

Groene keuzes in medische hulpmiddelen voor een duurzamer ziekenhuis



Klaske Geene

Bachelor scriptie

S3376567 Rijksuniversiteit Groningen

09-05-2020

Begeleider: Prof. Bart Verkerke

Samenvatting

De zorgsector kan niet achterblijven en zal net als andere sectoren moeten verduurzamen om de klimaatverandering te beperken. Een ziekenhuis produceert op dit moment erg veel afval. Dit komt, omdat er steeds meer gebruik gemaakt wordt van Single Use Devices (SUD's) in plaats van reusables. Deze wegwerp-variant wordt na één keer gebruik weggegooid, de herbruikbare variant wordt schoon- en klaargemaakt om opnieuw te worden gebruikt. Hier zitten strenge schoonmaakeisen aan vast om kruisbesmetting tussen patiënten te voorkomen. Op dit moment wordt er bij de inkoop van medische hulpmiddelen vooral gelet op veiligheid, efficiëntie en kosten. Het is belangrijk om de verschillende varianten ook te vergelijken op duurzaamheid. De hoofdvraag is dan ook: Waar liggen de kansen om een ziekenhuis te verduurzamen op het gebied van medische hulpmiddelen? Om deze vraag te beantwoorden wordt gebruik gemaakt van de levenscyclusanalyse (LCA). Hierbij worden producten vergeleken op basis van duurzaamheid. Bij deze procedure worden alle onderdelen meegenomen, zoals grondstofwinning, productie (inclusief verpakkingsmateriaal), transport, gebruik (inclusief de schoonmaak) en afvalverwerking van een product. In dit artikel worden wegwerp- en herbruikbare varianten van medische hulpmiddelen van diverse afdelingen in het ziekenhuis vergeleken. Bij het verzamelen van onderzoeken van over de hele wereld bleek het het meest duurzaam te zijn om gebruik te maken van reusable chirurgische scharen, vaginale specula, hysterectomie instrumenten, larynxmaskers, laryngoscopen en laparoscopische instrumenten. Daarnaast bleken intermediate en high level desinfectie minder schadelijk voor het milieu dan low level desinfectie en sterilisatie. Ook moeten hulpmiddelen niet overdreven worden schoongemaakt, bijvoorbeeld: gebruik van onnodig veel desinfectie doekjes of sterilisatie wanneer dit niet nodig is. Daarnaast worden er bij diverse operaties vaak een groot aantal instrumenten klaargelegd, waarvan een deel niet gebruikt wordt. Deze moeten uit veiligheidsoogpunt wel worden weggegooid of worden herverwerkt. Er zou gekeken kunnen worden hoe dit verminderd kan worden. Tenslotte is het erg belangrijk dat er ook in ziekenhuizen bewustzijn gecreëerd wordt van onze impact op de aarde. Wanneer steeds meer mensen dit bewustzijn hebben, zullen er sneller groenere keuzes gemaakt worden bij de inkoop en in het gebruik van medische hulpmiddelen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Introductie	3
Bespreking van de literatuur	5
Herverwerken Single Use Devices	6
Classificatie	7
Schoonmaaktechnieken	7
Levenscyclusanalyse	8
Afdelingen	9
-Anesthesie	9
-Chirurgie	9
-Gynaecologie	11
-Keel-, Neus-, en Oorheelkunde	12
-Longziekten	14
-Maag-, Darm- en Leverziekten	14
-Nefrologie	15
-Orthopedie	15
-Urologie	15
-Vaatchirurgie	15
Vergelijkende discussie	16
Duurzame medische hulpmiddelen	16
Andere verduurzamingsmaatregelen	17
Bewustzijn	18
Literatuurlijst	19

Introductie

Het is niet onbekend dat de mens zorgt voor klimaatverandering, waardoor het ecosysteem van de aarde steeds meer uit balans raakt. Om te voorkomen dat de klimaatverandering nog meer versnelt en er in de toekomst veel klimaatdoden zullen vallen, heeft de Rijksoverheid het klimaatakkoord getekend. Hierin staat onder andere dat het doel is om in 2030 de CO₂-uitstoot met 49% gereduceerd te hebben ten opzichte van 1990. De bedoeling is om in 2050 helemaal CO₂-neutraal te zijn [2]. Om dit te behalen zijn er diverse sectoren aan het verduurzamen. De gezondheidszorg loopt echter mijlenver achter. Zo is deze sector in Nederland verantwoordelijk voor 8% van alle CO₂-uitstoot [1]. Dit is vergelijkbaar met de uitstoot van Schiphol, gebaseerd op de hoeveelheid kerosine die daar wordt getankt. Echter is de gezondheidszorg in heel veel landen erg vervuilend en is het van belang om te onderzoeken hoe ook deze sector kan verduurzamen. Hiervoor is de Green Deal: "Duurzame zorg voor een gezonde toekomst" opgesteld [2].

De zorg kan op verschillende vlakken gaan verduurzamen, bijvoorbeeld in de vorm van het gebruik van groene energie door middel van het opwekken van wind- en zonne-energie. Ook kan onderzocht worden hoe het waterverbruik gereduceerd kan worden. Daarnaast heeft de keuze in anesthesiemiddelen ook een belangrijke impact. Intraveneuze narcosemiddelen zijn veel minder schadelijk voor het milieu dan narcosegassen. Een flesje desfluraan is te vergelijken met het rondrijden van de halve wereld in een benzineauto. Ook al zijn deze anesthesiemiddelen medisch gelijkwaardig, narcosegassen worden nog steeds veel gebruikt [3]. Hieruit blijkt dat er in de bewustwording van de impact, die de gezondheidszorg heeft op klimaatverandering, nog veel vooruitgang te behalen valt. Dat is ook terug te zien in de hoeveelheid afval die er geproduceerd wordt, in Amerika is dat 2 miljard kilo per jaar [4] [5]. Specifiek ziekenhuisafval, wat met patiënten in contact is geweest, moet worden verbrand. Een groot deel van het afval komt van de OK: handschoenen, steriele OK-kleding, afdekmaterialen, infuuszakken, naalden, medicijnresten en nog veel meer. Daarnaast worden er steeds meer wegwerpproducten gebruikt, die na één keer gebruiken moeten worden weggegooid [5]. Deze zogenoemde 'disposables' waren ooit bedoeld voor uitzonderlijke situaties, nu vervangen ze echter steeds vaker de herbruikbare variant. Dit zorgt voor nog meer afval en CO₂-uitstoot [1] [6].

De reden dat het nu de trend is reusables te vervangen door disposables is bijvoorbeeld omdat het gebruik van disposables erg gemakkelijk is. Er hoeft in het beleid minder nagedacht te worden over steriliteit. Daarnaast hoeven de disposables nooit te worden gerepareerd en zijn ze altijd scherp [1].

Toch zal dit moeten veranderen omdat het gebruik van disposables dus niet altijd noodzakelijk is en dit wel zorgt voor onnodig extra afval en CO₂-uitstoot. Thema 2 van de Green Deal voor de zorg is dan ook: Het bevorderen van circulair werken. Hierin staat dat er nu veel grondstoffen verbruikt worden en dit in de toekomst anders zal moeten. Er zal minder verspilling van materialen, energie, water en producten moeten plaatsvinden. Er wordt gestreefd naar circulaire inkoop [2].

Omdat hier nog een groot verschil zit tussen de huidige realiteit en de doelen uit de Green Deal, zal in dit artikel de focus op deze categorie liggen. De hoofdvraag is dan ook: Waar liggen de kansen om een ziekenhuis te verduurzamen op het gebied van medische hulpmiddelen. Medische hulpmiddelen worden gebruikt voor het monitoren, diagnosticeren of behandelen van het menselijk lichaam [4].

Om de hoofdvraag te beantwoorden zal van diverse hulpmiddelen de wegwerp- en herbruikbare variant vergeleken worden. Duurzaamheid staat hierbij centraal, maar ook veiligheid, efficiëntie en kosten zijn belangrijke factoren om te vergelijken. Duurzaamheid wordt vergeleken op basis van de levenscyclusanalyse (LCA) van de diverse hulpmiddelen. Daarnaast zal er gekeken worden of er nog andere maatregelen getroffen kunnen worden om een ziekenhuis te verduurzamen op dit gebied.

Als medische apparaten en instrumenten hergebruikt gaan worden, is het schoonmaken ervan erg belangrijk. Zo kan er geen kruisbesmetting plaatsvinden van de ene op de andere patiënt en worden infecties voorkomen [7]. Een van de redenen dat er steeds meer disposables gebruikt worden is het gemak, zo hoeft er niet nagedacht te worden over desinfectie en sterilisatie-technieken [8] [1]. Er zijn wel veel onderzoeken gedaan naar effectieve schoonmaakmethodes, deze zullen ook aan bod komen [6] [9]. Wanneer de herbruikbare variant vaker gebruikt wordt, zal dit zorgen voor minder afval. Echter hebben het schoonmaken en het opnieuw verpakken ook invloed op het milieu [5]. Daarom zal per product gekeken moeten worden wat de meest duurzame optie is. Materialen spelen hierin een belangrijke rol [10].

Duurzaamheid staat in dit artikel centraal, maar in het ziekenhuis staat de veiligheid van de patiënt voorop. Wanneer de duurzame optie meer kans heeft op infectie, zal deze nooit gebruikt worden. Ook kosten zijn een belangrijke drijfveer in de keuzes bij de inkoop. Een duurzamere, maar veel duurdere optie, zal in de realiteit voorlopig niet worden gebruikt. Dit geldt ook voor efficiëntie, als een minder duurzame optie veel beter werkt, dan zal deze alsnog gebruikt worden [6]. Om te kijken waar de kansen liggen om iets te veranderen, en hierdoor een ziekenhuis te verduurzamen, is het dus ook belangrijk deze factoren mee te wegen.

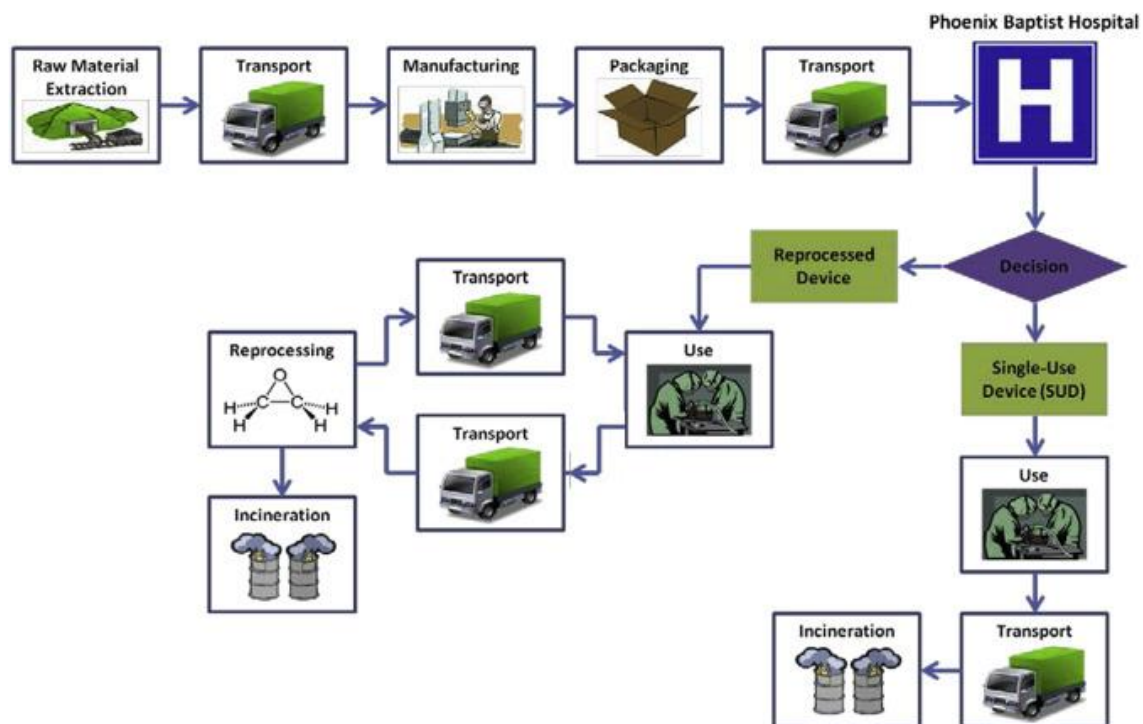
Om dit artikel zo volledig mogelijk te maken is gebruik gemaakt van de beschikbare onderzoeken uit de hele wereld. De LCA's bevatten belangrijke informatie die in ieder land toepasbaar kan zijn. Echter kan het voorkomen dat bepaalde veiligheidsregels of het gebruik van bepaalde medische hulpmiddelen in Nederland anders is dan in het specifieke onderzoek.

Bespreking van de literatuur

In de literatuur zijn er vijf fundamentele principes gemeld om de zorg te verduurzamen en de hoeveelheid afval te verminderen, de 'Five Rs': reduce, reuse, recycle, re-think en research. Deze principes zijn terug te vinden in dit artikel [4].

Er worden wegwerpbare en herbruikbare hulpmiddelen gemaakt, die respectievelijk disposables en reusables worden genoemd. De disposable hulpmiddelen worden ook wel Single Use Devices (SUD's) genoemd. SUD's worden gemaakt om maar eenmalig te gebruiken op één patiënt. Tegenwoordig bestaan er ook herverwerkte SUD's, deze is eenmalig gebruikt en is daarna onderworpen aan aanvullende verwerking, zodat deze toch opnieuw gebruikt kan worden [6]. Reusables zijn geproduceerd om meermalig gebruikt te worden, en deze materialen kunnen dan ook tegen hoge temperaturen en/of verschillende chemische stoffen wat nodig is voor sterilisatie of desinfectie [7].

Reusables en sommige SUD's worden dus herverwerkt. Dit houdt in dat deze hulpmiddelen naar een andere locatie worden gebracht om ze gereed te maken voor nieuw gebruik. Zo wordt het hulpmiddel eerst schoongemaakt [9]. Vervolgens worden ze onderworpen aan testen en controle op zwakke plekken. Daarnaast kunnen scherpe dingen worden geslepen en kunnen er eens in de zoveel tijd sommige onderdelen vervangen worden. Dan worden ze gedesinfecteerd of gesteriliseerd [11]. Het opnieuw verpakken volgens de specifieke richtlijnen van dat product hoort ook bij het herverwerken [6] [12].



Figuur 1: Het proces van reusables en SUD's. [20]

Herverwerken Single Use Devices

Een producent van een SUD produceert deze dus niet met de intentie dat het hergebruikt gaat worden. Toch wordt het uit economische redenen en om afval te verminderen wel veel gedaan [6].

In 2013 adviseerde de EU om het herverwerken van SUD's niet toe te staan. Sinds 2017 is hier echter verandering in gekomen en is er hier omtrent een aantal bepalingen opgesteld in een verordening. De lidstaten zijn verplicht deze verordening uit te voeren, daarnaast mogen ze zelf kiezen of ze een streng of mild regime willen voeren. Eén van de bepalingen houdt in dat lidstaten zorgaanbieders moeten stimuleren om patiënten informatie te geven over het herverwerken van SUD's. Daarnaast dient het herverwerkte hulpmiddel aan dezelfde eisen te voldoen als de nieuwe variant. Ook voor het herverwerken zijn bepaalde vereisten opgesteld. Zo moeten eerst alle mogelijke risico's in kaart gebracht worden, het proces moet gevalideerd worden en tenslotte moeten de resultaten van de prestatietest en mogelijke incidenten kenbaar gemaakt worden. Ook moeten de hulpmiddelen traceerbaar zijn. Het bedrijf of de afdeling waar de SUD wordt herverwerkt, is verantwoordelijk voor de kwaliteit en veiligheid van het hulpmiddel en dus niet de fabrikant.

Wanneer aan de verordening voldaan wordt, mag Nederland verder zijn eigen regime bepalen omtrent het herverwerken van SUD's. Nederland voert hierover een streng regime. Zo zijn er verbodsbepalingen: Het hulpmiddel mag niet in contact zijn geweest met bepaalde weefsels of mensen die bepaalde ziektes hebben. Ook mag het niet vaker worden herverwerkt dan het maximaal aantal keer wat de herverwerker vastgesteld heeft. Daarnaast worden er eisen gesteld aan de verpakking van de herverwerkte SUD. Voor invasieve hulpmiddelen geldt een extra streng beleid waarbij veel controles uitgevoerd moeten worden [11].

Naar het herverwerken van dit soort hulpmiddelen zijn verschillende onderzoeken gedaan. Vaak blijken de SUD's die nu worden herverwerkt voor de veiligheid van de patiënt geen kwaad te kunnen [6] [12]. Echter gaat de schoonmaak van deze hulpmiddelen niet altijd goed [13] [14]. Het blijft dus een lastige kwestie. Er wordt gedacht dat het voorkomt dat een producent een product labelt als een SUD, niet uit oogpunt van veiligheid, maar uit economische redenen. Zo heeft het bedrijf meer omzet, en daarnaast is de producent op deze manier niet aansprakelijk wanneer er iets mis gaat na het herverwerken [15] [14]. Dit zorgt echter wel voor (onnodige) kosten voor het ziekenhuis, extra afval en een grotere impact op het milieu [14]. Het is een ingewikkelde kwestie en het is wel belangrijk om de richtlijnen van de producent te volgen. Om deze reden zal er hier vooral worden gefocust op SUD's, die na één keer weggegooid worden en reusables, die geproduceerd zijn om hergebruikt te kunnen worden.

Classificatie

Medische hulpmiddelen zijn opgedeeld in 3 categorieën. Op grond van infectierisico is in de Spaulding criteria voor iedere categorie bepaald hoe deze moet worden schoongemaakt. De eerste categorie bevat hulpmiddelen met een laag risico voor de patiënt [6]. Dit worden ook wel niet-kritische hulpmiddelen genoemd. Ze komen in contact met de intacte huid en hoeven daarom aan minder strenge veiligheidseisen te voldoen. Deze hulpmiddelen moeten worden gedesinfecteerd [7]. Dit zijn bijvoorbeeld stethoscopen en bloeddrukmeters. De tweede categorie hulpmiddelen, semi-kritische, hebben een middelmatig risico en komen in contact met mucus membranen of niet-intacte huid [9]. Voorbeelden hiervan zijn vaginale specula, compressiehulzen en de meeste endoscopen. 65 tot 75 procent van de herverwerkte SUD's vallen in deze categorie. Ze moeten worden schoongemaakt en daarna op hoog niveau worden gedesinfecteerd. Sterilisatie is bij deze hulpmiddelen vaak ook een optie [9]. De derde categorie hulpmiddelen hebben het grootste risico, ze komen in contact met bloed of weefsel wat normaal steriel is. Dit worden ook wel kritische hulpmiddelen genoemd. Dit zijn bijvoorbeeld chirurgische tangen en geïmplanteerde infusiepompen. Deze moeten aan zeer strenge veiligheidseisen voldoen. Ze moeten worden schoongemaakt en daarna worden gesteriliseerd [6] [7] [9].

Deze schoonmaakeisen zijn er, omdat het bij het hergebruiken van hulpmiddelen erg belangrijk is om kruisbesmetting, van de ene op de andere patiënt, te voorkomen. Wanneer de transmissie van micro-organismen niet wordt voorkomen, kan dit leiden tot infecties [16].

Schoonmaaktechnieken

Het hulpmiddel moet eerst visueel schoon worden gemaakt. Dit moet het personeel zo snel mogelijk na gebruik doen [9]. Daarna worden de desinfectiemethodes toegepast. Er bestaan verschillende chemicaliën die gebruikt worden als desinfectiemiddelen. Deze worden onderverdeeld in Low-Level Desinfectant (LLD), Intermediate-Level Desinfectant (ILD) en High-Level Desinfectant (HLD). LLD is een proces waarbij de meeste vegetatieve bacteriën, een paar schimmels en omhulde virussen gedood worden. Deze virussen hebben een omhulsel van lipiden, zoals influenza, hepatitis B en C en HIV. ILD kan alle vegetatieve bacteriën, myobacteriën, schimmels, en zowel omhulde als niet omhulde virussen doden. HLD kan naast dit ook nog een aantal bacteriële sporen doden [9]. Thermische desinfectie en pasteurisatie hebben datzelfde effect. Bij thermische desinfectie moet de temperatuur gedurende een minuut hoger zijn dan 90° Celsius [17]. Sterilisatie is een proces wat er voor zorgt dat een hulpmiddel vrij gemaakt wordt van alle levensvatbare micro-organismen. De kans dat er een levend organisme achter blijft per gesteriliseerde eenheid moet kleiner zijn dan één op de miljoen [17]. Er bestaat stoomsterilisatie, door middel van een autoclaaf, wat gebruikt wordt voor medische hulpmiddelen die hitte kunnen verdragen. Voor hulpmiddelen die dit niet kunnen verdragen, wordt er chemische sterilisatie of gammasterilisatie gebruikt [9]. Voor elk medisch hulpmiddel moet een handleiding geschreven worden, de Manufacturer's Instructions For Use (MIFU). Hierin staat onder andere welke schoonmaaktechniek er gebruikt zal moeten worden [9]. Voor niet-kritische hulpmiddelen zal dit het desinfecteren met LLD of ILD zijn. Voor de semi-kritische hulpmiddelen is dit desinfecteren met HLD of sterilisatie. Sterilisatie is voor kritische hulpmiddelen altijd verplicht [9].

Het herverwerken van medische hulpmiddelen mag alleen gedaan worden door speciale bedrijven of op bepaalde afdelingen. Het hierheen transporteren van de producten wordt gedaan in speciale

containers. Organisch materiaal mag niet opdrogen op de hulpmiddelen en deze zullen daarom vochtig worden gehouden. Voor een ruimte, waarin de medische hulpmiddelen worden schoongemaakt, gelden strikte eisen [18]. Het is belangrijk hierop te letten, want wanneer een ziekenhuis een reusable wil gaan inkopen, moet er in de omgeving zo'n ruimte ter beschikking zijn om dit product volgens de regels te kunnen herverwerken [9].

Mede hierom is het bij het ontwerpen van een reusable al belangrijk om na te denken over hoe het moet worden schoongemaakt. Het ontwerp heeft namelijk erg veel invloed op hoe makkelijk en goed iets schoon te maken is. Het ontwerp van sommige Reusable Surgical Instruments (RSI's) zorgt ervoor dat het met de standaard schoonmaaktechniek niet mogelijk is om al het biologisch materiaal te verwijderen. Een ontwerp maken wat volledig gedemonteerd kan worden zou hier een oplossing voor kunnen zijn. Zo kan elk onderdeel goed worden schoongemaakt [19].

Levenscyclusanalyse

Om uit te zoeken wat per hulpmiddel de meest duurzame optie is, is het belangrijk alle facetten mee te nemen. Hiervoor wordt wereldwijd gebruik gemaakt van een levenscyclusanalyse, Life Cycle Assessment (LCA). Hierbij wordt er gekeken naar de milieu-impact van de grondstofwinning, de productie (inclusief verpakkingsmateriaal), het transport, het gebruik en de afvalverwerking van een product [1]. Dit leidt tot een overzicht van de input en output van energie en materialen, de effecten op het milieu daarvan en hoe deze resultaten geïnterpreteerd moeten worden om de meest duurzame keuze te kunnen maken. Met duurzaamheid wordt hier bedoeld dat er gelet wordt op de impact op de natuurlijke omgeving, maar ook op de menselijke gezondheid en grondstofbronnen. Zo heeft luchtvervuiling bijvoorbeeld invloed op de gezondheid van de mens. Een LCA bestaat uit vier stappen. De eerste stap is het definiëren van het doel en het toepassingsgebied. Hierbij moet er bijvoorbeeld gekeken worden of het de bedoeling is dat een product herverwerkt wordt. Wanneer dit het geval is, moet er ook rekening gehouden worden met het transport van en naar het herverwerkingsbedrijf en moet er gekeken worden hoe vaak een het product herverwerkt kan worden. De tweede stap is de inventaris analyse. Ook wel de Life Cycle Inventory Analysis (LCI) genoemd. Hierbij wordt een hulpmiddel volledig gedemonteerd, om precies te kunnen wegen hoeveel er van welk materiaal is gebruikt. Er wordt gekeken wat er wordt verbruikt bij het desinfectie/sterilisatie proces. Ook het water- en elektriciteit-verbruik wordt hierin meegenomen. Bij de derde stap wordt de impact beoordeeld, de Life Cycle Impact Assessment (LCIA) genoemd. Dit gaat met behulp van een berekening die rekening houdt met klimaatverandering, kankerverwekkende en respiratoire effecten. De laatste stap gaat over de interpretatie. Elke voorgaande stap wordt bij langsgedaan en geëvalueerd [20]. Door gebruik te maken van LCA's is het makkelijk te vergelijken welk product het meest duurzaam is. Daarnaast wordt er met deze methode voorkomen dat het probleem verplaatst wordt. Zo kan het niet gebeuren dat een product op één vlak duurzamer wordt gemaakt en het daardoor op een ander vlak juist minder duurzaam is, bijvoorbeeld dat het gebruik van duurzamere grondstoffen leidt tot een schadelijkere schoonmaaktechniek of dat het verminderen van waterverbruik leidt tot meer CO₂-uitstoot. Ook kan het anders gebeuren dat een verandering zorgt dat er in Nederland minder luchtvervuiling is, maar in China, waar het geproduceerd wordt, juist veel meer. Omdat een LCA rekening houdt met de hele levenscyclus van een product wordt dit snel zichtbaar [21]. Zo kunnen twee verschillende producten op een valide manier vergeleken worden.

Afdelingen

In dit artikel wordt per afdeling gekeken naar onderzoeken van producten waarbij SUD's en reusables vergeleken zijn. Er wordt hier rekening gehouden met diverse punten, zoals duurzaamheid, veiligheid, efficiëntie en kosten. Hierin wordt ook rekening gehouden met hoe een hulpmiddel schoongemaakt moet worden. Om dit overzicht kort te houden, wordt niet elke LCA tot in detail uitgewerkt. Per hulpmiddel zal een ander deel worden uitgelicht. De details van de onderzoeken zijn terug te vinden in de bijgevoegde referenties.

-Anesthesie

Larynxmaskers, Laryngeal Mask Airways (LMA), worden gebruikt om de luchtwegen van een patiënt open te houden. Dit is een alternatief voor intubatie, ze hebben minder bijwerkingen en zijn makkelijker in te brengen. LMA's worden gebruikt bij algehele anesthesie of bewusteloosheid. Bij een LCA van een disposable en een reusable variant, werd gekeken naar een gebruik van 40 keer. De disposable bestaat voornamelijk uit polyvinyl chloride (PVC), de reusable vooral uit siliconen. Bij de disposable zorgde de productie van polymeren, de verpakking en het afvalmanagement voor de meeste impact. Bij de reusables was dit het schoonmaken en steriliseren. Ondanks dit schoonmaakproces, is de impact van de reusables vele malen kleiner dan van de disposables. Nieuwe autoclaven blijken energie-efficiënter dan oudere. Wanneer er toch gekozen wordt voor disposables, zijn varianten met andere materialen dan PVC beter. Een andere manier om de impact te verlagen, is het bestellen van een grote hoeveelheid bij een lokale distributeur. Hierdoor hoeven ze niet via een vliegtuig vervoerd te worden [22].

Er bestond eerst alleen een reusable variant, totdat er in de jaren 90, veel zorgen waren over het infectierisico. Dit ging vooral om het overbrengen van de prionziekte. Hierom werd er een single-use masker ontworpen [23]. De prionziekte wordt ook wel de Creutzfeldt-Jacob ziekte genoemd. In een paar gevallen is de oorzaak van overdracht van deze ziekte gelinkt aan instrumenten. Deze gevallen zijn allemaal gerapporteerd vóór 1976. Inmiddels zijn de sterilisatie procedures sterk verbeterd. Daarnaast moeten reusable en disposable maskers aan hetzelfde veiligheidsprofiel voldoen [22].

Wel laat een vergelijking tussen twee specifieke merken zien dat de disposable zorgt voor betere afdichting. Na 20 minuten is er nog geen verschil te zien, maar na 40 en 60 minuten wel. Ook hebben minder patiënten last van keelpijn na de operatie [23].

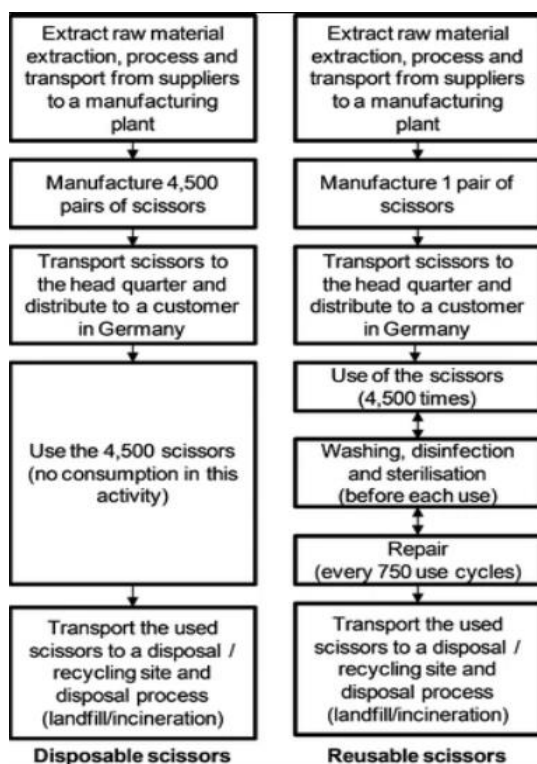
Een korte berekening laat zien dat het gebruik van reusables niet duurder is. Een nieuwe kost 200 dollar, wat bij gebruik van 40 keer, resulteert in 5 dollar per gebruik. De schoonmaakprocedure kost zo'n 3 dollar, wat voor een totaal van 8 dollar per gebruik zorgt. Het gebruik van een nieuwe disposable kost 9.60 dollar. Wanneer een reusable vaker gebruikt kan worden, wordt dit verschil alleen maar groter [22]. De reusable LMA's zijn dus duurzamer en goedkoper, er zijn geen verschillen meer in infectierisico's, alleen de disposable zorgt voor iets betere afdichting en minder kans op keelpijn.

-Chirurgie

De operatiekamer blijkt de meest vervuilende tak van het ziekenhuis. Het ventilatiesysteem en de apparatuur verbruiken veel stroom, er wordt gebruik gemaakt van schadelijke narcosegassen en bovenal wordt er heel veel afval geproduceerd. Ongeveer 70% van al het ziekenhuisafval komt van de OK [13]. Recyclen zou zowel financieel als voor het milieu beter zijn.

Voor een operatie wordt er een set aan instrumenten klaargelegd. Deze worden uit de (steriele) verpakking gehaald. Tijdens de operatie gebruikt een chirurg echter niet alle instrumenten. Omdat deze niet-gebruikte instrumenten niet meer in hun verpakking zitten en eventueel wel besmet kunnen zijn, moeten ook die instrumenten worden weggegooid of worden herverwerkt. Uit onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid instrumenten vaak gereduceerd kan worden [13].

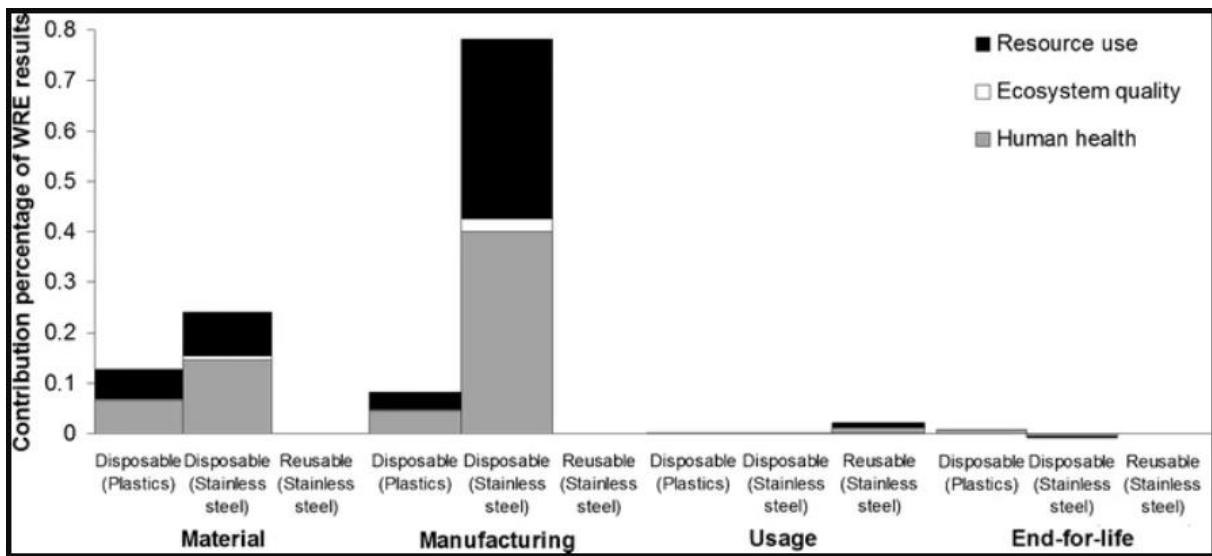
Op de OK worden er veel wegwerp instrumenten gebruikt. Zo worden er disposable scharen van roestvrijstaal of van vezelversterkt kunststof gebruikt, maar er bestaan ook reusable scharen van roestvrijstaal. Een LCA wijst uit dat de disposable van roestvrijstaal het meest belastend is voor het milieu, en de reusable van roestvrijstaal het minst. De disposable van kunststof zit hier tussen in. Daarnaast is er ook een Total Cost of Ownership (TCO) uitgevoerd. Hierbij worden de directe en indirecte kosten van een product meegenomen. Deze verschillen waren kleiner, maar ook economisch gezien blijkt de reusable roestvrijstalen schaar de beste optie, al hangt dit wel af van de gebruikte sterilisatie methode. Deze resultaten zijn gebaseerd op een gebruik van 4500 keer. Ook de mogelijke reparaties van de reusables zijn hierin meegenomen. Deze combinatie van zowel de milieu-impact als de kosten, heet eco-efficiëntie (E/E). Bij deze E/E-methode wordt de economische waarde gedeeld door de milieuschade [24].



Figuur 2: Levenscycli van disposable en reusable scharen, onderdeel van stap 1 van de LCA [24].

Life cycle activities	Description		
	4,500 (disposable)	4,500 (disposable)	1 (reusable)
Raw material types of core materials and their supplier locations	Plastics, Europe and Asia	Stainless steel, Europe and Pakistan	Stainless steel, Europe and Asia
Transportation used from suppliers to a manufacturing plant and the plant back to the head quarter	Road and water	Air, road and water	Air, road and water
Electricity consumption used by manufacturing processes at the manufacturing plant	Asia	Pakistan	Asia
Delivery transportation	Road transportation used from the head quarter to a customer for distance of 500 km		
Electricity and transportation used during the 4,500 use cycles	N/A	N/A	4,500 washing, disinfection, and sterilisation cycles and 5 repair and service cycles
Road transportation and disposal processes	100 % recycling steel and 100 % incineration for other materials		

Figuur 3: Overzicht van de diverse activiteiten, onderdeel van stap 2 van de LCA [24].



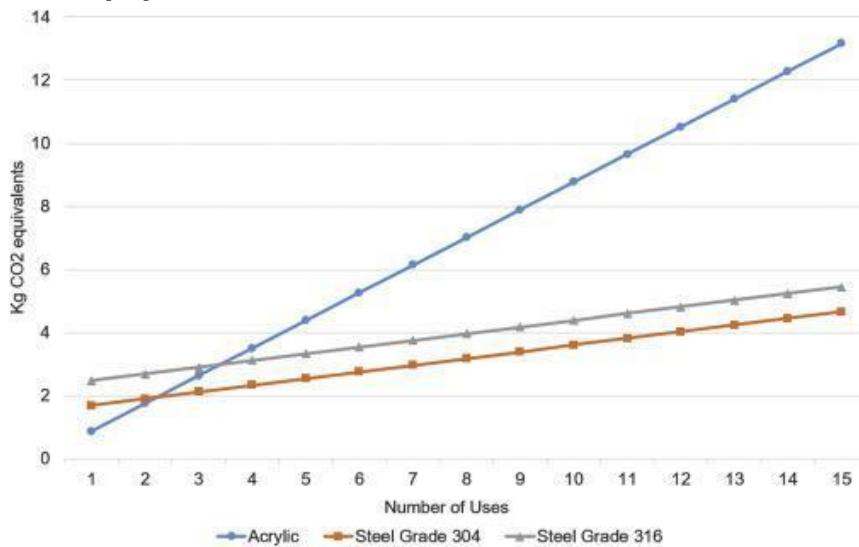
Figuur 4: Impact per proces per variant van de schaar, stap 3 van de LCA [24].

Bij biopsietangen, bijvoorbeeld voor gastro-intestinale endoscopieën, worden tegenwoordig ook veel reusables vervangen door disposables. Ze komen in contact met de bloedstroom en vallen dus onder de kritische hulpmiddelen. De reusables blijken meer kosten-effectief te zijn. Een extra opening bij de bovenkant van de reusable tangen, zorgt ervoor dat er schoonmaakmiddel door de interne ruimte kan, hierdoor is deze goed schoon te maken. Disposables hebben alleen een opening aan de onderkant, hierdoor is het herverwerken van SUD's niet mogelijk. Daarnaast zijn deze fragiel en kunnen ze hierdoor beschadigd raken. Er wordt geschat dat kruisbesmetting door het gebruik van reusables voorkomt bij ongeveer 1 op de 1,8 miljoen procedures [25].

-Gynaecologie

In de gynaecologie wordt er veel gebruikt gemaakt van vaginale specula. Dit is een hulpmiddel dat de vagina open kan houden en wordt gebruikt tijdens algemene onderzoeken, diagnostische en chirurgische procedures. Ook huisartsen maken gebruik van dit hulpmiddel. Er zijn op dit moment verschillende varianten op de markt, onder andere een herbruikbare van roestvrijstaal en een wegwerpbaar van acryl (plastic). De herbruikbare variant kan worden herverwerkt met high-level desinfectant of met stoomsterilisatie. Er werd, zoals altijd bij een LCA, gekeken naar grondstoffen, transport, productie, verpakkingsmateriaal, gebruik, desinfectie/sterilisatie en afvalverwerking. De

herbruikbare specula worden opnieuw verpakt. Het verpakkingsmateriaal komt bij het normale afval terecht [27].



Figuur 6: De grafiek geeft de hoeveelheid CO₂-uitstoot per gebruik weer. Roestvrijstaal 316 bevat een hogere concentratie molybdenum in vergelijking tot de 304 variant, wat zorgt voor beter weerstand tegen corrosie. Er is te zien dat hoe vaker het hulpmiddel gebruikt wordt, hoe meer de CO₂-uitstoot wordt verminderd wanneer de roestvrijstalen te gebruiken [27].

De LCA wijst uit dat over een tijdsbestek van 1 jaar in het onderzochte Amerikaanse ziekenhuis, de roestvrijstalen variant voor 75% minder CO₂-uitstoot zorgt. Ook de hoeveelheid afval wordt fors verminderd [27].

Een ander onderzoek wijst uit dat er ook bij operaties in de gynaecologie veel instrumenten (180) klaar liggen, maar dat er slechts een klein percentage van gebruikt wordt. Gemiddeld is dat 20,5 procent. Alle blootgestelde instrumenten worden weggegooid of herverwerkt. Gemiddeld kost dat 3,19 dollar per instrument [28].

In Amerika is ook een onderzoek gedaan naar de LCA van een veel voorkomende hysterectomie procedure. Bij hysterectomie wordt de baarmoeder verwijderd. Dit kan op verschillende manieren gebeuren. Nieuwere technieken, zoals laparoscopische en robotische operaties zijn minimaal invasief en zorgen voor minder pijn en sneller herstel dan vaginale of abdominale operaties. Echter wordt er hierbij wel meer verpakkingsmateriaal, plastic en disposable elektronische hulpmiddelen verbruikt. Vooral dit laatste heeft grote impact op het milieu. Hieruit is onder andere geconcludeerd dat het herverwerken van SUD's al beter is dan ze gelijk weggooiden, maar dat het gebruik van reusables alsnog de minste impact heeft op het milieu. Hierbij is er vanuit gegaan dat een reusable ongeveer 300 keer gebruikt kan worden. Van het veroorzaakte afval kan 4 - 8% gerecycled worden. Dit zou omhoog gebracht kunnen worden naar 45 - 60% [3].

-Keel-, Neus-, en Oorheeskunde

Laryngoscopen worden gebruikt om de larynx, het strottenhoofd, te inspecteren. Het kan bijvoorbeeld gebruikt worden om een slang in de luchtpijp te plaatsen, dit heet intubatie. De plastic en metalen SUD's en de roestvrijstalen reusable laryngoscoop bestaan alle drie uit een handvat en een afneembaar blad. Dit blad wordt ook wel de spatel genoemd. De spatel van de plastic SUD is

soms vervormbaar, waardoor het moeilijker te zien is. Hierom is er ook een metalen SUD op de markt gekomen [29]. Ook zorgt de spatel van een plastic SUD vaker voor complicaties wanneer het gebruikt wordt in een noodsituatie [30]. De metalen spatel van de reusable behoort tot de semi-kritische hulpmiddelen en moet behandeld worden volgens High-level desinfectie, het handvat volgens de Low-level desinfectie. Echter wordt het handvat verschillend geclassificeerd, daarom wordt aangeraden de MIFU te volgen voor het schoonmaken. In het handvat zitten batterijen of een accu.

Naast de LCA werd er een Life Cycle Costing (LCC) procedure uitgevoerd. Een LCC houdt ook rekening met alle facetten van een product, zoals inkoop, herverwerking, renovatie en afvalverwerking. Het handvat van de reusable zou 4000 keer gebruikt moeten kunnen worden, waarbij hij elke 40 keer gerenoveerd moet worden. Hierbij moeten het lampje en de scharnierpinnen soms vervangen worden. De spatel bestaat uit een roestvrijstalen blad en een lichtbuis. De lichtbuis kan 500 keer mee, voor het blad is dit niet gegeven, daarom wordt er 4000 keer genomen. Na het herverwerken van de reusables worden ze verpakt met dezelfde soort verpakking als de disposables. Hierin zit dus geen verschil. Zowel de reusable als de metalen SUD maakt gebruik van 2 alkaline C-batterijen. Deze gaan ongeveer even lang mee. Ze worden vervangen bij de renovatiebeurt na 40 keer gebruik, of als ze eerder op zijn. De plastic SUD maakt gebruik van 3 kleine lithium ion batterijen, en deze batterijen worden na gebruik weggegooid [29].

Uit een studie is gebleken dat bij het gebruik in noodsituaties van de spatel van een metalen SUD het minder vaak voorkomt dat de eerste poging van inbrengen mislukt, dan bij een reusable spatel. Ook komt het minder vaak voor dat er een slecht beeld van de larynx wordt weergegeven [30]. Er blijkt dat de spatel van een plastic SUD een hogere faalkans heeft dan een metalen reusable spatel in zowel de operatiekamer als in een noodsituatie [31] [32]. Daarnaast was de duur van intubatie 30% langer bij een plastic SUD, wat komt door de complicaties, die ook 3x zo vaak voorkwamen [31]. Kortom in noodsituaties blijkt een metalen SUD spatel beter te presteren dan een reusable metalen spatel. Een reusable metalen spatel blijkt in alle gevallen beter dan een plastic SUD spatel [30].

Zowel het handvat als de spatel van de plastic SUD zorgden voor meer CO₂-equivalenten als de reusable. De emissies van de metalen SUD's waren nog veel hoger dan die van plastic. Voor het schoonmaken van de spatel wordt gekozen voor sterilisatie of voor high-level desinfectie. Dit laatste zorgt voor een stuk minder emissies. Wat onverwacht was, is dat Low-level desinfectie niet het minst schadelijk voor het milieu is. LLD zorgt voor meer broeikasgasemissie dan HLD, en zelfs voor meer ozonafbrekende emissies dan sterilisatie. In andere categorieën van verontreinigende stoffen was het gelijk aan sterilisatie. Dit komt door de productie van de chemicaliën die gebruikt worden bij de LLD doekjes. Uit milieu-perspectief is het dus belangrijk dat de reusables niet overdreven worden schoongemaakt. Bij het schoonmaken van de handvaten moeten niet teveel desinfecterende doekjes gebruikt worden en sterilisatie is niet nodig. Er is onderzocht dat het overdreven schoonmaken van reusables het infectierisico niet significant verlaagd. Het verschil in infectierisico tussen SUD's en reusables is bij dit hulpmiddel ook niet significant. Wanneer een reusable handvat vaker dan 4-5 keer gebruikt kan worden, en een blad vaker dan 5-7 keer, voordat het kapot gaat, is een reusable ook economisch voordeliger [29]. Samengevat is het gebruik van reusable metalen laryngoscopen dus het best voor het milieu én het goedkoopst. Het infectierisico wordt niet verhoogd. Een reusable metalen spatel zorgt voor minder complicaties dan een plastic SUD spatel. In noodsituaties presteert een metalen SUD spatel echter het best.

Bij tonsillectomie, het operatief weghalen van de amandelen, worden veel disposable instrumenten gebruikt die niet gerecycled kunnen worden. Ook hierbij zijn er weer een hoop instrumenten waarvan de verpakking wel wordt opengemaakt, maar die vervolgens niet gebruikt worden. In het ziekenhuis waar dit onderzoek werd uitgevoerd, bleek dat 12 van de 40 disposable producten geëlimineerd zouden kunnen worden. Wat het lastig maakt, is dat het tussen artsen kan verschillen welk instrument gebruikt wordt [33].

-Longziekten

Een onderzoek naar het verschil in kosten tussen disposable en reusable fiberoptische bronchoscopen, wees uit dat dit dichtbij elkaar ligt. De reusable bronchoscopen waren echter iets goedkoper. Er werd aangeraden de disposables alleen te gebruiken bij noodsituaties, bijvoorbeeld als tracheale intubatie erg moeilijk is [34].

In een andere studie werden diverse disposable vernevelaars vergeleken met een reusable variant. In dit geval werden ze gebruikt om tobramycine toe te dienen aan patiënten met cystische fibrose. Geen van de disposables bleek zo goed te zijn als de reusable. Dit werd gebaseerd op verschillende aspecten, zoals de gebruiksduur, de geïnhaleerde massa, de concentratie van het medicijn en de deeltjes massa [35].

-Maag-, Darm- en Leverziekten

Een laparoscoop is een instrument om een kijkoperatie in de buikholte uit te voeren. Het instrument bevat een smalle buis met aan het einde een lamp en een lens. In de onderste rand van de navel wordt een incisie gemaakt, vervolgens ook in de buikholte en zo kan de laparoscoop naar binnen. Dit wordt ook wel minimaal-invasieve chirurgie genoemd. Er zijn diverse onderzoeken gedaan naar de verschillen in single-use en reusable instrumenten die gebruikt worden bij een laparoscopisch onderzoek. Er kunnen meerdere openingen gemaakt worden, waardoor instrumenten als zuigers, tangen, scharen en naaldvoerders naar binnen kunnen. Er wordt gezegd dat zowel economisch als duurzaam gezien reusable instrumenten voordeel hebben. Hier is echter niet heel veel bewijs voor [36]. In een onderzoek wat specifiek gericht is op het laparoscopisch weghalen van de galblaas blijkt dat het 19 keer duurder is om disposable instrumenten te gebruiken. Dit komt omdat de inkoopprijs best hoog is en de prijs voor het herverwerking van reusables veel lager [37].

Het blijkt bijna nooit voor te komen dat single use instrumenten duidelijke voordelen hebben op het gebied van veiligheid, infectierisico, gebruiksgemak of kwaliteit. Single use instrumenten worden gemaakt in massaproductie, hierdoor kan de kwaliteit zelfs minder zijn en daarnaast worden ze soms niet zo nauwkeurig gecheckt als reusables tijdens de herverwerking. Bij het gebruik van bijvoorbeeld een reusable trocar is het wel erg belangrijk dat het ziekenhuis in staat is om ze na gebruik te slijpen. Wanneer dit niet gedaan wordt, is het maken van de insertie moeilijker en ontstaan er onnodige risico's [36].

Bij een onderzoek naar een energieapparaat wat gebruikt wordt voor het laparoscopisch opereren van een liesbreuk, werden een disposable ultrasone en een reusable monopolaire variant vergeleken. Er bleken geen voordelen te zitten aan de disposable, daarnaast was de operatietijd met een reusable zelfs significant lager [38].

-Nefrologie

Bij patiënten met slechtwerkende nieren moet het bloed gezuiverd worden door een dialyseapparaat. Uit dit onderzoek blijkt dat het herverwerken van reusable dialysatoren zorgt voor een groter risico op infecties in de bloedbaan. Elke keer extra dat een dialysator gebruikt werd, nam het risico op de *B. cepacia* en *S. maltophilia* bacteriën toe. Dit was echter wel een kleinschalig onderzoek [39].

-Orthopedie

Ook bij deze operaties worden veel verschillende instrumenten klaargelegd, waarvan sommige niet worden gebruikt [33]. Daarnaast zijn er verschillende maten implantaten beschikbaar, waarvan er maar één wordt gebruikt. Om een implantaat te plaatsen moeten er eerst diverse gaten geboord worden, waar de schroeven moeten komen. Na het boren van een gat in een bot, worden orthopedische dieptemeters gebruikt om de diepte van het gat te meten. Bij het hergebruiken van deze hulpmiddelen werd ook duidelijk dat het ontwerp veel invloed heeft op hoe goed iets schoongemaakt kan worden. Deze dieptemeters kunnen niet goed worden vrijgemaakt van biologisch materiaal, dit zorgt voor zogenoemde Surgical Site Infections (SSI's). Dit gebeurt vooral bij hulpmiddelen met smalle holte en hulpmiddelen met meerdere componenten, hierdoor bevatten ze moeilijk bereikbare ruimtes. Daarom is het beter disposables te gebruiken. Een duurzamere oplossing zou het verbeteren van de schoonmaakprocedure zijn, of het aanpassen van het ontwerp [40].

-Urologie

Voor flexibele ureteroscopie, het operatief verwijderen van stenen uit de urineleider, bestaan er zowel reusable als disposable scopen. Complicaties komen bij beide varianten even vaak voor, ook lukt het succesvol verwijderen even vaak [41] [42]. Ook de duur van de operatie is hetzelfde [42]. Er wordt vaak gezegd dat het hergebruiken voor kruisbesmetting zorgt, maar dit is bij dit hulpmiddel nooit bewezen. De reusable variant blijkt het meest kosten- effectief. De single-use ureteroscopen kunnen wel gerecycled worden [41]. Uit een vergelijking in milieu impact bleek dat de twee varianten gelijkwaardig zijn. Hierin is meegenomen dat een reusable 180 keer meegaat, en na elke 16x gerepareerd wordt. Er werd gekeken naar de hoeveelheid gegenereerd afval en geconsumeerde energie. Dit werd evenredig uitgedrukt in hoeveelheid CO₂ (kg van CO₂). De single-use variant zorgde zo voor 4.43 kg CO₂ en de reusable variant voor 4.47 kg CO₂ per gebruik [43].

-Vaatchirurgie

Er bestaan katheterkits, die gebruikt worden bij het inbrengen van centrale veneuze katheters in operatiekamers. Deze kit kan zowel single-use als reusable zijn. De reusable kits waren goedkoper, ook als het (schoonmaak-) werk wordt meegerekend. Een LCA wees uit dat bij de reusable variant, de sterilisatie voor de grootste milieu-impact zorgde. Bij de disposable was dit het produceren van de plastic- en metalen elementen. Wanneer de elektriciteit die het ziekenhuis gebruikt wordt opgewekt door bruinkool, zijn de milieu-kosten van de reusable groter. Het is belangrijk om te onderzoeken hoe er minder water en stroom gebruikt kan worden bij het schoonmaken en de sterilisatie. In dit geval is het gebruik van disposables dan duurzamer [44].

Vergelijkende discussie

Duurzame medische hulpmiddelen

Diverse LCA's van diverse medische hulpmiddelen zijn vergeleken, om te kijken welke variant het meest duurzaam is. Bij de inkoop van medische hulpmiddelen spelen veiligheid, efficiëntie en kosten op dit moment de belangrijkste rol.

Tabel 1: Een overzicht van welke variant van het medische hulpmiddel het best scoort op de diverse factoren. Een X houdt in dat er geen significant bewijs is, er onduidelijkheid over is of dat er nu geen onderzoek over gevonden is.

	Duurzaamheid	Veiligheid	Efficiëntie	Kosten
Chirurgische schaar	Roestvrijstalen reusable	X	X	Roestvrijstalen reusable
Biopsie tangen	X	X	X	Reusables
Vaginale specula	Roestvrijstalen reusable	X	X	X
Hysterectomie instrumenten	Reusables	X	X	X
Larynxmaskers	Reusables	Geen verschil	Disposables	Reusables
Laryngoscopen	Metalen reusable	Geen verschil	In noodsituatie: Metalen SUD	Metalen reusable
Bronchoscopen	X	X	X	Reusable
Vernevelaars	X	X	Reusable	X
Laparoscopische instrumenten	Reusable	X	X	Reusable
Energieapparaat bij laparoscopie	X	X	Monopolaire reusable	X
Dialyseapparaat	X	Disposable	X	X
Orthopedische dieptemeter	X	Disposable	X	X
Ureteroscopen	Geen verschil	X	Geen verschil	Reusable
Katheterkits	Disposable	X	X	Reusable

Om een ziekenhuis te verduurzamen op het gebied van medische hulpmiddelen zou het dus goed zijn gebruik te maken van reusable chirurgische scharen, vaginale specula, hysterectomie instrumenten, larynxmaskers, laryngoscopen en laparoscopische instrumenten.

Het is wel belangrijk rekening te houden met het feit dat alle LCA's in dit artikel zijn uitgevoerd bij één bepaald ziekenhuis, of een selectie van een paar ziekenhuizen. De plek waar dit ziekenhuis staat bepaalt hoe lang de reistijden zijn van de grondstoffen naar de fabriek, hoe het product naar het ziekenhuis vervoerd wordt en of dit per boot kan of per vliegtuig gaat. Ook maakt het uit waar de reusables worden herverwerkt, hoeveel water en elektriciteit er bij de schoonmaaktechniek wordt gebruikt en hoe die elektriciteit wordt opgewekt. Zo zijn er nog meer factoren die per ziekenhuis kunnen verschillen. De LCA's van de medische hulpmiddelen beschreven in dit artikel geven wel een goed voorbeeld. Wanneer het verschil in duurzaamheid tussen de reusable en disposable in de uitgevoerde LCA erg groot blijkt te zijn, zal dit in de meeste gevallen ook waar zijn. Echter is het dus

belangrijk te kijken naar de waardes die gebruikt zijn bij de LCA en te kijken hoe die verschillen met de specifieke situatie van een ander ziekenhuis. Zo kan er besloten worden of een al uitgevoerde LCA ook hier relevant is, of dat er een nieuw LCA gemaakt zal moeten worden om een weloverwogen keuze te maken.

In de tabel lijkt het erop dat in de meeste gevallen blijkt dat de reusable variant het meest duurzaam is.

Andere verduurzamingsmaatregelen

Naast deze specifieke producten zijn er nog een aantal punten uit de literatuur naar voren gekomen die een ziekenhuis kunnen verduurzamen op het gebied van medische hulpmiddelen.

Voordat een ziekenhuis besluit om een reusable variant in te kopen, is het van belang uit te zoeken hoe deze moet worden behandeld volgens de MIFU. Er moet in de buurt van het ziekenhuis de beschikking zijn over een schoonmaakruimte met de juiste faciliteiten. Ook moet het onderhoud juist uitgevoerd kunnen worden.

Als er toch gekozen wordt voor een disposable variant zou het helpen om uit te zoeken of het materiaal gerecycled kan worden. Daarnaast is het dan het meest duurzaam om in grote hoeveelheden in te kopen bij een lokale producent.

Er is gebleken dat er bij een chirurgische ingreep vaak onnodig veel instrumenten worden klaargelegd [28]. Het zou, naast dat het veel kosten bespaart, ook beter zijn voor het milieu als chirurgen goed bekijken wat er per operatie wel en niet nodig is om direct klaar te hebben liggen. Wanneer dit erg per chirurg of per ingreep verschilt, zouden er diverse lijsten opgesteld kunnen worden. Zo is meteen duidelijk wat per chirurg en per ingreep klaargelegd moet worden.

Aangezien de schoonmaakprocedure vaak het meest milieubelastende onderdeel is in de LCA van een reusable, is het belangrijk dit zorgvuldig uit te voeren. Er bleek dat Intermediate en High level Desinfectie de meest duurzame schoonmaaktechnieken zijn. Producenten moeten kijken of deze technieken kunnen worden toegepast op het materiaal van hun product en dezelfde veiligheid kan waarborgen. Mogelijk kan dit dan vaker gebruikt worden dan Low level desinfectie en sterilisatie. De ziekenhuizen kunnen dit echter niet zelf gaan doen, want ze worden geacht de schoonmaaktechniek aan te houden die in de MIFU beschreven staat.

Wel is het belangrijk dat er in een ziekenhuis gelet wordt op het feit dat reusable instrumenten niet overdreven worden schoongemaakt. Zoals het gebruik van extra desinfectie doekjes of sterilisatie wanneer dit niet nodig is. Dit blijkt het infectierisico niet naar beneden te brengen, maar geeft het milieu wel onnodige schade.

Daarnaast is het belangrijk dat een schoonmaakapparaat niet onnodig wordt aangezet, maar met het maximale aantal hulpmiddelen erin.

Tenslotte zou de overheid voor meer toezicht kunnen zorgen op het labelen van de hulpmiddelen. Nu wordt een hulpmiddel soms als SUD gelabeld uit economisch oogpunt van de producent. Toezicht zou ervoor kunnen zorgen dat dit alleen met gegronde redenen, uit het belang van de veiligheid van de patiënt, gedaan mag worden.

Bewustzijn

Het is voor de toekomst van onze wereld belangrijk dat er gekeken wordt naar duurzamere keuzes in de gezondheidszorg. In veel artikelen staat beschreven dat het de trend is om steeds meer reusables te vervangen door disposables. Dit is het tijdperk van de single-use devices, en dat baart zorgen. Er moet bewustzijn gecreëerd worden. Nu houden ontwerpers van medische hulpmiddelen rekening met erg veel factoren; veiligheid, functie, gebruiksgemak, kosten, enzovoort [3]. Duurzaamheid moet ook op dit lijstje komen te staan.

Daarnaast zou meer onderzoek moeten worden uitgevoerd naar het verduurzamen van medische hulpmiddelen. In tabel 1 staat nog vaak een 'X', oftewel er is geen significant bewijs, er is onduidelijkheid over of er is geen onderzoek over gevonden.

In de toekomst moet er bij het ontwerpen van hulpmiddelen beter worden opgelet hoe de milieu-impact zo laag mogelijk gehouden kan worden: hoe het kan worden herverwerkt om te kunnen hergebruiken, hoe er zo min mogelijk energie verbruikt wordt bij de productie en bij het gebruik, en welke materialen het meest duurzaam zijn. Op dit moment wordt dit allemaal erg weinig gedaan [3]. Ook artsen moeten beseffen wat ze allemaal weggooien. We kunnen wel alle patiënten beter maken, maar als we de aarde kapot maken, schieten we hier uiteindelijk niks mee op. Als iedereen zich hiervan bewust is en van de impact op onze wereld, zullen mensen automatisch andere keuzes gaan maken. De hoofdvraag van dit artikel was: Waar liggen de kansen om een ziekenhuis te verduurzamen op het gebied van medische hulpmiddelen? In dit artikel zijn er verscheidene antwoorden op gegeven, maar één ding is zeker; er liggen genoeg kansen.

Literatuurlijst

1. Heijnen J. De OK als afvalfabriek, Disposables: duurbetaald gemak. Ntvg. 2020;
2. Green Deal. Duurzame Zorg voor een Gezonde Toekomst. 2018 [Accessed May 2020].
3. Thiel C, Eckelman M, Guido R, Huddleston M, Landis A, Sherman J et al. Environmental Impacts of Surgical Procedures: Life Cycle Assessment of Hysterectomy in the United States. *Environmental Science & Technology*. 2015;49(3):1779-1786.
4. Elabed S, Belal A, Shamayleh A. Sustainability of Medical Equipment in the Healthcare Industry: An Overview. 2019 Fifth International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME). 2019;.
5. MEDICAL B. What are the Benefits of Disposable Medical Supplies vs. Reusable? [Internet]. BMP Medical. 2020 [cited 13 May 2020]. Available from: <https://www.bmpmedical.com/news/reasons-to-switch-to-single-use-medical-devices-and-disposable-medical-supplies/>
6. Kwakye G, Pronovost P, Makary M. Commentary: A Call to Go Green in Health Care by Reprocessing Medical Equipment. *Academic Medicine*. 2010;85(3):398-400.
7. Reprocessing of Reusable Medical Devices [Internet]. U.S. Food and Drug Administration. 2020 [cited 13 May 2020]. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/products-and-medical-procedures/reprocessing-reusable-medical-devices>
8. Reusables, Disposables Each Play a Role in Preventing Cross-Contamination [Internet]. *Infection Control Today*. 2020 [cited 13 May 2020]. Available from: <https://www.infectioncontrolday.com/personal-protective-equipment/reusables-disposables-each-play-role-preventing-cross-contamination>
9. Abrda.ca. 2020 [cited 13 May 2020]. Available from: <https://abrda.ca/wp-content/uploads/2020/01/Reusable-Single-Use-Medical-Devices-Standards.pdf>
10. ASRA News - Reusable Versus Disposable: Current State of Affairs -American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine [Internet]. Asra.com. 2020 [cited 13 May 2020]. Available from: <https://www.asra.com/asra-news/article/238/reusable-versus-disposable-current-state>
11. Europees Parlement (2013). Verslag over het voorstel voor een verordening van het Europees Parlement en de Raad betreffende medische hulpmiddelen en tot wijzigingen van Richtlijn 2001/83/EG, Verordening (EG) nr. 178/2002 en Verordening (EG) nr. 1223/2009. [Accessed May 2020].

12. Practicegreenhealth.org. 2020 [cited 14 May 2020]. Available from:
https://practicegreenhealth.org/sites/default/files/upload-files/gorimpmo-meddevicerepr_r5_web_0.pdf
13. Albert M, Rothkopf D. Operating room waste reduction in plastic and hand surgery. *Plastic Surgery*. 2015;23(4).
14. Dunn D. Reprocessing Single-Use Devices-The Ethical Dilemma. *AORN Journal*. 2002;75(5):987-999.
15. Collier R. The ethics of reusing single-use devices. *Canadian Medical Association Journal*. 2011;183(11):1245-1245.
16. Hariharan P, Paruchuri S, Topoleski L, Rinaldi J, Casamento J, Myers M et al. A test method to assess the contribution of fluid shear stress to the cleaning of reusable device surfaces. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2018;107(4):1132-1140.
17. LCI-richtlijn van het RIVM [Internet]. LCI richtlijnen. 2020 [cited 14 May 2020]. Available from: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/reiniging-desinfectie-en-sterilisatie-de-openbare-gezondheidszorg#3-desinfectie>
18. Nelson Labs. 2020. *Reusable Medical Devices | Nelson Labs*. [online] Available at: <https://www.nelsonlabs.com/mdr/reusable-medical-device/> [Accessed 14 May 2020].
19. Lopes L, Costa D, Tipple A, Watanabe E, Castillo R, Hu H et al. Complex design of surgical instruments as barrier for cleaning effectiveness, favouring biofilm formation. *Journal of Hospital Infection*. 2019;103(1):e53-e60.
20. Unger, S. and Landis, A., 2016. Assessing the environmental, human health, and economic impacts of reprocessed medical devices in a Phoenix hospital's supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 112, pp.1995-2003.
21. Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D. and Suh, S., 2009. Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), pp.1-21.
22. Eckelman, M., Mosher, M., Gonzalez, A. and Sherman, J., 2012. Comparative Life Cycle Assessment of Disposable and Reusable Laryngeal Mask Airways. *Anesthesia & Analgesia*, 114(5), pp.1067-1072.
23. E-mjm.org. 2020. [online] Available at: <http://www.e-mjm.org/2011/v66n4/LMA-Classic.pdf> [Accessed 14 May 2020].

24. Ibbotson, S., Dettmer, T., Kara, S. and Herrmann, C., 2013. Eco-efficiency of disposable and reusable surgical instruments—a scissors case. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5), pp.1137-1148.
25. Fireman, Z., 2006. Biopsy forceps: Reusable or disposable?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 21(7), pp.1089-1092.
26. Grimmond, T. and Reiner, S., 2012. Impact on carbon footprint: a life cycle assessment of disposable versus reusable sharps containers in a large US hospital. *Waste Management & Research*, 30(6), pp.639-642.
27. Donahue, L., Hilton, S., Bell, S., Williams, B. and Keoleian, G., 2020. A comparative carbon footprint analysis of disposable and reusable vaginal specula. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*
28. Van Meter, M. and Adam, R., 2016. Costs associated with instrument sterilization in gynecologic surgery. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 215(5), pp.652.e1-652.e5
29. Sherman, J., Raibley, L. and Eckelman, M., 2018. Life Cycle Assessment and Costing Methods for Device Procurement. *Anesthesia & Analgesia*, 127(2), pp.434-443.
30. Amour, J., Manach, Y., Borel, M., Lenfant, F., Nicolas-Robin, A., Carillion, A., Ripart, J., Riou, B. and Langeron, O., 2010. Comparison of Single-use and Reusable Metal Laryngoscope Blades for Orotracheal Intubation during Rapid Sequence Induction of Anesthesia. *Anesthesiology*, 112(2), pp.325-332.
31. Amour, J., Marmion, F., Birenbaum, A., Nicolas-Robin, A., Coriat, P., Riou, B. and Langeron, O., 2006. Comparison of Plastic Single-use and Metal Reusable Laryngoscope Blades for Orotracheal Intubation during Rapid Sequence Induction of Anesthesia. *Anesthesiology*, 104(1), pp.60-64.
32. Jabre, P., Leroux, B., Brohon, S., Penet, C., Lockey, D., Adnet, F., Margenet, A., Marty, J. and Combes, X., 2007. A Comparison of Plastic Single-Use With Metallic Reusable Laryngoscope Blades for Out-of-Hospital Tracheal Intubation. *Annals of Emergency Medicine*, 50(3), pp.258-263.
33. Penn, E., Yasso, S. and Wei, J., 2012. Reducing Disposable Equipment Waste for Tonsillectomy and Adenotonsillectomy Cases. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 147(4), pp.615-618.
34. Videau, M., Rghioui, K., Mottet, B., Sainfort, A. and Lefort, I., 2017. Analyse comparative de coût entre les fibroscopes bronchiques à usage unique et réutilisables : le fibroscope à usage unique, est-ce que ça vaut le coût ? *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 75(6), pp.473-479.

35. Vecellio, L., Abdelrahim, M., Montharu, J., Galle, J., Diot, P. and Dubus, J., 2011. Disposable versus reusable jet nebulizers for cystic fibrosis treatment with tobramycin. *Journal of Cystic Fibrosis*, 10(2), pp.86-92.
36. Siu, J., Hill, A. and MacCormick, A., 2016. Systematic review of reusable versus disposable laparoscopic instruments: costs and safety. *ANZ Journal of Surgery*, 87(1-2), pp.28-33.
37. Adler, S., Scherrer, M., Rückauer, K. and Daschner, F., 2004. Comparison of economic and environmental impacts between disposable and reusable instruments used for laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Endoscopy*, 19(2), pp.268-272.
38. Otsuka, S., Kaneoka, Y., Maeda, A., Takayama, Y., Fukami, Y. and Onoe, S., 2016. Ultrasonic energy device versus monopolar energy device in laparoscopic transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernia repair. *Updates in Surgery*, 69(1), pp.55-60.
39. Edens, C., Wong, J., Lyman, M., Rizzo, K., Nguyen, D., Blain, M., Horwich-Scholefield, S., Moulton-Meissner, H., Epton, E., Rosenberg, J. and Patel, P., 2017. Hemodialyzer Reuse and Gram-Negative Bloodstream Infections. *American Journal of Kidney Diseases*, 69(6), pp.726-733.
40. Wanke, T., Brock, J., Basile, R., Merk, B. and Azizi, J., 2018. Residual bioburden after standard cleaning of the reusable orthopedic depth gauge. *American Journal of Infection Control*, 46(3), p.362.
41. Marchini, G., Torricelli, F., Batagello, C., Monga, M., Vicentini, F., Danilovic, A., Srougi, M., Nahas, W. and Mazzucchi, E., 2019. A comprehensive literature-based equation to compare cost-effectiveness of a flexible ureteroscopy program with single-use versus reusable devices. *International braz j urol*, 45(4), pp.658-670.
42. Davis, N., Quinlan, M., Browne, C., Bhatt, N., Manecksha, R., D'Arcy, F., Lawrentschuk, N. and Bolton, D., 2017. Single-use flexible ureteropyeloscopy: a systematic review. *World Journal of Urology*, 36(4), pp.529-536.
43. Davis, N., McGrath, S., Quinlan, M., Jack, G., Lawrentschuk, N. and Bolton, D., 2018. Carbon Footprint in Flexible Ureteroscopy: A Comparative Study on the Environmental Impact of Reusable and Single-Use Ureterscopes. *Journal of Endourology*, 32(3), pp.214-217.
44. McGain, F., McAlister, S., McGavin, A. and Story, D., 2012. A Life Cycle Assessment of Reusable and Single-Use Central Venous Catheter Insertion Kits. *Anesthesia & Analgesia*, 114(5), pp.1073-1080.