



# Är det fördelaktigt att återanvända endotrakealtuber?

En experimentell studie om biofilmsförekomst på använda, reprocessade endotrakealtuber

---

Frida Klevedal och Maria Krynitz

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen kliniska vetenskaper  
Djursjukskötarprogrammet  
Uppsala 2026





# Är det fördelaktigt att återanvända endotrakealtuber? En experimentell studie om biofilmsförekomst på använda, reprocessade endotrakealtuber

*Is it advantageous to reuse endotracheal tubes? An experimental study on the presence of biofilm on used and reprocessed endotracheal tubes*

Frida Klevedal och Maria Krynitz

**Handledare:** Todd Alsing-Johansson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för kliniska vetenskaper

**Examinator:** Ingrid Hansson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens biovetenskaper

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i djuromvårdnad

**Kurskod:** EX0994

**Program/utbildning:** Djursjukskötprogrammet

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för kliniska vetenskaper

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2026

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonernas tillstånd.

**Nyckelord:** bakterier, biofilm, desinfektion, djursjukhus, endotrakealtuber, hygien, matris, rengöring, vårdrelaterade infektioner

## **Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjurvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Djuromvårdnad

## Sammanfattning

Biofilm är en samling av en eller flera bakteriearter och eventuellt andra mikroorganismer som producerar en matris vilket skyddar mikroorganismerna mot yttre faktorer. Biofilmsorsakade infektioner kan vara motståndskraftiga mot antibiotika och desinfektionsmedel, vilket kan leda till problem inom djursjukvården. Vid de flesta operativa ingrepp på djur krävs intubering för att säkerställa att andningsvägarna inte blockeras. Inom djursjukvården förekommer ibland återanvändning av endotrakealtuber avsedda för engångsbruk.

Denna studies syfte var att undersöka förekomsten av biofilm på använda och rengjorda tuber, både innan och efter desinficering. Studien undersökte även ekonomi- samt miljöaspekter i samband med återanvändning av tuber.

Åtta tuber rengjordes mekaniskt med diskmedel, sex av dem för hand med en flaskborste och två i en diskdesinfektor. Tuberna som rengjordes för hand delades upp i tre grupper där två av grupperna desinficerades med antingen väteperoxid eller hypoklorsyra. Den tredje gruppen desinficerades inte. För att eventuell förekomst av biofilm ska kunna konstateras, behövde både bakterier samt biofilmens matris identifieras. Samtliga tuber provtogs därför med en provtagningsvamp och odlades ut på agarplattor för att undersöka eventuell bakterieförekomst. Bakterierna analyserades därefter med Matrix-Assited Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight (MALDI-TOF) för identifiering av bakterieart. För att undersöka förekomsten av biofilmmatris gjordes en matrismätning av samtliga prov.

Från bakterieodlingarna konstaterades högre bakteriebörda på en av tuberna som endast rengjorts, samt sparsam bakterieväxt från de desinficerade tuberna. De bakterier som identifierades tillhör normalflora hos människor och andra djur. Matrismätningen gav ett inkonklusivt resultat. Därav kunde ingen slutsats dras av förekomst av matris och i förlängningen biofilm. Utifrån miljö- samt ekonomiaspekter diskuterades återanvändningen av endotrakealtuber. Ur dessa aspekter tycks det inte fördelaktigt att återanvända tuber.

*Nyckelord:* bakterier, biofilm, desinfektion, djursjukhus, endotrakealtuber, hygien, matris, rengöring, vårdrelaterade infektioner

## Abstract

Biofilms are communities of microorganisms that produce a polymeric matrix, which protects the organisms from external factors. Biofilm-associated infections can be resistant to antibiotics and disinfectants, which can lead to problems within the animal healthcare system. During most surgical procedures in animals, intubation is required to ensure that the airways are not obstructed. Some veterinary hospitals that do these surgical procedures reuse endotracheal tubes intended for single use.

The aim of this study was to investigate the presence of biofilm on used and clean tubes, both before and after disinfection. The study also examined economic and environmental aspects related to the reuse of tubes.

Eight tubes were cleaned mechanically, six of them were cleaned manually using a bottle brush, and two using a washer-disinfector. The tubes cleaned manually were divided into three groups, of which two were disinfected using either hydrogen peroxide or hypochlorous acid. The third group was not disinfected. To determine the presence of biofilm, both bacteria and the biofilm matrix need to be identified. All groups were therefore sampled using a sampling sponge and cultured on agar plates to investigate the presence of bacteria. To examine the presence of a biofilm matrix, an optotracer analysis was performed on all samples.

The bacterial cultures showed a higher bacterial load on one of the tubes that were only cleaned, and very little bacterial growth from the disinfected tubes. The bacteria identified belonged to the normal flora of humans and other animals. The optotracer analysis yielded inconclusive results. Therefore, no conclusion could be drawn regarding the presence of a matrix and, consequently, biofilm. Based on environmental and economic aspects, the reuse of endotracheal tubes was discussed. From these perspectives, it does not appear to be advantageous to reuse tubes.

*Keywords:* Bacteria, biofilm, disinfection, animal hospital, hygiene, matrix, cleaning, healthcare-associated infections

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning</b> .....	<b>8</b>
<b>Figurförteckning</b> .....	<b>9</b>
<b>Förkortningar</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>13</b>
2.1 Biofilm .....	13
2.2 Metoder för upptäckt av biofilm.....	13
2.2.1 Bakterier.....	14
2.2.2 Mätning av biofilmsmatris .....	14
2.3 Medium och morfologi .....	14
2.3.2 Morfologi .....	14
2.3.3 Blodagar.....	14
2.3.4 Brain Heart Infusion-buljong (BHI-buljong).....	15
2.3.5 Neutralisator .....	15
2.4 Smittspridning .....	15
2.6 Endotrakealtuber.....	16
2.7 Desinfektion .....	16
2.7.1 Väteperoxid ( $H_2O_2$ ).....	16
2.7.2 Hypoklorsyra (HClO):.....	17
2.7.3 Diskdesinfektor: .....	17
2.5 Hållbar utveckling och ekonomi .....	17
<b>3. Metod och material</b> .....	<b>19</b>
3.1 Urval.....	19
3.1.1 Lottning till grupper .....	19
3.2 Rengöring och desinficering .....	20
3.2.1 Förberedelser inför rengöring .....	20
3.2.2 Rengöringsprotokoll för manuell rengöring .....	20
3.2.3 Desinfektionsprotokoll för kemisk desinfektion .....	22
3.2.4 Diskdesinfektor .....	23
3.3 Provtagning .....	23
3.4 Provsättning: .....	25
3.4.1 Dag 1 .....	25
3.4.2 Dag 2 .....	26
3.4.3 Dag 3 .....	26
<b>4. Resultat</b> .....	<b>27</b>
4.1 Aerob odling.....	27

4.2 Anaerob odling .....	28
4.3 Anrikad odling .....	29
4.4 Biofilsmatrisanalys .....	30
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>32</b>
5.1 Metoddiskussion .....	32
5.2 Resultatdiskussion .....	34
5.3 Konklusion.....	37
<b>AI-utlåtande .....</b>	<b>38</b>
<b>Tack 39</b>	
<b>Referenser .....</b>	<b>40</b>

# Tabellförteckning

Tabell 1. Provtagningsgruppernas numrering .....	25
Tabell 2. Beskrivning av bakterier på de odlade aeroba proverna samt de bakterier som kunde identifieras med MALDI-TOF.....	27
Tabell 3. Resultatet från de anaerobt odlade proverna. Deras makromorfologi samt de bakteriearter som identifierats med MALDI-TOF. ....	28
Tabell 4. Resultatet från de aerobt odlade proverna anrikade med BHI-buljong. Deras makromorfologi samt de bakteriearter som identifierats med MALDI-TOF. ....	29
Tabell 5. Resultat av biofilsmatrisanalys med optotracers .....	31

# Figurförteckning

Figur 1. Kuffade tuber inför manuell rengöring. Foto: Maria Krynitz.....	21
Figur 2. Rengjorda tuber hålls lodrätt för att överflödigt vatten ska rinna ut. Foto: Frida Klevedal .....	21
Figur 3a och 3b. Tuberna med respektive plastkopplingar ligger på tork efter rengöring. Minimala droppar kan ses inuti tuberna. Vid detta stadie desinficerade vi tuberna. Foto: Frida Klevedal .....	21
Figur 4. Tuberna är nedsänkta i en plastlåda med 1L väteperoxid. Gjordes på liknande sätt med hypoklorsyran. Foto: Maria Krynitz .....	23
Figur 5. Tuberna ligger på tork efter desinficering och avsköljning. Foto: Maria Krynitz ..	23
Figur 6. Provtagningssvamp fäst till en eltandborste för provtagning. Foto: Maria Krynitz .....	24
Figur 7. Tuber av storlek 8 där mitten klippts bort med marginal och bara ändarna provtagits. Foto: Frida Klevedal.....	24

# Förkortningar

BHI-buljong	Brain Heart Infusion-buljong
DNA	Deoxyribonukleinsyra
MALDI-TOF	Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionixation Time-of-Flight
PVC	Polyvinyl chloride
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
UDS	Universitetsdjursjukhuset

# 1. Inledning

Inom djursjukvården sövs patienter inför olika operationer och behandlingar. När en patient sövs intuberas denna med en endotrakealtub (vidare kallade tub/tuber) för att bibehålla fria luftvägar, samt för att kunna administrera anestesigas och syre.

Tuberna som används är ofta avsedda för engångsbruk men det tillverkas även tuber avsedda för flergångsbruk.

Enligt Marquis et al. 2023 avråds det inom humansjukvården från återanvändning av endotrakealtuber sedan 1980-talet. Artikelförfattarna redogör för att det dock förekommer återanvändning av engångstuber. Dessa tuber är ofta gjorda av polyvinylklorid (PVC). Polyvinylklorid är en billig polymer som ofta används inom plastindustrin (Iruoghene et al. 2024). Försättningsvis förklarar Marquis et al. (2023) att återanvändning av tuber förmodligen drivs av behovet att spara pengar. Författarna menar att det finns en stor kunskapslucka vad gäller behovet av rengöring och desinficering av tuber.

Donlan och Costerton (2002) beskriver biofilmer som populationer av bakterier, eventuellt andra mikroorganismer samt matris, som fäster sig på många olika ytor. Denna uppbyggnad skyddar mikroorganismerna genom att biofilmmatrisen agerar som en fysisk barriär. Bakterierna i en biofilm är även mer motståndskraftiga mot antimikrobiella medel, så som antibiotika, desinfektionsmedel och baktericider, till skillnad från frilevande bakterier (Donlan & Costerton 2002). Det finns flera olika metoder för att identifiera biofilm där både karaktärisering av de involverade bakterierna och upptäckt av biofilmens matris krävs för en säker identifiering (Niboucha et al. 2022).

Bakterier i biofilmer kan vara en orsak till förlängda och återkommande infektioner som härstammar från medicinsk utrustning (Kaushik et al. 2024). Tuber kommer i direktkontakt med patienters luftvägar, återanvänds inom delar av djursjukvården och skulle kunna utgöra en källa till smittspridning. Därför är det av intresse att undersöka förekomsten av biofilm på använda, rengjorda och desinficerade tuber då just biofilmer kan vara mycket svåra att avlägsna. Studien är relevant för djursjukvården då den kan bidra till utvecklingen av effektivare rengörings- och desinficeringsrutiner.

## 1.1 Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka förekomsten av biofilm på använda, rengjorda och desinficerade endotrakealtuber inom djursjukvården. Därtill syftar studien även till att undersöka aspekter kring återanvändning av endotrakealtuber med hänsyn till miljö- och ekonomiperspektiv

## 1.2 Frågeställning

I vilken utsträckning finns det biofilm på använda endotrakealtuber som har rengjorts och desinficerats?

Vad finns det för fördelar och nackdelar ur ett miljö- samt ekonomiskt perspektiv med återanvändning av endotrakealtuber?

## 2. Bakgrund

### 2.1 Biofilm

Enligt en översiktsartikel av Flemming et al. (2016) är biofilmer heterogena strukturer som är sammansatta populationer av olika mikroorganismer. Dessa strukturer omges av en egenproducerad polymerisk matris som kan fästa på olika ytor och andra biofilmer. Denna matris består av bakteriernas egna polysackarider, proteiner, lipider och extracellulära deoxyribonukleinsyra (DNA) (Flemming et al. 2016).

Biofilm byggs upp i flera faser och påverkas, av den omgivande miljön och ytans egenskaper. Dessa kringliggande faktorer kan vara tillgången till potentiell näring samt möjliga interaktioner med andra mikroorganismer. Då omgivande miljö tillåter, fäster biofilmer till lämpliga ytor initialt genom elektrostatiske interaktioner och van der Waal krafter. Dessa interaktioner är dock svaga och reversibla. Ett sekret som utsöndras från matrisen gör att biofilmen efter den initiala fästningen kan binda sig starkt till ytorna (Ugwu et al 2025).

Biofilmer är gynnsamma för bakterier att leva i då de både skapar en fysisk barriär som skyddar bakterierna mot bland annat uttorkning och matrisen innebär en barriär mot desinfektionsmedel och antibiotika (Berlanga & Guerrero 2016).

För miljön kan biofilmer ha en stor betydelse då de bland annat skyddar mikroorganismer mot ofördelaktiga förhållanden vilket Zhang et al. 2024 förklarar att jordbiofilmer gör. Ur ett medicinskt perspektiv kan de skapa problem. Bakterier i biofilm har en långsammare metabolism vilket gör att antibiotika har sämre effekt. Dessutom överförs resistenta gener lätt mellan bakterier i en biofilm. Antibiotikaresistens som kan förekomma till följd av dessa biofilmer kan leda till försvårad behandling av infektioner, kontamination samt korrosion av utrustning (Nnenna Ugwu et al 2025).

### 2.2 Metoder för upptäckt av biofilm

I en studie av Niboucha et al. (2022) förklaras och testas olika provtagningsmetoder, exempelvis elektronmikroskop för att upptäcka och identifiera biofilm. Det förklaras i studien att närvaro av potentiell biofilm karakteriseras av bakterieförekomst men även förekomst av biofilmsmatris.

## 2.2.1 Mätning av biofilmsmatris

### *Optotracer:*

Optotracer är små fluorescerande molekyler som kan hitta peptid- och kolhydratbaserade biopolymerer genom att binda till dem via elektrostatiske interaktioner (Richter-Dahlfors et al. 2023). Det förklaras att denna bindning förändrar optotracermolekylernas optiska egenskaper samt att alla olika bindningar till olika molekyler har unika optiska förändringar som kan identifiera olika molekyler förekomst (Richter-Dahlfors et al. 2023).

## 2.3 Analys av bakterier

### *Bakterieodling:*

Odling möjliggör för isolering och identifiering av bakterier. Anrikningsmedium kan användas för att främja tillväxt av bakterier som förekommer i mycket låg koncentration i det ursprungliga provet. Efter inkubering i anrikningsmedium odlas bakterierna på agarplattor för att slutligen kunna identifieras. Det finns både selektiva och icke-selektiva anriknings- och odlingsmedier (VetBact 2020).

Icke-selektiva medium tillåter samtliga mikroorganismer i ett prov att föröka sig. Ett selektivt medium däremot, innehåller substanser (till exempel antibiotika) som hämmar vissa mikroorganismer att växa och tillåter andra, långsamväxande bakterier att få fäste. Detta är användbart för att öka koncentrationen av målbakterien så att den inte konkurreras ut av andra bakterier i provet (VetBact 2020).

### 2.3.2 Morfologi

En bakteriekolonis utseende, alltså makromorfologi, beror bland annat på temperatur, inkubationstid, näringstillgång och medium. En bakterie kan alltså se olika ut beroende mediet den växer på. Blodagar är det vanligaste mediet att använda vid bedömning av koloniutseende. En bakteriekoloni är en ansamling av miljontals bakterier som härstammar från en eller ett fåtal bakterieceller. Antal bakterieceller i ursprungsprovet kan uppskattas angivet i enheten kolonibildande enheter (CFU) (VetBact u.å.).

### 2.3.3 Blodagar

Blodagar är ett mångsidigt medium som kan användas för odling av både kräsna och icke-kräsna bakterier. Blodagar inkuberas i olika temperaturer och atmosfärer beroende på målart. Bakterier kan differentieras baserat på deras hemolyserande förmåga. Vid hemolys syns en uppklarningszon runt bakteriekolonin där de röda blodkropparna har lyserats (VetBact 2021).

### *Bakterieidentifikation:*

Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight (MALDI-TOF) är en teknik som med hjälp av laser kan identifiera bakteriearter. Identifieringen börjar med att ett bakterieisolat appliceras på en målplatta. Vidare utsätts provet för UV-laser vilket delar upp molekylerna i positivt laddade fragment. Därefter accelereras fragmenten mot en detektor. Tiden det tar för fragmenten att träffa detektorn, som är beroende av deras storlek och laddning, mäts som time-of-flight. Baserat på molekylernas egenskaper skapas artspecifika masspektra som lagras i mjukvaran. Med hjälp av dessa kan då bakterier identifieras genom att deras masspektra jämförs med redan lagrade masspektra för kända bakteriearter. Resultatet ger en poäng mellan 0,000-3,000, där högre poäng indikerar ökad säkerhet i identifieringen. Metoden anses ha hög tillförlitlighet (VetBact 2024).

### 2.3.4 Brain Heart Infusion-buljong (BHI-buljong)

Brain heart infusion-buljong är ett mycket näringsrikt medium som främjar tillväxt av många olika organismer, däribland ett flertal kräsna. Buljongen används ofta i samband med odling på blodagar (Fisherscientific u.å.).

### 2.3.5 Neutralisator

En neutralisator är en vätska som neutraliserar eventuella rester av desinfektionsmedel samt bibehåller viabiliteten av mikroorganismer i ett prov. (Worldbioproducts u.å.)

## 2.4 Smittspridning

Att förhindra smittspridning är ett av djursjukvårdens viktigaste arbetsområden. Vårdrelaterade infektioner utgör en väsentlig utmaning för djursjukvården som kan innebära ökat lidande för patienten, förlängda vårdtider och högre kostnader för djurägaren (Sebola et al. 2023). Förekomsten av biofilm på medicinteknisk utrustning är en bidragande faktor till kroniska och återkommande infektioner (Kaushik et al. 2024). En review artikel av Mishra et al. (2024) sammanställde resultat från 20 studier inom humansjukvården där totalt 981 bakterieprover från endotrakealtuber hade analyserats för biofilmsproduktion. Av alla bakterier som analyserades visade det sig att 72% av dem hade förmågan att producera biofilm (Mishra et al. 2024).

Donlan (2001) redovisar förekomsten av biofilm på medicinsk utrustning (inkl. perifera venkatetrar (PVK), urinkatetrar, mekaniska hjärklaffar) och infektioner som uppkommer i området där utrustningen sitter. Trots att samband kan ses

belyser författaren att det behövs mer forskning för att fastställa huruvida biofilmen är en direkt orsak till infektionerna. Raad et al. (1993) visar att biofilmskolonisering av PVK:er sällan leder till infektion. Donlan & Costerton (2002) poängterar att frigörelsen av bakterier från biofilm är en avgörande faktor för etableringen av en infektion.

## 2.6 Endotrakealtuber

Bednarski (2009) redogör för att endotrakealtuber kan tillverkas av gummi, medicinsk silikon eller polyvinylklorid (PVC). Författaren belyser att gummi kan orsaka vävnadsreaktioner och inte tål att steriliseras då materialet bryts ner av hög värme. Vidare framhålls att medicinskt silikon däremot är icke-reaktivt och bibehåller sina egenskaper även efter sterilisering. Både gummi och medicinsk silikon är dock material som lätt knickas vilket kan innebära en säkerhetsrisk under anestesi (Bednarski 2009). Avslutningsvis förklarar Bednarski (2009) att PVC håller sin form bra, materialet anpassar sig väl till formen av de övre luftvägarna samt är relativt icke-reaktivt. I likhet med gummi tål det dock inte upphettning.

Egenskaperna hos PVC styrs av dess sammansättning, då det är en mycket varierbar plast som används till en mängd olika produkter (Kemikalieinspektionen 2025). Polyvinylklorid innehåller bland annat mjukgörare som gör plasten flexibel (Kemikalieinspektionen 2025). En stor del av dessa mjukgörare binder inte till polymeren, vilket innebär att de kan migrera ut ur materialet (Kemikalieinspektionen 2025). Mjukgörare kan fungera som näring för mikroorganismer, vilket främjar tillväxt av biofilm (Marcut et al. 2023). Tiden det tar för migration att ske beror på temperatur, sammansättning av materialet, kontaktytan tillstånd samt det omgivande mediets egenskaper (Marcut et al. 2023).

## 2.7 Desinfektion

### 2.7.1 Väteperoxid ( $H_2O_2$ )

Enligt Centres for Disease Control and Prevention (2008) producerar väteperoxid destruktiva hydroxylfria radikaler som kan angripa membranlipider, DNA och andra cellkomponenter. Vidare används väteperoxid mot mikroorganismer så som bakterier, jäst, svampar, virus och sporer. Ciriminna et al. (2016) beskriver väteperoxid som ett miljövänligt oxidationsmedel. Det konstateras att komponenterna som finns kvar efter medlet har sönderfallit är vatten och syre.

## 2.7.2 Hypoklorsyra (HClO):

Hypoklorsyra är ett effektivt desinfektionsmedel mot en mängd olika mikroorganismer genom att ta elektroner från proteiner vilket denaturerar och klumpar ihop dem (Block & Rowan 2020). Vidare kan det även orsaka skador i DNA av virus. De förklarar att kroppen producerar hypoklorsyra själv som svar på skada samt att desinfektionsmedlet även kan tillverkas industriellt genom att kombinera jodfritt salt, vatten och elektrolys (Block & Rowan 2020).

Med hänsyn till klimatpåverkan beskriver Briotech (2020) hypoklorsyra som en förhållandevis skonsam kemisk desinfektion med hänsyn till den snabba nedbrytningstiden. Det som kvarstår efter nedbrytning är vatten och salt som kan liknas vid tårvätska (Briotech 2020).

## 2.7.3 Diskdesinfektor:

Vårdhandboken (2023a) förklarar att diskdesinfektorer diskar, sköljer och värmedesinficerar bland annat instrument. En diskdesinfektor kommer upp i antingen 80 grader i 10 minuter eller 90 grader i 60 sekunder under desinfektionsfasen av diskcykeln, för att med den höga värmen verka desinficerande (Vårdhandboken 2023b).

## 2.5 Hållbar utveckling och ekonomi

Klimatförändringar är ett av vår tids största problem. I många länder är det sjukvården som har störst miljöpåverkan jämfört med andra aktörer inom servicesektorn (Pichler et al 2019). Practise Greenhealth (u.å.) framhåller att mängden avfall är en markant del av sjukvårdens klimatavtryck. Vidare anges att metoder för att minska miljöpåverkan inkluderar bland annat återvinning och återanvändning. En rapport från CLIRE (u.å.), där två kliniker inom humanvården kartlagdes för klimatpåverkan, visar att just materialanvändningen är den del som har störst påverkan på miljön.

Sedan år 2022 tillåter EU återanvändning efter reprocessing av vissa engångsprodukter inom humanvården (Europaparlamentets och rådets förordning 2017/745). Reprocessing syftar på de processer en använd produkt genomgår för att vara lika säker att återanvändas som när den var ny, däribland rengöring, desinficering och sterilisering. En viktig aspekt är att hälso- och sjukvårdsinstitutionen, samt eventuell extern reprocessare, blir ansvariga för en produkts säkerhet och prestanda när den har reprocessats (Kommissionens genomförandeförordning 2020/1207). I 1 Kap. i Europaparlamentets och rådets förordning (2017/745) fastställs att reprocessing av engångsprodukter endast får ske om det finns vetenskapligt underlag som stödjer säkerheten av detta.

I en skuggrapport av MEDEA, Riksföreningen för operationssjukvård, Steriltekniska föreningen och Swedish Medtech (2021) diskuteras riskerna med återanvändning av engångsprodukter. Brist på vetenskapligt underlag som stödjer säkerheten av återanvändning tas upp tillsammans med ökad smittrisk då en produkt används till flera patienter. Patientsäkerheten diskuterades med ett etiskt dilemma i centrum; vilka patienter ska vi utsätta för den eventuellt högre risken kopplat till återanvända produkter och vilka ska få nya? Även den ekonomiska frågan togs upp. Den reella besparingen till följd av återanvändning anses bli betydligt lägre då kostnader för reprocessing och potentiella vårdrelaterade komplikationer läggs till i beräkningen. Därtill lyftes även biofilmkontaminering som en risk med återanvända engångsprodukter (Swedish Medtech 2021).

## 3. Metod och material

### 3.1 Urval

Tuberna som ingick i denna studie samlades in från Universitetsdjursjukhusets smådjursavdelning (UDS) i Uppsala utan kännedom om vilka patienter de använts till och deras infektionsstatus, eller under vilka operationer tuberna användes.

Endotrakealtuberna som ingick i studien:

- 3 st. Eickemeyer ID 8.0
- 2 st. Eickemeyer ID 9.0
- 2 st. Eickemeyer ID 10.0
- 1 st. Eickemeyer ID 11.0

Tuberna delades in i fyra grupper där följande rengöring och/eller desinfektion utfördes:

- *Manuell rengöring med diskmedel, pH 5,5 (grupp, rengöring)*
- *Manuell rengöring följt av kemisk desinfektion med väteperoxid (grupp, väteperoxid ( $H_2O_2$ ))*
- *Manuell rengöring följt av kemisk desinfektion med hypoklorsyra (grupp, hypoklorsyra ( $HClO$ ))*
- *Rengöring och desinfektion i diskdesinfektor (grupp diskdesinfektor)*

*Grupp rengöring* bestod av två tuber av storlekarna 8 och 9. Tuben av storleken 9 i denna kategori saknade den blåa kuffkudden vilket gjorde att denna tub inte kunde kuffas.

*Grupp väteperoxid ( $H_2O_2$ )* bestod av två tuber av storlekarna 8 och 10.

*Grupp hypoklorsyra ( $HClO$ )* bestod av två tuber av storlekarna 8 och 9.

*Grupp diskdesinfektor* bestod av två tuber av storlekarna 10 och 11.

Inkluderad var även två negativa kontroller bestående av en sterilförpackad oanvänd tub av storlek 10 samt en oanvänd provtagningssvamp (EZ reach sponge sampler, förfuktad med 10ml hicap neutralizing broth, worldbioproducts).

#### 3.1.1 Lottning till grupper

Eftersom tuber i storlek 8 var svåra att rengöra invändigt slumpades de genom lottning till varsin grupp. Tuben utan möjlighet att kuffas (storlek 9) valdes till rengöringsgruppen eftersom det bedömdes påverka risken för kvarvarande kemikalier minst. De två andra tuberna slumpades till varsin grupp.

## 3.2 Rengöring och desinficering

### 3.2.1 Förberedelser inför rengöring

Försöken skedde i ett rent övningsrum med stängda dörrar där ingen annan aktivitet pågick. Alla inblandade bar en ren bussarong ovanpå sina privata kläder.

Diskbänken och diskho av rostfritt stål rengjordes med Glenta, Neutral Sanitary Cleaner, pH 6.5, parfymrad, genom att hälla ut en liten mängd på bänken och hälla på vatten (saknade möjlighet att späda enligt anvisningar). De skrubbades med en ren diskborste och sköljdes av med vatten. Sedan torkades bänken torrt med torkpapper (Tork 120150, basic paper 1 ply). Efter rengöring desinfekterades diskbänk och diskho med med Liv by Clemondo, Des +45, IPA, ytdesinfektion och rengöring.

För att underlätta diskning kuffades tuberna lätt (Figur 1). Tuberna i *grupp diskdesinfektor* kuffades på sterilcentralen på UDS. En av tuberna i *grupprengöring* (storlek 9) samt en i *grupp diskdesinfektor* saknade den blå kuffkudden och kunde därför ej kuffas upp.

### 3.2.2 Rengöringsprotokoll för manuell rengöring

Samma person diskade alla tuber och använde undersökningshandskar Nitril Evercare Frost storlek S, vid handdisk. Diskmedlet som användes var Easyclean, kbm easyclean, Brilliant Sensitive. Det innehöll anjoniska tensider 5-15 %, nojoniska tensider, amfotära tensider, konserveringsmedel (potasium sorbate) <5%, pH ca 5,5. Diskmedlet späddes för rengöring ca 6 ml diskmedel (hade ej mått) i ca. 5 liter ljummet vatten vilket mättes med 500ml mätglas med ca. 50 ml mätnoggrannhet.

Till handdiskningen användes ICA flaskborste storlek 3 cm i diameter, batch 07/25, 7 313134 093866 ICA AB, Solna, Sweden. Tuberna diskades invändigt i  $60 \pm 10$  s. De diskades från båda håll invändigt, alternativt diskades insidan tre gånger från vardera håll om borsten fastnade och var svår att få loss (gäller tuber av storlek 8). För tuberna av storlek 8 var det ca 1–2 cm i mitten som ej gick att diska invändigt. Till den utvändiga handdiskningen användes ICA diskborste, 7 310380 458470, batch 10345, ICA AB, Solna, Sweden. Tuberna diskades utvändigt i  $60 \pm 10$  s.

Tubens plastkoppling (Figur 3a) diskades på insidan med ICA flaskborste i  $15 \pm 5$  s. (drogs in och ut genom plastkopplingen). På tuberna av storlek 8 gick det inte att diska igenom hela kopplingen utan den diskades från båda håll med rotation. Plastkopplingen diskades på utsidan med ICA diskborste i  $15 \pm 5$  s.

Direkt efter handdisk (i baljan bredvid på diskhon = tog 2–3 s innan avsköljning påbörjades) sköljdes tuberna under rinnande vatten till dess inget skum sågs  $30 \pm 5$  s.

Alla tuber hanterades med rena undersökningshandskar även när de kontrollerades om de var torra och när de hölls vertikalt för att kvarvarande vatten skulle rinna ut (Figur 2). De torkade till dess att det endast var mycket små vattendroppar kvar, vilket bedömdes utgöra maximalt 0,2 ml vatten per tub (Figur 3a).

*Grupp rengöring:*

De torra tuberna lades i rengjord (med Glenta, Neutral Sanitary Leaner, pH 6.5, parfymrad) och desinfikerad (med Liv by Clemondo, Des +45, IPA, ytdesinfektion och rengöring) plastlåda från IKEA (samla 21776), >PP-R< 1) med lock.



*Figur 1. Kuffade tuber inför manuell rengöring. Foto: Maria Krynitz*



*Figur 2. Rengjorda tuber hålls lodrätt för att överflödigt vatten ska rinna ut. Foto: Frida Klevedal*



*Figur 3a och 3b. Tuberna med respektive plastkopplingar ligger på tork efter rengöring. Minimala droppar kan ses inuti tuberna. Vid detta stadie desinficerade vi tuberna. Foto: Frida Klevedal*

### 3.2.3 Desinfektionsprotokoll för kemisk desinfektion

#### *Grupp väteperoxid:*

19,4 % Freebac, Orci Nordic AB, späddes till 5 % lösning (ca 420 ml väteperoxid + ca 1210 ml vatten. Detta mättes i ett 500 ml-mätglas, med 50 ml mätnoggrannhet) och tuberna placerades i lösningen i 5 min ± 15s (Figur 5). Under första ca. 30 sekunderna stack den mest distala delen (ca 2 cm) upp ur desinfektionsbadet under försök att fixera tuberna under vätskeytan. Båda tuberna sköljdes samtidigt under rinnande vatten i ca 30 ± 5 s direkt efter att de togs upp ur desinfektionsbadet (i baljan bredvid = tog ca 2-3 s innan avsköljning påbörjades).

#### *Grupp hypoklorsyra:*

ECO Animal med neuthox ® 1 L med 0,05 % hypoklorsyra producerad av Danish Clean Water A/S, utgångsdatum 260129, hälldes upp och tuberna placerades i lösningen i 5 min ± 15 s. Båda tuberna sköljdes samtidigt under rinnande vatten i ca 30 ± 5 s direkt efter att de togs upp ur desinfektionsbadet (i baljan bredvid = tog ca 2-3 s innan avsköljning påbörjades).

#### *Torkning:*

Under torkning låg tuberna på rullvagn (Figur 6). Detta för att kunna diska lådorna de ska förvaras i utan att riskera att skvätta på tuberna. Rullvagnen är av materialet rostfritt stål och rengjordes innan med Glenta, Neutral Sanitary Leaner, pH 6.5, parfymrad, genom att hälla ut en liten mängd på vagnens båda hyllplan tillsammans med vatten. Med en ren diskborste skrubbadades båda ytor, torkades av och desinficerades sedan med Des +45 Liv by Clemondo, IPA, ytdesinfektion och rengöring. Tuberna torkade till dess att det endast var mycket små vattendroppar kvar, vilket bedömdes utgöra maximalt 0,2 ml vatten per tub. De lades i var sin uppmärkt plastlåda från IKEA (samla 21776), >PP-R< 1) med lock som rengjorts med samma rengöringsmedel och desinfektionsmedel som rullvagnen.



*Figur 4. Tuberna är nedsänkta i en plastlåda med 1L väteperoxid. Gjordes på liknande sätt med hypoklorsyran. Foto: Maria Krynitz*



*Figur 5. Tuberna ligger på tork efter desinficering och avsköljning. Foto: Maria Krynitz*

### 3.2.4 Diskdesinfektor

#### *Grupp diskdesinfektor:*

Två tuber av storlek 10 och 11 lämnades till sterilcentralen på UDS där de diskades i diskdesinfektor av sterilpersonal enligt deras rutiner. Tuberna placerades sedan in i enskilda ”paket” och förvarades på en hylla utanför sterilcentralen till dess att de hämtades och lades på samma hylla bredvid de andra plastlådorna.

## 3.3 Provtagning

I samband med provtagning hade alla inblandade på sig fullständig klinikkälsel, munskydd (ZGENDE medical, medical mask, EN14683 2019 TYPE IIR) och hårnät (Mölnlycke, BARRIER Surgical Cap, Kosack standard, REF 621001 violet colour).

Samma person klippte upp alla tuber utom de tillhörande *Grupp Diskdesinfektor* som provtogs av handledaren på samma sätt senare på dagen. Klippningen samt provtagningen skedde med en sterilförpackad sax och sterila handskar (Protexis latex surgical gloves, Lot: TS24030161, Ref: 2D72NS65X) som byttes ut inför varje tub. Provtagningen av den första tuben (den negativa kontrollen) provtogs med ett annat märke sterila handskar (GAMMEX non-latex, neoprene surgical gloves Lot: 2001404904) och byttes sedan ut på grund av brist på rätt storlek samt att utgångsdatumet passerat. Kuffslangarna klipptes bort och kasserades. Emellan provtagningar lades den uppklippta tuben på det sterila pappret från de sterila handskarna.

Samma person provtog alla tuber, utom *grupp diskdesinfektor*, och gjorde det med rena undersökningshandskar (Nitril Evercare Frost storlek S). Personen som höll i tuberna för provtagning hade sterila handskar på sig. Till provtagningen användes en provtagningsvamp (EZ reach sponge sampler, förfuktad med 10ml hicap neutralizing broth, worldbioproducts) tejpad på en eltandborste (Philips Sonicare 5500 rechargeable toothbrush HX7119 /01) med silvertejp (tesa) på baksidan av munstycket (Figur 7). Arbetsytan desinficerades efter varje provtagning, förutom vid provtagning av tub 7 och 8 där det missades, med Liv by Clemondo, Des +45, IPA, ytdesinfektion och rengöring. Både person med sterila handskar och person med rena undersökningshandskar desinficerade händer med DAX PREOP återfuktande kirurgisk handdesinfektion 80%, mellan varje provtagning.

Negativa kontrolltest utfördes på en oanvänd svamp samt en steriltförpackad oanvänd tub i storlek 10. Vid provtagningar av denna tub användes ett annat märke av sterila handskar än vid resten av provtagningarna (GAMMEX non-latex, neoprene surgical gloves Lot: 2001404904).

Tuber i storlek 8 har en bit om ca. 5 cm i mitten som klipptes bort och inte provtogs då dessa var mycket svåra att rengöra och borsten inte nådde till mitten av tuben (Figur 8). De provtogs sedan på samma sätt som de andra tuberna.



*Figur 6. Provtagningsvamp fäst till en eltandborste för provtagning. Foto: Maria Krynitz*



*Figur 7. Tuber av storlek 8 där mitten klipptes bort med marginal och bara ändarna provtagits. Foto: Frida Klevedal*

### 3.4 Provsättning:

Proverna numrerades inför kommande bakterieodlingar. Numreringen kan ses i tabell 1.

Tabell 1. Fördelning av provtagningsgrupperna och dess numrering

Prov	Grupp	Tubstorlek
1 (Ren 8)	Rengöring	8
2 (Ren 9)	Rengöring	9
3 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 8)	Väteperoxid	8
4 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 10)	Väteperoxid	10
5 (HClO 8)	Hypoklorsyra	8
6 (HClO 9)	Hypoklorsyra	9
7 (Dd 11)	Diskdesinfektor	11
8 (Dd 10)	Diskdesinfektor	10
Neg. Kontroll 1	Sterilförpackad tub	9
Neg. Kontroll 2	Oanvänd svamp	-

#### 3.4.1 Dag 1

##### Bakterieodling:

Varje provtagningsvamp stomacherades på hastighet 4 i 120 sekunder och 0.01 ml från spädning 0 och 1:1 racklades ut på fårblodagarplattor i duplikat, en av varje spädning för aerob respektive anaerob odling. Fårblodagarplattorna inkuberades i 37 °C i 48h. För anrikning tillsattes 9 ml BHI som anrikningsvätska till respektive 1 ml av varje prov. Dessa anrikningar inkuberades i 37 °C i 24h.

##### Biofilmsmatrismätning:

För att undersöka matrisförekomst utfördes även en biofilmsmatrismätning på proven av spädning 0:0. Till provtagningsvätskan tillsattes optotracer (EbbaBiolight 540) spädning 1:1000 och respektive prov tillsattes i triplikat till en 96-hålmikrodilutionsplatta (Sarstedt, Nümbrecht, Tyskland, micro test plate). Som positiv kontroll användes två sparade bakterieisolat: *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* serovar Dublin och *Escherichia coli*. Isolaten togs upp från en – 80 °C frys, ströks ut med treutstryk på fårblodagarplatta och inkuberades i 24 ± 2h. Efter inkubering kontrollerades att bakterierna fanns i renkultur och därefter kontrollerades bakterieart med hjälp av MALDI-TOF. För varje bakterieisolat flyttades en koloni till en e-kolv med 10-ml BHI vilken inkuberades i 24h ± 2h. Som negativa kontroller användes provtagningsvätska + optotracer respektive BHI + provtagningsvätska. Som blank användes enbart provtagningsvätska

respektive BHI. Plattan täcktes med förseglingsfolie (Sarstedt, Nümbrecht, Tyskland, adhesive film for ELISA and microtest plates) och inkuberades i 15 min i rumstemperatur. Fluorescensanalys utfördes i en plattsläsare (Tecan Spark® Multimode Microplate Reader).

### 3.4.2 Dag 2

En första preliminäravläsning av de aeroba odlingarna som ytspriddes dag 1 gjordes.

De anrikade proverna stomacherades på hastighet 4 i 120 sekunder och 0,01 ml racklades ut på fårblodagarplattor. Plattorna inkuberades i  $24 \pm 2$  h. Vid pipettering av några prover kom pipetten i kontakt med provet och desinfekterades med etanol innan nästa pipettering.

### 3.4.3 Dag 3

Samtliga prover som ytspriddes dag 1 och 2 slutavlästes. Därefter valdes bakteriekolonier ut för att analyseras med MALDI-TOF. Baserat på makromorfologi valdes isolat med olika utseende ut från respektive prov. I de fall där det fanns isolat med liknande makromorfologi på flera plattor analyserades isolat från några av plattorna men inte alla.

## 4. Resultat

Åtta tuber provtogs och till analyserna användes 40 färblodagarplattor. Två negativa kontroller användes, en oanvänd tub som provtogs och en oanvänd provtagningsvamp. Till analyserna av de negativa kontrollerna användes sex färblodagarplattor. Proverna analyserades även för förekomst av biofilmsmatris med hjälp av optotracers.

### 4.1 Aerob odling

Den aeroba odlingen visade en tydlig bakteriebörda i två prover, dels från en endast rengjord tub i storlek 8 och från den negativa kontrollen bestående av en oanvänd provtagningsvamp. MALDI-TOF-analysen detekterade flera olika arter av bakterier som kan läsas av i tabell 2.

Tabell 2. Beskrivning av bakterier på de odlade aeroba proverna samt de bakterier som kunde identifieras med MALDI-TOF.

Prover	Bakterieväxt	Identifierade bakterier
1 (Ren 8)	28 stora ljusgula	<i>Escherichia hermannii</i>
	10 små gulvita	<i>Chryseobacterium shandongense</i>
	246 stora vita	<i>Rheinheimera soli</i>
2 (Ren 9)	2 små vita	<i>Corynebacterium stationis</i>
	2 små vita genomskinliga	Ej identifierad
3 ( $H_2O_2$ 8)	2 vita	<i>Micrococcus</i> spp.
	2 gula med ojämn yta	<i>Micrococcus luteus</i>
4 ( $H_2O_2$ 10)	0	
5 (HCIO 8)	1 vit	<i>Micrococcus luteus</i>
6 (HCIO 9)	1 vit	<i>Staphylococcus petrasii</i>
7 (Dd 11)	6 minimala vita	<i>Corynebacterium sanguinis</i>
8 (Dd 10)	2 vita	<i>Staphylococcus capitis</i>

<b>Negativ kontroll 1</b>	0	
<b>Negativ kontroll 2</b>	1 vit torr	<i>Aerococcus</i> spp.
	4 stora vita	<i>Staphylococcus lentus</i>
	8 genomskinligt vita	<i>Acinetobacter pseudolwoffii</i>
	1 liten vit	
	1 ljusgul	<i>Corynebacterium</i> spp.
	5 minimala vita	<i>Psychrobacter pulmonis</i>
	9 vita med grön hemolys	<i>Aerococcus viridans</i>

## 4.2 Anaerob odling

Bakterier kunde påvisas från två av de åtta endotrakealtuberna och en av de negativa kontrollerna vid den anaeroba odlingen. Bakterier kunde påvisas vid odling av spädning 0 från prov 1 (ren 8) samt negativ kontroll 2, där sammanlagt cirka 50 tydliga bakteriekolonier kunde räknas. Odlingen av spädning 1:1 gav ett positivt bakteriesvar på proverna 1 samt 4, där cirka 170 tydliga bakteriekolonier kunde räknas. MALDI-TOF-analysen detekterade fem olika arter av bakterier, se tabell 3.

Tabell 3. Resultatet från de anaerobt odlade proverna. Deras makromorfologi samt de bakteriearter som identifierats med MALDI-TOF.

Prover	Bakterieväxt	Identifierade bakterier
<b>1 (Ren 8)</b>	37 stora vita	
	1 klarvit	
<b>1 (Ren 8)</b>	26 stora vita	<i>Escherichia hermannii</i>
	206 små genomskinliga	Ej identifierad
<b>2 (Ren 9)</b>	0	
<b>3 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 8)</b>	0	
<b>4 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10)</b>	2 vita	<i>Staphylococcus hominis</i>
<b>5 (HClO 8)</b>	0	
<b>6 (HClO 9)</b>	0	
<b>7 (Dd 11)</b>	0	

8 (Dd 10)	0	
Negativ kontroll 1	0	
Negativ kontroll 2	7 vita med tendens till hemolys	<i>Aerococcus viridans</i>
	4 genomskinligt vita	<i>Acinetobacter pseudowoffii</i>
	1 minimal genomskinlig	Ej identifierad

### 4.3 Odling med hjälp av anrikning

Den anrikade odlingen resulterade i tydlig bakterieväxt från samtliga prover. MALDI-TOF-analysen detekterade flera olika arter av bakterier som kan läsas av i tabell 4. Bakteriekolonierna var i de flesta fall för små och tätt placerade vilket innebar stora svårigheter att få dem i renkultur och därmed kunna identifieras. *Acinetobacter* spp. var den enda bakteriefamilj som förekom i mer än ett prov.

Tabell 4. Resultatet från de aerobt odlade proverna anrikade med BHI-buljong. Deras makromorfologi samt de bakteriearter som identifierats med MALDI-TOF.

Prov	Bakterieväxt	Identifierade bakterier
1 (Ren 8)	Riklig växt av gråvita	
2 (Ren 9)	Riklig växt av gråvita	
3 ( $H_2O_2$ 8)	Riklig växt	<i>Acinetobacter pseudowoffii</i>
	Genomskinligt vita	
	Vita med hemolys	
4 ( $H_2O_2$ 10)	Riklig växt	<i>Aerococcus viridans</i>
	Gulvita	<i>Micrococcus luteus</i>
	Vita med hemolys	
	Små genomskinliga med hemolys	
5 (HCIO 8)	Riklig växt	
	Grå med hemolys	

	Vita	
6 (HClO 9)	Riklig växt	
	Stora vita	
	Väldigt små genomskinliga med hemolys	
7 (Dd 11)	Riklig växt	
	Grå kolonier med hemolys	
8 (Dd 10)	Riklig växt	
	Grå kolonier med hemolys	
Negativ kontroll 1	Riklig växt	<i>Acinetobacter pseudolwoffii</i>
	Grå kolonier	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
Negativ kontroll 2	Måttlig växt	

## 4.4 Biofilmsmatrisanalys

Resultaten från biofilmsmatrisanalysen med optotracer kan läsas av i tabell 5 och varierade mellan -2 859 och 52 920. Prov 1 (Ren 8), 2 (Ren 9), 5 (HClO 8), 6 (HClO 9), samt prov 7 (Dd 11) fick negativa resultat när den negativa kontrollen (endotrakealtub) subtraherades från medelvärdet av proven. Prov  $H_2O_2$  (8),  $H_2O_2$  (10) samt prov 8 (Dd 10) visade positiva svar där alla tre prover betydligt översteg resultaten av de positiva kontrollerna som var 26 285 och 23 838.  $H_2O_2$  (8) fick resultatet 52 920  $H_2O_2$  (10) 51 741 och prov 8 (Dd 10) fick resultatet 52 459.

Tabell 5. Resultat av biofilsmatrisanalys med optotracer

Prover	Mean	Mean - Neg control ETT	Mean - Neg contr svamp	Mean - Neg contr BHI MRD	Mean - blank HiCap	Mean - blank BHI MRD
Prov 1	49 200	-1 130	-124	NA	NA	NA
Prov 2	47 470	-2 859	-1 854	NA	NA	NA
Prov 3	52 920	2 591	3 596	NA	NA	NA
Prov 4	51 742	1 412	2 418	NA	NA	NA
Prov 5	47 937	-2 392	-1 387	NA	NA	NA
Prov 6	49 944	-385	620	NA	NA	NA
Prov 7	49 242	-1 087	-82	NA	NA	NA
Prov 8	52 459	2 130	3135	NA	NA	NA
Pos contr E. coli	26 286	NA	NA	5 683	NA	20 953
Pos contr S. dublin	23 839	NA	NA	3 236	NA	18 506
Neg contr ETT	50 330	NA	NA	NA	32 141	NA
Neg contr svamp	49 324	NA	NA	NA	31 136	NA
Neg contr BHI MRD	20 603	NA	NA	NA	NA	NA
Blank HiCap (from Neg control svamp)	18 188	NA	NA	NA	NA	NA
Blank BHI MRD	5 333	NA	NA	NA	NA	NA

## 5. Diskussion

### 5.1 Metoddiskussion

Vid rengöring och desinficering av tuberna valdes ett rengöringsprotokoll som standard. I detta protokoll utfördes rengöringen och desinficeringen med tids tagging som försäkrade samma tidsåtgång till varje rengöring och desinficering. Det kan inte garanteras vid variation av tiden av rengöring och desinficering, att resultaten kan återskapas. Under en stressig arbetsdag på ett djursjukhus kommer förmodligen variationer i tid av rengöring och desinficering ske där effekten av kortare rengörings- och desinfektionstid vore intressant att undersöka.

Metoden som tuberna provtogs med baserades på en studie av Niboucha et al. (2022) där olika metoder för provtagning av biofilmsmatris undersöktes. Studien visade att metoden där en provtagningsvamp fästs till en elektrisk tandborste plockade upp nästan alla spår av biofilm på ytan som provtogs. För detta kandidatarbetes utförare var detta en ny metod som ej hade utförts innan och fel i återskapningen av metoden kan ha förekommit. Alla tuber provtogs på samma sätt genom att klippas isär och sedan svabbas med en provtagningsvamp. Personen som klippte tuberna hade sterila handskar på sig men ytorna som tuberna lades på för att torka efter rengöring samt lådorna som de lades i efter desinfektion, var ej sterila ytor, därav kan potentiell kontamination inte uteslutas. Denna potentiella kontamination bör dock inte vara större än den som kan ske vid verklig intubering. Vid intubering av smådjur används endast undersökningshandskar och tuben måste gå igenom munhålan innan den kan föras in i trakea där kontamination är oundviklig.

Odlingar valdes i samråd med en bakteriolog. Det förväntades vara flest aeroba bakterier då trakea genomflödas med syre där överlevnaden av anaeroba bakterier är osannolik. Det gjordes ändå en anaerob odling för att upptäcka eventuella anaeroba bakterier på tuberna. De anrikade odlingarna gjordes utifall det skulle varit en sparsam bakterieväxt där enstaka bakterier växte som var svåra att isolera (Microbiology Procedure u.å.). För att konfirmera en helt anaerob miljö vid den anaeroba odlingen, användes en indikatorsticka som ska vara helt vit. I studien var stickan svagt ljusblå vilket visade att miljön inte förblev strikt anaerob. Enligt en review artikel av Donlan & Costerton (2002) så kan bakterier försörjas genom världens saliv och bilda en biofilm där anaeroba bakterier kan leva, även när det är ett högt luftflöde. Vidare förklaras att biofilmens skydd mot antimikrobiella medel ökar med tiden som biofilmen har att växa. I praktiken har tuber som återanvänts flera gånger samt rengjorts och hängt framme för att torka inte testats. Med den ökade tiden där biofilm kan bildas, skulle eventuellt anaeroba samt fakultativt anaeroba bakterier ha en större chans att utveckla sig, än vid en miljö som denna studie kunde tillhandahålla.

Resultaten från biofilmsmatrisanalysen var ej användbara då de var inkonklusiva samt ej tolkningsbara i vissa fall. Vid ett korrekt utförande av en

biofilmmatrisanalys med optotracer ska de positiva kontrollerna vara jämförbara med de proven som eventuellt innehåller biofilm. Som man kan se i tabell 5 var de positiva kontrollerna betydligt lägre än provresultaten. Dessutom kom flera tal upp som negativa vilket inte kunde tolkas.

En orsak till att analyserna inte var tillförlitliga kan vara att neutralisatorn störde analysen samt att väteperoxiden påverkade analysen på något sätt. Varför även prov 8 (Dd 10) gav positiva svar är oklart. För att kunna fastställa förekomsten av en biofilmmatris och följaktligen biofilm, behöver en ny biofilmmatrisanalys utföras.

Tuberna av storlek 8 var för trånga för att kunna rengöras med samma storlek av flaskborste som de andra tuberna. Detta ledde till otillräcklig rengöring av tuben men också att mitten av tuberna inte blev mekaniskt rengjorda alls eftersom borsten inte nådde tillräckligt långt. Som kompensation klipptes mitten med marginal bort från tuberna av storlek 8 innan provtagning men det är möjligt att det inte klipptes tillräckligt. Detta är ett fel i metodutförandet vilket gör att dessa resultat inte kan jämföras på samma sätt som de andra tuberna. Vad som kunde ses på dessa prover var en tydlig bakterieväxt vid odlingarna som kan förklaras av att den mekaniska rengöringen var otillräcklig men även att tuberna sköljdes igenom med vatten innan mitten klipptes bort vilket kan ha spridit bakterierna genom tuben. Vad detta metodfel kan visa är att otillräcklig mekanisk rengöring och genomspolning av tuber när de har blivit otillräckligt rengjorda, kan leda till en högre bakteriebörda. Med det i åtanke bör, vid eventuell återanvändning av tuber, en flaskborste i lämplig storlek för varje enskild tub användas, för att kunna försäkra tillräcklig mekanisk rengöring. En studie av Liu et al. (2013) undersökte, inom humanvården, effekten av mekanisk rengöring på endotrakealtuber. Studien visade att mekanisk rengöring reducerade mängden biofilm på tuberna vilket trycker på vikten av mekanisk rengöring för avlägsning av biofilm. En klinik som har det som rutin att återanvända sina tuber kommer således behöva borstar lämpliga för samtliga tubstorlekar. Det bör även tas i akt att rengöringen av tuberna i studien, var väldigt noggrann. Med tidspress och stress, kan det förmodas att lika grundlig rengöring inte alltid kommer att uppnås på en djurklinik.

I proverna från den negativa kontrollen bestående av en oanvänd provtagningssvamp, påvisades bakterieväxt med flera bakteriearter. Flera av de andra odlingarna hade ingen eller knappt någon bakterieväxt vilket tyder på att det var hanteringen av den negativa kontrollen som brast och inte att det var något fel på provtagningssvamparna.

Eventuella sjukdomar djuren som använde dessa tuber hade samt hur länge de var intuberade är inte känt. Det kan inte sägas om dessa metoder för rengöring och desinficering fungerar på alla olika luftvägssjukdomar som en intuberad hund kan ha.

Studien inkluderade även två tuber som rengjordes och desinficerades i en diskdesinfektor. Bakteriebördan på dessa tuber var låg vilket indikerar att en diskdesinfektor ger en effektiv rengöring samt desinficering av tuber. Det bör

dock påpekas att denna studie inte tar i beaktande vad diskdesinfektorns höga temperatur gör med PVC-materialet som tuberna är gjorda av.

Urvalet av tuber och metoder för rengöring och desinfektion var för litet för att kunna dra övergripande slutsatser. Det behöver göras en större studie med fler provtagningar av fler tuber och tuber som återanvänds, rengjorts och desinficerats flera gånger för att resultatet ska kunna vara statistiskt relevant.

## 5.2 Resultatdiskussion

Från bakterieodlingarna observeras att en av tuberna som endast rengjordes hade högre bakteriebörda än de andra tuberna. Detta var en av de tuber som var svåra att rengöra (storlek 8). Det indikerar att korrekt rengöring har en betydande effekt på bakteriebördan på den här typen av medicinteknisk utrustning. Det fanns två andra tuber i samma storlek som var svåra att rengöra, varav en efterföljdes med väteperoxid som desinfektion och en med hypoklorsyra. Proverna från dessa tuber hade sparsam bakterieväxt vilket indikerar att den efterföljande desinfektionen har en väsentlig effekt på bakteriebördan.

För de som återanvänder endotrakealtuber är det av största vikt att utföra rengöring samt desinficering på ett korrekt sätt. Det är avgörande för att åstadkomma höggradig renhet vilket är den renhetsgrad som semi-kritisk utrustning behöver uppnå (Alsing Johansson 2024). Semi-kritisk utrustning innefattar sådan utrustning som kommer i kontakt med skadad hud eller intakt slemhinna (Alsing Johansson 2024). Då endotrakealtuber kommer i kontakt med intakt slemhinna kategoriseras de som semi-kritisk utrustning och behöver vara höggradigt rena för att anses säkra att använda.

Resultaten från biofilmmatrisanalysen var inkonklusiva vilket gör att de inte kan användas. Det som kan konstateras är att svaren varierade mycket. Detta väcker frågan om det kan ha varit någon substans som har påverkat analysen. En möjlig orsak kan vara rester av desinfektionsmedel eller neutralisatorn som proven var blandade med. Det är första gången denna metod används för att försöka identifiera biofilmmatriser. Därav behövs fler försök för att förstå metoden bättre.

För att säkerställa patientsäkerheten vid återanvändning av endotrakealtuber krävs att utrustningen uppfyller kriterierna för höggradig renhet eftersom tuberna kommer i kontakt med intakt slemhinna (Sveriges Veterinärförbund och Hästsektionen 2017). Om sår i slemhinnan är känt bör särskild försiktighet iakttas vid intubering. Dock bör det poängteras att sterilitet är svåruppnåeligt även vid användning av sterila engångstuber och sterila handskar, eftersom tuben passerar den naturligt koloniserade miljön i munhåla och svalg. Givet detta antagande uppstår frågan huruvida en reprocessad tub kan anses vara likvärdig med en ny, steril tub. Under förutsättning att en korrekt rengöring- och desinficeringsprocess

efterlevs, är det i praktiken möjligt att uppnå höggradig renhet. Därmed kan det argumenteras för att den mikrobiologiska risken vid användning av en korrekt reprocessad tub skulle kunna vara jämförbar med en ny tub.

Fördelarna med att återanvända endotrakealtuber skulle kunna bestå av ekonomi- och miljöbesparingar. För att undersöka om det verkligen är ekonomiskt fördelaktigt att återanvända tuber följer här ett ungefärligt räkneexempel. Anta att en arbetsplats inom djursjukvården har åtta operationer på en dag. En steriltekniker med en lön på 28 100 kr (medellön för steriltekniker, SLU 2025) rengör och desinficerar dessa med hypoklorsyra under samma tidsintervaller som i denna studie, det vill säga 2,5 min respektive 5 min. Tidsåtgången för desinficering har utelämnats i analysen, eftersom momentet inte kräver aktiv närvaro av personal. Efter varje operation hämtar sterilteknikern tuberna för omedelbar genomsköljning av vatten. Den sammanlagda tiden för hela rengörings- och desinficeringsprocessen, inklusive att förbereda arbetsområdet och ta på sig handskar, uppskattas till 36,3 minuter. Det kostar arbetsplatsen 267 kr i timmen att ha sterilteknikern anställd. Med denna ungefärliga beräkning skulle det då kosta 163 kr för arbetstiden som sterilteknikern lägger ner. För en djurvårdare med lönen 25 500 kr (medellön för djurvårdare, SLU 2025) betalar arbetsplatsen 245 kr per timme. En djurvårdares arbete kostar 148 kr för 36,3 minuter. Tillkommer gör även kostnad för hypoklorsyra, rengöringsmedel, slitage av rengöringsborstar samt handskar. Kostnaden för 2 L hypoklorsyra uppgår till 200 kr (Scandivet u.å.). Kostnaden för arbetstiden samt hypoklorsyran skulle då uppgå till mellan 348 kr och 363 kr. Samtidigt uppgår kostnaden för åtta nya tuber till 206 kr. Denna ungefärliga uträkning väcker tvivel kring om återanvändning av endotrakealtuber verkligen är ekonomiskt fördelaktigt.

Skulle en arbetsplats vilja minska sin användning av engångsprodukter är det möjligt att välja tuber i medicinskt silikon som kan rengöras och desinficeras i en diskdesinfektor med spolutrustning, samt steriliseras i en autoklav. Detta sparar arbetstid jämfört med manuell rengöring och kemisk desinficering. Om och i så fall hur mycket arbetstid som sparas beror dock på hur många tuber som används per dag på arbetsplatsen. Ett lägre antal tuber skulle gå snabbare att rengöra manuellt än ett större antal. För de instrument som tål upphettning används värmedesinfektion i diskdesinfektorn, vilket innebär en besparing av desinfektionsmedel (NSG Patientsäkerhet, NAG Vårdhygien 2024). Återanvändning av tuber i medicinskt silikon är att föredra över återanvändning av engångstuber i PVC eftersom PVC inte tål upphettning. I detta kandidatarbete valdes dock en grupp av engångstuber att köras i diskdesinfektor. Det motiverades av att denna metod används i praktiken inom djursjukvården, trots att det inte är lämpligt för materialet.

Återanvändning av engångsartiklar är ett försök att minska resursanvändningen inom djursjukvården. Trots att återanvändning har potential att minska mängden plastavfall, medför själva rengöringsprocessen en förbrukning av vatten, rengöringsutrustning och kemiska desinfektionsmedel, vilket kräver en balanserad utvärdering av den totala miljöpåverkan. Även om miljömässigt skonsamma medel, som hypoklorsyra (Briotech, Inc. 2020) och väteperoxid (Ciriminna et al.

2016), väljs, kvarstår en resursförbrukning i form av vatten och utrustning som försvårar en entydig slutsats om metodens hållbarhet.

Endotrakealtuber av PVC är avsedda för engångsbruk eftersom det, utöver smittrisen, inte kan garanteras att materialets egenskaper bibehålls efter reprocessing. Bednarski (2009) belyser att mjukgörare i plasten kan läcka ut och tjäna som näring för mikroorganismer, vilket i sin tur främjar tillväxt av biofilm. Eftersom migration av mjukgörare bland annat är temperaturberoende, kan användning av diskdesinfektor anses innebära en högre risk för materialförändring jämfört med mekanisk rengöring och kemisk desinficering vid lägre temperatur. Kommissionens genomförandeförordning (2020/1207) kan även tas i beaktning när det gäller reprocessing av engångsprodukter. Denna reglerar, inom humansjukvården, bland annat vilken aktör som bär ansvaret över reprocessade produkters säkerhet och kvalitet. Trots att djursjukvården inte lyder under denna förordning kan det vara av värde att ta hänsyn till orsakerna bakom dess beslutsfattande.

Bakteriearterna som identifierades av MALDI-TOF från endotrakealtuberna tillhör till störst del normalflora från människa och hund. De vanligast förekommande bakteriearterna från den aeroba odlingen var *Micrococcus* spp., *Corynebacterium* spp, samt *Staphylococcus* spp. Samtliga har tidigare identifierats på både människa och hund (Harvey & Lloyd 1995; Byrd et al. 2018). Dessa bakteriefamiljer beskrivs som en del av i människans och hundens normalflora, förutom *Corynebacterium* spp. som benämns som en övergående bakterie på hund (Hoffman et al. 2014). Det innebär att den kan bäras en kort tid men inte är del av hundens normalflora. Från den anrikade odlingen var *Acinetobacter* spp. den enda bakteriefamilj som förekom i mer än ett prov. Den har observerats i både människans och hundens normalflora (Harvey & Lloyd 1995; Byrd et al. 2018). Några av de identifierade bakterierna var sådana som lever i miljön. Detta anses naturligt då bakterier från miljön kan föras över till exempelvis medicinsk utrustning via händer (Megeus et al. 2015). Ingen av de identifierade bakterierna anses vara primär patogen, däremot kan flera av de orsaka infektion när förhållandena är tillräckligt gynnsamma som exempelvis hos en immunedsatt patient. De kallas därför opportunist. Att resultatet visar på att både bakterier från människa och hund var närvarande är väntat då tuberna har använts till hundar men även hanterats av människor.

Förekomst av biofilm på endotrakealtuber kunde inte tillförlitligt mätas med studiens metoder. I denna studie analyserades prover från endotrakealtuber både för identifiering av bakterier och matris i ett försök att undersöka förekomsten av biofilm. På grund av det bristfälliga resultatet från biofilmsmatrismätningen kunde dock inte förekomst av matris fastslås. Resultaten från bakterieodlingen är inte tillräckliga för att kunna dra någon slutsats om förekomsten av biofilm på tuberna. Eftersom bakterier förekom i proverna kan det inte heller konstateras att det inte förekom biofilm på tuberna. Det är alltså möjligt att det förekom biofilm, men också att det bara var frilevande bakterier utan någon biofilm.

## 5.3 Konklusion

För att undersöka förekomsten av biofilm gjordes en provtagning för matris- och bakterieförekomst genom en biofilmsmatrisanalys samt bakterieodlingar. Bakterier kunde identifieras men biofilmsmatrismätningen var inkonklusiv. Inga slutsatser kan därför dras kring förekomsten av biofilm på de undersökta tuberna. Med tanke på att tuberna endast använts en gång kan det förmodas att biofilm inte har utvecklats. Det är dock rimligt att anta att utvecklingen av biofilm kan ha påbörjats. Det verkar dessutom, i både ekonomisk samt miljösynpunkt, inte gynnsamt att återanvända engångstuber. Detta ställer frågan om det överhuvudtaget finns någon fördel med återanvändningen av tuber. Resultaten från bakterieanalysen kan trots det ge insikter i betydelsen av korrekt rengöring och desinficering av använda tuber.

Fler studier behöver utföras, speciellt med optotracers för att öka förståelsen om dessa kan, och i så fall hur, de kan användas för att identifiera matris.

Bakterierna som identifierades förekommer i normalflora hos människor och andra djur. Risken för infektion från dessa är låg men högre hos immunnedsatta individer. Däremot elimineras inte heller risken vid användning av nya sterila tuber eftersom intubering inte uppnår sterilitet.

## AI-utlåtande

I denna studie har ChatGPT, Google Gemini, notebook LM samt Words rättstavningsverktyg använts. För att hitta relevant litteratur har ChatGPT samt Google Gemini använts. Notebook LM har använts för att identifiera specifik information i en källa, samt omformulera grammatiken av enstaka meningar. ChatGPT har använts för att översätta till engelska samt generera idéer till en relevant diskussion. Google Gemini har använts vid informationssökning där den automatiskt kommer upp som AI-översikt vid Google-sökningar, samt för omformulering av grammatik vid enstaka meningar. Till sist användes Words egna rättstavningsverktyg för att identifiera stavfel. AI-verktyg kan vara fördelaktiga för att främja utveckling av författarens vetenskapliga språk, effektivisera informationssökning, upptäcka stavfel samt bidra med nya vinklar och idéer. En nackdel kan vara att AI-verktyg kan ge felaktig information och därav inte är fullständigt pålitlig. Därtill kan det hända att relevanta källor utelämnas när AI används som sökmetod, eftersom det inte ges en heltäckande bild av källmaterialet.

# Tack

Vi vill ge ett varmt tack till vår handledare Todd Alsing Johansson som väglett oss och varit till mycket stor hjälp under hela arbetets gång.

# Referenser

- Alsing Johansson, T. (2024). *How clean is clean enough? Infection prevention and control in animal healthcare*. Diss. Sveriges lantbruksuniversitet. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae
- Bednarski, R.M. (2009). *Tracheal and Nasal Intubation*. Equine Anesthesia. 2. uppl. Saint Louis: W.B. Saunders, ss. 277-287 DOI: 10.1016/B978-1-4160-2326-5.X0001-6
- Behera, B.K. (2023). *Microbe or cell line quality improvement. I: Conceptual Development of Industrial Biotechnology for Commercial Production of Vaccines and Biopharmaceuticals*. Elsevier [2026-03-10]  
[https://www.microbiologyprocedure.com/microbiological-methods/enrichment-cultures-htm?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.microbiologyprocedure.com/microbiological-methods/enrichment-cultures-htm?utm_source=chatgpt.com)
- Block, M. & Rowan, B. (2020). Hypochlorous Acid: A Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. (78), 1461-1466.  
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.06.029>
- Briotech, inc. (2020) Hypochlorous Acid (HOCl) for disinfection, antisepsis, and wound care in Core Categories 15.1, 15.2, and 13
- Byrd, A., Belkaid, Y. & Segre, J. (2018). The human skin microbiome. *Nat Rev Microbiol* 16, 143–155. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.157>
- Centres for disease control and prevention (2023). *Chemical Disinfectants*.  
<https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-sterilization/chemical-disinfectants.html> [03.05.2026]
- Ciriminna R., Albanese L., Meneguzzo F., Pagliaro M., (2016). Hydrogen Peroxide: A Key Chemical for Today's Sustainable Development. *ChemSusChem*. 9 (24), 3371-3526. <https://doi.org/10.1002/cssc.201600895>
- CLIRE (LIFE09 ENV/SE/000347 CLIRE) (u.å.). *Enkla steg för att minska klimatpåverkan från sjukvården*. CLIRE. <https://lakareformiljon.se/wp-content/uploads/2025/04/enkla-steg-for-att-minska-klimatpaverkan-fran-sjukvarden-skane.pdf>

- Donlan R.M., Costerton J.W., (2002). Biofilms: Survival Mechanisms of Clinically Relevant Microorganisms. *Clinical Microbiology Reviews*. 15 (2),  
<https://doi.org/10.1128/cmr.15.2.167-193.2002>
- Eickenmeyer (u.å.). *Trakealtub med manschett, PVC* <https://eickemeyer.se/produkter-sv/alla-produkter.AlleProdukter/trakealtub-med-manschett-pvc.EMHUV215820>  
 [2026-03-10]
- Fisherscientific (u.å.). *Thermo Scientific™ Hjärnhjärtinfusionsbuljong (uttorkad)*.  
<https://www.fishersci.se/shop/products/oxid-brain-heart-infusion-broth-2/11469668>  
 [2026-03-04]
- Flemming, HC., Wingender, J., Szewzyk, U. et al. (2016) Biofilms: an emergent form of bacterial life. *Nat Rev Microbiol* 14, 563–575.  
<https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.94>
- Harvey, R.G. & Lloyd, D.H. (1995). The Distribution of Bacteria (Other than Staphylococci and Propionibacterium acnes) on the Hair, at the Skin Surface and Within the Hair Follicles of Dogs. *Veterinary Dermatology*. 6, 79-84.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.1995.tb00047.x>
- Hoffman, R., Patterson, AP., Diesel, A., Lawhon, SD., Ly, HJ., Stephenson, CE., Mansell, J., Steiner, J. M., Dowd, E. C., Olivry, T. & Suchodolski, J. S. (2014). The skin microbiome in healthy and allergic dogs. *Plos One*. 9 (1), e83197.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083197>
- Kaushik, A., Kest, H., Sood, M., Steussy, B. W., Thieman, C., & Gupta, S. (2024). Biofilm Producing Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) Infections in Humans: Clinical Implications and Management. *Pathogens*. 13 (1), 76. <https://doi.org/10.3390/pathogens13010076>
- Kemikalieinspektionen (2025). *Ftalater*. <https://www.kemi.se/hallbarhet/amnen-och-material/ftalater> [2026-05-03]
- Liu, W., Zuo, Z., Ma, R. & Zhang, X. (2013). Effect of mechanical cleaning of endotracheal tubes with sterile urethral catheters to reduce biofilm formation in ventilator patients. *Pediatr Crit Care Med*. 14 (7) :e338-43 [10.1097/PCC.0b013e31828aa5d6](https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e31828aa5d6)

- Marcut, L., Mohan, A. G., Corneschi, I., Grosu, E., Paltanea, G., Avram, I., Badaluta, A. V., Vasilievici, G., Nicolae, C.-A. & Ditu, L. M. (2023). Improving the Hydrophobicity of Plasticized Polyvinyl Chloride for Use in an Endotracheal Tube. *Materials*, 16 (22), 7089. <https://doi.org/10.3390/ma16227089>
- Marquis, C.R., Gull, T., Dodam, J., Thombs, L. & Bukoski, A. (2023). Comparison of four endotracheal tube cleaning protocols in anesthetized dogs. *AVMA publications*. 261 (3), 336–341. <https://doi.org/10.2460/javma.22.10.0446>
- Megeus, V., Nilsson, K., Karlsson, J., Eriksson, B. I. & Erichsen Andersson, A. (2015). Hand Contamination, Cross-Transmission, and Risk-Associated Behaviors: An Observational Study of Team Members in ORs. *AORN Journal*. 102 (6), <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2015.06.018>
- Mishra, S.K., Baidya, S., Bhattarai, A., Shrestha, S., Homagain, S., Rayamajhee, B., Hui, A. & Willcox M. (2024). Review Bacteriology of endotracheal tube biofilms and antibiotic resistance: a systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 147, 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.03.004>
- Microbiology procedure (u.å.). *Enrichment cultures*. <https://www.microbiologyprocedure.com/microbiological-methods/enrichment-cultures-htm> [02.05.2026]
- Nationell arbetsgrupp Vårdhygien (2024). *Vägledning för desinfektion i vården*. Nationellt system för kunskapsstyrning hälso- och sjukvård. <https://kunskapsstyrningvard.se/download/18.1cdd270719913c1ed712346/1756990063955/Desinfektion-i-varden-vagledning.pdf>
- Niboucha, N., Goetz, C., Sanschagrin, L., Fontenille, J., Fliss, I., Labrie, S., Jean, J. (2022) Comparative Study of Different Sampling Methods of Biofilm Formed on Stainless-Steel Surfaces in a CDC Biofilm Reactor. *Frontiers in Microbiology*. 13:892181. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.892181>
- Practise Greenhealth (u.å.). *Waste*. <https://practicegreenhealth.org/topics/waste/waste-0> [2026-02-20]
- Richter-Dahlfors A, Kärkkäinen E, Choong FX (2023). Fluorescent optotracers for bacterial and biofilm detection and diagnostics. *Sci Technol Adv Mater*. 5;24(1):2246867. DOI: [10.1080/14686996.2023.2246867](https://doi.org/10.1080/14686996.2023.2246867)

- Scandivet (u.å.) *ECO animal ytdesinfektion* [https://www.scandivet.se/produkt/eco-animal-ytdesinfektion/?srsltid=AfmBOoq189qAAf4-GBJYyDr91mz5tMGmEV9UAqLkkQrO7YJh2\\_SMcUiH](https://www.scandivet.se/produkt/eco-animal-ytdesinfektion/?srsltid=AfmBOoq189qAAf4-GBJYyDr91mz5tMGmEV9UAqLkkQrO7YJh2_SMcUiH) [2026-05-05]
- Sebola, D.C., Oguttu, J.W., Kock, M.M., Qekwana, D.N. (2023) Hospital-acquired and zoonotic bacteria from veterinary hospital and their associated antimicrobial-suseptibility profiles: A systematic review. *Frontiers in Veterinary Science*. 9:1087052. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1087052>
- SLU (2025). *Lönestatistik slu januari 2025*. SLU. <lonestatistik-slu-januari-2025.pdf> [2026-04-21]
- Sveriges Veterinärförbund och Hästsektionen (2017). Infektionskontroll inom hästsjukvård. Sveriges Veterinärmedicinska Sällskap. [https://www.svf.se//media/10mbpucp/infektionskontroll\\_inom\\_hastsjukvard.pdf](https://www.svf.se//media/10mbpucp/infektionskontroll_inom_hastsjukvard.pdf)
- Ugwu, C., Ezeibe, E., Emencheta, S., Nwagwu, C., Ogbonna, K., Ejiofor, C., Onugwu, A., Berebon, D., Attama, A. (2025) Biofilms: structure, resistance mechanism, emerging control strategies, and applications. *RSC Pharmaceutics*. Volym (6), <https://doi.org/10.1039/d5pm00094g>
- VetBact (2018). *Makromorfologi* <https://www.vetbact.org/popup/popup.php?id=2&LANG=sv> [2026-02-25]
- VetBact (2020). *Odlingmedia* <https://vetbact.org/index.phpshowgrowthmedia=1#id92> [2026-02-25]
- VetBact (2021). *Blodagar* <https://vetbact.org/index.phpLANG=sv&displayextinfo=54> [2026-02-25]
- VetBact (2024). *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS)* <https://www.vetbact.org/index.php?LANG=sv&displayextinfo=102> [2026-03-04]
- Vårdhandboken a
- Idving, F., (2026). *Vårdhandboken Diskdesinfektor* <https://www.varldhandboken.se/varldhygien-infektioner-och-smittspridning/desinfektion-och-sterilisering/desinfektionsapparatur/diskdesinfektor/> [15.04.2026]

Vårdhandboken b

Idving, F., (2026). *Vårdhandboken Desinfektionsapparatur-Översikt*

<https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/desinfektion-och-sterilisering/desinfektionsapparatur/oversikt/> [15.04.2026]

Worldbioproducts (u.å.). *HiCap™ Neutralizing Broth*

<https://www.worldbioproducts.com/hicapbroth.html> [2026-03-04]



## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

Föreliggande arbete ska publiceras med 12 månaders fördröjning av fulltexten (tillfälligt läsningsembargo). Därefter ger jag/vi härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

JA, jag, Maria Krynitz har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

JA, jag, Frida Klevedal har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

NEJ, jag, Maria Krynitz ger inte min tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

NEJ, jag, Frida Klevedal ger inte min tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.