



Schweizerische Gesellschaft für Sterilgutversorgung  
Société Suisse de Stérilisation Hospitalière  
Società Svizzera di Sterilizzazione Ospedaliera

**20.** Schweizerische Fachtagung über die Sterilisation  
Journées Nationales Suisses sur la Stérilisation

# Klima + Sterilisation

19.– 20. Juni 2024 im Kongresshaus Biel/Bienne

# Climat + stérilisation

19 – 20 juin 2024 au Palais des Congrès à Biel/Bienne

## Leitfaden für Umweltverantwortung in der Sterilisation

Christophe Lambert | Centre Hospitalier Métropole Savoie |  
Chambéry, Frankreich – SF2S



# Inhaltsverzeichnis

- Was bisher geschah
- Paradox des Gesundheitssystems
- Treibhausgase und Klimawandel
- Ökologischer Wandel in der Sterilisation (3 Beispiele)
- Schlussfolgerungen

# Was bisher geschah



Früher:

- Kontrolle des Verbrauchs (Wasser, Energie)
- Ökotoxizität der chemischen Produkte
- Verpackungen
- Abfalltrennung

Skip the use



# Paradox des Gesundheitssystems

- 4,4 % der weltweiten Treibhausgase (THG)
- Wichtigste THG-Quellen in den Gesundheitseinrichtungen:
  - Anästhesiegase
  - Energieverbrauch
  - Medizinprodukte
- Chirurgie:
  - 146 bis 232 kg CO<sub>2</sub>e
  - 20 bis 30 % der Abfälle einer Pflegeeinrichtung

Table 1. Anesthetic Gas Conversions (provided by Jonathan E. Slutzman)<sup>14</sup>

Anesthetic Gas	Dosage	Emission Intensity	Abbreviation
Nitrous oxide	2.205 lbs/kg	273 kg CO <sub>2</sub> e*/kg	N <sub>2</sub> O
Sevofluorane	0.00152 kg/mL	144 kg CO <sub>2</sub> e/kg	Sev
Isoflurane	0.0015 kg/mL	510 kg CO <sub>2</sub> e/kg	Iso
Desflurane	0.00146 kg/mL	2540 kg CO <sub>2</sub> e/kg	Des

# Treibhausgase (THG)

- Hauptsächlich vom Menschen verursachte Emissionen
- THG: Treibhauspotenzial (THP)
- CO<sub>2</sub>-Fussabdruck: Summe der in CO<sub>2</sub> umgerechneten THG-Emissionen
- Wichtigste Treibhausgase:
  - Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
  - Methan (CH<sub>4</sub>)
  - Lachgas (N<sub>2</sub>O)
  - Halogengase (HFC, PFC etc.)

# Klimawandel

## Klimakrise

- Langfristige Veränderung der durchschnittlichen Wetterbedingungen
- Grösste Gesundheitsgefahr (WHO)

## Schäden im Zusammenhang mit Klimarisiken

- Natürliche Ressourcen (Wasser, Wald, Biodiversität)
- Gebäude, Infrastrukturen
- Wirtschaftssektoren (Landwirtschaft, Elektrizitätswirtschaft, Tourismus)
- Auswirkungen auf den Menschen (Gesundheit, Arbeitsproduktivität)

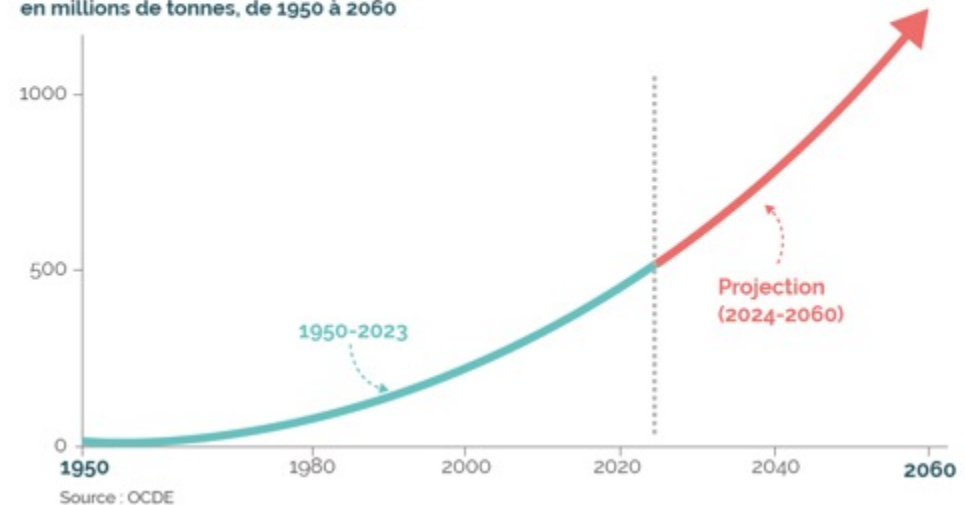
# Ökotoxizität

- Belastung der Ökosysteme durch chemische, biologische oder physikalische Wirkstoffe
- Medizinkunststoffe
  - Wertmässig 2 % der weltweiten Produktion
  - Jährliche Zunahme von 6,1 %

## Plastique : une production qui va tripler avant 2060

450 millions de tonnes de plastiques ont été fabriquées en 2020, une production annuelle estimée à 1,2 milliards à l'horizon 2060

Production mondiale de plastiques, en millions de tonnes, de 1950 à 2060



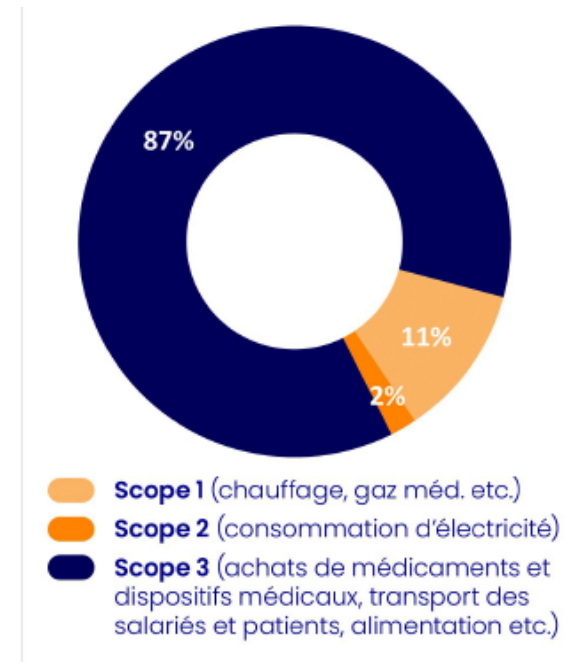
# Dekarbonisierung des Gesundheitswesens

## Ziele:

- Reduktion der THG um 5 % pro Jahr bis 2050 (CO<sub>2</sub>-Neutralität)
- Klimastabilität (<2 °C)

## Mittel im Gesundheitswesen:

- Feststellung der THG-Herkunft im Gesundheitswesen
- Ermittlung der Schwachstellen im Gesundheitswesen
- Massnahmen?
- Ausbau der Prävention
- Ausbildung von Fachleuten, Führungsarbeit





# Wichtigste THG-Emissionsquellen im Gesundheitswesen

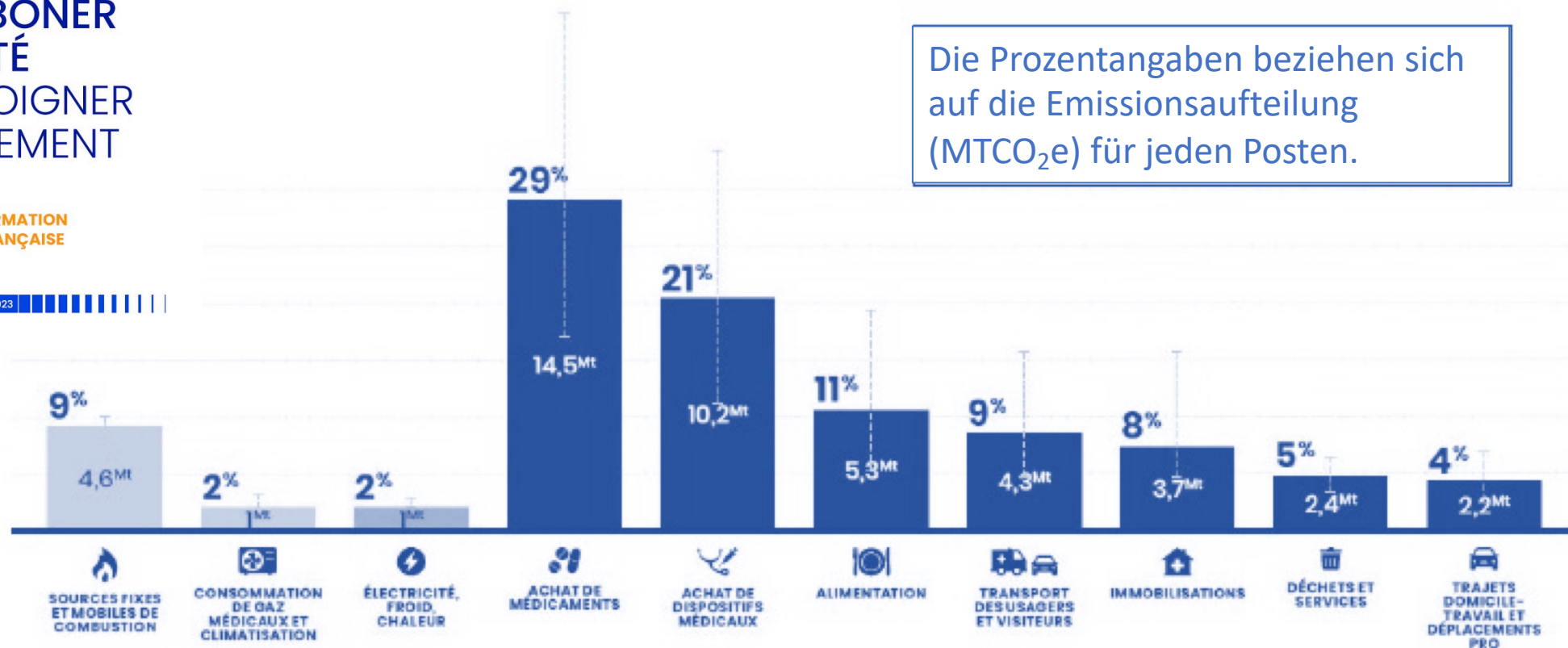


THE CARBON  
TRANSITION  
THINK TANK

DÉCARBONER  
LA SANTÉ  
POUR SOIGNER  
DURABLEMENT

DANS LE CADRE DU  
PLAN DE TRANSFORMATION  
DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE

RAPPORT FINAL V2 - AVRIL 2023



# Strategie zur Abfederung der Umweltbelastung

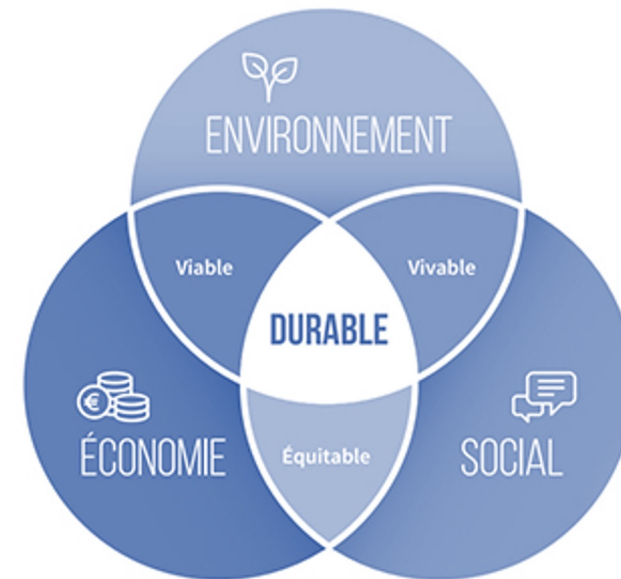


# Ökologischer Wandel in der Sterilisation: Leitfaden



# Green's: CSR-Ansatz

- Sicherheit im Gesundheitswesen und Nutzen für die Umwelt
- Gesellschaftlicher Ansatz
- Wirtschaftlicher Aspekt



# Erarbeitung von Green's

## Grade-Methode

- Formulieren der Frage (PICO-Modell)
- Beurteilungskriterien für die Analyse der Fachliteratur (Patientensicherheit, Umweltbelastung, Auswirkungen auf die Wirtschaft)
- Literaturrecherche
- Wirkung der Massnahme
- Empfehlungen zur Berufspraxis: «Die Experten empfehlen» oder «die Experten raten ab».
- Delphi-Bewertung

1, Atkins D et coll. Grading quality of evidence and strength of recommendations. BMJ. 2004; 328(7454): 1490-1494. Abrufbar unter: <https://www.bmj.com/content/bmj/328/7454/1490.2>

2- Guyatt G et coll. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. J Clin Epidemiol 2011; 64(4): 383-394

3- Guyatt G et coll. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. BMJ 2008; 336(7650): 924-926

# Strategische Ausrichtungen der AEMP

## Energie: Verbrauch senken

- RDG, Sterilisatoren ...

## Wasser: Verbrauch senken, Emissionen

- RDG, Sterilisatoren ...

## Reinigungsmittel: Verbrauch senken, Ökotoxizität

- Vorbehandlung, Reinigung, Oberflächen und Böden

## Abfälle:

- Feste Siedlungsabfälle (dem Hausmüll gleichgestellte Abfälle) vs. reglementierte Medizinabfälle (Abfälle von Pflegeaktivitäten mit Infektionsrisiko)
- Einwegverpackungen
- Wiederverwendbare MP vs. MP für den Einmalgebrauch (Ecoscore)

## Umweltbewusste Einkäufe

# Green's: 10 PICO-Fragen

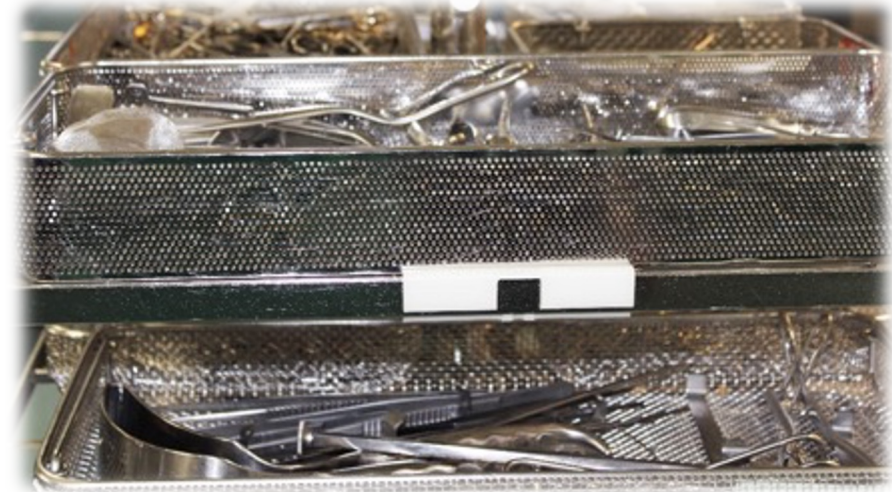
- Vorbehandlung:
  - Mechanisierte Vordesinfektion vs. Tauchbad
- Reinigung:
  - Enzymatische vs. alkaline Reinigungsmittel
  - Ultrakonzentrierte vs. normkonzentrierte Reinigungsmittel
  - Steuerung der Thermodesinfektion über A0-Wert
  - Instrumentenzyklus Kabine vs. Instrumentenzyklus RDG

# Green's: 10 PICO-Fragen

- Zusammenstellung:
  - Reduktion der Anzahl Instrumente pro Zusammensetzung vs. Einzelverpackung
- Verpackungen:
  - Wiederverwendbare Container vs. Einwegverpackungen
  - Einfaches Sterilbarriersystem (SBS) vs. doppelte Verpackung
- Sterilisation:
  - Optimierung der Dauer und der Beladung, der Sterilisatoren



Frage: Kann die Umweltbelastung des Wiederaufbereitungsprozesses durch eine Reduktion der Anzahl Instrumente in den OP-Zusammenstellungen gesenkt werden?



# Instrumente in Sets oder Einzelverpackung?

- Nutzungsgrad der Instrumente je nach Studie und Art der Zusammenstellung unterschiedlich
- Durchschnittlich sollen 22 % der Instrumente [9 bis 43 %] pro Eingriff wirklich benutzt werden.
- Umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen der Anzahl Instrumente im Sieb und der Anzahl benutzter Instrumente
- Der Grenzwert für die Entfernung eines Instruments aus einem Set und den Wechsel zur Einzelverpackung würde bei einem Nutzungsgrad von unter 40 % liegen.

# Instrumente und Wiederaufbereitung

- Lineare Beziehung zwischen der Anzahl Instrumente im OP-Sieb und der Wiederaufbereitungszeit (Hohlkörper)
- Starke Zunahme der Dauer, wenn die Siebe mehr als 30 bis 40 Instrumente enthalten
- Zielwert von 40 Instrumenten pro Sieb: direkte Auswirkung auf die Qualität der Wiederausstellung
- Die Fehlerquote von 13,5 % bei < 40 Instrumenten steigt auf 49 %, wenn die Anzahl Instrumente darüber liegt.
- Eine Reduktion der Anzahl Instrumente in den untersuchten Zusammenstellungen um 35 bis 41 % kann zu jährlichen finanziellen Einsparungen von 44 000 bis 50 000 Dollar führen.

# Empfehlung Nr. 1



**Frage: Kann die Umweltbelastung des Wiederaufbereitungsprozesses durch eine Reduktion der Anzahl Instrumente in den OP-Zusammenstellungen gesenkt werden?**

**Empfehlungen:** *Die Experten schlagen vor, den Nutzungsgrad der Instrumente pro OP-Sieb zu analysieren und in Absprache mit den Chirurgieteams die Instrumente mit einem Nutzungsgrad von unter 40 % aus dem Set zu nehmen, um die mit der Wiederaufbereitung verbundenen ökologischen Kosten zu senken. Im Übrigen schlagen die Experten vor, die Zusammenstellungen auf 40 Instrumente zu begrenzen, um den Anteil nicht konformer Sets bei der Wiederausammenstellung zu verringern.*

Frage: Kann mit der Verpackung in wiederverwendbaren Containern in der Sterilisation die Umweltbelastung im Vergleich zur Verwendung weicher SMS-Verpackungen (Vlies) reduziert werden?



# SMS-Verpackungen vs. Container

- Ein chirurgischer Eingriff verursacht 12 kg Abfall, von dem die Vliesverpackungen 11,5 % ausmachen.
- Der Grossteil der Umweltkosten von Vliesbögen (88 %) fällt bei der Herstellung an.
- 93 % der Umweltkosten von Containern fallen bei der Verwendung (Reinigung, Sterilisation) an.
- Das Container-Recycling hat nur geringe Auswirkungen auf den CO<sub>2</sub>-Fussabdruck
- Das Recycling der SMS-Verpackungen kann den CO<sub>2</sub>-Fussabdruck um 34 % verringern.

# SMS-Verpackungen vs. Container

- Wiederverwendbare Container belasten die Umwelt 85 % weniger als SMS-Verpackungen bezüglich CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-Äquivalent) und haben um 84,5 % tiefere Umweltkosten.
- Die ökologische **Rentabilitätsschwelle** (oder der Äquivalenzpunkt) der beiden Verpackungsarten liegt bezüglich der Umweltkosten bei **67 Zyklen**.

## Empfehlung Nr. 2

**Frage: Kann mit der Verpackung in wiederverwendbaren Containern für die Sterilisation die Umweltbelastung im Vergleich zur Verwendung weicher SMS-Verpackungen (Vlies) reduziert werden?**

**Empfehlungen:** *Aufgrund der tieferen direkten und ökologischen Kosten empfehlen die Experten, bevorzugt regelmässig gewartete wiederverwendbare Container statt SMS-Verpackungen zu benutzen. Angesichts der Anschaffungskosten von Containern (Investition) und ihrer ökologischen Rentabilitätsschwelle (67 Zyklen) können Einrichtungen, die über kein sofortiges Investitionsbudget oder nicht über genügend Reinigungsgeräte verfügen, die SMS-Verpackungen recyceln, um ihre Umweltkosten um 34 % zu senken.*



Frage: Kann die durch die Sterilisation verursachte Umweltbelastung deutlich reduziert werden, wenn ein Sterilisator abgeschaltet und seine Beladungen optimiert werden?

# Verbrauch eines Wasserdampfsterilisators

- Stromverbrauch für die Dampferzeugung
- Wasserverbrauch:
  - Dampferzeugung (Osmosewasser)
  - Betrieb Vakuumpumpe und Plattenwärmetauscher oder Kondensator (enthärtetes Wasser)
- Durchschnittlicher Energieverbrauch von 0,9 kWh und 40 l Wasser pro kg (4 min bei 134 °C)

# Optimierung des Sterilisatorbetriebs

- Vorheizen: Druckaufbau und Temperatur des Generators aus dem Stillstand
- Stand-by (ausserhalb des Zyklus):
  - Dampferzeugung für doppelte Verpackung
  - Beseitigung der Dampfkondensation
  - Verbrauch 40 % Energie und 21 % Wasser
- Der Punkt der ökologischen Gleichwertigkeit oder der potenziellen Wasser- und Stromeinsparung im Vergleich zu den verbrauchten Ressourcen wird auf 2 Stunden geschätzt.

# Optimierung des Sterilisatorbetriebs

- Umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen der Erhöhung der Charge und dem Wasser- und Stromverbrauch

$$E = 15,7 + 0,14 m \quad E: \text{Elektrizität (kW/kg)} \quad m: \text{Masse (kg)}$$

- Andere Theorie:
  - Proportionales Verhältnis zur Gesamtmasse der Charge (Energiebedarf)
  - Erhöhung der Dauer zur Erhöhung der Temperatur des Chargeninhalts
  - Erhöhung der Zyklusdauer: Vorbehandlung (44,6 %) und Trocknen (13,4 %)

## Empfehlung Nr. 3

**Frage: Kann die durch die Sterilisation verursachte Umweltbelastung deutlich reduziert werden, wenn ein Sterilisator abgeschaltet und sein Beladung optimiert wird?**

*Empfehlungen: Die Experten schlagen vor, die Zyklusbetriebszeiten der Sterilisatoren zu optimieren und im Alltag nur so viele Sterilisatoren in Betrieb zu nehmen wie für die Produktion notwendig sind.*

*Wenn ein Sterilisator potenziell **während mindestens zwei Stunden nicht genutzt** wird, muss er ausgeschaltet werden, um seinen Umweltabdruck zu minimieren, selbst wenn er danach wieder in Betrieb genommen werden muss (einschliesslich Durchführung der Dampfdurchdringungsprüfung).*

*Beim Beladungsgrad eines Sterilisators kann kein Zielwert für die einzuhaltende Masse angegeben werden. Bei einem niedrigen Beladungsgrad ist die Bilanz jedoch aus ökologischer Sicht ungünstig.*

# Schlussfolgerungen

- Messung der Umweltbelastung: neue und sich weiterentwickelnde Daten (Lebenszyklusanalyse)
- Verbrauchsreduktion: erfordert Indikatoren
- Klimanotstand erfordert konkrete und messbare Massnahmen
- Green's: Empfehlungen für die Reduktion der negativen Auswirkungen von chirurgischen Eingriffen und Sterilisation



Schweizerische Gesellschaft für Sterilgutversorgung  
Société Suisse de Stérilisation Hospitalière  
Società Svizzera di Sterilizzazione Ospedaliera

Biel/Bienne 2024

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

[christophe.lambert@ch-metropole-savoie.fr](mailto:christophe.lambert@ch-metropole-savoie.fr)



# Ein Sterilisator im Standy-By-Modus verbraucht viel Energie: Welche Aussage trifft zu?

1. Im Stand-By-Modus verbraucht ein Sterilisator 20% seines gesamten Strombedarfs
2. Im Stand-By-Modus verbraucht ein Sterilisator 40% seines gesamten Strombedarfs
3. 1h geplanter Stand-By-Modus rechtfertigt ein Abstellen des Sterilisators
4. 4h geplanter Stand-By-Modus rechtfertigt ein Abstellen des Sterilisators