

Hygiëne handendrogers

Verspreiding van micro-organismen in de omgevingslucht door handen drogen met twee typen handendrogers

© Vereniging Schoonmaak Research, maart 2012

Vereniging Schoonmaak Research, een onafhankelijk platform voor alle marktpartijen in het schoonmaakonderhoud. VSR streeft naar verhoging van het professionele niveau van het schoonmaakvak door onderzoek, voorlichting en opleiding.

Opdrachtgever: VSR

Auteurs: Prof. Dr. P. M. J. Terpstra
Dr. R. R. Beumer,
Drs. A. E. Duisterwinkel

Datum: 7 november 2011

Uitgegeven door: Vereniging Schoonmaak Research

Vereniging Schoonmaak Research
Postbus 90154
5000 LG Tilburg

www.vsr-org.nl

© VSR maart 2012

Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van VSR niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Inhoud

SAMENVATTING	5
HOOFDSTUK 1 INLEIDING	9
1.1 Achtergrond van het onderzoek	9
HOOFDSTUK 2 MEETMETHODEN EN -MIDDELEN	11
2.1 Globale opzet van het onderzoek	11
2.2 Oriënterende proeven	11
2.3 Handendrogers	13
2.4 Micro-organismen en besmetting van de handen	13
2.5 Testruimten en omgevingscondities	13
2.6 Testpanel	14
2.7 Air samplers	14
2.8 Bepalen van het aantal kolonievormende eenheden per M ³ lucht	14
2.9 Meetcyclus	15
2.10 Aanvullende metingen	16
HOOFDSTUK 3 RESULTATEN	17
3.1 Testcondities	17
3.2 Kiemconcentraties in de omgevingslucht	17
3.3 Effect van de tijd op de kiemconcentratie in de omgevingslucht	18
3.4 Kiemconcentratie in de omgevingslucht onder de handendroger	18
3.5 Aanvullende metingen: aantal kolonievormende eenheden micro- en staphylococcon per m ³ lucht	18
3.6 Kiembalans	19
HOOFDSTUK 4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	21
REFERENTIES	23

Samenvatting

In de sanitaire omgeving kunnen gebruikers en schoonmaakmedewerkers worden blootgesteld aan pathogene micro-organismen. Een belangrijke maatregel om het infectierisico te verminderen is goed handen wassen. Het is niet voldoende dat de micro-organismen goed van het handoppervlak worden verwijderd. Het is ook van belang dat de micro-organismen op de juiste manier worden afgevoerd, zodat niet langs andere weg een besmetting kan plaatsvinden. Het is daarom belangrijk om te achterhalen waar deze micro-organismen terechtkomen bij het drogen van de handen en welke potentiële hygiënische risico's dit oplevert voor gebruikers en eventuele schoonmakers. De verspreiding van kiemen op oppervlakken in de nabijheid van de handendrogers en op de handendrogers zelf is voor de verschillende manieren van handen drogen in de literatuur beschreven. In welke mate micro-organismen bij het handen drogen met jet-handendrogers in de omgevingslucht terecht komen is niet onderzocht. In het VSR-onderzoek 'Hygiënisch en duurzaam handen drogen' is dit ook vastgesteld en om die reden de wens geformuleerd om onderzoek te doen naar de hygiëne bij gebruik van de jet-handendroger.

Dit onderzoek, dat voortkomt uit deze wens en is uitgevoerd voor de Vereniging Schoonmaak Research, heeft als doel te achterhalen in welke mate bij het handen drogen met een conventionele hete lucht handendroger en een jet-handendroger kiemen kunnen worden verspreid in de omgevingslucht.

Bij de uitvoering van de metingen zijn de handen van panelleden (10 personen) eerst bevochtigd met een suspensie met een bekende concentratie gisten (*Saccharomyces cerevisiae*). Daarna hebben de panelleden de handen gedroogd met één van beide handendrogers. Direct na het drogen van de handen zijn luchtmonsters (100 liter) verzameld op een meethoogte van 110 cm (de neushoogte van een 8-jarige) op 160 cm (de neushoogte van een volwassene) en op vloerhoogte en is het aantal kiemvormende eenheden (kve) in de monsters bepaald. De metingen zijn uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van $22,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ en een luchtvochtigheid van $55\% \pm 3\% \text{RH}$. Alle proeven zijn in duplo uitgevoerd.

Op alle drie meethoogtes is voor beide handendrogers en bij alle panelleden het toetsorganisme (*Saccharomyces cerevisiae*) in de luchtmonsters teruggevonden. Het aantal kve/m³ dat bij de metingen bij de jet-handendroger is gevonden is bij alle drie hoogtes bijna een factor 10 hoger dan bij de conventionele hete lucht handendroger.

De hoogte heeft een geringe maar niet relevante invloed op de kiemconcent-

tratie in de lucht; op 110 cm hoogte wordt bij beide handendrogers een hogere kiemconcentratie gevonden dan op 160 cm. Ook de tijd na het handen drogen heeft invloed op de kiemconcentratie; in alle gevallen is 60 seconden na de eerste meting een lagere kiemconcentratie gemeten. Na 2 uur is de concentratie kiemen met zeker een factor honderd gedaald.

Vóór het handen drogen zijn de handen besmet met $9,7 \times 10^8$ (Log 9,0) kve. Van dit aantal kiemen is na het handen drogen 7,4% op de handen terug gevonden. Het aantal kiemen dat in de lucht is gemeten bedraagt 0,01% bij de jet-handendroger en 0,001% bij de hete lucht droger (berekend op het totale ruimtevolumen). De kiemrest op de handen tezamen met het totaal aantal kiemen in de omgevingslucht is $\pm 7,4\%$ van het aantal kiemen waarmee de handen oorspronkelijk zijn besmet. Meer dan 92 % van de kiemen waarmee de handen zijn besmet zijn niet teruggevonden en zijn dus afgedood of bevinden zich op andere plekken in de ruimte, bijvoorbeeld in de handendroger of op de vloer.

Het aantal kiemen waarmee de handen in dit onderzoek zijn besmet moet als een worst case worden beschouwd. In de praktijk zal de besmetting van de handen in het algemeen lager tot veel lager zijn. Dat betekent dat ook de besmetting van de lucht in de praktijk lager tot veel lager is dan in dit onderzoek is gemeten. Tijdens de uitvoering van de proeven is opgemerkt dat in de droogholte van de jet-handendroger resten ingedroogde gistsuspensie te zien waren. Deze wordt veroorzaakt doordat vóór het starten van de luchtstroom druppels van de handen in de holte vallen en mogelijk ook nog tijdens het drogen. Op eenzelfde manier kunnen vóór en tijdens het drogen met een hete lucht handendroger druppels suspensie op de grond terecht komen.

Bezoekers van de sanitaire ruimte kunnen door inademing van de omgevingslucht worden blootgesteld aan de hierin aanwezige kiemen. De blootstelling is evenredig met de concentratie kiemen in de lucht en met de hoeveelheid ingeademde lucht. In rusttoestand ligt het luchtvolume dat een persoon per minuut inademt in de orde van 7,5 liter. Voor een risico-inschatting nemen we aan dat de kiemen homogeen in de lucht zijn verspreid en dat de verblijftijd van een persoon in de ruimte 3 minuten bedraagt en dat alle ingeademde kiemen worden opgenomen (worst case). Ook nemen we aan dat het besmettingsniveau van toiletbezoekers op hetzelfde niveau ligt als in dit onderzoek toegepast. Dan zal onder deze condities een gebruiker bij een hete lucht handendroger via de ademhaling worden blootgesteld aan 4 kiemen per bezoek. En bij de jet-handendroger aan 38 kiemen. In hoeverre dit verschil in blootstelling in de praktijk van belang is, is afhankelijk van verschillende factoren zoals het type micro-organisme, de conditie van de betrokken persoon.

Het aantal kiemen dat op de handen achterblijft na doelmatig handen wassen zal veel lager zijn dan in de hierboven beschreven situatie. De kans dat dan nog blootstelling via de ademhaling plaats vindt lijkt uitgesloten.

Samenvattend mag het volgende worden gesteld:

- bij handen drogen met een lucht handendroger worden micro-organismen van de handen in de lucht overgebracht,
- het aantal micro-organismen dat wordt overgebracht in de lucht is bij gebruik van een jet-handendroger ongeveer 9 maal hoger dan bij een hete lucht handendroger,

- de kiemconcentratie in de lucht neemt af in de tijd,
- de kiemconcentratie is op een hoogte van 110 cm hoger dan op 160 cm; het verschil is echter niet relevant,
- bezoekers van een sanitaire ruimte met een handdroger worden via de ademhaling blootgesteld aan kiemen die afkomstig zijn van (ondoelmatig) gewassen handen; deze blootstelling is bij een jet-handdroger hoger dan bij een hete lucht handdroger,
- na goed handen wassen lijkt blootstelling via de ademhaling, ongeacht het type handdroger, minimaal.

Hoofdstuk 1

Inleiding

1.1 Achtergrond van het onderzoek

In de dagelijkse schoonmaakpraktijk kunnen medewerkers in diverse omgevingen (bv gezondheidszorg, voedingsmiddelenindustrie) worden blootgesteld aan pathogene micro-organismen^{[1][2][3]}. In veel gevallen zal deze blootstelling leiden tot een besmetting van de handen. Een belangrijke maatregel om het infectierisico in deze omgevingen te verminderen is daarom goed handen wassen^{[4][5]}.

“Handreiniging met water en zeep of inwrijven van de handen met handalcohol wordt beschouwd als de belangrijkste maatregel om het risico van transmissie van micro-organismen van de ene persoon naar een andere of van het ene lichaamsdeel naar het andere te verminderen”^[5].

Bij handenwassen dienen deze micro-organismen niet alleen van de handen te worden verwijderd. Het is ook van belang dat de bij het wassen van de handen verwijderde micro-organismen veilig worden afgevoerd, zodat niet langs andere weg alsnog een besmetting kan plaatsvinden.

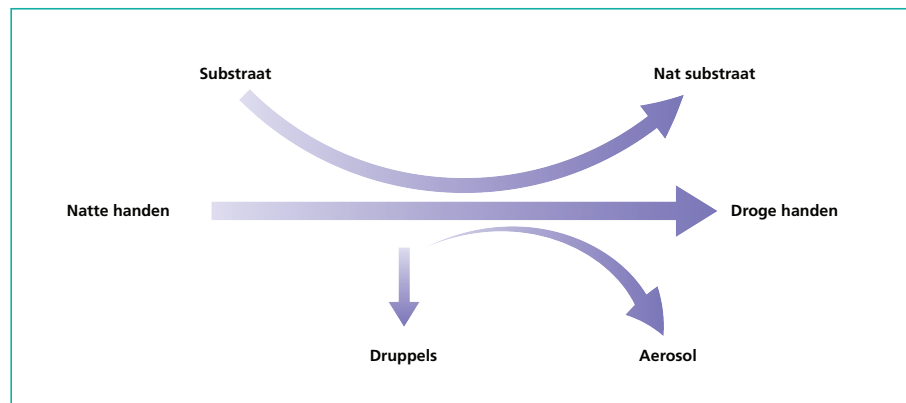
Na het handen wassen daarom worden de handen gedroogd^[5]. Hiervoor bestaan verschillende methoden; drogen met een handdoek, met papier en met een (elektrische) handendroger. In verband met het potentiële infectierisico is het relevant om te achterhalen waar de micro-organismen terechtkomen die bij het drogen van de handen met de verschillende manieren om de handen te drogen, terecht komen en welke potentiële hygiënerisico's dit oplevert voor de gebruiker en eventueel de schoonmaker.

Afbakening van de onderzoeksvraagstelling

Micro-organismen die bij onderzoek naar handen drogen een rol spelen omvatten de schimmels, gisten, bacteriën en virussen. Omdat virussen zich op belangrijke punten onderscheiden van de andere micro-organismen (o.a. grootte, overleving en groei) en omdat het werken met virussen specialistische faciliteiten vereist, zullen virussen in dit onderzoek niet worden mee genomen.

In figuur 1 is een conceptueel schema van het handen drogen weergegeven. Afhankelijk van het droogproces is het substraat textiel van een rolhanddoek, papier van een dispenser systeem of drooglucht van een hete lucht handendroger. In theorie zijn bij aanvang van het proces alleen de handen besmet. Na het drogen zijn de kiemen verspreid over het natte substraat, de droge handen, de aerosol en de waterdruppels.

Er wordt aangenomen dat de mechanische actie bij handen drogen met papier of textiel onvoldoende intensief is om een aerosol (nevel) te bewerkstelligen, en op die wijze micro-organismen van de hand in de omgevingslucht te brengen.



Figuur 1: Schematische weergave droogproces

Voor het drogen van de handen met een elektrische handendroger bestaan twee verschillende concepten; de (conventionele) hete lucht handendroger die werkt op basis van een straal verwarmde lucht en de zogenaamde jet-handendroger, die werkt op basis van een zeer intense luchtstroom. Onverwarmde lucht wordt bij dit systeem met hoge snelheid door twee smalle spleten tegen de handen geblazen. Zo wordt het water mechanisch “afgeblazen” in plaats van te worden verdampt. Vanwege de hoge luchtsnelheid en mechanische verwijdering van het water op de handen is het aannemelijk dat bij een jet-handendroger meer aërosolvorming optreedt dan bij een hete lucht handendroger, waardoor meer micro-organismen in de omgevingslucht terecht kunnen komen.

Uit literatuuronderzoek blijkt dat de verspreiding van micro-organismen bij handen drogen meermaals is onderzocht. Een uitgebreid onderzoek, gepubliceerd door de Westminster University, wordt beschreven in het artikel ‘*A comparative study of three different hand drying methods: paper towel, warm air dryer, jet air dryer*’^[6]. In dit onderzoek zijn de droogsnelheden, de kiemreductie op handen, de besmetting van oppervlakken in de sanitaire omgeving en de accumulatie van kiemen op de jet-handendroger onderzocht. Uit de resultaten valt indirect af te leiden dat een deel van de contaminatie van de sanitaire omgeving wordt veroorzaakt door een verneveling van het water op de handen. In het onderzoek worden namelijk tot op 3 meter afstand van de handendroger nog micro-organismen op de vloer gevonden. Er is tot nu toe echter geen onderzoek gedaan naar de mogelijke verhoging van het kiemniveau in de omgevingslucht die door deze nevel (aërosol) wordt veroorzaakt; terwijl dit fenomeen wel kan leiden tot een verhoogde blootstelling bij handen drogen met lucht handendrogers. In het VSR-onderzoek ‘Hygiënisch en duurzaam handen drogen’ is om die reden de wens geuit om onderzoek te doen naar de hygiëne bij gebruik van de jet-handendroger^[7]. Dit onderzoek, dat voortkomt uit deze wens en is uitgevoerd voor de Vereniging Schoonmaak Research, heeft als doel deze kennisleemte te vullen.

Onderzoekdoelstelling.

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken in welke mate micro-organismen die voorafgaand aan het handen drogen op de handen verblijven, bij het handen drogen met een hete lucht handendroger en een jet-handendroger verspreid worden in de omgevingslucht.

Hoofstuk 2

Meetmethoden en-middelen

2.1 Globale opzet van het onderzoek

Met beide handendrogers wordt onderzocht hoeveel micro-organismen bij het drogen van de handen in de omgevingslucht terecht komen. Hiertoe zullen de handen van panelleden worden bevochtigd met een suspensie met een bekende concentratie micro-organismen en zullen de handen vervolgens met één van beide handendrogers worden gedroogd. Direct aansluitend op het proces van handen drogen zal het aantal micro-organismen in de omgevingslucht worden gemeten.

De besmetting van de lucht wordt gemeten met behulp van air samplers. Een air sampler is een apparaat dat in korte tijd (bv 1 minuut) uit een vooringestelde hoeveelheid lucht deeltjes verzameld. In een vooronderzoek wordt uit een drietal verschillende apparaten de meest geschikte geselecteerd. Tevens wordt in dit vooronderzoek een geschikte bemonsteringstijd en -volume worden vastgesteld. De luchtmonsters worden op een hoogte van 110 cm (representatief voor de neushoogte van een 8-jarige) en op een hoogte van 160 cm (representatief voor de neushoogte van een volwassene) genomen. Na bebroeden wordt het aantal op de voedingsmedia gegroeide kolonies omgerekend tot kolonievormende eenheden (kve) per m³ lucht.

2.2 Oriënterende proeven

Voorafgaand aan de bovengenoemde metingen worden oriënterende proeven uitgevoerd om vast te stellen:

- welk van de beschikbare air-samplers goede resultaten opleveren
- wat een geschikte concentratie van micro-organismen is om de handen mee te bevochtigen
- hoe lang de wachttijd tussen verschillende metingen dient te zijn om zeker te stellen dat opvolgende metingen niet worden beïnvloed.

Er zijn metingen gedaan met drie verschillende air samplers de Biotest Hycon RCS isolator, Biotest Hycon RCS standard en de bioMérieux Air IDEAL. De Biotest air samplers bleken hierbij beiden geschikt voor metingen op 110 en 160 cm hoogte. Bij één meting wordt in ± 60 seconden 100 liter lucht bemonsterd. Besloten is om de metingen uit te voeren met behulp van alleen de Biotest Hycon RCS isolator air sampler om eventuele verschillen tussen de beide typen Biotest air samplers te elimineren. Omdat de metingen met één air sampler op twee hoogten logischer wijs na elkaar moeten worden uitgevoerd (tijdsverschil ± 60 seconden), is

de meetvolgorde op beide hoogten bij de duplo meting steeds omgewisseld. De bioMérieux Air IDEAL is gebruikt voor aanvullende metingen op vloerhoogte direct onder de handendrogers. Met de bioMérieux Air IDEAL wordt bij elke meting in 60 seconden 100 liter lucht bemonsterd.

De handen worden voor het drogen besmet door ze te dompelen in een suspensie van gistcellen in leidingwater en het overtollige vocht vervolgens af te schudden. Na dompeling van de handen en afschudden van de overtollige vloeistof blijft ongeveer 4 ml van de suspensie op de handen achter. Er zijn droogproeven gedaan met suspensies met verschillende gistconcentraties. Eerst met water waaraan 50% onverdunde gistsuspensie is toegevoegd en vervolgens met een suspensie met 5% onverdunde gistsuspensie. In de (onverdunde) gistsuspensie worden $7,5 \times 10^9$ kolonievormende eenheden (kve) per ml gemeten.

De kiemconcentratie in de lucht na handen drogen met een suspensie met 50% onverdunde gistsuspensie was te hoog om bij bemonstering van 100 liter lucht goede kiemtellingen te doen. Omdat ook bij de proeven met 5% gistsuspensie nog hoge tellingen werden verkregen is besloten de proeven uit te voeren met een suspensie met 2% onverdunde gistsuspensie. Het laatste komt overeen met een kiemconcentratie van $1,5 \times 10^8$ kve per ml. Bij bevochtiging met een 2% onverdunde gistsuspensie worden dus ongeveer 6×10^8 kve op de handen aangebracht. Een besmetting met dergelijk aantallen zou kunnen optreden als een persoon in aanraking is geweest met fecaliën. Een milliliter fecaliën kan 1010 tot 1012 kve bevatten. Een hoeveelheid van 6×10^8 kve op de handen komt dus overeen met een besmetting met 60 tot 0,6 mg fecaliën.

Voor de bepaling van de wachttijd tussen opeenvolgende metingen, zijn luchtmonsters genomen op verschillende tijdstippen na het handen drogen. Hierbij bleek een wachttijd van twee uur voldoende. In deze periode neemt de concentratie kiemen in de lucht met een factor van meer dan 100x af.

Samenvattend:

- de metingen worden uitgevoerd met een Biotest Hycon RCS isolator, waarbij de metingen op de twee verschillende hoogten direct na elkaar worden uitgevoerd,
- er wordt gewerkt met een suspensie met 2% onverdunde gistsuspensie,
- de wachttijd tussen opeenvolgende metingen is 2 uur.

2.3 Handendrogers

In tabel 1 zijn de technische gegevens van beide handendrogers vermeld.

	Jet-handendroger	hete lucht handendroger
Producent	Dyson	Mediclinics
Type	Airblade AB 03	Saniflow Eo5
Afmetingen	H66xB31xD25cm Hoogte bovenkant 95 cm	H24,5xB27,6xD21cm Hoogte bovenkant 155 cm
Aansluitvermogen	1600 W	2250
Activering	IR-sensor	Knop
Droogtijdinstelling	IR-sensor	Timer 34 seconden
Lichtsnelheid	640 km/uur	96 km/uur
Luchtstroom	37 std l/s 92 l/sec	92 l/sec
Luchttemperatuur	Niet verwarmd	53° C (bij 21°C omgevingstemp.)
Geluid	85 dB(A)	70 dB

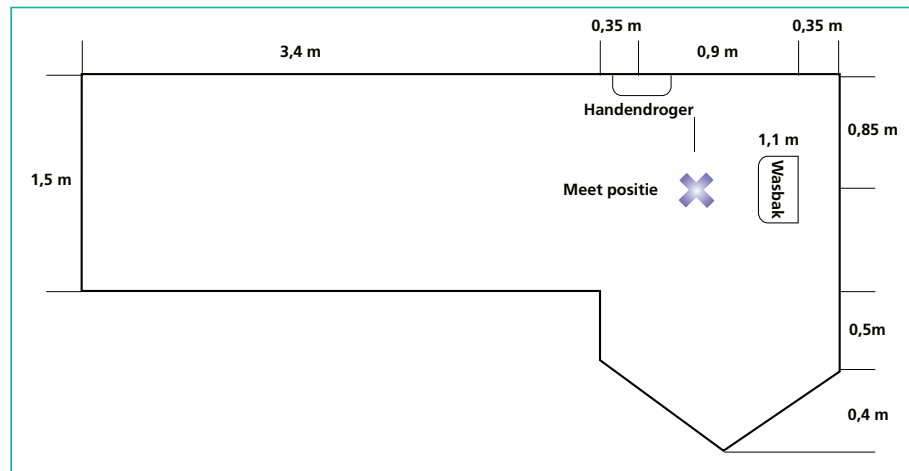
Tabel 1 Gegevens handendrogers volgens opgave producent

2.4 Micro-organismen en besmetting van de handen

De handen van de panelleden worden besmet met de gist *Saccharomyces cerevisiae*. Deze gist is een geschikt modelorganisme; het is beter geschikt dan een bacterie (b.v. *Micrococcus luteus*) vanuit het oogpunt veiligheid, acceptatie door proefpersonen, eenvoudig te detecteren en makkelijker te onderscheiden van de gebruikelijke handflora. Bij de oriënterende proeven is gevonden dat als de handen worden bevochtigd met een suspensie met een concentratie van $1,5 \times 10^8$ kve per ml er bij beide manieren van handen drogen, goed meetbare kiemconcentraties in de omgevingslucht worden gevormd. Na dompeling van de handen en afschudden van de overtollige vloeistof blijft ongeveer 4 ml van de suspensie op de handen achter. Dit komt overeen met 6×10^8 kve.

2.5 Testruimten en omgevingscondities

Als testruimtes zijn twee gelijkvormige sanitaire ruimtes in een bedrijfsgebouw gebruikt. De afmetingen van de ruimtes zijn weergegeven in figuur 1. Het vloeroppervlak van de ruimtes bedraagt $8,6 \text{ m}^2$ en het ruimtevolumen 24 m^3 . De ruimtes zijn boven elkaar gelegen op twee verschillende verdiepingen in het gebouw. De temperatuur en relatieve vochtigheid in de ruimten worden op alle meetdagen en in beide ruimten gemeten.



Figuur 2 Testruimte

2.6 Testpanel

Voor het onderzoek wordt een panel van 10 personen (5 mannen en 5 vrouwen) ingezet. De leeftijd van de panelleden lag in het gebied van 24 tot 70 jaar.

2.7 Air Samplers

Bij de proeven is gebruik gemaakt van een Biotest Hycon RCS isolator voor het bepalen van het aantal kve in de omgevingslucht op een meethoogte van 110 cm en 160 cm. De inlaat van de air samplers wordt gepositioneerd op 50 cm afstand van de wand waarop de handendrogers zijn geïnstalleerd. Voor de meting van het aantal kve op vloerhoogte direct onder de handendrogers is een bioMérieux Air IDEAL toegepast. De technische gegevens van beide air samplers zijn vermeld in tabel 2.

Type	Biotest Hycon RCS isolator	Air IDEAL
Producent	Biotest	bioMérieux
Lucht stroom	100 l/m	100 l/m
Lucht stroom	0,07 – 7 m/sec	< 20 m/sec
Physical efficiency	Niet gespecificeerd	100% van de deeltjes > 5 μ

Tabel 2 Technische gegevens air samplers

2.8 Bepalen van het aantal kolonievormende eenheden per m³ lucht

Voor de metingen op 110 cm en 160 cm wordt de Biotest sampler voorzien van een strip, met daarin steriele Rose Bengal Agar (RBA), geleverd door dezelfde leverancier als die van het monsterapparaat.

RBA is een voedingsmedium dat geschikt is voor het bepalen van schimmels en gisten. Na start van de meting wordt 100 l aangezogen lucht over het oppervlak van het medium geblazen. De hierin aanwezige micro-organismen hechten aan het oppervlak. Na de meting (één minuut) worden na 3-5 dagen bebroeden in

een broedstoof bij een temperatuur van 25°C, de gistkolonies (groot, witglanzend) geteld. Deze aantallen worden omgerekend tot kve per m³. Incidenteel kunnen ook schimmelkolonies aanwezig zijn (pluizig). Deze worden niet geteld.

Voor de metingen met het Air Ideal apparaat wordt eenzelfde hoeveelheid lucht (100 l), via een deksel met kleine openingen, over het oppervlak van een petrischaal gevuld met Oxytetracycline Gist Glucose Agar (OGGA) verspreid. Aan het eind van de meting (1 minuut) wordt de plaat 3-5 dagen bebroed in een broedstoof bij 25°C. Grote, witglanzende gistkolonies worden geteld. Pluizige kolonies (schimmels) worden niet geteld. Na de monsternamen voor de gisten wordt het apparaat voorzien van een plaat met het medium Mannitol Salt Agar (MSA). Dit medium is ontwikkeld voor het bepalen van micrococen en staphylococen, groepen micro-organismen die van nature op de huid (dus ook op handen) voorkomen. Aan het eind van de meting (1 minuut) wordt de plaat 1-2 dagen bebroed bij 37°C, waarna karakteristieke kolonies (bol, rond) worden geteld. De aantallen worden omgerekend tot kve per m³ lucht.

Direct na de metingen met de Biotest Sampler worden op 150 cm links van de handdrogers op de grond zogenaamde 'fall-out' platen geplaatst. Dit zijn platen gevuld met OGGA, die gedurende een bepaalde tijd (5 min) open aan de lucht staan. Daarna worden ze 3-5 dagen bebroed bij 25°C en worden karakteristieke kolonies geteld.

2.9 Meetcyclus

Meting met jet-handdroger ruimte A:

Bij een proefpersoon worden de handen bevochtigd met de gistsuspensie en aansluitend gedroogd met een jet-handdroger. De handen worden gedroogd door ze twee maal in en uit de handdroger te bewegen. Deze handeling neemt totaal ongeveer 10 seconden in beslag

Direct hierna wordt op twee meethoogten (110 en 160 cm) een luchtmonster genomen. Vervolgens wordt op vloerhoogte precies onder de handdroger lucht bemonsterd met een bioMérieux Air IDEAL en worden op 1.5 meter afstand van de handdroger (richting deur) op de vloer neerdalende kiemen met behulp van fall-outplaten gemeten.

Meting hete lucht handdroger ruimte B:

Na de proeven in ruimte A worden dezelfde metingen uitgevoerd in Ruimte B echter met dit verschil dat de handen nu worden gedroogd met een hete lucht handdroger. De droogtijd wordt bij de hete lucht handdroger bepaald door de ingebouwde timer: 34 seconden.

Rustperiode:

Na de beide metingen wordt twee uur gewacht voordat een volgende meetcyclus wordt uitgevoerd.

Ieder panellid zal de handen twee maal met een hete lucht handdroger en twee maal met een jet-handdroger drogen.

2.10 Aanvullende metingen

Om een totaalbeeld te krijgen in de verspreiding van de kiemen bij het handen drogen is ook een meting gedaan van het aantal kve dat na drogen op de handen is achtergebleven. Hiertoe zijn de handen direct na drogen met de hete lucht handendroger 'gespoeld' in water. Daarna is met een oppervlakteplaat het aantal kve gisten in het spoelwater (1000 ml) bepaald en omgerekend naar kve per hand. Deze bepaling is bij drie proefpersonen uitgevoerd.

Bij elke proef is een meting gedaan van de concentratie staphylococcen in de lucht op vloerhoogte onder de handendrogers.

Hoofstuk 3

Hygiënisch drogen

3.1 Testcondities

Bij alle metingen ligt de omgevingstemperatuur in het temperatuurgebied $22,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ en de relatieve vochtigheid in het gebied $55\% \pm 3\% \text{ RH}$. Het temperatuurverschil tussen beide meetruimtes is bij alle metingen minder dan $1,5^{\circ}\text{C}$ en het verschil in relatieve vochtigheid minder dan $3\% \text{ RH}$.

3.2 Kiemconcentratie in de omgevingslucht

Het aantal kve per m^3 omgevingslucht dat na handen drogen met een Jet-handendroger en de hete lucht handendroger zijn gemeten verschilt ongeveer een factor 10.

Bij de jet-handendroger wordt na handen drogen een gemiddelde concentratie van $\text{Log } 3,2 \text{ kve}/\text{m}^3$ gemeten, bij de hete lucht handendroger is dit $\text{Log } 2,3 \text{ kve}/\text{m}^3$. Bij tellingen van micro-organismen, of dit nu in lucht, water of producten is, is het niet gebruikelijk aantallen weer te geven zoals hier boven is gedaan. In het algemeen wordt de $10\log$ waarde van dat getal genomen (met één decimaal). Toegepast op de hierboven gegeven resultaten bedraagt de Log van het aantal kve/m^3 bepaald met de jet-handendroger: 3.2; voor de traditionele droger is dit 2.3. Zowel bij de jet-handendroger als de hete lucht handendroger is het gemeten aantal kve per m^3 op 110 cm hoger dan op 160 cm. De verschillen zijn getalsmatig niet relevant; kleiner dan $\text{Log } 0,1 \text{ kve}/\text{m}^3$.

In Figuur 3 zijn de kiemconcentraties weergegeven van de beide duplo metingen met de verschillende proefpersonen. Omdat de waarden van de beide meethoogtes slechts gering van elkaar verschilden (minder dan $0,1 \text{ Log}$) is de gemiddelde waarde van de beide meethoogtes gebruikt. In Figuur 3 is de kleine standaarddeviatie ($< 0,1 \text{ Log}$) niet aangegeven. De proefpersonen zijn in de grafiek van links naar rechts weergegeven in oplopende gemiddelde kiemconcentratie (meetwaarden van de jet-handendroger). De eerste waarde van een proefpersoon is hierbij steeds de laagste meetwaarde van de beide duplo metingen.

Bij alle proefpersonen is de kiemconcentratie in de lucht bij de jet-handendroger hoger dan bij de hete lucht handendroger. Het verschil tussen de beide handendrogers varieert bij de verschillende proefpersonen maar is globaal van dezelfde orde van grootte en varieert van $0,5$ tot $1,3 \text{ Log}$.

Met de 'fall-out' platen op 150 cm links van de handdrogers op de grond zijn geen bruikbare resultaten verkregen.

3.3 Effect van de tijd op de kiemconcentratie in de omgevingslucht

De metingen op de twee verschillende meethoogtes zijn met een tussenpoos van 60 seconden na elkaar gemeten. Omdat bij de eerste en de tweede duplo meting de volgorde van de meethoogte is omgewisseld kan ook tijdeffect op de kiemconcentratie worden berekend. Voor de jet-handendroger zijn de logwaarden voor 110 cm en 160 cm respectievelijk Log 3.3 en 3.2 kve/m³. Voor de hete lucht handendroger is de logwaarde voor beide hoogtes gelijk: Log 2.3.

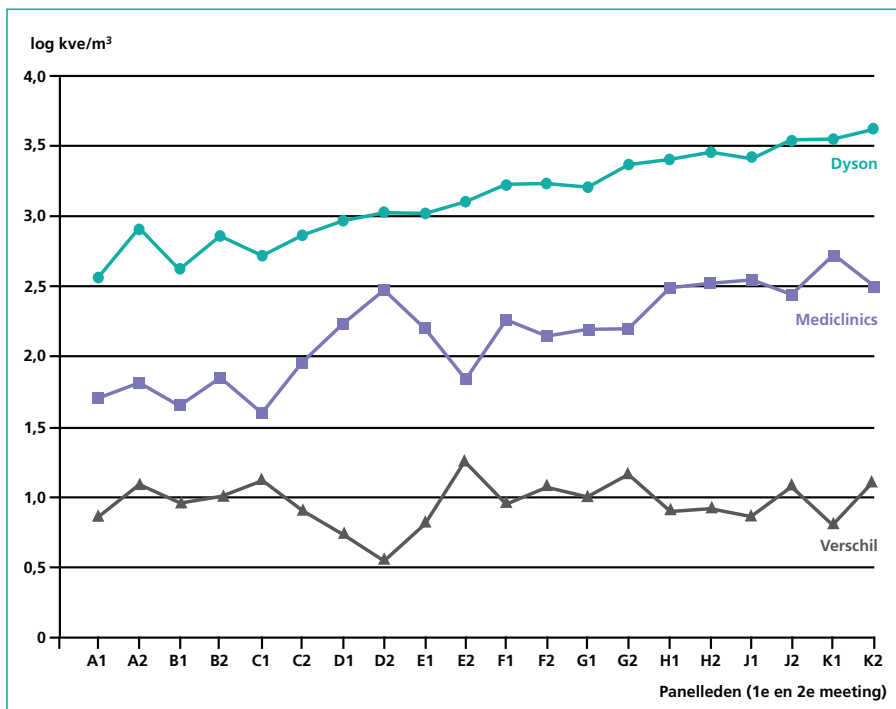
3.4 Kiemconcentratie in de omgevingslucht onder de handendroger

Bij alle proeven is het aantal kve gisten per m³ ook gemeten op vloerhoogte direct onder de handendroger. De metingen zijn steeds 60 seconden na het handen drogen gestart. Deze metingen zijn uitgevoerd met een bioMérieux Air IDEAL en ook met deze air sampler is 100 liter lucht bemonsterd.

De gemiddelde kiemconcentraties bij de jet-handendroger en de hete lucht handendroger, op vloerhoogte onder de handendrogers, bedragen respectievelijk Log 3.1 en 2.2 kve/m³. Omdat het meetprincipe van de bioMérieux Air IDEAL afwijkt van dat van de Biotest Hycon RCS isolator zijn de meetwaarden die verkregen zijn met de beide air samplers onderling getalsmatig niet geheel vergelijkbaar. Toch komen de meetwaarden bij verschillende hoogtes goed overeen. Het verschil tussen de beide handendrogers op vloerhoogte is Log 0.9, wat vergelijkbaar is met het verschil (Log 1.0) tussen de handendrogers gemeten met de Biotest Hycon RCS isolator op de hoogtes 110 en 160 cm.

3.5 Aanvullende metingen: aantal kolonievormende eenheden micro- en staphylococcen per m³ lucht

Bij alle proeven is eveneens het aantal kve/m³ micro- en staphylococcen bepaald op vloerhoogte direct onder de handendrogers. De metingen zijn steeds 90 seconden na het bemonsteren van de omgevingslucht op gisten met de AIR IDEAL gestart en werden met hetzelfde apparaat op dezelfde wijze uitgevoerd. Hierbij is geen relevant verschil tussen de beide manieren van handen drogen aangetoond, Dit komt mogelijk omdat de micro- en staphylococcen ook van andere delen van het lichaam afkomstig zijn en niet van de handen alleen.



Figuur 3 Het aantal kolonievormende eenheden per m³ in omgevingslucht na drogen met twee typen handdrogers, Dyson (groen) en Mediclinics (paars). Elk datapunt is het gemiddelde van twee metingen, één op 110 cm en één op 160 cm. A1 en 2 zijn duplo metingen, uitgevoerd op een andere dag of dagdeel.

3.6 Kiembalans

Bij het handen drogen kunnen de micro-organismen die na het handen wassen nog op de handen aanwezig zijn op een beperkt aantal plaatsen terecht komen. Bij het drogen met een luchtstraal worden de kiemen verspreid over oppervlakken in de nabijheid van de handdroger, de oppervlakken van de handdroger zelf en door nevelvorming in de lucht. Een restant van de kiemen blijft op de handen achter. Een deel kan gedood zijn door uitdroging of verhitting. En een deel kan gedood zijn door beschadiging tijdens de monsternamen^[8]. Op de handen na het handen drogen met een hete lucht handdroger zijn totaal nog Log 7.8 kiemen gemeten.

In tabel 3 is weergegeven hoeveel kiemen zich voor het drogen op de handen bevinden en hoeveel kiemen er na het handen drogen in de omgevingslucht en op de handen zijn gemeten.

	Jet-handdroger	hete lucht handdroger
Kiemen op de handen vóór het handen drogen (6 ml gistsuspensie per paar handen)	9,7x10 ⁸ (9,0) (100%)	9,7x10 ⁸ (9,0) (100%)
Kiemen op de handen na het handen drogen	7,2x10 ⁷ (7,9) (7,4%)	7,2x10 ⁷ (7,9) (7,4%)
Kiemen in de omgevingslucht (ruimtevolume: 40 m ³)	6,7x10 ⁴ (4,8) (0,01%)	7,4x10 ³ (3,9) (0,001%)

Tabel 3 Verspreiding micro-organismen bij het handen drogen (N (LogN) %)

Hoofdstuk 4

Discussie en conclusies

Het doel van het onderzoek is om te onderzoeken in welke mate micro-organismen die voorafgaand aan het handen drogen op de handen verblijven, bij het handen drogen met een hete lucht handendroger en een jet-handendroger verspreid worden in de omgevingslucht.

Bij de uitvoering van het onderzoek zijn de handen van panelleden (10 personen) eerst bevochtigd met een suspensie met een bekende concentratie gisten (*Saccharomyces cerevisiae*). Vervolgens hebben de panelleden de handen gedroogd met één van beide handendrogers. Direct na het drogen van de handen zijn luchtmonsters (100 liter) verzameld op een meethoogte van 110 cm (neushoogte van een 8-jarige) op 160 cm (neushoogte van een volwassene) en op vloerhoogte en is het aantal kiemvormende eenheden (kve) in de monsters bepaald. De metingen zijn uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van $22,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ en een luchtvochtigheid van $55\% \pm 3\% \text{RH}$. Alle proeven zijn in tweevoud uitgevoerd.

Op alle drie meethoogtes is voor beide handendrogers en bij alle panelleden het toetsorganisme (*Saccharomyces cerevisiae*) in de luchtmonsters teruggevonden. Het aantal kve/m³ dat bij de metingen bij de jet-handendroger is gevonden is bij alle drie hoogtes bijna een factor 10 hoger dan bij de conventionele hete lucht handendroger.

De hoogte heeft een geringe maar niet relevante invloed op de kiemconcentratie in de lucht; op 110 cm hoogte wordt bij beide handendrogers een hogere kiemconcentratie gevonden dan op 160 cm. Ook de tijd na het handen drogen heeft invloed op de kiemconcentratie; in alle gevallen is 60 seconden na de eerste meting een lagere kiemconcentratie gemeten. Na 2 uur is de concentratie kiemen met zeker een factor honderd gedaald.

Vóór het handen drogen zijn de handen besmet met $9,7 \times 10^8$ (Log 9,0) kve. Van dit aantal kiemen is na het handen drogen 7,4% op de handen terug gevonden. Het aantal kiemen dat in de lucht is gemeten bedraagt 0,01% bij de jet-handendroger en 0,001% bij de hete lucht droger (berekend op het totale ruimtevolumen). De kiemrest op de handen tezamen met het totaal aantal kiemen in de omgevingslucht is $\pm 7,4\%$ van het aantal kiemen waarmee de handen oorspronkelijk zijn besmet. Meer dan 92% van de kiemen waarmee de handen zijn besmet zijn niet teruggevonden en zijn dus afgedood of bevinden zich op andere plekken in de ruimte, bijvoorbeeld in de handendroger of op de vloer. En een deel kan gedood zijn door beschadiging tijdens de monsternamen^[8].

Het aantal kiemen waarmee de handen in dit onderzoek zijn besmet moet als een worst case worden beschouwd. Het besmettingsniveau van de handen in het onderzoek komt overeen met handen waarop na handenwassen nog 60 tot 0,6 mg fecaliën aanwezig zijn. In de praktijk zal de besmetting van de handen in het algemeen lager zijn. Dat betekent dat ook de besmetting van de lucht in de praktijk lager zal zijn dan in dit onderzoek is gemeten.

Tijdens de uitvoering van de proeven is opgemerkt dat in de droogholte van de jet-handendroger resten ingedroogde gistsuspensie te zien waren. Deze wordt veroorzaakt doordat vóór het starten van de luchtstroom druppels van de handen in de holte vallen en mogelijk ook nog tijdens het drogen. Op eenzelfde manier kunnen vóór en tijdens het drogen met een hete lucht handendroger druppels suspensie op de grond terecht komen. Eén van de proefpersonen merkte op dat bij gebruik van de jet-handendroger 'spettertjes' in het gelaat terecht waren gekomen.

Bezoekers van de sanitaire ruimte kunnen door inademing van de omgevingslucht worden blootgesteld aan de hierin aanwezige kiemen. De blootstelling is evenredig met de concentratie kiemen in de lucht en met de hoeveelheid ingeademde lucht. In rusttoestand ligt het luchtvolume dat een persoon per minuut inademt in de orde van 7,5 liter. Voor een risico-inschatting nemen we aan dat de kiemen homogeen in de lucht zijn verspreid en dat de verblijftijd van een persoon in de ruimte 3 minuten bedraagt en dat alle ingeademde kiemen worden opgenomen (worst case). Ook nemen we aan dat het besmettingsniveau van toiletbezoekers op hetzelfde niveau ligt als in dit onderzoek toegepast. Dan zal onder deze condities een gebruiker bij een hete lucht handendroger via de ademhaling worden blootgesteld aan 4 kiemen per bezoek. En bij de jet-handendroger aan 38 kiemen. In hoeverre dit verschil in blootstelling in de praktijk van belang is, is afhankelijk van verschillende factoren zoals het type en de conditie van het micro-organisme en de weerstand van de betrokken persoon. Het aantal kiemen dat op de handen achterblijft bij doelmatig handen wassen zal veel lager zijn dan in de hierboven beschreven situatie. De kans dat dan nog blootstelling via de ademhaling plaats vindt lijkt uitgesloten.

Samenvattend mag het volgende worden gesteld:

- bij handen drogen met een lucht handendroger worden micro-organismen van de handen in de lucht overgebracht,
- het aantal micro-organismen dat wordt overgebracht in de lucht is bij gebruik van een jet-handendroger ongeveer 9 maal hoger dan bij een hete lucht handendroger,
- de kiemconcentratie in de lucht neemt af in de tijd,
- de kiemconcentratie is op een hoogte van 110 cm hoger dan op 160 cm; het verschil is echter niet relevant,
- bezoekers van een sanitaire ruimte met een handendroger worden via de ademhaling blootgesteld aan kiemen die afkomstig zijn van (ondoelmatig) gewassen handen; deze blootstelling is bij een jet-handendroger hoger dan bij een hete lucht handendroger,
- na goed handen wassen lijkt blootstelling via de ademhaling, ongeacht het type handendroger, minimaal.

Referenties

- [1] Butijn, C.A.A., et al., Toiletgebruik in relatie tot blootstelling aan micro-organismen in aërosolen. 2003, Wageningen Universiteit: Wageningen.
- [2] Arild, A.-H., et al., An investigation of domestic laundry in Europe -habits, hygiene and technical performance. 2003, Statens Institutt for forbruksforskning, Wageningen University: Oslo.
- [3] Terpstra, M.J., I.A.C. Kessel van, and A.M.B. Engelbertink, Schone schijn? Onderzoek naar de hygiënische toestand van toiletten in het primair onderwijs. 2004, SOHIT: Wageningen.
- [4] Voedingscentrum, Hygiëncode voor de privé-huishouding, ed. F. de Vries-Pels. 1999, Den Haag: Stichting Voedingscentrum Nederland.
- [5] WIP, Handhygiëne; Verpleeghuis- woon- en thuiszorg. 2009, Werkgroep Infectie Preventie: Leiden.
- [6] Redway, K. and S. Fawdar, A comparative study of three different hand drying methods: paper towel, warm air dryer, jet air dryer., in European Tissue Symposium (ETS). 2008, University of Westminster: Brussels.
- [7] Duisterwinkel, A., Hygiënisch en duurzaam handen drogen; een literatuuronderzoek naar de verschillende droogmethoden. 2010, Vereniging Schoonmaak Research, VSR: Tilburg.
- [8] Dijk, R.A. and A. Grootenhuis, Microbiologie van voedingsmiddelen. 2007, Houten: Noordervliet.

