



Eine Literaturrecherche und -bewertung
wissenschaftlicher Erkenntnisse von
Prof. Dr. Moritz Göldner, Technische Universität Hamburg.

Einweg oder Mehrweg?

Ressourcenschonender Einsatz von sterilen Textilien im OP

Liebe Leserinnen
und Leser,

5 %

aller CO₂-Emissionen werden durch
das Gesundheitswesen in den
OECD-Ländern verursacht.

das Gesundheitswesen verursacht in den OECD-Ländern über fünf Prozent aller CO₂-Emissionen, der Flugverkehr etwa nur halb so viel, je nach Berechnungsgrundlage. Angesichts der Klimakrise wird es für Krankenhäuser essenziell, Ressourcen zu schonen, Emissionen zu reduzieren und Nachhaltigkeit zu fördern – dieser Herausforderung müssen wir uns auch im Klinikeinkauf stellen.

Diese Studie widmet sich dem OP-Trakt, denn hier sind Energieverbrauch und Abfallmengen deutlich höher als in anderen Klinikbereichen. OP-Textilien und die zunehmende Nutzung von Einwegartikeln tragen maßgeblich dazu bei.

Im Rahmen einer systematisierten Literaturrecherche wurden wissenschaftliche Erkenntnisse über OP-Textilien¹ und deren Ökobilanz zusammengetragen, analysiert und bewertet. Gerade in diesem Bereich liegt ein deutliches Einsparpotenzial – sowohl in Bezug auf CO₂-Emissionen als auch im Hinblick auf die Kosten.

Bereits jetzt lässt sich nach dieser Studienlage sagen, dass die Nutzung von Mehrwegartikeln zu signifikant besseren Ökobilanzen führen würde. Nachteile hinsichtlich Sicherheit (zum Beispiel postoperative Infektionen), Komfort und Kosten konnten auf Basis dieser Recherche nicht festgestellt werden.

Weitere Analysen sind nötig. Denn es bleiben Fragen offen, die es zu beantworten gilt. Dafür gibt diese Studie Handlungsempfehlungen – sie richten sich dabei an unterschiedliche Akteure im Gesundheitswesen.

Wir danken an dieser Stelle der Technischen Hochschule Hamburg und insbesondere Professor Dr. Moritz Göldner für die wertvollen Erkenntnisse. Die Studie wurde bereits in unserem Netzwerk Nachhaltigkeit vorgestellt. Sie gibt dem Klinikeinkauf wichtige Impulse – und eröffnet Chancen, nicht nur im OP-Trakt ressourcenschonender und nachhaltiger zu arbeiten.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre!



Adelheid Jakobs-Schäfer
Generalbevollmächtigte
Sana Kliniken AG



Björn Polan
Geschäftsführer
EK-UNICO GmbH

¹ Sterile OP-Mäntel und -Abdeckungen.

Inhalt

Methodik 4

Das sagt die Literatur: Erkenntnisse zu Ökobilanz, Kosten und Komfort **6**

Zusammenfassung und Empfehlungen 8

Literaturverzeichnis 10

Review Center

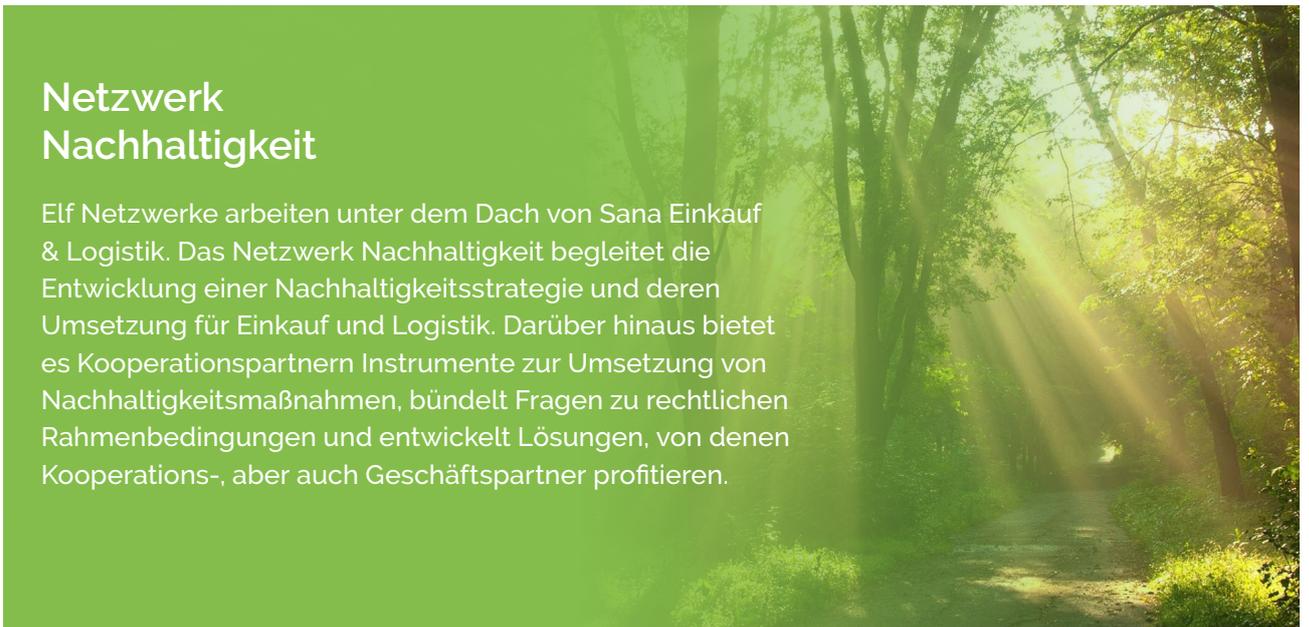


Das Review Center wurde von Sana Einkauf & Logistik mit der EK-UNICO ins Leben gerufen. Es soll relevante, aktuelle und faktenbasierte Grundlagen für einen wertebasierten Klinikeinkauf bereitstellen. Ziel ist es, in strategisch wichtige Einkaufsentscheidungen gesundheitsökonomische und -systemische Forschungsergebnisse einfließen zu lassen. So gelingt ein besserer wissenschaftlich fundierter Wissens- und Kompetenzaufbau, der wertvolle Impulse für den strategischen Einkauf gibt.

REVIEW
CENTER

Netzwerk Nachhaltigkeit

Elf Netzwerke arbeiten unter dem Dach von Sana Einkauf & Logistik. Das Netzwerk Nachhaltigkeit begleitet die Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie und deren Umsetzung für Einkauf und Logistik. Darüber hinaus bietet es Kooperationspartnern Instrumente zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen, bündelt Fragen zu rechtlichen Rahmenbedingungen und entwickelt Lösungen, von denen Kooperations-, aber auch Geschäftspartner profitieren.



Prof. Dr. Moritz Göldner

Technische Universität Hamburg (TUHH)

Prof. Dr. Moritz Göldner ist Juniorprofessor für Data-Driven Innovation an der TUHH. In seiner Forschung befasst er sich mit der Digitalisierung im Gesundheitswesen und insbesondere mit digitalen Gesundheitsanwendungen (DiGA). Durch die Analyse und Bewertung von Daten schafft er neue Erkenntnisse, die dabei helfen können, Lösungen für mehr Nachhaltigkeit oder nutzerzentrierte Innovationen im Gesundheitswesen schneller zu implementieren. Er ist Diplom-Mediziningenieur und Innovationswissenschaftler mit jahrelanger Erfahrung bei der Entwicklung innovativer Projekte im Gesundheitswesen.



Methodik

Ende Mai 2023 hat die Arbeitsgruppe „Data-Driven Innovation“ der TUHH um Prof. Dr. Moritz Göldner eine umfassende Literaturrecherche nach aktuellen akademischen Standards durchgeführt. Hierbei wurden die Datenbanken „Web of Science“ für englischsprachige (peer-review) und „Google Scholar“ für deutschsprachige akademische Literatur (peer-review sowie Praktiker-Journale) verwendet. Die Suchbegriffe umfassten eine Kombination aus „Einweg, Mehrweg, Kreislauf, Medizin, Krankenhaus, Operation, Chirurgie, OP-Saal“ und verwandten Begriffen.

Die Suche ergab insgesamt 366 englisch- und 165 deutschsprachige Artikel. 448 der manuell gesichteten Artikel wurden anhand von Titel und Abstract als irrelevant aussortiert – darunter Studien an Tieren oder solche mit fehlendem Bezug zum Gesundheitssektor. Insgesamt **83 Beiträge** (60 englische und 23 deutsche) eigneten sich für die weiterführende Analyse. Mehr als die Hälfte der analysierten Artikel (46) wurde in den letzten zweieinhalb Jahren veröffentlicht – dies verdeutlicht die Aktualität der Thematik.

83

von 448 Beiträgen eigneten sich für die weiterführende Analyse.



Inhaltliche Cluster

Im Rahmen der Literaturrecherche wurde untersucht, in welchem inhaltlichen Zusammenhang Einweg- und Mehrwegtextilien im OP betrachtet und analysiert wurden. Das Ergebnis: Die Themen der 83 Artikel lassen sich in acht Cluster einteilen.

1	Verwendung von Einweg- und Mehrwegprodukten in spezifischen medizinischen Anwendungen	24	Artikel
2	Wiederverwendung und Wiederaufbereitung von Einweg-Medizinprodukten ²	7	Artikel
3	Einführung der Kreislaufwirtschaft im Gesundheitswesen	14	Artikel
4	Umweltauswirkungen und Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen	20	Artikel
5	Abfallmanagement und Reduzierung von Plastikmüll im Gesundheitswesen	7	Artikel
6	COVID-19 und die Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA)	2	Studien
7	Erstellung und Analyse von Ökobilanzen für Medizinprodukte im Krankenhaus	4	Artikel
8	Nachhaltigkeit von Textilien im OP-Bereich	5	Artikel

² Die Wiederverwendung und -aufbereitung von Einweg-Medizinprodukten ist in den USA sowie in Europa aus rechtlichen Gründen nicht gestattet.

Das sagt die Literatur: Erkenntnisse zu Ökobilanz, Kosten und Komfort

In einer Aussage ist sich die analysierte Literatur einig: Wiederverwendbare OP-Textilien sind in Bezug auf Energie, Wasser, CO₂-Fußabdruck und Abfallreduktion nachhaltiger als Einwegtextilien. Hinsichtlich Kosten, Komfort und Schutz lassen sich Aussagen finden – für klare Empfehlungen sind hier jedoch weitergehende Analysen notwendig.

OP-Textilien – größte Abfall- und CO₂-Emissions-Verursacher im OP

Ramos et al. (2023) haben in ihrer Studie die Abfälle von 45 Operationen in zwei dänischen Krankenhäusern im Detail untersucht. Dabei wurden OP-Textilien und Hartplastik als die Stoffströme identifiziert, die in Bezug auf das Gewicht die größte Abfallmenge (und damit verbunden die meisten CO₂-Emissionen) verursachen. Auch Rizan et al. (2023) kommen zu dem Schluss, dass OP-Textilien ein Haupttreiber für den CO₂-Fußabdruck einer Operation sind.

Blick auf Einweg- und Mehrweg OP-Kittel und -Abdeckungen

- Produktion
- Verpackung
- Transport
- Aufbereitung
- Entsorgung
- Nicht spezifiziert

Quelle: Drew, J., Christie, S.D., Tyedmers, P., Smith-Forrester, J., Rainham, D., 2021. Operating in a climate crisis: A state-of-the-science review of life cycle assessment within surgical and anesthetic care. *Environ Health Perspect* 129(7), 076001.

Mehrwegtextilien erzeugen geringeren Stoff- und Energiefluss

Das ist das Ergebnis einer Sachbilanz-Studie von Mielecke (2006). Darin heißt es, „dass die Mehrwegtextilien im Vergleich zu den Einwegtextilien einen geringeren Stoff- und Energiefluss erzeugen“ – und damit ökologisch vorteilhafter sind.

OP-Mehrwegtextilien – nur halb so viele CO₂-Emissionen

Im Vergleich zu Einwegtextilien verursachen OP-Mehrwegtextilien lediglich 50 bis 33 Prozent der CO₂-Emissionen, ähnliche Größenordnungen gelten für den Wasser- und Energieverbrauch. Zu diesem Ergebnis kommen Overcash (2012) bzw. Vozzola et al. (2020) in ihren Untersuchungen.

OP-Abdeckungen (Einweg)
OP-Abdeckungen (Mehrweg)

OP-Kittel (Einweg)
OP-Kittel (Mehrweg)

OP-Kittel und OP-Abdeckungen (Einweg)
OP-Kittel und OP-Abdeckungen (Mehrweg)

OP-Kittel (Einweg)
OP-Kittel (Mehrweg)

OP-Kittel (Einweg)
OP-Kittel (Mehrweg)

OP-Funktionskleidung (Einweg)
OP-Funktionskleidung (Mehrweg)

Deutlich bessere Ökobilanz von Mehrweg-Textilien

In einem Review untersuchten Drew et al. (2021) 44 Studien zur Ökobilanz im Krankenhaus, speziell im OP-Bereich, inklusive Anästhesie. Sie bewerteten verschiedene ökologische Einflussfaktoren und fanden heraus, dass Mehrwegprodukte fast durchgehend umweltfreundlicher waren als Einwegprodukte. Sechs Studien untersuchten ganz konkret OP-Textilien (OP-Mäntel und/oder -Abdeckungen). Insbesondere bei den OP-Textilien wiesen Mehrwegoptionen mit Werten zwischen 19 und 63 Prozent deutliche ökologische Vorteile gegenüber Einwegtextilien auf (vgl. Abbildung).

Bessere Reiß- und Scherkräfte auch nach 75 Waschzyklen

Sterile Mehrwegkittel für den OP sind nach der Studie von McQuerry et al. (2021) auch nach über 75 Waschzyklen deutlich stabiler in Bezug auf Reiß- und Scherkräfte gegenüber Einwegkitteln.

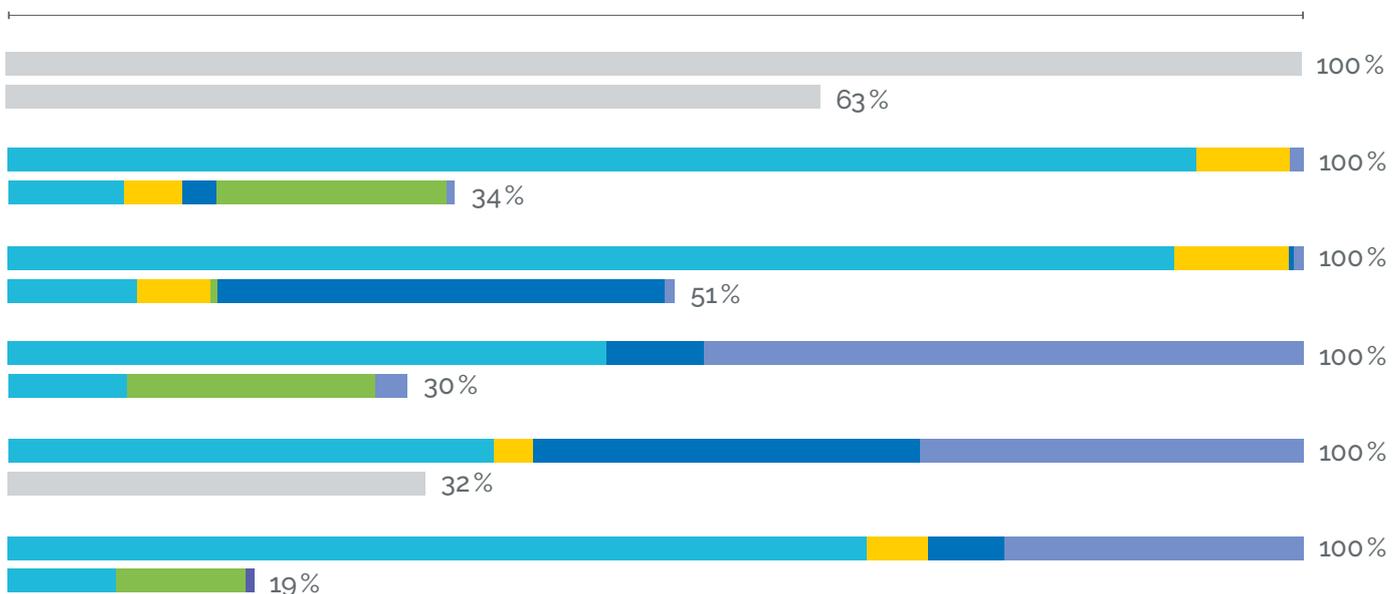
Kosten sind wichtiger Aspekt – aber den Anwender*innen oft unbekannt

Bei einer Befragung von 205 Angestellten in einem US-amerikanischen Krankenhaus wurden auch die Kosten von OP-Textilien thematisiert (Yap et al., 2023): „Dabei waren die Kosten für die Verwendung von OP-Mänteln für viele Befragte ein wichtiger Aspekt. Die Teilnehmenden der Studie kannten die Kosten von Einweg- und Mehrwegmänteln nicht. Mehrere Befragte waren besorgt über die möglicherweise höheren Kosten, die mit der Wäsche und Sterilisation von wiederverwendbaren OP-Mänteln verbunden sind (...). Bemerkenswerterweise wurden in keiner der Antworten Kostenbedenken bezüglich der Einweg OP-Mäntel geäußert.“

Kein erhöhtes Infektionsrisiko

Im Zusammenhang mit wiederverwendbaren OP-Textilien gab es keine Evidenz für ein erhöhtes Risiko von postoperativen Infektionen oder anderen Gesundheitsproblemen. Dies wurde auch in weiteren Publikationen, in denen nicht nur OP-Textilien betrachtet wurden, bestätigt (Egetemeyer et al., 2023).

Vergleich der Ökobilanz (Treibhausgasemissionen) von Einweg- und äquivalenten Mehrwegprodukten aus der Chirurgie



Bewertende Zusammenfassung

Einwegmedizinprodukte sind in Krankenhäusern **weit verbreitet**, da sie praktisch, garantiert steril und nachweislich qualitäts gesichert sind. Wenn es aber darum geht, Ressourcen zu schonen, Emissionen zu reduzieren und Nachhaltigkeit zu fördern, gilt es, die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen dieser Produkte genauer zu betrachten.

Bisher konzentriert sich die Forschung hauptsächlich auf das **Abfallmanagement** und das **End-of-Life** der Produkte, vernachlässigt jedoch die detaillierte Analyse der gesamten Wertschöpfungskette, einschließlich Ökobilanzen und Kreislaufwirtschaft.

Ein **Großteil** der Medizinprodukte und Verpackungen im OP-Bereich sind **nicht recyclingfähig** gestaltet – das erschwert Sortierung und Wiederaufbereitung. In der Literatur finden sich hierzu Empfehlungen wie die Erstellung neuer Designrichtlinien für nachhaltige Medizinprodukte oder die sorgfältige Abwägung zwischen Einweg- und Mehrwegmedizinprodukten.

Ein kohärentes Bild zeigen die wenigen Studien hinsichtlich dieser Aussage: **Wiederverwendbare OP-Mäntel** und

-Abdeckungen sind in Bezug auf Energie, Wasser, CO₂-Fußabdruck und Abfallreduktion **nachhaltiger** als Einwegtextilien. Im Schnitt fallen bei Mehrwegtextilien lediglich 30 bis 50 Prozent der Emissionen im Vergleich zu Einwegtextilien an.

In der Literatur wird in einigen Fällen auch auf **vergleichbare** oder **günstigere Kosten, Komfort und Schutz** von wiederverwendbaren OP-Textilien hingewiesen. Es gab keine Evidenz für ein erhöhtes Risiko von post-operativen Infektionen oder anderen Gesundheitsproblemen im Zusammenhang mit wiederverwendbaren OP-Textilien.

Die Anzahl der analysierten Artikel für diese Literaturrecherche war vergleichsweise gering, **weitere Studien** mit ausführlichen Ökobilanzen sind wünschenswert. Auch die Kosten der Medizinprodukte wurden nur vereinzelt in die Berechnungen einbezogen, obwohl sie für den Klinikeinkauf von hoher Relevanz sind.

Weitere Forschung, zum Beispiel mit längeren Betrachtungszeiträumen, in verschiedenen Kliniken oder mit Vergleichen zwischen Ländern mit unterschiedlichen Einwegquoten, ist notwendig, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.

30 bis 50 %

der Emissionen fallen im Schnitt bei Mehrwegtextilien im Vergleich zu Einwegtextilien an.

Empfehlungen

Umweltbewusste Beschaffung

1

Generell sollten in Zukunft neben Kriterien wie Qualität, Patientensicherheit und Wirtschaftlichkeit auch Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte bei der Beschaffung von Medizinprodukten beachtet werden – um Ressourcen zu schonen und Emissionen zu senken. Wichtig ist dabei eine ganzheitliche Betrachtung des Produktlebenszyklus von Medizinprodukten. Dabei ist die gesamte Wertschöpfungskette einzubeziehen – auch mit Blick auf das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz.

Entwicklung von Richtlinien

Gemeinsam mit anderen Akteuren im Gesundheitswesen sollte weiter an der Entwicklung von Richtlinien für nachhaltiges Design von Medizinprodukten gearbeitet werden. Diese Richtlinien könnten helfen, die Recyclingfähigkeit von Produkten zu verbessern und die Abfallmengen zu reduzieren.

2

Förderung der Forschung

3

Die akademische Forschung zu den ökologischen Auswirkungen und zur Ökobilanz von Medizinprodukten steht erst am Anfang. Weitere und umfangreichere Studien und entsprechende Unterstützungen sind nötig, um eine solide wissenschaftliche Basis für Entscheidungen schaffen zu können.

Literatur- verzeichnis

Chauhan, A., Jakhar, S.K., Chauhan, C., 2021. The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. *J Clean Prod* 279, 123854.

Drew, J., Christie, S.D., Tyedmers, P., Smith-Forrester, J., Rainham, D., 2021. Operating in a climate crisis: A state-of-the-science review of life cycle assessment within surgical and anesthetic care. *Environ Health Perspect* 129(7), 076001.

Egetemeyer, J., Jacob, S., Lehmann, F., Guba, M., Werner, J., Börner, N., 2023. Nachhaltigkeit im OP – korrelieren Sterilität, Sicherheit und Service auch mit einer ressourcenschonenden Verwendung von Medizinprodukten? *OP-Journal*, 20–24.

Favero, M.S., 2001. Requiem for Reuse of Single-Use Devices in US Hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 22, 539–541.

Kaeding, N., 2023. Klimaschutz und Klimaanpassung in der akut-stationären Gesundheitsversorgung. *Medizinrecht* 41, 16–22.

Kane, G.M., Bakker, C.A., Balkenende, A.R., 2018. Towards design strategies for circular medical products. *Resour Conserv Recycl* 135.

Lalman, C., Karunathilake, H., Ruparathna, R., 2023. To Dispose or to Reuse? Analyzing the Life Cycle Impacts and Costs of Disposal, Sterilization, and Reuse of Electrophysiological Catheters. *Sustainability (Switzerland)* 15.

Mallick, P.K., Salling, K.B., Pigosso, D.C.A., McAloone, T.C., 2022. Designing Take-Back for Single Use Medical Devices: The Case of Returpen™. *J Diabetes Sci Technol* 16, 1363–1369.

Meierling, S., 2023. „A race we must win“: Wiederverwertung von Einmalprodukten im Operationssaal. *Die Chirurgie* 2023 94:3 94, 216–219.

Meissner, M., Lichtnegger, S., Gibson, S., Saunders, R., 2021. Evaluating the waste prevention potential of a multi-versus single-use surgical stapler. *Risk Manag Healthc Policy* 14, 3911–3921.

Mielecke, T., 2006. Erstellung einer Sachbilanz-Studie und Modellierung des Lebensweges von Operationstextilien.

Minx, J., Baiocchi, G., Wiedmann, T., -, al, Wynes, S., Nicholas -, K.A., Pichler, P.-P., Jaccard, I.S., Weisz, U., Weisz, H., 2019. International comparison of health care carbon footprints. *Environmental Research Letters* 14, 064004.

Niebel, D., Herrmann, A., Balzer, S., Hecker, C., Koch, S., Luhmann, E., Becker-Weimann, S.Y., Tischler, M., Löffler, C., Saha, S., 2023. Nachhaltigkeit in der dermatologischen Praxis und Klinik: Herausforderungen und Lösungsansätze. *J Dtsch Dermatol Ges* 21, 44–58.

Novosel, S., Prangenberg, C., Wirtz, D.C., Burger, C., Welle, K., Kabir, K., 2022. Übersichten Klimawandel: Wie die Chirurgie zur Erderwärmung beiträgt. *Die Chirurgie* 93, 579–282.

Overcash, M., 2012. A comparison of reusable and disposable perioperative textiles: Sustainability state-of-the-art 2012. *Anesth Analg*. 114(5), 1055–1066.

Ramos, T., Christensen, T.B., Oturai, N., Syberg, K., 2023. Reducing plastic in the operating theatre: Towards a more circular economy for medical products and packaging. *J Clean Prod* 383, 135379.

Richter, H., Pecher, S., 2021. Abfallvermeidung und -entsorgung im OP. *OP-Management up2date* 1, 167–183.

Rizan, C., Bhutta, M.F., 2022. Environmental impact and life cycle financial cost of hybrid (reusable/single-use) instruments versus single-use equivalents in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 36, 4067–4078.

Rizan, C., Lillywhite, R., Reed, M., Bhutta, M.F., 2023. The carbon footprint of products used in five common surgical operations: identifying contributing products and processes. *J R Soc Med*. 116, 199–213.

Sauer, P.C., Seuring, S., 2023. How to conduct systematic literature reviews in management research: a guide in 6 steps and 14 decisions. *Review of Managerial Science* 17, 1899–1933.

Vozzola, E., Overcash, M., Griffing, E., 2020. An Environmental Analysis of Reusable and Disposable Surgical Gowns. *AORN J* 111, 315–325.

Wu, S., Cerceo, E., 2021. Sustainability Initiatives in the Operating Room. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety* 47, 663–672.

Yap, A., Wang, K., Chen, E., Melhado, C., Ahmad, T., O'Sullivan, P., Gandhi, S., 2023. A mixed-methods study on end-user perceptions of transitioning to reusable surgical gowns. *Surg Open Sci* 11, 33–39.



EK-UNICO GmbH
Hafenplatz 4
48155 Münster
www.ek-unico.de



**Sana
Einkauf & Logistik**

Sana Einkauf & Logistik GmbH
Oskar-Messter-Straße 24
85737 Ismaning
www.sana-einkauf-logistik.de

TUHH
Technische
Universität
Hamburg

Technische Universität Hamburg (TUHH)
Arbeitsgruppe Data-Driven Innovation
Kontakt: Prof. Dr. Moritz Göldner
www.tuhh.de/ddi