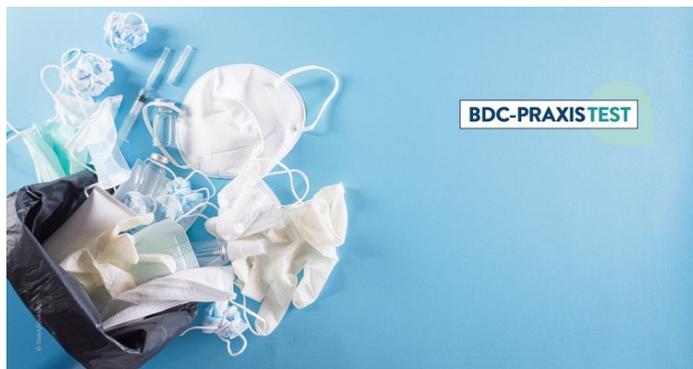


01.06.2022 Politik

BDC-Praxistipp: Klimagerechtes Krankenhaus – Haben Einwegartikel darin eine Zukunft?

Ferdinand Lehmann, Anne Hübner, Julia Remmele, Nikolaus Börner, Charlotte Samwer, Jens Prütting, Max Georg Hügel, Christian Schulz



Vorwort

Gutes Klima im Operationssaal

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

die Klimadiskussion durchzieht vollkommen zu Recht alle Bereiche der Gesellschaft. Neben den großen Schlagthemen Energie und Emissionen geht es dabei inhaltlich natürlich auch um Nachhaltigkeit. Im Alltag betrifft Letzteres vor allem den überbordenden, ständig wachsenden Einsatz von Einmal- oder Kurzzeitprodukten. Diesem Trend ist eigentlich leicht zu begegnen. Doch öffentliche Diskussion, gesellschaftlicher Konsum und industrielle Produktion schippern gemeinschaftlich daran immer noch nonchalant vorbei. Es bleibt okay oder sogar hip, jedes Jahr sein Outfit mit Hilfe üblicher Modeketten auszutauschen, dauernd Lieferdienste für den Privatkonsum zu beanspruchen, täglich Convenience-Produkte zu verspeisen oder alle zwei Jahre sein Handy zu wechseln. Ressourcen, Produktion und Lebenszyklus werden kaum hinterfragt. Kommt doch alles nachher in die bunte Tonne.

Der Einsatz von Medizinprodukten in der Chirurgie wiederholt in vielen Teilen dieses unökologische Handeln. Unter dem Primat gesenkter Primärausgaben sind in den letzten 10 bis 15 Jahren eine Vielzahl von ehemals wiedereinsatzbaren Instrumenten durch One-Way-Products ersetzt worden. Die Qualität hat das sicher nicht gehoben, die externalisierten Kosten waren für die Entscheidungsträger irrelevant. Die Industrie unterstützt die Entwicklung dazu durch den Boykott der Aufbereitung. Und abstruse Hygienevorgaben tun manches Mal ihr Übriges.

Das kann nicht gut gehen. Denn das ständige „kauf doch neu“ ist das Prinzip des Untergangs in einer ökologisch bedrohten Welt.

It is time for a change! Yes – we can!



Prof. Dr.
med.
C. J. Krones



Prof. Dr. med.
D. Vallböhmer

Planetary Health bedeutet Handlungsbedarf

Die Wirtschaftsweise der Menschen führt zur Überschreitung immer weiterer planetarer Belastungsgrenzen. [1] Die beiden jüngsten Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) räumen der Einhaltung des 1,5°C-Ziels des Pariser Klimaschutzabkommens noch Chancen ein, sofern eine radikale Wende gelingt. [2, 3] Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) schätzt die Situation ähnlich ein. [4] Bereits jetzt führen die Umweltbelastung, der Verlust von Biodiversität und die Klimakrise zu einer Erhöhung der Krankheitslast in praktisch allen Fachdisziplinen der Medizin. [5] Der Lancet benennt die Klimakrise dementsprechend als die größte medizinische Herausforderung des 21. Jahrhunderts. [6] Der Gesundheitssektor trägt mit rund 5 % der Treibhausgas-Emissionen wesentlich zu dieser klimakritischen Entwicklung bei. [7] Aus medizinischer Sicht ist eine Überschreitung des 1,5°C-Ziels nicht zu verantworten.

Folgerichtig wurde auf dem 125. Deutschen Ärztetag ein klimaneutrales Gesundheitssystem bis 2030 gefordert. [8]

Wie das möglich ist, zeigen der englische National Health Service, das Rahmenwerk Klimagerechte Gesundheitseinrichtungen und das soeben erschienene Gutachten der Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen. [9–12]

Aufgrund des hohen Ressourceneinsatzes besitzt der OP-Bereich in der ökologischen Transformation des Gesundheitssystems eine zentrale Bedeutung. [13, 14] Dieser Artikel nimmt hier besonders den zunehmenden Einsatz von Einwegprodukten in den Blick, der wesentlich dazu beiträgt, dass Krankenhäuser zu den größten Müllproduzenten westlicher Gesellschaften zählen. [15] Wir legen dar, welche Rolle Einwegartikel in der Medizin heute einnehmen, wie ihr Einfluss auf die Klimakrise evaluiert werden kann und mit welchen Mitteln wir den Wandel zu einem klimagerechteren Gesundheitssystem schaffen können.

Einmalartikel im Gesundheitssystem – Relevanz und Entwicklung

Wichtig ist, die eigenen Quellen der Treibhausgasemissionen zu kennen. Die Emissionen, die in vor- und nachgeschalteten Lieferketten entstehen – auch als Scope 3 bezeichnet – machen über zwei Drittel der Gesamtemissionen der Gesundheitsversorgung aus. [7] Besonderen Stellenwert nehmen hier die oftmals in Asien produzierten Einwegartikel ein: weite Transportwege können die Klimarelevanz vervielfachen. Erschwerend hinzu kommt, dass Mülltrennung und Materialrecycling in Krankenhäusern oftmals nur rudimentär durchgeführt werden. [15, 16]

Einmalartikel haben in den vergangenen Jahrzehnten – und aktuell nochmals zusätzlich im Rahmen der SARS-CoV-2-Pandemie – deutlich an Bedeutung gewonnen. Bereits vor 2020 stieg die Müllproduktion des Gesundheitssystems um mindestens 15 % pro Jahr. [15, 17, 18] Diese Tendenz wird vor allem mit infektiologischen und organisatorischen Entwicklungen in Zusammenhang gebracht. Das Aufkommen von HIV, die Zunahme an Hepatitiden, aber auch von Prionenerkrankungen prägten die zum Teil medial übersteigerte Debatte um die ausreichend sichere Wiederverwendbarkeit von Medizinprodukten. [19, 20] Für Krankenhausbetreibende bringen Einmalartikel neben dem Infektionsschutz dazu weitere Vorteile: der Verzicht auf eine große zentrale Sterilisationsabteilung und Wäscherei lässt vordergründig Kosten sparen. Und für die Sterilität der eingesetzten Materialien haften die Hersteller. [21] Im Zuge multipler Krisen wie Umweltkatastrophen, Pandemie und Kriegen werden mittlerweile aber auch die Nachteile dieser Entwicklung immer kritischer betrachtet: diskutiert werden vor allem Klima- und Umweltschäden (und damit auch externalisierte Gesundheitskosten), die teils mindere Qualität im Vergleich zu Mehrwegartikeln und immer häufiger auftretende Lieferengpässe. [22]

Life Cycle Assessment und Bilanzierung der CO₂-Emission von klinischen Prozessen

Ein Life Cycle Assessment (LCA) umfasst die systematische Analyse von Umweltwirkung und Energiebilanz eines Produkts während seines gesamten „Lebenswegs“. Das Ziel eines LCA ist es, wesentliche Informationen bei der Suche nach ressourcenschonenderen Verbrauchsartikeln zu liefern. Die Analyse erlaubt dann valide Vergleiche zwischen Ein- und Mehrwegprodukten oder die Prüfung von Produkten unterschiedlicher Hersteller. Bei Einwegprodukten stehen dabei eher Herstellung, Transport und Entsorgung im Mittelpunkt. Bei Mehrwegprodukten überwiegen dagegen energieintensive Wiederaufbereitungsprozesse wie die Dampf- und Gassterilisation, sowie der Einsatz von gefährdenden Reinigungsmitteln. [23]

Bislang ist es mangels etablierter ausreichend ausgestatteter Strukturen nicht möglich, jedes genutzte Produkt einem LCA zu unterziehen. Um jedoch die Gesamtemission eines bestimmten klinischen Prozesses trotzdem abzubilden, befinden sich verschiedene wissenschaftliche Modelle in der Erprobung. Ein Ansatz basiert auf der Berechnung des CO₂-Äquivalent-(CO₂e)-Fußabdrucks bzw. der Umweltauswirkung eines Produkts oder klinischen Prozesses mittels Emissionsfaktoren. Hierfür können beispielsweise verwendeter Strom oder Kraftstoffe, aber auch mittels Buchführung erfasste Kosten als Grundlage genutzt werden. [24] Genauere Ergebnisse bieten komplexe Modellierungen auf Basis verschiedener LCA- oder Environmental Footprint-(EF)-Methoden ebenso wie die wachsenden Datenbanken bereits evaluierter Produkte. [25]

Die Ergebnisse der Untersuchungen fallen dabei durchaus unterschiedlich aus. Im Rahmen von LCAs konnte z. B. nachgewiesen werden, dass durch die individualisierte Zusammensetzung von Mehrweg-OP-Sets Kosten und Emissionen deutlich reduziert werden können. [23] Einweg-Laryngoskope verursachen 16- bis 18-mal mehr Emissionen als funktionell äquivalente Mehrwegprodukte. [26] Und auch der Einsatz von wiederverwendbaren OP-Textilien kann deutliche eine Reduktion von Emissionen und Abfallmenge bewirken. [27, 28] Andererseits zeigte ein LCA aus Braunschweig, dass dort bei operativer Wirbelsäulen-Stabilisierung die Nutzung von Einwegschrauben und Einwegstangen deutlich umweltschonender ist, als der Einsatz von vergleichbaren Mehrwegprodukten. [29]

Lösungsansätze zur Umsetzung einer emissionsarmen Gesundheitsversorgung

Nur eine klimaneutrale Gesundheitsversorgung ist nebenwirkungsarm. Viele gering investive Maßnahmen sind sofort und durch nur wenige Akteure im Krankenhaus umsetzbar. [12] Auch inmitten multipler Krisen, ist eine verzögerte Umsetzung aus medizinischer Sicht deshalb eigentlich nicht vertretbar.

Auf der Ebene der medizinischen und kaufmännischen Krankenhausleitung muss Nachhaltigkeit als Entscheidungsgrundlage für medizinische Prozesse etabliert werden. Hierzu zählen die evidenz-basierte Umstellung auf Mehrwegprodukte, die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien im Einkauf (z. B. auf der Basis von LCAs oder mithilfe von Einkaufsnetzwerken wie ZUKEgreen), sowie differenzierte Programme in der Reduktion und dem Recycling von Abfall. [30] In Tabelle 1 sind verschiedene Beispiele zusammengestellt. Ab 2024 sind Krankenhäuser auf europäischer Ebene verpflichtet, ein jährliches Reporting zu verschiedenen Aspekten der Nachhaltigkeit zu erstellen, wodurch das Festhalten an klimaschädlichen Praktiken erschwert und Umweltbewusstsein zum Unternehmensziel wird.

Mit Blick auf die Vermeidung von Einmalartikeln müssen über die Hygiene- und Sterilisationsabteilung im Krankenhaus alle Möglichkeiten geprüft werden, ohne Einschränkung der Patientensicherheit bzw. Verletzung geltender Rahmenbedingungen hochwertige wiederverwendbare Produkte einzusetzen. Hier sind zuletzt große Widerstände aufgetreten, da selbst die Umstellung simpelster Instrumente wie z. B. von Laryngoskopen an alltagsfernen Vorgaben, wie z. B. der personalintensiven Zählung der getätigten Waschzyklen, scheitert. Es ist leicht vorstellbar, dass die Schwierigkeiten bei der Einführung komplexer chirurgischer Instrumente in Mehrwegversion noch größer sind. Hier ist eine interdisziplinäre, an evidenzbasierten Kriterien ausgerichtete Diskussion von Kliniken und Hygieneabteilung notwendig, um den Ressourcenverbrauch zu minimieren ohne die Patientensicherheit zu verringern. Innovative Sterilisationsverfahren als Alternative zu Dampf und Gas gehen zusätzlich mit einer geringeren Umweltbelastung einher. [31, 32]

Darüber hinaus ist es essenziell, dass möglichst viele Mitarbeitende die Transformation mittragen und auch einfordern. Entsprechende Fortbildungen, die Schaffung von Green Teams oder die Ausbildung von Klimamanager:innen stellen zentrale Punkte dar. Wo immer möglich, können auch **wissenschaftliche Forschungsprojekte** dieses neue Handlungsfeld mit Evidenz stärken und fördern. Allerdings gilt zu beachten, dass etablierte wissenschaftliche Methoden nicht immer die erforderliche Geschwindigkeit mit sich bringen und etliche Maßnahmen bereits jetzt umsetzbar sind.

Weitere Handlungsoptionen bestehen im Regelungsrahmen. Die Verwendung von Medizinprodukten im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherung funktioniert auf Basis des Wirtschaftlichkeitsgebots nach § 12 SGB V, nach dem Leistungen „[...] ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich sein [...]“, müssen; anderenfalls dürfen sie nicht zulasten der Krankenkassen beansprucht, erbracht oder bewilligt werden. Eine zentrale Problematik, vor allem von vermeintlich günstigen Produkten, ist jedoch die „Externalisierung von Kosten“. Durch den Einsatz von meist günstigeren fossilen Brennstoffen und Rohstoffen liegen die primären Produktionskosten niedrig, die ökologisch bedingten Folgekosten steigern jedoch zukünftig den realen Preis deutlich. Eine gute Verdeutlichung stellen die Kosten des Klimakrise-assoziierten Ahrtalhochwassers 2021 von über 8 Milliarden Euro dar. Eine zusätzliche Abbildung von ökologischen Kriterien in der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit mit Darstellung der externalisierten Kosten erscheint somit dringlich notwendig. Sie gelingt nur über eine Anpassung des gesetzlichen Regelungsrahmens durch politische Entscheidungsträger:innen.

Tab. 1: Programme für Reduktion und Recycling von Abfall

Bereich	Beispiele verfügbarer Produkte/Maßnahmen*
Reduce – Verringerung der Entstehung von Abfall und Emissionen	Kommunikation und Planung zum Bedarf an Sterilgut Vermeidung von Überversorgung
Reuse – Wiederverwendung von Produkten	Einsatz von wiederverwendbaren sterilen OP-Textilien, OP-Instrumente u. a. Zertifizierte Aufbereitung von Einwegprodukten aus Interventionen oder Chirurgie
Recycling – Einführung differenzierter Recyclingsysteme im OP-Bereich	Rücknahme und Rohstoffrecycling von Einweg-Endocuttern und Circular Staplern
Research/Rethink – Forschung und der Blick über den Tellerrand	Erstellung/Nutzung von Life Cycle Assessments Ausbildung von Klimamanager:innen Jet-Lavage-System mit CO ₂ -neutraler Produktion in Deutschland Abdeckung mit teils biobasierten Rohstoffen. Transport- und Dispenserboxen aus FSC-zertifizierter Waldwirtschaft

* Auf Basis des etablierten „Konzepts der 5 R“ des Abfallmanagements bestehende Maßnahmen und Produkte zur Verringerung von Rohstoffbedarf und Emissionen

Naheliegender Ansatzpunkt wäre hier einerseits eine Erweiterung von § 12 SGB V um ein „Nachhaltigkeitsgebot“, mit dem ökologische Kriterien maßgeblichen, bzw. sogar verpflichtenden Einfluss auf die Wahl der einzukaufenden Medizinprodukte hätten. In Ergänzung könnte man Hersteller und Distributoren nach dem Vorbild des Lieferkettengesetzes verpflichten, Mindestvorgaben in der gesamten Lieferkette sicherzustellen. Vertiefte rechtswissenschaftliche Analysen, insbesondere zu Veränderungsoptionen im SGB V, müssen in jedem Fall Teil zukünftiger Debatten sein.

Eine Kopplung von Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit kann andererseits durch eine europaweite oder hilfsweise nationale Bepreisung der begleitenden Emissionen in Anlehnung an die CO₂-Steuer erreicht werden. Eine Emissionsbesteuerung hätte den Vorteil, dass auf diesem Weg – im Gegensatz zu einer direkt im Gesundheitswesen ansetzenden Steuerung – nicht die zahlreichen heterogenen Interessengruppen, Stakeholder und Organe der gemeinsamen Selbstverwaltung (insb. Verbände der Krankenkassen und Leistungserbringer sowie der Gemeinsame Bundesausschuss) in langwierigen Abstimmungsverfahren eingeschaltet werden müssten, was Zeit und Aufwand bei der Durchsetzung des Regulierungsziels reduzieren würde.

Die in jedem Fall erforderlichen Bewertungen des Lebenszyklus eingesetzter Medizinprodukte (LCA) müssen dringlich erstellt werden, was großen zeitlichen wie monetären Aufwand in einer kurzen Zeitspanne – vor 2030 – bedeutet. Hier wäre ebenfalls zielführend, ähnlich zum National Health Service in England, alte Medizinartikel ohne LCA nicht mehr in Bestellsystemen zu halten und LCA als obligatorischen Teil von Zulassungsverfahren zu etablieren.

Abschluss

Die ressourcenschonende oder kreislaufwirtschaftliche Produktion gewinnt schon bald eine zentrale Bedeutung für die Entwicklung und den Einsatz von Medizinprodukten des 21. Jahrhunderts. Umfangreiche Analysen sind hierbei vonnöten, um für Einwegprodukte herauszufinden, wo sie in diesem System eine Zukunft haben – und wo Mehrwegprodukte zu bevorzugen sind. Die Autoren sehen für Krankenhäuser einen sehr konkreten Handlungsbedarf, aber auch viele Möglichkeiten, die notwendige Reduktion von Emissionen zu erreichen und auf diese Weise ganz im genuinen Auftrag Gesundheitsrisiken zu reduzieren. Die primären Handlungsoptionen bestehen darin, Verständnis und Transparenz zur Herkunft der eigenen Emissionen zu erlangen, rasch gering investive Maßnahmen umzusetzen und Forschungsbedarf zu adressieren. Wichtig ist, dass sich Krankenhäuser industriellen Beispielen folgend dabei ehrgeizige Ziele der Klimaneutralität setzen. Unerlässlich erscheint es dabei, sich dieser Herausforderung interdisziplinär zu stellen: dazu gehören intern Pflegekräfte, Ärzteschaft, Hausmeisterei und das kaufmännische Management, extern aber auch die großen Akteure jenseits der direkten Gesundheitsversorgung wie Krankenkassen, Krankenhausgesellschaften und die Medizinprodukteindustrie.

Literatur

- [1] Persson u. a., „Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities“, *Environ. Sci. Technol.*, Bd. 56, Nr. 3, S. 1510–1521, Feb. 2022, doi: 10.1021/acs.est.1c04158.
- [2] „Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change“. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/> (zugegriffen 17. April 2022).
- [3] „Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability“. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (zugegriffen 17. April 2022).
- [4] „Publikation | WBGU“. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/planetare-gesundheit-worueber-wir-jetzt-reden-muessen> (zugegriffen 17. April 2022).
- [5] Traidl-Hoffmann, C. Schulz, M. Hermann, und B. Simon, *Planetary Health – Klima, Umwelt Gesundheit im Anthropozän*. 2021.
- [6] Watts u. a., „The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate“, *Lancet*, Bd. 394, Nr. 10211, S. 1836–1878, 16 2019, doi: 10.1016/S0140-6736(19)32596-6.
- [7] Karliner, S. Slotterback, R. Boyd, B. Ashby, und K. Steele, „Health care’s climate footprint. How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action“, 2019. Zugegriffen: 23. August 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/healthcares-climate-footprint>
- [8] Ä. G. Ärzteblatt Redaktion Deutsches, „Deutscher Ärztetag: Gesundheitswesen soll bis 2030 klimaneutral sein“, *Deutsches Ärzteblatt*, 2. November 2021. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/128716/Deutscher-Aerztetag-Gesundheitswesen-soll-bis-2030-klimaneutral-sein> (zugegriffen 26. März 2022).

- [9] Wilkinson, „NHS in England on track to hit first year carbon reduction target“, BMJ, Bd. 375, S. n2466, Okt. 2021, doi: 10.1136/bmj.n2466.
- [10] „Greener NHS» Delivering a net zero NHS“. <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/a-net-zero-nhs/> (zugegriffen 17. April 2022).
- [11] Ä. G. Ärzteblatt Redaktion Deutsches, „Klimaschutz im Krankenhaus (II): Klimaneutralität ist erreichbar“, Deutsches Ärzteblatt, 15. April 2022. [https://www.aerzteblatt.de/archiv/224702/Klimaschutz-im-Krankenhaus-\(II\)-Klimaneutralitaet-ist-erreichbar](https://www.aerzteblatt.de/archiv/224702/Klimaschutz-im-Krankenhaus-(II)-Klimaneutralitaet-ist-erreichbar) (zugegriffen 17. April 2022).
- [12] Dickhoff A, Grah C, Schulz CM, et al., Klimagerechte Gesundheitseinrichtungen. Berlin: KLUG – Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V., 2021.
- [13] -K. Lee, M. J. Ellenbecker, und R. Moure-Eraso, „Analyses of the recycling potential of medical plastic wastes“, Waste Manag, Bd. 22, Nr. 5, S. 461–470, 2002, doi: 10.1016/s0956-053x(02)00006-5.
- [14] J. MacNeill, R. Lillywhite, und C. J. Brown, „The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems“, Lancet Planet Health, Bd. 1, Nr. 9, S. e381–e388, Dez. 2017, doi: 10.1016/S2542-5196(17)30162-6.
- [15] H. Wyssusek, W. M. Foong, C. Steel, und B. M. Gillespie, „The Gold in Garbage: Implementing a Waste Segregation and Recycling Initiative“, AORN J, Bd. 103, Nr. 3, S. 316.e1–8, März 2016, doi: 10.1016/j.aorn.2016.01.014.
- [16] L. Blough und K. J. Karsh, „What’s Important: Operating Room Waste: Why We Should Care“, J Bone Joint Surg Am, Bd. 103, Nr. 9, S. 837–839, Mai 2021, doi: 10.2106/JBJS.20.01816.
- [17] „Impacts of COVID-19 on single-use plastic in Europe’s environment – European Environment Agency“. <https://www.eea.europa.eu/publications/impacts-of-covid-19-on> (zugegriffen 29. März 2022).
- [18] J. Lee und S. C. Mears, „Reducing and recycling in joint arthroplasty“, J Arthroplasty, Bd. 27, Nr. 10, S. 1757–1760, Dez. 2012, doi: 10.1016/j.arth.2012.04.020.
- [19] Laustsen, „Reduce–recycle–reuse: guidelines for promoting perioperative waste management“, AORN J, Bd. 85, Nr. 4, S. 717–722, 724, 726–728, Apr. 2007, doi: 10.1016/S0001-2092(07)60146-X.
- [20] „Gesundheitsrisiken durch wiederaufbereitete medizinische Einmalinstrumente – verantwortliche Gesundheitspolitiker greifen nicht ein“. https://www.rbb-online.de/kontraste/ueber_den_tag_hinaus/gesundheit/gesundheitsrisiken.html (zugegriffen 21. März 2021).
- [21] „RIS – Medizinproduktegesetz – Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 29.03.2022“. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011003> (zugegriffen 29. März 2022).

- [22] Rizan, I. Steinbach, R. Nicholson, R. Lillywhite, M. Reed, und M. F. Bhutta, „The Carbon Footprint of Surgical Operations: A Systematic Review“, *Ann Surg*, Bd. 272, Nr. 6, S. 986–995, Dez. 2020, doi: 10.1097/SLA.0000000000003951.
- [23] Rizan, R. Lillywhite, M. Reed, und M. F. Bhutta, „Minimising carbon and financial costs of steam sterilisation and packaging of reusable surgical instruments“, *Br J Surg*, Bd. 109, Nr. 2, S. 200–210, Feb. 2022, doi: 10.1093/bjs/znab406.
- [24] W. Chung und D. O. Meltzer, „Estimate of the carbon footprint of the US health care sector“, *JAMA*, Bd. 302, Nr. 18, S. 1970–1972, Nov. 2009, doi: 10.1001/jama.2009.1610.
- [25] Joint Research Centre (European Commission) u. a., Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment methods: version 2, from ILCD to EF 3.0. LU: Publications Office of the European Union, 2018. Zugriffen: 30. März 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/002447>
- [26] D. Sherman, L. A. Raibley, und M. J. Eckelman, „Life Cycle Assessment and Costing Methods for Device Procurement: Comparing Reusable and Single-Use Disposable Laryngoscopes“, *Anesth Analg*, Bd. 127, Nr. 2, S. 434–443, Aug. 2018, doi: 10.1213/ANE.0000000000002683.
- [27] Overcash, „A comparison of reusable and disposable perioperative textiles: sustainability state-of-the-art 2012“, *Anesth Analg*, Bd. 114, Nr. 5, S. 1055–1066, Mai 2012, doi: 10.1213/ANE.0b013e31824d9cc3.
- [28] Vozzola, M. Overcash, und E. Griffing, „An Environmental Analysis of Reusable and Disposable Surgical Gowns“, *AORN Journal*, Bd. 111, Nr. 3, S. 315–325, 2020, doi: <https://doi.org/10.1002/aorn.12885>.
- [29] Leiden, F. Cerdas, D. Noriega, J. Beyerlein, und C. Herrmann, „Life cycle assessment of a disposable and a reusable surgery instrument set for spinal fusion surgeries“, *Resources, Conservation and Recycling*, Bd. 156, S. 104704, Mai 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104704.
- [30] „Klimaschutz: Initiative ZUKE Green für nachhaltige Beschaffung gestartet“, <https://www.klinik-einkauf.de>. <https://www.klinik-einkauf.de/aktuelles/nachhaltigkeit/detail/initiative-zuke-green-fuer-nachhaltige-beschaffung-gestartet-a-42164> (zugegriffen 17. April 2022).
- [31] Horakova u. a., „Impact of Various Sterilization and Disinfection Techniques on Electrospun Poly-ε-caprolactone“, *ACS Omega*, Bd. 5, Nr. 15, S. 8885–8892, Apr. 2020, doi: 10.1021/acsomega.0c00503.
- [32] Bernhardt u. a., „Improved Sterilization of Sensitive Biomaterials with Supercritical Carbon Dioxide at Low Temperature“, *PLoS One*, Bd. 10, Nr. 6, S. e0129205, 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0129205.
- Lehmann F, Hübner A, Remmele J, Börner N, Samwer C, Prütting J, Hügel MG, Schulz C: BDC-Praxistest: Klimagerechtes Krankenhaus – Haben Einwegartikel darin eine Zukunft? Passion Chirurgie. 2022 Juni; 12(06): Artikel 05_01.*

Autoren des Artikels



Dr. med. Ferdinand Lehmann

Deutsche Allianz für Klima und Gesundheit e.V., Berlin

[> kontaktieren](#)



Dr. med. Anne Hübner

Deutsche Allianz für Klima und Gesundheit e.V., Berlin



Julia Remmele

Deutsches Herzzentrum München

Klinik für angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie



Dr. med. univ. Nikolaus Börner

Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie,
LMU, München



Dr. med. Charlotte Samwer

Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative
Intensivmedizin, Universitätsmedizin Charité
Berlin



Prof. Dr. iur. Jens Prütting

Bucerius Law School gGmbH, Hochschule für
Rechtswissenschaft
Hamburg