

Ein praktischer Fünf-Phasen-Leitfaden für
die kreislauffähige Gestaltung von Medizinprodukten

Heilen ohne Schaden

Kreislauffähige
Medizinprodukte konstruieren

Kolophon

Heilung ohne Schaden: Entwicklung zirkulärer Medizinprodukte **Ein praktischer Fünf-Schritte-Leitfaden für die Entwicklung zirkulärer Medizinprodukte**

Autoren / Mitwirkende:

Tamara Hoveling, Cecile Cuijpers, Magdalena Mairhofer, Han Buck, Nouk van Dingstee, Charlotte van Kats
Jeremy Faludi, Jan-Carel Diehl, Conny Bakker

Faculty of Industrial Design Engineering, Delft University of Technology, The Netherlands.

Reviewer:

Jamil Badloe, Maria Anta

ISBN: 978-94-6518-435-7

Copyright: Dieses Werk ist, sofern nicht anders angegeben, unter einer Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Lizenz lizenziert ©2026 veröffentlicht von Delft University of Technology im Auftrag der Autoren

Eine gedruckte Ausgabe dieses Buches ist erhältlich: ISBN 978-94-6563-019-9

Grafikdesign: Monique Giling, MGO-studio

Förderung: Diese Forschung fällt unter das DiCE-Projekt (DIgital health in Circular Economy), das von der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarungsnummer 101060184 finanziert wird. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des/der Autors/Autoren und spiegeln nicht notwendigerweise die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Forschung (REA) wider. Weder die Europäische Union noch die Geberbehörde können dafür verantwortlich gemacht werden.

Haftungsausschluss: Es wurden alle Anstrengungen unternommen, um sicherzustellen, dass die korrekte Quelle der Bilder und anderer potenziell urheberrechtlich geschützter Materialien ermittelt wurde und dass alle in diesem Buch enthaltenen Materialien gemäß ihrer Lizenz verwendet und entsprechend zugeordnet wurden. Wenn Sie der Ansicht sind, dass ein Teil des Materials das Urheberrecht einer anderen Person verletzt, wenden Sie sich bitte an <author@tudelft.nl>.



**Funded by
the European Union**

Heilen ohne Schaden
Kreislauffähige
Medizinprodukte konstruieren



**Nachhaltigkeit
zur Priorität im Gesundheitswesen machen**

Zweck und Anwendung

Über diesen Leitfaden

Der Klimawandel ist eine dringende Herausforderung, und das Gesundheitswesen trägt maßgeblich dazu bei. In diesem Leitfaden erfahren Medizintechnik-Entwickler, wie sie die Umweltbelastung von Medizinprodukten verringern, die Ressourceneffizienz und den langfristigen Wert verbessern und gleichzeitig die klinische Qualität aufrechterhalten können.

Wie dieser Leitfaden Ihre Arbeit unterstützt

Anhand dieses Leitfadens vergleichen Sie lineare und kreisförmige Produktnutzungsabläufe und deren Umweltbelastungen und wenden Kreislaufstrategien und Konstruktionskriterien an. Dies hilft Ihnen bei der Entwicklung nachhaltigerer medizinischer Produkte, der Erkennung wichtiger Umwelt-Hotspots mit dem größten Entlastungspotenzial, der Bewertung von Ansätzen zur Verlängerung der Produktnutzungsdauer und der Entwicklung von Strategien zur Überwindung der häufigsten Hindernisse.

Anwendungsbereich und Einschränkungen

Die gesamte Forschung zur Erstellung dieses Leitfadens fand in Europa und den Vereinigten Staaten statt. Daher spiegeln die Leitlinien die gesetzlichen Rahmenbedingungen, Gesundheitssysteme und Marktbedingungen dieser Regionen wider und können nicht immer direkt und ohne weitere Anpassung auf andere Regionen oder Gesundheitssysteme übertragen werden.

Vorgesehene Nutzer

Fachleute, die an der Entwicklung von Medizinprodukten und am Management ihres Nutzungszyklus beteiligt sind und mindestens eine der folgenden Rollen einnehmen.



Konstruktion und Entwicklung

Verantwortlich für die Umsetzung klinischer Anforderungen in herstellbare, kreislauffreundlichere Konstruktionen für Medizinprodukte, einschließlich Entscheidungen über Aufbau, Modularität und Reparierbarkeit.



Geschäft und Strategie

Verantwortlich für die Vereinbarkeit von Kreislaufösungen für Medizinprodukte mit den Unternehmenszielen, der wirtschaftlichen Tragfähigkeit und der langfristigen Wertschöpfung durch Geschäftsmodell- und Marktentwicklung.



Umweltbelastung und Nachhaltigkeit

Verantwortlich für die Bewertung und Minderung der Belastung von Umwelt und Gesellschaft durch Medizinprodukte über deren gesamten Nutzungszyklus hinweg mithilfe von Kreislauf- und Nachhaltigkeitsbewertungsmethoden.



Gesetzgebung und Qualität

Verantwortlich für die Einhaltung von Vorschriften, Sicherheitsstandards und Risikomanagementanforderungen durch Medizinprodukte und Kreislaufstrategien über den gesamten Produkt- oder Produktnutzungszyklus hinweg.



Betrieb und Lieferkette

Verantwortlich für die Steuerung von Produktion, Logistik, Beschaffung und Rückflüssen im Sinne eines sicheren und wirtschaftlichen Kreislaufs von Medizinprodukten und Materialien über den gesamten Nutzungszyklus hinweg.



Medizintechnik und Endnutzer

Bietet Einblicke in die reale Nutzung von Medizinprodukten in klinischen und häuslichen Pflegeumgebungen zur Sicherung von Benutzerfreundlichkeit, Wirksamkeit und Akzeptanz.

Die Nutzer sollten eine oder mehrere der sechs in diesem Leitfaden bestimmten Rollen einnehmen. Jede Rolle taucht im gesamten Leitfaden wieder auf und weist in jeder Phase klare Verantwortlichkeiten und Rechenschaftspflichten zu.

„Mehr als 80 % der Umweltbelastung eines Produkts werden in der Entwicklungsphase bestimmt.“

European Commission

Das Ziel des Gesundheitswesens ist die Verbesserung von Gesundheitsindikatoren, doch die Systeme, Produkte und Prozesse des Gesundheitswesens verursachen auch erhebliche Umweltbelastungen. Diese Umweltbelastungen verschärfen zunehmend genau diejenigen Gesundheitsrisiken, die das Gesundheitswesen verhindern will. Im Jahr 2019 schätzte Health Care Without Harm, dass das Gesundheitswesen für etwa 4,4 % des globalen Treibhausgasausstoßes verantwortlich ist, was jährlich etwa 2,0 Gigatonnen CO₂-Äquivalent

Umweltbelastung der aktuellen Produktsysteme

Ein großer Teil des ökologischen Fußabdrucks aus dem Gesundheitswesen entsteht in der Art und Weise, wie Gesundheitsprodukte entwickelt und hergestellt werden. Viele Verbrauchsmaterialien, Ausrüstungsgegenstände und Medizinprodukte werden zur einmaligen Verwendung entwickelt und basieren auf ressourcenintensiven Materialien und linearem Produktnutzungsverlauf. Infolgedessen stammen 71 % der Emissionen im Gesundheitswesen aus der Lieferkette, einschließlich der Fertigung, des Vertriebs, der Nutzung und der Entsorgung dieser Produkte.

Entwicklung für die Kreislaufwirtschaft

Zur besseren Nachhaltigkeit von Produkten werden Kreislaufstrategien eingeführt. Diese Strategien ermöglichen die Minderung der Emissionen ohne Einschränkung der klinischen Leistungsfähigkeit, der Patientensicherheit und der Vorschriftsmäßigkeit.

Zeitschätzung

Die Bearbeitung dieses Leitfadens erfolgt iterativ. Je nach Teamgröße und Produktkomplexität kann die Durchführung aller fünf Phasen Wochen bis mehrere Monate dauern.

Wenn Entwickler und Ingenieure die Kreislaufwirtschaft bereits bei der Entwicklung berücksichtigen, können sie die Umweltverträglichkeit im gesamten Nutzungszyklus eines Medizinprodukts stärken.

Dieser Leitfaden bietet Entwicklern von Medizintechnik einen praktischen Rahmen zur Anwendung des Kreislaufdenkens im Entwicklungsprozess von Medizinprodukten. In den folgenden Abschnitten wird zunächst ein fünfphasiger Ansatz zur Bestimmung und Umsetzung geeigneter Kreislaufmaßnahmen vorgestellt. Der Leitfaden schließt mit einer Veranschaulichung der Kreislaufströme im Gesundheitswesen, die veranschaulicht, wie sich konstruktive Entscheidungen auf Produktnutzungszyklen auswirken und wie die kombinierte Anwendung der vorgestellten Ansätze das derzeitige lineare System in Richtung eines Kreislaufmodells verändern kann. combined application of the presented approaches can help shift the current linear system toward a circular model.

Video ansehen



Quelle: Karliner et al., 2019

Kreislaforientierter Nutzungszyklus im Gesundheitswesen



Systemperspektive

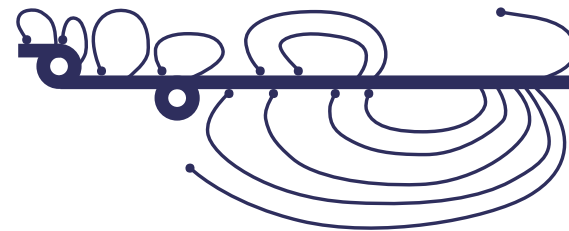
Im Bereich der kreislauffähigen Gestaltung von Medizinprodukten wird eine Systemperspektive verwendet, um das umfassendere kreislaforientierte Gesundheitssystem zu beschreiben, in dem ein Produkt im Laufe der Zeit entwickelt, verwendet und verwaltet wird.

Dieses System umfasst klinische Anwendungsumgebungen, Beteiligte entlang der gesamten Behandlungskette, Logistik und Infrastruktur, Materialflüsse sowie die Anwendung von Kreislaufstrategien im Gesundheitswesen. Zusammen definieren diese Elemente den operativen Kontext, in dem Konstruktionsentscheidungen getroffen und umgesetzt werden.

Die Konstruktionsentscheidungen für jede Phase des Produktlebenszyklus haben Auswirkungen auf das gesamte System und können sich auf nachgelagerte Ergebnisse auswirken.

Visualisierung der Kreislaufströme im Gesundheitswesen

Die **Visualisierung der Kreislaufströme im Gesundheitswesen (CHF)** veranschaulicht das kreislaforientierte Gesundheitssystem, einschließlich der Anwendung von Kreislaufstrategien im Gesundheitswesen über Systemebenen hinweg. Sie bietet eine systemweite Darstellung, wie Medizinprodukte die Gesundheits- und Materialkreisläufe durchlaufen, und kann die Ideenfindung vertiefen. Die visuelle Darstellung wird auf [Seite 52](#) diesem Leitfaden vollständig vorgestellt.



Leitfadenstruktur

A

Definieren Den Bedarf verstehen und Prioritäten setzen > Seite 11

Klären Sie, warum eine Lösung benötigt wird und ob sie gerechtfertigt ist. Bewerten Sie die aktuellen Umwelt- und Sozialauswirkungen des Produkts, um wichtige Verbesserungsbereiche zu identifizieren und Prioritäten für eine Neugestaltung festzulegen.

B

Hinterfragen Die Konstruktionsherausforderung neu formulieren > Seite 17

Untersuchen Sie die bestehenden Annahmen, Protokolle und Praktiken, die den aktuellen Produktmodellen zugrunde liegen. Stellen Sie den Status quo in Frage, um das Konstruktionsproblem neu zu formulieren und Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastung zu identifizieren.

C

Zirkulieren Das System im Kreislauf halten > Seite 25

Entwickeln Sie Ideen für das kreislaforientierte System, in dem das Produkt betrieben wird. Identifizieren Sie geeignete Kreislaufstrategien, um das Produkt im Einsatz zu halten, Rückflüsse zu ermöglichen und die Rezirkulation zu unterstützen.

D

Verkörpern Produkte langlebig machen > Seite 33

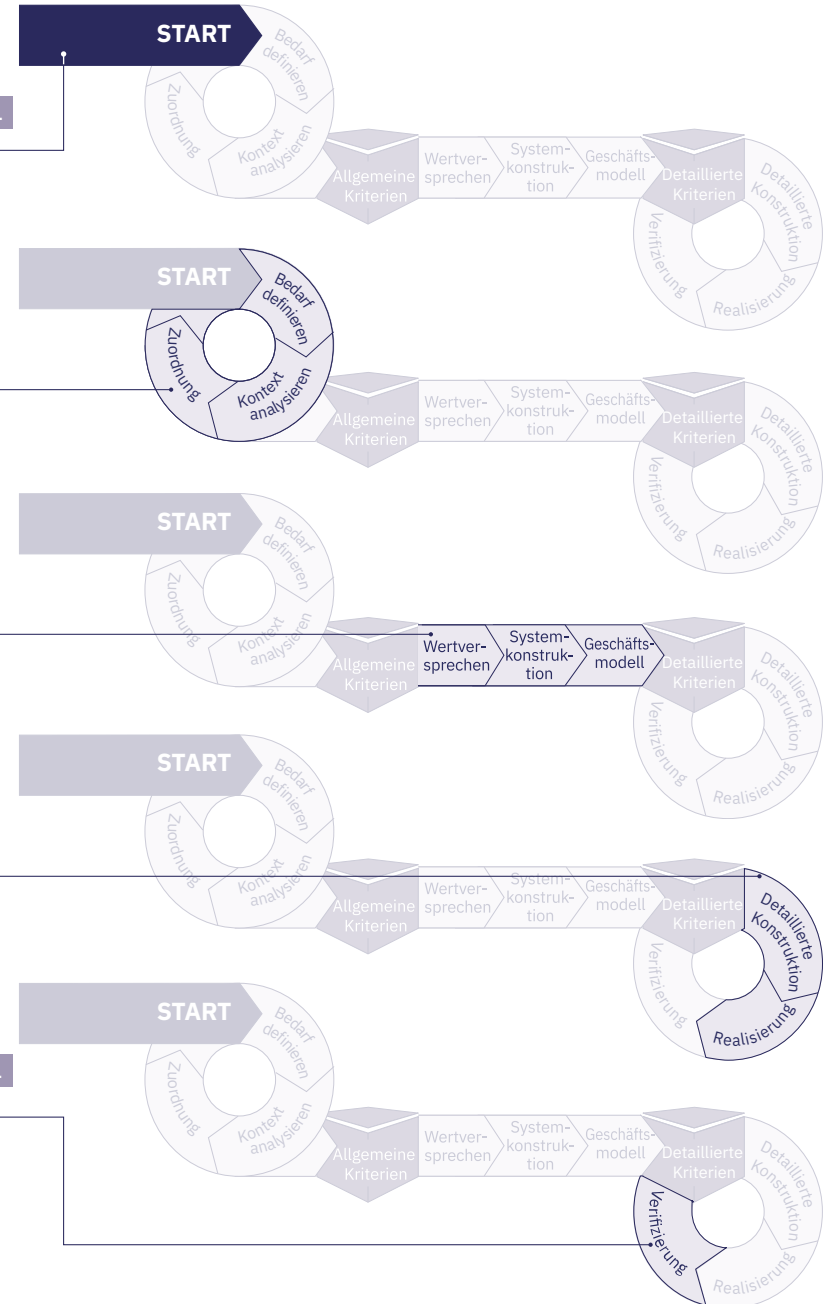
Erkenntnisse in konkrete Konstruktionsanforderungen übersetzen. Detaillierte Konstruktionsentscheidungen sollten mit den ausgewählten Strategien abgestimmt werden, um in der Praxis kreislauffähige Leistung sicherzustellen.

E

Evaluieren Die tatsächlichen Auswirkungen bestimmen > Seite 41

Überprüfen und validieren Sie das Konzept. Prüfen Sie, ob alle Phasen berücksichtigt wurden und ökologische sowie soziale Verbesserungen erzielt wurden.

Diese Seite zeigt, wie die fünf Phasen des Leitfadens mit einem verallgemeinerten Entwicklungsprozess für Medizinprodukte übereinstimmen und an welchem Punkt innerhalb des Arbeitsablaufs jede Phase stattfindet. Jede Phase umfasst eine Einleitung, zwei bis vier Schritte und eine Zusammenfassung.



Kreislaufstrategien pro Phase

Diese Seite stellt die Kreislaufstrategien in jeder Phase des Konstruktionsprozesses vor und verortet sie. Jede Strategie bezieht sich auf eine bestimmte Phase des Produktlebenszyklus und spielt eine wesentliche Rolle bei der Schaffung kreislauffähiger Produkte während der gesamten Entwicklung.

1 Ablehnen

Die bewusste Ablehnung der Herstellung, des Konsums oder der Verwendung eines medizinischen Produkts, Materials oder Verfahrens, insbesondere solcher, die unnötig, nicht nachhaltig oder schädlich sind.

4 Reduzieren

Steigerung der Effizienz in der Gesundheitsversorgung und der Fertigung medizinischer Geräte durch Minimierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs, Vermeidung unnötiger Produktion oder unnötigen Verbrauchs, Begrenzung gefährlicher Stoffe und Minimierung (unnötiger) Verfahren.

7 Wiederverwenden

Wiederholte Verwendung von Medizinprodukten an mehreren Patienten für den gleichen Zweck, nach einer gegebenenfalls erforderlichen Dekontamination und ohne wesentliche Änderungen.

10 Umnutzen

Die Verwendung von ausrangierten Produkten oder Teilen für andere Zwecke als ursprünglich vorgesehen, beispielsweise in unterschiedlichen Kontexten (z. B. veterinärmedizinischen Verfahren), für andere Zwecke (z. B. verschiedene Verfahren am Menschen) und an anderen Orten (z. B. Entwicklungsländern).

2 Ersetzen

Ersatz eines medizinischen Produkts oder Verfahrens durch eine Alternative, die denselben Zweck erfüllt, aber die Umweltbelastung deutlich reduziert.

5 Instandhalten

Die Qualität, Funktion und Sicherheit von medizinischen Produkten und klinischen Umgebungen zu erhalten, um eine zuverlässige Leistung zu gewährleisten, ihre Lebensdauer zu verlängern und das Risiko von Fehlfunktionen zu verringern, die zu potenziellen Behandlungsfehlern führen könnten.

8 Überholen

Die Wiederherstellung eines Produkts in einen guten Betriebszustand durch Dekontamination, Reparaturen, Upgrades, kosmetische Änderungen, Leistungsprüfungen, Neuinstallation, Gewährleistung und Teileaustausch.

11 Recyceln

Umwandlung von Abfallstoffen aus gebrauchten Produkten oder Ressourcen in neue Rohstoffe gleicher oder geringerer Qualität, z. B. durch Dekontamination, Zerkleinerung und Formgebung.

3 Überdenken

Systemische Verbesserung der Abläufe im Zusammenhang mit der Produktnutzung, um umweltverträgliche Praktiken zu fördern, z. B. durch ein Überdenken des Patiententransports und der Telemedizin, durch die gemeinsame Nutzung von Produkten oder durch die Einführung von Multifunktionalität.

6 Reparieren

Die Wiederherstellung eines fehlerhaften oder defekten Produkts oder Komponente in einen gebrauchsfähigen Zustand, um seinen bestimmungsgemäßen Zweck zu erfüllen. Dies beinhaltet typischerweise eine Wartung, bei der sichergestellt wird, dass die Sicherheits- und Leistungsstandards über einen längeren Zeitraum eingehalten werden.

9 Generalüberholen

Die Wiederherstellung von Produkten und Komponenten, oft unter Verwendung von Teilen aus ausrangierten Produkten, um durch Demontage, Dekontamination, Qualitätskontrolle, Zertifizierung, Neuverpackung und Wiedervertrieb einen neuwertigen Zustand zu erreichen.

12 Erneuern

Umwandlung von Abfallstoffen, Energiequellen und anderen Substanzen in Grundelemente wie Kohlendioxid, Wasser, Biomasse oder menschliches Gewebe (für die regenerative Medizin) durch natürliche Prozesse.

Definieren

Den Bedarf verstehen und Prioritäten setzen

Hinterfragen

Die Konstruktionsherausforderung neu formulieren

1 2 3 4

Zirkulieren

Das System im Kreislauf halten.

5 6 7 8 9 10 11 12

Verkörpern

Produkte langlebig machen.

5 6 7 8 9 10 11 12

Evaluieren

Ermitteln Sie die tatsächlichen Auswirkungen



DEFINIEREN

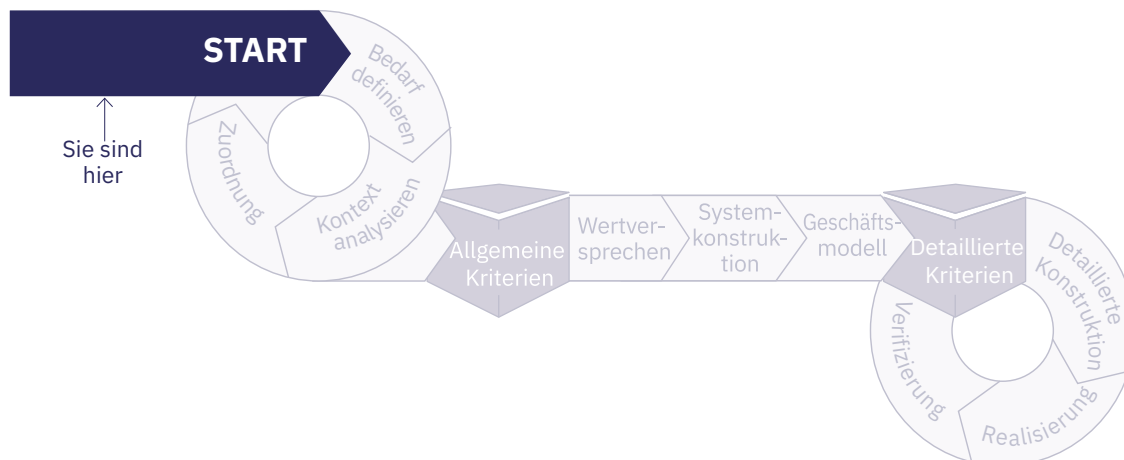
Den Bedarf verstehen und Prioritäten setzen

Bevor mit der eigentlichen Konstruktionsarbeit begonnen wird, ist es sinnvoll, verschiedene Daten zu sammeln, um ein klares Verständnis des Produkts, der Nutzenden, des Nutzungskontexts und der damit verbundenen Umwelt-Herausforderungen zu erlangen.

Auf diese Weise können klinische Anforderungen, Geschäftsmöglichkeiten und wichtige Umwelt-Belastungsschwerpunkte des Produkts definiert werden. Dieses Wissen hilft dabei, das Entwicklungsteam aufeinander abzustimmen, Prioritäten zu setzen und eine klare Richtung für die darauf folgenden Ideenfindungsphasen zu bestimmen. In Phase A werden diese Kernbedürfnisse definiert, zunächst durch die Definition der klinischen und anschließend durch die Ermittlung der umweltbezogenen Bedürfnisse.

Hauptverantwortliche Rollen

 Konstruktion & Entwicklung	 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit	 Betrieb und Lieferkette
 Geschäft und Strategie	 Gesetzgebung und Qualität	 Medizintechnik und Endnutzer



➤ Glossary page 92

Video
ansehen



Klinischen Bedarf definieren

Das Verständnis des Nutzungskontexts hilft dabei, die tatsächlichen klinischen Herausforderungen und Bedürfnisse aufzudecken, die oft anders sind als zunächst angenommen. Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es, sich auf Lösungen zu konzentrieren und diese zu erforschen, die wirklich passen.

Diskussion im gesamten Team



Hinterfragen

1. Welche klinischen Herausforderungen lassen sich in diesem Zusammenhang beobachten, und welche Folgen sollten künftig vermieden werden? Denken Sie beispielsweise an Fragen der Qualität, der Benutzerfreundlichkeit oder des vermeidbaren Abfalls.	
2. Wer ist von den aktuellen Herausforderungen unmittelbar betroffen? Wer ist indirekt, aber in größerem Umfang, betroffen?	
3. Welche Ursachen liegen den Herausforderungen zugrunde, und welche Faktoren tragen am meisten zu ihrem Auftreten bei? • Technologische Einschränkungen • Konstruktionsbeschränkungen • Verhaltens- oder Akzeptanzbarrieren • Workflow- oder Prozessbeschränkungen • Andere systemische Faktoren • Schulungs- oder Wissenslücken	
• Sonstiges, und zwar,	
4. Was könnte zur Behebung der definierten Herausforderungen erforderlich sein?	
5. Welchen Beteiligten kommt die Erfüllung des klinischen Bedarfs direkt oder indirekt zugute?	

Beobachten & Analysieren

Besuchen Sie den Einsatzort und treten Sie direkt mit Klinikerinnen und Klinikern, Patienten und anderen Beteiligten in Kontakt, um ein umfassendes Verständnis des Produktkontexts zu erlangen.

Beobachten und analysieren Sie klinische Arbeitsabläufe, Produkteinteraktionen, Nutzerverhalten und Umgebungsfaktoren, um die in „Hinterfragen“ gewonnenen Erkenntnisse zu validieren, zu verfeinern und zu erweitern.

Achten Sie besonders darauf, wie die Produkte gehandhabt, instandgehalten, entsorgt und in die tägliche Praxis integriert werden, da diese Beobachtungen unerfüllte Bedürfnisse, betriebliche Einschränkungen und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen können.

Nutzen Sie diese Beobachtungen und Interaktionen, um praktische Herausforderungen aufzudecken, Annahmen zu überprüfen und Faktoren zu identifizieren, die die Machbarkeit und Akzeptanz zukünftiger Konstruktionslösungen beeinflussen könnten.

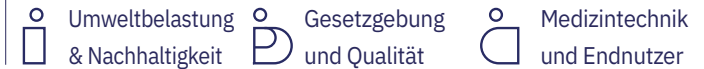
Umweltbedürfnisse definieren

Neben den klinischen Bedürfnissen können auch umweltbezogene Bedürfnisse definiert werden. Durch die Identifizierung der Umweltbelastungsschwerpunkte des Produkts lässt sich feststellen, welche Aspekte die größte Umweltbelastung haben. Mit diesem Wissen lassen sich die wichtigsten Produkthanforderungen klar definieren, und es wird deutlich, worauf Sie sich bei der Entwicklung eines kreislauffähigen Medizinprodukts konzentrieren sollten.

Hauptverantwortung



Beitrag



Führen Sie eine Lebenszyklusanalyse (LCA) durch.

Nutzen Sie eine Lebenszyklus-Schnellanalyse, um die Hotspots (die größten Auswirkungen) über den gesamten Lebenszyklus des Produkts hinweg zu identifizieren. Falls keine LCA-Software oder entsprechende Kenntnisse im eigenen Haus verfügbar sind, nutzen Sie eine der unten aufgeführten Ressourcen.

Lebenszyklus-Schnellanalyse
des bestehenden Produkts oder
klinischen Pfads

CO₂-Fußabdruck
Schätzung
(GHG Protocol)

Liste häufiger Umwelt-Belastungsschwerpunkte

Wenn Zeit oder Budget für eine Lebenszyklus- oder Schnellanalyse fehlen, bietet diese Checkliste eine schnelle Einschätzung typischer Umwelt-Belastungsschwerpunkte. Für evidenzbasierte Entscheidungen empfehlen wir jedoch eine vollständige Lebenszyklus- oder Schnellanalyse zur Identifizierung von Hotspots.

Fertigung	- Das Produkt enthält kritische oder seltene Materialien (etwa Kobalt, seltene Erden). - Der Herstellungsprozess ist energieintensiv.
Transport	- Der Versand erfolgt per Luftfracht. - Patienten oder Ärzte müssen häufig und/oder weit reisen, um die Lösung nutzen zu können.
Nutzung	- Hoher Stromverbrauch im Betrieb. - Häufige Sterilisations-/Desinfektionszyklen führen zu hohem Energie- und Wasserverbrauch.
Ende der Lebensdauer	- Das Produkt enthält eine große Anzahl von Teilen/Materialien, die schwer zu trennen sind. - Das Produkt enthält gefährliche oder seltene Stoffe.
Wirkungs Verstärker	Wenn das Gerät für den Einmalgebrauch bestimmt oder (teilweise) ein Einwegprodukt ist, verstärken sich die Auswirkungen bei der Fertigung und der Entsorgung.

Klären Sie die Umwelt-Belastungsschwerpunkte

Wählen Sie anhand Ihrer Lebenszyklusanalyse aus, welche Lebenszyklusphase(n) am meisten zur Umweltbelastung beigetragen hat/haben:

Lebenszyklusphase(n) mit dem größten Einfluss	Was verursacht den Einfluss innerhalb dieser Phase?
☐ Fertigung	
☐ Transport	
☐ Nutzung	
☐ Ende der Lebensdauer	

Chancen aufdecken

Sobald die klinischen und/oder umweltbezogenen Bedürfnisse identifiziert sind, geht es in diesem Teil darum, Verbesserungsmöglichkeiten zu ermitteln.

Hauptverantwortung

 Konstruktion & Entwicklung
  Betrieb und Lieferkette

Beitrag

 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit
  Gesetzgebung und Qualität
  Medizintechnik und Endnutzer

Funktionsbaum

Unter Verwendung der Erkenntnisse von den Seiten 12 und 13 sollen alle Funktionalitäten aufgelistet werden, die erforderlich sind, um die klinischen oder umweltbezogenen Herausforderungen zu bewältigen. Prüfen Sie, wo es Möglichkeiten gibt, Elemente zu entfernen oder zu vereinfachen. Beurteilen Sie jede Funktion anhand der folgenden Kategorien.

Liste der Funktionen	Zweck	Wenselich	Optional
		☐	☐
		☐	☐
		☐	☐
		☐	☐

Benchmark

Prüfen Sie Lösungen, die einen ähnlichen Bedarf decken oder die identifizierte Herausforderung bereits lösen. Beurteilen Sie, wie sie sich unterscheiden. Nutzen Sie diese Erkenntnisse, um Verbesserungsmöglichkeiten in Ihrer eigenen Konstruktion zu identifizieren.

Bewertete Lösung	Wie sie den Bedarf deckt	Verbesserungsmöglichkeiten

Geschäft

Nutzen Sie die auf dieser Seite aufgezeigten Möglichkeiten und ermitteln Sie im Fazit auf der nächsten Seite, wo der größte wirtschaftliche Wert erzielt werden kann, indem Sie die vielversprechendsten Geschäftsmöglichkeiten hervorheben.

Zusammenfassung A

Phase A ermöglichte die Ermittlung der klinischen und umweltbezogenen Bedürfnisse. Nutzen Sie diese Seite, um die wichtigsten Ergebnisse aus Phase A zu synthetisieren. Verwenden Sie diese Ergebnisse während der Ideenfindung in Phase B.

Hauptverantwortung

 Geschäft
und Strategie

Mit Input des gesamten Teams



Definierte Bedürfnisse

Was ist der identifizierte Grund bzw. das Bedürfnis für die Entwicklung eines neuen Produkts? Was muss erreicht werden, damit das neue Produkt erfolgreich ist? Welche Möglichkeiten gibt es, das Produkt zu verbessern, ohne [klinische, wirtschaftliche, ökologische Prioritäten] zu beeinträchtigen?

Prioritäten definieren

Identifizieren Sie anhand der Erkenntnisse aus Phase A die wichtigsten klinischen, nachhaltigen und geschäftlichen Prioritäten für die Entwicklung Ihres Produkts. Diese werden in Phase E als Bewertungskriterien verwendet. Falls Sie weitere Prioritäten identifiziert haben, erfassen Sie diese bitte ebenfalls und notieren Sie sie zur späteren Verwendung.

Klinische Prioritäten	Prioritäten im Bereich Nachhaltigkeit	Geschäftliche Prioritäten
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.

Weiter zur nächsten Phase

Sobald das Team Prioritäten und erste Möglichkeiten abgeglichen hat, geht der Prozess in Phase B über. In dieser Phase wird die Ideenfindung durch die ersten vier Kreislaufstrategien vorangetrieben, wodurch erkannt wird, welche Verbesserung.



HINTERFRAGEN

Die Konstruktionsherausforderung neu formulieren

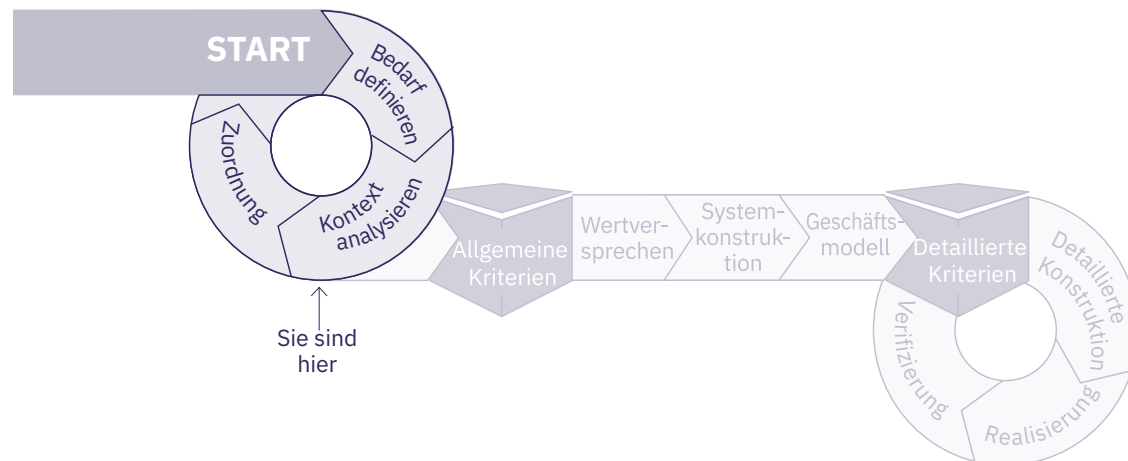
Generieren Sie Ideen zur Lösung der in Phase A definierten Problemstellung, beginnend mit den Kreislaufstrategien mit der höchsten Priorität. Durch die Anwendung der Kreislaufstrategien „ablehnen“, „ersetzen“, „überdenken“ und „reduzieren“ können unnötige Komplexität und Ressourcennutzung identifiziert und beseitigt werden.

Hauptverantwortliche Rollen

 Konstruktion & Entwicklung	 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit	 Betrieb und Lieferkette
 Geschäft und Strategie	 Gesetzgebung und Qualität	 Medizintechnik und Endnutzer

Welche Kreislaufstrategien kommen in dieser Phase zum Einsatz?

- 1 Ablehnen 2 Ersetzen 3 Überdenken 4 Reduzieren



➤ Glossar Seite 92

Video ansehen



Ideenfindung **Ablehnen**¹

Die Ideenfindung zur Ablehnen-Strategie durch die Erforschung alternativer Systeme, Prozesse und produktunabhängiger Ansätze parallel zur Produktentwicklung trägt dazu bei, unnötige Produkte zu vermeiden, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und nachhaltigere Ergebnisse zu unterstützen.

Diskussion im gesamten Team



Wertvolle Ablehnen-Beispiele

Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass einige über das Produkt hinausgehende Lösungen bereits identifizierte Probleme lösen und gleichzeitig einen geschäftlichen Mehrwert schaffen. Dann ist ein Produkt möglicherweise überflüssig.

Beispiele für identifizierte Probleme	Behebung des Problems	Geschäftswertpotenzial
Verhaltens- oder Adhärenzproblem	Coaching- oder verhaltensänderungsprogramm	Generiert wiederkehrende Abonnementumsätze mit geringeren Warenkosten als Hardware und ist digital skalierbar.
Workflow- oder Prozesseffizienz	Prozessneugestaltung oder Implementierungsberatung	Generiert Serviceeinnahmen und positioniert Ihr Unternehmen als Lösungspartner statt als Anbieter, wodurch eine stärkere Kundenbindung erreicht und die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels zu einem Wettbewerber verringert wird.
Wissens- oder Fähigkeitslücke	Schulung, Zertifizierung, Entscheidungsunterstützung	Generiert Lizenz- oder Inhaltseinnahmen, skaliert digital und erfordert geringe Anfangsinvestitionen.
System- oder Koordinationsproblem	Pathway-Neugestaltung, Integration, Plattform	Plattform und Datenbestände, unterstützt langfristige Verträge und schafft Möglichkeiten für Lock-in-Effekte im Ökosystem.



BEISPIEL FÜR ABLEHNEN

Lehnen Sie UV-Licht-Maßnahmen zur Mundhygiene ab, da sie zwar Mikroben reduzieren, aber keine nachgewiesene Wirkung auf die Mundgesundheit haben.



BEISPIEL 2 ERSETZEN

Verzichten Sie bei der Schröpftherapie auf Aderlassverfahren, da es keine ausreichenden Belege für einen therapeutischen Nutzen gibt.

► Detaillierte Beispiele auf den Seiten 56 und 57

Brainstorming zu Möglichkeiten jenseits des Produkts

Könnte der Bedarf gedeckt werden, ohne ein Produkt einzuführen?

Bevor Sie sich für ein physisches Produkt entscheiden, sollten Sie überlegen, ob Verhaltensänderungen, Prozessoptimierung, Schulungen, Systemneugestaltung oder Kontextänderungen das Problem wirksam verringern oder lösen könnten.

Generieren Sie etwa zehn Ideen, um den klinischen Bedarf zu decken, ohne dass ein physisches Produkt erforderlich ist. In dieser Phase sollten Sie die Machbarkeit außer Acht lassen und breit explorieren.

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Wählen Sie Ihre stärkste(n) Idee(n) aus

Überprüfen Sie die oben generierten Ideen und wählen Sie die stärkste(n) Option(en) aus, die Sie weiterverfolgen möchten.

- Beyond-Device-Lösung verfolgen:** Die Idee ist der Einführung eines Produkts eindeutig überlegen und reduziert die Umweltbelastung. Verfolgen Sie die Beyond-Device-Idee weiter und fahren Sie direkt mit Phase E zur Evaluierung fort.
- Beyond-Device-Idee weiterentwickeln und beibehalten:** Die Beyond-Device-Idee ist vielversprechend, doch die Erforschung eines physischen Produkts bleibt relevant oder die Vorteile für die Umwelt sind unklar. Gehen Sie zu Phase A (falls diese noch nicht abgeschlossen ist), andernfalls behalten Sie die Beyond-Device-Idee für die Evaluierung in Phase E bei und fahren mit der Produktentwicklung fort.
- Weiterentwickeln:** Es wurde keine Beyond-Device-Idee identifiziert. Gehen Sie zu Phase A (falls diese noch nicht abgeschlossen ist), andernfalls konzentrieren Sie sich weiterhin auf die Produktentwicklung.

Halten Sie Ihre vielversprechendsten Ablehnen-Ideen im Phase-B-Abschluss auf ► Seite 22 fest.

Ideenfindung Ersetzen²

Ersetzen untersucht, ob derselbe klinische Bedarf mit bereits existierenden medizinischen Produkten oder Dienstleistungen im gegebenen klinischen Kontext gedeckt werden kann, die gleichwertige Ergebnisse liefern und gleichzeitig die Umweltbelastung deutlich reduzieren und den klinischen und wirtschaftlichen Wert erhalten.

Brainstorming bestehender Alternativen

Könnte der gleiche klinische Zweck mit bestehenden Alternativen mit geringerer Umweltbelastung erreicht werden?

Bevor Sie eine neue Lösung entwickeln, sollten Sie sich auf Substitutionsmöglichkeiten innerhalb des bestehenden Marktes und der klinischen Praxis konzentrieren und prüfen, ob derzeit verfügbare medizinische Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen bereits dasselbe klinische Ergebnis erzielen. Wenn eine bestehende Lösung identifiziert wird, überlegen Sie, wie diese weiter verbessert werden könnte, um das Problem besser zu lösen, ihren Geschäftswert zu steigern und ihre Umweltbelastung zu reduzieren – basierend auf den in Phase A definierten Hotspots.

Wurden bestehende Lösungen identifiziert?

Generieren Sie Ideen zur Verbesserung bestehender Lösungen, die das identifizierte Problem angehen oder den klinischen Bedarf decken.

- _____
- _____
- _____
- _____

Keine bestehenden Lösungen gefunden?

Untersuchen Sie, wie bestehende Produkte oder Verfahren angepasst werden könnten, um dem ermittelten klinischen Bedarf gerecht zu werden.

- _____
- _____
- _____
- _____



BEISPIEL ERSETZEN 1

Ersetzen Sie die Notwendigkeit eines neuen Beatmungsgeräts, indem Sie die Einstellungen an bestehenden Geräten verbessern, um Frühgeborene zu



BEISPIEL ERSETZEN 2

Ersetzen Sie die elektronische Blutdruckmessung durch eine manuelle Messung, wenn die Zuverlässigkeit vergleichbar ist.

➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 58 und 59

Hauptverantwortung

○ Konstruktion
D & Entwicklung

○ Betrieb und
Lieferkette

Beitrag

○ Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

○ Gesetzgebung
und Qualität

○ Medizintechnik
und Endnutzer

TIPP

Möglichkeiten zur Minimierung der Umweltbelastung:

- Abfallerzeugung minimieren
- Produktlebensdauer verlängern
- Anzahl der Nutzungszyklen erhöhen

Wählen Sie Ihre stärkste(n) Idee(n) aus

Überprüfen Sie die generierten Ideen und wählen Sie die stärkste(n) Option(en) zur weiteren Bearbeitung aus:

- 1. Neu entwickeln:** Es wurde keine bestehende oder anpassbare Lösung gefunden. Setzen Sie die Entwicklung eines neuen Produkts fort, indem Sie die nächsten Schritte befolgen.
- 2. Aktuelle Lösung ändern:** Eine bestehende Lösung wurde gefunden oder an den klinischen Bedarf angepasst. Nutzen Sie diese als Ausgangspunkt und konzentrieren Sie sich darauf, die Umweltbelastung durch die folgenden Schritte weiter zu reduzieren.

In beiden Fällen wird die erzielte Verbesserung der Umweltverträglichkeit zu einem zentralen Geschäftswert, der im gesamten Konstruktionsprozess berücksichtigt wird.

Halten Sie Ihre vielversprechendsten Ersetzen-Ideen im Phase-B-Abschluss auf ➤ Seite 22 fest.

Ideenfindung Überdenken ³

In diesem Schritt wird untersucht, wie die Produktnutzung überdacht werden kann, um die Effizienz und Nachhaltigkeit auf Systemebene zu verbessern, unter anderem durch gemeinsame Nutzung, Multifunktionalität und eine neu gestaltete Leistungserbringung (z. B. Telemedizin und Patientenfluss). Die Leitfragen unterstützen die Ideenfindung.

Hauptverantwortung

○ Konstruktion
& Entwicklung

○ Betrieb und
Lieferkette

Beitrag

○ Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

○ Gesetzgebung
und Qualität

○ Medizintechnik
und Endnutzer

Leitfrage 1

Multifunktionalität

Wie könnten Funktionalitäten kombiniert werden?

Versuchen Sie anhand der Kontextanalyse, Möglichkeiten zu finden, die Funktion mit einer anderen Funktion in einem einzigen Produkt zu kombinieren.

Ideen für Multifunktionalität:

Gutes Beispiel

Überdenken Sie die Atemwegsversorgung, indem Sauerstoffzufuhr und Pulsoximetrie in ein Produkt integriert werden.



Beispiel für negative Folgen trotz guter Absichten

System außer Acht lassen Kombinierte EKG- und SpO₂-Messungen reduzieren Einwegartikel, erhöhen jedoch Reinigungsaufwand und Gesamtauswirkungen.



➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 60 und 61

Leitfrage 2

Standardisierung

Wie könnten wir eine Standardisierung zwischen Systemen ermöglichen? Suchen Sie nach Konstruktionsmöglichkeiten, die die Interoperabilität zwischen der Lösung und anderen Systemen ermöglichen.

Ideen für Standardisierung:

Gutes Beispiel

Überdenken Sie die Ultraschallbildgebung, indem Sie eine Sonde verwenden, die an jeden Krankenhausmonitor oder jedes Standard-iPad angeschlossen werden kann.



Beispiel für negative Folgen trotz guter Absichten

Systemfragilität Die Standardisierung eines Patientenmonitors kann den Bedarf an Upgrades und die Kompatibilitätsprobleme erhöhen.



➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 62 und 63

Leitfrage 3

Produkt-Sharing

Auf welche Weise könnte das Produkt geteilt werden? Erkunden Sie, wie dieses Produkt von verschiedenen Abteilungen oder Nutzenden oder sogar von verschiedenen Krankenhäusern gemeinsam genutzt werden könnte.

Ideen für Produkt-Sharing:

Gutes Beispiel

Überdenken Konstruieren Sie klinische Beatmungsgeräte so, dass sie mehrere Patienten gleichzeitig versorgen und dadurch die benötigte Produktanzahl reduzieren.



Beispiel für negative Folgen trotz guter Absichten

Logistischer Aufwand Die gemeinsame Nutzung von tragbaren Infusionspumpen erhöht die Umweltbelastung durch Transport- und Reinigungsaufwand.



➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 64 und 65

Halten Sie Ihre vielversprechendsten ³ Ideen zum Überdenken im Abschlussbericht der Phase B auf ➤ Seite 22 fest.

Ideenfindung Reduzieren⁴

„Reduzieren“ untersucht, ob derselbe klinische Bedarf erfüllt werden kann, indem die mit bestehenden medizinischen Produkten oder Dienstleistungen verbundenen Ressourcen, Materialien oder Auswirkungen innerhalb des gegebenen klinischen Kontextes reduziert werden, während gleichwertige Ergebnisse erzielt und der klinische sowie geschäftliche Nutzen erhalten bleiben.

Hauptverantwortung

○ Konstruktion
& Entwicklung

○ Betrieb und
Lieferkette

Beitrag

○ Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

○ Gesetzgebung
und Qualität

○ Medizintechnik
und Endnutzer

Produktekomplexität

Identifizieren Sie Möglichkeiten zur **Vereinfachung des Produkts**, ohne dessen Funktion zu beeinträchtigen.

Ideen zur Reduzierung der Produktkomplexität:

Gutes Beispiel

Reduzieren

Sie die Komplexität einer automatisierten Insulinpumpe, indem Sie selten genutzte Funktionen entfernen.



Beispiel für negative Folgen trotz guter Absichten

Überkomplexität

Wiederverwendbare Kataraktinstrumentenspitzen werden sterilisiert, während eine Einwegspitze nachhaltiger ist.



➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 66 und 67

Materialverwendung

Ermitteln Sie, wie Sie die Menge an Komponenten oder Materialien **sicher reduzieren** können.

Ideen zur Reduzierung der Anzahl von Komponenten und Materialien:

Gutes Beispiel

Reduzieren Sie den Materialverbrauch bei intelligenten Pillendosen, indem Sie unnötige Innenpolsterungen und Mehrfachverpackungen eliminieren.



Beispiel für negative Folgen trotz guter Absichten

Trügerische Sicherheit

Schutzhandschuhe können sicherer erscheinen, verursachen aber mehr Abfall, wenn Händedesinfektion genauso wirksam ist.



➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 68 und 69

Benötigte Ressourcen

Minimieren Sie den **Energie-, Wasser- oder Chemikalienverbrauch** bei der Fertigung oder Nutzung des Produkts, ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen.

Ideen zur Reduzierung des Ressourcenbedarfs:

Gutes Beispiel

Reduzieren Sie den Wasserverbrauch bei der Endoskopreinigung, indem Sie ihn auf die tatsächlich benötigte Menge beschränken.



➤ Detaillierte Beispiele auf den Seiten 70 und 71

Beispiel für negative Folgen trotz guter Absichten

Verfahrensgewohnheit

Das Öffnen kompletter Instrumentensets verursacht mehr Abfall, wenn nur wenige Instrumente benötigt werden.



Wenn der Fortschritt ins Stocken gerät, überprüfen Sie Ihre Annahmen.

Was undurchführbar erscheint, kann auf ungetesteten Annahmen, einer zu engen Problemdefinition oder unnötigen Einschränkungen beruhen. Suchen Sie relevante Literatur, Standards, klinische Praxis und vergleichbare Technologien, um alternative Wege und bewährte Ansätze zu identifizieren.

Halten Sie Ihre vielversprechendsten Ideen zur Reduzierung⁴ im Phase-B-Abschluss auf ➤ Seite 22 fest.

Durch die Erforschung der Kreislaufstrategien Ablehnen, Ersetzen, Überdenken und Reduzieren wurden Annahmen hinterfragt und nachhaltigere Richtungen identifiziert. Dokumentieren Sie die stärksten Ideen aus jeder Strategie. Beschreiben Sie jede Idee und notieren Sie die erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit, die sie bewirken könnte.

Hauptverantwortung

○ Konstruktion
& Entwicklung

○ Betrieb und
Lieferkette

Beitrag

○ Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

○ Gesetzgebung
und Qualität

○ Medizintechnik
und Endnutzer

1 Ablehnen

Möglichkeiten jenseits des Produkts

Ideen von Seite 18

Erwartete Verbesserung der
Nachhaltigkeit je Idee

2 Ersetzen

Nutzung bestehender alternativer
medizinischer Produkte, Verfahren
oder Dienstleistungen

Ideen von Seite 19

Erwartete Verbesserung der
Nachhaltigkeit je Idee

3 Überdenken

Systemeffizienz
und Nachhaltigkeit

Ideen von Seite 20

Erwartete Verbesserung der
Nachhaltigkeit je Idee

4 Reduzieren

Komplexität, Materialeinsatz
und Ressourcen

Ideen von Seite 21

Erwartete Verbesserung der
Nachhaltigkeit je Idee

Zusammenfassung B

Ermitteln Sie, welche Ideen aus all Ihren Brainstormings der Phase B einander ergänzen, und kombinieren Sie diese zu mindestens drei Konzepttrichtungen. Dokumentieren Sie für jedes Konzept die kombinierten Strategien, die erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit und etwaige frühe Prototyp-Notizen. Nehmen Sie diese Zusammenfassung mit in Phase C.

Hauptverantwortung

 Konstruktion
& Entwicklung

 Betrieb und
Lieferkette

Beitrag

 Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

 Gesetzgebung
und Qualität

 Medizintechnik
und Endnutzer

Konzept 1 – Beschreibung

Erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit

Klinische Vorteile

Geschäftliche Vorteile

Konzept 2 – Beschreibung

Erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit

Klinische Vorteile

Geschäftliche Vorteile

Konzept 3 – Beschreibung

Erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit

Klinische Vorteile

Geschäftliche Vorteile

Weitere Iteration erforderlich? Verfeinern Sie Ihre Konzepte und kehren Sie bei Bedarf zu dieser Phase zurück.

● **ZIRKULIEREN**

Das System im Kreislauf halten

Ziel der Phase C ist es, Pfade für die Nachnutzung eines Produkts zu definieren und das System so zu gestalten, dass Kreislauffähigkeit ermöglicht wird. Die Produktkonstruktion erfolgt in Phase D. Die meisten Produkte werden derzeit entsorgt und verbrannt, obwohl sie noch Wert besitzen und aus knappen Ressourcen bestehen. Um die Kreislauffähigkeit zu unterstützen, muss das Produkt mit der Rezirkulation innerhalb des kreislaforientierten Gesundheitssystems kompatibel sein (siehe Visualisierung der Kreislaufströme im Gesundheitswesen auf Seite 52). In dieser Phase werden geeignete Kreislaufstrategien identifiziert und in System- und Sammelkonstruktionsentscheidungen übersetzt, die ihre Umsetzung ermöglichen.

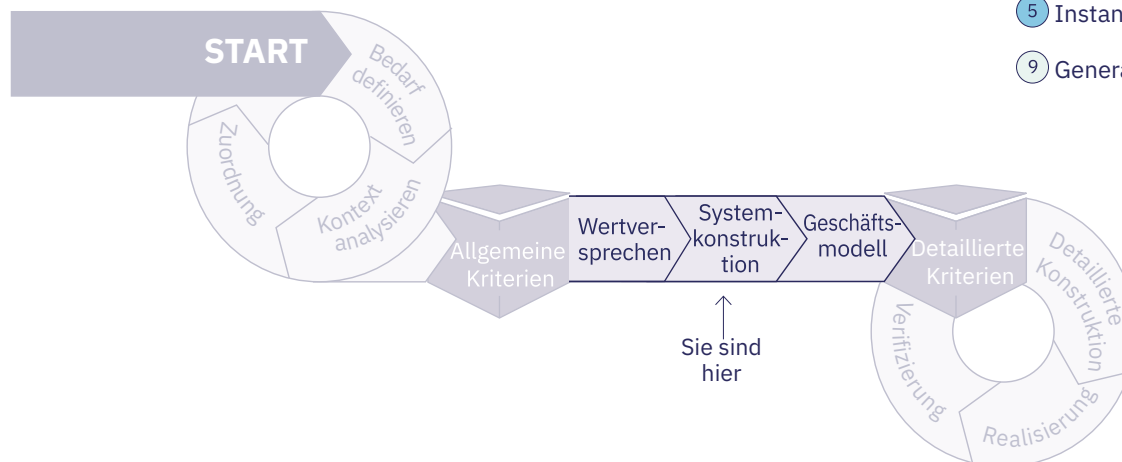
Hauptverantwortliche Rollen

 Konstruktion & Entwicklung	 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit	 Betrieb und Lieferkette
 Geschäft und Strategie	 Gesetzgebung und Qualität	 Medizintechnik und Endnutzer

Welche Kreislaufstrategien kommen in dieser Phase zum Einsatz?

Alle Strategien, die darauf abzielen, die Lebensdauer eines Produkts oder seiner Komponenten zu verlängern, sowie Strategien zur Rückgewinnung von Rohstoffen. Die Kreislaufstrategien sind:

- 5 Instandhalten
- 6 Reparieren
- 7 Wiederverwenden
- 8 Überholen
- 9 Generalüberholen
- 10 Umnutzen
- 11 Recyceln
- 12 Erneuern



► Glossar Seite 92

Video ansehen



Kreislaufstrategien bestimmen

(für Produkte mit niedriger Kritikalität)

Dieser Entscheidungsbaum unterstützt die Auswahl von Kreislaufstrategien für **Produkte mit niedriger Kritikalität**. Er kategorisiert Produkte nach MDR-Klasse, Nutzungsdauer sowie erwarteter Größe und erwarteten Kosten und ordnet sie gängigen Strategien zu. Nutzen Sie dies als Ausgangspunkt, um relevante Strategien für Ihr Konstruktionskonzept zu erkunden. Bei hoher Kritikalität mit der nächsten Seite fortfahren.

Hauptverantwortung

Umweltbelastung & Nachhaltigkeit
Gesetzgebung & Qualität

Beitrag

Geschäft und Strategie



► Detailliertere Erläuterungen der Beispiele finden Sie auf Seite 72 bis 75

Kritikalitätsgrad eines frühen Konstruktionskonzepts:

Ermitteln Sie die Kritikalität anhand der geschätzten MDR-Klassifizierung gemäß der beabsichtigten Verwendung. Verwenden Sie eine bestmögliche Schätzung; spätere Konstruktionsänderungen werden diesen Schritt voraussichtlich nicht wesentlich beeinflussen.

Im nächsten Schritt werden die Strategien in konkrete Konstruktionsentscheidungen umgesetzt.

Bestimmen Sie Kreislaufstrategien (für Produkte mit hoher Kritikalität)

Dieser Entscheidungsbaum unterstützt die Auswahl von Kreislaufstrategien für **Produkte mit hoher Kritikalität**. Er kategorisiert Produkte nach MDR-Klasse, Nutzungsdauer sowie erwarteter Größe und Kosten und ordnet sie gängigen Strategien zu. Nutzen Sie ihn als Ausgangspunkt, um relevante Strategien für Ihr Konstruktionskonzept zu erkunden.
Bei geringer Kritikalität zur vorherigen Seite zurückkehren.

Hauptverantwortung

Umweltbelastung & Nachhaltigkeit
Gesetzgebung & Qualität

Beitrag

Geschäft und Strategie



► Detailliertere Erläuterungen der Beispiele finden Sie auf Seite 76 bis 79

Kritikalitätsgrad eines frühen Konstruktionskonzepts:

Ermitteln Sie die Kritikalität anhand der geschätzten MDR-Klassifizierung gemäß der beabsichtigten Verwendung. Verwenden Sie eine bestmögliche Schätzung; spätere Konstruktionsänderungen werden diesen Schritt voraussichtlich nicht wesentlich beeinflussen.

Im nächsten Schritt werden die Strategien in konkrete Konstruktionsentscheidungen umgesetzt.

Systemgestaltungs-Ideen

Wählen Sie die in Phase C auf den Seiten 26–27 definierten Kreislaufstrategien aus und entwickeln Sie Ideen, um diese für jedes Konzept aus Phase B anzuwenden. Nutzen Sie die Systemkonstruktionsüberlegungen als Leitfaden für Ihre Überlegungen, konzentrieren Sie sich aber noch nicht auf die Gestaltung. Dies erfolgt in Phase D.

Hauptverantwortung

○ Betrieb
○ & Lieferkette

Mit Input des gesamten Teams



	Systemkonstruktionsüberlegungen
☐ Instandhalten Ideen _____ _____ _____	Rückverfolgbarkeit, Workflow-Passung, Vorschriften
☐ Reparieren Ideen _____ _____ _____	Lokale Systeme, Rückverfolgbarkeit, Workflow-Passung, Vorschriften, Sammlung, Wirtschaftlichkeit
☐ Wiederverwenden Ideen _____ _____ _____	Lokale Systeme, Rückverfolgbarkeit, Workflow-Passung, Vorschriften, Sammlung, Wirtschaftlichkeit
☐ Überholen Ideen _____ _____ _____	Lokale Systeme, Rückverfolgbarkeit, Workflow-Passung, Vorschriften, Sammlung, Wirtschaftlichkeit
☐ Generalüberholen Ideen _____ _____ _____	Lokale Systeme, Rückverfolgbarkeit, Workflow-Passung, Vorschriften, Sammlung, Wirtschaftlichkeit
☐ Umnutzen Ideen _____ _____ _____	Rückverfolgbarkeit, Funktionanpassung, Sammlung, Wirtschaftlichkeit
☐ Recycling Ideen _____ _____ _____	Lokale Systeme, Rückverfolgbarkeit, Funktionanpassung, Sammlung, Wirtschaftlichkeit
☐ Erneuerung Ideen _____ _____ _____	Rückverfolgbarkeit, Workflow-Passung, Vorschriften

Die folgende Seite bietet Anhaltspunkte je Systemkonstruktionsüberlegung, um das Brainstorming zu starten. Ziel ist es, für jede Kreislaufstrategie eine ganze Seite mit Ideen zu generieren. Erkunden Sie zunächst breit, dann kombinieren und verfeinern Sie auf der nächsten Seite die vielversprechendsten Ideen.

Konstruktionsidee 1

[illegible]

Konstruktionsidee 2

[illegible]

Konstruktionsidee 3

[illegible]

➤ Beispiel für eine vollständig integrierte Systemkonstruktion einer intelligenten Pillendose auf Seite 80.

Weitere Iteration erforderlich?

Verfeinern
Sie Ihre Ideen
und greifen Sie
bei Bedarf auf
frühere Phasen
zurück.

- Phase A
- Phase B
- Phase C

Ideenfindung für Sammelwege

Für die meisten Kreislaufstrategien nach der Nutzungsphase ist eine effektive Sammlung erforderlich, um die Weiterverarbeitung zu ermöglichen. Dieser Schritt legt fest, wie Produkte wieder in das System zurückgeführt werden können, sodass sie mit den in Phase C auf Seite 29 definierten Kreislaufstrategien in Einklang stehen und in der Praxis umgesetzt werden können.

Verstehen Sie Ihren Sammlungskontext

Für jedes Konzept, das von Phase C Seite 29 übernommen wurde, sollten Sie relevante Beteiligte wie Pflegekräfte, Patienten, Mitarbeitende der Sterilgutversorgung sowie Logistik- und Abfallfachkräfte einbeziehen, um bestehende Arbeitsabläufe zu verstehen oder festzustellen, wo neue Arbeitsabläufe entworfen werden müssen.

Nutzen Sie diese Erkenntnisse, um den/die für die bevorzugten Ideen aus Phase C Seite 29 am besten geeigneten Sammlungspfad(e) auszuwählen.

Die gewählten Lösungen sollten sich nahtlos in die klinische Praxis einfügen und die Einhaltung der geltenden örtlichen gesetzlichen Anforderungen für Sammlung und Aufbereitung ermöglichen.

Hauptverantwortung

Umweltbelastung & Nachhaltigkeit Betrieb & Lieferkette Medizintechnik und Endnutzer

Beitrag

Konstruktion & Entwicklung Geschäft & Strategie Gesetzgebung und Qualität



Idee 1	Idee 2	Idee 3
Überlegungen zur Systemkonstruktion: 	Überlegungen zur Systemkonstruktion: 	Überlegungen zur Systemkonstruktion:
Bevorzugte(r) Sammelweg(e) für diese Idee: 	Bevorzugte(r) Sammelweg(e) für diese Idee: 	Bevorzugte(r) Sammelweg(e) für diese Idee:

Zusammenfassung C (Konzeptausrichtungen)

Nutzen Sie diese Seite, um die drei stärksten Konzepte aus Phase C zusammenzufassen. Dokumentieren Sie für jedes Konzept zwei Punkte: die getroffenen Systemkonstruktionsentscheidungen und den Sammelweg, der diese unterstützt. Zusammen bilden diese eine konsolidierte Grundlage, die in Phase D weiterverwendet wird.

Hauptverantwortung

 Betrieb
& Lieferkette

Mit Input des gesamten Teams

Konzept 1 – Beschreibung der Idee einschließlich der Systemkonstruktionsentscheidungen

Geeignetste(r) Sammelweg(e)	Sammel- und Zielort	Verantwortlicher Beteiligter
☐ Rückgabe ☐ Lokale Sammlung ☐ Rücknahme		
Erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit	Klinische Vorteile	Geschäftliche Vorteile

Konzept 2 – Beschreibung der Idee einschließlich der Systemkonstruktionsentscheidungen

Geeignetste(r) Sammelweg(e)	Sammel- und Zielort	Verantwortlicher Beteiligter
☐ Rückgabe ☐ Lokale Sammlung ☐ Rücknahme		
Erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit	Klinische Vorteile	Geschäftliche Vorteile

Konzept 3 – Beschreibung der Idee einschließlich der Systemkonstruktionsentscheidungen

Geeignetste(r) Sammelweg(e)	Sammel- und Zielort	Verantwortlicher Beteiligter
☐ Rückgabe ☐ Lokale Sammlung ☐ Rücknahme		
Erwartete Verbesserung der Nachhaltigkeit	Klinische Vorteile	Geschäftliche Vorteile

VERKÖRPERN



Produkte langlebiger machen

In dieser Phase verlagert sich der Fokus von Entscheidungen auf Systemebene hin zum Produkt selbst, indem allgemeine Konzepte in konkrete, umsetzbare Konstruktionsentscheidungen übersetzt werden. In dieser Phase werden die Hotspots aus Phase A und die Kreislaufstrategien aus Phase C als Leitfaden verwendet, um die gewählten Strategien direkt in die Produktkonstruktion einzubringen, relevante Anforderungen anzuwenden und häufige Entwicklungsbarrieren speziell für die Entwicklung von Medizinprodukten.

➤ Gehen Sie zurück zu „Kreislaufstrategien“ in Phase C, Seite 25

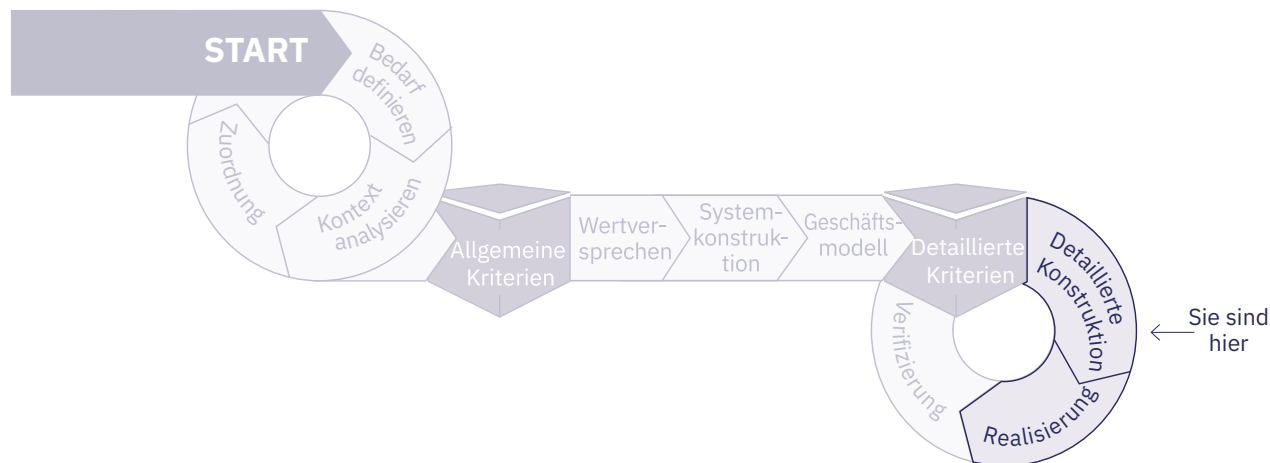
Hauptverantwortliche Rollen

 Konstruktion & Entwicklung	 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit	 Betrieb und Lieferkette
 Geschäft und Strategie	 Gesetzgebung und Qualität	 Medizintechnik und Endnutzer

Welche Kreislaufstrategien kommen in dieser Phase zum Einsatz?

Alle Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer von Produkten und Komponenten sowie Strategien zur Rückgewinnung von Rohstoffen:

5 Instandhalten 6 Reparieren 7 Wiederverwenden 8 Überholen 9 Generalüberholen 10 Umnutzen 11 Recyceln 12 Erneuern



➤ Glossar Seite 92

Video ansehen



Kreislaufstrategien gestalten

Entwickeln Sie mehrere Gestaltungsideen für jede Kreislaufstrategie (Phase C, Seite 26–27), und wenden Sie die entsprechenden Gestaltungskriterien an, die auf der nächsten Seite weiter erläutert werden. Übergreifend über die Kreislaufstrategien hinweg berücksichtigen Sie Materialauswahl, Komponentenkonstruktion und Fertigungsansatz, wie in Phase D auf Seite 36 beschrieben.

Main Responsibility

 Design
& Engineer

 Impact &
Sustainability

Input

 Regulatory
& Quality

 Operations
& Supply Chain

 Clinical
& End user

	Gestaltungsüberlegungen
☐ Instandhalten Ideas _____	Demontage, Langlebigkeit, Wertwahrnehmung, klinische Sicherheit, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit
☐ Reparatur Ideas _____	Demontage, Langlebigkeit, Wertwahrnehmung, klinische Sicherheit, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit
☐ Wiederverwenden Ideas _____	Demontage, Langlebigkeit, Wertwahrnehmung, klinische Sicherheit, Patientenprivatsphäre, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit, Reinigungsfreundlichkeit
☐ Überholen Ideas _____	Demontage, Langlebigkeit, Wertwahrnehmung, klinische Sicherheit, Patientenprivatsphäre, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit, Reinigungsfreundlichkeit
☐ Generalüberholen Ideas _____	Demontage, Langlebigkeit, Wertwahrnehmung, klinische Sicherheit, Patientenprivatsphäre, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit, Reinigungsfähigkeit, Schadstoffentfernung
☐ Umnutzen Ideas _____	Demontage, Langlebigkeit, Wertwahrnehmung, klinische Sicherheit, Patientenprivatsphäre, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit, Reinigungsfreundlichkeit, Schadstoffentfrachtung
☐ Recyceln Ideas _____	klinische Sicherheit, Qualitätsbewertung, Rückverfolgbarkeit, Materialtrennung, Schadstoffentfrachtung
☐ Erneuern Ideas _____	klinische Sicherheit, Abbaubarkeit, Materialtrennung, Schadstoffentfrachtung

Auf der nächsten Seite finden Sie weitere Einzelheiten zu den verschiedenen Gestaltungsüberlegungen.

Gestaltungsdetails, die Sie berücksichtigen sollten

Wählen Sie eine Idee aus Phase C und eine entsprechende Matrixzeile (siehe vorherige Seite), um Konzepte physischen Details zuzuordnen. Bei Bedarf wiederholen.

Main Responsibility

 Konstruktion & Entwicklung

 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit

Input

 Gesetzgebung und Qualität

 Betrieb und Lieferkette

 Medizintechnik und Endnutzer

ÜBERLEGUNGEN von der vorherigen Seite	Verkörperungsideen zum Brainstorming				Zusätzliche Links
Demontage	☐ Minimierung der Anzahl verwendeter Komponenten	☐ Bildung modularer Unterbaugruppen	☐ Vermeidung von Klebstoffen	☐ Verbesserung der Zugänglichkeit (Standardisierung)	➔ 84 Montagemethoden, die für die Demontage geeignet sind
Langlebigkeit	☐ Haltbare Materialien verwenden	☐ Klare/leicht zugängliche Benutzeranweisungen	☐ Produktaktualisierungen ermöglichen	☐ Auf passgenaue Montage der Teile achten	
Wertwahrnehmung	☐ Emotionale Bindung erhöhen	☐ Wahrgenommenen hohen finanziellen Wert sicherstellen	☐ Wahrgenommenen hohen Funktionswert sicherstellen	☐ Wahrgenommenen hohen Effizienzwert sicherstellen	
klinische Sicherheit	☐ Infektionsrisiko minimieren	☐ Produktqualität und -funktion aufrechterhalten	☐ Toxine und scharfe Gegenstände vermeiden oder abdecken	☐ Unbeabsichtigte biologische Wechselwirkungen vermeiden	
Patientenprivatsphäre	☐ Sicherstellen, dass Patientendaten vom Gerät gelöscht werden	☐ Sichere Datenspeicherung gewährleisten	☐ Wahrgenommene Datensicherheit gewährleisten	☐ Unbefugten Zugriff auf das Gerät verhindern	
Abbaubarkeit	☐ Biologisch abbaubare Materialien verwenden (sofern sicher)	☐ Chemische Rückstände (Risiken) vermeiden	☐ Unbeabsichtigte biologische Wechselwirkungen vermeiden	☐ Kompostierung mit zugelassenem biobasiertem Material beschleunigen	➔ 85 Medizinisch zugelassene biobasierte Materialien
Qualitätsbewertung	☐ Wohldefinierte, messbare Kriterien sicherstellen	☐ Eine effiziente Qualitätsprüfungsmethode sicherstellen	☐ Negative Testfolgen ermitteln	☐ Generalisierbarkeit der Bewertung sicherstellen	
Rückverfolgbarkeit	☐ Einfachen, sicheren Zugriff auf Produktinformationen gewährleisten	☐ Anzahl der Zyklen pro Produktnachverfolgen	☐ Zyklen pro Bauteil oder Material zählen	☐ Umfassende Material- und Fehlerinformationen bereitstellen	
Reinigungsfreundlichkeit	☐ Reinigungsfreundliche Materialien wählen	☐ Anzahl der verwendeten Komponenten minimieren	☐ Formen vermeiden, die Schmutzablagerungen begünstigen	☐ Produkt bei Bedarf wasserdicht auslegen	➔ 91 Dekontaminationsstrategien/Leitfäden
Materialtrennung	☐ Anzahl der verwendeten Materialien minimieren	☐ Verwendung von Materialmischungen vermeiden	☐ Wenn möglich höherwertige Materialien wählen	☐ Klebende Fügeverfahren vermeiden	➔ 85 Materialien, die sich miteinander recyceln lassen
Schadstoffentfrachtung	☐ Einsatz gefährlicher Stoffe minimieren	☐ Sicherstellen, dass Batterien leicht zu entfernen sind	☐ Einsatz von Schadstoffen deutlich kennzeichnen (falls vorhanden)	☐ Schadstoffe leicht und sicher entfernbar machen	➔ 85 Medizinisch zugelassene recycelbare Materialien

Zerlegen Sie Ihr Produkt Zerlegen Sie Ihr Produkt oder ein ähnliches Produkt und dokumentieren Sie jede Komponente und jedes Material. Ordnen Sie jedem Material seine Umweltbelastung zu.

Optimieren Sie Ihr kreislauffähiges Design

Bei der Gestaltung sind drei Kategorien von Überlegungen für alle Kreislaufstrategien des Produkts relevant. Diese Überlegungen bieten eine übergeordnete Perspektive für die Bewertung von Strategien während des Brainstorming-Prozesses in Phase D, Seite 34–35.

Main Responsibility

 Konstruktion
& Entwicklung

 Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

Input

 Gesetzgebung
und Qualität

 Betrieb und
Lieferkette

 Medizintechnik
und Endnutzer



Materialauswahl

Bei der Materialauswahl sollten Sie folgende Kriterien berücksichtigen.

- ☐ Bewerten Sie die Materialauswahl aus einer Lebenszyklus-Perspektive. Wählen Sie biobasierte oder erneuerbare Materialien nur dann aus, wenn deren ökologische Vorteile nachgewiesen wurden.
- ☐ Wo Kompromisse bestehen, sollte bei Produkten, die für mehrere Nutzungszyklen vorgesehen sind, der Langlebigkeit Vorrang vor der Recyclingfähigkeit eingeräumt werden.
- ☐ Minimieren Sie den Materialeinsatz, ohne Sicherheit, Qualität oder Leistung zu beeinträchtigen.



Komponentenkonstruktion

Bei der Definition von Komponenten sind folgende Kriterien zu berücksichtigen.

- ☐ Bei Komponenten mit erheblichen Umweltbelastungen sollten Strategien zur Langlebigkeit, zur Wiederverwendung oder zum Austausch priorisiert werden.
- ☐ Verschleißanfällige oder kontaminationssensible Komponenten sollten, wo immer möglich, austauschbar, reparierbar oder wartungsfähig sein.
- ☐ Soweit relevant, sollten die Lebensdauern der Komponenten an die geplante Nutzungsdauer und die Nutzungszyklen des Gesamtprodukts angepasst werden.



Fertigungsansatz

Bei der Auswahl von Fertigungsprozessen sollten Sie die folgenden Kriterien berücksichtigen.

- ☐ Wählen Sie gegebenenfalls Fertigungsverfahren, die die Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus minimieren, die Materialqualität erhalten und eine effektive Rückgewinnung und Aufbereitung ermöglichen.

Häufige Implementierungshindernisse angehen

Kreislaufstrategien können technische, gesetzliche, finanzielle und organisatorische Veränderungen mit sich bringen. Überlegen Sie, wie Sie die unten genannten häufig auftretenden Hindernisse überwinden könnten.

Main Responsibility

 Konstruktion & Entwicklung

 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit

Input

 Gesetzgebung und Qualität

 Betrieb und Lieferkette

 Medizintechnik und Endnutzer

Die häufigsten Implementierungshindernisse überwinden

Nicht alle Hindernisse treffen auf jedes Produkt zu. Konzentrieren Sie sich auf diejenigen Aspekte, die für Ihr Produkt, Ihren Kontext und Ihre Kreislaufstrategie am relevantesten sind.

(Wahrgenommene) Sicherheitsrisiken



Bedenken hinsichtlich Kontamination, Infektionskontrolle oder Patientensicherheit können die Einführung von Kreislauflösungen einschränken.

Mögliche Strategien zur Schadensminderung

Frage: Sind diese Risiken real?

Minderung durch ordnungsgemäße Dekontamination.

➤ Überprüfen Sie die Dekontaminationsseite 91 erneut.

Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen



Kreislauffähige Medizinprodukte erfüllen nicht immer alle Vorschriften.

Mögliche Strategien zur Schadensminderung

Machen Sie sich mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen vertraut.

Prüfen Sie die Verordnung erneut, um sicherzustellen, dass die Auslegungen korrekt sind.

Binden Sie die Regulierungsbehörden frühzeitig ein und beginnen Sie mit Pilotprojekten.

Technologische Einschränkungen



Manche Medizinprodukte sind entweder veraltet oder zu innovativ, um realisiert zu werden.

Mögliche Strategien zur Schadensminderung

Einschränkungen bewerten: Können Sie die Konstruktion anders gestalten?

Falls dies ein echtes Problem darstellt, sollten Sie die Phasen A und B erneut überprüfen, um festzustellen, ob die Vision für Ihr Produkt verbessert werden kann.

Finanzielle Einschränkungen



Die Kreislauffähigkeit kann Investitionen erfordern oder Geschäftsmodelle verkomplizieren.

Mögliche Strategien zur Schadensminderung

Entwickeln Sie ein Kreislauf-Geschäftsmodell und einen finanziell tragfähigen Umsetzungsplan

➤ Beispiel Seite 88
Finanzielle Einschränkung – oder Angst? Erfahren Sie, wie kreislaforientierte Gestaltung in der medizinischen Bildgebung Mehrwert schafft.



Akzeptanz der Interessengruppen



Kreislauffähige Medizinprodukte werden nicht immer vom Anwender oder Patienten akzeptiert.

Mögliche Strategien zur Schadensminderung

Schaffen Sie Vertrauen, indem Sie Sicherheits- und Leistungsvorteile priorisieren und kommunizieren.

Priorisieren Sie die wahrgenommenen wertbezogenen Kriterien und wenden Sie Co-Creation an.

Die folgende Seite enthält Beispiele für die Anpassung an Barrieren.

Anpassung an Barrieren

Beispiele für Anpassungen an Barrieren, die nicht verhindert oder überwunden werden können



Hybrid design

Das laparoskopische Produkt verfügt über eine wiederverwendbare Elektronikeinheit mit **einem recycelbaren Kunststoffgriff**.



Nachfüllkonstruktion

Die Autoinjektorkartuschen werden regelmäßig ausgetauscht, wodurch das Hauptprodukt kontinuierlich einsatzbereit bleibt.



Hülsenkonstruktion

Die Ultraschallsonde verwendet eine Einweghülle, wodurch die Entsorgung der Elektronik entfällt.

➤ Detaillierte Beispiele auf Seite 89

AUFGABE

Brainstorming zu Minderungsstrategien Entwickeln Sie eine Minderungsstrategie für alle Spalten. Finden Sie beispielsweise für jedes Konzept eine Dekontaminationsstrategie, die mit dem Verwendungszweck, dem Kritikalitätsgrad und den ausgewählten Kreislaufstrategien übereinstimmt. In diesem Fall sollten Sie bedenken, dass übermäßige Reinigung unnötige Umweltbelastung verursacht.

Hauptverantwortung

 Konstruktion
& Entwicklung

 Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

Beitrag

 Gesetzgebung
und Qualität

 Betrieb und Lieferkette

 Medizintechnik
und Endnutzer

Zusammenfassung D

Nutzen Sie diese Seiten, um mindestens drei Ihrer stärksten Produktkonzepte von den vorherigen Seiten zu dokumentieren. Beschreiben Sie für jedes einzelne das Konzept und dokumentieren Sie die wichtigsten Konstruktionsentscheidungen und Erkenntnisse aus dieser Phase, um eine klare und evidenzbasierte Grundlage für die bevorstehende Evaluierung zu schaffen.

Hauptverantwortung

 Konstruktion
& Entwicklung

 Geschäft
und Strategie

Beitrag

 Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

Konzept 1 – Beschreibung

Verkörperung

Barrieren, auf die dieses Konzept stoßen könnte

Strategien zur Überwindung dieser Barrieren

Konzept 2 – Beschreibung

Verkörperung

Barrieren, auf die dieses Konzept stoßen könnte

Strategien zur Überwindung dieser Barrieren

Konzept 3 – Beschreibung

Verkörperung

Barrieren, auf die dieses Konzept stoßen könnte

Strategien zur Überwindung dieser Barrieren

AUSWERTEN

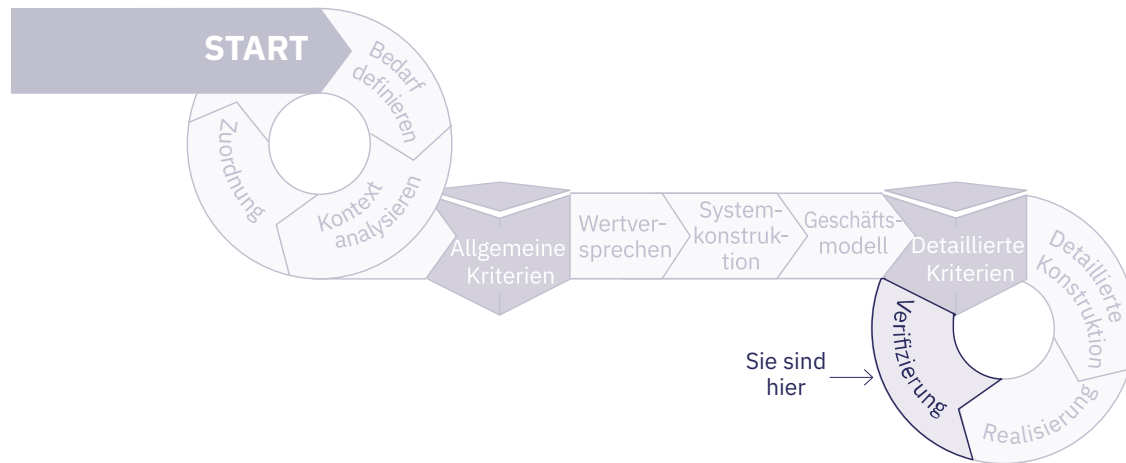


Ermitteln Sie die tatsächlichen Auswirkungen

In dieser Phase schätzen Sie quantitativ den ökologischen und klinischen/geschäftlichen Nutzen all Ihrer besten Ideen ein. Eine objektive Bewertung Ihrer neuen Ideen, entweder im Vergleich zueinander oder im Vergleich zum aktuellen Behandlungsstandard, ermöglicht es Ihnen, evidenzbasierte Entscheidungen darüber zu treffen, welche Idee(n) umgesetzt werden sollen. Das hilft Ihnen, Greenwashing oder Geld- und Zeitverschwendung zu vermeiden, und Ideen, die jetzt nicht realisierbar sind, können für die Zukunft zurückgestellt werden.

Hauptverantwortliche Rollen

 Konstruktion & Entwicklung	 Umweltbelastung & Nachhaltigkeit	 Betrieb und Lieferkette
 Geschäft und Strategie	 Gesetzgebung und Qualität	 Medizintechnik und Endnutzer



► Glossar Seite 92

Video ansehen



Bewerten Sie die Nachhaltigkeit Ihrer Konzepte

Nutzen Sie die unten aufgeführten Instrumente, um jedes Konstruktionskonzept auf nachweisbare Nachhaltigkeitsgewinne zu bewerten und um alle Faktoren zu identifizieren, die diese Gewinne zunichtemachen könnten.

Hauptverantwortung

-  Umweltbelastung
-  & Nachhaltigkeit

Input für die Entscheidungsfindung

-  Geschäft und Strategie
-  Konstruktion & Entwicklung
-  Medizintechnik und Endnutzer

Methoden zur Analyse der ökologischen Nachhaltigkeit

Verwenden Sie dieselbe Lebenszyklusanalyse (oder eine andere Kennzahl) wie in Phase A, um die Umweltbelastung jedes Produktkonzepts zu bewerten und diese miteinander und/oder mit dem aktuellen Behandlungsstandard zu vergleichen, sodass Sie das Konzept mit der größten Verbesserung identifizieren können.

Soziale Bewertung

Bitte berücksichtigen Sie neben der Umweltbewertung auch die soziale Nachhaltigkeit Ihres Produktkonzepts, um sicherzustellen, dass es dem menschlichen Wohlergehen, der Gleichberechtigung, den grundlegenden Menschenrechten und der Inklusion Priorität einräumt.

Mögliche Rebound-Effekte

Kreislaufösungen können unbeabsichtigte Folgen nach sich ziehen, die ihre Nachhaltigkeitsgewinne zunichtemachen. Berücksichtigen Sie bei der Bewertung von Produktkonzepten, ob die Lösung nachteilige Auswirkungen mit sich bringen könnte, und antizipieren Sie diese, wo relevant.



Beispiel

Erhöhte Komplikationen bei Patienten

z. B. kann ein wiederverwendbarer Katheter schwieriger zu reinigen sein, was das Infektionsrisiko erhöht und Ressourcen für zusätzliche Behandlungen erfordert.



Beispiel

Erhöhte Wiedereinweisungen ins Krankenhaus

z. B. erfordern wiederaufbereitete orthopädische Implantate eine zusätzliche Überwachung, was zu erhöhtem Reiseaufwand und einem erhöhten Ressourcenverbrauch im Krankenhaus führt.



Beispiel

Mehr Sicherheitsausrüstung erforderlich

z. B. benötigen komplexe wiederverwendbare Endoskope möglicherweise zusätzliche PSA, Reinigungsmittel und Energie während der Aufbereitung.

Überprüfen

Prüfen Sie die potenziellen unbeabsichtigten Folgen jedes Ihrer Produktkonzepte und informieren Sie sich, wie Sie diese abmildern können. Berücksichtigen Sie dies bei der Abschätzung der Auswirkungen anhand der in Phase A verwendeten Kennzahlen. _____

Überprüfen Sie die Ergebnisse der Phasen B, C und D, um festzustellen, wo unbeabsichtigte Folgen am wahrscheinlichsten auftreten.

Zusammenfassung E

Vergleichen Sie die Umweltbelastung von mindestens drei starken Konzepten mit dem Ausgangswert aus Phase A, um festzustellen, welches Konzept die größte Verbesserung erzielt. Dokumentieren und teilen Sie diesen Gewinn mit Ihrer Organisation, um die Entwicklung rechtfertigen zu können.

Hauptverantwortung



Geschäft
& Strategie



Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

Beitrag



Konstruktion
& Entwicklung



Medizintechnik
und Endnutzer

Entscheidungsmatrix

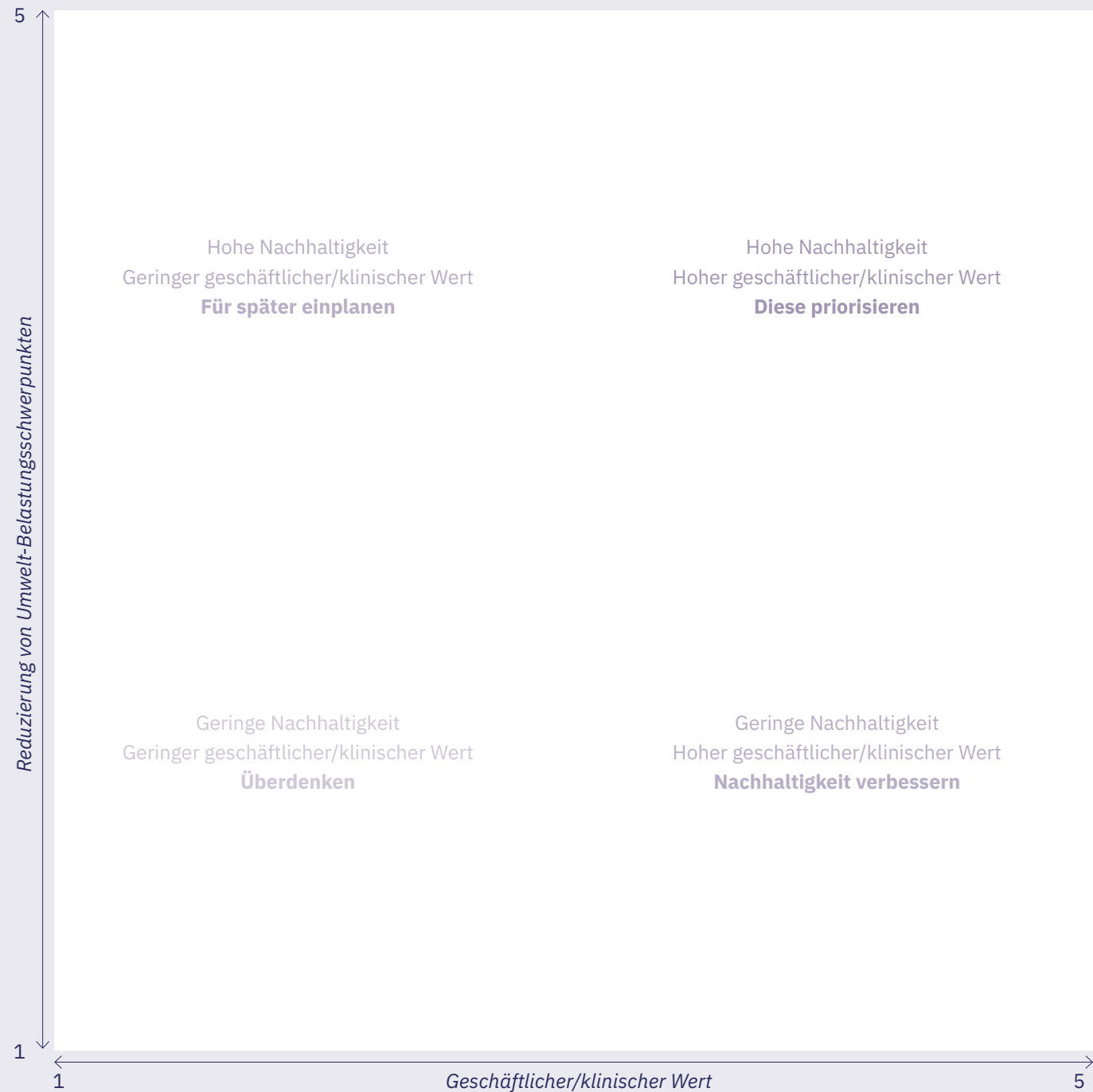
Die Entscheidungsmatrix unterstützt die strukturierte Bewertung und Priorisierung der erstellten Konzepte für nachfolgende Entwicklungsphasen. Ordnen Sie die verschiedenen Konzepte in den zugewiesenen Spalten an, wobei die Bewertungskriterien in den Zeilen formuliert werden. Verwenden Sie für die Nachhaltigkeitsbewertung die prozentuale Verbesserungsberechnung von der vorherigen Seite. Um den geschäftlichen/klinischen Wert zu ermitteln, müssen relevante Bewertungskriterien wie Inkubationszeit, Investitionskosten, Kapitalrendite, Fertigbarkeit, Stückliste, Leistung, Benutzerfreundlichkeit und Integration in den Krankenhaus-Workflow definiert werden. Bewerten Sie jedes Konzept auf einer Skala von **1 (viel schlechter als der Ausgangswert)** über **3 (gleich dem Ausgangswert)** bis **5 (viel besser als der Ausgangswert)** und weisen Sie den Kriterien eine Gewichtung von **1 (niedrig)** bis **5 (hoch)** zu. Durch die Multiplikation der Punktzahlen mit den Gewichtungen und die anschließende Summierung der Ergebnisse entsteht eine transparente Rangfolge, die als Grundlage für Auswahlentscheidungen dient. Erwägen Sie die Integration sozialer Auswirkungen in die Nachhaltigkeitsbewertung. Stellen Sie sicher, dass Sie die Gründe und Kriterien, die zur Ermittlung der Punktzahl jedes Konzepts herangezogen wurden, begründen können.

Nachhaltigkeitsbewertung						Konzept 1					Konzept 2					Konzept 3				
Erwartete Reduzierung der identifizierten Umwelt-Belastungsschwerpunkte						☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Bewertung des geschäftlichen/klinischen						Werts Kriteriengewichtung					Konzept 1					Konzept 2				
Bewertungskriterium I						☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Bewertungskriterium II						☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Bewertungskriterium III						☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
= Summe von (Kriterienbewertung × Gewichtung)																				
Summe der Gewichtungen																				

Das Konzept mit der höchsten Gesamtpunktzahl ist – vorausgesetzt, die Gewichtung spiegelt die Prioritäten der Interessengruppen wider – wahrscheinlich der aussichtsreichste Kandidat für die weitere Umsetzung. Wenn ein Konzept eine niedrige Bewertung erhält, kehren Sie zu Phase B zurück, um weitere Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastung zu prüfen, bevor Sie fortfahren.

Implementierungsmatrix

Füllen Sie die Implementierungsmatrix auf der linken Seite aus, um Ihren Schwerpunkt festzulegen. Verwenden Sie den Umweltverbesserungswert aus Phase E, Seite 43, um die Position Ihrer Konzepte auf der vertikalen Achse zu bestimmen. Bestimmen Sie anhand des Geschäftswerts der Entscheidungsmatrix die Position Ihrer Konzepte auf der horizontalen Achse.



A

B

C

D

E

Zusammenfassung E

Nachdem das/die stärkste(n) Konzept(e) ausgewählt wurde(n), verwenden Sie die untenstehende Implementierungsmatrix, um einen konkreten Aktionsplan zu erstellen. Entscheiden Sie, welche Konzepte jetzt am relevantesten umzusetzen sind und welche für einen späteren Zeitpunkt eingeplant werden sollen.

Hauptverantwortung



Geschäft
& Strategie



Umweltbelastung
& Nachhaltigkeit

Beitrag



Konstruktion
& Entwicklung



Medizintechnik
und Endnutzer

Jetzt implementieren

Idee/Maßnahme

Erwartete Vorteile

(z. B. % CO₂-Reduzierung, kg vermiedener Abfall)

Weitere Ideen können bei Bedarf aufgelistet werden.

Für später planen

Idee/Maßnahme

Erwartete Vorteile

(z. B. % CO₂-Reduzierung, kg vermiedener Abfall)

Wann

Weitere Ideen können bei Bedarf aufgelistet werden.

Implementierung

Führen Sie das stärkste Konzept weiter und beginnen Sie mit der Umsetzung.



Für den Kreislauf konzipiert

Mit diesem Leitfaden haben Sie kreislauffähige Konzepte für das Medizinprodukt entwickelt und damit eine Grundlage geschaffen, um die Umweltbelastung zu reduzieren und gleichzeitig die klinische, technische und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten.



Was Sie erreicht haben

Dieser Prozess umfasste die wichtigsten Phasen der Entwicklung eines kreislauffähigen Medizinprodukts – von der Identifizierung von Umweltbelastungsschwerpunkten und der Erforschung von Kreislaufstrategien bis hin zur Umsetzung dieser in konkrete Gestaltungsentscheidungen, die die Umweltbelastung reduzieren und die Lebensdauer von Produkten, Komponenten und Materialien verlängern.

Was kommt als Nächstes?

Nach der Wahl eines kreislauffähigen Produktkonzepts besteht der nächste Schritt darin, das Produkt oder die Dienstleistung und die dazugehörigen Ideen weiterzuentwickeln, zu testen und zu verfeinern. Die kontinuierliche Einbindung der Interessengruppen während des gesamten Prozesses wird sicherstellen, dass das Feedback in zukünftige Iterationen einfließt. Nach der Implementierung sollte überwacht werden, wie sich das Produkt in der Praxis bewährt, und gegebenenfalls sollten Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der Kreislaufleistung identifiziert werden.

Über den Tellerrand hinaus

Die Gestaltung eines kreislauffähigen Produkts oder Dienstes ist ein Schritt hin zu einem nachhaltigeren Gesundheitswesen. Darüber hinaus ergeben sich weitere Einflussmöglichkeiten, beispielsweise in Gesundheitssystemen, Lieferketten, Beschaffungspraktiken, Geschäftsmodellen und der Politik.

Ein Ansatz besteht darin, zu überlegen, wie das Gesundheitswesen in den kommenden Jahrzehnten funktionieren könnte und welche Veränderungen erforderlich sind, um diese Vision zu verwirklichen. Wenn man über einzelne Produkte hinausdenkt, kann man Möglichkeiten identifizieren, die Kreislauffähigkeit auf einer breiteren Systemebene zu beschleunigen.

Möchten Sie mehr erfahren?

- Link zur Dissertation von T. Hoveling, repository.tudelft.nl
- EU-website, zu zukünftigen Regulierungen, eur-lex.europa.eu
- Department of Sustainable Design Engineering | TU Delft, tudelft.nl/en/ide/about-ide/departments/sustainable-design-engineering
- DesHealth-Buch, sustainablehospital.org/guide
- Sustainable Design from Vision to Action: <http://sdva.green/>

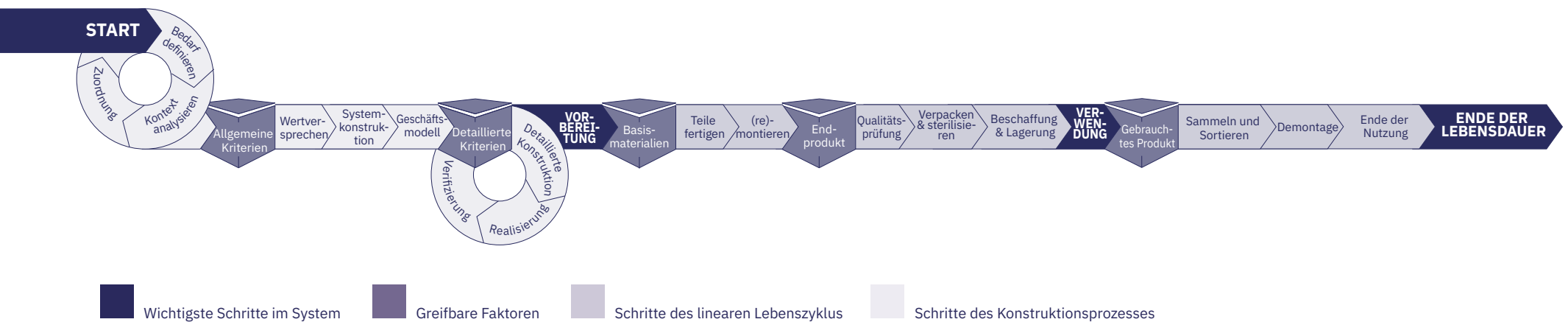
Digitale Gesundheit in der Kreislaufwirtschaft



Kreislaufströme im Gesundheitswesen

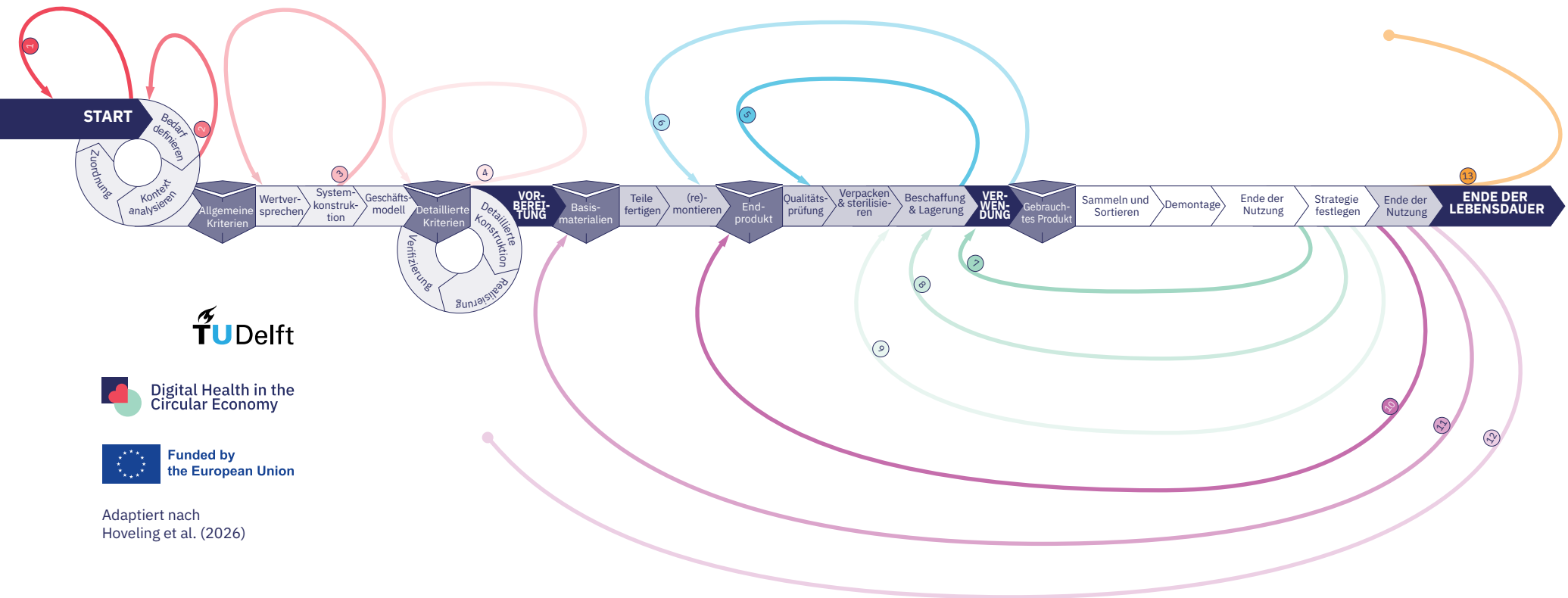
Linearer Lebenszyklus eines Medizinprodukts

Das untenstehende Diagramm stellt den herkömmlichen Lebenszyklus von Medizinprodukten im heutigen Gesundheitswesen dar. In diesem überwiegend linearen Modell durchlaufen die Produkte die Phasen Entwicklung, Fertigung, Vertrieb, Nutzung und Entsorgung, wobei die Rückgewinnung von Produkten, Komponenten oder Materialien am Ende der Nutzungsdauer nur in begrenztem Umfang erfolgt. Die meisten werden am Ende ihrer Lebensdauer einfach entsorgt und verbrannt. Auf der nächsten Seite finden Sie einen Überblick über den zirkulären Lebenszyklus. Dort erfahren Sie, wie Sie nachhaltigere Produkte entwickeln können.



Kreislaufströme im Gesundheitswesen

Das untenstehende Diagramm stellt einen zirkulären Lebenszyklus von Medizinprodukten und die eingeführten Kreislaufstrategien dar, um dies zu ermöglichen. Diese Strategien tragen dazu bei, die Nutzungsdauer von Produkten, Komponenten und Materialien zu verlängern, und sollten bereits bei der Produktentwicklung berücksichtigt werden.



Definitionen der Kreislaufstrategien

Diese Seite definiert die Kreislaufstrategien und die Lebenszyklusphasen, in denen sie typischerweise angewendet werden. Strategien, die in der Hierarchie weiter vorne stehen, sind im Allgemeinen wirkungsvoller als solche, die später im Lebenszyklus ansetzen.

I

Forschung, Konstruktion und Entwicklung

1 Ablehnen

Die bewusste Ablehnung der Herstellung, des Konsums oder der Verwendung eines medizinischen Produkts, Materials oder Verfahrens, insbesondere solcher, die unnötig, nicht nachhaltig oder schädlich sind.

2 Ersetzen

Ersatz eines medizinischen Produkts oder Verfahrens durch eine Alternative, die denselben Zweck erfüllt, aber die Umweltbelastung deutlich reduziert.

3 Überdenken

Systemische Verbesserung der Abläufe im Zusammenhang mit der Produktnutzung, um umweltverträgliche Praktiken zu fördern, z. B. durch ein Überdenken des Patiententransports und der Telemedizin, durch die gemeinsame Nutzung von Produkten oder durch die Einführung von Multifunktionalität.

4 Reduzieren

Steigerung der Effizienz in der Gesundheitsversorgung und der Fertigung medizinischer Geräte durch Minimierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs, Vermeidung unnötiger Produktion oder unnötigen Verbrauchs, Begrenzung gefährlicher Stoffe und Minimierung (unnötiger) Verfahren.

II

Leistungserhaltung

5 Instandhalten

Die Qualität, Funktion und Sicherheit von medizinischen Produkten und klinischen Umgebungen zu erhalten, um eine zuverlässige Leistung zu gewährleisten, ihre Lebensdauer zu verlängern und das Risiko von Fehlfunktionen zu verringern, die zu potenziellen Behandlungsfehlern führen könnten.

6 Reparieren

Die Wiederherstellung eines fehlerhaften oder defekten Produkts oder Komponente in einen gebrauchsfähigen Zustand, um seinen bestimmungsgemäßen Zweck zu erfüllen. Dies beinhaltet typischerweise eine Wartung, bei der sichergestellt wird, dass die Sicherheits- und Leistungsstandards über einen längeren Zeitraum eingehalten werden.

III

Rücknahme und Dekontamination

Keine Kreislaufstrategien, sondern eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Rücknahme und Dekontamination.

IV

Aufbereitung für den vorgesehenen Verwendungszweck

7 Wiederverwenden

Wiederholte Verwendung von Medizinprodukten an mehreren Patienten für den gleichen Zweck, nach einer gegebenenfalls erforderlichen Dekontamination und ohne wesentliche Änderungen.

8 Überholen

Die Wiederherstellung eines Produkts in einen guten Betriebszustand durch Dekontamination, Reparaturen, Upgrades, kosmetische Änderungen, Leistungsprüfungen, Neuinstallation, Gewährleistung und Teilaustausch.

9 Generalüberholen

Die Wiederherstellung von Produkten und Komponenten, oft unter Verwendung von Teilen aus ausrangierten Produkten, um durch Demontage, Dekontamination, Qualitätskontrolle, Zertifizierung, Neuverpackung und Wiedervertrieb einen neuwertigen Zustand zu erreichen.

VI Leckage

V

Forschung, Konstruktion und Entwicklung

10 Umnutzen

Die Verwendung von ausrangierten Produkten oder Teilen für andere Zwecke als ursprünglich vorgesehen, beispielsweise in unterschiedlichen Kontexten (z. B. veterinärmedizinischen Verfahren), für andere Zwecke (z. B. verschiedene Verfahren am Menschen) und an anderen Orten (z. B. Entwicklungsländern).

11 Recycling

Umwandlung von Abfallstoffen aus gebrauchten Produkten oder Ressourcen in neue Rohstoffe gleicher oder geringerer Qualität, z. B. durch Dekontamination, Zerkleinerung und Formgebung.

12 Erneuerung

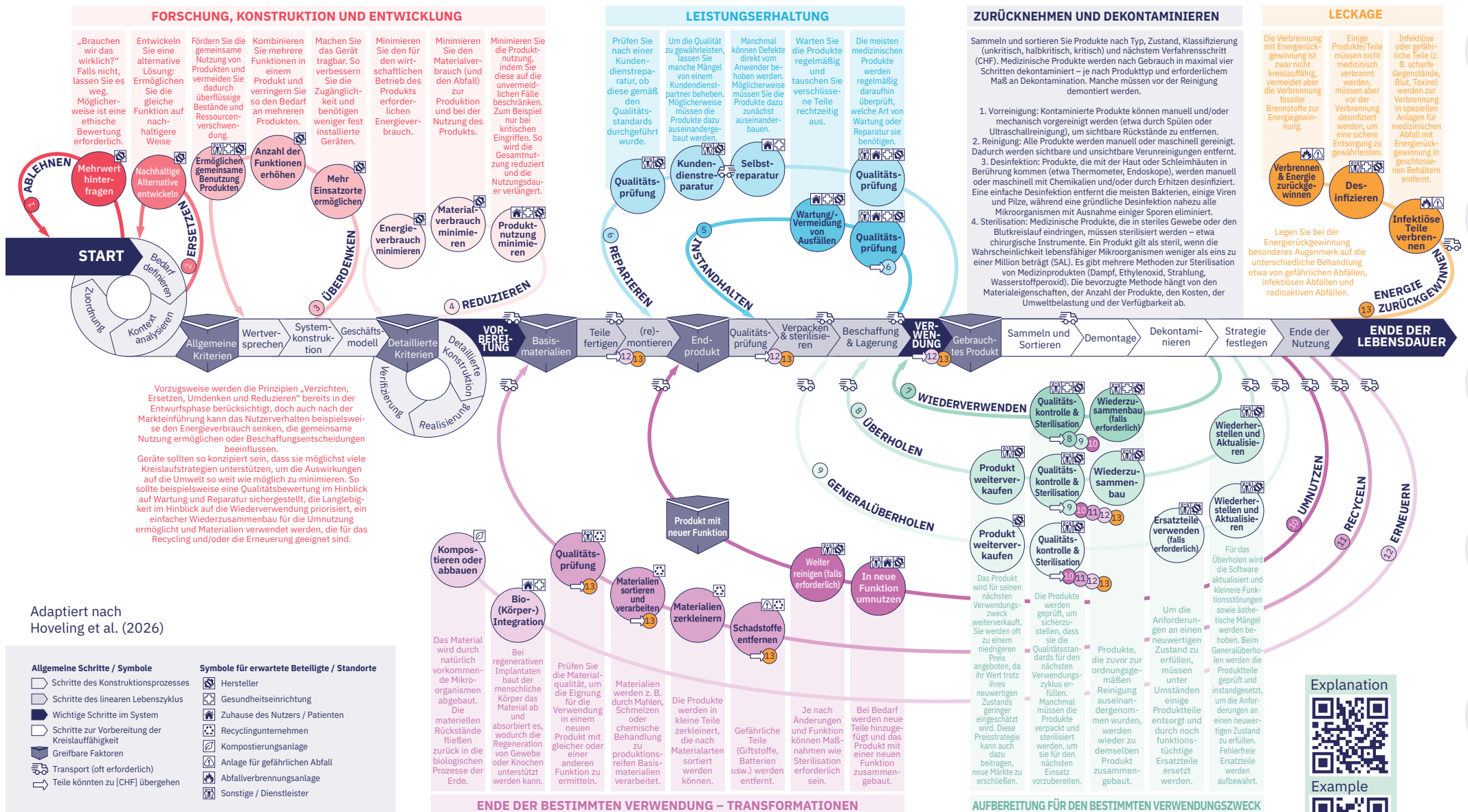
Umwandlung von Abfallstoffen, Energiequellen und anderen Substanzen in Grundelemente wie Kohlendioxid, Wasser, Biomasse oder menschliches Gewebe (für die regenerative Medizin) durch natürliche Prozesse.

13 Energie zurückgewinnen

Verbrennung (oder medizinische Verbrennung) von Abfallstoffen mit Energierückgewinnung.

Dieser Bereich
enthielt zuvor das A2-Poster.

Visualisierung „Kreislaufströme im Gesundheitswesen“



Adaptiert nach
Hoveling et al. (2026)



Explanation



Example

BEISPIELE



UV-Licht-Zahnbürsten-Desinfektionsgeräte

UV-Licht-Zahnbürstendesinfektionsgeräte sind so konstruiert, dass sie Bakterien auf den Borsten der Zahnbürste mithilfe von UV-C-Lichttechnologie eliminieren. Diese Produkte werden als Hygienelösungen vermarktet, die nach dem Zähneputzen eine zusätzliche Reinigung ermöglichen, obwohl ihr Mehrwert im Vergleich zur herkömmlichen Zahnbürstenpflege bei routinemäßiger Anwendung begrenzt bleibt.

Warum wir das Ablehnen empfehlen

Es gibt derzeit keine

überzeugenden wissenschaftlichen Belege dafür, dass UV-Licht-Zahnbürstendesinfektionsgeräte über die Vorteile hinaus, die durch richtige Putztechniken, regelmäßigen Zahnbürstenwechsel und Standardhygienemaßnahmen erzielt werden, sinnvolle Verbesserungen der Mundgesundheit bewirken. Obwohl diese Produkte als zusätzliche Hygienelösungen vermarktet werden, ist ihr klinischer Nutzen in der zahnärztlichen Routineversorgung noch ungewiss.

Ohne nachweisbare Verbesserungen der Patientenergebnisse sind die mit der Herstellung, Verwendung und Entsorgung dieser Produkte verbundenen Umweltbelastungen schwer zu rechtfertigen. UV-Zahnbürstendesinfektionsgeräte benötigen im Vergleich zu herkömmlichen Zahnbürstenpflegemethoden zusätzliche Materialien, elektronische Komponenten, einen höheren Energieverbrauch, Verpackungsmaterialien und Fertigungsressourcen. Diese Belastungen treten ohne eindeutigen Nachweis eines entsprechenden gesundheitlichen Nutzens auf. Durch die Entfernung von Produkten mit begrenztem klinischem Nutzen kann unnötiger Ressourcenverbrauch vermieden und die Entstehung von vermeidbarem Elektronikschrott verhindert werden. Die Priorisierung evidenzbasierter Mundhygienepraktiken ermöglicht es Gesundheitssystemen und Verbrauchern, sich auf Interventionen mit nachgewiesenem Nutzen zu konzentrieren und gleichzeitig nachhaltigere Entscheidungen zu unterstützen.

Aus diesem Grund stellen UV-Licht-Zahnbürstendesinfektionsgeräte einen aussichtsreichen Kandidaten für die Marktrücknahme dar. Die Abschaffung von Produkten mit geringem Nutzen kann zu einem nachhaltigeren Gesundheitswesen beitragen, indem sichergestellt wird, dass Ressourcen auf Lösungen ausgerichtet werden, die messbare Verbesserungen der Gesundheitsergebnisse erzielen.

Vorteile des Ablehnens



Weniger elektronischer Abfall



Geringerer Energieverbrauch



Weniger Kunststoffproduktion



Weniger Transportbedarf

Wichtigste Erkenntnis

Der Mehrwert eines Medizinprodukts sollte seine Umweltbelastung rechtfertigen, um sicherzustellen, dass die Ressourcen sinnvolle Verbesserungen in der Patientenversorgung unterstützen.



Aderlass-Schröpfprodukte

Manche Schröpfprodukte ermöglichen den Aderlass, also die kontrollierte Entnahme von Blut aus dem Körper. Diese Produkte werden aufgrund ihres potenziellen therapeutischen Nutzens, einschließlich Schmerzlinderung und Behandlung chronischer Erkrankungen, beworben, obwohl die klinischen Belege für ihre Wirksamkeit und ihren Mehrwert im Vergleich zu etablierten Behandlungsmethoden noch begrenzt sind.

Warum wir Ablehnen empfehlen

Evidenz aus systematischen Übersichtsarbeiten deutet darauf hin, dass das Schröpfen mit Aderlass nur einen geringen oder gar keinen verlässlichen therapeutischen Nutzen für die Schmerzbehandlung oder die Therapie chronischer Erkrankungen bietet. Obwohl diese Produkte als alternative Behandlungsmöglichkeiten beworben werden, zeigen die verfügbaren Erkenntnisse keine durchgängigen Verbesserungen der Patientenergebnisse im Vergleich zu etablierten Therapien. Darüber hinaus birgt ihre Anwendung potenzielle Risiken, darunter Hautreizungen, Blutungen und Infektionen.

Da Aderlass-Schröpfprodukte mit Blut in direkten Kontakt kommen, müssen sie nach Gebrauch häufig als potenziell gefährlicher medizinischer Abfall entsorgt werden. Dies führt zu zusätzlichen Umwelt- und Betriebsbelastungen für die Gesundheitseinrichtungen, darunter spezielle Abfallverarbeitung und erhöhte Entsorgungsanforderungen.

Viele Aderlass-Schröpfsysteme enthalten auch Kunststoffbauteile wie Ventile, Pumpen und Auffangkammern, die aufgrund des Kontaminationsrisikos schwer zu recyceln sind. Manche Produkte sind für den Einmalgebrauch konzipiert, was den Materialverbrauch und die Abfallerzeugung erhöht. Wenn medizinische Produkte nur einen begrenzten klinischen Nutzen haben und gleichzeitig zusätzliche Umweltbelastung verursachen, ist ihre weitere Verwendung schwer zu rechtfertigen. Die Entfernung dieser Produkte aus dem Verkehr unterstützt ein nachhaltigeres Gesundheitswesen, indem Interventionen mit nachgewiesenem Nutzen priorisiert, unnötige Abfallströme reduziert und Ressourcen auf effektive Lösungen für die Patientenversorgung ausgerichtet werden.

Vorteile des Ablehnens



Weniger gefährlicher medizinischer Abfall



Weniger Einwegkomponenten



Geringere gesetzliche Auflagen



Reduzierte Risiken nachteiliger Auswirkungen

Wichtigste Erkenntnis

Medizinprodukte sollten nur dann eingesetzt werden, wenn der nachgewiesene therapeutische Wert die Umweltbelastung, Risiken und die Abfallerzeugung überwiegt.



Beatmungsgeräte für Frühgeborene

Bei Frühgeborenen mit Atemnot ist häufig eine mechanische Beatmung erforderlich. Während Fortschritte in der Beatmungstechnologie zur Entwicklung neuer Produkte geführt haben, lassen sich viele Verbesserungen in der neonatalen Atemtherapie durch die Optimierung von Beatmungsstrategien und -einstellungen an bestehenden Produkten erzielen, anstatt neue Produkte einzuführen.

Warum wir das Ersetzen empfehlen

Es gibt Belege dafür, dass lungenschonende Beatmungsstrategien – wie etwa angemessene Atemzugvolumina, positiver endexpiratorischer Druck (PEEP), gezielte Sauerstoffwerte und rechtzeitiges Entwöhnen – die durch die Beatmung verursachte Lungenschädigung verringern und die Behandlungsergebnisse für Frühgeborene verbessern können. Diese Verbesserungen werden in erster Linie durch ein effektives Beatmungsmanagement und eine gute klinische Praxis erreicht, weniger durch die Einführung neuerer Geräte.

Durch die Optimierung des Einsatzes vorhandener Beatmungsgeräte können die medizinischen Teams eine qualitativ hochwertige, evidenzbasierte Atemwegsversorgung gewährleisten und gleichzeitig die Lebensdauer der verfügbaren Geräte verlängern. Durch die Vermeidung unnötiger Ersatzbeschaffungen werden die mit der Fertigung, dem Transport, der Verpackung und der Entsorgung neuer Geräte verbundenen Umweltbelastungen, einschließlich Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbrauch, reduziert.

Sofern die vorhandenen Beatmungsgeräte weiterhin die Sicherheits- und Leistungsanforderungen erfüllen, können Investitionen in die Mitarbeiterschulung, evidenzbasierte Protokolle und vorbeugende Wartung einen größeren klinischen und ökologischen Nutzen bringen als der Austausch funktionsfähiger Geräte. Neue Beatmungsgeräte bleiben wichtig, wenn die derzeitige Ausrüstung die Bedürfnisse der Patienten nicht mehr erfüllen kann, wesentliche Funktionen vermissen lässt oder die Sicherheitsstandards nicht mehr erfüllt. Durch die Priorisierung der optimalen Nutzung vorhandener Technologien können Gesundheitssysteme eine qualitativ hochwertige Neugeborenenversorgung aufrechterhalten und gleichzeitig den vermeidbaren Ressourcenverbrauch reduzieren und nachhaltigere medizinische Praktiken unterstützen.

Vorteile des Ersetzens



Bessere Nutzung vorhandener Geräte



Längere Lebensdauer der Beatmungsgeräte



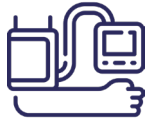
Weniger Abfall medizinischer Geräte



Geringerer Fertigungs- und CO₂-Fußabdruck

Wichtigste Erkenntnis

Die Verwendung vorhandener Beatmungsgeräte anstelle der Entwicklung neuer Produkte verringert die Umweltbelastung und gewährleistet gleichzeitig eine effektive Atemunterstützung für Frühgeborene.



Elektronische Blutdruckmessgeräte

Der Blutdruck kann manuell oder mit elektronischen Messgeräten gemessen werden, die oszillometrische Sensoren zur automatischen Messung und digitalen Anzeige verwenden. Da sie praktisch und einfach zu bedienen sind und schnelle Messwerte liefern, werden elektronische Blutdruckmessgeräte in Krankenhäusern, Kliniken und anderen Gesundheitseinrichtungen häufig eingesetzt.

Warum wir das Ersetzen empfehlen

Digitale Blutdruckmessgeräte bieten im Vergleich zur manuellen Messung eine mäßige diagnostische Genauigkeit mit einer gepoolten Sensitivität von etwa 79 % beim Erkennen von Bluthochdruck. Dies zeigt, dass digitale Geräte zwar für routinemäßige Screening- und Überwachungszwecke effektiv sind, die manuelle Blutdruckmessung jedoch in stabilen Versorgungssituationen eine zuverlässige Alternative darstellt, sofern sie von geschulten medizinischen Fachkräften korrekt durchgeführt wird.

Manuelle Blutdruckmessgeräte liefern nicht nur in vielen Routinesituationen vergleichbare klinische Ergebnisse, sondern haben auch eine wesentlich geringere Umweltbelastung. Sie benötigen weder Strom noch Batterien, enthalten keine elektronischen Komponenten und haben im Allgemeinen eine längere Lebensdauer mit weniger Austauschbedarf. Dadurch erzeugen sie weniger elektronischen Abfall und haben über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg einen geringeren Ressourcen- und Energiebedarf als digitale Monitore.

Wenn es keinen nennenswerten Unterschied im Behandlungsergebnis gibt, unterstützt die Wahl der Option mit der geringeren Umweltbelastung eine nachhaltigere Gesundheitsversorgung. Daher stellen manuelle Geräte für die routinemäßige Blutdruckmessung bei stabilen Patienten eine praktische und umweltschonendere Wahl dar, bei gleichzeitig akzeptabler klinischer Leistungsfähigkeit. Digitale Monitore bleiben dort wertvoll, wo Automatisierung, schnelle wiederholte Messungen oder besondere Patientenbedürfnisse sie zur geeigneteren Option machen.

Vorteile des Ablehnens



Keine Batterie oder Energie erforderlich



Keine elektronischen Komponenten oder Elektroschrott (ohne CRM)



Längere Lebensdauer des Produkts



Geringerer Fertigungs-Fußabdruck

Wichtigste Erkenntnis

Bei vergleichbarer klinischer Zuverlässigkeit sollte die einfachere, umweltschonendere Option bevorzugt werden, um die Umweltbelastung zu reduzieren, ohne die Patientenversorgung zu beeinträchtigen.



Integrierte Sauerstoffzufuhr und Oximetrie

Pulsoximeter messen die Sauerstoffsättigung im Blut (SpO_2) und die Pulsfrequenz, während Sauerstoffmasken und Nasenkanülen zusätzlichen Sauerstoff liefern. Diese Funktionen werden üblicherweise von separaten Produkten bereitgestellt, die jeweils während ihres gesamten Lebenszyklus eigene Materialien, Verpackungen, Wartung und Austausch benötigen.

Warum wir das Überdenken empfehlen

Die Kombination von Sauerstoffzufuhr und Pulsoximetrie in einem einzigen multifunktionalen Produkt erlaubt, den Ressourceneinsatz zu optimieren und gleichzeitig eine effektive Patientenversorgung aufrechtzuerhalten. Eine Sauerstoffmaske oder Nasenkanüle mit integrierten SpO_2 -Sensoren könnte eine Sauerstofftherapie ermöglichen und gleichzeitig die Sauerstoffsättigung kontinuierlich überwachen, wodurch die Notwendigkeit separater Zufuhr- und Überwachungsgeräte entfällt.

Dieser integrierte Ansatz reduziert die Anzahl der während der Behandlung benötigten Produkte und verringert so den Materialverbrauch, den Verpackungsaufwand, die Fertigung, den Transport, den Reinigungsaufwand und den Abfall am Ende der Lebensdauer. Zudem kann er die Beschaffung und die Bestandsverwaltung vereinfachen, indem er die Anzahl der Produkte reduziert, die Gesundheitsorganisationen kaufen, lagern, instandhalten und ersetzen müssen. Für medizinisches Fachpersonal können multifunktionale Produkte den Arbeitsablauf verbessern, indem sie die Handhabung von Produkten reduzieren, die Einrichtung vereinfachen und die Unordnung um den Patienten herum minimieren.

Eine erfolgreiche Implementierung erfordert, dass integrierte Produkte eine zuverlässige klinische Leistungsfähigkeit, Benutzerfreundlichkeit und Patientensicherheit gewährleisten. Wenn multifunktionale Designs die gleiche Funktionalität wie separate Produkte bieten, unterstützt der Ersatz mehrerer Produkte durch eine einzige Lösung eine nachhaltigere Gesundheitsversorgung. Dieser Ansatz fördert eine effiziente Gestaltung von Medizinprodukten durch die Reduzierung unnötiger Ressourcennutzung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung einer qualitativ hochwertigen Patientenversorgung. Durch die Kombination wesentlicher Funktionen in einem Produkt können Gesundheitssysteme die Umweltbelastung reduzieren, ohne die klinische Wirksamkeit, die Sicherheit oder die Patientenergebnisse zu beeinträchtigen.

Vorteile des Ersetzens



Weniger benötigte Produkte während der Behandlung



Reduzierter Materialeinsatz und Verpackungsaufwand



Geringere Umweltbelastung über den gesamten Lebenszyklus



Vereinfachter klinischer Arbeitsablauf

Wichtigste Erkenntnis

Wenn verwandte klinische Funktionen sicher integriert werden können, reduzieren multifunktionale Produkte den Ressourcenverbrauch und vereinfachen gleichzeitig die Gesundheitsversorgung.



Kombination von EKG- und SpO₂-Überwachung

Elektrokardiogramm (EKG) und Pulsoximetrie (SpO₂) werden häufig gemeinsam zur Beurteilung der Vitalfunktionen des Patienten eingesetzt. Die Kombination dieser Funktionen in einem einzigen Produkt oder integrierten System kann die Anzahl der benötigten Einzelkomponenten reduzieren und scheint eine ressourcenschonendere Lösung zu bieten.

Gute Absicht

Durch die Integration von EKG- und SpO₂-Überwachung können Einwegkomponenten reduziert, die Gerätebedienung vereinfacht und der Materialverbrauch gesenkt werden. Durch die Kombination von Überwachungsfunktionen soll die Effizienz der Arbeitsabläufe verbessert werden, indem die Anzahl der am Patientenbett benötigten separaten Produkte reduziert wird. Dieser Ansatz sollte jedoch die Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg berücksichtigen, einschließlich Reinigungsaufwand, Wartungsbedarf, Energieverbrauch und Produktkomplexität. Eine Reduzierung des Verbrauchs von Einwegartikeln führt nicht immer zu einer geringeren Umweltbelastung, wenn dadurch zusätzliche betriebliche Belastungen entstehen. Nachhaltige Lösungen sollten Ressourceneffizienz mit praktischer klinischer Anwendbarkeit und langfristiger Umweltverträglichkeit in Einklang bringen.

Negative Folge

Integrierte Systeme können den Reinigungsaufwand, den Wartungsbedarf und die Produktkomplexität erhöhen. Die Kombination von EKG- und SpO₂-Überwachung kann zwar die Anzahl der Einwegkomponenten reduzieren, diese Vorteile können jedoch durch den zusätzlichen Ressourcenbedarf während des gesamten Lebenszyklus des Produkts wieder aufgehoben werden. Häufigere Reinigungen, spezielle Wartungsverfahren und ein erhöhter Einsatz von Reinigungsmitteln können zu stärkeren Umweltbelastungen führen. Die Komplexität des Produkts kann im Laufe der Zeit auch einen höheren technischen Support, einen höheren Energieverbrauch und den Bedarf an Ersatzteilen mit sich bringen. Daher erfordert die Bewertung der Nachhaltigkeit die Berücksichtigung der gesamten Systemauswirkungen und nicht nur die Fokussierung auf die Reduzierung von Einwegmaterialien.

Warum diese Gewohnheit nach hinten losgeht

- Die Kombination von Funktionen führt nicht immer zu einer Verringerung der gesamten Umweltbelastung, wenn zusätzliche Reinigungs-, Wartungs- und Betriebsanforderungen hinzukommen.
- Komplexere Produkte erfordern unter Umständen eine spezielle Handhabung, was den Ressourcenverbrauch während ihres gesamten Lebenszyklus erhöht.
- Bei Nachhaltigkeitsentscheidungen sollte die gesamte Systemwirkung berücksichtigt werden, einschließlich Reinigung, Energieverbrauch und Wartung – nicht nur die Reduzierung von Einwegartikeln.

Wichtigste Erkenntnis

Die Reduzierung von Einwegartikeln führt nicht immer zu einer geringeren Umweltbelastung. Nachhaltige Konstruktion muss den gesamten Lebenszyklus des Produkts und die dazugehörigen Prozesse berücksichtigen.



Standardisierte Ultraschallplattformen

Die Standardisierung von Ultraschallplattformen durch die Trennung von Sonden und zugehörigen Displays ermöglicht die Nutzung vorhandener Krankenhaushardware. Mit diesem Ansatz lassen sich unnötige Produktduplikationen vermeiden, die Lebensdauer der Produkte verlängern und der Austausch kompletter Systeme vermeiden, wenn nur bestimmte Komponenten aktualisiert oder ersetzt werden müssen.

Warum wir das Überdenken empfehlen

Medizinprodukte werden häufig als geschlossene Systeme mit proprietärer Hardware, Software und Schnittstellen entwickelt. Dieser Ansatz kann zwar die Produktintegration vereinfachen, birgt aber auch die Gefahr, dass unnötigerweise Komponenten in verschiedenen Gesundheitseinrichtungen doppelt benötigt werden. Displays, Prozessoren, Batterien und andere elektronische Bauteile werden häufig separat gefertigt, gekauft und gewartet, selbst wenn ähnliche Funktionen durch eine gemeinsame oder kompatible Infrastruktur unterstützt werden könnten.

Durch die Standardisierung von Schnittstellen und die Gewährleistung der Kompatibilität mit bestehenden Hardwareplattformen können Hersteller den Bedarf an speziellen Komponenten reduzieren und eine effizientere Nutzung der Ressourcen im Gesundheitswesen unterstützen. Krankenhäuser können möglicherweise einzelne Komponenten anstelle ganzer Systeme modernisieren oder ersetzen, wodurch die Nutzungsdauer der vorhandenen Geräte verlängert und die Entstehung von elektronischem Abfall begrenzt wird.

Die Standardisierung über Produktgenerationen hinweg, die die Kompatibilität älterer und neuerer Versionen gewährleistet, kann die Flexibilität bei der Bereitstellung verbessern und unnötige Austauschzyklen reduzieren. Obwohl technisch machbar, wird Interoperabilität oft nicht priorisiert, da proprietäre Ökosysteme den fortgesetzten Kauf herstellerspezifischer Geräte begünstigen. Wenn Gesundheitsorganisationen Interoperabilität und Upgradefähigkeit benötigen, wird die Standardisierung zu einem Treiber für eine nachhaltigere Konstruktion von Medizinprodukten, wodurch der langfristige Wert verbessert und ein verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen unterstützt wird.

Vorteile des Umdenkens



Weniger elektronischer Abfall durch Upgrades auf Komponentenebene



Geringerer Materialeinsatz durch gemeinsame Infrastruktur



Verlängerte Lebensdauer bestehender Geräte



Höhere Interoperabilität und Upgrade-Flexibilität

Wichtigste Erkenntnis

Standardisierte Plattformen für Medizinprodukte ermöglichen eine gemeinsame Infrastruktur, reduzieren den Ressourcenverbrauch, verlängern die Lebensdauer der Produkte und unterstützen ein nachhaltiges Gesundheitswesen, ohne die klinische Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen.



Standardisierung von Patientenmonitoren

Patientenmonitore unterstützen die Überwachung von Vitalfunktionen und die klinische Entscheidungsfindung. Durch die Standardisierung dieser Systeme in allen Gesundheitseinrichtungen können die Einheitlichkeit verbessert, die Mitarbeiterschulung vereinfacht und die Beschaffung, Wartung und Produktverwaltung optimiert werden. Die Standardisierung sollte jedoch Flexibilität und Kompatibilität gewährleisten, um einen unnötigen Austausch funktionsfähiger Geräte bei technologischen Weiterentwicklungen zu vermeiden.

Gute Absicht

Die Standardisierung von Patientenmonitoren verbessert die Interoperabilität, vereinfacht die Arbeitsabläufe und erhöht die Effizienz in allen Abteilungen des Gesundheitswesens. Durch die Verwendung eines einheitlichen Überwachungssystems können medizinische Fachkräfte mit vertrauten Geräten, standardisierten Schnittstellen und konsistenten Prozessen arbeiten, wodurch Komplexität und Schulungsbedarf reduziert werden. Dies unterstützt außerdem eine effizientere Beschaffung, Wartung und Geräteverwaltung. Durch die Schaffung einer gemeinsamen Plattform können Gesundheitsorganisationen die Koordination zwischen den Abteilungen verbessern, klinische Abläufe optimieren und eine zuverlässige Patientenversorgung sowie ein effektiveres Ressourcenmanagement unterstützen.

Negative Folge

Übermäßige Standardisierung kann die Flexibilität verringern und eine Abhängigkeit von einem einzigen Hersteller erzeugen. Software-Updates, Hardware-Upgrades oder Kompatibilitätsanforderungen können den Austausch klinisch funktionsfähiger Geräte erforderlich machen und so den elektronischen Abfall und den Ressourcenverbrauch erhöhen. Geschlossene Systeme können die Interoperabilität mit alternativen Technologien einschränken und zu unnötigen Austauschzyklen führen. Ohne ausreichende Interoperabilität kann die Standardisierung die Kosten erhöhen, die Lebensdauer der Geräte verkürzen und die beabsichtigten ökologischen und betrieblichen Vorteile untergraben.

Warum diese Gewohnheit nach hinten losgeht

- **Standardisierte Systeme können die Austauschzyklen beschleunigen, wenn ältere Produkte mit neueren Versionen inkompatibel werden.**
- **Geschlossene Ökosysteme können die Flexibilität einschränken und die Abhängigkeit von einem einzelnen Hersteller erhöhen.**
- **Eine Fokussierung auf Einheitlichkeit kann dazu führen, dass Möglichkeiten zur Verlängerung der Lebensdauer bestehender Geräte durch anpassungsfähige und interoperable Lösungen übersehen werden.**

Wichtigste Erkenntnis

Standardisierung sollte Kompatibilität und Langlebigkeit fördern und nicht unnötige Austauschzyklen erzeugen. Flexible Systeme ermöglichen Effizienz bei gleichzeitiger Schonung vorhandener Ressourcen und Reduzierung von Abfall.



Klinisches Beatmungsgerät

Klinische Beatmungsgeräte bieten lebenswichtige Atemunterstützung für Patienten, die nicht selbstständig atmen können. Traditionell kann jedes Beatmungsgerät jeweils nur einen Patienten versorgen, weshalb Krankenhäuser große Geräteflotten vorhalten müssen. Viele Produkte bleiben während normaler Perioden ungenutzt, was laufende Kosten, Lagerbedarf, Wartungsaufwand und Umweltbelastung verursacht.

Warum wir das Überdenken empfehlen

Die aktuelle Konstruktion von Beatmungsgeräten basiert auf dem Modell eines Geräts pro Patient. Dieser Ansatz vereinfacht zwar den klinischen Betrieb und gewährleistet eine gezielte Atemunterstützung, erfordert aber von den Gesundheitssystemen, dass sie über große Gerätekapazitäten verfügen, um Schwankungen im Patientenbedarf aufzufangen. In Zeiten geringerer Nachfrage bleiben viele Beatmungsgeräte ungenutzt, benötigen aber dennoch Lagerung, Wartung und müssen schließlich ersetzt werden.

Untersuchungen des MIT und des Brigham and Women's Hospital haben gezeigt, dass speziell entwickelte Beatmungsgeräte-Splitting-Systeme in Kombination mit individueller Durchflusskompensation es ermöglichen, dass ein einzelnes Beatmungsgerät mehr als einen Patienten unterstützt und gleichzeitig die patientenspezifische Kontrolle beibehält. Dies stellt die Annahme in Frage, dass jeder Patient immer ein eigenes Gerät benötigt, und verdeutlicht die Möglichkeiten für zukünftige Beatmungsgeräte-Konstruktionen, die auf einer gemeinsamen Infrastruktur basieren.

Anstatt die Kapazität durch den Kauf zusätzlicher eigenständiger Beatmungsgeräte zu erhöhen, könnten Mehrpatienten-Plattformen die Auslastung der vorhandenen technischen Ressourcen verbessern. Kernkomponenten wie Verarbeitungshardware, Displays, Alarmsysteme und Stromversorgungssysteme könnten mehrere Behandlungskanäle innerhalb eines einzigen Systems unterstützen. Dieser Ansatz kann dazu beitragen, die Geräteauslastung zu optimieren, unnötige Fertigung zu vermeiden und den Wert der bestehenden Infrastruktur zu steigern. Für eine erfolgreiche Implementierung wären robuste Sicherheitsmechanismen, eine klinische Validierung und geeignete Protokolle erforderlich, um sicherzustellen, dass die gemeinsam genutzten Systeme das erforderliche Niveau der Patientenversorgung aufrechterhalten.

Vorteile des Umdenkens



Höhere Auslastung der vorhandenen Beatmungskapazität



Geringerer Material- und Komponentenbedarf



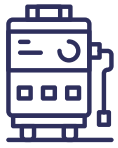
Kleinere Geräteflotten



Weniger Abfall am Ende der Lebensdauer

Wichtigste Erkenntnis

Gemeinschaftlich genutzte Medizinprodukte können gleichwertige klinische Funktionen mit weniger Plattformen bereitstellen und so die Ressourceneffizienz verbessern, während gleichzeitig eine sichere und effektive Versorgung gewährleistet wird.



Gemeinsame Nutzung von tragbaren Infusionspumpen

Tragbare Infusionspumpen ermöglichen eine kontrollierte Medikamentenverabreichung und eine flexible Patientenversorgung in verschiedenen Gesundheitseinrichtungen. Durch die gemeinsame Nutzung dieser Geräte durch verschiedene Abteilungen oder Patienten können die Auslastung verbessert, die Kapazität der vorhandenen Geräte maximiert und der Bedarf an zusätzlichen Anschaffungen reduziert werden, indem sichergestellt wird, dass die verfügbaren Ressourcen effizienter genutzt werden.

Gute Absicht

Durch die gemeinsame Nutzung tragbarer Infusionspumpen wird die Geräteauslastung maximiert, unnötige Anschaffungen werden vermieden und die Ressourceneffizienz in den Gesundheitseinrichtungen verbessert. Durch die verstärkte gemeinsame Nutzung von Produkten soll sichergestellt werden, dass die vorhandenen Produkte effektiver eingesetzt werden, wodurch der Bedarf an zusätzlichen Produkten reduziert und eine effizientere Verteilung der Ressourcen im Gesundheitswesen unterstützt wird. Indem Krankenhäuser mehreren Abteilungen oder Pflegebereichen den Zugriff auf dieselben Geräte ermöglichen, können sie potenziell den Beschaffungsbedarf senken, die Bestandsverwaltung optimieren und die vorhandene Infrastruktur besser nutzen, während gleichzeitig eine angemessene Patientenversorgung gewährleistet wird.

Negative Folge

Der häufige Transport von gemeinsam genutzten Infusionspumpen kann zusätzlichen logistischen Aufwand verursachen, unter anderem in den Bereichen Transport, Reinigung, Desinfektion, Wartung und Gerätehandhabung. Diese Prozesse erfordern Personalzeit, Energie und Verbrauchsmaterialien, was trotz des Kaufs von weniger Produkten die Gesamtumweltbelastung erhöhen kann. Eine häufigere Handhabung kann auch zu schnellerem Verschleiß, zusätzlichen Reparaturen und einer kürzeren Lebensdauer der Geräte beitragen. Wenn der Transport- und Reinigungsaufwand zu hoch wird, können die ökologischen Vorteile der gemeinsamen Produktnutzung verringert oder ganz zunichte gemacht werden. Daher ist eine vollständige Lebenszyklusanalyse erforderlich, bevor man davon ausgehen kann, dass gemeinsam genutzte Ausrüstung immer eine nachhaltigere Lösung darstellt.

Warum diese Gewohnheit nach hinten losgeht

- **Der Transport zwischen Abteilungen erhöht den betrieblichen Aufwand und den damit verbundenen Ressourcenverbrauch.**
- **Häufigere Reinigung und Desinfektion können den Verbrauch von Wasser, Energie und Reinigungsmitteln erhöhen.**
- **Eine hohe Auslastung kann den Verschleiß und den Wartungsaufwand beschleunigen und somit die Lebensdauer des Produkts verkürzen.**
- **Der lokale Verfügbarkeitsbedarf kann den Einsatz zusätzlicher Pufferkapazitäten erfordern, wodurch die zu erwartenden Einsparungen begrenzt werden.**

Wichtigste Erkenntnis

Das Teilen von Produkten ist nicht immer nachhaltiger. Bei der Entwicklung von Ausrüstungsstrategien sollten die Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg berücksichtigt werden, einschließlich Transport, Reinigung und Wartungsaufwand.



Insulinpumpe

Moderne Insulinpumpen ermöglichen eine kontinuierliche Insulinabgabe durch Basalraten und Bolusdosierungen. Viele Systeme beinhalten mittlerweile fortschrittliche Funktionen wie Konnektivität, Integration der Glukoseüberwachung, automatische Dosierung und Smartphone-Schnittstellen. Für Anwender mit einem stabilen Diabetesmanagementbedarf können einfachere Produkte die erforderliche klinische Funktion mit weniger Ressourcen bieten.

Warum wir Reduzieren empfehlen

Zusätzliche Funktionen der Insulinpumpe können den Komfort und den Datenzugriff verbessern, sind aber nicht immer notwendig für ein effektives Diabetesmanagement. Für viele Anwender mit einem stabilen Behandlungsbedarf kann die essentielle Basal- und Bolusinsulinabgabe die erforderliche klinische Funktion ohne die zusätzliche Komplexität fortgeschrittener digitaler Funktionen bieten.

Jede zusätzliche Funktion erhöht die Anzahl der benötigten Komponenten, darunter Sensoren, Prozessoren, Kommunikationsmodule, Batterien und Softwaresysteme. Diese Erweiterungen führen zu einem höheren Materialeinsatz, energieintensiveren Fertigungsprozessen und verstärkter Umweltbelastung während des gesamten Lebenszyklus des Produkts. Mit der Weiterentwicklung der Technologie können außerdem zusätzlicher Wartungsaufwand, Softwareabhängigkeiten und kürzere Austauschzyklen entstehen. Eine Reduzierung der Produktkomplexität bedeutet nicht eine Verringerung der klinischen Wirksamkeit. Eine vereinfachte Insulinpumpenkonstruktion, die sich auf wesentliche therapeutische Funktionen konzentriert, kann eine sichere und zuverlässige Insulinabgabe gewährleisten und gleichzeitig den unnötigen Ressourcenverbrauch reduzieren.

Durch die Priorisierung wesentlicher Funktionen gegenüber unnötiger Komplexität können Hersteller Insulinpumpen entwickeln, die die Bedürfnisse der Patienten besser mit der ökologischen Nachhaltigkeit in Einklang bringen. Die Entwicklung von Produkten mit angemessener Komplexität – nicht maximaler Komplexität – unterstützt eine effiziente Gesundheitsversorgung und reduziert gleichzeitig vermeidbare Material-, Energie- und Abfallbelastungen.

Vorteile des Umdenkens



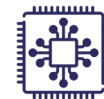
Weniger elektronische Komponenten



Geringerer Materialbedarf



Längere Lebensdauer des Produkts



Geringere digitale Abhängigkeit

Wichtigste Erkenntnis

Einfachere Insulinpumpen können eine effektive Versorgung gewährleisten und gleichzeitig den Ressourcenverbrauch, die Komplexität und die Umweltbelastung durch unnötige Funktionen reduzieren.



Wiederverwendbare Katarakt-OP-Spitze

Bei der Kataraktoperation werden üblicherweise Phakoemulsifikationsspitzen verwendet, die mit intraokularem Gewebe in Kontakt kommen und daher strenge Sterilität erfordern. Um Einwegabfall zu reduzieren, wurden wiederverwendbare Konstruktionen erforscht. Die Notwendigkeit einer wiederholten Sterilisation führte jedoch zu einer erhöhten Materialkomplexität, höheren Produkthanforderungen und einem größeren Reinigungsaufwand, was zusätzliche Umweltaspekte mit sich brachte.

Gute Absicht

Die Absicht hinter einer wiederverwendbaren Phakoemulsifikationsspitze ist die Reduzierung des Einwegabfalls, der bei Kataraktoperationen mit hohem Patientenaufkommen entsteht. Durch die Entwicklung einer Komponente, die wiederholten Sterilisations- und Aufbereitungszyklen standhält, sollen die Lebensdauer des Produkts verlängert und der Bedarf an neuen Einweginstrumenten reduziert werden. Wiederverwendbare Konstruktionen zielen darauf ab, den Materialverbrauch zu senken, die Abfallerzeugung zu verringern und die Ressourceneffizienz zu verbessern, indem sie es ermöglichen, dass dasselbe Produkt mehrere Verfahren unterstützt. Dieser Ansatz spiegelt eine umfassendere Nachhaltigkeitsstrategie wider, bei der Einwegprodukte durch langlebige Alternativen ersetzt werden, bei denen eine wiederholte Verwendung sicher und effizient möglich ist.

Negative Folge

Die erforderliche Komplexität, um die Spitze für wiederholte Sterilisation geeignet zu machen, erhöhte den Fertigungs-Fußabdruck. Zusätzlicher Materialbedarf, spezielle Konstruktionsmerkmale und strengere Fertigungsprozesse können die ökologischen Vorteile der Wiederverwendung zunichtemachen. Daneben benötigt jeder Sterilisationszyklus Energie, Wasser und Chemikalien, was zu betrieblichen Auswirkungen während des gesamten Lebenszyklus des Produkts führt. Dies zeigt, dass der Ersatz von Einwegprodukten durch wiederverwendbare Versionen eine sorgfältige Lebenszyklusanalyse erfordert, um sicherzustellen, dass die Nachhaltigkeitsgewinne tatsächlich erzielt werden.

Warum diese Komplexität sich als kontraproduktiv erwies

- Die wiederholte Sterilisation erfordert fortschrittlichere Materialien und eine präzisere Fertigung, wodurch der Fertigungs-Fußabdruck steigt, bevor das Produkt zum ersten Mal verwendet wird.
- Jede Wiederverwendung erfordert einen vollständigen Sterilisationszyklus, und über viele Verfahren hinweg kann der kumulative Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch die Materialeinsparungen durch die Vermeidung von Einwegartikeln übersteigen.
- Wiederholte Aufbereitung kann den Verschleiß des Produkts beschleunigen, die nutzbare Lebensdauer verkürzen und die erwarteten Umweltvorteile der Wiederverwendung verringern.

Wichtigste Erkenntnis

Wiederverwendbar ist nicht immer nachhaltiger; komplexe Sterilisationsanforderungen können den durch den Ersatz von Einwegprodukten vermiedenen Abfall überwiegen.



Intelligente Pillendose

Intelligente Pillendosen unterstützen die Medikamenteneinnahme durch Erinnerungen, Benachrichtigungen und automatisierte Ausgabefunktionen. Viele Konstruktionen beinhalten zusätzliche Schutzmaterialien wie Schaumstoffeinlagen, Kunststoffschalen und verstärkte Strukturen, um die elektronischen Komponenten während des Transports und der Lagerung zu schützen. Diese Materialien können über das für einen sicheren und effektiven Betrieb erforderliche Maß hinausgehen.

Warum wir das Reduzieren empfehlen

Intelligente Pillendosen verfügen oft über Schutzverpackungen und interne Strukturen, um Beschädigungen beim Transport und bei der Handhabung zu verhindern. Ein gewisser Schutz ist zwar für die Sicherheit und Zuverlässigkeit notwendig, jedoch können übermäßige Materialmengen hinzugefügt werden, ohne zur Kernfunktion des Produkts – der Aufbewahrung und Abgabe von Medikamenten – beizutragen.

Schaumstoffeinlagen, Kunststoffstützen und mehrlagige Verpackungen erhöhen den Materialeinsatz, die Umweltbelastung durch die Fertigung und den Abfall und erschweren gleichzeitig das Recycling und die Entsorgung. Eine schlanke Konstruktion, die nur die wichtigsten Materialien für Schutz, Funktionalität und Langlebigkeit verwendet, kann die Leistungsfähigkeit aufrechterhalten und gleichzeitig die Umweltbelastung reduzieren.

Eine Reduzierung des Materialeinsatzes sollte bereits in der Konstruktionsphase in Betracht gezogen werden, damit die Hersteller unnötigen Ressourcenverbrauch vermeiden können. Durch die Priorisierung effizienter Konstruktionen gegenüber unnötigem Schutz können intelligente Pillendosen die Therapietreue unterstützen und gleichzeitig den Plastikverbrauch, den Fertigungsaufwand und die Entsorgungsfolgen reduzieren. Verbesserungen der Nachhaltigkeit lassen sich oft durch einfachere, ressourcenschonendere Konstruktionen anstatt durch zusätzliche Technologie erzielen.

Vorteile des Umdenkens



Weniger Plastik und Verpackungsmaterial



Geringerer Fertigungs-Fußabdruck



Reduzierte Transportbelastung



Einfachere Verarbeitung am Ende der Lebensdauer

Wichtigste Erkenntnis

Durch die Reduzierung unnötiger Materialien können intelligente Pillendosen ihre Funktionalität aufrechterhalten und gleichzeitig den Ressourcenverbrauch, den Abfall und die Umweltbelastung verringern.



Verwendung von Schutzhandschuhen für Tätigkeiten mit geringem Risiko

Medizinische Handschuhe sind unerlässlich bei Kontakt mit Blut, Körperflüssigkeiten, offenen Wunden oder sterilen Umgebungen. Allerdings hat sich ihr Einsatz auf Routinebehandlungen ausgeweitet, bei denen Richtlinien darauf hinweisen, dass eine ordnungsgemäße Händehygiene einen gleichwertigen Schutz für Patienten und medizinisches Fachpersonal bieten kann.

Gute Absicht

Tragen Sie bei allen Patientenkontakten Handschuhe als Vorsichtsmaßnahme, um Patienten und medizinisches Personal vor einer möglichen Infektionsübertragung zu schützen. Dieser Ansatz zielt darauf ab, die Verbreitung von Mikroorganismen durch Kontakt mit Patienten, Körperflüssigkeiten, kontaminierten Oberflächen oder medizinischen Umgebungen zu verhindern. Die allgemeine Verwendung von Handschuhen wird oft als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme angesehen, die das Expositionsrisiko verringert und sowohl medizinischem Fachpersonal als auch Patienten Sicherheit vermittelt. Durch die konsequente Anwendung derselben Schutzmaßnahmen bei allen Interaktionen wollen Organisationen die Infektionsprävention stärken und die Möglichkeit einer Kontamination bei routinemäßigen Pflegetätigkeiten minimieren.

Negative Folge

Wenn Handschuhe in Situationen verwendet werden, in denen eine ausschließliche Händehygiene klinisch ausreichend ist, erzeugen sie unnötigen Einwegabfall, ohne die Patientenergebnisse zu verbessern. Der hohe Verbrauch von Handschuhen erhöht die Nachfrage nach Rohstoffen, Fertigungsprozessen, Verpackung, Transport und Entsorgung. Darüber hinaus kann die Verwendung von Handschuhen bei Tätigkeiten mit geringem Risiko unbeabsichtigt dazu führen, dass weniger Wert auf die richtige Händehygiene gelegt wird, die für die Infektionsprävention weiterhin unerlässlich ist. Die Verwendung von Handschuhen nur dann, wenn dies klinisch indiziert ist, erhält die Patientensicherheit aufrecht und vermeidet unnötigen Materialverbrauch und Abfallerzeugung im gesamten Gesundheitswesen.

Warum diese Gewohnheit nach hinten losgeht

- **Medizinische Handschuhe gehören zu den am häufigsten verwendeten Einwegprodukten im Gesundheitswesen. Durch die Reduzierung unnötigen Verbrauchs lassen sich daher in großem Umfang erhebliche Materialeinsparungen erzielen.**
- **Bei vielen Tätigkeiten mit geringem Risiko bietet angemessene Händehygiene einen gleichwertigen Schutz ohne den zusätzlichen Materialverbrauch, der mit Handschuhen verbunden ist.**
- **Übermäßiger Gebrauch von Handschuhen kann ein falsches Sicherheitsgefühl erzeugen und unbeabsichtigt die Aufmerksamkeit auf die Händehygiene verringern, wodurch das Kontaminationsrisiko eher steigt als sinkt.**

Wichtigste Erkenntnis

Mehr Schutz erfordert nicht immer mehr Material. Die Verwendung von Handschuhen nur bei klinischer Indikation reduziert Abfall und erhält gleichzeitig eine sichere Patientenversorgung aufrecht.



Wasser bei der Endoskopiereinigung

Endoskope, die zur diagnostischen und chirurgischen Visualisierung des Körperinneren eingesetzt werden, sind Produkte mit mittlerem bis mittelhohem Risiko, die zwischen den Anwendungen eine gründliche Reinigung und Desinfektion erfordern. Automatisierte Aufbereitungssysteme verbrauchen in mehreren Reinigungsstufen erhebliche Mengen an Wasser, Reinigungsmitteln und Desinfektionsmitteln. Standardisierte Zyklen verbrauchen möglicherweise mehr Ressourcen als für routinemäßige Aufbereitungsszenarien erforderlich.

Warum wir das Reduzieren empfehlen

Während des gesamten Aufbereitungsprozesses von Endoskopen werden Wasser und chemische Ressourcen verbraucht, insbesondere bei den wiederholten Spül-, Reinigungs- und Desinfektionsschritten. Konservative Protokolle tragen zwar zu einer zuverlässigen Dekontamination bei, verbrauchen aber möglicherweise mehr Wasser, Reinigungsmittel und Desinfektionsmittel als für routinemäßige klinische Situationen erforderlich.

Evidenzbasierte Reinigungsschwellenwerte und präzise Dosierungsstrategien können die Aufbereitung optimieren und gleichzeitig die Standards zur Infektionsprävention und die Patientensicherheit aufrechterhalten. Durch die Anpassung von Spülvolumina, Reinigungsmittelkonzentrationen und Desinfektionsanforderungen auf Basis validierter Leistungskriterien kann unnötiger Ressourcenverbrauch reduziert werden, ohne die Reinigungseffektivität zu beeinträchtigen.

Die Reduzierung des Wasser- und Chemikalienverbrauchs trägt auch zur Nachhaltigkeit bei, indem der Energiebedarf für Aufbereitung, Beheizung und Abfallverarbeitung gesenkt wird. Eine effizientere Aufbereitung kann dazu beitragen, die Integrität der Produkte zu erhalten, den Materialverschleiß zu reduzieren und die Lebensdauer der Produkte zu verlängern. Durch das Erreichen des erforderlichen Sicherheitsniveaus ohne übermäßigen Ressourceneinsatz können Systeme des Gesundheitswesens hohe Standards der Infektionskontrolle aufrechterhalten und gleichzeitig die Umweltleistung verbessern und vermeidbaren Ersatzbedarf reduzieren.

Vorteile der Reduzierung



Geringerer Wasserverbrauch pro Reinigungszyklus



Reduzierter Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln



Weniger zu behandelndes Abwasser



Verlängerte Lebensdauer des Produkts und empfindlicher Komponenten

Wichtigste Erkenntnis

Eine effektive Dekontamination, nicht die maximale Ressourcennutzung, gewährleistet die Sicherheit.

Evidenzbasierte Aufbereitung senkt die Umweltbelastung, gewährleistet gleichzeitig die Einhaltung der Hygienestandards und verlängert die Lebensdauer der Produkte.



Komplettes Instrumentenset wird aus Gewohnheit geöffnet

Chirurgische Instrumente werden üblicherweise in standardisierten Tablettis vorbereitet, die alle Teile enthalten, die während eines Eingriffs benötigt werden könnten. Dies fördert zwar Einsatzbereitschaft und Effizienz, doch viele Operationen folgen vorhersehbaren Abläufen, bei denen nur ein Teil der Instrumente verwendet wird, was zu unnötiger Sterilisation, Verpackung und Abfall führt.

Gute Absicht

Gewährleisten Sie die Einsatzbereitschaft und halten Sie die Effizienz der Operation aufrecht, indem Sie zu Beginn jedes Eingriffs alle potenziell benötigten Instrumente bereitstellen. Das Öffnen eines kompletten OP-Sets ermöglicht es den OP-Teams, sofort auf unerwartete Bedürfnisse zu reagieren, wodurch Verzögerungen reduziert und Unterbrechungen vermieden werden. Standardisierte Instrumentensets sind so konzipiert, dass sie die Zuverlässigkeit erhöhen, die Vorbereitung vereinfachen und sicherstellen, dass die wichtigsten Werkzeuge jederzeit verfügbar sind. Dieser Ansatz priorisiert die Patientensicherheit, indem er das Risiko verringert, dass Instrumente bei komplexen Eingriffen fehlen, und einen einheitlichen Arbeitsablauf in allen Operationssälen schafft.

Negative Folge

Das Öffnen voller Instrumententabletts führt zu Ressourcenverbrauch für Gegenstände, die möglicherweise nie zum Einsatz kommen. Nach dem Öffnen müssen alle Instrumente sterilisiert, neu verpackt und entsprechend gehandhabt werden, auch wenn sie nicht mit dem Patienten in Kontakt kommen. Manche nicht verwendete Instrumente werden aufgrund von Kontaminationsprotokollen, Verfallsfristen oder administrativen Gegebenheiten entsorgt. Dadurch entstehen unnötige Abfälle, während gleichzeitig Wasser, Energie, Verpackungsmaterialien und Sterilisationsressourcen verbraucht werden. Das Vorbereiten größerer Sets als nötig kann daher die Umweltbelastung von Operationen erhöhen, ohne einen zusätzlichen klinischen Nutzen zu bieten, wenn die Eingriffe vorhersehbaren Abläufen folgen.

Warum diese Gewohnheit nach hinten losgeht

- **Zur Sterilisation werden Wasser, Energie und Chemikalien benötigt. Die Aufbereitung ungenutzter Instrumente verbraucht Ressourcen, ohne die Patientenversorgung zu verbessern.**
- **Zahlreiche Studien belegen, dass ein großer Teil der Instrumente auf dem Instrumententablett bei Routineeingriffen ungenutzt bleibt.**
- **Wiederholte Sterilisationszyklen führen mit der Zeit zu einem Verschleiß der Instrumente, verkürzen deren Lebensdauer und erhöhen den Ersatzbedarf.**

Wichtigste Erkenntnis

Die Einsatzbereitschaft erfordert nicht das Öffnen jeder einzelnen Verpackung. Durch die Anpassung der Tablettis an die klinischen Bedürfnisse wird der Ressourcenverbrauch reduziert, während gleichzeitig Sicherheit, Qualität und Effizienz aufrechterhalten werden.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit geringer Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 26



Papier-EKG-Elektroden

Papier-EKG-Elektroden sind selbstklebende Einwegprodukte, die Herzsignale während der EKG-Überwachung erfassen. Obwohl sie preiswert sind und nach einmaliger Anwendung entsorgt werden, verursacht ihr weitverbreiteter Einsatz im Gesundheitswesen erhebliche kumulative Umweltbelastungen durch Materialverbrauch, Fertigung, Transport und Entsorgung.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Kostengünstige sitzungsbasierte Verbrauchsmaterialien wie Papier-EKG-Elektroden bieten nur begrenzte Möglichkeiten für Reparatur, Überholung oder Generalüberholung. Aufgrund ihrer Einwegkonstruktion, ihres geringen Wertes und der erforderlichen Hygiene ist die Sammlung und Aufbereitung aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht unpraktisch. Daher ist die Verlängerung der Lebensdauer von Elektroden im Allgemeinen keine praktikable Kreislaufstrategie.

Stattdessen konzentrieren sich Kreislaufwirtschaftskonzepte darauf, den Materialeinsatz zu reduzieren und die Ressourceneffizienz zu verbessern. Die Hersteller können die Elektrodenkonstruktion optimieren, die Materialstärke reduzieren, wo dies klinisch akzeptabel ist, recycelte oder biobasierte Materialien in nicht kritischen Komponenten einsetzen und Produktionsabfälle sowie Verpackungsmaterial über den gesamten Lebenszyklus hinweg minimieren.

Weitere Verbesserungen lassen sich durch die Betrachtung des umfassenderen EKG-Überwachungssystems erzielen. Durch die Verlängerung der Lebensdauer wiederverwendbarer Komponenten wie Anschlussdrähte, Steckverbinder und Monitore wird die Umweltbelastung pro Sitzung reduziert. Eine bessere Abfalltrennung und das Recycling von unbelasteten Materialien können auch das Entsorgungsmanagement verbessern. Obwohl gebrauchte Elektroden in der Regel eine Entsorgung über Klinikabfälle erfordern, bieten diese vorgelagerten und systemweiten Strategien praktische Möglichkeiten, die Umweltbelastung des Einsatzes großer Mengen an Elektroden insgesamt zu reduzieren.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

6 Reparieren

Im Allgemeinen ist eine Reparatur an der Elektrode selbst nicht möglich. Wiederverwendbare Komponenten wie Zuleitungen und Steckverbinder sollten jedoch bei Beschädigung instandgehalten und repariert statt ersetzt werden.

7 Wiederverwenden

Wo dies klinisch angebracht ist, können wiederverwendbare Elektrodensysteme mit austauschbaren Kontaktschnittstellen die Abhängigkeit von vollständig als Einweg ausgelegten Pflastern verringern und gleichzeitig die Anforderungen an die klinische Leistungsfähigkeit und Infektionsprävention erfüllen.

11 Recyceln

Die Kombination aus Klebstoff, leitfähigem Gel und gemischten Materialien schränkt die herkömmlichen Recyclingmöglichkeiten ein. Die Auswahl von Elektroden mit verbesserter Materialverträglichkeit oder die Einführung von Rücknahmesystemen kann eine effektivere Entsorgung unterstützen.

Wichtigste Erkenntnis

Kostengünstige Verbrauchsmaterialien können in großem Umfang erhebliche Auswirkungen haben. Durch die Optimierung von Wiederverwendung, Materialien und Entsorgungswegen wird der ökologische Fußabdruck von Produkten über ihren gesamten Lebenszyklus reduziert.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit geringer Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 26



Ultraschallgerät

Ultraschallgeräte sind teure Diagnosegeräte, die für kurze Patientenuntersuchungen in verschiedenen Abteilungen eingesetzt werden. Trotz kurzer Nutzungsdauer eignen sie sich aufgrund ihres hohen Anschaffungswerts, ihrer robusten Bauweise und ihres Reparaturpotenzials für Strategien zur gemeinsamen Nutzung, Überholung, Wartung und Lebenszyklusverlängerung.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Ultraschallgeräte bieten aufgrund ihres hohen Wertes, ihrer langen technischen Lebensdauer und ihrer relativ geringen Kritikalität während einzelner Anwendungssitzungen ein großes Potenzial für Ansätze der Kreislaufwirtschaft. Im Gegensatz zu Einweg-Medizinprodukten sind diese Systeme für den wiederholten Einsatz über viele Jahre ausgelegt, wodurch Reparatur, Überholung und Wiederverwendung wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft sind.

Obwohl Ultraschallgeräte teure Anschaffungen darstellen, werden sie häufiger aufgrund technologischer Verbesserungen, Softwarebeschränkungen oder Ausfälle einzelner Bauteile ersetzt als aufgrund vollständiger Funktionsveralterung. Viele Probleme, darunter beschädigte Gehäuse, abgenutzte Räder, nachlassende Batterieleistung, Anzeigefehler und Ausfälle elektronischer Komponenten, können repariert oder ersetzt werden. Durch die Verlängerung der Lebensdauer von Anlagen wird der Bedarf an neuer Fertigung verringert und werden unnötige Umweltbelastungen im Zusammenhang mit Rohstoffgewinnung und -produktion vermieden.

Da Ultraschalluntersuchungen in der Regel kurz sind und die Geräte nicht kontinuierlich verwendet werden, können Modelle der gemeinsamen Nutzung durch verschiedene Abteilungen oder Gesundheitseinrichtungen die Auslastung verbessern. Überholungs- und Modernisierungsprogramme können die Leistungsfähigkeit weiter aufrechterhalten und gleichzeitig die Betriebsdauer verlängern. Am Ende ihrer Lebensdauer können durch verantwortungsvolles Recycling wertvolle Materialien wie Metalle, Elektronik und Kunststoffe zurückgewonnen werden.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

6 Reparieren

Defekte an Komponenten wie beschädigten Displays, Batterien, Rädern und elektronischen Modulen können oft repariert werden, sodass ein Ersatz nicht erforderlich ist.

7 Wiederverwenden

Ultraschallgeräte können abteilungsübergreifend oder zwischen Gesundheitseinrichtungen gemeinsam genutzt werden, wodurch die Auslastung hochwertiger Geräte, die nur gelegentlich benötigt werden, erhöht wird.

8 Überholen

Ältere Maschinen können modernisiert, überholt und instandgehalten werden, um ihre Nutzungsdauer zu verlängern und einen vorzeitigen Austausch wertvoller Geräte zu vermeiden.

Wichtigste Erkenntnis

Hochwertige Ultraschallgeräte eignen sich ideal für Kreislaufstrategien durch gemeinsame Nutzung, Überholung und Reparatur, um die Lebensdauer zu verlängern und die Umweltbelastung zu reduzieren.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit geringer Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 26



Hauttemperaturpflaster

Hauttemperaturpflaster sind kostengünstige, tragbare Produkte, die für die kontinuierliche physiologische Überwachung über mehrere Tage hinweg entwickelt wurden. Obwohl einzelne Produkte nur einen begrenzten Wert haben und oft Einwegprodukte sind, ergeben sich durch ihren großflächigen Einsatz erhebliche Möglichkeiten zur Verbesserung der Materialeffizienz, zur Wiederverwendung von Komponenten und zum Umgang mit Altprodukten.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Hauttemperaturpflaster stellen im Vergleich zu hochwertigen Medizinprodukten eine andere Herausforderung im Bereich der Kreislaufwirtschaft dar. Aufgrund ihrer geringen Kosten, des direkten Hautkontakts und der Einwegkonstruktion sind Reparaturen und die Generalüberholung des gesamten Produkts wirtschaftlich schwierig. Aufgrund ihres kontinuierlichen Nutzungsprofils werden jedoch große Mengen in Krankenhäusern, der häuslichen Pflege und bei der Fernüberwachung verbraucht, was zu einer erheblichen kumulativen Umweltbelastung führt.

Die relevantesten Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft konzentrieren sich darauf, die Zuverlässigkeit während der Nutzung aufrechtzuerhalten, den Materialbedarf zu reduzieren und wertvolle Komponenten von Einwegelementen zu trennen. Durch die Verbesserung der Haltbarkeit von Sensoren, Elektronik, Batterien und drahtlosen Kommunikationsmodulen können vorzeitige Ausfälle und unnötige Austausche während der Überwachungszeiträume reduziert werden. Produktkonstruktionen, die wiederverwendbare elektronische Komponenten von Einweg-Klebeflächen trennen, könnten eine teilweise Wiederverwendung ermöglichen und gleichzeitig die Hygieneanforderungen erfüllen.

Funktionale Komponenten wie Sensoren, Kommunikationsmodule und Batterien könnten nach dem klinischen Einsatz möglicherweise für Anwendungen mit geringerem Risiko, Trainingsumgebungen oder Forschungsaktivitäten umfunktioniert werden. Am Ende ihrer Lebensdauer kann eine verbesserte Konstruktion für Demontage und Recycling die Rückgewinnung von Elektronik, Kunststoffen und Batteriematerialien unterstützen. Angesichts der hohen Stückzahlen können selbst kleine Verbesserungen pro Produkt zu bedeutenden Umweltvorteilen im gesamten Gesundheitswesen führen.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

5 Instandhalten

Die Gestaltung langlebiger Sensoren, zuverlässiger Elektronik und stabiler drahtloser Verbindungen trägt dazu bei, die Leistung des Produkts zu maximieren und einen vorzeitigen Austausch während der Überwachungszeiträume zu verhindern.

7 Wiederverwenden

Soweit die Hygieneanforderungen dies zulassen, können wiederverwendbare elektronische Module von den Einwegklebeschichten getrennt und mit neuen Patientenkontaktschnittstellen verwendet werden.

11 Recyceln

Die Entwicklung von Patches zur einfacheren Trennung von Elektronik, Batterien, Klebstoffen und Kunststoffen verbessert die Materialrückgewinnung und reduziert Abfall bei hohem Nutzungsaufkommen.

Wichtigste Erkenntnis

Kostengünstige Überwachungsprodukte erfordern skalierbare Kreislauf-lösungen, bei denen die Wiederverwendung von Komponenten, die Langlebigkeit und das Recycling durch große Stückzahlen Wirkung entfalten.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit geringer Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 26



Krankenhaus-Patientenbett

Papier-EKG-Elektroden sind selbstklebende Einweg-Verbrauchsmaterialien, die auf die Haut aufgebracht werden, um während der EKG-Überwachung elektrische Herzsignale zu erfassen. Jede Elektrode ist kostengünstig, wird für eine einzelne Patientensitzung von wenigen Minuten bis zu mehreren Stunden verwendet und nach Gebrauch entsorgt. Während einzelne Elektroden nur begrenzte Auswirkungen haben, führen die hohen Mengen, die im Gesundheitswesen verwendet werden, zu erheblichen kumulativen Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg – durch Material, Fertigung und Entsorgung.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Krankenhausbetten bieten aufgrund ihres hohen Anschaffungswerts, ihrer langen Nutzungsdauer und ihrer kontinuierlichen Verwendung ein großes Potenzial für eine Kreislaufwirtschaft. Im Gegensatz zu medizinischen Einwegprodukten sind Betten als langlebige Systeme konzipiert, die mechanische Strukturen, elektrische Aktuatoren, Steuerelektronik, Batterien, Sensoren und Sicherheitsmerkmale enthalten und im Laufe der Zeit gewartet, repariert und aufgerüstet werden können.

Durch ihre relativ modulare Bauweise können Gesundheitsorganisationen planmäßige Wartungsarbeiten durchführen, einzelne Komponenten austauschen und Geräte überholen, ohne sie unnötig ersetzen zu müssen. Reparaturen können sich oft auf bestimmte Teile beschränken, wie z. B. Aktuatoren, Räder, Bremsen, Bedienfelder, Batterien oder Netzteile. Überholungsprogramme können abgenutzte Betten wiederherstellen und ihre Nutzungsdauer verlängern.

Wenn Betten nicht mehr für die Akutversorgung geeignet sind, können sie in Rehabilitationszentren, Langzeitpflegeeinrichtungen, Ausbildungseinrichtungen oder humanitären Gesundheitseinrichtungen eingesetzt werden. Am Ende ihrer Lebensdauer können eine auf Demontage ausgelegte Konstruktion und verantwortungsvolles Recycling die Rückgewinnung wertvoller Materialien wie Stahl, Aluminium, Kupfer, Kunststoffe und elektronische Komponenten unterstützen und so zu einem kreislaufforientierten Gesundheitssystem beitragen.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

5 Instandhalten

Vorbeugende Wartung, Reinigung, Inspektion und Batterieprüfungen tragen dazu bei, die Zuverlässigkeit zu maximieren und die Betriebsdauer von Krankenhausbetten zu verlängern.

6 Reparieren

Der Austausch einzelner Komponenten wie Aktuatoren, Räder, Elektronik und Steuerungssysteme ist aufgrund des hohen Wertes des Bettes wirtschaftlich attraktiv.

8 Überholen

Durch das Überholen und Modernisieren gebrauchter Betten wird ein weiterhin sicherer Betrieb ermöglicht, der Austausch verzögert und die Nachfrage nach neuen Geräten reduziert.

Wichtigste Erkenntnis

Hochwertige Krankenhausbetten ermöglichen starke Kreislaufstrategien durch Wartung, Reparatur, Überholung und Wiederverwendung in verschiedenen Gesundheitseinrichtungen.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit hoher Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 27



Chirurgisches Klammergerät

Chirurgische Klammerprodukte sind hochkritische medizinische Produkte, die bei chirurgischen Eingriffen zum Schneiden, Wiederverbinden und Versiegeln von Gewebe eingesetzt werden. Während einige Modelle für den Einmalgebrauch bestimmt sind und andere wiederverwendbare Komponenten enthalten, beeinflussen ihre klinische Bedeutung, Kontaminationsrisiken und strenge Leistungsanforderungen die Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft erheblich.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Chirurgische Klammergeräte stellen eine anspruchsvolle Kategorie für die Kreislauffähigkeit dar, da sie in kritischen chirurgischen Eingriffen eingesetzt werden, bei denen Zuverlässigkeit, Sterilität und mechanische Leistungsfähigkeit von entscheidender Bedeutung sind. Direkter Gewebekontakt und Kontaminationsrisiken schränken die Reparatur, Überholung und Wiederverwendung von Komponenten ein, die dem Operationsfeld ausgesetzt waren. Daher basieren viele Klammergeräte auf Einwegelementen, wodurch trotz des Vorhandenseins wertvoller Komponenten Materialverschwendung entsteht.

Die größten Chancen für eine Kreislaufwirtschaft liegen in der Trennung von hochwertigen, wiederverwendbaren Komponenten von sterilen Einwegteilen. Wiederverwendbare Klammergeräte können langlebige mechanische oder elektronische Baugruppen, wie zum Beispiel Griffe, beibehalten, während nur die Komponenten, die mit dem Patienten in Kontakt kommen, ersetzt werden. Dieser Ansatz reduziert den Materialverbrauch und gewährleistet gleichzeitig die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen bei chirurgischen Anwendungen. Regelmäßige Inspektion, Wartung und der Austausch verschleißanfälliger Teile können die Lebensdauer wiederverwendbarer Komponenten weiter verlängern.

Am Ende der Lebensdauer kann eine verbesserte Materialrückgewinnung den Verlust wertvoller Ressourcen verringern. Chirurgische Klammergeräte enthalten typischerweise Metalle, Kunststoffe und manchmal elektronische Komponenten, doch die Materialmischung und die Klassifizierung klinischer Abfälle erschweren das Recycling. Die Berücksichtigung der Demontagefähigkeit, die Verbesserung der Abfalltrennung und die Einführung von recycelbaren oder biobasierten Materialien können zukünftige Kreislaufösungen unterstützen und gleichzeitig die erforderliche chirurgische Leistungsfähigkeit aufrechterhalten.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

5 Instandhalten

Vorbeugende Wartung, Kalibrierung und der Austausch verschlissener Teile tragen dazu bei, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistung während der gesamten Lebensdauer wiederverwendbarer Klammergeräte-Komponenten zu erhalten.

7 Wiederverwenden

Wiederverwendbare Klammergeräte ermöglichen die Sterilisation, Inspektion und Wiederverwendung hochwertiger Komponenten wie Griffe und mechanische Baugruppen bei mehreren Eingriffen, wobei nur sterile Bauteile ersetzt werden.

11 Recyceln

Durch die Entwicklung von Klammergeräten mit dem Ziel einer einfacheren Demontage und einer verbesserten Abfalltrennung können Metalle, Kunststoffe und elektronische Komponenten, die derzeit über klinische Abfallströme verloren gehen, zurückgewonnen werden.

Wichtigste Erkenntnis

Chirurgische Klammergeräte mit hoher Kritikalität erfordern sicherheitsorientierte Kreislaufstrategien, bei denen wiederverwendbare Komponenten, Wartung und eine verbesserte Materialrückgewinnung Priorität haben.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit hoher Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 27



Kardiopulmonale Bypass-Maschine (Herz-Lungen-Maschine)

Herz-Lungen-Maschinen sind hochwertige, lebenswichtige medizinische Systeme, die während Operationen am offenen Herzen eingesetzt werden, um die Herz- und Lungenfunktion vorübergehend zu ersetzen. Aufgrund ihrer hohen Kosten, ihrer modularen Konstruktion und ihrer langen Betriebsdauer eignen sie sich hervorragend für Strategien zur Wartung, Reparatur, Überholung, Generalüberholung und Lebenszyklusverlängerung.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Kardiopulmonale Bypass-Maschinen stellen aufgrund ihres hohen Wertes, ihrer technischen Langlebigkeit und ihrer modularen Bauweise eine der größten Chancen für die Kreislauffähigkeit im Gesundheitswesen dar. Diese Systeme sind für den wiederholten Einsatz konzipiert und enthalten zahlreiche austauschbare Komponenten, darunter Pumpen, Wärmetauscher, Steuerungssysteme und Überwachungseinrichtungen. Ihre entscheidende Rolle erfordert strenge Zuverlässigkeits- und Sicherheitsstandards, unterstützt aber auch eine strukturierte Wartung und ein effektives Lebenszyklusmanagement.

Die vorbeugende Wartung ist bereits ein wesentlicher Bestandteil des Betriebs von Herz-Lungen-Maschinen und umfasst Inspektion, Kalibrierung, Reinigung und Austausch verschleißanfälliger Komponenten. Weitere Möglichkeiten ergeben sich durch zustandsorientierte Überwachung und vorausschauende Wartung, wodurch Eingriffe auf der Grundlage der tatsächlichen Komponentenleistung und nicht nach festen Zeitplänen erfolgen können. Dies kann die Lebensdauer der Komponenten verlängern, unnötige Ersatzbeschaffungen reduzieren und die Verfügbarkeit der Geräte verbessern.

Da diese Systeme auch nach der ersten Verwendung noch einen beträchtlichen Restwert besitzen, sind Reparatur, Überholung und Generalüberholung äußerst sinnvolle Strategien. Einzelne Komponenten können ausgetauscht werden, ohne die gesamte Maschine entsorgen zu müssen. Zertifizierte Überholungsprogramme ermöglichen es, gebrauchte Systeme kostengünstiger als Neugeräte wieder in einen zuverlässigen Betriebszustand zu versetzen. Am Ende ihrer Lebensdauer kann die Materialrückgewinnung aus Metallen, Elektronik und Kunststoffen den Abfall weiter reduzieren. Komponenten, die für den klinischen Einsatz nicht mehr geeignet sind, können auch für Schulungs-, Forschungs- oder Simulationsumgebungen wiederverwendet werden.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

5 Instandhalten

Fortgeschrittene Wartungsprogramme, einschließlich vorausschauender Überwachung und zustandsorientierter Wartung, können die Zuverlässigkeit maximieren, vorzeitigen Austausch verhindern und die Betriebsdauer verlängern.

6 Reparieren

Modulare Komponenten wie Pumpen, Elektronik, Schlauchsysteme und Steuereinheiten können einzeln ausgetauscht werden, wodurch die Funktionalität erhalten bleibt, ohne dass das gesamte Produkt ersetzt werden muss.

8 Überholen

Gebrauchte Herz-Lungen-Maschinen können durch Reinigung, Prüfung, Austausch von Komponenten und Rezertifizierung überholt werden, wodurch die Lebensdauer der Geräte verlängert und gleichzeitig eine kostengünstigere Alternative zu neuen Systemen geschaffen wird.

Wichtigste Erkenntnis

Hochwertige kritische Produkte wie Herz-Lungen-Maschinen weisen ein starkes Kreislaufpotenzial durch Wartung, Reparatur, Überholung und Wiederaufbereitung auf.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit hoher Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 27



Wiederverwendbare EEG-Becherelektroden

Wiederverwendbare EEG-Becherelektroden sind kostengünstige klinische Hilfsmittel, die zur kontinuierlichen neurologischen Überwachung in der Intensivmedizin und in neurophysiologischen Einrichtungen eingesetzt werden. Obwohl sie einzeln betrachtet preiswert sind, sind Hygiene, Zuverlässigkeit und Leistung aufgrund ihrer direkten Rolle bei der Signalerfassung von entscheidender Bedeutung. Durch ihre wiederverwendbare Konstruktion ergeben sich Möglichkeiten zur Wartung, Wiederverwendung und Verlängerung der Lebensdauer.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Wiederverwendbare EEG-Becherelektroden demonstrieren, wie kostengünstiges medizinisches Zubehör Kreislaufstrategien unterstützen kann, wenn Langlebigkeit und Aufbereitung Priorität haben. Obwohl einzelne Elektroden nur einen begrenzten Wert haben, kann ihre häufige Verwendung beim neurologischen Monitoring durch Materialverbrauch, Abfallerzeugung und wiederholte Beschaffung erhebliche kumulative Umweltbelastungen verursachen.

Im Vergleich zu Einwegalternativen können wiederverwendbare Systeme diese Auswirkungen durch eine längere Produktlebensdauer reduzieren. Da EEG-Elektroden direkten Kontakt zu den Patienten haben und die Signalerfassung beeinflussen, sind Hygiene, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit weiterhin von entscheidender Bedeutung. Wirksame Reinigungs-, Desinfektions- und Inspektionsverfahren sind daher entscheidend für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und die Vermeidung vorzeitigen Austauschs. Langlebige Materialien, Beständigkeit gegenüber wiederholten Reinigungszyklen, standardisierte Wartungsprotokolle und Verschleißindikatoren können die Lebensdauer der Elektroden weiter verlängern und gleichzeitig die klinische Leistungsfähigkeit erhalten.

Die wichtigsten Kreislaufchancen liegen in Wiederverwendung, Wartung und dem Austausch von Komponenten auf Komponentenebene. Beschädigte Kabel, Stecker oder Elektrodenhalterungen können oft einzeln ersetzt werden, anstatt ganze Sätze zu entsorgen. Am Ende ihrer Lebensdauer können Materialien wie Silber-/Silberchlorid-Kontakte, Edelstahl und Kupferdrähte durch Recycling zurückgewonnen werden. Elektroden, die für den klinischen Einsatz nicht mehr geeignet sind, können dennoch für Ausbildungs-, Simulations- oder Bildungszwecke von Nutzen sein.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

5 Instandhalten

Standardisierte Reinigungsverfahren, langlebige Materialien und Inspektionsprotokolle tragen dazu bei, die Signalqualität zu erhalten und einen unnötigen Austausch funktionsfähiger Elektroden zu vermeiden.

6 Reparieren

Durch den Austausch beschädigter Kabel, Steckverbinder oder Montagekomponenten können Elektrodensätze betriebsbereit bleiben, ohne dass das gesamte System entsorgt werden muss.

7 Wiederverwendung

Wiederverwendbare EEG-Becherelektroden können gereinigt, desinfiziert und bei mehreren Patienten verwendet werden, wodurch im Vergleich zu Einweg-Elektrodensystemen weniger Abfall entsteht und gleichzeitig die klinische Leistungsfähigkeit erhalten bleibt.

Wichtigste Erkenntnis

Wiederverwendbare EEG-Elektroden zeigen, dass selbst kostengünstige, kritische Zubehörteile durch Wiederverwendung, Wartung und den Austausch von Komponenten Kreislauffähigkeit erreichen können.

Beispiel für ein Verbrauchsmaterial mit hoher Kritikalität zur sitzungsbasierten Nutzung

› Seite 27



Mechanisches Beatmungsgerät

Mechanische Beatmungsgeräte sind hochwertige, lebenswichtige Produkte, die für den Dauerbetrieb ausgelegt sind und gleichzeitig eine essentielle Atemunterstützung bieten. Ihre komplexe Technologie, das Potenzial für eine lange Nutzungsdauer und die hohen Anschaffungskosten schaffen große Chancen für Wartung, Reparatur, Überholung und Lebenszyklusverlängerung, wobei die strengen Sicherheitsanforderungen stets eingehalten werden müssen.

Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft

Mechanische Beatmungsgeräte stellen eine anspruchsvolle, aber wertvolle Chance für Kreislaufstrategien im Gesundheitswesen dar. Diese hochwertigen Geräte enthalten hochentwickelte Sensoren, Software, Elektronik, pneumatische Systeme und Sicherheitsmechanismen, die während ihrer gesamten Betriebsdauer eine zuverlässige Leistung erfordern. Während ihr Wert starke Anreize für eine Verlängerung der Nutzung schafft, beeinflussen klinische Risiken und gesetzliche Anforderungen die Umsetzung von Kreislaufstrategien.

Der Austausch von Geräten wird häufig eher durch veraltete Software, eingeschränkten Herstellersupport und Risikomanagementüberlegungen als durch einen kompletten technischen Ausfall bedingt. Durch eine strukturierte Wartung, Software-Updates, Reparaturen auf Komponentenebene und Überholung lässt sich die Lebensdauer von Beatmungsgeräten verlängern, wodurch der Funktionswert erhalten bleibt und gleichzeitig Sicherheit und Konformität gewährleistet werden.

Die wichtigsten Möglichkeiten im Bereich der Kreislaufwirtschaft liegen in der vorbeugenden Wartung, Reparatur, Überholung und kontrollierten Wiederverwendung. Komponenten wie Sensoren, Displays, Ventile und elektronische Module können oft einzeln ausgetauscht werden, anstatt komplette Systeme zu entsorgen. Im Rahmen von Überholungsprogrammen können ältere Beatmungsgeräte durch den Austausch von Komponenten, Software-Upgrades, Tests und Zertifizierung wieder instand gesetzt werden. Am Ende ihrer Lebensdauer kann eine Konstruktion für die Demontage die Rückgewinnung von Metallen, Elektronik und technischen Kunststoffen verbessern, während ausgemusterte Geräte weiterhin für Schulungs-, Simulations- oder Bildungszwecke eingesetzt werden können.

Top 3 empfohlene Kreislaufstrategien

5 Instandhalten

Vorbeugende Wartung, Kalibrierung, Software-Updates und Systeminspektionen erhalten die Zuverlässigkeit, reduzieren Ausfallzeiten und maximieren die Betriebsdauer.

6 Reparieren

Die Reparatur von Sensoren, Ventilen, Displays und Elektronik auf Komponentenebene vermeidet den unnötigen Austausch hochwertiger Geräte und reduziert Materialabfall.

8 Überholen

Ältere Beatmungsgeräte können durch den Austausch von Komponenten, Software-Upgrades, Tests und eine erneute Zertifizierung wieder instand gesetzt werden, um eine sichere klinische Nutzung zu ermöglichen.

Wichtigste Erkenntnis

Hochwertige, lebenswichtige medizinische Produkte bieten ein großes Kreislaufpotenzial, jedoch müssen bei allen Eingriffen Sicherheit, Zuverlässigkeit und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften gewährleistet sein.

Beispiel Systemgestaltungs-Ideen

Überlegungen zur Systemkonstruktion für eine kreislauffähige intelligente Pillendose



Um ein Produkt nachhaltig weiterzuentwickeln, muss auch das System kreislauffähig werden. Die Betrachtung kreislauffähiger Systeme dient dazu, zu untersuchen, wie Produkte, Prozesse und Beteiligte in den verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus interagieren. In diesem Beispiel verwenden wir die intelligente Pillendose, um Kreislaufstrategien und Systemüberlegungen rund um das Produkt in einem Kreislaufsystem zu erläutern.

Verwenden

Eine intelligente Pillendose wird zu Hause zur Unterstützung der Medikamenteneinnahme verwendet. Die Pillendose wird entweder vom Anwender selbst gekauft oder über seinen Gesundheitsdienstleister angeboten. Der Medikamentenplan wird von medizinischem Fachpersonal erstellt und über die Apotheke synchronisiert. Durch elektronische Funktionen wie Erinnerungen, Benachrichtigungen und Ausgabemechanismen bietet die Pillendose dem Anwender eine automatisierte Medikamenteneinnahme. Dies hilft dem Anwender dabei, die richtigen Medikamente zum richtigen Zeitpunkt einzunehmen.

5 Instandhalten

Um die Funktionsfähigkeit und Qualität der Pillendose zu erhalten, muss der Anwender sie ordnungsgemäß instandhalten. Um dem Benutzer die Durchführung von Wartungsarbeiten wie Reinigung und Batteriewechsel zu ermöglichen, bietet eine zugehörige App Anweisungen an. Die App protokolliert außerdem den Zustand des Produkts in einem digitalen Pass, einem standardisierten Datensatz, der den Lebenszyklus eines einzelnen Produkts nachverfolgt. Dadurch können Serviceanbieter den Zustand einer Pillendose überwachen und so feststellen, ob das Produkt gut gewartet ist, ob die Leistung den gesetzlichen Standards entspricht oder ob eine Reparatur erforderlich ist.

6 Reparieren

Wenn die Pillendose so defekt ist, dass eine Reparatur nicht mehr möglich ist oder der Gebrauch abgeschlossen ist, gibt der Benutzer sie bei einer Sammelstelle innerhalb seines lokalen Gesundheitssystems zurück: in diesem Fall an die Apotheke. Klare Rückgabewege, wie beispielsweise ein zugängliches und gut kommuniziertes Netzwerk von ausgewiesenen Rückgabestellen, sind erforderlich, um sicherzustellen, dass die Produkte effizient zurückgegeben und nicht im Hausmüll entsorgt werden. Rückgabeanreize motivieren Nutzer, ihre Produkte zurückzubringen. Dies könnte ein finanzielles Pfand, ein scannbarer Code oder eine visuelle Anleitung auf der Pillendose sein. In der Apotheke wird der Zustand der Pillendose überprüft und dem Benutzer mitgeteilt. Sie erhalten Hinweise zur Wartung, ein Ersatzprodukt, falls ihr aktuelles zu stark beschädigt ist, oder, falls eine Reparatur vor Ort möglich ist, einen Abholtermin für ihre Pillendose. Bei der Reparatur werden kleinere Mängel behoben, defekte Teile ausgetauscht und das Produkt gereinigt. Für Reparaturarbeiten werden spezielle Arbeitsbereiche, geschultes Personal, standardisierte Reparaturverfahren und der Zugang zu vom Hersteller gelieferten Ersatzteilen benötigt. Die Qualitätskontrollen sind standardisiert, die Ergebnisse werden in digitalen Pässen erfasst, mit den Vorschriften verglichen und dienen der Entscheidung über die weitere Nutzung des Produkts im System. Ziel der Reparatur durch die Apotheke ist es, die Pillendosen zur Wiederverwendung bereitzustellen.

7 Wiederverwenden

Wenn eine Pillendose wieder voll funktionsfähig ist und die gesetzlichen Anforderungen erfüllt, kann sie wiederverwendet werden. Vor der Weitergabe werden patientenspezifische Informationen entfernt und das Produkt für den nächsten Benutzer neu konfiguriert. Wenn das Produkt an denselben Benutzer zurückgegeben wird, wird die Konfiguration seines Medikamentenplans überprüft. Eine Koordination zwischen Apotheken, Gesundheitsdienstleistern und Logistikpartnern ist erforderlich, um verfügbare Produkte den neuen Patienten zuzuordnen. Die Service- und Reparaturhistorie wird im digitalen Pass protokolliert, und die Pillendose wird auch in ihrem (neuen) Zuhause bestimmungsgemäß weiterverwendet. Die Instandsetzung, Umverteilung und Sammlung erfordern finanzielle Überlegungen, um wirtschaftlich rentabel zu werden. Beispiele hierfür sind die Produktpreisgestaltung, die Konstruktion für Demontage und einfache Reparatur, die Verfügbarkeit einzelner Ersatzteile und die finanzielle Entschädigung für Rücksendungen.

Sind die Produkte zu stark beschädigt, um repariert zu werden, sammelt die Apotheke sie zur weiteren Verarbeitung in einer örtlichen Sortieranlage ein. Standardisierte Prüfverfahren und digitale Produktinformationen unterstützen effiziente Routing-Entscheidungen und legen fest, ob ein Produkt zur Überholung, Generalüberholung, zum Recycling oder zur Erneuerung weitergeleitet wird.

8 Überholen

Beim Hersteller werden ausrangierte Pillendosen, die als Gesamtprodukt noch Wert besitzen, überholt. Sie werden durch Dekontamination, Modernisierung, kosmetische Änderungen und Teileaustausch wieder in einen guten Betriebszustand versetzt. Für die Überholung medizinischer Produkte sind zertifizierte Einrichtungen, Reinigungsrichtlinien und Qualitätssicherungsverfahren erforderlich, um die Vorschriften für Medizinprodukte vor der Weitergabe einzuhalten. Die Ergebnisse der Verfahren werden zur Rückverfolgbarkeit der Produkte protokolliert, und überholte Produkte können mit einem erkennbaren Zeichen auf dem Produkt gekennzeichnet werden, was die Identifizierung und Unterscheidung vereinfacht.

9 Generalüberholen

Ausrangierte Pillendosen mit (teilweise) funktionsfähigen Komponenten werden zur Generalüberholung verwendet. Aus mehreren zurückgegebenen Pillendosen werden Komponenten wieder zusammengesetzt, um neuwertige Produkte zu fertigen, die weiterhin ihrem vorgesehenen Zweck dienen können. Das System erfordert Überlegungen zur Verfügbarkeit von Komponenten, zur Bestandsverwaltung und zur Produktionsplanung. Bevor generalüberholte und wiederaufbereitete Pillendosen an die Endverbraucher zurückgegeben werden können, müssen sie einer Qualitätskontrolle und Zertifizierung unterzogen werden, um die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten, bevor sie neu verpackt und erneut vertrieben werden. Wirtschaftliche Rentabilität kann durch die Produktion ausreichender Produktmengen und den Werterhalt durch Instandsetzung und Modernisierung erreicht werden. Ein weiterer Vorteil der Überholung und Generalüberholung besteht in der besseren Kenntnis darüber, welche Produktteile am anfälligsten für Ausfälle sind. Dies ermöglicht eine effiziente Verbesserung der Konstruktion der Pillendose im Laufe der Zeit und kann möglicherweise einen Marktvorteil verschaffen.

10 Umnutzen

Wenn die Pillendose nicht mehr für medizinische Zwecke geeignet ist, kann sie durch Funktionsanpassung einen neuen Zweck erhalten. Dies kann vom Benutzer zu Hause, durch Weiterverteilung durch die Apotheke oder nach Sammlung und Prüfung auf alternative Verwendungsmöglichkeiten durch die Sortieranlage erfolgen. Ein Beispiel für die Umnutzung ist die Verwendung einer intelligenten Pillendose als Haushaltsorganizer oder als Timer. Die Gestaltung des umgebenden Systems, um den Benutzer zu inspirieren, beispielsweise durch eine Plattform, auf der neue Anwendungsmöglichkeiten geteilt werden, kann das Produkt mit neuen Einsatzmöglichkeiten verbinden, die den nach der medizinischen Verwendung verbleibenden Wert erhöhen.

11 Recyclen

Effizientes Recycling setzt die Zusammenarbeit zwischen Sammelstellen, Recyclingunternehmen und Herstellern sowie eine entsprechende Transportinfrastruktur zur Verbindung dieser Akteure voraus. Ausrangierte Produkte, die nicht für den vorgesehenen Zweck wiederverwendet werden können, werden von der Sortieranlage an lokale Recyclingpartner verteilt. Hier werden Abfälle durch Dekontamination, Zerkleinerung und Formgebung in neue Rohstoffe umgewandelt. Die im Produktpass gespeicherten Materialinformationen unterstützen eine effiziente Sortierung, während die Verwendung von Monomaterialkomponenten und die Demontage die Recyclingquoten von Kunststoffen, Elektronik und Batterien verbessern.

12 Erneuerung

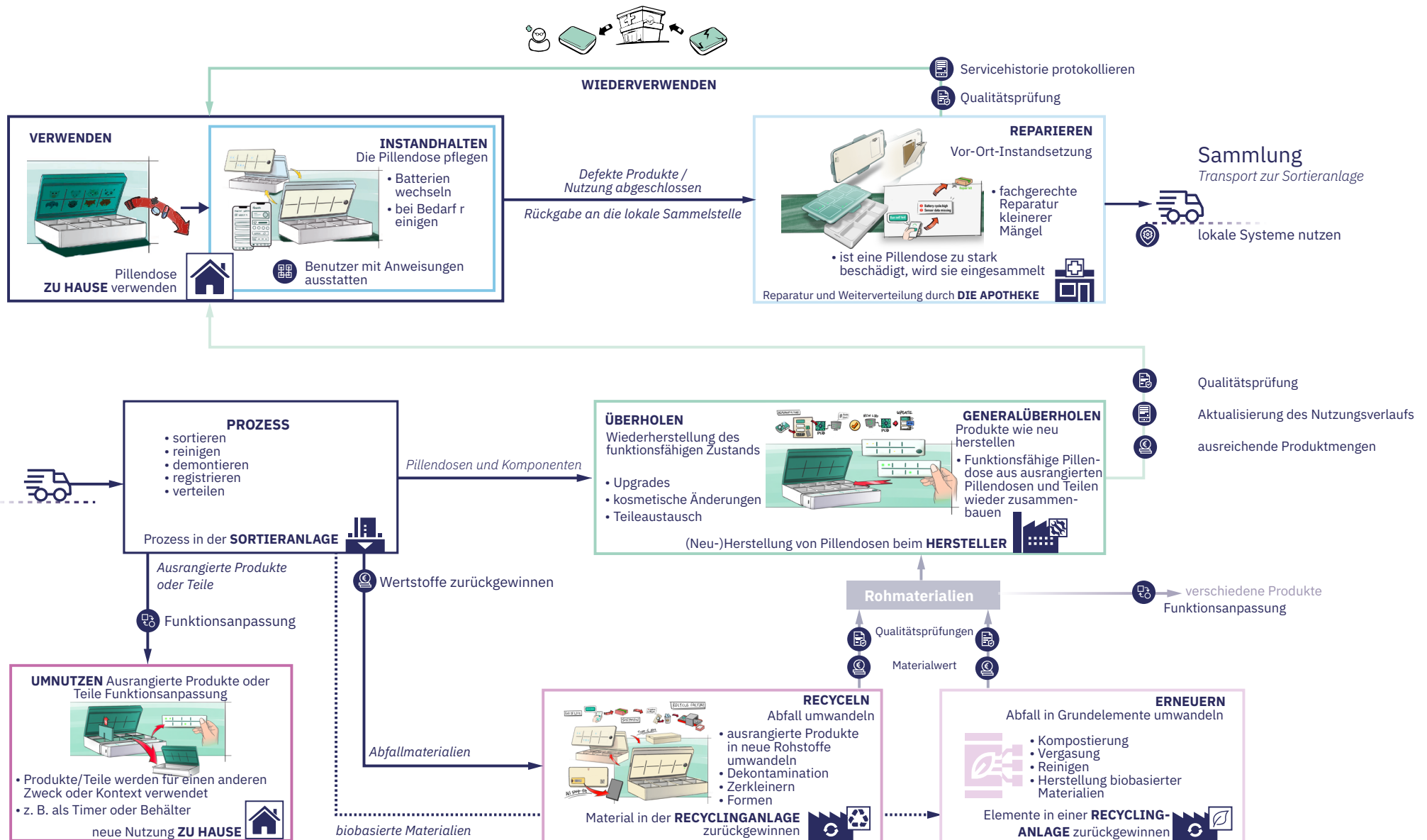
Wenn die Pillendose Komponenten aus biobasierten Materialien enthält, können diese erneuert werden. Produktabfall wird in Grundelemente wie Kohlenstoff oder Biomasse umgewandelt. Das System rund um die Strategie „Erneuern“ erfordert Demontagestandorte und einen Aufbereitungsprozess. Bei einer intelligenten Pillendose für medizinische Anwendungen bestehen im Zusammenhang mit der Verwendung biobasierter Materialien Bedenken hinsichtlich des Lebenszyklus. Vorschriften zu Sicherheit, chemischer Kontamination und Haltbarkeit können die Anwendung der Strategie „Erneuern“ einschränken. Kompostierbares oder chemisch behandeltes Material muss zu spezialisierten Standorten wie Kompostieranlagen transportiert werden.

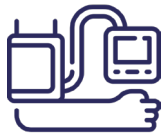
Die aus Recycling und Erneuern zurückgewonnenen Rohstoffe werden qualitätsgeprüft, um Anwendungsmöglichkeiten zu identifizieren. Die regulatorischen Standards für Materialqualität und Zertifizierung entscheiden darüber, ob das zurückgewonnene Material für medizinische Produkte wiederverwendet oder mit funktionaler Anpassung in anderen Produkten eingesetzt werden kann. Unzureichende Materialeigenschaften könnten die Produktlebensdauer, die wirtschaftliche Rentabilität und künftige Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft beeinträchtigen. Eine ausreichende Materialleistung ermöglicht es, den Kreislauf zu schließen.

Zurück zu Seite 29
Überlegungen zur
Systemgestaltung.

Beispiel Systemgestaltungs-Ideen

> Seite 29





Heimblutdruckmessgerät vom Patienten zurückgegeben

Blutdruckmessgeräte für den Heimgebrauch werden von Patienten über einen längeren Zeitraum verwendet und nach Gebrauch oft aufbewahrt oder entsorgt. Ohne Rückführungswege können Geräte nicht zur Überholung, Generalüberholung oder zum Recycling erfasst werden. Durch die Entwicklung benutzerfreundlicher Rückgabesysteme können Barrieren in Bezug auf Zugänglichkeit, Sicherheit und Datenschutz abgebaut werden.

So sieht eine gelungene Rücknahme aus

Wirksame Rücknahmestrategien setzen sich mit den verhaltensbezogenen, praktischen und organisatorischen Barrieren auseinander, die Patienten daran hindern, Medizinprodukte nach Gebrauch zurückzugeben. Viele Produkte für den Heimgebrauch verbleiben in den Haushalten, weil die Patienten unsicher sind, wohin sie diese zurückgeben sollen, ob ihre Daten geschützt sind oder ob die Rückgabe des Produkts überhaupt notwendig ist. Ein erfolgreiches Rückgabesystem sollte daher einfach, bequem und klar in den normalen Produktbesitz integriert sein.

Die Integration von Datenschutzvorkehrungen ist unerlässlich, insbesondere für vernetzte Produkte, die Gesundheitsdaten speichern oder übertragen. Klare Verfahren zur Datenlöschung, sichere Datenverarbeitung und transparente Kommunikation können das Vertrauen der Patienten stärken und die Teilnahme fördern. Die Logistik sollte den Komfort der Patienten durch leicht zugängliche Rückgabestellen, Prepaid-Versandoptionen, Abholservices oder die Integration in bestehende Versorgungspfade im Gesundheitswesen wie Apotheken und Pflegeeinrichtungen unterstützen.

Durch die Kombination von Produktkonstruktion, Verpackung und Servicesystemen können Hersteller und Organisationen des Gesundheitswesens effektive geschlossene Kreisläufe für die Überholung, Generalüberholung, Komponentenrückgewinnung und das Recycling schaffen. Ein gut konzipiertes Rücknahmesystem verwandelt das Verhalten am Ende der Lebensdauer von einer optionalen Aktion in einen erwarteten und einfachen Bestandteil des Produktlebenszyklus.

Beispiele für Ideen sind:

- **Im Produkt**

Ermöglicht eine deutlich gekennzeichnete Datenrücksetzfunktion den Patienten, gespeicherte Gesundheitsdaten vor der Rückgabe sicher zu löschen. Dies trägt den Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes Rechnung und erhöht das Vertrauen in die Teilnahme an Programmen zur Produktrückgewinnung.

- **In der Verpackung**

Die Originalverpackung dient als Rücksendelösung und beinhaltet ein vorfrankiertes Versandetikett sowie klare Anweisungen, um den Aufwand für den Patienten, logistische Hürden und den zusätzlichen Materialbedarf zu minimieren.

- **Im System**

sorgen automatisierte Erinnerungen, die auf den voraussichtlichen Zeitpunkt des Nutzungsendes des Produkts abgestimmt sind, für eine rechtzeitige Rückgabe, verringern die Abhängigkeit von der Erinnerung des Patienten und verbessern die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Produktrückholung.

Wichtigste Erkenntnis

Eine erfolgreiche Rücknahme erfordert Motivationsstrategien, die die Rückgabe bequem, sicher und lohnenswert machen, indem sie die Hürden für die Patienten durch Produkt-, Verpackungs- und Systemgestaltung angehen.

Gestaltung für die Demontage

Die Gestaltung für die Demontage ist ein Produktentwicklungsansatz, der eine effiziente Trennung von Komponenten und Materialien am Ende der Nutzungsphase eines Produkts ermöglicht. Sie unterstützt Kreislaufstrategien wie Reparatur, Überholung, Wiederverwendung und Recycling und gewährleistet gleichzeitig die in der Medizintechnik erwarteten Anforderungen an Sicherheit, Leistung und gesetzliche Vorschriften.

Zu den wichtigsten Gestaltungsaspekten gehören

Minimieren Sie die Materialkomplexität	Verwenden Sie reversible Verbindungen	Ermöglichen Sie strukturierte Demontageabläufe	Berücksichtigen Sie medizinische Anforderungen
Reduzieren Sie die Anzahl der Materialien und vermeiden Sie unnötige Materialkombinationen, um die Trennung zu vereinfachen, die Recyclingkompatibilität zu verbessern und den Wert der zurückgewonnenen Materialien zu erhöhen	Wählen Sie Verbindungsmethoden, die eine zerstörungsfreie Trennung ermöglichen, wie z. B. Schrauben, Schnappverbindungen und modulare Schnittstellen. Vermeiden Sie dauerhafte Verbindungen wie Klebstoffe oder Schweißnähte, wenn sie die Reparatur, Wiederverwendung oder Materialrückgewinnung einschränken.	Gestalten Sie die Komponenten so, dass sie in einer logischen Reihenfolge zugänglich und entfernbar sind. Berücksichtigen Sie die Demontageschritte, die benötigten Werkzeuge, die Handhabungsanforderungen sowie die Trennung von Komponenten mit unterschiedlichen Entsorgungsverfahren.	Beziehen Sie Maßnahmen zur Kontaminationsskontrolle, Sterilisationsanforderungen und Sicherheitsaspekte in die Demontagestrategie ein. Stellen Sie sicher, dass Komponenten mit Patientenkontakt, Elektronik und andere empfindliche Teile nach Gebrauch sicher zu handhaben sind.

Tipp: Erstellen Sie einen Demontageplan

Ein Demontageplan ist eine visuelle Darstellung, wie ein Produkt in seine Komponenten und Materialien zerlegt werden kann. Er zeigt die Demontageabfolge, die Verbindungsmethoden, die Materialflüsse und mögliche Wege am Ende der Lebensdauer.

Demontagepläne werden verwendet, um:

- **konstruktive Hindernisse für Reparatur, Wiederverwendung und Recycling zu identifizieren.**
- **die Zugänglichkeit und Reversibilität der Verbindungen zu bewerten.**
- **Entscheidungen zur Materialauswahl und Produktarchitektur zu unterstützen.**
- **die Kommunikation zwischen Designern, Herstellern, Dienstleistern und Recyclingpartnern zu verbessern.**

Durch die frühzeitige Integration von Demontageplänen in den Designprozess können Medizintechnikunternehmen die Kreislauffähigkeit ihrer Produkte verbessern und gleichzeitig die Anforderungen an Sicherheit, Leistung und gesetzliche Vorschriften erfüllen.

Leitfaden zur Materialauswahl

> Seite 35

Bei der Materialauswahl im Gesundheitswesen muss ein Gleichgewicht zwischen klinischer Leistungsfähigkeit, Patientensicherheit, gesetzlichen Anforderungen und Möglichkeiten zur Wiederverwendung oder zum Recycling am Ende der Lebensdauer gefunden werden.

Beispiele für medizinisch zugelassene Biomaterialien

Biobasierte Materialien können die Abhängigkeit von fossilen Ressourcen verringern und gleichzeitig eine geeignete Leistung für ausgewählte Anwendungen im Gesundheitswesen bieten.

- Biobasiertes Polyamid (PA) – Wird in Komponenten von Medizinprodukten verwendet, die eine hohe Festigkeit, Haltbarkeit und chemische Beständigkeit erfordern, wie z. B. chirurgische Instrumente und Gerätegehäuse.
- Biobasiertes Polyethylen (PE) – Wird für Produkte im Gesundheitswesen wie Behälter, Verpackungen und Komponenten verwendet, die leichte, chemikalienbeständige Materialien erfordern.
- Biobasiertes Polypropylen (PP) – Wird aufgrund seiner geringen Feuchtigkeitsaufnahme und Sterilisationsverträglichkeit in medizinischen Einwegartikeln, Laborprodukten und Produktkomponenten verwendet.
- Polymilchsäure (PLA) – Wird in der medizinischen Forschung, bei biologisch abbaubaren Implantaten und temporären Vorrichtungen eingesetzt, bei denen ein kontrollierter Abbau erforderlich ist.
- Polyhydroxyalkanoate (PHA) – Biologisch abbaubare Polymere, die für Anwendungen wie Tissue Engineering, Arzneimittelverabreichungssysteme und temporäre Medizinprodukte untersucht werden.

Beispiele für medizinisch zugelassene recycelbare Materialien

Recycelbare medizinische Materialien unterstützen die Ressourcenrückgewinnung, wenn die Produkte so konzipiert sind, dass sie getrennt, sicher gehandhabt und geeigneten Recyclingprozessen zugeführt werden können.

- Polypropylen (PP) – weit verbreitet in Spritzen, medizinischen Behältern, Laborprodukten und Einwegkomponenten; recycelbar, wenn ordnungsgemäß getrennt.
- Polyethylen (PE) – Wird aufgrund seiner Flexibilität und chemischen Beständigkeit in medizinischen Verpackungen, Schläuchen, Flaschen und Behältern verwendet.
- Polycarbonat (PC) – Wird verwendet in wiederverwendbaren medizinischen Geräten, transparenten Gehäusen, Steckverbindern und Schutzkomponenten, die Stoßfestigkeit erfordern.
- Polyetheretherketon (PEEK) – Wird für Implantate, chirurgische Instrumente und medizinische Komponenten verwendet, die eine hohe mechanische und chemische Belastbarkeit erfordern.
- Edelstahl – Wird häufig für chirurgische Instrumente, Implantate und wiederverwendbare Medizinprodukte verwendet; ist über Metallrecyclingströme gut recycelbar.
- Titan – Wird aufgrund seiner Festigkeit, Biokompatibilität und Korrosionsbeständigkeit für Implantate, orthopädische Produkte und chirurgische Instrumente verwendet.

Beispiele für im Recycling kompatible Materialien

Die Trennung der Materialien bleibt zwar die bevorzugte Strategie, doch die Auswahl kompatibler Materialien kann das Recycling vereinfachen und die Rückgewinnungsraten verbessern.

- Polypropylen (PP) + Polyethylen (PE) – Ähnliche Polyolefin-Materialien, die manchmal gemeinsam in Recyclingströmen verarbeitet werden können.
- PET mit kompatiblen PET-Typen – Wird in medizinischen Verpackungen und Behältern verwendet; das Recycling wird verbessert, wenn die Materialzusammensetzung einheitlich ist.
- Edelstahllegierungen – Werden üblicherweise in etablierten Metallrecyclingverfahren gemeinsam recycelt.
- Aluminiumlegierungen – Verwendung in medizinischen Geräten und Komponenten; effiziente Rückgewinnung durch Aluminiumrecycling.
- Monomaterial-Polymerdesigns – Die Verwendung eines einzigen Polymertyps vereinfacht die Sortierung, verbessert die Recyclingqualität und reduziert die Materialverunreinigung.

Die Gestaltung im Hinblick auf Materialidentifizierung und einfache Trennung bleibt der bevorzugte Ansatz, um ein qualitativ hochwertiges Recycling im Gesundheitswesen zu ermöglichen.



Chirurgische Instrumente

Blutdruckmessgeräte für den Heimgebrauch werden von Patienten über einen längeren Zeitraum verwendet und nach Gebrauch oft aufbewahrt oder entsorgt. Ohne Rückführungswege können Produkte nicht zur Überholung, Generalüberholung oder zum Recycling erfasst werden. Durch die Entwicklung benutzerfreundlicher Rückgabesysteme können Barrieren in Bezug auf Zugänglichkeit, Sicherheit und Datenschutz abgebaut werden.

Wie eine gute Aufbereitung im Krankenhaus aussieht

Eine effektive Aufbereitung im Krankenhaus setzt ein gut organisiertes internes System voraus, das eine schnelle Sammlung, zuverlässige Reinigung und sichere Rückführung in den klinischen Einsatz ermöglicht. Da die Instrumente innerhalb der Gesundheitseinrichtung verbleiben, behalten die Krankenhäuser die direkte Kontrolle über Handhabung, Qualitätssicherung und Bearbeitungszeiten. Dies reduziert die logistische Komplexität und unterstützt gleichzeitig die wiederholte Verwendung von langlebigen medizinischen Geräten.

Die Sammlung sollte unmittelbar nach den Eingriffen erfolgen, wobei eine klare Trennung zwischen wiederverwendbaren Instrumenten und Einwegabfällen erforderlich ist. Standardisierte Arbeitsabläufe, Mitarbeiterschulungen und geeignete Rückverfolgungssysteme gewährleisten, dass Instrumente korrekt identifiziert, transportiert und für die Aufbereitung vorbereitet werden. Die kontinuierliche Überwachung des Standorts und des Status der Instrumente kann die Effizienz weiter steigern und Verluste reduzieren.

In den Abteilungen für zentrale Sterilgutversorgung durchlaufen die Instrumente validierte Reinigungs-, Desinfektions-, Inspektions- und Sterilisationsprozesse, bevor sie wieder in den Umlauf gebracht werden. Regelmäßige Qualitätskontrollen, Wartungsarbeiten und der Austausch verschlissener Komponenten tragen dazu bei, die Funktionalität zu erhalten und die Lebensdauer zu verlängern. Durch die Durchführung des gesamten Kreislaufs innerhalb der Gesundheitseinrichtung schafft die Aufbereitung im Krankenhaus einen zuverlässigen Kreislauf, der den Materialverbrauch reduziert, unnötige Ersatzbeschaffungen vermeidet und die klinische Sicherheit gewährleistet.

Beispiele für Ideen sind:

- **Im Sammelprozess**

Sortiersysteme direkt am Einsatzort gewährleisten, dass wiederverwendbare Instrumente unmittelbar nach den Anwendungen aussortiert werden, wodurch das Kontaminationsrisiko verringert und verhindert wird, dass wertvolle Produkte in den Abfallstrom gelangen.

- **Im Rahmen des Aufbereitungsprozesses**

können zentrale Sterilgutversorgungseinrichtungen standardisierte Reinigungs-, Inspektions-, Sterilisations- und Nachverfolgungsprotokolle verwenden, um die Sicherheit zu gewährleisten und gleichzeitig die Anzahl der Wiederverwendungszyklen zu maximieren.

- **Im System**

bieten digitale Rückverfolgungssysteme Transparenz über den Standort der Instrumente, die Nutzungshistorie und den Wartungsbedarf, verbessern das Anlagenmanagement und reduzieren unnötige Verluste.

Wichtigste Erkenntnis

Die Aufbereitung im Krankenhaus ermöglicht eine sichere Wiederverwendung, indem die Produkte in einem kontrollierten, effizienten und nachvollziehbaren Gesundheitskreislauf gehalten werden.



Chirurgischer Bohrer

Chirurgische Bohrer sind hochwertige Präzisionsinstrumente, die in der Orthopädie und Neurochirurgie eingesetzt werden. Ihre komplexe Konstruktion, einschließlich Motoren, Getrieben, Elektronik und Spezialkomponenten, erfordert Fachkenntnisse, die über die üblichen Wartungskapazitäten von Krankenhäusern hinausgehen. Rücknahmeprogramme von Herstellern oder Drittanbietern ermöglichen eine sichere Überholung und Verlängerung der Lebensdauer.

So sieht eine gute Rücknahme aus

Effektive Rücknahmesysteme nehmen den Gesundheitseinrichtungen die Verantwortung und Komplexität der Überholung ab, indem sie einen strukturierten Ablauf zwischen Krankenhäusern, Herstellern und zertifizierten Dienstleistern schaffen. Da chirurgische Bohrer Fachkenntnisse, spezielle Werkzeuge und behördliche Aufsicht erfordern, gewährleistet die zentrale Überholung, dass die Produkte sicher wiederhergestellt werden können, ohne die klinische Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen.

Die Sammlung sollte einfach, vorhersehbar und in die bestehenden Krankenhausprozesse integriert sein. Durch planmäßige Rücknahmeprogramme, die mit Wartungsintervallen, Austauschzyklen oder Geräte-Upgrades verknüpft sind, wird die Wahrscheinlichkeit verringert, dass Produkte eingelagert, aufgegeben oder vorzeitig entsorgt werden. Klare Logistik, Dokumentation und Kommunikation helfen Krankenhäusern zu verstehen, wann und wie Geräte zurückgegeben werden sollen.

Im Rahmen der Überholung können Hersteller oder zertifizierte Dritte die chirurgischen Bohrer demontieren, reinigen, prüfen, reparieren, verschlissene Komponenten ersetzen und sie auf die ursprünglichen Leistungsanforderungen hin testen. Durch diesen kontrollierten Prozess können wertvolle Medizinprodukte wieder in den klinischen Einsatz gebracht werden, wobei Qualitätsstandards und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften gewährleistet bleiben. Die überholten Produkte können dann an die ursprüngliche Gesundheitseinrichtung zurückgegeben oder weiterverteilt werden, wodurch der Bedarf an neuer Fertigung reduziert und der im Produkt enthaltene Wert erhalten bleibt.

Beispiele für Ideen sind:

- **Im Rahmen des Sammelprozesses**
bieten geplante Rücknahmeprogramme Krankenhäusern vordefinierte Rücknahmewege, wodurch der Verwaltungsaufwand reduziert und die Lagerung oder Entsorgung wertvoller Geräte verhindert wird.
- **Im Rahmen des Wiederherstellungsprozesses**
Zertifizierte Aufbereitungs-, Instandsetzungs- und Wiederaufbereitungszentren stellen die Produkte durch spezielle Reinigung, Komponentenaustausch, Prüfung und Validierung wieder her, um eine sichere Leistung zu gewährleisten, die mit der von Neuprodukten vergleichbar ist.
- **Im System**
überwachen herstellerseitig unterstützte Trackingsysteme die Produktebesitzverhältnisse, die Wartungshistorie und den Rückgabezeitpunkt, verbessern die Transparenz und ermöglichen effiziente Kreisläufe.

Wichtigste Erkenntnis

Die Rücknahme durch den Hersteller ermöglicht für komplexe Produkte die Kreislauffähigkeit, indem z. B. die Überholung zentralisiert wird und so Sicherheit, Konformität und eine Verlängerung des Lebenszyklus gewährleistet werden.



Medizinische Bildgebungsgeräte

Das Hindernis

Organisationen im Gesundheitswesen zögern möglicherweise, langlebigere oder überholte medizinische Geräte einzusetzen, da sie Bedenken hinsichtlich der Vorabinvestitionen, der Wartungsverantwortung, der Zuverlässigkeit und der technologischen Veralterung haben. Diese Bedenken können dazu führen, dass ein Austausch gegenüber einer Verlängerung der Produktlebensdauer bevorzugt wird.

Die Anpassung

Servicekonzepte der Kreislaufwirtschaft verlagern den Fokus vom Verkauf von Produkten hin zur Verwaltung der Produktleistung während des gesamten Lebenszyklus. Hersteller können Wartungs-, Modernisierungs-, Überholungs- und Rücknahmeservices anbieten, um die Betriebsdauer der Geräte zu verlängern. Für OEMs können dadurch zusätzliche Einnahmequellen durch Lifecycle-Services geschaffen und gleichzeitig die langfristigen Kundenbeziehungen gestärkt werden.

Wichtigste Erkenntnis

Kreislauffähigkeit kann geschäftlichen Mehrwert schaffen, wenn Hersteller vom Verkauf von Ersatzprodukten zur Bereitstellung langfristiger Produktleistung übergehen.

Beispiele für Hybriddesign, Nachfüllkonzept und Hülseausführung

› Seite 38

Hybriddesign



Hybrides laparoskopisches Instrument

Das Hindernis

Die laparoskopische Chirurgie erfordert strikte Sterilität und eine zuverlässige Leistung. Dies führt oft zu einer Wahl zwischen vollständigen Einweginstrumenten, die erhebliche Abfallmengen erzeugen, und vollständig wiederverwendbaren Instrumenten, die aufwendige Reinigungs-, Sterilisations- und Wartungsprozesse erfordern.

Die Anpassung

Hybride („responsible“) Instrumente teilen das Produkt in wiederverwendbare und Einwegkomponenten auf. Hochwertige Komponenten wie Griffe, Schäfte oder elektronische Komponenten bleiben bei verschiedenen Eingriffen im Einsatz, während lediglich die Komponente, die mit dem Patienten in Kontakt kommt, ausgetauscht wird. Dadurch werden die Sicherheitsvorteile von Einwegkomponenten mit den Ressourcenvorteilen der Wiederverwendung kombiniert.

Wichtigste Erkenntnis

Wenn die Sterilisation eine vollständige Wiederverwendung einschränkt, erhalten Hybridkonstruktionen den Wert der wiederverwendbaren Komponenten, indem nur die notwendigen Komponenten ersetzt werden.

Nachfüllkonzept



Nachfüllbare Autoinjektoren

Das Hindernis

Viele Autoinjektoren sind als Einwegprodukte konzipiert, was bedeutet, dass das gesamte mechanische oder elektronische System nach einer kurzen Injektion entsorgt wird. Dies führt zu einer unnötigen Entsorgung langlebiger Komponenten, die auch nach mehreren Behandlungen noch funktionsfähig sein könnten.

Die Anpassung

Nachfüllbare Konstruktionen trennen den wiederverwendbaren Antriebsmechanismus und das Gehäuse von der austauschbaren Medikamentenkartusche. Nach der Verabreichung wird lediglich die Kartusche ausgetauscht, während das Hauptprodukt für mehrere Dosen weiterverwendet werden kann. Dadurch wird der Materialverbrauch reduziert, indem die Entsorgung auf die kleinstmögliche notwendige Komponente beschränkt wird.

Wichtigste Erkenntnis

Wenn ein Produkt nur kurzzeitig verwendet wird, aber langlebige Komponenten enthält, kann die Trennung des wiederverwendbaren Mechanismus vom Verbrauchsmaterial den Abfall erheblich reduzieren.

Hülseausführung



Ultraschallsonden mit Schutzhülle

Das Hindernis

Ultraschallsonden enthalten empfindliche Elektronik, die durch wiederholte Sterilisationsprozesse beschädigt werden kann. Allerdings ist ein Schutz vor Kreuzkontaminationen zwischen Patienten erforderlich, was den Druck in Richtung Einwegalternativen erhöht.

Die Anpassung

Eine sterile Einweghülle schafft eine Schutzbarriere zwischen der Sonde und dem Patienten und ermöglicht gleichzeitig die Wiederverwendbarkeit der wertvollen elektronischen Komponenten. Dadurch wird die Entsorgung des gesamten Produkts vermieden, während gleichzeitig die Anforderungen an die Infektionsprävention eingehalten werden.

Wichtigste Erkenntnis

Wenn eine direkte Sterilisation technisch schwierig ist, können Schutzbarrieren die weitere Verwendung wertvoller Produktkomponenten ermöglichen.

Dekontamination

➤ Seite 35

➤ Seite 37

Sammeln und sortieren Sie die Produkte nach Typ, Zustand, Klassifizierung (nicht kritisch, semikritisch, kritisch) und dem nächsten CHF.

Medizinische Produkte werden nach Gebrauch in maximal vier Schritten dekontaminiert – je nach Produkttyp und erforderlichem Maß an Dekontamination. Manche müssen vor der Reinigung demontiert werden.



1 Vorreinigung

Kontaminierte Produkte können einer manuellen und/oder mechanischen Vorreinigung unterzogen werden (z. B. Spülen, Ultraschallreinigung), um sichtbare Rückstände zu entfernen.



2 Reinigung

Alle Produkte werden einer manuellen oder maschinellen Reinigung unterzogen. Dadurch werden sichtbare und unsichtbare Verunreinigungen entfernt.



3 Desinfektion

Produkte, die mit der Haut oder Schleimhäuten in Berührung kommen (z. B. Thermometer, Endoskope), werden manuell oder mechanisch mit Chemikalien und/oder durch Erhitzen desinfiziert. Eine einfache Desinfektion entfernt die meisten Bakterien, einige Viren und Pilze, während eine gründliche Desinfektion nahezu alle Mikroorganismen mit Ausnahme einiger Sporen eliminiert.



4 Sterilisation

Produkte, die steriles Gewebe oder den Blutkreislauf durchdringen (z. B. chirurgische Instrumente), müssen sterilisiert werden.

Ein Produkt gilt als steril, wenn die Wahrscheinlichkeit lebensfähiger Mikroorganismen weniger als eins zu einer Million beträgt (SAL).

Es gibt mehrere Methoden zur Sterilisation von Medizinprodukten (Dampf, Ethylenoxid, Strahlung, Wasserstoffperoxid).

Die bevorzugte Methode hängt von den Materialeigenschaften, der Anzahl der Produkte, den Kosten, der Umweltbelastung und der Verfügbarkeit ab.

Glossar

Um ein gemeinsames Verständnis und eine einheitliche Verwendung der Terminologie in diesem Leitfaden zu gewährleisten, werden die wichtigsten Begriffe im Folgenden definiert. Die Definitionen basieren in erster Linie auf maßgeblichen Quellen, darunter EU-Richtlinien, die Medizinprodukteverordnung, UNEP, IAEA und ISO. Projektspezifische Definitionen werden bei Bedarf hinzugefügt. Dieses Glossar enthält eine Auswahl von Begriffen aus dem umfassenderen DiCE-Glossar, das unter <https://circulardigitalhealth.eu/terms-and-definitions/> abrufbar ist, ergänzt durch zusätzliche Definitionen, die speziell für diesen Designleitfaden entwickelt wurden.

Aktives (Medizin-)Produkt

Jedes Produkt, dessen Funktionsweise von einer anderen Energiequelle als derjenigen abhängt, die der menschliche Körper zu diesem Zweck erzeugt, oder von der Schwerkraft, und das durch Veränderung der Dichte oder Umwandlung dieser Energie wirkt. Produkte, die dazu bestimmt sind, Energie, Substanzen oder andere Elemente ohne wesentliche Veränderung zwischen einem aktiven Produkt und dem Patienten zu übertragen, gelten nicht als aktive Produkte. Software gilt ebenfalls als aktives Produkt.

Benchmarking

Praxis der Messung von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen oder Leistungen anhand von Branchenstandards oder Best Practices, um Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren.

Stückliste (BOM)

Umfassende Liste der Rohstoffe, Komponenten, Komponenten und Mengen, die zur Herstellung eines Produkts benötigt werden.

Ressourcenkreislauf

Systematische Zirkulation der Bereitstellung und Nutzung von Ressourcen innerhalb mehrerer technischer oder biologischer Kreisläufe.

Kreislaufstrategien im Gesundheitswesen (CHF)

Strategien, die konkrete Schritte für die effiziente Sammlung, Aufbereitung und sichere Wiedereingliederung von Materialien und medizinischen Produkten in das Gesundheitswesen beschreiben, mit dem Ziel, Abfall zu minimieren und den Ressourcenwert zu maximieren. Beispiele umfassen: ablehnen, ersetzen, überdenken, reduzieren, instandhalten, reparieren, wiederverwenden, überholen, generalüberholen, umnutzen, recyceln und erneuern sowie Energierückgewinnung – angepasst an die spezifischen Anforderungen und Sicherheitsstandards des Gesundheitssektors.

Hierarchie der Kreislaufstrategien

Strukturierte Abfolge priorisierter Kreislaufstrategien im Gesundheitswesen (CHF) zur Steuerung der Entscheidungsfindung bei gleichzeitiger Minimierung der Umweltbelastungen.

Reinigung

Entfernung von Verunreinigungen, soweit dies für die weitere Aufbereitung oder den vorgesehenen Verwendungszweck erforderlich ist.

Klinischer Nutzen

Der positive Einfluss eines Medizinprodukts auf die Gesundheit eines Menschen, ausgedrückt in Form eines aussagekräftigen, messbaren, patientenrelevanten klinischen Ergebnisses, einschließlich Ergebnissen im Zusammenhang mit der Diagnose, oder eines positiven Einflusses auf das Patientenmanagement oder die öffentliche Gesundheit.

Sammlung

Die Sammlung von Abfällen, einschließlich der Vorsortierung und der vorläufigen Lagerung von Abfällen zum Zwecke des Transports zu einer Abfallbehandlungsanlage.

Dekontamination

Prozess der Entfernung oder Neutralisierung von Verunreinigungen wie Mikroorganismen von Oberflächen oder Produkten, um die Ausbreitung von Infektionen zu verhindern. Beispiele hierfür sind (Vor-)Reinigung, Desinfektion und Sterilisation, je nach dem beabsichtigten medizinischen Einsatzgebiet des Produkts.

Schadstoffentfrachtung

Selektive Behandlung, bei der bestimmte Stoffe, Gemische oder Komponenten, die potenziell schädlich sind, sicher entfernt werden.

Digitaler Produktpass (DPP) / Digitaler Gerätepass

Digitaler Datensatz, der wesentliche Informationen über die Identität, Zusammensetzung, Konformität, Sicherheit, Nachhaltigkeit und den Lebenszyklus eines Produkts zusammenfasst.

Demontage

Prozess, bei dem ein Produkt so auseinandergenommen wird, dass es anschließend wieder zusammengebaut und in Betrieb genommen werden kann.

Desinfektion

Verfahren zur Inaktivierung lebensfähiger Mikroorganismen auf ein zuvor als für einen bestimmten Zweck angemessen festgelegtes Niveau.

Entsorgung

Jeder Vorgang, der keine Rückgewinnung darstellt, auch wenn der Vorgang als Nebenwirkung die Rückgewinnung von Stoffen oder Energie hat.

Ökologische Gestaltung

Die Integration von Umweltaspekten in die Produktgestaltung mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit des Produkts während seines gesamten Lebenszyklus zu verbessern. Ende der Lebensdauer (EoL) Die Lebenszyklusphase, die beginnt, wenn ein Produkt entsorgt wird, und endet, wenn die Abfallstoffe des Produkts in die Natur zurückgeführt werden oder in den Lebenszyklus eines anderen Produkts gelangen.

Energierückgewinnung

Verwendung von brennbaren Abfällen als Mittel zur Energiegewinnung durch direkte Verbrennung mit oder ohne andere Abfälle, jedoch mit Rückgewinnung der Wärme.

Umweltbelastungsschwerpunkte

Phasen, Prozesse, Materialien oder Komponenten innerhalb eines Produktlebenszyklus, die überproportional zu Umweltauswirkungen wie Treibhausgasemissionen, Ressourcenverbrauch, Wasserverbrauch oder Abfallerzeugung beitragen.

Spezialkunststoffe

Kunststoffe, die aufgrund ihrer einzigartigen Zusammensetzung oder Kombination verschiedener Kunststoffarten, Additive oder Beschichtungen schwer zu trennen und zu recyceln sind.

Gefährlicher Abfall

Abfall, der eine oder mehrere der in Anhang III aufgeführten gefährlichen Eigenschaften aufweist, einschließlich „infektiös“, wobei sich dies auf Stoffe und Zubereitungen bezieht, die lebensfähige Mikroorganismen oder deren Toxine enthalten, von denen bekannt ist oder mit hinreichender Sicherheit angenommen wird, dass sie Krankheiten beim Menschen oder anderen lebenden Organismen verursachen.

Infektiöser Abfall

Abfall, der in der Lage ist, Krankheiten bei Menschen oder anderen lebenden Organismen zu verursachen oder zu verbreiten, weil er lebensfähige Mikroorganismen oder deren Toxine oder human-pathogene mikrobiologische Erreger enthält oder der Verdacht besteht, dass er sie enthält.

Invasives Produkt

Jedes Produkt, das ganz oder teilweise in den Körper eindringt, entweder durch eine Körperöffnung oder durch die Körperoberfläche.

Hersteller

Eine natürliche oder juristische Person, die ein Produkt herstellt oder vollständig überholt oder ein Produkt entwerfen, herstellen oder vollständig überholen lässt und dieses Produkt unter ihrem Namen oder ihrer Marke vermarktet.

EU-Medizinprodukteverordnung (MDR)

Rechtsrahmen der Europäischen Union zur Regelung der Sicherheit, Leistungsfähigkeit, Fertigung und Markteinführung von medizinischen Produkten innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums.

MDR-Kritikalitätsklassifizierung

Ein risikobasiertes System, das eine Reihe von Kriterien zur Bestimmung der Klassifizierung von Medizinprodukten verwendet. Dabei müssen Faktoren wie der Verwendungszweck des Produkts, seine physikalischen Eigenschaften, der von der Verwendung des Produkts betroffene Körperteil, die Dauer des Kontakts mit dem menschlichen Körper, der Grad der Invasivität, die potenzielle Toxizität und die Abhängigkeit des Produkts von einer Energiequelle berücksichtigt werden. Die Medizinprodukte werden in die folgenden vier Klassen eingeteilt: I, IIa, IIb und III. Medizinprodukte der Klasse III weisen das höchste Risiko und die höchsten gesetzlichen Anforderungen auf.

Medizinprodukt

Jedes Instrument, Produkt, jede Vorrichtung, Software, jedes Implantat, Reagenz, Material oder jeder andere Artikel, der vom Hersteller dazu bestimmt ist, allein oder in Kombination für Menschen für einen oder mehrere der folgenden spezifischen medizinischen Zwecke verwendet zu werden:

- Diagnose, Prävention, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten,

- Diagnose, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensation einer Verletzung oder Behinderung,
- Untersuchung, Ersatz oder Modifizierung der Anatomie oder eines physiologischen oder pathologischen Prozesses oder Zustands,
- Bereitstellung von Informationen durch In-vitro-Untersuchung von Proben, die aus dem menschlichen Körper stammen, einschließlich Organ-, Blut- und Gewebespenden, und das seine primäre beabsichtigte Wirkung nicht durch pharmakologische, immunologische oder metabolische Mittel im oder am menschlichen Körper erreicht, dessen Funktion aber durch solche Mittel unterstützt werden kann. Folgende Produkte gelten ebenfalls als Medizinprodukte:
 - Produkte zur Steuerung oder Unterstützung der Empfängnis;
 - Produkte, die speziell für die Reinigung, Desinfektion oder Sterilisation von Produkten gemäß Artikel 1 Absatz 4 und von Produkten gemäß Absatz 1 dieses Punktes bestimmt sind.

Medizinische Verbrennung
Verbrennung von Abfällen, die in Einrichtungen des Gesundheitswesens, einschließlich Krankenhäusern, Tierkliniken und Forschungseinrichtungen, entstehen, zum Zweck der Entsorgung.

Medizinischer Abfall

Abfälle, die bei Aktivitäten im Gesundheitswesen entstehen, von gebrauchten Nadeln und Spritzen über verschmutzte Verbände, Körperteile, diagnostische Proben, Blut, Chemikalien, Arzneimittel, Medizinprodukte und radioaktive Materialien.

Nudge

Jeder Aspekt der Entscheidungsarchitektur, der das Verhalten von Menschen auf vorhersehbare Weise verändert, ohne Optionen zu verbieten oder ihre wirtschaftlichen Anreize wesentlich zu verändern.

Vorbereitung zur Wiederverwendung

Prüf-, Reinigungs- oder Reparaturvorgänge, durch die Produkte oder Komponenten von Produkten, die zu Abfall geworden sind, so aufbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können.

Verwertung

Jeder Vorgang, dessen Hauptergebnis darin besteht, dass Abfall einem nützlichen Zweck dient, indem er andere Materialien ersetzt, die andernfalls zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder dass Abfall für die Erfüllung dieser Funktion aufbereitet wird. Aufbereitung

Ein Verfahren, das an einem gebrauchten Produkt durchgeführt wird, um dessen sichere Wiederverwendung zu ermöglichen. Dazu gehören Reinigung, Desinfektion, Sterilisation und damit verbundene Verfahren sowie die Prüfung und Wiederherstellung der technischen und funktionalen Sicherheit des gebrauchten Produkts.

Wiederaufbereiter

(1) „Wiederaufbereiter“ bezeichnet die Gesundheitseinrichtung und den externen Wiederaufbereiter, die Einwegprodukte wiederaufbereiten; (2) „externer Wiederaufbereiter“ bezeichnet die Einrichtung, die Einwegprodukte auf Anfrage einer Gesundheitseinrichtung wiederaufbereitet; „Wiederaufbereitungszyklus“ bezeichnet einen Zyklus, der alle Wiederaufbereitungsschritte umfasst, die auf ein Einwegprodukt angewendet werden, um sicherzustellen, dass die Sicherheit und Leistung des wiederaufbereiteten Produkts der des Originalprodukts entspricht.

Mehrweg-Medizinprodukt

Medizinprodukt, das vom Hersteller des Medizinprodukts als für die Aufbereitung und Wiederverwendung geeignet gekennzeichnet oder vorgesehen ist.

Rücknahmelogistik

Aktivitäten, die durchgeführt werden, um den Wert von Produkten, Teilen und Materialien zurückzugewinnen, sobald diese das Ende der Nutzung oder des Lebenszyklus erreicht haben.

Getrennte Sammlung

Die Sammlung, bei der ein Abfallstrom nach Art und Beschaffenheit getrennt gehalten wird, um eine spezifische Behandlung zu ermöglichen.

Sharps

Gegenstände oder Instrumente, die für die Ausübung bestimmter Tätigkeiten im Gesundheitswesen erforderlich sind und die schneiden, stechen, Verletzungen und/oder Infektionen verursachen können.

Einweg-Medizinprodukt

Medizinprodukt, das für die Anwendung an einer einzelnen Person während eines einzelnen Eingriffs gekennzeichnet oder bestimmt ist.

Sterilisation

Validiertes Verfahren zur Entfernung lebensfähiger Mikroorganismen aus dem Produkt.

System

Eine Menge von miteinander verbundenen Elementen, Akteuren, Prozessen und Infrastrukturen, die in einem breiteren Kontext interagieren, um eine bestimmte Funktion oder einen bestimmten Zweck zu erreichen.

Das Greenhouse Gas (GHG) Protocol

International anerkannter Rahmen für die Messung, das Management und die Berichterstattung von Treibhausgasemissionen.

Werterhalt

Strategien, die darauf abzielen, den funktionalen, wirtschaftlichen und materiellen Wert von Produkten, Komponenten und Ressourcen so lange wie möglich zu erhalten, beispielsweise durch Wiederverwendung, Reparatur, Überholung und Generalüberholung.

Schematische Übersicht der Kreisläufe im Gesundheitswesen

Strukturiertes visuelles Klassifizierungssystem zur Darstellung und Kommunikation zirkulärer Ressourcenflüsse, Prozesse und Strategien innerhalb von Gesundheitssystemen.

Abfall

Ressource, die nicht mehr als Vermögenswert angesehen wird, da sie dem Inhaber zum Zeitpunkt der Abgabe keinen ausreichenden Wert mehr bietet.

Suchen Sie die Definitionen der Kreislaufstrategien?

➤ Sie finden sie auf Seite 51

Let
it
Flow

Inhalt

Heilung ohne Schaden; Entwicklung zirkulärer Medizinprodukte | Ein praktischer Fünf-Schritte-Leitfaden für die Entwicklung zirkulärer Medizinprodukte

Das Gesundheitswesen soll heilen – hinterlässt aber auch einen erheblichen ökologischen Fußabdruck. Die Entwicklung von Medizinprodukten im Sinne einer Kreislaufwirtschaft bietet Möglichkeiten, Abfall zu reduzieren, Ressourcen zu schonen und Emissionen zu senken, ohne die Patientenversorgung zu beeinträchtigen.

Dieser Leitfaden „Heilung ohne Schaden“ stellt einen praktischen Fünf-Phasen-Ansatz vor, der multidisziplinären Teams hilft, Kreislaufprinzipien im gesamten Entwicklungsprozess von Medizinprodukten anzuwenden. Durch die Kombination von Forschung, praktischen Werkzeugen und umsetzbaren Methoden unterstützt dieses Buch die Entwicklung von Medizinprodukten – und Gesundheitssystemen –, die wirklich heilen, ohne Schaden anzurichten.

Autoren / Mitwirkende:

Tamara Hoveling, Cecile Cuijpers, Magdalena Mairhofer, Han Buck, Nouk van Dingstee, Charlotte van Kats, Jeremy Faludi, Jan-Carel Diehl, Conny Bakker

Heilung ohne Schaden; Entwicklung zirkulärer Medizinprodukte

Ein praktischer Fünf-Schritte-Leitfaden für die Entwicklung zirkulärer Medizinprodukte

Das Gesundheitswesen soll heilen – hinterlässt aber auch einen erheblichen ökologischen Fußabdruck. Die Entwicklung von Medizinprodukten im Sinne einer Kreislaufwirtschaft bietet Möglichkeiten, Abfall zu reduzieren, Ressourcen zu schonen und Emissionen zu senken, ohne die Patientenversorgung zu beeinträchtigen.

Dieser Leitfaden „Heilung ohne Schaden“ stellt einen praktischen Fünf-Phasen-Ansatz vor, der multidisziplinären Teams hilft, Kreislaufprinzipien im gesamten Entwicklungsprozess von Medizinprodukten anzuwenden. Durch die Kombination von Forschung, praktischen Werkzeugen und umsetzbaren Methoden unterstützt dieses Buch die Entwicklung von Medizinprodukten – und Gesundheitssystemen –, die wirklich heilen, ohne Schaden anzurichten.

Autoren / Mitwirkende:

Tamara Hoveling, Cecile Cuijpers, Magdalena Mairhofer, Han Buck, Nouk van Dingstee, Charlotte van Kats, Jeremy Faludi, Jan-Carel Diehl, Conny Bakker

Fakultät für Industriedesign, Technische Universität Delft, Niederlande.