eine große Herausforderung für Medizintechnik-Unternehmen darstellen. Auch weil Werkstoffe aus fossilen Rohstoffen derzeit noch günstiger seien als Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Um alternative Rohstoffe zu bevorzugen, müsste die Wirtschaftlichkeit sichergestellt sein. Alternativen zu herkömmlichen Werkstoffen und Materialien müssten alle notwendigen Anforderungen, wie die EU-Verordnung 2017/745 über Medizinprodukte (MDR) oder die ISO 10993 sie vorschreiben, erfüllen und je

nach Einsatzgebiet Eigenschaften wie etwa Sterilität, Biokompatibilität, Alterungs- und Hitzebeständigkeit vorweisen. Hierfür diskutierten die Workshop-Teilnehmenden den Einsatz von Beschichtungen, um die mechanische, physikalische und chemische Stabilität von Materialien und damit ihre Nutzungsdauer zu erhöhen. Der Einsatz neuer Materialien sei aber immer mit einem Zulassungsprozess verknüpft.

Ob innovative Werkstoffe, recycelte Materialien oder nachwachsende Rohstoffe – es gilt: Weniger ist mehr. Für Unternehmen kann dies nicht nur den ökologischen, sondern auch den ökonomischen Wert ihrer Produkte steigern. Aufgrund langer Forschungs- und Entwicklungszeiten und damit verbundenen Zulassungsprozessen müssen Unternehmen jetzt beginnen, nachhaltige Ziele in ihre Produktentwicklung zu integrieren.

## Jetzt geht's rund: Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik

Während Produkte in einer linearen Wirtschaft produziert, genutzt und entsorgt werden, sieht die Kreislaufwirtschaft eine Wiederverwendung, Aufarbeitung, Reparatur und ein Recycling vorhandener Materialien, Produkte und Komponenten vor, um diese im Wirtschaftskreislauf zu halten. Die Kreislaufwirtschaft zielt auf die möglichst vollständige Verwertung und Rückgewinnung der in einem Produkt enthaltenen Rohstoffe am Ende eines Produktlebenszyklus ab. Ressourcen werden somit über eine möglichst lange Nutzungsphase in einem Kreislaufsystem gehalten. Die Umweltbelastung eines Produktes

wird damit verringert und die Abhängigkeit der Unternehmen von Rohstoffimporten gesenkt.<sup>15, 31</sup>

Der deutsche Begriff der Kreislaufwirtschaft wird häufig im Zusammenhang mit der Rückgewinnung und dem Recycling von Rohstoffen verwendet, während der englische Begriff Circular Economy einen weitreichenderen Ansatz umfasst, der die Langlebigkeit, Wiederverwendbarkeit, Aufbereitung und Reparierbarkeit von Produkten einschließt<sup>32</sup>. Im Folgenden wird der Begriff der Kreislaufwirtschaft für beide Ansätze gleichermaßen verwendet.

Die 10-R-Optionen fassen die Ansätze der Kreislaufwirtschaft zusammen: Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover<sup>33</sup>.

Intelligenter Nutzung und Herstellung von Produkten	Refuse	Produktaufgabe durch alternativen Funktionsersatz oder radikal unterschiedliches Alternativprodukt
	Rethink	Längere oder intensivere Nutzung eines Produktes
	Reduce	Effizienzsteigerung bei der Produktherstellung und/oder Produktnutzung
Verlängerung der Lebensdauer von Produkten und Produktteilen	Reuse	Wiederverwendung eines gebrauchten, funktionsfähigen Produktes durch einen anderen Nutzer
	Repair	Reparatur oder Wartung eines defekten Produktes
	Refurbish	Wiederherstellung und Aufbesserung des Wirkungsgrades bzw. Erscheinungsbildes eines alten Produktes
	Remanufacture	Wiederverwendung der aufgearbeiteten Altteile in einem neuen Produkt mit gleicher Funktion
	Repurpose	Weiterverwendung von aufgearbeiteten Altteilen in einem neuen Produkt mit anderer Funktion
Sinnvolle Verwertung von Stoffen	Recycle	Wiederverwertung von Rohstoffen
	Recover	Energetische Weiterverwertung von Materialien

Abb. 2: Die 10-R-Optionen der Kreislaufwirtschaft (in Anlehnung an C Herrmann, O Vetter<sup>33</sup>)

Damit die Reparatur, Aufbereitung und Wiederverwendung technischer Produkte, wie medizintechnischer Geräte, möglich sind, müssen folgende Ansätze erfüllt sein:

- Modularer Aufbau
- Demontagegerechte Baustruktur und Verbindungstechnik
- Reduktion der Materialvielfalt und Nutzung einfach verwertbarer Werkstoffe
- Kennzeichnung von Teilen und Werkstoffen sowie wertvoller oder schädlicher Werkstoffe
- Nutzung verwertbarer Werkstoffpaarungen, beispielsweise Vermeidung von Verbundmaterialien<sup>34</sup>

Die Standardisierung und ein modularer Aufbau von Produkten wurden auch im Rahmen des Workshops als Chance betrachtet, die Kreislauffähigkeit von medizintechnischen Geräten zu erhöhen. Während die Standardisierung dazu beitragen könne, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller miteinander kombinierbar und interoperabel wären, würde ein modularer Aufbau den

Austausch von Einzelteilen ermöglichen – entweder, um die Funktion aufrecht zu erhalten oder aber Innovationen und neue Produkteigenschaften mit geringem Ressourceneinsatz und reduziertem Abfall zu erzeugen.

Durch Serviceverträge, die bei medizinischen Großgeräten wie Röntgengeräten und Kernspinzonanzspektroskopien häufig zum Einsatz kommen, ist die Langlebigkeit sowie die Rücknahme durch den Hersteller nach dem Ende der Nutzung meist sichergestellt, was wiederum Geschäftsmodelle für eine Aufarbeitung der Geräte ermöglicht<sup>33</sup>. Im Hinblick auf die Reparaturfähigkeit medizintechnischer Geräte sahen die Unternehmen in der vertieften Diskussion im Rahmen des Workshops vor allem in der Digitalisierung und Datensammlung eine Chance, Verschleiß frühzeitig zu erfassen und darauf zu reagieren und Geräte somit bereits vor Eintritt des Funktionsverlusts reparieren zu können. Eine Herausforderung seien hierbei die geschlossenen Datenräume der Krankenhäuser, die einen Datentransport zu den Herstellern derzeit

nicht vorsehen würden. Bei der Aufbereitung und weiteren Verwendung gebrauchter Geräte stelle vor allem die Frage der Haftung eine Hürde dar. Auch in Bezug auf die Aufbereitung von Einmalprodukten wurde die Haftungsfrage kritisch diskutiert.

Im Jahr 2014 wurden mehr als 8.000 Tonnen Einmalinstrumente aus Chromstahl in deutschen Kliniken verwendet, die nach ihrer Nutzung in der Regel mit dem Klinikabfall

entsorgt und verbrannt werden<sup>35</sup>. Welche Abfallmengen an deutschen Kliniken gesammelt werden, zeigt das Universitätsklinikum Heidelberg: Hier fallen täglich 11 Tonnen Abfall an<sup>36</sup>. Ein- versus Mehrweg – dieses Thema wurde im Hinblick auf die Abfallentstehung in Krankenhäusern im Rahmen des Workshops aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet: Bei der Entsorgung von Einmalprodukten fehle es in den Krankenhäusern derzeit noch an geeigneten Entsorgungsstrukturen.



### Drei Fragen an Peter Krause Vertriebsleitung Healthcare, CHG-MERIDIAN AG

Bestimmte Kernfunktionalitäten, die zu mehr Langlebigkeit führen, sind notwendig, um Circular-Economy-Modelle realisieren zu können. Der bei Kunden traditionell verankerte Kauf von Medizintechnik wird durch intelligente Nutzungskonzepte mehr und mehr abgelöst werden. Das verlangt ein Umdenken auf Kundenseite und zusätzliche Bewertungskriterien in der Beschaffung, Nutzung und Wiedervermarktung.

**Müssen Hersteller fürchten, dass sie durch kreislauffähigere Produkte weniger Gewinn generieren?** Nein, natürlich nicht. Im Gegenteil: Aus unserer Sicht wird die Kundenbindung erhöht. Durch den regelmäßigen Austausch der Technologie können wandelnde Kundenbedürfnisse noch besser adressiert werden, was für eine höhere Zufriedenheit sorgen sollte. Dabei werden Beratungs- und zusätzliche Serviceangebote an Bedeutung gewinnen – beides Bereiche, die in der Medizintechnik-Branche traditionell mit höheren Margen verbunden sind.

#### Was bedeutet Kreislaufwirtschaft für die Medizintechnik-Branche?

In Deutschland ist der Gesundheitssektor für 5,2 % der klimaschädlichen Emissionen verantwortlich. Die Medizintechnik ist dabei ein wahrer Ressourcenfresser. Ein Circular-Economy-Modell ermöglicht es Krankenhäusern und Arztpraxen, Medizintechnik klimafreundlich und kosteneffizient zu nutzen. Für die Medizintechnik-Branche heißt das, dass sich individuelle Nutzungszyklen verkürzen werden, gleichzeitig aber sichergestellt werden muss, dass Produkte nachrüstbar, zerlegbar und recyclingfähig sind, um mehrere Lebenszyklen in der Wiedervermarktung durchlaufen zu können.

#### Welche Voraussetzungen sind notwendig, damit die Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik erfolgreich umgesetzt werden kann?

Auf Hersteller-Seite müssen Kernelemente der Kreislaufwirtschaft bereits im Produktdesign einfließen.

CHG-MERIDIAN AG

E-Mail: [info@chg-meridian.com](mailto:info@chg-meridian.com)

[www.chg-meridian.de](http://www.chg-meridian.de)

Zudem sei zwischen kontaminierten und nicht-kontaminierten (Einweg-) Produkten zu unterscheiden. Kontaminierte Produkte müssten zunächst dekontaminiert werden, um einem Recyclingsystem zugeführt werden zu können, was wiederum eine hierfür vorgesehene Infrastruktur sowie Ressourcen benötigen würde. Laut WHO sind 15 % der im Gesundheitswesen anfallenden Abfälle infektiös, giftig oder radioaktiv<sup>37</sup>. Mit den übrigen 85 % ungefährlichem Abfall wäre der Großteil des Abfalls für ein Recycling auch ohne eine vorhergehende Dekontamination geeignet. Um die Recyclingquote von (medizinischem) Abfall im Krankenhaus zu verbessern, wurde die Initiierung von Sammelkonzepten im Krankenhaus und eine Optimierung der Abfalltrennung sowie Eingliederung in den Recyclingprozess während des Workshops erörtert. Hierbei ist die Wiederverwertung komplexer Verbundwerkstoffe aufwendiger als das Recycling sortenreiner Materialien, sodass Hersteller durch einen möglichst geringen Einsatz von Verbundwerkstoffen die Recyclingfähigkeit ihrer Produkte positiv beeinflussen könnten. Neue Geschäftsmodelle könnten den Prozess hin zu einer Kreislaufwirtschaft unterstützen. Wie ein solches Geschäftsmodell aussehen kann, zeigt die Vanguard AG, die gebrauchte Medizinprodukte für einen erneuten Einsatz aufbereitet<sup>38</sup>.

## Weniger ist mehr: Verpackungen in der Medizintechnik

Verpackungen von Medizinprodukten müssen, je nach Verpackungsebene, viele Anforderungen erfüllen: viele Produkte müssen steril verpackt sein, Verpackungen müssen ausreichend Platz für die Kennzeichnung bieten und zusammen mit den Medizinprodukten müssen sie Zulassungsprozesse durchlaufen. Dass sowohl Hersteller als auch Kliniken den Verpackungsmüll gerne reduzieren möchten, wurde sowohl in den Interviews als auch im Rahmen des Workshops deutlich. Dabei stehen die Hersteller vor der Herausforderung, dass eine erneute Zertifizierung bei Änderung der Verpackung notwendig ist<sup>39</sup>.

Als weitere Möglichkeit, um die Abfallmenge von Einmalprodukten zu reduzieren, wurde im Rahmen des Workshops die Herstellung sogenannter hybrider Produkte diskutiert, bei denen der Anteil des Produktes, der mit Patient/-innen in Kontakt kommt, entsorgt wird, die übrigen Produktanteile dann wieder zurück an den Hersteller übergeben werden, der sie aufbereiten und erneut in den Herstellungsprozess einbringen kann. Hierfür wären geeignete Rücknahmesysteme und eine Infrastruktur notwendig. Erste Modellprojekte, bei denen Hersteller die Entsorgung und das Recycling übernehmen, gibt es bereits.

Die Anzahl von Akteuren aus Industrie, Forschung und Politik, die eine Werterhaltung nach dem Ende des Lebenszyklus adressiert, um die Kreislauffähigkeit und Nachhaltigkeit von Produkten zu verbessern, wächst. Hierfür ist ein Neudenken wirtschaftlicher Strukturen und Paradigmen notwendig.

Um Verpackungen nachhaltiger zu gestalten, sind unterschiedliche Ansätze möglich. Die EU-Richtlinie 94/62/EG in Verbindung mit der EU-Richtlinie 2018/852 formuliert konkrete Ziele zur Reduktion von Verpackungsabfall durch Wiederverwertung – bis 2025 sollen 65 beziehungsweise 70 Gewichtsprozent aller Verpackungsabfälle bis 2030 wiederverwertet werden<sup>40</sup>. Die im Jahr 2021 in der EU eingeführte „Plastikabgabe“, die auf der Menge nicht-recycelter Kunststoffverpackungsabfälle basiert, soll Verpackungsabfälle verringern und Anreize für eine Kreislaufwirtschaft bieten, denn nicht nur die Menge, sondern auch die

## Drei Fragen an Jürgen Bodenmüller Leitung Geschäftsentwicklung, SÜDPACK MEDICA AG



**Was bedeutet es, wenn von nachhaltiger Verpackung die Rede ist, welche Anforderungen müssen Verpackungen erfüllen, um „nachhaltig“ zu sein?**

Ich würde es wie folgt definieren: Eine nachhaltige Verpackung erfüllt das definierte Schutzziel (Haltbarkeit, mechanischer Schutz, Barrierefunktionen etc.) mit dem nachweislich geringsten ökologischen Fußabdruck. Dies bedeutet zuallererst eine Vermeidung von Überverpackung und eine gute Spezifikationsarbeit. Auf dieser Basis kann geprüft werden, welcher Ansatz die gesamtheitlich beste Lösung darstellt. Diese Lösung muss dann auf Basis von wissenschaftlich soliden Berechnungsmodellen in Sachen Life-Cycle-Analysen bestehen, um das sogenannte „Greenwashing“ zu vermeiden.

**Welche Materialien stehen für eine nachhaltige Verpackung zur Verfügung?**

Da die Zielfelder nicht eindimensional sind, gibt es auch unterschiedliche Ansätze. Der erste, naheliegende Ansatz ist die Abdünnung. Bestehende Materialien werden abgedünnt und damit der Ressourceneinsatz reduziert. Hier helfen gegebenenfalls Verfahren, die z.B. die mechanischen Eigenschaften verbessern. Die zweite Basis können Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen darstellen. In diesem Feld gibt es eine große Dynamik mit spannenden Lösungen. Als Drittes kommen die Kreislaufprodukte in Frage. Hier stammen die Ausgangsprodukte aus unterschiedlichen Rezyklierverfahren, wie mechanischem oder chemischem Recycling und beim Recycling aus unterschiedlichen Kontrollketten. Diese reichen von industrieinternen Ketten mit

geringer Kontaminationsgefahr bis hin zu sogenannten Post-Consumer-Rezyklaten, bei denen eine Dekontaminationsstrategie vor dem Wiedereinsatz notwendig ist.

**Ist die Qualität von Verpackungen für die Gesundheitsindustrie, die aus recyceltem Material hergestellt werden, mit der Qualität von Kunststoffen aus fossilen Rohstoffen vergleichbar?**

Wenn wir vom chemischen Recycling sprechen, dann uneingeschränkt ja. Die Produkte durchlaufen ab der Monomerstufe dieselben Polymerisationsverfahren und können über Massenbilanzverfahren uneingeschränkt verwendet werden. Die Hersteller bieten auf dieser Basis sogenannte Medical Grade Plastics an, die vollumfänglich nach den relevanten Normen z.B. in Sachen Biokompatibilität geprüft und getestet werden. Bei mechanisch rezyklierten Wertstoffen muss zwischen der technischen Qualität und der normativen Situation unterschieden werden. Die aktuellen Normen legen für den Einsatz von mechanisch rezyklierten Materialien eine Begrenzung dar. Selbst wenn eine lebensmittelrechtliche Aufbereitungsmethode mit zuverlässiger Dekontaminationsstrategie vorliegen würde, bleiben die hohen Anforderungen in Bezug auf die Rückverfolgbarkeit. Hier unterscheiden sich die Polymere aktuell. In Summe bleibt hier noch einiges zu tun.

SÜDPACK MEDICA AG  
E-Mail: [info@suedpack.com](mailto:info@suedpack.com)  
[www.suedpack.com/de](http://www.suedpack.com/de)



Auswahl des Materials beeinflusst die Nachhaltigkeit einer Verpackung<sup>41</sup>. Der EU-Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft sieht vor, Verpackungen und Verpackungsabfall zu reduzieren und das Verpackungsdesign im Hinblick auf Wiederverwendung und Recyclingfähigkeit zu optimieren<sup>13</sup>. Neben der Verwendung von Rezyklaten bieten biobasierte Kunststoffe eine Alternative zu Kunststoffen aus fossilen Rohstoffen. Damit diese tatsächlich ökologische Vorteile haben, sollten Anbaubedingungen und Entsorgungsszenarien berücksichtigt werden (siehe Kapitel „Ökologisch by Design: Materialien und Werkstoffe in der Medizintechnik“).

Im Rahmen des Workshops wurden mögliche Lösungsansätze für nachhaltigere Verpackungen durch eine Prozessoptimierung der Verpackungsproduktion, beispielsweise um Materialreste zu vermeiden, und durch die Reduktion der Materialmenge, etwa durch eine geringere Verpackungsstärke, betrachtet. Dabei könne eine Standardisierung von Verpackungen nicht nur die Materialmenge durch die Verringerung von Überverpackung reduzieren, sondern zudem das Recycling durch die Vermeidung komplexer Verbundmaterialien vereinfachen. Auch der EU-Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft sieht in der Reduktion der Komplexität von Verpackungsmaterialien, inklusive der Anzahl der verwendeten Materialien und Polymere, die Chance, ihre Kreislauffähigkeit zu erhöhen<sup>13</sup>. Weiterhin wurde die Möglichkeit einer Wiederverwendung von Verpackungen im Rahmen der

## Rethink: Zirkuläre Geschäftsmodelle in der Medizintechnik

Das Gesundheitssystem nachhaltiger zu gestalten, erfordert neben einer Anpassung bestehender Systeme neue Strukturen und Geschäftsmodelle. Der Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft der EU sieht in neuen Geschäftsmodellen die Chance, sowohl eine kreislauffähigere Wirtschaft zu gestalten als auch den Materialeinsatz zu reduzieren und die europäische Wirtschaft somit unabhängiger von Primärrohstoffen zu machen<sup>13</sup>.

Diskussion beleuchtet. Eine digitale Kennzeichnung von Verpackungen könne den Sortiervorgang verbessern. Um ein Recycling zu ermöglichen, müsse auch die Abfalltrennung der Krankenhäuser optimiert werden.

Sowohl Hersteller als auch Kunden verknüpfen eine aufwendige, auffällige Verpackung mit einer hohen Produktqualität. Vielmehr sollte aber ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass eine schlichte, standardisierte Verpackung nachhaltiger ist und die Qualität des Produktes dadurch um den Faktor Nachhaltigkeit erhöht wird.

Um die Nachhaltigkeit einer Verpackung zu erhöhen gilt: Je weniger Verpackung verwendet werden kann, desto weniger Abfall entsteht. Die Auswahl alternativer Materialien kann zwar ökologische Vorteile bringen, aber auch hier müssen die Herstellungs- und Entsorgungsszenarien betrachtet werden, um die tatsächlichen Umweltauswirkungen zu beurteilen. Nicht zu vermeidender Abfall sollte einem Recyclingkreislauf zugeführt werden, um den Rohstoffeinsatz zu verringern und die vorhandenen Ressourcen effizient zu nutzen.

Hierfür sind neue Geschäftsmodelle notwendig, die auf einer kollaborativen Wirtschaft basieren und das Zusammenarbeiten aller Akteure erfordern.

Notwendig sind Geschäftsmodelle und Dienstleistungsangebote, die die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und einen effizienten



## Drei Fragen an Dr. Christoph Soukup Leiter, Steinbeis-Beratungszentrum Circular Economy

### Welche Geschäftsmodelle können die Wirtschaft nachhaltiger machen?

Es gibt verschiedene Wege zu mehr Nachhaltigkeit im eigenen Geschäft. Meine Antwort auf diese Frage ist: intelligente Kreislaufwirtschaft. Das sind Ansätze, die sich von der Idee verabschieden, Dinge, also Produkte, die darin enthaltenen Bauteile und Materialien, am Ende ihrer Nutzung zu Abfall werden zu lassen. Stattdessen wird nach Wegen gesucht, wie sie weiter in Nutzung gehalten werden können. Produkte werden von Anfang an so designt, dass eine Nutzung nach der ersten Nutzung möglich wird. Anders gesagt: Man entwickelt nichts ohne einen Plan für die Nachnutzung. Und das zahlt natürlich unmittelbar auf Klimaschutz und mehr Nachhaltigkeit ein. Das besonders Schöne daran: Es bleibt nicht bei Berichten und Kennzahlen, sondern transformiert tatsächlich das eigene Geschäft in eine zukunftsfähige Richtung.

### Sind solche Ansätze für alle Branchen möglich?

Im Grunde ja, aber die Umsetzung solcher Ansätze ist natürlich nicht trivial und in jeder Branche gibt es Besonderheiten zu beachten: gesetzliche Vorgaben, Normungen, besondere Anforderungen beispielsweise an Hygiene oder Materialqualität. Aber das ist kein Grund, auf mehr Kreislaufführung zu verzichten. Vorreiter, die mit ihrem Beispiel und dem entsprechenden Willen vorangehen, zeigen das sehr schön. Eine andere Sache ist, dass Geschäftsmodelle der Kreislaufwirtschaft in den seltensten Fällen von einem Unternehmen allein, also in geschlossenen

Kreisläufen, realisiert werden können. Fast immer macht es Sinn, nach Partnern Ausschau zu halten, die Kompetenzen und Tätigkeitsgebiete, die im eigenen Haus nicht vorhanden sind, ergänzen. Recycling-Unternehmen beispielsweise sind sehr erfahren darin, wie Produkte zerlegt und Materialien daraus wieder gewonnen werden können.

### Welche Voraussetzungen sind notwendig, um neue, nachhaltige Geschäftsmodelle zu etablieren?

Es ist schon angeklungen: Es braucht eine gewisse Offenheit. Offenheit, sich auf neues, noch unbekanntes Terrain zu begeben. Und Offenheit, sich auf neue Allianzen mit möglicherweise noch wenig vertrauten Partnern einzulassen. Eine gewisse Bereitschaft zum Experimentieren schadet auch nicht. Denn es geht auch darum, schnell zu lernen, früh Fehler zu machen und daraus die nötigen Schlüsse zu ziehen. Fertige Patentrezepte gibt es in diesem Bereich bisher noch wenige. Natürlich müssen auch das bestehende Geschäft und die Ertragslage im Blick behalten werden. Neues und Altes gilt es in eine Balance zu bringen, um den Übergang gut zu meistern. Dafür wartet die Aussicht auf ein nachhaltiges, zukunftsfähiges Geschäftsmodell, das hilft, die Existenz des Unternehmens auch unter sich wandelnden äußeren Bedingungen zu sichern.

Steinbeis-Beratungszentrum Circular Economy  
E-Mail: christoph.soukup@steinbeis.de  
www.steinbeis.de/su/2352

Ressourceneinsatz in den Fokus rücken. Neben Rücknahmesystemen zur Wiederverwendung, Aufbereitung und Reparatur der Produkte oder einzelner Komponenten, wurde im Workshop auch das Potenzial von Service- und Mietmodellen, wie Leasing, oder On-Demand-Modellen erörtert. Diskutiert wurden zudem Geschäftsmodelle, die eine präventive Reparatur und vorausschauende Wartung von medizintechnischen Geräten in den Fokus nehmen, um die Langlebigkeit zu erhöhen und die Notwendigkeit von Ersatzgeräten als Absicherung für Funktionsverlust zu reduzieren.

Ebenso wurden Dienstleistungen im Bereich der Wiederaufbereitung und Sterilisation von Medizinprodukten diskutiert. Hierfür müsse sichergestellt sein, dass die Wiederaufbereitung, die den Einsatz von Ressourcen wie etwa Wasser verbraucht und möglicherweise einen Transport der Produkte erfordert, tatsächlich ökologisch nachhaltiger ist als eine Entsorgung. So könne beispielsweise die Nutzung regenerativer Energien dazu beitragen, die Umweltauswirkungen von Aufbereitungsprozessen zu reduzieren.

## Eine Frage der Haltung: Ergebnisse einer Umfrage zur Transformation der Medizintechnik-Branche

Dass Nachhaltigkeit für die Unternehmen der Medizintechnik-Branche derzeit an Bedeutung gewinnt, zeigen die Ergebnisse der Online-Umfrage, an der die Teilnehmenden der Veranstaltung „Erfolgsfaktor Nachhaltigkeit: Ökodesign in der Medizintechnik“ im Anschluss teilnehmen konnten.

Einig sind sich die Befragten darin, dass eine Transformation hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaftsweise wichtig ist: Zwei Drittel der Befragten sehen sie im eigenen Unternehmen als sehr wichtig, ein Drittel als eher wichtig.

Damit Kunden künftig zwischen konventionellen und nachhaltigen, kreislaforientierten Produkten und Geschäftsmodellen unterscheiden können, wurde im Rahmen des Workshops die Notwendigkeit von Standards und die Möglichkeit einer Zertifizierung, die nachhaltige Standards für Kunden transparent macht, erwogen.

Da nachhaltige Geschäftsmodelle, die die Reparaturfähigkeit und Langlebigkeit von Produkten berücksichtigen, mit einer hohen Produktqualität und somit auch mit höheren Herstellungskosten verbunden sind, stellt sich für die Hersteller eine zentrale Frage: Ist der Kunde bereit, höhere Anschaffungspreise zu bezahlen, um eine nachhaltige Lösung einzukaufen?

Neue Geschäftsmodelle können dazu beitragen, das Gesundheitssystem nachhaltiger zu gestalten. Hierfür müssen bei der Kostenbewertung eines Produktes oder einer Dienstleistung nicht nur die finanziellen, sondern auch die umweltbezogenen Kosten einbezogen werden.

Für die befragten Unternehmen spielt Nachhaltigkeit vor allem in der Produktentwicklung, in Herstellungs- und technologischen Prozessen sowie in der Unternehmenskultur eine Rolle. Aber auch die Bereiche Verpackung sowie die Lieferkette und Logistik sind hier relevant. Den Herausforderungen – wie den regulatorischen Anforderungen sowie der Umsetzung nachhaltiger Prinzipien entlang der gesamten Liefer- und Wertschöpfungskette – steht ein gewaltiges Potenzial gegenüber: Abbildung 3 zeigt, in welchen Bereichen Potenziale für die Umsetzung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise gesehen werden.



Abb. 3: Potenziale für die Umsetzung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise (Umfrageergebnisse)

Verschiedene Ansätze in den jeweiligen Stufen der Wertschöpfung müssen in konkrete, zielführende Umsetzungsstrategien überführt werden. Unterstützung wünschen sich die Unternehmen dabei vor allem durch Veranstaltungsformate, die Initiierung von Kooperationen und die Vernetzung entlang der

Wertschöpfungskette. Ergänzt werden kann dies durch die Darstellung von Erfolgsbeispielen, aus der eigenen sowie aus anderen Branchen, sowie die Bereitstellung von Informationen, um Interesse an der Thematik zu wecken, Impulse zu setzen und das Potenzial und den Nutzen deutlich zu machen.

# Zusammen ist man weniger allein – und vielleicht auch etwas (wage-) mutiger

Ökologisch nachhaltig zu wirtschaften heißt die planetaren Grenzen zu respektieren. Die aktuellen klimatischen Veränderungen erfordern eine Neugestaltung des Wirtschaftssystems und eine nachhaltige Entwicklung der Industrie. In einigen Unternehmen ist die Erkenntnis für die Notwendigkeit dieser nachhaltigen Entwicklung bereits vorhanden. Hier wird Nachhaltigkeit nicht als Hindernis, sondern als Innovationstreiber und die Transformation als dynamischer Prozess erkannt.

Für eine Transformation der Gesundheitsindustrie sind breit angelegte Ansätze und regulative Rahmenbedingungen erforderlich, um Raum für Innovationen zu schaffen und eine nachhaltige Entwicklung der Industrie zu fördern. Im Rahmen der Interviews, des Workshops während der Veranstaltung „Erfolgsfaktor Nachhaltigkeit: Ökodesign in der Medizintechnik“ und der daran anschließenden Online-Umfrage zeigten sich vielfältige Möglichkeiten und Anwendungspotenziale für eine nachhaltige Entwicklung in der baden-württembergischen Medizintechnik-Branche. Der partizipative Ansatz

unterstützte den inspirierenden Austausch und die Generierung kreativer Lösungen.

Um eine zukunftsfähige Wirtschaft zu gestalten, ist eine nachhaltige Entwicklung notwendig. Unternehmen müssen für die Verantwortung sensibilisiert werden, die jeder einzelne Akteur entlang der Wertschöpfungskette im Gesundheitswesen trägt. Um nachhaltige Prinzipien umzusetzen, müssen die Auswirkungen der gesamten Unternehmenstätigkeit betrachtet werden, von der Unternehmensführung bis zur -kultur, von Rohstoffgewinnung und -einkauf bis zum Materialeinsatz, vom Herstellungsprozess über die Nutzungsdauer und -intensität bis hin zum End-of-Life eines Produktes. Als Querschnittsthema ist Nachhaltigkeit in allen Entscheidungen, auf allen Ebenen und in allen Abteilungen eines Unternehmens zu verankern.

Um die Gesundheitswirtschaft langfristig nachhaltig zu gestalten, ist die systematische Vernetzung aller Akteure notwendig. Denn der Weg in eine nachhaltige Gesundheitsindustrie ist nur gemeinsam zu bewältigen, durch Zusammenarbeit und Kooperation.

# Literaturverzeichnis

1. Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH: So schnell tickt die CO<sub>2</sub>-Uhr. Online abrufbar unter [www.mcc-berlin.net/forschung/co2-budget.html](http://www.mcc-berlin.net/forschung/co2-budget.html) (Stand 17. Oktober 2022)
2. Global Footprint Network, zit. nach: Bundeszentrale für politische Bildung (2017): Ökologischer Fußabdruck und Biokapazität. Online abrufbar unter [www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/globalisierung/255298/oekologischer-fussabdruck-und-biokapazitaet](http://www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/globalisierung/255298/oekologischer-fussabdruck-und-biokapazitaet) (Stand 17. Oktober 2022)
3. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Hitze, Dürre, Starkregen: Über 80 Milliarden Euro Schäden durch Extremwetter in Deutschland. Online abrufbar unter [www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/07/20220718-hitze-durre-starkregen-uber-80-milliarden-euro-schaden-durch-extremwetter-in-deutschland.html](http://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/07/20220718-hitze-durre-starkregen-uber-80-milliarden-euro-schaden-durch-extremwetter-in-deutschland.html) (Stand 17. Oktober 2022)
4. B Ashby, R Boyd, J Karliner, S Slotterback, K Steele (2019): Health Care's Climate Footprint – How The Health Sector Contributes To The Global Climate Crisis And Opportunities For Action. Online abrufbar unter [https://noharm-global.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint\\_092319.pdf](https://noharm-global.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf) (Stand 17. Oktober 2022)
5. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA): Ecodesign Kit, Ökodesign-Prinzipien, Einleitung Ökodesignprinzipien. Online abrufbar unter [www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b10-einleitung/](http://www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b10-einleitung/) (Stand 17. Oktober 2022)
6. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development (2004): The Greenhouse Gas Protocol. Online abrufbar unter <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> (Stand 17. Oktober 2022)
7. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ): Nachhaltigkeit (nachhaltige Entwicklung). Online abrufbar unter [www.bmz.de/de/service/lexikon/nachhaltigkeit-nachhaltige-entwicklung-14700](http://www.bmz.de/de/service/lexikon/nachhaltigkeit-nachhaltige-entwicklung-14700) (Stand 17. Oktober 2022)
8. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ): Agenda 2030. Online abrufbar unter [www.bmz.de/de/agenda-2030](http://www.bmz.de/de/agenda-2030) (Stand 17. Oktober 2022)
9. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ): Klimaabkommen von Paris. Online abrufbar unter [www.bmz.de/de/service/lexikon/klimaabkommen-von-paris-14602](http://www.bmz.de/de/service/lexikon/klimaabkommen-von-paris-14602) (Stand 17. Oktober 2022)
10. European Union: Ein europäischer Grüner Deal. Online abrufbar unter [www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal](http://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal) (Stand 17. Oktober 2022)
11. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung: Generationenvertrag für das Klima. Online abrufbar unter [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672) (Stand 17. Oktober 2022)
12. Europäische Union: Circular economy action plan. Online abrufbar unter [https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en) (Stand 17. Oktober 2022)
13. Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, 11. März 2020: Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Online abrufbar unter [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0016.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF) (Stand 17. Oktober 2022)
14. European Commission, Directorate-General for Energy, Directorate-General for Enterprise and Industry (2014): Ecodesign your future: how ecodesign can help the environment by making products smarter. European Commission. Online abrufbar unter <https://data.europa.eu/doi/10.2769/38512> (Stand 17. Oktober 2022)
15. European Parliamentary Research Service (2018): Circular Economy. Online abrufbar unter [www.europarl.europa.eu/think-tank/infographics/circulareconomy/public/index.html](http://www.europarl.europa.eu/think-tank/infographics/circulareconomy/public/index.html) (Stand 17. Oktober 2022)
16. Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. (2018): Die Biologische Transformation und Bioökonomie. Online abrufbar unter [www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschung/artikel/2018/Biologische-Transformation/Whitepaper-Biologische-Transformation-und-Bio-Oekonomie.pdf](http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschung/artikel/2018/Biologische-Transformation/Whitepaper-Biologische-Transformation-und-Bio-Oekonomie.pdf) (Stand 17. Oktober 2022)
17. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Gesundheitswirtschaft, Fakten & Zahlen, Länderergebnisse der Gesundheitswirtschaftlichen Gesamtrechnung, Daten 2020. Online abrufbar unter [www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/gesundheitswirtschaft-fakten-und-zahlen-2020-laenderergebnisse.pdf](http://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/gesundheitswirtschaft-fakten-und-zahlen-2020-laenderergebnisse.pdf) (Stand 17. Oktober 2022)
18. BIOPRO Baden-Württemberg GmbH (2021): Gesundheitsindustrie 2021, Zahlen und Fakten für Baden-Württemberg. Online abrufbar unter [www.bio-pro.de/infothek/publikationen](http://www.bio-pro.de/infothek/publikationen) (Stand 17. Oktober 2022)
19. Umweltbundesamt (UBA) (2020): Ökodesign. Online abrufbar unter [www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekodesign](http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekodesign) (Stand 17. Oktober 2022)

20. UN Environment International Resource Panel Global Material Flows Database. Download am 09.04.2019 unter: <http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database> zitiert nach J Günther, H Lehmann, P Nuss, K Purr (2019): Wege in eine ressourcen- schonende Treibhausgasneutralität – RESCUE Kurzfassung. Umweltbundesamt. Online abrufbar unter [www.umweltbundesamt.de/rescue/kurzfassung](http://www.umweltbundesamt.de/rescue/kurzfassung) (Stand 17. Oktober 2022)
21. K Ostertag, T Bratan, C Gandenberger, B Hüsing, M Pfaff (2021): Ressourcenschonung im Gesundheitssektor - Erschließung von Synergien zwischen den Politikfeldern Ressourcenschonung und Gesundheit. Umweltbundesamt. Online abrufbar unter [www.umweltbundesamt.de/publikationen/ressourcenschonung-im-gesundheitssektor](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ressourcenschonung-im-gesundheitssektor) (Stand 17. Oktober 2022)
22. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA): Ecodesign Kit, Ökodesign-Prinzipien, Materialeffizienz, Konzeptionelle Idee und Ihre Grenzen. Online abrufbar unter [www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b13-materialeffizienz/inhalt-und-1-kapitel](http://www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b13-materialeffizienz/inhalt-und-1-kapitel) (Stand 17. Oktober 2022)
23. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA): Ecodesign Kit, Umweltbezogenes Material- und Prozesswissen, Metalle, Recyclingsituation und Rezyklierbarkeit. Online abrufbar unter [www.ecodesignkit.de/grundlagen/a2-umweltbezogenes-material-und-prozesswissen/a22-metalle/recyclingsituation-und-rezyklierbarkeit](http://www.ecodesignkit.de/grundlagen/a2-umweltbezogenes-material-und-prozesswissen/a22-metalle/recyclingsituation-und-rezyklierbarkeit) (Stand 17. Oktober 2022)
24. EuRIC AISBL, Recycling: Bridging Circular Economy & Climate Policy: Fakten Metallrecycling. Online abrufbar unter [www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC\\_Metal\\_Recycling\\_Factsheet\\_GER\\_002.pdf](http://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC_Metal_Recycling_Factsheet_GER_002.pdf) (Stand 17. Oktober 2022)
25. Tim Schröder (2020): Wiederaufbereitung von Medizinprodukten – was geht und erlaubt ist. Medizin & Technik. Online abrufbar unter <https://medizin-und-technik.industrie.de/technik/entwicklung/wiederaufbereitung-von-medizinprodukten-was-geht-und-erlaubt-ist> (Stand 17. Oktober 2022)
26. Europäische Union: Strategie für Kunststoffe. URL: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/plastics-strategy\\_de](https://environment.ec.europa.eu/strategy/plastics-strategy_de) (Stand 17. Oktober 2022)
27. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA): Ecodesign Kit, Ökodesign-Prinzipien, Nachwachsende Rohstoffe, Grundlagen und Begriffe. Online abrufbar unter [www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b16-nachwachsende-rohstoffe/grundlagen-und-begriffe/#c1471](http://www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b16-nachwachsende-rohstoffe/grundlagen-und-begriffe/#c1471) (Stand 17. Oktober 2022)
28. Umweltbundesamt (2020): Biobasierte und bioabbaubare Kunststoffe. Online abrufbar unter [www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe](http://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe) (Stand 17. Oktober 2022)
29. P Graf, B Lohmann, B Boldt (2022): Bioökonomie in Deutschland – Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Online abrufbar unter [www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/30936\\_Biooekonomie\\_in\\_Deutschland.pdf](http://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/30936_Biooekonomie_in_Deutschland.pdf) (Stand 17. Oktober 2022)
30. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA): Ecodesign Kit, Ökodesign-Prinzipien, Nachwachsende Rohstoffe, Beurteilung der Umweltwirkung von NaWaRo. Online abrufbar unter [www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b16-nachwachsende-rohstoffe/beurteilung-der-umwelt-wirkung-von-nawaro/](http://www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b16-nachwachsende-rohstoffe/beurteilung-der-umwelt-wirkung-von-nawaro/) (Stand 17. Oktober 2022)
31. Circular Futures – Plattform Kreislaufwirtschaft im Umweltdachverband: Kreislaufwirtschaft. Online abrufbar unter [www.circularfutures.at/themen/kreislaufwirtschaft](http://www.circularfutures.at/themen/kreislaufwirtschaft) (Stand 17. Oktober 2022)
32. Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration: Was ist Circular Economy? Online abrufbar unter <https://langlebetechnik.de/wie-haelt-s-laenger-artikel/was-ist-circular-economy.html> (Stand 17. Oktober 2022)
33. C Herrmann, O Vetter (2021): Ökologische und ökonomische Bewertung des Ressourcenaufwands – Remanufacturing von Produkten. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE), Berlin; Online abrufbar unter [www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user\\_upload/1\\_Themen/h\\_Publikationen/Studien/VDI-ZRE\\_Studie\\_Remanufacturing\\_Web\\_bf.pdf](http://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/1_Themen/h_Publikationen/Studien/VDI-ZRE_Studie_Remanufacturing_Web_bf.pdf) (Stand 17. Oktober 2022)
34. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Umweltbundesamt (UBA): Ecodesign Kit, Ökodesign-Prinzipien, Kreislauffähigkeit, Umweltwirkungen der Kreislaufführung. Online abrufbar unter [www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b17-kreislauffaehigkeit/umweltwirkungen-der-kreislauffuehrung](http://www.ecodesignkit.de/methoden/b1-oekodesign-prinzipien/b17-kreislauffaehigkeit/umweltwirkungen-der-kreislauffuehrung) (Stand 17. Oktober 2022)
35. Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS: Hochwertiges Recycling medizinischer Einweginstrumente. Online abrufbar unter [www.iwks.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/HochwertigesRecyclingmedizinischerEinweginstrumente.html](http://www.iwks.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/HochwertigesRecyclingmedizinischerEinweginstrumente.html) (Stand 17. Oktober 2022)
36. Universitätsklinikum Heidelberg: Entsorgung, Umwelt und Energie. Online abrufbar unter [www.klinikum.uni-heidelberg.de/organisation/verwaltung/klinik-technik-gmbh/abteilungen-der-ktg/33-entsorgung-umwelt-energie](http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/organisation/verwaltung/klinik-technik-gmbh/abteilungen-der-ktg/33-entsorgung-umwelt-energie) (Stand 17. Oktober 2022)
37. World Health Organisation (2018): Health-care waste. Online abrufbar unter [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste) (Stand 17. Oktober 2022)
38. Vanguard AG, Online abrufbar unter [www.vanguard.de](http://www.vanguard.de) (Stand 17. Oktober 2022)
39. BVMed – Bundesverband Medizintechnologie e.V. (2021): Nachhaltigkeitsziele umsetzen, Ressourcen schonen. Online abrufbar unter [www.bvmed.de/de/branche/nachhaltigkeit](http://www.bvmed.de/de/branche/nachhaltigkeit) (Stand 17. Oktober 2022)
40. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union (2011, letzten Überprüfung 2020): Verpackungen und Verpackungsabfälle, Zusammenfassung des Dokuments: Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle. Online abrufbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l21207> (Stand 17. Oktober 2022)
41. Europäische Union: Kunststoff-Eigenmittel. Online abrufbar unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/eu-budget/long-term-eu-budget/2021-2027/revenue/own-resources/plastics-own-resource\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/eu-budget/long-term-eu-budget/2021-2027/revenue/own-resources/plastics-own-resource_de) (Stand 17. Oktober 2022)

# Impressum

Herausgeber:

BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Idee und Konzeption:

Dr. Barbara Jonischkeit

Redaktion und Text:

Sarah Triller

Dr. Claudia Luther

Lektorat:

Dr. Ariane Pott

Grafikdesign:

Designbüro Mees + Zacke + Naumann GbR

Druck:

Grafische Werkstatt Reutlingen, BruderhausDiakonie



Bildnachweise:

Titelbild Medical Equipment © sudok1/AdobeStock

Portraitbild Prof. Dr. Ralf Kindervater © Thomas Köhler – photothek GbR

Portraitbild Helmut Nägele © TECNARO GmbH

Portraitbild Peter Krause © Jan Knoff

Portraitbild Jürgen Bodenmüller © SÜDPACK MEDICA AG

Portraitbild Dr. Christoph Soukup © Stefan Jetter

Die Erstellung der Studie wurde im Rahmen des Projekts „Biologische Transformation der produzierenden Wirtschaft in Baden-Württemberg“ durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg gefördert.

© 2022 BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Alexanderstraße 5 • 70184 Stuttgart

Telefon: +49 (0) 711 21 81 85 00

E-Mail: [info@bio-pro.de](mailto:info@bio-pro.de)

[www.bio-pro.de](http://www.bio-pro.de)

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck oder Vervielfältigung auf Papier und elektronischen Datenträgern sowie Einspeisungen in Datennetze nur mit Genehmigung des Herausgebers.

[www.bio-pro.de](http://www.bio-pro.de)



BIO PRO Baden-Württemberg GmbH • Alexanderstraße 5 • 70184 Stuttgart/Germany  
Telefon: +49 (0) 711 21 81 85 00 • E-Mail: [info@bio-pro.de](mailto:info@bio-pro.de)