



**MeDiCircle**

Circular Economy in der Medizintechnik



# MeDiCircle Circular & Digital Medtech



Gefördert durch



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

# Inhaltsverzeichnis

1	Die Partner	/ 3
2	Vorwort	/ 4
3	Hintergründe, CE und Regulatorik	/ 5
4	R-Strategien	/ 7
5	Produktlebenszyklus eines Medizinprodukts	/ 8
6	Erkenntnisse aus der Befragung der Akteure	/ 9
7	Herausforderungen aus der Branche	/ 15
8	First Practice Beispiele und Lösungsansätze	/ 19
9	Blick in die Zukunft	/ 24
10	Literaturverzeichnis	/ 30
11	Impressum	/ 31

# 1 Die Partner



## Umweltcluster Bayern

Der Umweltcluster Bayern ist Teil der Cluster-Offensive Bayern, die im Jahr 2006 von der Bayerischen Staatsregierung ins Leben gerufen wurde, um ihre erfolgreichen Programme zur Stärkung der Potenziale in Wirtschaft und Forschung fortzusetzen. Alle bayerischen Industrie- und Handelskammern haben mit dem Trägerverein Umwelttechnologie-Cluster Bayern e. V. als organisatorischen Rahmen für den Umweltcluster Bayern einen eigenen Verein gegründet, den sie als ordentliche Mitglieder tragen und begleiten. Zentrale Zielstellung des Umweltclusters Bayern ist es, die Innovationskraft und Internationalisierung der Umweltbranche aktiv zu fördern und damit den Wirtschaftsstandort Bayern nachhaltig zu stärken. Der Umweltcluster Bayern versammelt mehr als 220 Mitglieder unter seinem Dach.



## Cluster Medizintechnik

Im Rahmen des „Cluster Medizintechnik“ unterstützen die beiden Trägerorganisationen Bayern Innovativ Gesundheit (BI) und Medical Valley EMN e. V. (MVEMN) die bayerische Medizintechnikbranche dabei, Innovationen schneller zur Anwendung zu bringen und mit zielgerichteten Maßnahmen die Innovationskraft insbesondere der KMU zu steigern. Im Fokus stehen dabei die Stimulierung und Realisierung hochkarätiger Forschungs- und Entwicklungsprojekte, Unterstützung von kooperativen Projekten zwischen Unternehmen, Gesundheitsversorgern und Forschungseinrichtungen, Vernetzung und breit angelegter Wissenstransfer sowie Dienstleistungen zur Kommerzialisierung der Innovationen.



## Themenplattform Digital Production & Engineering Bayern Innovativ GmbH

Im Fokus der Arbeit der Themenplattform Digital Production & Engineering der Bayern Innovativ GmbH steht die Nutzbarmachung digitaler Technologien in Produktion und Entwicklung insbesondere für KMU. Die Themenplattform fördert in enger Zusammenarbeit mit dem Cluster Mechatronik & Automation den Austausch zwischen Anbietern, Anwendern und Forschungseinrichtungen und informiert zu Themen, Trends und Technologien im Umfeld der Industrie 4.0. Durch eine enge Vernetzung von Forschungseinrichtungen und Unternehmen und die Unterstützung bei der Konsortialbildung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten werden Innovationen beschleunigt.

## 2 Vorwort

Kann man die bayerische Gesundheitswirtschaft zu einer echten Circular Economy transformieren?

Wir meinen ja, wenn man die Voraussetzungen dafür schafft!

Die Gesundheitswirtschaft ist u. a. auch durch den Einsatz von vielen Einmalprodukten global für einen signifikanten Anteil an CO<sub>2</sub>-Ausstoß verantwortlich und gleichzeitig haben die globalen und klimabezogenen Veränderungen einen großen Einfluss auf die Gesundheit der Bevölkerung und jedes einzelnen. Daher ist es neben den regulatorischen Anforderungen an die Nachhaltigkeit, die durch die ESG-Gesetze in den kommenden Jahren zu einer verbindlichen Umsetzung kommen werden, auch eine intrinsische gesellschaftliche Verantwortung aller Akteure.

Hier sind alle Akteure der Gesundheitswirtschaft gefragt, angefangen von den Medizinern, der Praxis und den Kliniken, über die Hersteller der Medizinprodukte bis hin zur Lieferkette, den Entwicklungsprozessen und den Entsorgern.

Aktuell ist die Medizintechnikbranche eine Branche unter Druck. Mit der Umsetzung der Medizinprodukte-richtlinie (MDR) und der In-Vitro-Diagnostik-Richtlinie (IVDR), den gestiegenen Anforderungen und Kosten der Lieferkette und den gleichzeitigen Herausforderungen in der Finanzierbarkeit des Gesundheitssystems im Allgemeinen wird die Branche mit noch nie

dagewesenen Hindernissen konfrontiert, die speziell dem Mittelstand und den innovativen Start-Ups an die Substanz gehen. Umso wichtiger ist es, mit der „Circular Economy“ einen Weg aufzuzeigen, wie die Umsetzung einen dauerhaften und wirtschaftlich nachhaltigen Wettbewerbsvorteil darstellen kann.

Der Ansatz, den wir mit unserem Cross-Cluster-Projekt verfolgen, war daher, alle wichtigen Stakeholder in diesem System zusammen zu bringen, Hürden, die es zu überwinden gilt, herauszuarbeiten und dabei den regulatorischen Rahmen zu durchleuchten. Wir freuen uns, Ihnen die daraus entstandenen Projektergebnisse als Praxisleitfaden für die Transformationsprozesse der Medizintechnik in Richtung Zirkularität präsentieren zu können.

Wir haben eine Analyse, Standortbestimmung und Handlungsempfehlungen geschaffen, als Instrument für alle beteiligten Akteure, um sich kritisch mit den Herausforderungen auseinanderzusetzen und geeignete und wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen für eine nachhaltige Ausrichtung im ökologischen und ökonomischen Sinne treffen zu können. Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre und freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit mit Ihnen bei der Umsetzung von Lösungen im Bereich Circular Economy. Idealerweise bildet diese Broschüre die Grundlage für die Fortführung der Cross-Cluster Aktivitäten gemeinsam mit Ihnen!

**Alfred Mayr**  
Geschäftsführer  
Umweltcluster Bayern

**Dr. Jörg Traub**  
Leiter Innovationsnetzwerk  
Gesundheit und Cluster  
Medizintechnik Bayern

**Marco Wendel**  
Geschäftsführender Vorstand  
Medical Valley ENM e. V. und  
Cluster Medizintechnik Bayern



### 3 Hintergründe, CE und Regulatorik

In Deutschland beträgt der Anteil der Gesundheitswirtschaft an den Gesamtemissionen 5,2 % (vgl. Pichler et al. 2023). Deutschland liegt damit klar über dem Durchschnitt von global 4,4 %. Bricht man diese Prozentzahl runter auf konkrete Werte, trägt die Gesundheitswirtschaft in Deutschland mit insgesamt rund 57,5 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr zu den weltweiten Emissionen bei. Die Emissionen entfallen dabei auf die gesamte Lieferkette, also Produktion, Transport, Entsorgung von Waren und Dienstleistungen, wie Medizingeräte, Krankenhausausrüstung und Instrumente (vgl. Karliner et al. 2019). Das Umweltbundesamt (UBA) hat in seinem Bericht „Ressourcenschonung im Gesundheitssektor“ (Ostertag et al. 2021) vom Januar 2021 gezeigt, dass in den vergangenen Jahren der Ressourcenverbrauch im Gesundheitssektor massiv zugenommen hat. So stieg dieser im 20-Jahres-Zeitraum von 1995–2016 um etwa 80 Prozent an. Erhebungen zeigen, dass allein Krankenhäuser pro Jahr für fast fünf Millionen Tonnen Müll verantwortlich sind. Sie sind somit der fünftgrößte Müllproduzent in Deutschland (REMONDIS Medison GmbH 2018). Nicht mit eingerechnet und deshalb noch hinzukommend sind Abfälle aus anderen Gesundheitseinrichtungen wie Rehakliniken, Pflegeheimen und Arztpraxen.

Wir haben uns im Rahmen des Projekts MeDiCircle gefragt, wie es der Gesundheitswirtschaft zukünftig stärker gelingen kann, zur Erreichung der Klimaziele beizutragen, vor dem Hintergrund, dass die Einwegnutzung in der Gesundheitsversorgung dominiert gegenüber einer Mehrfachnutzung von Produkten. Die Transformation der Gesundheitswirtschaft von einer klassischen, von Einweg- und Wegwerfmentalität geprägten Wirtschaft, hin zu einer Kreislaufwirtschaft kann einen entscheidenden Beitrag leisten, um die hohen Emissionen zu reduzieren.

Was verstehen wir unter Kreislaufwirtschaft? Wir folgen der Definition des Europaparlaments. Dieses beschreibt die Kreislaufwirtschaft als „ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert. In der Praxis bedeutet dies, dass Abfälle auf ein Minimum reduziert werden. Nachdem ein Produkt das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, verbleiben die Ressourcen und Materialien so weit wie möglich in der Wirtschaft.“ (Europäisches Parlament 2023). Die stetige produktive

Weiterverwendung der Ressourcen und Materialien generiert somit stetig neue Wertschöpfung.

Die entscheidende Frage ist: Wie gelingt diese Transformation von einer Wegwerf- und Entsorgungsmentalität in der Gesundheitswirtschaft hin zu einer echten Kreislaufwirtschaft? Wir sind zuerst der Frage nachgegangen, welche guten ersten Beispiele, sowohl aus der Medizintechnikindustrie als auch aus der Gesundheitsversorgung oder auch von den Entsorgungsbetrieben bereits bestehen. Dabei ist uns klar, dass einzelne First Practices nur der Anfang sein können. Aus diesen kann man jedoch sehr gut lernen und ableiten, welche Hürden hin zu einer Kreislaufwirtschaft in der Gesundheitsversorgung noch bestehen und überwunden werden müssen. Dabei weist die Gesundheitsbranche einige Besonderheiten im Vergleich zu anderen Industrien auf, die die Transformation schwieriger gestalten. Medizinprodukte unterliegen generell vielen Regularien zur Produkt- und Patientensicherheit. Die Branche steht daher vor einer riesigen Herausforderung, um sowohl das Patientenwohl sicherzustellen und gleichzeitig die Geschäftsmodelle und Medizinprodukte zu transformieren um aus Wertschöpfungsketten Kreisläufe entstehen zu lassen.

Auf europäischer Ebene definiert der Green Deal mit dem Circular Economy Action Plan den Rahmen, um die erfolgreiche Transformation der europäischen Wirtschaft zu ermöglichen. Die sich ändernden Rahmenbedingungen sind die Basis für die zukünftige Transformation einer nachhaltigen Gesundheitswirtschaft. Es werden auch stetig Unterstützungsmöglichkeiten geschaffen. Auf Landesebene bieten der Umwelt- und Klimapakt Bayern sowie die Bayerische Ressourcenstrategie den entsprechenden Förderrahmen. Gleichzeitig unterstützt Bayern durch die Hightech Agenda und Hightech Agenda+ die Entwicklung von Projekten im Bereich der Digitalisierung. Lokale Initiativen wie z. B. der Klima-Fonds in der Europäischen Metropolregion Nürnberg bieten Anreize für die Etablierung von funktionierenden Ansätzen auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft.

Einen großen Einfluss auf die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft in der Gesundheitsversorgung haben digitale Technologien. Nach der Circular Economy Initiative Deutschland können „durch die gezielte Bereitstellung relevanter Informationen [...] digitale Technologien bei der Überwindung von Barrieren für zirkuläre

Geschäftsmodelle eine zentrale Rolle spielen und so die Operationalisierung zirkulärer Material-, Bauteil- und Produktflüsse ermöglichen.“ (Hansen et al. 2021). Durch die Nutzung aller verfügbaren Informationen entlang des Produktlebenszyklus können besonders vielversprechende Nachhaltigkeitspotenziale identifiziert und Herausforderungen in der Nachverfolgbarkeit beispielsweise der Produktsicherheit gelöst werden. Bereits in der Produktentstehung können durch digitale Systeme und Datenanalyse verschiedene Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit und Nutzbarkeit untersucht werden. Derzeit noch bestehende Barrieren zirkulärer Geschäftsmodelle können durch den Einsatz digitaler Technologien überwunden werden und führen in Folge einerseits zur Steigerung der Ressourceneffizienz und einer drastischen Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und andererseits zur Entwicklung neuartiger Geschäftsmodelle und Nutzungsweisen (z. B. Mietmodelle anstelle des klassischen Kaufmodells), die zur Überwindung der linearen Denkweise unabdingbar sind.

## 4 R-Strategien

Die Circular Economy ist ein Rahmenwerk das drei Grundprinzipien folgt: Abfall und Verschmutzung zu eliminieren, Produkte und Materialien möglichst lange zu nutzen und natürliche Systeme zu regenerieren (vgl. [Ellen McArthur Foundation](#)). Produkte bzw. ihre Bestandteile sollen möglichst lange in Kreisläufen geführt werden. Im Cradle-to-Cradle-Prinzip werden die Produkte dauerhaft in biologischen und technischen Kreisläufen geführt: dem biologischen Kreislauf wer-

den sie als „biologische Nährstoffe“ zugeführt und dem technischen als „technische Nährstoffe“.

Um die Circular Economy auf Produkte und Prozesse anzuwenden wurden die R-Strategien entwickelt. Das 10-R-Prinzip nach Cramer (vgl. Council for the Environment and Infrastructure (Rli) 2015) wurde durch Potting et al. (vgl. Potting et al. 2017) weiterentwickelt zur folgenden Form:

Steigende Zirkularität	Intelligenterere Produktnutzung und -herstellung	Refuse	Ein Produkt überflüssig machen, indem seine Funktion aufgegeben wird oder indem dieselbe Funktion mit einem völlig anderen Produkt angeboten wird
		Rethink	Intensivere Nutzung des Produkts (z. B. gemeinsame Nutzung von Produkten oder Markteinführung multifunktionaler Produkte)
		Reduce	Effizienzsteigerung bei der Produktherstellung oder -nutzung durch geringeren Verbrauch von natürlichen Ressourcen
	Verlängern der Lebensdauer des Produkts und seiner Teile	Reuse	Wiederverwendung eines ausrangierten Produkts, das noch in gutem Zustand ist und seine ursprüngliche Funktion erfüllt, durch einen anderen Verbraucher
		Repair	Reparatur und Wartung eines defekten Produkts, damit es mit seiner ursprünglichen Funktion verwendet werden kann
		Refurbish	Ein altes Produkt wiederherstellen und auf den neuesten Stand bringen
		Remanufacture	Verwendung von Teilen eines ausrangierten Produkts in einem neuen Produkt mit der gleichen Funktion
		Repurpose	Ausrangierte Produkte oder Teile davon in einem neuen Produkt mit einer anderen Funktion
	Nützliche Anwendung von Materialien	Recycle	Verarbeitung von Materialien, um die gleiche (hochwertige) oder eine niedrigere (minderwertige) Qualität zu erhalten
		Recovery	Verbrennung von Material mit Energierückgewinnung

Abbildung 1: Die 10-R-Strategie (vgl. Council for the Environment and Infrastructure (Rli) 2015; vgl. Potting et al. 2017)



## 5 Produktlebenszyklus eines Medizinprodukts

Die meisten Medizinprodukte folgen heute den Prinzipien des linearen Wirtschaftens. Das bedeutet, dass Produkte hergestellt, benutzt und dann entsorgt werden. Die wichtigsten Akteure entlang des Produktlebensweges von Medizinprodukten sind demnach Hersteller, Anwender und Entsorger. Um die Linearwirtschaft in eine zirkuläre Wirtschaft zu überführen, ist es notwendig, zunächst den aktuellen Prozess zu verstehen, um dann im nächsten Schritt Kreisläufe zu identifizieren. Dazu wurden die wichtigsten Schritte, die durch die jeweiligen Akteure durchgeführt werden, in einem Flussdiagramm abgebildet.

Um den Produktlebenszyklus übersichtlich darzustellen, wurden verschiedene Vereinfachungen angewandt. Die Medizinprodukte wurden in drei Kategorien eingeteilt: 1 steril/unsteril, 2 mit und ohne Elektronik,

3 Einweg- und Mehrwegprodukte. Außerdem wurde angenommen, dass die komplette Produktionstiefe beim Hersteller stattfindet. Deshalb wurden nur sehr wenige Logistikprozesse von der Idee bis zur Auslieferung an den Anwender eingefügt. Durch die reduzierte Anzahl an Medizinproduktkategorien, sind auch die Prozesse beim Anwender vereinfacht dargestellt. Es wurde außerdem nicht zwischen klinischen und ambulanten Anwendern unterschieden. Der Prozess der Entsorgung wurde auf Grund der lokalen Unterschiede in den Vorschriften meist nach der Einteilung in den Abfallschlüssel nach LAGA-Mitteilung 18 beendet.

Die Prozessschritte wurden in einem Round Table mit Expertinnen und Experten aus den drei Akteursgruppen verifiziert und um Ideen zur Schließung von Kreisläufen ergänzt.

**Nachfolgend finden Sie sowohl einmal die Analyse des Status quo sowie die Erweiterung um erste Ideen für Kreisläufe:**



<https://www.medical-valley-emn.de/wp-content/uploads/2024/02/uebersicht-produktlebenszyklus-regulatorik-medicircle.pdf>





## 6 Erkenntnisse aus der Befragung der Akteure

### 6.1 Zielsetzung, Methodik und Stichprobenbeschreibung

Im Zuge des Übergangs zu einer zirkulären Wertschöpfung im Gesundheitswesen stehen Institutionen und Akteure vor verschiedenen Herausforderungen, Hindernissen und Konflikten. Um diese genauer zu untersuchen, wurden zwischen Juli und Oktober 2023 insgesamt 34 Vertreterinnen und Vertreter aus Herstellung und Anwendung von Medizinprodukten befragt. Aufgrund der relativ geringen Anzahl von Entsorgern medizinischer Abfälle wurden Vertreterinnen und Vertreter dieser dritten relevanten Akteursgruppe anhand qualitativer Interviews zu deren Perspektive auf Hindernisse und Herausforderungen des Übergangs zu einer zirkulären Wertschöpfung im Gesundheitssektor befragt.

Die Datenerhebung erfolgte über eine Online-Umfrage, bei der den Teilnehmenden zwei Fragebögen zur Verfügung gestellt wurden – einer für Anwenderinnen und Anwender und einer für Hersteller. Die Umfrage wurde mithilfe von SoSci Survey durchgeführt. Der

Zeitraum, in dem die Daten erhoben wurden, erstreckte sich vom 27. Juli 2023 bis zum 1. Oktober 2023.

Die Stichprobe umfasste jeweils 17 Anwenderinnen und Anwender und 17 Vertreterinnen und Vertreter von Herstellern von Medizinprodukten. Einschlusskriterium für die Teilnahme war entweder Vertreterin oder Vertreter aus der Anwendung oder von Herstellern von Medizinprodukten zu sein. Die Rücklaufquote der Umfrage ermöglicht eine deskriptive Auswertung der erhobenen Daten.

### 6.2 Ergebnisse



Die meisten **herstellenden Unternehmen** sind mit dem Konzept der Circular Economy vertraut. Jedoch ist dieses Konzept den meisten **Anwenderinnen und Anwendern** noch nicht bekannt. Es ist auffällig, dass die Hersteller besser über die Maßnahmen



der Circular Economy innerhalb ihrer Organisation informiert sind, während die Anwenderinnen und Anwender nur sehr wenig bis gar nicht darüber Bescheid

wissen. Dennoch gibt es eine Mehrheit von befragten Anwenderinnen und Anwendern, die das Verlangen haben, ihr Arbeitsumfeld zu einem nachhaltigeren Verhalten zu ermutigen. Demnach liegt das geringere Interesse an nachhaltigem Handeln nicht an den Anwenderinnen und Anwendern selbst, sondern daran, dass das Thema in den Organisationen noch nicht so stark verfolgt wird wie bei den herstellenden Unternehmen. Dies wird auch durch das Ergebnis bestätigt, dass 71% der Hersteller den Beitrag ihrer Organisation zur Nachhaltigkeit als gut oder sehr gut einschätzen, während nur 59% der Anwenderinnen und Anwender dasselbe tun. Bei der Wahrnehmung der Wertschätzung für ökologisches Handeln wird dieser Unterschied noch deutlicher: 83% der Hersteller bestätigen, dass sie diese Wertschätzung empfinden, während nur 59% der Anwenderinnen und Anwender dasselbe bestätigen können.

Die am häufigsten genannte Gründe, warum herstellende Unternehmen **Mehrwegprodukte** anbieten, sind

1. Finanzielle Vorteile und Preissenkung
2. Erhöhte Marktdurchdringung
3. Nachhaltigkeit
4. Auftragsdienstleistung

Darüber hinaus stimmte die Mehrheit der befragten Hersteller darin überein, dass Kostensenkung und Wirtschaftlichkeit, das Fehlen einer Mehrweg-Alternative, die Unmöglichkeit zur Reinigung und Sterilisation sowie die Patientensicherheit und Haftung, Gründe für die Herstellung von **Einwegprodukten** sind. Es gibt jedoch keine Mehrheit für rechtliche Gründe oder mangelndes Wissen.



**Nutzerinnen und Nutzer** hingegen nennen hauptsächlich Kosten (21%), Nachhaltigkeitsbemühungen (17%), Sterilität (10%) und Prozesse (7%) als Gründe für die Nutzung von Mehrwegprodukten.

Die am häufigsten genutzten **Mehrwegprodukte** bei den befragten Anwendern sind Larynxmasken, Behälter für Blutproben, Stoffhandtücher, OP-Instrumente, Läppchen beim Ultraschall, Stethoskope, Beatmungsmasken, Flexible Endoskope, Katheter, Behälter für sterile Wischtücher und Zellstofftupfer.

Die am häufigsten genutzten **Einwegprodukte** sind dagegen Lampengriffe, OP-Besteck/chirurgisches

Besteck, Tropfenbecher, Verpackungen, Pinzetten, Liegenauflagen, Nierenschalen, Spritzen, Stabpipetten, Endoskope, sterile Kleidung, Scheren, Einmalstanzen, Waschhandschuhe, Medikamentenblisters, Ausdrucke, Katheter, Schrauben, Inhalationssysteme und Klemmen.

Genannte **Gründe für deren Nutzung** sind hauptsächlich finanzielle Vorteile, Zeitmangel (z. B. aufgrund begrenzter Kapazitäten zur Aufbereitung von Mehrwegprodukten), Sterilität und Kontamination, Prozesse, Richtlinien, Risikobewertung, Nachhaltigkeit sowie Entscheidungen der Ärzte zur Handhabung (z. B. bevorzugen viele Chirurgen Einweg-Skalpelle aufgrund ihrer Schärfe).



Bei der Frage nach den in **herstellenden Unternehmen berücksichtigten R-Strategien** der Circular Economy (siehe Abbildung 2)

stehen vor allem die klassischen Strategien im Fokus, die bereits im Kontext des bisherigen Verständnisses einer Kreislaufwirtschaft zentrale Prinzipien sind. Die meistgenannten R-Strategien, die in den Unternehmen berücksichtigt werden, sind „Reduce waste“ und „Repair“. Darüber hinaus werden auch „Recycle“, „Refurbish“ und „Rethink“ von bis zu einem Drittel der Unternehmen genannt. Die Strategien „Refuse“, „Refurbish“, „Remanufacture“, „Repurpose“ und „Reuse“ werden jedoch explizit von 30–50% der befragten herstellenden Unternehmen nicht berücksichtigt.



In der Anwenderumfrage zeigt sich ein deutlicher Trend zu einer geringeren bewussten Planung der sogenannten R-Strategien. Die

am häufigsten angewandten Strategien sind „Repair“ (53%), „Waste reduction“ (41%) und „Recycling“ (29%). Es wird deutlich, dass viele Anwenderinnen und Anwender zumindest teilweise die obersten Prinzipien „Refuse“, „Rethink“ und „Reduce“ beachten. Gleichzeitig ist es überraschend, dass 41% der Befragten angeben, dass es keine gezielte Planung oder nur eine geringe Berücksichtigung der Recycling-Strategie gibt.



Die befragten **herstellenden Unternehmen** geben als **Gründe für die Berücksichtigung zirkulärer Prinzipien** vor allem Umwelt- und

Nachhaltigkeitsbemühungen, wirtschaftliche und finanzielle Ressourcen sowie das Engagement der obersten Führungsebene an. Des Weiteren werden Richtlinien und Gesetzgebung sowie der Druck von

Kundinnen und Kunden sowie Lieferanten als Gründe genannt, die das Unternehmen zum Handeln veranlassen. Die befragten Anwenderinnen und Anwender nennen genau die gleichen Gründe.

Die sieben häufigsten **Hindernisse bei der Umsetzung zirkulärer Prinzipien** aus Sicht der Hersteller sind eine mangelnde Zusammenarbeit mit Kundinnen und Kunden, Konkurrenz und anderen Akteure entlang der Lieferkette, starre Prozesse innerhalb der Organisation, eine fehlende Nachfrage nach kreislauffähigen Produkten, fehlende finanzielle Mittel, Zeitmangel sowie fehlende Entscheidungshilfen wie Datenerhebungs- und Berichtssysteme.

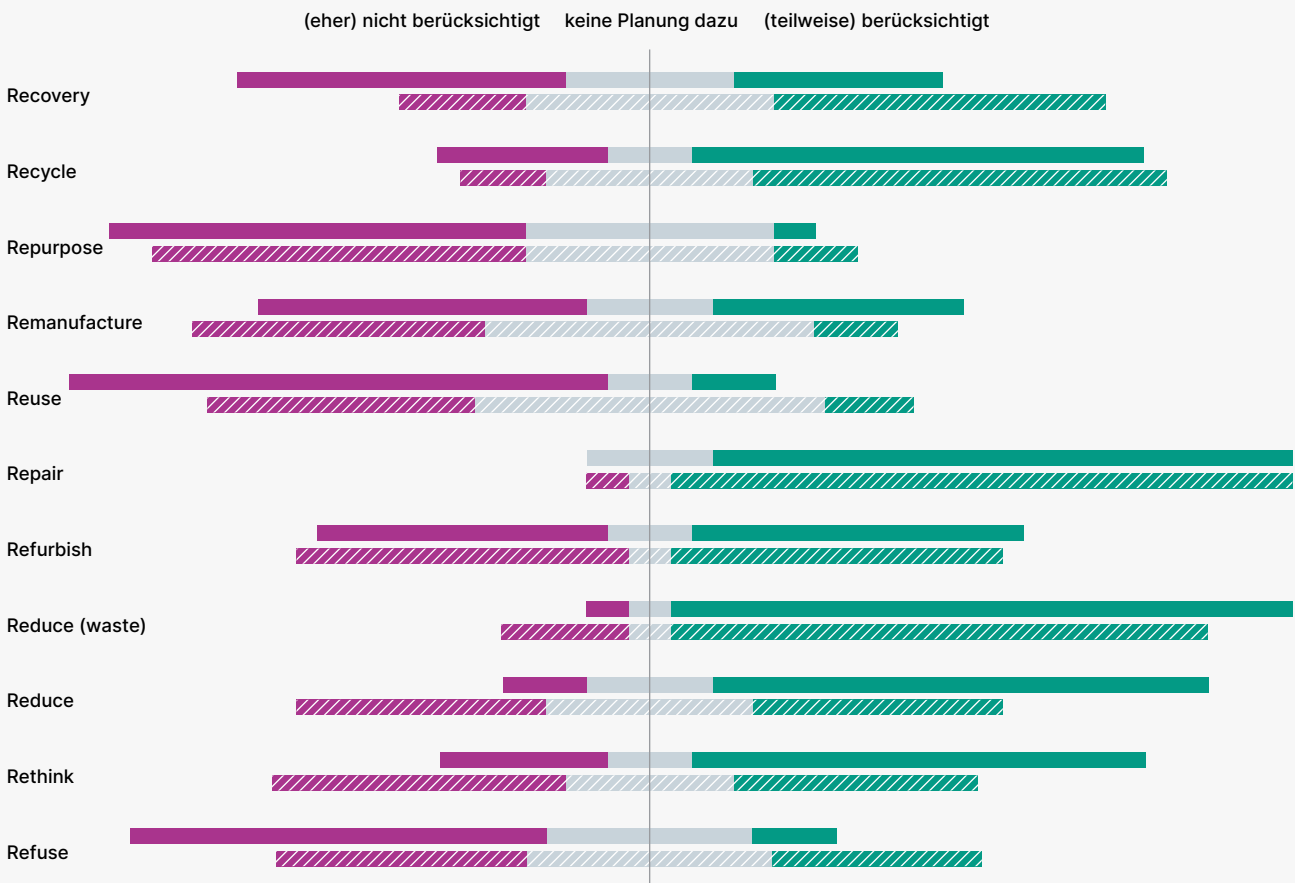


**Anwenderinnen und Anwender** in der Gesundheitswirtschaft identifizieren besonders den Zeitmangel bei der Umsetzung, fehlende finanzielle Mittel, eine mangelnde Zusammenarbeit entlang der Lieferkette, fehlendes Knowhow, fehlende Entscheidungshilfen wie Datenerhebungs- und Berichtssysteme sowie starre Verfahren und Prozesse als die sechs größten Hindernisse für eine funktionierende

Kreislaufwirtschaft. Bei der Frage nach der **Rolle der Digitalisierung** bei der Umsetzung zirkulärer Prinzipien zeigen herstellende Unternehmen ein größeres Verständnis für die Digitalisierung im Allgemeinen und ihren Zusammenhang mit Zirkularität. Sie nennen beispielsweise die Erhebung und Digitalisierung von Daten, die Digitalisierung der Verfahrensabläufe entlang der Wertschöpfungskette, das Energiemanagement, Kenntnisse über Materialzusammensetzung, datenbasierte Entscheidungen für die Produktentwicklung, Rückverfolgbarkeit von Produkten über die gesamte Lieferkette sowie Verbrauchsanalysen und Transparenz über die Materialzusammensetzung als Einsatzmöglichkeiten der Digitalisierung, die zirkuläre Prinzipien unterstützen oder ermöglichen können.

Anwenderinnen und Anwender hingegen sehen vor allem im digitalen Lagerhaltungs- und Materialflussmanagement und der dadurch entstehenden Transparenz das größte Potenzial der Digitalisierung für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft. Des Weiteren wird die Bedeutung der Digitalisierung für eine effizientere Sortierung im Recycling, die Nachverfolgbarkeit von

Abbildung 2: berücksichtigte R-Strategien. ● Hersteller ● Anwender. Stichprobe: n=17



Produkten und ihre Rolle als Kontrollinstrument für Abfallmengen und Recyclingquoten genannt. Es wird auch die Nutzung digitaler Tools zur Wissensbündelung in Form eines „Wikis“ für die Circular Economy vorgeschlagen. Allerdings gibt es auch Anwenderinnen und Anwender, die die Digitalisierung kritisch sehen und den Energiebedarf sowie den Zeit- und Arbeitsaufwand für die Mitarbeitenden in Kliniken bemängeln.



Die **Hersteller** sehen im Bereich des Abfallmanagements verschiedenen Herausforderungen. Einen wesentlichen Ansatzpunkt sehen sie in der Verbesserung des Informationsaustauschs sowohl mit den Versorgern als auch den Entsorgern. Auch Kooperationen mit anderen am Prozess beteiligten Unternehmen scheinen noch ein Hindernis darzustellen. Hierzu wünschen sich die befragten Unternehmen mehr fertige Konzepte für den Informationsaustausch wie runde Tische oder andere Veranstaltungsformate. Ein bedeutendes Hindernis sind außerdem aus Sicht der Hersteller regulatorische Vorgaben z. B. zum Einsatz von Rezyklaten. Gleichzeitig wünscht man sich Regulierung z. B. ein Verbot gewisser Einmalprodukte bzw. dass eine Wiederverwendbarkeit von Medizinprodukten grundsätzlich vorausgesetzt wird. Als strukturelles Problem führen die Hersteller an, dass die ungetrennte Entsorgung immer noch zu kostengünstig ist und so keinen Preisreiz für die Realisierung besserer Stofftrennung und die Verwendung von Mehrwegprodukten setzt. Oft werden auch mit dem Argument der Patientensicherheit Einwegprodukte in Sterilverpackung gegenüber aufbereiteten Produkten bevorzugt, was wiederum zusätzlich zu einem erhöhten Aufkommen an Verpackungsmüll führt. Hersteller sehen außerdem das fehlende Bewusstsein und Mindset für Materialien als Hinderungsgrund für eine echte Circular Economy in der Gesundheitswirtschaft. Zudem sehen sie sich aber auch selbst in der Verantwortung Rücknahmemöglichkeiten für sortenrein getrennte Materialien oder Produkte in Kooperation mit Entsorgern bei den Versorgern vor Ort zu schaffen. Hierfür fehlt es aber wiederum an Kooperationen zwischen Herstellern, um eine kritische Masse zu erreichen bzw. um den Versorgern nicht zumuten zu müssen, Produkte nach Art und Hersteller getrennt erfassen zu müssen. Dies scheint operativ unmöglich umzusetzen. Die Bedürfnisse und „pain points“ der Anwenderinnen und Anwender überhaupt zu kennen, scheint auch noch keine Selbstverständlichkeit aus Herstellersicht zu sein.



**Anwender** hingegen sehen das größte Potenzial in der Vermeidung von Abfall durch das Ansetzen am Produktdesign (z. B. bei Klammernahtgeräten, wie in Kapitel 7.1 detaillierter erörtert). Auch wünschen sie sich in Bezug auf das interne Abfallmanagement eine bessere Mitarbeit der Geschäftsführung sowie mehr Zuständige z. B. neben dem/der zentralen Abfallbeauftragten eine beauftragte Person pro große Organisationseinheit der Klinik. Ganz deutlich wird an dieser Stelle, dass mangelndes Knowhow bei den Versorgern ein wesentliches Hindernis darstellt. Dem medizinischen Personal genauso wie dem Krankenhausmanagement fehlt oft sowohl Bewusstsein als auch Kompetenz zu Abfallarten und richtiger Trennung. Kliniken wünschen sich eine professionelle Beratung zur Verbesserung des Abfallmanagements. Dies können Entsorger theoretisch leisten, es scheint in der Realität aber selten genutzt oder von deren Seite gar nicht angeboten zu werden. Blickt man auf den von Anwendern aufgeführten Zeitmangel in diesem Kontext, ist wahrscheinlich auch das ein zentraler Grund für die mangelnde Inanspruchnahme von Beratung. Ein in diesem Kontext angebrachtes Hindernis ist auch wieder die mangelnde interne Infrastruktur, um eine detailliertere Sortierung zu gewährleisten. Sortierprozesse und Entsorgungsflächen dürfen nicht mehr Raum einnehmen als bisher, so der Wunsch der Anwenderinnen und Anwender. Auch die Versorger wünschen sich mehr Rücknahmemöglichkeiten durch die Hersteller sowie ein größeres Angebot von Mehrwegprodukten bei gleichzeitig günstigeren Möglichkeiten der Sterilisierung. Einen weiteren Ansatzpunkt zur Müllreduktion sehen sie in wiederverwendbarer steriler Verpackung sowie in der Lockerung von Produkt-Ablaufdaten bei sachgerechter Lagerung. Für ein besseres Produktflussmanagement wünschen sie sich zudem die digitale Verfügbarkeit der Produktdaten in der Klinik in allen beteiligten Bereichen, um unnötige Lagerhaltung und zusätzliche Verschwendung durch Überschreitung von Verfallsdaten zu vermeiden.



Aus Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern von **Entsorgern** geht hervor, dass aus deren Perspektive vor allem die Regulatorik, und konkret die LAGA M18, die größte Hürde für ein umfangreicheres Recycling von Krankenhausabfällen ist. Zudem nennen Entsorger die Strukturen und Prozesse bei den Versorgern wie z. B. mangelnder Platz für Behältnisse sowie Zeitmangel und finanzielle Restriktionen als wesentliche Hindernisse. Ganz deut-

lich wird aber auch betont, dass der Wissenstransfer bzgl. Recycling und Mülltrennung hin zum Klinikpersonal fehlt. Damit sind nicht die Abfallbeauftragten gemeint. Hier besteht oft bereits ein guter Austausch. Ein großes Potenzial sehen Entsorger im Einsatz von Dekontaminationsanlagen, um insbesondere den Kunststoff in Krankenhausabfällen, der aktuell ca. 20 % ausmacht, anschließend sortieren und recyceln zu dürfen. Das unterbindet die oben genannte Regulatorik aktuell noch. Jedoch gibt es erste Erfolge in Gesprächen mit Behörden, die einen Testbetrieb ermöglichen wollen.



Bei der Frage, wie es um die Kommunikation mit den jeweils anderen Akteursgruppen steht, fällt auf, dass die **Hersteller** die Kommunikation mit den **Versorgern** deutlich besser bewerten als andersherum. Mehr als die Hälfte der befragten Anwenderinnen und Anwender

bewertet, unabhängig von den abgefragten Themen wie Digitalisierungsprojekte, sinnvoller Materialeinsatz, Produktlebensdauer und die Optimierung des Produktdesigns, die Kommunikation mit den Herstellern als „sehr schlecht“. Dagegen bewerten zwischen 45 % und 60 % der Befragten Hersteller die Kommunikation mit den Versorgern zu den Themen Digitalisierung, Produktlebensdauer und die Optimierung des Produktdesigns als sehr gut oder gut. Bei der Kommunikation mit den Entsorgern bewerten zwischen 60 % und sogar 80 % der Befragten die Kommunikation zu allen Themenbereichen als schlecht oder sehr schlecht. Im Schnitt lediglich ein Drittel der Befragten kann dort von einer sehr guten oder guten Kommunikation berichten. Dabei wünschen sich die befragten Hersteller sogar explizit einen kontinuierlichen Austausch mit den Entsorgern zur Müllreduktion. Bei den Versorgern ist die Deutlichkeit noch größer: Hier bewerten im Schnitt über 80 % der Befragten die Kommunikation mit Entsorgern als schlecht oder sehr schlecht.



Die durchgeführten Interviews mit den **Entsorgern** bestätigen diesen Eindruck zumindest teilweise. Insbesondere kleine und mittelständische Entsorger scheinen selten bei Entscheidungen der Hersteller zu Rate gezogen zu werden und auch deren Draht zu den Anwenderinnen und Anwendern ist nicht besonders gut. Große Entsorgungsunternehmen hingegen haben hier oft eigene Geschäftsmodelle geschaffen, bieten Dienstleistungen wie Schulungen für Abfallbeauftragte an, sind häufiger an Forschungsprojekten beteiligt und finden sich öfter an

„runden Tischen“ zu den Themen wieder als die kleineren Entsorgungsbetriebe.

### 6.3 Fazit



Die meisten **herstellenden Unternehmen** sind mit der Circular Economy vertraut,

während den meisten **Versorgern** dieses Konzept noch unbekannt ist. Dennoch gibt es Anwenderinnen und Anwender, die nachhaltiges Verhalten fördern möchten. Das

geringere Interesse liegt nicht an den Anwenderinnen und Anwendern selbst, sondern an der geringeren Verfolgung des Themas in den Organisationen im Vergleich zu den herstellenden Unternehmen. Die Hersteller schätzen den Beitrag ihrer Organisation zur Nachhaltigkeit positiver ein als die Versorger. Auch bei der Wertschätzung für ökologisches Handeln gibt es Unterschiede. Die Hersteller fühlen sich mehr wertgeschätzt als die Versorger.



Die Gründe für **herstellende Unternehmen**, Mehrwegprodukte anzubieten, sind finanzielle Vorteile, Marktdurchdringung, Nachhaltigkeit und Auftragsdienstleistung. Die meisten Hersteller sind sich auch einig, dass Kostensenkung, fehlende Mehrweg-Alternativen, Reinigungs- und Sterilisationsunmöglichkeit sowie Patientensicherheit und Haftung Gründe für Einwegprodukte sind. Nutzer hingegen nennen hauptsächlich Kosten, Nachhaltigkeit, Sterilität und Prozesse als Gründe für die Nutzung von Mehrwegprodukten.



Die **Unternehmen** und **Anwender** in der Gesundheitswirtschaft haben ähnliche Gründe für die Berücksichtigung zirkulärer Prinzipien wie Umwelt- und Nachhaltigkeitsbemühungen, wirtschaftliche Ressourcen und Führungsebene. Richtlinien, Gesetzgebung,

Kundennachfrage und Lieferanten spielen auch eine Rolle. Es gibt jedoch auch Hindernisse wie mangelnde Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten, Konkurrenz entlang der Lieferkette, starre Prozesse innerhalb der Organisation, mangelnde Nachfrage nach kreislauffähigen Produkten, begrenzte finanzielle Mittel und Zeitmangel.

Die Hersteller erkennen die Bedeutung der Digitalisierung, während die Versorger skeptisch sind. Es besteht Verbesserungsbedarf im Abfallmanagement in Bezug auf Informationsaustausch und Kooperatio-

nen mit Versorgern und Entsorgern sowie mit anderen Unternehmen entlang der Prozesskette. Regulatorische Vorgaben werden sowohl als Hindernis als auch als Forderung nach strengerer Regulierung genannt. Die Versorger wünschen sich bessere Unterstützung und Beratung. Entsorger sehen Regulatorik sowie Platz- und Zeitmangel bei den Versorgern als größte Hürden für ein umfangreicheres Recycling von Krankenhausabfällen. Die Kommunikation zwischen den Akteursgruppen ist verbesserungswürdig und es besteht Bedarf nach einem kontinuierlichen Austausch. Dabei scheinen große Entsorgungsunternehmen eine bessere Verbindung zu Herstellern und Versorgern zu haben als kleine und mittelständische Entsorgungsunternehmen.

### Unsere Handlungsempfehlungen

- Um zirkuläre Lösungen entwickeln zu können, braucht es Raum und Zeit für Wissenstransfer zwischen allen drei Akteursgruppen
  - Hier können z. B. Wirtschaftsförderer, Verbände oder Clusterorganisationen ansetzen und solch einen regelmäßigen Austausch anleiten und gestalten
  - Insbesondere bei den Versorgern braucht es hierfür zusätzliche zeitliche und finanzielle Kapazitäten
  - Für **Entsorger** sehen wir die Chance an dieser Stelle **Dienstleistungs- und Beratungsangebote** für Versorger und Hersteller zu entwickeln
- Sensorik-Einsatz zur Reduktion von Leerfahrten, um zumindest den Emissionsausstoß von Entsorgungsfahrten zu reduzieren (Ziel: Klimaneutrale Entsorgung)
- Der **Aufbau von Knowhow** zu zirkulären Prinzipien auf Seite der Anwenderinnen und Anwender ist dringend gefragt – z. B. über die Integration in existierende Weiterbildungsprogramme für das Gesundheitspersonal, Ausbildung zusätzlicher Circularity-Beauftragte in den einzelnen Organisationseinheiten
- **Abbau der Regulatorik** um die LAGA M 18 – Ermöglichung von Tests zum Recycling desinfizierter Krankenhausabfälle
- Förderung der **Nachfrage nach Mehrwegprodukten** z. B. durch Veränderung von Abrechnungsprozessen bei den Krankenkassen
- **Stärkung der Digitalisierung** bei Entsorgern und Versorgern, um Transparenz über Mengen und Materialqualitäten zu schaffen sowie Potenziale für eine Getrennterfassung zu heben

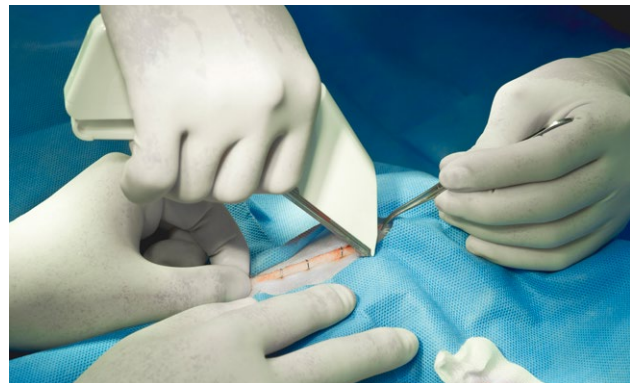
# 7 Herausforderungen aus der Branche

Im Rahmen eines Barcamps haben Vertreterinnen und Vertreter von Herstellern und Kliniken ihre eigenen Herausforderungen mitgebracht. Diese wurden anschließend durch Expertinnen und Experten aus Medizintechnik, Versorgung und Entsorgung mit Hilfe der R-Strategien und einem Circular Economy Canvas bearbeitet und mit denen diskutiert, die die Herausforderung einbrachten. In den nächsten Kapiteln er-

fahren Sie mehr über die drei Herausforderungen und die zugehörigen Lösungsideen: Klammernahtgeräte, Kompressionsstrümpfe und Kreislaufführung von medizinischen Kunststoffen. Die Sammlung der Ideen ist nicht als umsetzbarer Maßnahmenkatalog zu verstehen, sondern als Impulse, die dann im nächsten Schritt durch die Einbringenden der Herausforderungen auf Umsetzbarkeit geprüft werden müssen.

## 7.1 Klammernahtgeräte

Klammernahtgeräte sind in der Regel batteriebetriebene OP-Produkte in unterschiedlichen Größen und Ausführungen. Es gibt zwar Mehrweggeräte mit wechselbarem Magazin, die sterilisiert werden können, meist werden im OP aber aus Kostengründen und wegen des einfacheren Umgangs Einwegprodukte verwendet, die nach einmaliger Verwendung unsortiert wegwerfen und verbrannt werden. Daher stellt sich die Frage, wie ein wirtschaftlich belastbares und für das Krankenhauspersonal umsetzbares Kreislaufkonzept aussehen könnte.



### Partner

- Hersteller
- Regierung
- Krankenhausmitarbeitende
- Krankenhausleitung
- Krankenkassen
- Entsorger

### Herausforderungen

- einheitliche und austauschbare Systeme z. B. zum Laden
- hoher bürokratischer Aufwand
- Abrechnung bei Krankenkassen
- Finanzieller Vorteil
- Fehlende Gesamtübersicht über Prozessketten und Nachhaltigkeitspotenziale

### Lösungsideen

- Mechanische Lösung statt verbauter Elektronik ist leichter zu sterilisieren
- Ausbaubare Elektronikteile, z. B. wechselbare Akkus, wobei ein herstellerübergreifendes, einheitliches Akkusystem notwendig wäre
- Kapselung der Elektronik mit standardisierter Lade-Option (kontaktlos oder per USB-C)
- Modulares Produktdesign mit Single-Use Komponenten aus recyclingfähigem Monomaterial oder Biokunststoffen und langlebigen Mehrwegkomponenten
- As-a-service Geschäftsmodelle für Entsorger und Aufbereiter, die herstellerübergreifend Reparatur und Refurbishment übernehmen und somit den Krankenhäusern die Last abnehmen
- Ein günstiges und automatisiertes Sortier- und Wiederaufbereitungssystem
- Einheitliche Farbschemata für die Mülltrennung im Krankenhaus, idealerweise EU-weit
- Preisgestaltung der Entsorger auf Basis des entstehenden CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> als Währung)

## 7.2 Kompressionsstrümpfe / komplexe Textilien

Die Lagerzeit eines Kompressionsstrumpfs beträgt maximal 42 Monate. Die Lebensdauer eines Kompressionsstrumpfs beträgt in der Regel 6 Monate bei regelmäßiger Nutzung, da die Elastizität durch die Nutzung abnimmt und die Funktion dann nicht mehr gegeben ist. Nach der Nutzung werden die Strümpfe durch die Patientinnen und Patienten dem Restmüll zugeführt. Das Material ist ein komplexes Gestrick aus Polyamid und Elasthan, das sich mechanisch nicht trennen lässt. Das gesamte Gestrick lässt sich kaum mit mechanischen Verfahren zerkleinern, da die Fasern zu elastisch sind. Wie können die Sammlung und das Recycling der Kompressionsstrümpfe gelingen?



### Partner

- Garnhersteller
- Patientinnen und Patienten

### Herausforderungen

- Ist das Sammeln und chem. Recycling sinnvoller / CO<sub>2</sub> ärmer als thermische Verwertung?
- Kosten



### Podcast BI

Im Bayern Innovativ Podcast sprechen Dr. Petra Blumenroth, Dr. Eva Schichl und Stefanie Brauer über das Thema „Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik – ist das machbar?“

<https://bayern-innovativ.podigee.io/88-kreislaufwirtschaft-gesundheit>



### Lösungsideen

- Andere, bessere Materialien: z. B. Nylon aus Rizinusöl oder biologisch abbaubare Materialien
- Recyceltes Polyamid einsetzen
- Farben aus natürlichen Rohstoffen
- Evtl. Farbauswahl einschränken
- Anderes Material bzw. Trennung der Materialien große Herausforderung
- Altes Material mit einspinnen?
- Erkennung der tatsächlichen Tragedauer – Tragedauer verlängern
- Nacht- und Tagstrumpf: längere Tragezeit für nachts
- Upcycling der alten Strümpfe (Haargummis, Kapitänsbinden, Tierkompressionsstrümpfe, Faden- / Material: weniger Kompressionswirkung: Sportbekleidung
- Über- und Unterstrumpf
- Mieten als Anreiz
- Pfandsystem
- Chem. Recycling des Polyamids
- Anreize: geringere Rezeptgebühr, Vergünstigungen, Umweltaspekt
- Ort: Sanitätshäuser, Leistungserbringer, Apotheken, Hausarzt (Hol- und Bring-Lieferkette)
- Sammlung und Rücksendung an Hersteller + Gutschein? Oder Kosten bei Nicht-Rückgabe



### 7.3 Kreislaufführung von medizinischen Kunststoffen

Aktuell wird der Großteil der Kunststoffe in der medizinischen Anwendung als kontaminierter Abfall deponiert oder thermisch verwertet. Lediglich Verpackungen, die nicht in den Kontakt mit Patientinnen und Patienten kommen (z. B. im Lager) können separat gesammelt und dem Recycling zugeführt werden. Zudem werden Kunststoffe klassischerweise in Einwegprodukten genutzt und so nach nur einer Nutzung entsorgt. Aufgrund der aktuellen Auslegung der LAGA-Mitteilung 18 gibt es in Deutschland keine Kommune, die die Dekontaminierung von Kunststoffabfällen aus medizinischen Einrichtungen für eine Weiterbehandlung im mechanischen Recycling genehmigt.

#### Partner

- Für mechanisches Recycling: Entsorger, der Abfälle dekontaminiert und Kommune, die Dekontamination und Weiterbehandlung genehmigt
- Recycler, der dekontaminierte Kunststoffe aus Krankenhäusern chemisch und/oder mechanisch recycelt und aufbereitet
- Polymerhersteller / Compoundeur
- Medizintechnikhersteller bzw. Verpackungshersteller im medizinischen Bereich
- Plattform für Recyclingmaterialien mit Zertifizierung (z. B. wie CIRPLUS) für medizinischen Recyclingkunststoff

#### Herausforderungen

- Sterilisationsprozesse können Kunststoffe schädigen (strahlenbasierte Sterilisationsverfahren, z. B. Gammastrahlen) und für das mechanische Recycling ungeeignet machen bzw. die Qualität erheblich herabsetzen
- Akzeptanz von biobasierten Kunststoffen und Bewusstsein für recyclingfähige Drop-in-Kunststoffe (z. B. PE) erhöhen.



#### Lösungsideen

- Produkte aus Monomaterialien
- Design out toxic material und geklebte Verbindungen
- Textil statt Kunststoff im OP
- Einkaufsvorgaben für Einsatz von Recycling-Materialien und Monomaterialien
- Chemisches Recycling (wo energetisch sinnvoll)
- Optimierte manuelle Trennbarkeit von Verpackungsmaterial im OP bzw. der Klinik allgemein
  - Verantwortung der Produkthersteller
- Blutfreies Sterilisationsvlies separat erfassen
- Entsorgungsbehältnisse, die aktuell mit entsorgt werden, im Kreislauf führen
- Einheitliche Entsorgungsbehältnisse flächendeckend in Deutschland (Vorbild: Frankreich und Spanien)
- Regionale Hubs zur Dekontaminierung von Kunststoffen aus medizinischer Anwendung
- Kunststoffauswahl sowohl an Nutzung als auch an Recyclingverfahren anpassen
  - Mechanisches Recycling: Polyolefine sind im chemischen Recycling sehr energieintensiv und eignen sich eher für ein mechanisches Recycling. Recyclingmaterial hieraus kann aufgrund der strengen Vorschriften nicht wieder im medizinischen Bereich eingesetzt werden
  - Chemisches Recycling: Polyester wie z. B. PLA, PEF (beide vollständig biobasiert) und PET lassen sich mit relativ geringem Energieeinsatz und sehr hoher Ausbeute chemisch recyceln und können nach dem Recycling auch wieder den Weg in die medizinische Anwendung finden (echte Kreislaufschiebung). Kein Downcycling: So können Recyclingströme in die Medizintechnik gelenkt werden. Konkretes Vorhaben (bisher noch nicht realisiert): Medizinische-PLA-Steril-Verpackungen aus dem chemischen Recycling als Proof of Concept

## 7.4 Interview Herausforderungen

Technische Ideen für eine ressourcenschonendere Gesundheitsversorgung bestehen seit jeher viele. Kommen diese jedoch tatsächlich im Markt an und werden somit zur Innovation? Einerseits bestehen Anforderungen des Marktes, denen sich diese Lösungen stellen müssen, z. B. die Passgenauigkeit der Lösung in die Versorgungsprozesse, die wiederum die Akzeptanz der Nutzenden beeinflusst oder die Preissensibilität der Käufer um nur zwei zu nennen. Andererseits bestehen hohe Einstiegshürden für Medizinprodukte

z. B. im Bereich der Zulassung der Produkte nach MDR oder durchzuführende klinische Prüfungen, die den Innovationsprozess grundsätzlich zeit- und kostenintensiv werden lassen. Ob ein Hersteller von Medizinprodukten in eine Neuentwicklung investiert, hängt somit von vielen Faktoren ab. Im Folgenden gibt die Kammerer Medical Group Einblick in Herausforderungen, die in ihrem Fall konkret die Einführung eines nachhaltigeren Medizinprodukts in den Markt erschweren.

### Kammerer Medical Group

#### Was war die Ausgangssituation / was waren die Beweggründe für das Projekt?

Tatsächlich war das Projekt ursprünglich technisch motiviert: Der Erfinder und die Erfinderin haben die Möglichkeit für die Weiterentwicklung der Kerrison-Instrumente gesehen. Die vielfältigen Vorteile, die sich durch die wechselbaren Arbeitsenden ergeben, haben sich dann gezeigt: Ressourcenschonung durch längere Standzeit des größten Teils des Instruments, Material- und Energieeinsparung durch weniger Griffe für alle benötigten Arbeitsenden in einem Sieb, dadurch auch Platz und Übersicht im Siebkorb, Kosteneffizienz, Möglichkeit für unterschiedliche Materialien für Griff und Arbeitsende und Vorteile für den Operationsverlauf.

#### Wie war die Herangehensweise?

Die technische Entwicklung und Patentanmeldung wurden im Vorfeld der Messe MedtecLive/T4M 2022 schnell durchlaufen, um Prototypen auf der Messe vorstellen zu können.

#### Was waren / sind die Herausforderungen?

Momentan ist die größte Herausforderung, einen Partner für die Zulassung und Markteinführung des Instruments zu finden. Die Inverkehrbringer medizinischer Instrumente sind mit der Rezertifizierung nach MDR ihres bestehenden Produktportfolios ausgelastet und wollen keine neuen Instrumente aufnehmen. Ein weiteres Problem sind fehlende Daten zu Nutzungsdauer bisheriger Kerrison-Instrumente. Wir wissen weder, wie oft die schneidenden Instrumente im Durchschnitt eingesetzt werden, bevor sie zu stumpf sind, noch wissen wir, welcher Anteil von aussortierten Instrumenten aufwändig nachgeschärft wird. Ebenso haben wir keine Daten dazu, wie viele der unterschiedlichen



**Dr. Sabine Seeliger**

IP Management & Assistenz der Geschäftsleitung  
bei Kammerer Medical Systems GmbH & Co. KG

Kerrison-Instrumente im Siebkorb tatsächlich benutzt werden und wie viele meistens nur „mitlaufen“, aber durch wiederholte Reinigung und Sterilisation ebenfalls altern. Auf diese Weise können wir die Vorteile der wechselbaren Arbeitsenden nicht quantifizieren; von einem LCA (Life Cycle Assessment, bzw. Lebenszyklusanalyse oder auch Ökobilanz) ganz zu schweigen.

#### Welchen Impact hat Ihre Arbeit (auf die Nachhaltigkeit des Klinikums)?

In Anbetracht der riesigen Müllberge, die in Kliniken täglich anfallen, ist die Verlängerung der Standzeit von einem Typ wiederverwendbarer chirurgischer Instrumente nur ein kleiner Beitrag. Frustrierend für uns als Hersteller ist, dass sich kein Inverkehrbringer hierfür findet, obwohl das neue Instrumentendesign gleichzeitig mit Kostenvorteilen und Vorteilen für den Operationsverlauf verbunden ist.

## 8 First Practice Beispiele und Lösungsansätze

In der Gesundheitsversorgung gibt es nicht nur viele Herausforderungen in Bezug auf die Circular Economy, sondern auch erste Ansätze, wie diese gelöst werden können. Im Folgenden wurden Vertreterinnen und Vertreter aus vier Organisationen interviewt, die ihren

Weg in Richtung Circular Economy von der Herausforderung zu den Lösungsansätzen beschreiben: vom Zulieferer für biobasierte Kunststoffe, hin zum Maximalversorger über die Digitalisierung des Abfalls bzw. der Wertstoffe bis hin zur eigentlichen Entsorgung.

### 8.1 Zulieferer & Hersteller



**Carmen Rommel**

Co-Founder, COO, Supply Chain & Sustainability bei BIOVOX GmbH

#### BIOVOX GmbH – Carmen Rommel

##### Was war die Ausgangssituation / was waren die Beweggründe für das Start-Up?

Das Gesundheitswesen strotzt nur so vor Einmalprodukten und Verpackungen – alles aus fossilen Ressourcen, kein Recycling weit und breit. Eine riesige Ressourcenschlacht mit großem Klimagasausstoß. Das haben wir in der Zusammenarbeit mit einer Uniklinik bei der Entwicklung implantierbarer Werkstoffe gesehen. Und wenn wir unser Gesundheitssystem so gestalten wollen, dass es uns nicht beim Heilen von Krankheiten die Lebensgrundlagen zerstört, müssen wir auch physisch am Produkt ansetzen.

##### Wie war die Herangehensweise?

Aus dem Bereich implantierbarer Biokunststoffe haben wir einiges Knowhow zur medizinischen Regulatorik und biologische Sicherheit von Werkstoffen. Als Ingenieure haben wir uns dann auf den Weg gemacht, die richtigen Rohstoffe für nachhaltige Medizinprodukte auszusuchen. Damit haben wir auf die Medizintechnik, auf Labor- und Pharmaanwendungen abgestimmte Kunststoffsysteme entwickelt und in der Folge dann Lieferketten aufgebaut, mit denen wir die Branchen-

#### CIMPLE Projekt

Die Technische Universität München arbeitet in ihrem internationalen Forschungs- und Netzwerkprojekt CIMPLE (Circular Medical Plastics Engineering) mit KNUS aus Ghana, ASTU aus Äthiopien und der TH Amberg-Weiden zusammen, um organisatorische und technologische Strategien für das Recycling und die Wiederaufbereitung von medizinischen Kunststoffprodukten zu entwickeln.

<https://www.mec.ed.tum.de/mmi/team/staff/fabian-jodeit/>



standards an Verfügbarkeit, Sicherheit und Dokumentation erfüllen können.

Für letzteres ist auch unser ISO 13485-zertifiziertes Qualitätsmanagement ein ganz wichtiger Teil – wir haben uns ganz auf das Gesundheitswesen fokussiert und bieten als Standard schon genau die Dokumentation und Sicherheit, die im Bereich Biokunststoffe sonst nicht zu bekommen ist.

### **Was waren / sind die Herausforderungen?**

Allem Voran natürlich die sehr lange Vorlaufzeit, bis Produkte und Verpackungen aus unseren Materialien in Serie gehen können. Diesen langen Atem muss man erstmal haben. Aber wir sind überzeugt, dass es sich lohnt, denn auch hoch regulierte Branchen müssen zum Umweltschutz beitragen, das ist nicht mehr nur eine Option, sondern wird zum absoluten Muss. Diese klare Perspektive, dass Nachhaltigkeit eben nicht am Gesundheitswesen „vorbei geht“, sondern eine zentrale Eigenschaft künftiger Medizintechnik sein muss, das haben wir erstmal in die Branche tragen müssen – zum Glück zusammen mit einigen Partnern, die das auch schon erkannt haben. Z. B. Bayern Innovativ Medizintechnik und BIOPRO Baden-Württemberg, mit denen wir in der Allianz für nachhaltige Medizintechnik ganz viel Grundlagenarbeit leisten, damit Berührungsängste abgebaut werden und konkrete Initiativen für nachhaltige Produkte gestartet werden. Und damit ganz einfach das Wissen rund um ökologisch nachhaltiges Wirtschaften in der Branche aufgebaut wird.

### **Welchen Impact hat euer Produkt (auf die Nachhaltigkeit)?**

Mit unseren Medical Grade Biokunststoffen adressieren wir Nachhaltigkeit ganzheitlich: Offensichtlich ist der bis zu 85 % geringere CO<sub>2</sub>-Fußabdruck im Vergleich mit aktuellen medizinischen Kunststoffen. Daneben halten wir es aber auch für notwendig, Medizintechnik nicht auf Basis fossiler, endlicher Ressourcen zu betreiben, und dabei unsere Lebensgrund-

lagen zu zerstören – wir wollen die Versorgungssicherheit auch sehr langfristig sichern helfen. Und, last but not least, stehen wir an einem Punkt, an dem nachhaltige Werkstoffe nur noch unwesentlich teurer sind als fossile – jedenfalls im Bereich medizinischer Kunststoffe. Wir helfen damit unseren Kunden, sich mit Blick auf immer stärker werdende Nachfrage nach nachhaltigen Produkten wettbewerbsfähiger aufzustellen und langfristig ihre ökonomische Stabilität zu sichern.

### **Warum sollten es andere euch gleich tun / Wie können andere es auch schaffen?**

Rückschritte bei Versorgungsqualität und -sicherheit, um den Ressourcenverbrauch zu vermindern, das sehen wir nicht als Alternative zum Status quo. Wir müssen gute Gesundheitsversorgung durch technisch geschickte Lösungen so gestalten, dass wir gleichzeitig viel nachhaltiger agieren, als das heute der Fall ist. Und es geht, das zeigen wir jeden Tag.

Den größten Hebel, die Welt zum Besseren zu verändern, haben wir, wenn wir Lösungen finden, bei denen der Anwender keinen spürbaren Leistungs- oder Preisunterschied zur konventionellen Lösung spürt – und das sollte der Anspruch für uns alle sein.

### **Welche Rolle spielt Digitalisierung dabei?**

Wir stellen alle Prozesse grundsätzlich papierlos auf, und auch in der Rezeptentwicklung gibt es ein paar ganz geschickte Tools, die die Effizienz erhöhen können. Das Granulat selbst ist erfrischend analog, da steckt die Smartness in Rezept und Rohstoff. Was wir aber sehen, ist, dass mehr und mehr Nachfrage für Elektronik-Gehäuse kommt, ob am Körper applizierte aktive Medizinprodukte oder Großgeräte.

## 8.2 Klinik / Gesundheitsversorgung

### Prof. Meining / UK Würzburg

#### Was war die Ausgangssituation / was waren die Beweggründe für das Projekt?

Durch diverse Publikationen haben wir erfahren, dass Krankenhäuser insgesamt und hierbei v.a. die Endoskopie einen erheblichen Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben. Wir wollten daher unseren Bereich, also die gastroenterologische Endoskopie, diesbezüglich genauer untersuchen, um verlässliche Daten und Ansatzpunkte für ein weiteres Handeln zu definieren. So entstand das Projekt „Green Endoscopy“ am Universitätsklinikum Würzburg.

#### Wie war die Herangehensweise?

Zunächst wurden die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Endoskopie am Universitätsklinikum Würzburg ermittelt. Dies umfasste Scope 1, 2 und 3. Bzgl. Scope 3 wurden zudem Zulieferfirmen kontaktiert und mittels eines detaillierten Fragebogens evaluiert. Anschließend wurden konkrete Maßnahmen bzgl. Scope 3 definiert und umgesetzt. Die Effektivität dieser Maßnahmen bezogen auf die CO<sub>2</sub>-Reduktion wurde präzise (auf das Gramm CO<sub>2</sub>-Equivalent genau) berechnet.

#### Was waren / sind die Herausforderungen?

Unterschiedliche Partner (Versorger, Verbraucher, Firmen, Einkauf, Logistik, Müllentsorgung, Pflege und Ärzte) mussten berücksichtigt und miteinbezogen werden.

#### Welchen Impact hat Ihre Arbeit (auf die Nachhaltigkeit des Klinikums)?

Wir konnten feststellen, dass gewisse Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Emission haben. Neu und uns so nicht bekannt, war der Faktor: Schutzkittel und „einfache“ Verbrauchsgüter, die nicht nur erheblichen Müll verursachen, sondern auch aufgrund der ausschließlichen Fertigung in Fernost lange Transportwege aufweisen. Zudem hat das Projekt dazu geführt, das Bewusstsein für Nachhaltigkeit in der Abteilung, aber auch im Klinikum insgesamt zu schärfen.



**Univ.-Prof. Dr. Alexander Meining**

Schwerpunktleiter Gastroenterologie, stellvertretender Klinikdirektor und Lehrstuhlinhaber Gastroenterologie am Universitätsklinikum Würzburg

#### Warum sollten es andere Ihnen gleich tun / Wie können andere es auch schaffen?

Die definierten Maßnahmen (Herstellerwechsel, Mülltrennung) lassen sich leicht umsetzen, beeinträchtigen nicht den Workflow und führen zu keiner Patientengefährdung.

#### Welche Rolle spielt Digitalisierung dabei?

In der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emission haben wir ein digitales Berechnungstool für die Endoskopie entwickelt. Dieses ist online frei verfügbar.

## 8.3 Digitalisierung



**Meike Lessau**

Circularity Manager bei Resourcify

### Resourcify

#### **Was war die Ausgangssituation / was waren die Beweggründe für das Start-Up?**

Resourcify wurde gegründet, um Abfallmanagement allgemein zu digitalisieren und so mehr Transparenz zu schaffen, um das Abfallmanagement sowohl ökologisch als auch ökonomisch optimieren zu können. Auf Grund des bestehenden Netzwerks aus Abfallverursachern (Kliniken) und Abfallentsorgern ist Johnson & Johnson 2020 auf Resourcify zugekommen, um eine stoffliche Verwertung für Medizinprodukte zu ermöglichen.

#### **Wie war die Herangehensweise?**

Zuerst haben wir eine Konzeptphase durchgeführt, um die technischen und regulatorischen Herausforderungen zu beleuchten. Mit dem theoretischen Konzept und nach Absprache mit den Behörden sind wir dann in eine Pilotphase gestartet.

#### **Was waren / sind die Herausforderungen?**

Bei dem ersten Stoffstrom handelte es sich um kontaminierte Elektro-Instrumente. Die größte Herausforderung war deshalb die Dekontamination zum einen technisch, aber auch regulatorisch. Die Behörden waren zuerst skeptisch gegenüber einer stofflichen Verwertung von Medizinprodukten, doch eine professionelle Dekontamination kann nachweislich die hygienischen Bedenken beseitigen. Heutzutage liegt die Herausforderung darin, den Prozess skalierbar zu machen, indem er herstellerunabhängig und noch effizienter wird.

#### **Welchen Impact hat euer Produkt (auf die Nachhaltigkeit)?**

Je nach Stoffstrom können 2–18 kg an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro kg Material durch das Recycling im Vergleich zur Verbrennung (Mix aus energetischer Verwertung und thermische Vernichtung) eingespart werden. Darüber hinaus bleiben wertvolle Materialien wie Aluminium, Kupfer, Platin und Palladium im Stoffkreislauf erhalten.

#### **Warum sollten es andere auch gleich tun /**

##### **Wie können andere es auch schaffen?**

Wichtig ist, dass wir gemeinsam an einem Strang ziehen und so langfristig eine flächendeckende stoffliche Verwertung von Medizinprodukten ermöglichen. Dafür müssen medizinische Abfälle als Wertstoff und nicht als Problem angesehen werden. Wenn wir diese Botschaft verbreiten, kommen wir der Vision Stück für Stück näher.

#### **Welche Rolle spielt Digitalisierung dabei?**

Die Digitalisierung schafft eine Datentransparenz, die bestimmte Fokus-themen offenbart. Nur mit dieser Datentransparenz können wirklich effiziente Prozesse und Systeme entwickelt werden, die langfristig bestehen bzw. sich weiterentwickeln können.

## 8.4 Entsorger

### REMONDIS Medison

#### Was war die Ausgangssituation?

Im Jahr 2022 hat die REMONDIS Medison GmbH eine Stabstelle für Nachhaltigkeit geschaffen. In diesem Zusammenhang beschäftigen wir uns unter anderem mit Lösungen wie medizinische Abfälle, die bislang zu einem großen Teil in Verbrennungsanlagen landen, einer stofflichen Verwertung zugeführt werden können.

Ein Teil der Lösung ist das bereits bestehende Verwertungsverfahren REKOMED, durch das kontaminierte Reststoffe, die bis dato vor allem in die Sonderabfallverbrennung gehörten, energetisch verwertet werden können. Das ist bereits jetzt nachhaltiger als die Beseitigung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage.

Die desinfizierten medizinischen Abfälle enthalten jedoch wertvolle Materialien, wie beispielsweise hochwertige Kunststoffe. Daher soll zukünftig an diesen Desinfektionsprozess anschließend, eine Sortierung und letztlich eine stoffliche Verwertung erfolgen.

#### Was war die Herangehensweise?

Für das Themenfeld Nachhaltigkeit und Recycling im Gesundheitswesen stand und steht für mich der Austausch mit allen Akteuren im Vordergrund. Dazu zählen unter anderem Medizinprodukte-Hersteller und auch Anwender wie Kliniken, Praxen oder Labore.

Was die Anlagentechnik angeht, bauen wir auf bestehender, innovativer Technologie auf und sind darüber hinaus auch an Forschungsprojekten beteiligt.

#### Was waren / sind die Herausforderungen?

Eine große Hürde ist die Regulatorik, die eine stoffliche Verwertung von medizinischen Abfällen bis dato nicht oder nur bedingt berücksichtigt.

Weiterhin ist es das Ziel langfristig nachhaltige Konzepte zu entwickeln, die nicht nur die Hürden für uns als Entsorger berücksichtigen, sondern auch die der Anwender. Dazu zählen zum Beispiel fehlender Platz für zusätzliche Behälter oder fehlende Zeit für die Sortierung.



**Jessica Hövel**

Referentin Nachhaltigkeit bei  
REMONDIS Medison GmbH

#### Welchen Impact hat Ihre Idee /Produkt / Arbeit (auf die Nachhaltigkeit)?

Durch den Schritt von der Verbrennung hin zu einer stofflichen Verwertung können natürliche Ressourcen geschont und Treibhausgasemissionen eingespart werden. Die automatische Sortierung im Anschluss an das Desinfektionsverfahren adressiert zusätzlich die oben genannten Hürden auf Seiten der Anwender. Denn es gibt keinen zusätzlichen Platzbedarf auf Seiten der Anwender und die Sortierung liegt vollständig auf unserer Seite.

#### Warum sollten es andere Ihnen leichtun?

Das Gesundheitswesen ist in Deutschland der fünftgrößte Abfallproduzent. Dementsprechend ist das Abfall- und Wertstoffmanagement ein großer Nachhaltigkeitshebel, mit dem sich jeder auseinandersetzen sollte.

## 9 Blick in die Zukunft

Circular Economy kann und muss von mindestens zwei Seiten angefangen werden: Zum einen gibt es regulatorische Vorgaben, die schon existieren und immer weiterentwickelt werden, und zum anderen

gilt es anzufangen und die ersten Schritte zu wagen. Einblicke in Projekte, Praxistipps und weitere hilfreiche Informationen sollen Ihnen dabei helfen.

### 9.1 Regulatorische Roadmap für die Medtech-Branche

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden grundlegende politische Rahmenbedingungen geschaffen, die für die Entwicklung kreislauffähiger Medizintechnik zu berücksichtigen sind. Weitere relevante Verordnun-

gen und Richtlinien sind derzeit in der Vorbereitung. Im Folgenden wird ein Überblick zu den wichtigsten Gesetzen und Verordnungen gegeben.

#### 2005

##### Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG)

**Ziel:** Durch die gesteuerte und kontrollierte Entsorgung soll der illegale Export von Elektroaltgeräten ins Ausland bekämpft, wertvolle Rohstoffe wiederverwendet und die negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit reduziert werden.

**Inhalt:** Elektroaltgeräte dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt, sondern müssen getrennt gesammelt und recycelt werden dazu werden verschiedene Vorgaben gemacht.

**Hinweis:** Umsetzung der RoHS-Richtlinie. Letzte Neufassung von 2015 auf Grundlage der WEEE-Richtlinie. Für medizinische Geräte und In-Vitro-Diagnostika gibt es mehrere Ausnahmen u. a. sind Produkte bei denen davon auszugehen ist, dass sie vor Ablauf ihrer Lebensdauer infektiös werden und aktive, implantierbare Medizinprodukte ausgenommen. Das Gesetz bezieht sich nicht auf Batterien, hier ist das BattG anzuwenden.

#### 2007

##### Abfallverbringungsverordnung (AbfallverbringungsVO)

**Ziel:** Regelung der grenzüberschreitende Abfallverbringung.

**Inhalt:** Eine grenzüberschreitende Abfallverbringung unterliegt je nach vorgesehenem Entsorgungsverfahren dem Bestimmungsstaat und der Einstufung des Abfalls entweder Informationspflichten oder der vorherigen schriftlichen Notifizierung und Zustimmung (Abfalldefinition nach Abfallrahmenrichtlinie).

**Hinweis:** In Q4/23 haben Europäischer Rat und Parlament sich vorläufig über die Novelle der Abfallverbringungsverordnung geeinigt. U. a. sollen Ziele zu Klimaneutralität und Kreislaufwirtschaft integriert werden

und verschärfte Regulierungen integriert werden.

#### 2008

##### Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG)

**Ziel:** Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie in deutsches Recht.

**Inhalt:** Umweltwirkungen energieverbrauchsrelevanter Produkte.

**Hinweis:** Beauftragte Stelle: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung.

#### 2008

##### REACH-Verordnung

**Ziel:** Bisheriges Chemikalienrecht grundlegend harmonisieren und vereinfachen.

**Inhalt:** Innerhalb des Geltungsbereichs dürfen nur noch chemische Stoffe in den Verkehr gebracht werden, die vorher registriert und ggf. zugelassen wurden. Hersteller und Importeure müssen für jeden Stoff eine Registrierungsnummer besitzen.

**Hinweis:** Die Verordnung wird fortlaufend aktualisiert und angepasst.

#### 2009

##### Batteriegesetz (BattG)

**Ziel:** Erhöhung der Rücknahmequote von Altbatterien.

**Inhalt:** Stoffverbote, Registrierungs- und Rücknahmepflichten für Hersteller, Kennzeichnung und Hinweispflicht.

**Hinweis:** Anpassung an EU BattVO bis Q3/25 notwendig.



## 2008

### Öko-Design-Regulierung

- 📌 **Ziel:** Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Ökodesign-Anforderungen); trägt zur nachhaltigen Entwicklung bei, indem sie die Energieeffizienz und das Umweltschutzniveau erhöht und zugleich die Sicherheit der Energieversorgung verbessert.
- 📄 **Inhalt:** Die Anforderungen ergeben sich aus produktspezifischen Ökodesign-Verordnungen die 29 Produktgruppen erfasst (komplette Übersicht bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung).
- ⚠️ **Hinweis:** Medizinprodukte sind teilweise aus dem Anwendungsbereich ausgeschlossen, wie z. B. medizinische Displays, externe Stromversorgungsgeräte für medizinische Geräte, Lichtquellen in Medizinprodukten.

## 2010

### (Stoffe) / 2015 (Gemische) – CLP-Verordnung (CLPVO)

- 📌 **Ziel:** Harmonisierung der Einstufung aller chemischer Stoffe.
- 📄 **Inhalt:** Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. Einstufung, Kennzeichnung und ggf. Aktualisierung eines REACH-registrierten oder gefährlichen Stoffs ist der Europäischen Chemikalienagentur zu melden, um diese ins Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis aufzunehmen.
- ⚠️ **Hinweis:** Die CLPVO wird in der Schweiz als Chemikalienverordnung umgesetzt. Radioaktive Stoffe und Gemische, kosmetische Mittel, Arzneimittel und medizintechnische Ausrüstung sowie Lebensmittel sind ausgenommen.

## 2012

### (Neufassung) KrWG

- 📌 **Ziel:** Schonung natürlicher Ressourcen sowie Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen.
- 📄 **Inhalt:** Pflicht zur Beseitigung und Verwertung, getrennte Behandlung und Sammlung sowie Vermischungsverbot, Vorgaben zur Beseitigung, Verantwortung des Produkt-Inverkehrbringers.
- ⚠️ **Hinweis:** Letzte Änderung 03/23.

## 2013

### Biozid-Verordnung (BiozidVO)

- 📌 **Ziel:** Harmonisierung der Vorschriften innerhalb der EU und vorsorgliche Gewährleistung eines hohen

Schutzniveaus für die menschliche Gesundheit und die Umwelt.

- 📄 **Inhalt:** Regelung der Herstellung, Kennzeichnung, Inverkehrbringung und Verwendung von Biozidprodukten.
- ⚠️ **Hinweis:** Wirkstoffe und Produkte werden kontinuierlich neu zugelassen.

## 2015

### F-Gas VO (Umweltauswirkungen fluorierter Gase)

- 📌 **Ziel:** Emissionen des Industriesektors bis zum Jahr 2030 um 70 Prozent gegenüber 1990 verringern. Durch die Regelungen sollen die Emissionen fluorierter Treibhausgase in der EU um 70 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent auf 35 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent bis zum Jahr 2030 gesenkt werden.
- 📄 **Inhalt:** Einführung einer schrittweisen Beschränkung (Phase down) der am Markt verfügbaren Mengen an teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW) bis zum Jahr 2030 auf ein Fünftel der heutigen Verkaufsmengen. Erlass von Verwendungs- und Inverkehrbringensverboten, wenn technisch machbare, klimafreundlichere Alternativen vorhanden sind. Beibehaltung und Ergänzung der Regelungen zu Dichtheitsprüfungen, Zertifizierung, Entsorgung und Kennzeichnung.
- ⚠️ **Hinweis:** 16.01.2024: EU-Parlament stimmt dem Entwurf der neuen F-Gas-Verordnung zu. Ziel ist ein kompletter Verzicht auf teilfluorierte Kohlenwasserstoffe bis zum Jahr 2050, begleitet von einem Übergang zu klimafreundlicheren Lösungen.

## 2016

### Textilkennzeichnungs-Verordnung (TextilKVO) / Textilkennzeichnungsgesetz (TextilKennZG)

- 📌 **Ziel:** Funktionieren des Binnenmarkts verbessern; dient dem Schutz des Verbrauchers, der sich vor dem Kauf eines Textilerzeugnisses insbesondere über dessen Faserzusammensetzung sowie das Vorhandensein nichttextiler Teile tierischen Ursprungs informieren können soll.
- 📄 **Inhalt:** Verwendung von Bezeichnungen von Textilfasern und die damit zusammenhängende Etikettierung und Kennzeichnung der Faserzusammensetzung von Textilerzeugnissen, über die Etikettierung / Kennzeichnung nichttextiler Teile tierischen Ursprungs, über die Bestimmung der Faserzusammensetzung von Textilerzeugnissen durch quantitative Analyse von binären und ternären Textilfasergemischen fest.
- ⚠️ **Hinweis:** Die EU-Kommission hat eine Initiative zur Überarbeitung des europäischen Textilkennzeichnungsrechts angestoßen, die umfassende Anforde-

rungen an die physische und digitale Kennzeichnung von Textilien einführen soll. 2023 wurde eine Überarbeitung der EU-Abfallrahmenverordnung vorgelegt, um Vorgaben zur erweiterten Herstellerverantwortung einzuführen.

## 2017

### Energieverbrauchskennzeichnungs-Verordnung (EnVKV)

**Ziel:** Kunden in die Lage zu versetzen, sich für effizientere Produkte zu entscheiden, um ihren Energieverbrauch zu verringern.

**Inhalt:** Kennzeichnung energieverbrauchsrelevanter Produkte sowie die Bereitstellung einheitlicher Produktinformationen zur Energieeffizienz, zum Verbrauch an Energie und anderen Ressourcen durch die Produkte während des Gebrauchs und zusätzlicher Angaben über die Produkte.

**Hinweis:** Kennzeichnungsanforderungen und -pflichten ergeben sich aus produktspezifischen Verordnungen für 15 Produktgruppen, die teilweise Medizinprodukte aus dem Anwendungsbereich ausschließen. Eine Übersicht über alle produktspezifischen Verordnungen finden sich bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. 2022 wurde ein Arbeitsprogramm für Ökodesign und Energieverbrauchskennzeichnung 2022-2024 veröffentlicht, im Rahmen dessen bestehende Regelungen überprüft und angepasst werden sollen.

## 2019

### EU Green Deal

**Ziel:** Klimaneutralität 2050 durch Umsetzung des Pariser Klimaabkommens.

**Inhalt:** Diverse Maßnahmen in den Bereichen Finanzmarktregulierung, Energieversorgung, Verkehr, Handel, Industrie und Land- und Forstwirtschaft um die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 60 % im Vergleich zu 1990 zu senken. Aktionsplan Kreislaufwirtschaft seit März 2020. Taxonomieverordnung, die nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten listet. Unterstützung besonders betroffener Regionen.

**Hinweis:** Ca. 80 Initiativen arbeiten an der Überarbeitung und Erstellung von neuen EU-Richtlinien und Umsetzung in nationales Recht. Diese werden in den kommenden Jahren für eine höhere Dynamik hin zu mehr Nachhaltigkeit in der Medizintechnik und darüber hinaus sorgen.

## 2019

### EU-POP-Verordnung

**Ziel:** Im Einklang mit dem Vorsorgeprinzip, die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor den POP zu schützen bzw. die Beschränkung der Freisetzung und Festlegungen zur Entsorgung und damit die Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens.

**Inhalt:** Vorgaben hinsichtlich der Herstellung, des Inverkehrbringens, der Verwendung und der Freisetzung von persistenten organischen Schadstoffen.

**Hinweis:** Letzte Änderung: 06/23: u. a. Integration PFAS-Verbot.

## 2019

### Verpackungsgesetz (VerpackG)

**Ziel:** Möglichst geringe Auswirkung von Verpackungsabfällen auf die Umwelt und Umsetzung der EU-Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle.

**Inhalt:** Das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen.

**Hinweis:** Registrierungspflicht für Hersteller, Händler und Importeure, die Verpackungen in Verkehr bringen und Anschluss an ein duales System.

## 2021

### Konfliktmaterialien Verordnung

**Ziel:** Die Verbindung zwischen dem Handel bestimmter Mineralien und der Finanzierung von Gewalt sowie der Verletzung von Menschenrechten in Konflikt- oder Hochrisikogebieten zu durchbrechen.

**Inhalt:** Verbindliche Sorgfalts- und Prüfpflichten in der Lieferkette von Zinn, Tantal, Wolfram und deren Erzen sowie Gold.

**Hinweis:** In Deutschland ist die DEKSOR bei der BGR zuständig für die Durchsetzung der Verordnung.

## 2021

### Einwegkunststoffkennzeichnungsverordnung und -verbotsverordnung (EWKKennzV und EWKVerbotsV)

**Ziel:** Die Umweltauswirkung bestimmter Einwegkunststoffprodukte auf die Umwelt zu reduzieren.

**Inhalt:** EWKKennzV und die EKWVerbotsV listen Produkte, die einer Kennzeichnungspflicht unterliegen bzw. nicht mehr in den Verkehr gebracht werden dürfen.

**Hinweis:** EWKKennzV und die EKWVerbotsV listen zwar Produkte, die im medizinischen Bereich Einsatz finden, doch sind einige davon ausgenommen, wie z. B. Wattestäbchen (sofern Medizinprodukt) oder bestimmte Tücher für den gewerblichen Einsatz. Die beiden Verordnungen werden weiter durch das

EKWFondsG und die EWKFondsV ergänzt. Diese enthält eine Registrierungspflicht sowie jährliche Mengemeldungen und Zahlung einer Sonderabgabe für bestimmte Produkte.

## 2021

### Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall Mitteilung 18 Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheits- dienstes (LAGA M18)

- 📌 **Ziel:** Unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit soll eine sichere und ordnungsgemäße Abfallentsorgung gewährleistet werden, die Krankheitsübertragungen und Umweltbelastungen vermeidet.
- 📄 **Inhalt:** Enthält Hinweise für die Einstufung und Entsorgung von Abfällen aus allen Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, die im Rahmen der humanmedizinischen und tierärztlichen Versorgung und Forschung anfallen und die Gesetze, Verordnungen und Vorschriften, die im Umgang mit Abfällen aus medizinischen Einrichtungen zu beachten sind.
- ⚠️ **Hinweis:** LAGA-Mitteilungen sind nicht rechtlich bindend, sondern eine Orientierung für den Vollzug. Praktisch haben sie allerdings eine hohe Verbindlichkeit.

## 2023 / 2024

### Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) und Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD)

- 📌 **Ziel:** Stärkung der Menschenrechte und des Umweltschutzes in der Lieferkette.
- 📄 **Inhalt:** Grundsatzerklärung, Menschenrechtsbeauftragter, Beschwerdeverfahren, Risikoanalyse, jährl. Berichterstattung.
- ⚠️ **Hinweis:**
  - Ab 01/23 Unternehmen >3000 Mitarbeitende; ab 01/24 Unternehmen >1000 Mitarbeitende.
  - CSDDD noch im Trilogverfahren der EU.

## 2024

### Waldschutz VO

- 📌 **Ziel:** Entwaldungsfreie Lieferkette.
- 📄 **Inhalt:** Unternehmen dürfen in Zukunft bestimmte Produkte und Rohstoffe nur noch in die EU ein- oder ausführen, wenn ihnen vom Lieferanten eine Sorgfaltsklärung vorliegt, die besagt, dass ein Produkt nicht von einer nach dem 31.12.2020 abgeholzten Fläche stammt und nach diesem Datum auch nicht zu einer anderweitigen Schädigung von Wäldern geführt hat.
- ⚠️ **Hinweis:** Für nicht KMU Händler gilt die Regelung ab Q4/24; für KMU Händler ab Q2/25.

## 2024

### Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)

- 📌 **Ziel:** Rechenschaftspflicht zu Nachhaltigkeitsaspekten und verbindliche Berichtsstandards.
- 📄 **Inhalt:** Doppelte Wesentlichkeit, ESRS als Berichtsstandard, externe Prüfung gemeinsam mit Finanzberichterstattung.
- ⚠️ **Hinweis:** In Stufen ab 01/24 für NFRD-pflichtige Unternehmen; ab 01/25 alle anderen großen Unternehmen; ab 01/26 kapitalmarktorientierte KMU.

## 2023 / 2024

### (Vorschlag) – Green Claims Directive

- 📌 **Ziel:** Klare und transparente Standards für die Nutzung von umweltbezogenen Aussagen für Produkte und Dienstleistungen von Unternehmen schaffen und Greenwashing verhindern.
- 📄 **Inhalt:** Nachweis, dass umweltbezogene Aussagen auf wissenschaftlichen Standards basieren z. B. durch Lebenszyklusanalysen bzw. Product Environmental Footprint und Durchlaufen eines Prüfsystems bei externen akkreditierten Stellen.
- ⚠️ **Hinweis:** Ausnahmen für Kleinunternehmen <10 Mitarbeitende und <2 Mio. € Umsatz. Beschluss wird nicht vor Q3/24 erwartet.

## 2024

### Batterie-Verordnung (BattVO)

- 📌 **Ziel:** Überarbeitung der Bewirtschaftung von Batterieabfällen und Ergreifung von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit durch die Vermeidung und Verringerung negativer Auswirkungen der Abfallerzeugung und -bewirtschaftung. Ressourcennutzung reduzieren und Ressourceneffizienz verbessern.
- 📄 **Inhalt:** Je nach Batteriekategorie (Einteilung nach Konzeption und Verwendung) treten unterschiedliche Maßnahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Kraft.
- ⚠️ **Hinweis:** Die BattVO wurde noch nicht in nationales Recht überführt, dies muss bis Q3/25 passieren, allerdings gilt die Verordnung ab 02/24 in allen EU-Mitgliedsstaaten.

## 9.2 Praxisleitfäden

Welcher Weg führt in eine erfolgreiche Circular Economy in der Gesundheitsversorgung? Den einen Weg gibt es wie so oft nicht, aber viele kleine Schritte, die in die richtige Richtung führen. Auf den nächsten Seiten werden wir Tipps für die Umsetzung in der Praxis geben, die entlang der kompletten Wertschöpfungskette nutzbar sind. Im Anschluss werden in verschiedenen Toolboxes Hinweise auf leicht zugängliche Projektergebnisse, Methoden und Werkzeuge gegeben, die für die jeweiligen Akteursgruppen ganz spezifisch einsetzbar sind.

Die grundsätzlichen Herausforderungen sind wenig Zeit und wenig finanzielle Ressourcen für die Umsetzung von Maßnahmen. Damit einher geht häufig auch eine geringere Honorierung der Themenkomplexe rund um Nachhaltigkeit und Circular Economy. Doch durch regulatorischen und gesellschaftlichen Druck ändert sich auch hier etwas. Die Anzahl der Regularien nimmt stetig zu und mit der Umsetzung des European Green Deal ist auch damit zu rechnen, dass es weitere gesetzliche Regelungen geben wird. Trotz Klimaneutralitätsstrategien wie z. B. der bayerischen Klimastrategie oder Programmen wie dem Green Hospital Plus Programm sind die Anreize und Unterstützungen zur Umsetzung der Circular Economy noch gering. Gerade die Gesundheitsversorger stellt dies vor große Herausforderungen. Auch Einkaufsrichtlinien können auf Grund des Wirtschaftlichkeitsgebots nur bedingt angepasst werden. Finanzielle Anreize z. B. durch eine bessere Vergütung von Produkten, die nachhaltiger und kreislauffähiger sind, gibt es aktuell nicht. Hier sind auch die Krankenkassen und Kassenärztlichen Vereinigungen sowie der Gemeinsamen Bundesausschuss gefragt, um geeignete Erstattungsmodelle zu erarbeiten. Die Befragung hat auch gezeigt, es fehlt nicht nur an den finanziellen und zeitlichen Ressourcen, sondern vor allem im Bereich der Versorgung auch an Know-how. Es braucht eine ganzheitliche Kreislaufperspektive, die alle Akteure mit einbindet: vom Hersteller über die Versorger hin zu den Entsorgern. Gleichzeitig benötigt es Verantwortlichkeiten bei den jeweiligen Akteuren. Vor allem in Unternehmen werden immer mehr Stellen im Bereich Nachhaltigkeitsmanagement geschaffen, doch damit sollte nicht nur eine Verantwortung bezüglich Reportingpflichten einhergehen, sondern auch Stellen geschaffen werden, in denen Personen verantwortlich sind, Projekte zur Umsetzung anzustoßen und bei der Umsetzung zu unterstützen.

### Allianz für nachhaltige Medizintechnik

Jeden ersten Freitag im Monat lädt die Allianz für nachhaltige Medizintechnik (ein Zusammenschluss der BIOPRO Baden-Württemberg, BIO-VOX Connect und Bayern Innovativ) zu Input und Diskussion im virtuellen Raum zu Themen rund um Nachhaltigkeit und Medizintechnik.

<https://www.bayern-innovativ.de/de/seite/allianz-fuer-nachhaltige-medizintechnik>



Kommunikation ist ein Dreh- und Angelpunkt beim Thema Circular Economy, denn Kreisläufe lassen sich nicht alleine schließen. Weder alleine als beauftragte Person noch als Organisation. Gerade die Kommunikation zwischen den Akteursgruppen wie z. B. zwischen Entsorgern und Herstellern ist von besonderer Bedeutung z. B. um die Produkte von Beginn an so zu entwickeln, dass ein einfaches und möglichst hochwertiges Recycling am Lebensende eines Medizinprodukts ermöglicht wird. Gleichzeitig ist die Kommunikation zwischen Hersteller und Versorgung essenziell, um die Produkte möglichst lange in Benutzung halten zu können. Und schlussendlich spielt auch die Kommunikation zwischen Versorgung und Entsorgern eine wichtige Rolle. Versorger lernen, wie die Produkte gesammelt werden müssen, um die Entsorgung und das Recycling zu erleichtern. Dazu eignet sich zum einen der bilaterale Austausch mit den Kunden und Lieferanten, zum anderen bieten aber auch die Angebote der Cluster diverse Vernetzungsangebote.

Insgesamt ist das Wichtigste, anzufangen und sich nicht von der großen Herausforderung Circular Economy abschrecken zu lassen, sondern gemeinsam in kleinen Schritten voranzuschreiten.

## Allgemein

Sachbericht zum Projekt Evidenzbasis Treibhausgasemissionen des deutschen Gesundheitswesens German-HealthCFP:



[https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5\\_Publikationen/Gesundheit/Be-richte/GermanHealthCFP\\_Sachbericht.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Be-richte/GermanHealthCFP_Sachbericht.pdf)

Health Care's Climate Footprint:



[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)

Bayerisches Klimapakiet II: <https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/klimapakiet/index.htm>



## Für die Entsorger

- Kommen Sie ins Gespräch mit den Anwendern und den dortigen Abfallbeauftragten – lernen Sie deren Situation, Bedürfnisse und Herausforderungen kennen
- Schulen Sie Ihre Kunden (Anwender) im Umgang mit den verschiedenen Abfallarten
- Entwerfen Sie Konzepte zur Getrennterfassung gemeinsam mit den Anwendern und kalkulieren Sie das Kosten-Nutzen-Verhältnis
- Fangen Sie dort an, wo das Bewusstsein und der empfundene Leidensdruck des Personals am größten ist und mit kleinen Maßnahmen begonnen werden kann
- Suchen Sie proaktiv nach Plattformen zum Austausch mit Herstellern und Versorgern (Messen, Forschungsprojekte, Angebote der Cluster) und bringen Sie Ihre Kompetenzen ein
- Bieten Sie die Beratung zur Kreislauffähigkeit von Medizinprodukten als Dienstleistung gegenüber Herstellern an



## Für die Hersteller

Strategiespiel „Make it circular“:



<https://www.acatech.de/publikation/make-it-circular-zirkulaere-geschaeftsmodelle-im-unternehmen-spielerisch-kennenlernen/>

Miro Board für einen eigenen Circular Economy Workshop:



<https://miro.com/miroverse/circularity-deck/>

Ellen McArthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>



## Für die Kliniken

CO<sub>2</sub>-Rechner für Kliniken:



<https://www.uniklinik-freiburg.de/allgemeinmedizin/cafoges.html>

KLIK Green NRW / Klimaneutrales

Krankenhaus NRW: <https://www.kgnw.de/positionen/klimaneutrales-krankenhaus-2023>



Green Hospital PLUS Bayern:

<https://www.stmgp.bayern.de/meine-themen/fuer-krankenhausbetreiber/green-hospital-plus/>



Abfallrecht 2024 – was Krankenhäuser erwartet: <https://www.abfallmanager-medizin.de/recht/abfallrecht-2024/>



DNK Leitfaden für Gesundheitseinrichtungen: [https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/media/Ovvfrpoc/leitfaden-fuer-gesundheitseinrichtungen\\_2023.pdf](https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/media/Ovvfrpoc/leitfaden-fuer-gesundheitseinrichtungen_2023.pdf)



# 10 Literaturverzeichnis

Council for the Environment and Infrastructure (Rli) (2015): Circular economy. From intention to implementation. The Hague.

Ellen McArthur Foundation Circular Economy Introduction. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview> (19.1.2024).

Europäisches Parlament (2023): Kreislaufwirtschaft: Definition und Vorteile. <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile> (18.1.2024).

Hansen, Erik G./Wiedemann, Patrick /Klaus, Fichter / Lüdeke-Freund, Florian /Jaeger-Erben, Melanie / Schomerus, Thomas et al. (2021): Zirkuläre Geschäftsmodelle: Barrieren überwinden, Potenziale freisetzen. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. S. 170 pages. [https://doi.org/10.48669/CEID\\_2021-8](https://doi.org/10.48669/CEID_2021-8).

Karliner, Josh /Slotterback, Scott /Boyd, Richard / Ashby, Ben /Steele, Kristian (2019): Health Care's Climate Footprint: How the Health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action. Green Paper. [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) (2.2.2021).

Ostertag, Katrin /Bratan, Tanja /Gandenberger, Carsten /Hüsing, Bärbel /Pfaff, Matthias (2021): Ressourcenschonung im Gesundheitssektor – Erschließung von Synergien zwischen den Politikfeldern Ressourcenschonung und Gesundheit. 15/2021. Dessau-Roßlau.

Pichler, Peter-Paul / Jaccard, Ingram S /Hanewinkel, Leonie /Weisz, Helga (2023): Sachbericht zum Projekt: Evidenzbasis Treibhausgasemissionen des deutschen Gesundheitswesens GermanHealthCFP.

Potting, José /Hekkert, Marko /Worrell, Ernst / Hanemaaijer, Aldert (2017): CIRCULAR ECONOMY: MEASURING INNOVATION IN THE PRODUCT CHAIN. The Hague.

REMONDIS Medison GmbH (2018): In Krankenhäusern sind 60 Prozent der Abfälle Hausmüll. <https://www.abfallmanager-medizin.de/zahl-des-monats/in-krankenhaeusern-sind-60-prozent-der-abfaelle-hausmuell/> (18.1.2024).

# 11 Impressum

## Herausgeber

Medical Valley EMN e. V.  
Henkestraße 91  
91052 Erlangen

Tel.: +49 9131-91617-0  
team@medical-valley-emn.de  
[www.medical-valley-emn.de](http://www.medical-valley-emn.de)

## Verantwortlich für den Inhalt

**Marco Wendel**, Medical Valley EMN e. V.

## Autorinnen und Autoren

**Stefanie Brauer**, Bayern Innovativ GmbH  
**Tina Kleemann**, Bayern Innovativ GmbH  
**Dr. Eva Schichl**, Trägerverein  
Umwelttechnologie-Clustern Bayern e. V.  
**Marco Wendel**, Medical Valley EMN e. V.

## Beteiligte Organisationen

**Bayern Innovativ GmbH**  
Am Tullnaupark 8  
90402 Nürnberg  
[www.bayern-innovativ.de/de](http://www.bayern-innovativ.de/de)

**Medical Valley EMN e. V.**  
Henkestraße 91  
91052 Erlangen  
[www.medical-valley-emn.de/](http://www.medical-valley-emn.de/)

**Trägerverein Umwelttechnologie-Cluster Bayern e. V.**  
Am Mittleren Moos 48  
86167 Augsburg  
[www.umweltcluster.net/de/](http://www.umweltcluster.net/de/)

## Gestaltung & Illustrationen

**wünschedesign.de**  
<https://www.wuenschedesign.de/>

## Bildnachweise

<https://www.vecteezy.com/members/kate3155>  
<https://www.istockphoto.com/de/portfolio/doidam10>  
<https://www.istockphoto.com/de/portfolio/industryview>  
<https://www.istockphoto.com/de/portfolio/primeimages>  
<https://www.istockphoto.com/de/portfolio/unoL>  
<https://www.istockphoto.com/de/portfolio/JulieAlexK>  
<https://www.istockphoto.com/de/portfolio/pidjoe>

## Druck Broschüre

Gedruckt auf klimaneutralem Recyclingpapier.

## Förderung

Die Erstellung der Befragung wurde im Rahmen des Cross Cluster Projekts 2023 „MeDiCircle“ durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

## Haftungsausschluss

Die Daten, Informationen und Berechnungen in dieser Publikation wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Dennoch sind alle Angaben ohne Gewähr.

## Unerlaubte Vervielfältigung der Publikation

Die Vervielfältigung von Inhalten (ganz oder in Auszügen) und die Verwendung der in der Publikation enthaltenen Bilder ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Herausgeber bzw. der Inhaber der jeweiligen Bildrechte erlaubt. Die Veröffentlichung von Ergebnissen mit Quellenangabe ist zulässig.