

# *13 Adviezen*

om als vakgroep  
anesthesiologie de OK  
te vergroenen

Deze NVA handreiking is voor vakgroepen anesthesiologie die hun operatiecomplex willen verduurzamen. Gebruik dit document als uitgangspunt om samen met jullie Green Team stap voor stap aan de slag te gaan.

# Scope 1

## *De invloed van dampvormige anesthetica en lachgas*

### Adviezen

**1. Vermijd lachgas, desfluraan en isofluraan**

Gebruik totaal intraveneuze anesthesie of sevofluraan met zeer lage verse gasflow ( $0.5 \text{ L min}^{-1}$ ). Draai bij dampvormige anesthesie altijd een lage verse gasflow ( $<1 \text{ L min}^{-1}$ ). Het lijkt invoelbaar dat locoregionale technieken de  $\text{CO}_2$ -footprint van anesthesie verlagen.

**2. Lage flow tijdens onderhoud anesthesie**

We spreken van lage verse gasflow als deze kleiner of gelijk is aan  $1 \text{ L min}^{-1}$ . Bij een gesloten systeem volstaat een minimale verse gasflow van 400 ml bij een volwassen patiënt, bij kinderen kun je lager. Nieuwe anesthesietoestellen kunnen end-tidal doseren. Hiermee kan een flow van  $0.5 \text{ L min}^{-1}$  worden gebruikt. Vergeleken met een verse gasflow van  $2 \text{ L min}^{-1}$  is het dampgebruik is 60% lager wanneer er een verse gasflow van  $0.5 \text{ L min}^{-1}$  wordt gebruikt (ongepubliceerde data).

**3. Zet de gasflow op pauze tijdens intubatie**

Voordelen hiervan: geen spil van damp in de operatiekamer en geen verdunning van opgebouwde dampconcentratie in het circuit waardoor je na intubatie snel terug kan met de ingestelde concentratie.

**4. Low-flow kapinductie bij kinderen**

Een studie vergeleek verschillende versgasflows tijdens een kapinductie met sevofluraan bij kinderen. Een kapinductie met een flow van  $2 \text{ L min}^{-1}$  was hierin niet trager dan en kwalitatief hetzelfde als een kapinductie van  $6 \text{ L min}^{-1}$ .<sup>[11]</sup>

## Impact

Alle anesthesiegassen en -dampen zijn potente broeikasgassen,[5,6] worden nauwelijks gemetaboliseerd en komen na gebruik volledig in de atmosfeer terecht.[7] Met uitzondering van desfluraan en sevofluraan tasten deze stoffen ook de ozonlaag aan.[5] Er is nog geen wetgeving om de uitstoot van deze middelen te reguleren. Deels omdat het medicijnen zijn, deels omdat de uitstoot als verwaarloosbaar werd geacht. De laatste 30 jaar is het gebruik echter fors gestegen en met de komst van desfluraan is de impact van anesthesiegassen niet verwaarloosbaar.

De volledige impact van een broeikasgas wordt bepaald door zijn vermogen om infrarood licht op te nemen (radiative efficiency), én de atmosferische levensduur.[5] De levensduur van onze huidige anesthetica ligt tussen de 1 (sevofluraan) en 14 (desfluraan) jaar. Lachgas heeft een levensduur van 114 jaar. Het effect op de omgeving blijft bestaan tot degradatie van de stof.

Het broeikaseffect van een gas wordt uitgedrukt in de Global Warming Potential in 20 jaar ( $GWP_{20}$ ).  $CO_2$  heeft per definitie een  $GWP_{20}$  van 1. Andere broeikasgassen zijn daar een veelvoud van, afhankelijk van hun opwarmende vermogen en hun halfwaardetijd. Desfluraan heeft een  $GWP_{20}$  van 6810, Isofluraan 1800, Lachgas 289 en Sevofluraan 440. Dat betekent kortweg dat één kilo sevofluraan uitstoten gelijkstaat aan 440 kilo  $CO_2$ . Ter vergelijking, een benzineauto die 1 km rijdt stoot ongeveer 100 g  $CO_2$  uit.

Bij algehele anesthesie is de footprint sterk gerelateerd aan de keuze van het anestheticum en de hoeveelheid die daarvan wordt gebruikt. Dit hangt bij volatiele anesthetica af van de MAC-waarde, de verse gasflow en of er lachgas wordt gebruikt. De potentie van een gas wordt uitgedrukt in de MAC waarde. Omdat Desfluraan een MAC van 6.6% heeft gebruik je veel meer van dit anestheticum dan van Isofluraan met een MAC van 1.15%. De volledige footprint (cradle-to-grave) van Desfluraan is het hoogst en van sevofluraan het laagst.[8–10] Propofolanesthesie wordt sinds 2012 als meest gunstige voor het milieu gezien.[8,9] Echter, wanneer zeer lage verse gasflows ( $0.5 \text{ L min}^{-1}$ ) worden gebruikt lijkt het verschil tussen propofol en sevofluraan (zonder combinatie met lachgas, afgevangen en gerecycled) minimaal.[10] Hoewel er geen studies zijn die algehele anesthesie met (loco)regionale technieken vergelijken, is het invoelbaar dat bij (loco)regionale techniek de  $CO_2$ -footprint lager is.

## Verduurzamen

Er worden op dit moment initiatieven ontplooid om, ook in Nederland, sevofluraan en desfluraan via het afzuigstelsel af te vangen en vernietigen of te zuiveren en recycleren. Dit zou de  $CO_2$ -footprint van dampvormige anesthetica kunnen reduceren.[10]

# Scope 2

## Energiebeheersing op de OK

### Adviezen

5. Zorg dat de luchtbehandeling op minimaal draait bij geen gebruik van de OK (nacht-avond-weekendsluiting).
6. Zet apparatuur uit als er geen gebruik wordt gemaakt van de OK, bijvoorbeeld het anesthesie toestel, warmtekast, computers en het licht.
7. Maak gebruik van LED verlichting.
8. Maak gebruik van [EU-criteria voor groene overheidsopdrachten voor elektrische en elektronische apparatuur in de gezondheidszorgsector](#) voor de aanschaf van nieuwe apparaten.
9. In het geval van nieuwbouw of verbouwing van het OK complex: pas het aantal operatiekamers dat op klasse-1 prestatieniveau 1 draait aan naar behoefte.

### Impact

De belangrijkste energieverbruiker op de operatiekamers is de luchtbehandeling (>90%). Deze staat in veel ziekenhuizen dag en nacht aan. Het in een lagere stand zetten in de nacht en het weekend bespaard voor circa 6 operatiekamers ongeveer 15.000 euro per jaar.

### Verduurzamen

#### Reduceren binnen bestaande faciliteiten

Reduceren binnen bestaande faciliteiten is het meest kosteneffectief. Onderzoek welk type luchtbehandeling je hebt en of het mogelijk is om deze in een lage stand te zetten als er niet geopereerd wordt. Met deze lage stand wordt de druk hiërarchie gewaarborgd maar is het aantal verversingen drastisch verminderd. Is de luchtbehandeling per OK geregeld of per blok OK's? Dit laatste is meestal het geval. Inventariseer het aantal acute kamers wat operationeel moet blijven buiten kantooruren. Opstarten en het bereiken van het gewenste niveau kost circa 20 min. Kijk of automatiseren van lage/hoge stand mogelijk is, bijvoorbeeld door bewegingssensoren of door koppeling aan de lichtknop. Neem de status van de luchtbehandeling mee in je preoperatieve checklist (time-out).

### Reduceren bij nieuwbouw

Pas het prestatieniveau van de luchtbehandeling op een OK aan op de operaties die daar plaats gaan vinden. Slechts 10-15% hoeft prestatieniveau 1 te zijn. Het gaat hierbij alleen om chirurgie waarbij protheses geplaatst worden zoals orthopedie, vaatchirurgie en incidenteel urologie, gynaecologie of plastische chirurgie. Als er meer operatiekamers gebouwd worden volgens prestatieniveau 2 dan scheelt dat aanzienlijk in bouwkosten en energieverbruik. Zorg er bij de bouw voor dat de luchtbehandeling per OK geregeld kan worden. Hiermee kun je precies instellen op welke OK er een hoge verversing van lucht nodig is en op welk moment. Buiten werktijden kan er dan op lage flow gedraaid worden.

### Luchtbevochtiging

Het is onduidelijk hoeveel energie van de luchtbehandeling precies besteed wordt aan luchtbevochtiging, maar het is in ieder geval een substantieel deel. Het maakt bovendien uit hoe deze luchtbevochtiging geregeld is. Is dit centraal in het ziekenhuis, of zijn er verschillende stoomcentrales? Er is onderzoek gedaan door TNO naar de noodzaak van luchtbevochtiging en dit bevindt zich in een afrondende fase. De conclusies lijken te zijn dat er geen enkele noodzaak is om bevochtiging aan een operatiekamercomplex toe te voegen. Noodzaak ten behoeve van comfort voor medewerker en patiënt lijkt vooral bepaald door wat men gewend is (andere landen werken probleemloos zonder). Omdat deze luchtbevochtiging veel energie kost, en dus wellicht onnodig is, gaan we dit verder uitwerken.

# Scope 3

## *(Anesthesie)materialen reduce, reuse recycle*

### Adviezen

10. Gebruik reusable in plaats van disposable waar het kan. Voor textiel, instrumenten en hulpmiddelen geldt dat de reusables een lagere LCA hebben en doorgaans goedkoper zijn.
11. **Herinrichting van procedure trays.** Zowel binnen de anesthesie als de chirurgie wordt gebruik gemaakt van kits (procedure trays). Daar zit vaak materiaal op wat niet/nauwelijks wordt gebruikt. Kijk samen met je team en leverancier naar versobering. Dit scheelt afval en geld.
12. **Bewust gebruik van medicatie, bijv. voorgevulde spuiten.** Verspilling van medicatie vindt op verschillende manieren plaats. Zo wordt op veel operatiekamers noodmedicatie klaargelegd. Dit kan bestaan uit Fenylefrine, Efedrine, Atropine en/of Suxamethonium, afhankelijk van het ziekenhuis. Een ander voorbeeld is het verdunnen van medicatie, zoals noradrenaline. Daarbij wordt veel van het medicijn weggegooid, terwijl de apotheek in veel ziekenhuizen ook voorgevulde spuiten kan maken. Dit reduceert verspilling en de kans op medicatiefouten. Na optrekken is dit in de koelkast één week houdbaar, op kamertemperatuur 24 uur.
13. **Succesvolle operatiecomplexen scheiden:** plastic, papier, glas, RVS, aluminium, polypropyleen afdekfolie en batterijen. Afval kan gescheiden worden op de holding, steriele opdekruimte, operatiekamer, apotheek ruimte, logistieke ruimtes en verkoeverkamer.

### Impact

De gezondheidszorg genereert ongeveer 1600 kg afval per ziekenhuisbed per jaar. De trend om steeds meer disposable materiaal te gebruiken. Dit heeft impact op de omgeving. Naast patiëntveiligheid en kosten zal ook duurzaamheid een belangrijke rol moeten gaan spelen in besluitvorming rondom materiaalgebruik op de operatiekamer.

De gebruikers van het OK complex zien maar een klein deel van de 'levenscyclus' van materialen, te weten gebruik en afval. Echter, elk materiaal is ook geproduceerd, verpakt en vervoerd. Omdat deze emissies 'onzichtbaar' zijn, is het lastig inschatten welk alternatief duurzamer is. Ook is het onduidelijk wat nu de invloed is van schoonmaken en steriliseren. Om de verborgen impact van materialen te kwantificeren en vergelijken zijn zogenaamde Life Cycle Assessment (LCA) studies nodig. Deze zijn

steeds meer voor de praktijk beschikbaar gekomen (o.a. operatietextiel,[12] laryngoscopen,[13,14] scharen,[15] trochards[16] en centraal veneuze cathetersets.[17])

Als we medicijnen weggooien, dan heeft dat impact op het milieu. Ten eerste omdat veel van de impact van medicatie gelegen is in de productie van deze middelen, ten tweede omdat er medicatieresten in het milieu terechtkomen. Er zijn in Nederland ruim 2000 geregistreerde medicijnen en jaarlijks bereikt minstens 190 ton medicijnresten het oppervlaktewater. In 2017 en 2018 hebben concentraties van 19 verschillende stoffen een of meerdere keren de risicogrens overschreden. Waarschijnlijk gebeurt dit veel vaker: voor slechts 80 stoffen worden de concentraties in het oppervlaktewater gemeten.[18] De schadelijkheid van medicatie in het milieu wordt uitgedrukt als een PBT waarde (Persistence, Bioaccumulation and Toxicity) en heeft een schaal van 0 (minst) tot 9 (ergst). Lekkage van medicijnen uit afval kan toxisch zijn voor (water)leven. Van propofol, ondansetron en chloorhexidine weten we dat het een PBT-waarde heeft van 6 en dat het dus erg toxisch is voor waterleven. Bupivacaïne en paracetamol hebben een score van 5. Van medicijnen als sufentaniol, morfine en rocuronium is de waarde niet bekend. Wat dit betekent voor onze praktijk is onderwerp van discussie. Als er geen lekkage is van deze middelen uit afval, dan wordt dit verbrand op temperaturen waarbij geen actieve componenten overblijven.

Volgens de Europese verordening 2017/745 uit 2017 is herverwerken van single use devices (SUD's) in Europa wel mogelijk, maar daar zijn strenge eisen aan verbonden. Zo mag het alleen worden gebruikt als het financieel voordeel geeft, het bewezen veilig is en het bewezen functioneert conform beoogd gebruik. De Nederlandse conceptrichtlijn uit 2019 stelt dat hergebruik van disposables toegestaan is, maar hier zijn extra eisen aan verbonden. Het maximaal aantal keren hergebruik moet worden vastgesteld en vastgelegd. Per product mag dit maar door 1 leverancier worden gedaan. Alle verplichtingen die rusten op fabrikanten ingevolge de verordening, rusten ook op herverwerkers. In Nederland wordt de herverwerker juridisch beschouwd als de producent van het hulpmiddel, met alle verplichtingen van dien. Het importeren van hulpmiddelen uit een ander land met lagere eisen is niet toegestaan. Het is tevens verboden om materialen te herverwerken die in aanraking zijn geweest met hersenen, centraal zenuwstelsel of netvlies (i.v.m. het risico op de ziekte van Creutzfeldt-Jacob). Deze regelgeving maakt het vooralsnog onaantrekkelijk voor de meeste fabrikanten en andere bedrijven om dit herverwerken uit te voeren.

#### *Type afval op het operatiekamercomplex*

40 % van het totale ziekenhuisafval komt van het operatiecomplex. 80% van het afval in de steriele opdekruimtes is schoon plastic of papier. Geschat wordt dat 25% van het afval op de OK van de anesthesie afkomstig is, hiervan is 50-60% recyclebaar.[19]

#### *Gereguleerde reductie in medicatie afval*

Door goed scheiden daalt de hoeveelheid operatiekamer afval. In Nederland zijn op OK twee speciale afvalstromen namelijk operatiekamer afval en hoog risicoafval. Beide worden verbrand bij respectievelijk 500 en 1000 graden. Door hier schone stromen plastic, papier, aluminium aan toe te voegen ontlasten we de stroom operatiekamer afval met circa 70-80%. Scheiden van afval genereert ook bewustwording.

## Verduurzamen

De 'ladder van Lansink' geeft een handzaam ezelsbruggetje voor de verschillende opties in volgorde van milieuwinst.

A. *Reduce* – minder gebruiken levert de grootste milieuwinst op. Door slim na te denken over klaarzetprotocollen, of door processen te evalueren en optimaliseren wordt vaak de meeste milieuwinst geboekt.

B. *Reuse* - Veel materialen zijn er in disposable of herbruikbare variant; bloeddrukband, saturatiemeter, laryngoscoop blad etc. De disposable materialen zijn populair omdat er geen risico is op kruisbesmetting. Bovendien zijn er geen kosten voor schoonmaak. Het lineaire karakter van deze materialen maakt ze makkelijk in gebruik en kwaliteitsborging. Uit meerdere LCA studies komt hergebruik van zeer uiteenlopende materialen beter naar voren; zowel financieel (total cost of ownership) als qua milieubelasting.[20] De laatste 15 jaar is er een derde optie bij gekomen: reprocessing.

a. *Reprocessing* – dit is het proces van schoonmaken, technisch nakijken, zo nodig steriliseren, verpakken en opnieuw verkopen van eerder gebruikte disposables. In Noord-Amerika bestaan bedrijven die disposables gecertificeerd weer op de markt brengen tegen een lager tarief (50-60%). Dit zijn veelal de oorspronkelijke fabrikanten die hun eigen materialen terug innemen. Ze worden gekeurd en voldoen aan de FDA-standaard. Dit scheelt tonnen afval en kosten. Daarom is de verwachting dat dit ook duurzaam is, maar er zijn weinig data die dit ondersteunen.

C. *Recycling* – Afval gescheiden inzamelen en aanbieden voor recycling levert maar weinig milieuwinst op. Desondanks is het nog wel beter dan verbranding.

### LADDER VAN LANSINK 2.0



Figuur 1: Ladder van Lansink





## Referenties

1. de Bruin J, Houwert T, Merkus K. Een Stuur Voor de Transitie Naar Duurzame Gezondheidszorg - Kwantificering van de CO<sub>2</sub>-Uitstoot., 2019.
2. Eckelman MJ, Sherman J. Environmental impacts of the U.S. health care system and effects on public health. PLoS ONE 2016; **11**: 1–14.
3. American Society of Anesthesiologists Committee on Equipment and Facilities- Task Force on Environmental Sustainability. Greening the Operating Room and Perioperative Arena: Environmental Sustainability for Anesthesia Practice. American Society of Anesthesiologists 2014.
4. MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. The Lancet Planetary Health 2017; **1**: e360–7.
5. Sulbaek Andersen MP, Nielsen OJ, Wallington TJ, Karpichev B, Sander SP. Assessing the Impact on Global Climate from General Anesthetic Gases. Anesthesia & Analgesia 2012; **114**: 1081–5.
6. Sulbaek Andersen MP, Sander SP, Nielsen OJ, Wagner DS, Sanford TJ, Wallington TJ. Inhalation anaesthetics and climate change. British journal of anaesthesia 2010; **105**: 760–6.
7. Vollmer MK, Rhee TS, Rigby M et al. Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. Geophysical Research Letters 2015; **42**: 1606–11.
8. Sherman J, Le C, Lamers V, Eckelman M. Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. Anesthesia and Analgesia 2012; **114**: 1086–90.
9. Alexander R, Poznikoff A, Malherbe S. Greenhouse gases: the choice of volatile anesthetic does matter. Canadian Journal of Anesthesia 2018; **65**: 221–2.
10. Hu X, Pierce JT, Taylor T, Morrissey K. The carbon footprint of general anaesthetics: A case study in the UK. Resources, Conservation and Recycling 2021; **167**: 105411.
11. Singh A, Sinha R, Aravindan A, Kumar KR, Datta PK. Comparison of low-fresh gas flow technique to standard technique of sevoflurane induction in children—A randomized controlled trial. Paediatric Anaesthesia 2019; **29**: 304–9.
12. Overcash M. A Comparison of Reusable and Disposable Perioperative Textiles. Anesthesia & Analgesia 2012; **114**: 1055–66.
13. Sherman JD, Raibley LA, Eckelman MJ. Life cycle assessment and costing methods for device procurement: Comparing reusable and single-use disposable laryngoscopes. Anesthesia and Analgesia 2018; **127**: 434–43.
14. McGain F, Story D, Lim T, McAlister S. Financial and environmental costs of reusable and single-use anaesthetic equipment. British Journal of Anaesthesia 2017; **118**: 862–9.
15. Ibbotson S, Dettmer T, Kara S, Herrmann C. Eco-efficiency of disposable and reusable surgical instruments - A scissors case. International Journal of Life Cycle Assessment 2013; **18**: 1137–48.
16. Adler S, Scherrer M, Rückauer KD, Daschner FD. Comparison of economic and environmental impacts between disposable and reusable instruments used for laparoscopic cholecystectomy. Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques 2005; **19**: 268–72.
17. McGain F, McAlister S, McGavin A, Story D. A life cycle assessment of reusable and single-use central venous catheter insertion kits. Anesthesia and Analgesia 2012; **114**: 1073–80.
18. Moermond CTA, Montforts MHMM, Roex EWM, Venhuis BJ. Medicijnresten En Waterkwaliteit: Een Update., 2020.
19. Thiel CL, Eckelman M, Guido R et al. Environmental impacts of surgical procedures: Life cycle assessment of hysterectomy in the United States. Environmental Science and Technology 2015; **49**: 1779–86.
20. McGain et al.; Environmental sustainability within anaesthesia and critical care; BR J Anaesth 2020.

Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie

Domus Medica

Mercatorlaan 1200

3528 BL Utrecht

Tel.: 030 – 899 3026

[nva@anesthesiologie.nl](mailto:nva@anesthesiologie.nl)

[www.anesthesiologie.nl](http://www.anesthesiologie.nl)