

Leeghwaterstraat 44
2628 CA Delft
Postbus 6012
2600 JA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 22 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10801

Onderzoek effectiviteit persoonlijke beschermingsmaatregelen voor typologie 1 evenementen

Literatuurstudie en kwalitatieve analyse

Datum	19 mei 2021
Auteur(s)	Ir. K. Kompatscher Ir. S.P.M. van Heumen Dr.ing. A.A.L. Traversari MBA
Aantal pagina's	35 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat t.a.v. de heer M. Sweers Directeur Innovatie & Kennis Bezuidenhoutseweg 73 2594 AC Den Haag
Projectnaam	Fieldlab evenementen
Projectnummer	060.46080

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Managementuittreksel

Inleiding

Het doel van Fieldlab Evenementen is om gevalideerde informatie (“bouwstenen”) te ontwikkelen als onderbouwing voor een veilige en betrouwbare aanpak van evenementen. Door de ontwikkeling van bouwstenen wil Fieldlab Evenementen ruimte creëren bij de Rijksoverheid om zo toetsingskaders te verfijnen en het anderhalvemeterprotocol voor evenementen in verband met de COVID-19 pandemie op een verantwoorde manier te kunnen loslaten. Fieldlab Evenementen werkt in co-creatie met bedrijven, overheden, wetenschap, belangenorganisaties en publiek.

TNO stelt kennis voor het Fieldlab beschikbaar en helpt bij het opzetten van de programmering en onderzoeklijnen. Ook voert TNO ondersteunend onderzoek uit dat kan bijdragen aan het invullen van onderdelen van de onderzoeklijnen en bouwstenen.

Dit onderzoek richt zich op de typologie I evenementen: indoor passief. Deze typologie kenmerkt zich door de theater- of bioscoopopstelling van stoelen waar bezoekers plaatsnemen, geen interactie met elkaar hebben en niet actief aan het evenement deelnemen. Als basisaanpak ten behoeve van het anderhalvemeterprotocol voor alle evenementen van dit type wordt momenteel veelal tussen elke twee rijen met toeschouwers een tussenrij vrijgehouden.

Binnen het kader van deze typologie luidt de hoofdvraag in dit onderzoek: Door toepassing van welke maatregelen is het mogelijk om het vrijhouden van een tussenrij achterwege te laten, zonder dat daardoor de blootstelling aan deeltjes toeneemt?

Dit rapport geeft nog geen antwoord op de hoofdonderzoeksvraag en beschrijft de eerste onderzoeksfase. Hierin zijn door middel van literatuurstudie en procesanalyse de verwachte effecten van maatregelen onderzocht. Met de afronding van de tweede experimentele onderzoeksfase, waarover afzonderlijk zal worden gerapporteerd, zal de hoofdonderzoeksvraag worden beantwoord.

Onderzoeksmethode

Middels een literatuurstudie is onderzocht wat de effectiviteit is van verschillende persoonlijke beschermingsmaatregelen op blootstelling aan grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) bij een bezoek aan bioscoop of theater. De in overleg met Fieldlab Evenementen geïnccludeerde maatregelen betreffen mond-neusmaskers, stoelschermen en face shields. De studie is uitgevoerd door middel van een combinatie van scoping review en snowball search. Naast wetenschappelijke databases is gebruik gemaakt van grijze literatuur, waaronder publicaties van kennisinstututen, beleidsdocumenten en gepubliceerde expert opinion.

Een procesanalyse is uitgevoerd om het effect op de blootstelling aan zowel grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) als aerosolen (deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$) in kaart te brengen van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen in combinatie met het ventilatiesysteem tijdens de verschillende activiteitenfasen waaruit het bezoek aan een type I evenement bestaat. De analyse is beperkt gebleven tot de fasen die in de zaal plaatsvinden. De combinatie van effecten is afzonderlijk bekeken per

transmissieroute van het SARS-CoV-2 virus: druppeloverdracht, indirect contact, direct contact en aerogene overdracht.

Resultaten

De persoonlijke beschermingsmaatregelen die zijn onderzocht en zijn beschreven in wetenschappelijke literatuur bestaan grotendeels uit diverse soorten mond-neusmaskers. De effectiviteit van mond-neusmaskers van chirurgische kwaliteit (Klasse I of II), N95 maskers (FFP2, met of zonder ventiel) en zelfgemaakte mond-neusmaskers van verscheidene stoffen (katoen, linnen, chifon, zijde of een combinatie van meerdere stoffen) is in een aantal studies beschreven. Hieruit blijkt dat zelfgemaakte mond-neusmaskers de blootstelling kunnen reduceren, maar dat variatie in gebruikte materialen en pasvorm leidt tot grote verschillen in effectiviteit. De effectiviteit van een mond-neusmasker is derhalve afhankelijk van zowel het materiaal waarvan het gemaakt is als de pasvorm. N95 mond-neusmaskers voldoen aan de gestelde performance eisen zoals weergegeven in NEN-EN 14683. Uit de geïncludeerde studies komt naar voren dat het gebruik van mond-neusmaskers de emissie van grote druppels (groter dan 5 µm) door respiratoire activiteiten beperkt. Over zowel face shields als het gebruik van (kuch)schermen zijn weinig wetenschappelijke studies gevonden, waarmee onvoldoende bewijslast is voor de beperking van de blootstelling door deze maatregelen.

Uit de procesanalyse blijkt dat de blootstelling via druppeloverdracht (deeltjes groter dan 5 µm) naar verwachting in hoge mate wordt gereduceerd door gebruik van mond-neusmaskers. De blootstelling via aerogene overdracht en via direct en indirect contact wordt door gebruik van mond-neusmaskers in beperkte mate gereduceerd.

Het gebruik van een face shield reduceert op grond van de procesanalyse zeer waarschijnlijk de blootstelling via druppeloverdracht in hoge mate. Het gebruik van een face shield verhoogt het risico op transmissie langs de indirecte route: zowel respiratoire als aerogene deeltjes slaan direct neer op het oppervlak van het face shield, zeker bij zwaardere respiratoire activiteiten als hoesten of niezen. Zowel mond-neusmaskers als face shields zijn in de genoemde mate effectief tijdens alle activiteitenfasen in de zaal. Het gebruik van (kuch)schermen tussen de stoelrijen kan de blootstelling via druppeloverdracht verminderen wanneer sprake is van zittende bezoekers. Wanneer toeschouwers zich tussen de rijen door bewegen is het effect van de schermen naar verwachting beperkt. Gedurende de bewegingsfase tussen zitplaats en de deur zullen de stoelschermen, in tegenstelling tot de mond-neusmaskers en face shields, geen effect hebben.

Conclusie

De effectiviteit van mond-neusmaskers is in de literatuur uitgebreid gedocumenteerd. De literatuurstudie wijst op een grote mate van variatie in effectiviteit van zelfgemaakte mond-neusmaskers. De effectiviteit is afhankelijk van gebruikte materialen, de samenstelling (aantal lagen) en de pasvorm van een mond-neusmasker. Voor de effectiviteit van face shields en (kuch)schermen bij evenementen is in de literatuur vooralsnog weinig bewijsmateriaal beschikbaar.

Persoonlijke beschermingsmaatregelen zoals het gebruik van mond-neusmaskers en face shields kunnen naar verwachting een hoge mate van bescherming bieden tegen druppeloverdracht tijdens alle activiteitenfasen in de zaal. Experimenteel onderzoek (waarover afzonderlijk zal worden gerapporteerd) moet uitwijzen in hoeverre het verwachte beschermende effect ook daadwerkelijk optreedt. Door het

gebruik van schermen tussen stoelrijen kan mogelijk een reductie van de kans op druppeloverdracht gerealiseerd worden gedurende de zitfase.

Aanbevelingen

Wanneer mond-neusmaskers toegepast worden als maatregel voor een typologie I evenement is het belangrijk dat de mate van bescherming die wordt bereikt bekend en geborgd is. Om deze reden wordt het gebruik van zelfgemaakte mond-neusmaskers als persoonlijk beschermingsmiddel afgeraden. De effectiviteit van de gebruikte mondmaskers dient vergelijkbaar te zijn met een chirurgisch mond-neusmasker type I (> 95% filtratie effectiviteit 3,0 µm deeltjes) of type II (> 98% filtratie effectiviteit 3,0 µm deeltjes). De beste manier om dit te borgen is om mond-neusmaskers door de organisatie te laten verstrekken. Dit is te meer belangrijk omdat ook de pasvorm van invloed is op de effectiviteit van mond-neusmaskers. Uitgifte door de organisatie biedt de mogelijkheid om instructie over correct gebruik aan deelnemers te geven.

Ook na afloop van het evenement blijft risico aanwezig op overdracht via de indirecte route, door besmet geraakte beschermende materialen. Dit risico kan worden geminimaliseerd door bij het inzamelen en afvoeren van eenmalig te gebruiken beschermingsmiddelen passende veiligheidsmaatregelen te nemen. Voor permanente beschermingsmaatregelen zoals (kuch)schermen kan grondige reiniging tussen evenementen door het risico op deze transmissieroute minimaliseren. Ter borging van het proces geschiedt dit bij voorkeur via een vast schoonmaakprotocol.

Inhoudsopgave

	Managementuittreksel	2
1	Inleiding	6
1.1	Vraagstelling	7
2	Onderzoeksmethode	8
2.1	Literatuurstudie	8
2.2	Procesanalyse	10
3	Resultaten literatuurstudie	12
3.1	Effectiviteit persoonlijke beschermingsmaatregelen	13
4	Resultaten procesanalyse	17
4.1	Resultaten procesanalyse	18
5	Conclusies en aanbevelingen	22
5.1	Conclusies	22
5.2	Aanbevelingen	22
5.3	Discussie en limitaties	23
6	Referentielijst	24
7	Ondertekening	29
	Bijlage(n)	
	A Literatuurstudie	
	B Analyse literatuur	

1 Inleiding

Het doel van Fieldlab Evenementen is om gevalideerde informatie (“bouwstenen”) te ontwikkelen voor een veilige en betrouwbare aanpak van evenementen. Door de ontwikkeling van bouwstenen wil Fieldlab Evenementen ruimte creëren bij de Rijksoverheid om zo toetsingskaders te verfijnen en het anderhalvemeterprotocol voor evenementen in verband met de COVID-19 pandemie op een verantwoorde manier te kunnen loslaten. Fieldlab Evenementen werkt in co-creatie met bedrijven, overheden, wetenschap, belangenorganisaties en publiek.

Het programma van het Fieldlab Evenementen maakt onderscheid tussen verschillende types evenementen. Hierbij wordt onder andere onderscheid gemaakt naar zakelijke en publieke evenementen, binnen of buiten, actieve of passieve publieksparticipatie et cetera. Dit onderscheid is vastgelegd in een evenemententypologie. De ambitie van het Fieldlab is om voor elke evenemententypologie toe te werken naar een maximaal veilig realiseerbare bezetting.

TNO stelt kennis voor het Fieldlab beschikbaar en helpt bij het opzetten van de programmering en onderzoekslijnen. Ook voert TNO ondersteunend onderzoek uit dat kan bijdragen aan het invullen van onderdelen van de onderzoekslijnen en bouwstenen.

Om voortgang te kunnen boeken is het belangrijk om bundels van maatregelen, specifiek samengesteld voor verschillende typen evenementen, op korte termijn wetenschappelijk te onderzoeken. Het uitgangspunt voor alle experimenten is het onderzoeken en analyseren van handelingen, (technologische) oplossingen en specifieke activiteiten (bouwstenen genoemd) die representatief zijn voor bepaalde veelvoorkomende situaties bij de betreffende evenemententypologie. Tezamen vormen deze experimenten het programma van het Fieldlab Evenementen waarin de gezamenlijke evenementenorganisaties vertegenwoordigd zijn.

De World Health Organization (WHO) categoriseert de bij respiratoire activiteiten vrijkomende deeltjes als ademhalingsdeeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) en druppelkernen ($\leq 5 \mu\text{m}$). Eerder onderzoek toont aan dat overdracht van het SARS-CoV-2 virus via de grotere ademhalingsdeeltjes mogelijk is als er sprake is van nauw contact (close contact). In veel landen is ter beperking van het risico van verspreiding via deze transmissieroute daarom “social distancing” verplicht gesteld. In Nederland betreft dit het anderhalvemeterprotocol. De aanname achter social distancing is dat grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) grotendeels neerslaan binnen deze horizontale afstand. De kleinere deeltjes (druppelkernen ofwel aerosolen $\leq 5 \mu\text{m}$) kunnen zich over grotere afstand door de lucht (aerogeen) verspreiden. In dit onderzoek wordt voor de mogelijke besmettingsroutes daarom duidelijk onderscheid gemaakt in de verspreiding van grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) en kleinere deeltjes ($\leq 5 \mu\text{m}$).

Dit rapport richt zich op de eerste fase van het onderzoek dat TNO uitvoert, een literatuuronderzoek en een procesanalyse naar de effectiviteit van het toepassen van persoonlijke beschermingsmaatregelen in een theater- of bioscoopopstelling bij typologie I evenementen (“indoor passief”). Deze typologie kenmerkt zich door de theater- of bioscoopopstelling van stoelen waar bezoekers plaatsnemen, geen interactie met elkaar hebben en niet actief aan het evenement deelnemen. Bij dit

type evenementen is men momenteel genoodzaakt tussen elke twee bezette rijen een tussenrij vrij te houden om te kunnen voldoen aan het anderhalvemeterprotocol.

De tweede fase van het onderzoek (waarover afzonderlijk zal worden gerapporteerd) richt zich specifiek op de grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$). Deze experimentele fase onderzoekt de mate van extra blootstelling aan deze deeltjes wanneer de tussenrij achterwege blijft en documenteert wat het effect van een aantal te selecteren maatregelen o.a. mond-neusmaskers, face shields^a en (kuch)schermen hierop is.

1.1 Vraagstelling

De hoofdvraag voor dit onderzoek luidt:

Door toepassing van welke maatregelen is het mogelijk om het vrijhouden van een tussenrij achterwege te laten, zonder dat daardoor de blootstelling aan deeltjes toeneemt?

In de eerste onderzoeksfase worden ter beantwoording van deze hoofdonderzoeksvraag twee deelvragen beantwoord:

- Wat is de effectiviteit van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen (mond-neusmaskers, face shields^a en (kuch)schermen) tijdens een evenement dat binnen (in een theater of (bioscoop)zaal) plaatsvindt ten aanzien van de blootstelling aan grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$)?
- Wat is het effect van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen (mond-neusmaskers, face shields en (kuch)schermen) in combinatie met het ventilatiesysteem (in een theater of (bioscoop)zaal) op de blootstelling aan zowel grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) als aerosolen (deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$)?

Bij de beantwoording van beide vragen is rekening gehouden met alle, voor deeltjes van de betreffende grootte, relevante transmissieroutes: druppeloverdracht, directe overdracht en indirecte overdracht voor de eerste vraag; directe overdracht, indirecte overdracht en aerogene overdracht voor de tweede vraag.

^a Een face shield is een persoonlijk scherm dat via een band om het hoofd voor het gezicht wordt gedragen. Een face shield zou de drager moeten beschermen tegen direct "aanhoesten" door derden en dient te voorkomen dat bij respiratoire activiteiten zoals praten, kuchen en hoesten van de drager grotere deeltjes verspreid worden.

2 Onderzoeksmethode

De mate van beschikbaarheid van onderzoek en wetenschappelijke literatuur verschilt aanzienlijk tussen de twee deelvragen die in dit onderzoek gesteld worden. Over het effect van persoonlijke beschermingsmaatregelen op blootstelling aan grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) is literatuur beschikbaar. De meest aangewezen methode voor deze vraag is daarom een literatuurstudie. Het wetenschappelijk bewijsmateriaal voor overdracht van SARS-CoV-2 via aerosolen (deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$) is aanzienlijk beperkter, meerduidiger en problematischer. Het onderzoeksveld is relatief jong, zeker waar het de toepassing op medische vraagstukken betreft. Voor de beantwoording van de tweede vraag is daarom gekozen voor een procesanalyse op basis van expert opinion.

2.1 Literatuurstudie

De literatuurstudie beantwoordt de eerste deelvraag: die naar de effectiviteit van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen tijdens een evenement in een theater of (bioscoop)zaal ten aanzien van de blootstelling aan grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$).

In verschillende databases en websites zijn middels relevante zoektermen (wetenschappelijke) publicaties gezocht. Deze zoekstrategie is uitgebreid door gebruik te maken van kennis van experts op het gebied van persoonlijke maatregelen voor infectiecontrole, bronnenlijsten in gevonden literatuur en websites van verschillende (kennis)instituten. Deze additionele analyse heeft middels een snowball search plaatsgevonden.

Als analysemethode voor de gevonden literatuur is gekozen voor een *scoping review*. Het doel van een scoping review is om een overzicht te geven van het beschikbare wetenschappelijke bewijs zonder een antwoord te geven op een discrete onderzoeksvraag. Scoping reviews worden toegepast voor het beantwoorden van brede vragen, zoals 'Welke informatie is over dit onderwerp gepresenteerd in de literatuur?' en voor het verzamelen en beoordelen van informatie voorafgaand aan het uitvoeren van een systematische review.⁸²

De zoektocht naar literatuur is uitgevoerd van 11 tot en met 20 november 2020. De volgende databases zijn gebruikt bij het verzamelen van publicaties middels zoektermen:

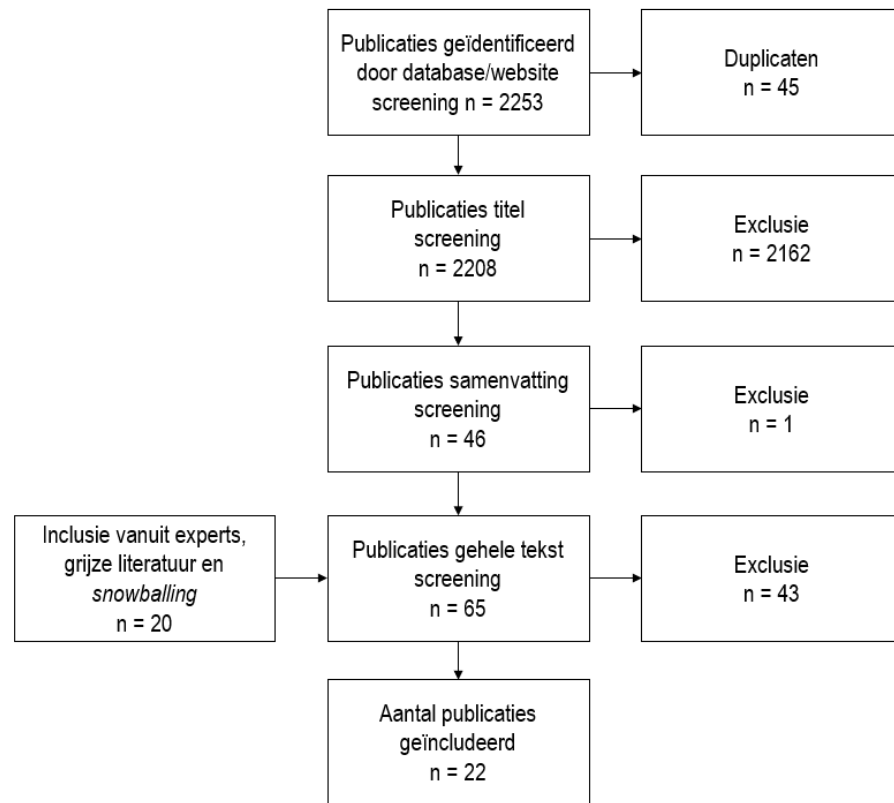
- Pubmed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>)
- LitCovid (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/research/coronavirus/>)
- Scopus (<https://www.scopus.com/>)

De volgende websites zijn gebruikt voor het verzamelen van publicaties:

- WHO (<https://www.who.int/>)
- RIVM (<https://www.rivm.nl/>)
- RKI (<https://www.rki.de/>)

Aan de hand van een aantal onderwerpen zijn zoektermen gevormd. Deze onderwerpen bevatten zoektermen voor verschillende persoonlijke maatregelen, de bron, de locatie, de activiteit, en de deeltjes. Deze zoektermen zijn gecombineerd in

zoekstrings om in verschillende databases publicaties te zoeken (zie Appendix A Tabel 3). Figuur 1 geeft de resultaten van de zoekstrategie in een overzicht weer.



Figuur 1 Overzicht screening proces publicaties

Voor alle inclusie-/exclusiebeslissingen zijn de nu volgende exclusiecriteria gehanteerd.

Exclusie criterium	Motivatie
Deeltjesgrootte in de studie betreft alleen deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$	Onderzoeksvraag heeft betrekking op deeltjes $> 5 \mu\text{m}$
De respiratoire activiteit wordt liggend of sportend uitgevoerd	Evenemententypologie I veronderstelt zittende bezoekers
De bron is gebaseerd op zingen of schreeuwen	Evenemententypologie I veronderstelt passieve bezoekers, met overeenkomstig niveau respiratoire activiteit
Er zijn geen N95 en FFP2 maskers gebruikt in een mond-neusmasker studie	Onderzoek vergelijkt effect zelfgemaakte maskers niet met N95 en FFP2 maskers
De studie betreft een uitleg hoe een persoonlijk beschermingsmiddel gemaakt wordt	Onderzoeksvraag betreft het effect van beschermingsmaatregelen
De studie gaat over distributie van persoonlijke beschermingsmiddelen	Onderzoeksvraag betreft het effect van beschermingsmaatregelen
De studie gaat over gasmaskers	Gasmaskers maken geen deel uit van de maatregelen waarop de onderzoeksvraag betrekking heeft

De zoektocht in wetenschappelijke databases leidde tot identificatie van 2253 publicaties. Na verwijdering van duplicaten zijn 2208 publicaties op titel gescreend. 46 publicaties zijn geïncorporeerd en nogmaals gescreend, nu op abstract. Na screening op abstract resteerden 45 publicaties.

De publicaties zijn aangevuld door middel van een snowball search van kennis van experts, bronnenlijsten uit gelezen literatuur en specifieke websites (WHO, RIVM, RKI). Op grond van de snowball search zijn 20 additionele publicaties geïdentificeerd.

Het totaal van 65 publicaties is full text gescreend. Uiteindelijk zijn 23 publicaties geïncorporeerd in de analyse.

2.2 Procesanalyse

De procesanalyse richt zich op de tweede deelvraag: die naar het effect van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen in combinatie met het ventilatiesysteem (in een theater of (bioscoop)zaal) op de blootstelling aan deeltjes.

Onder persoonlijke beschermingsmaatregelen worden het (al dan niet gecombineerde) gebruik van een mond-neusmasker, een face shield en het toepassen van (kuch)schermen verstaan. Een enquête door het Radboud UMC en Fieldlab Evenementen wijst uit dat de acceptatiegraad van deze maatregelen onder (potentiële) bezoekers van deze evenementen redelijk tot goed is.² 76% van de respondenten vindt het dragen van een mond-neusmasker acceptabel gedurende het gehele evenement of alleen tijdens de bewegingsmomenten. 51% van de respondenten vindt het dragen van een face shield tijdens de gehele voorstelling of tijdens alleen de bewegingsmomenten acceptabel. In de enquête is niet gevraagd naar (kuch)schermen: de verwachte impact op de comfortbeleving door bezoekers is naar verwachting zeer beperkt.

De procesanalyse onderscheidt tijdens een typologie I evenement (indoor passief) drie activiteitenfasen:

- Lopen van ingang zaal naar stoel.
- Zitten in stoel gedurende voorstelling.
- Lopen van stoel naar uitgang zaal.

Voor analysedoeleinden kunnen deze worden vereenvoudigd tot een bewegingsfase (o.a. van als naar de zitplaats lopen) en een zitfase.

De procesanalyse is gebaseerd op een eerdere analyse die door TNO-experts is toegepast om het gebruik van om het gebruik van schermen in de horeca te beoordelen.³ Aan deze eerdere analyse zijn de aspecten ontleend waarop de verschillende persoonlijke beschermingsmaatregelen (mond-neusmasker, face shield en (kuch)schermbord) in de voorliggende studie worden beoordeeld. De beoordelingsaspecten betreffen het effect op besmettingsrisico via de besmettingsroutes:

- a. Druppeloverdracht (druppels $> 5 \mu\text{m}$).
- b. Indirect contact (persoon – oppervlakte – persoon).
- c. Direct contact (persoon – persoon).
- d. Aerogene overdracht (nuclei/aerosolen $\leq 5 \mu\text{m}$).

Het oordeel per aspect wordt weergegeven met behulp van een 5-punts schaal.

Tabel 1 vat de betekenis per score samen.

Tabel 1. Verklaring van de score per aspect.

Aspect	Score 1 (minder goed)	Score 3	Score 5 (goed)
Effect op reductie van het besmettingsrisico via de besmettingsroute	Geen reductie van de kans op besmetting ten opzichte van geen maatregel. Kan zelfs leiden tot een verhoging van deze kans.	Reductie van de kans op besmetting ten opzichte van geen maatregel.	Grote reductie van de kans op besmetting ten opzichte van geen maatregel. De kans op besmetting is marginaal (zeer laag).

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag wordt ervan uitgegaan dat waar in de procesanalyse wordt gesproken over een reductie van het besmettingsrisico feitelijk sprake is van een reductie van de blootstelling aan deeltjes.

3 Resultaten literatuurstudie

De vraag die op basis van de literatuurstudie wordt beantwoord is:

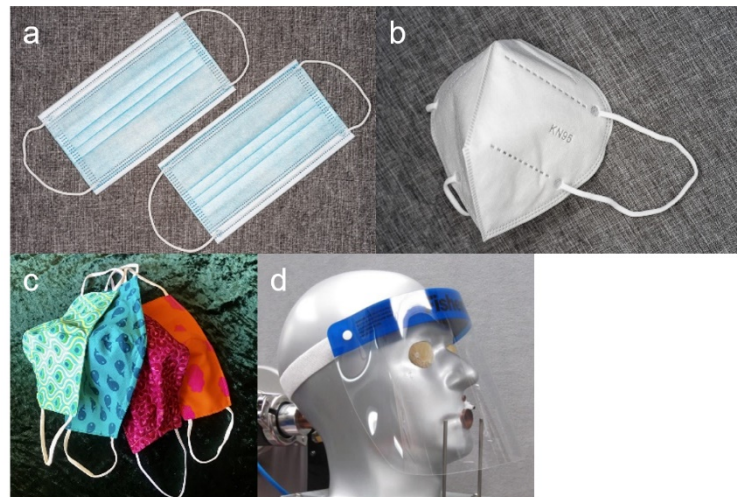
Wat is de effectiviteit van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen (mond-neusmaskers, face shields en (kuch)schermen) tijdens een evenement dat binnen (in een theater of (bioscoop)zaal) plaatsvindt ten aanzien van de blootstelling aan grotere deeltjes (> 5 µm)?

De transmissieroute die in de geraadpleegde publicaties wordt onderzocht gaat over druppeloverdracht. Bij druppeloverdracht wordt aangenomen dat de druppels groter zijn dan 5 µm. Studies moesten derhalve (mede) betrekking hebben op grotere deeltjes (> 5 µm) om voor inclusie in aanmerking te komen.

Een groot aantal studies is daarom buiten beschouwing gebleven, omdat ze voor het testen van effectiviteit van persoonlijke beschermingsmaatregelen uitsluitend kleinere deeltjes gebruiken (≤ 5 µm). In de analyse is ervan uitgegaan dat deze persoonlijke beschermingsmaatregelen die bewezen effectief zijn voor kleine deeltjes, dat ook voor grotere deeltjes zijn. De literatuurstudie in deze rapportage focust op de studies die bewijslast creëren voor het effect van persoonlijke beschermingsmaatregelen op grotere deeltjes en het daarmee beperken of elimineren van druppeloverdracht.

Appendix B Tabel 4 geeft een overzicht van alle geïncludeerde wetenschappelijke studies (n = 22). De meeste betreffen laboratoriumstudies (n = 17). In deze studies wordt gebruik gemaakt van ofwel vrijwilligers (n = 7), dan wel gesimuleerde respiratoire activiteiten als emitterende bron (n = 11). Gesimuleerde respiratoire activiteit kan bestaan uit een continue luchtstroom, of gebruik maken van pulserende luchtuitstoot om bijvoorbeeld ademen, hoesten of niezen na te bootsen. Bij alle studies waar een bron en een ontvanger gebruikt zijn, waren deze tegenover elkaar geplaatst (neus naar neus). Dit beperkt de toepasbaarheid van uitkomsten op een theateropstelling, waar personen in eenzelfde richting plaatsnemen. Enkele studies maakten onderscheid tussen effecten bij het dragen van een masker door de bron, de ontvanger, of door beiden.

Het overgrote deel van het gevonden onderzoek heeft betrekking op diverse soorten mond-neusmaskers. De maskers zijn onder te verdelen in chirurgische maskers, N95 maskers met of zonder ventiel⁵⁻¹⁰ (FFP 2) en zelfgemaakte maskers. De chirurgische maskers worden verder onderverdeeld in Klasse 1 of Klasse II maskers (bacteriële filtratie-efficiëntie respectievelijk ≥ 95% en ≥ 98%⁴). Zelfgemaakte mond-neusmaskers komen voor in een verscheidenheid aan stoffen, waaronder katoen, linnen, chiffon, zijde en combinaties van stoffen.^{5,8-10,12,13} Maskers met gebruik van stofzuigerzakfilters worden als niet geschikt afgeraden.¹¹ Er is slechts een klein aantal studies naar het effect van face shields gevonden: drie studies kwamen in aanmerking om meegenomen te worden in deze review.¹⁴⁻¹⁶ Figuur 2 geeft een overzicht van mond-neusmaskers en face shields. De literatuurstudie heeft geen enkele wetenschappelijke publicatie opgeleverd waarin de effectiviteit van (kuch)schermen of 'protective screens' wordt getoetst.



Figuur 2. Weergave van verschillende persoonlijke beschermingsmiddelen. Chirurgisch mond-neusmasker (a), N95 mond-neusmasker (b), zelfgemaakte mond-neusmaskers (c) en face shield¹⁷ (d).

3.1 Effectiviteit persoonlijke beschermingsmaatregelen

Binnen de categorie mond-neusmaskers kan een onderscheid worden gemaakt tussen 1) high performance maskers (NEN-EN 14683, N95, KN95), 2) chirurgische maskers (NEN-EN 149) en 3) zelfgemaakte mond-neusmaskers, Figuur 3. In de studies worden verschillende meetopstellingen gebruikt om de effectiviteit van de maatregelen te testen. Een deel van de studies maakt gebruik van vrijwilligers om als emissiebron te dienen.^{5,14,18–23} Overige studies maken gebruik van een gesimuleerde bron en ontvanger. De meetmethode verschilt ook tussen de verschillende studies. Het merendeel maakt gebruik van deeltjestellers (optisch). Een aantal studies maakt gebruik van visuele technieken zoals de Schlieren methode of het gebruik van een *high speed* camera.^{8,14,18,24}

	"Niet medische" maskers		"Medische" maskers		
	Chirurgisch masker Klasse I	Chirurgisch masker Klasse II	FFP1 masker	FFP2 masker (N95)	FFP3 masker
Filter efficiëntie	≥ 95 ^a	≥ 98 ^a	> 80% ^b	> 94% ^b	> 99% ^b
Lekkage	n.v.t	n.v.t	≤ 25% ^c / ≤ 22% ^d	≤ 11% ^c / ≤ 8% ^d	≤ 8% ^c / ≤ 2% ^d
Doel	Voorkomen verspreiding		Persoonlijk beschermingsmiddel (PBM)		

^a Bacterial filtration efficiency BFE voor 3,0 ± 0,3 µm deeltjes (NEN-EN 14683)
^b Doorlatendheid voor natrium chloride/paraffine olie (0,3 µm) deeltjes (NEN-EN 149)
^c Totale lekkage van individuele maskers (46 van 50 stuks)
^d Totale gemiddelde lekkage van maskers (8 van 10 stuks)

Figuur 3. Beoogde effectiviteit van chirurgische en high performance (medische) maskers

De effectiviteit, als het gaat om reductie van de blootstelling aan deeltjes groter dan 5 µm, van een mond-neusmasker is afhankelijk van zowel het materiaal waarvan het gemaakt is als de pasvorm.^{25,26} Studies waarin meerdere maskers met elkaar

vergeleken werden, laten een grote variatie aan effectiviteit zien. N95 mond-neusmaskers voldoen veelal aan de performance-eisen conform NIOSH 42 CFR 84^b (> 95% filterefficiency voor een vernevelde NaCl oplossing) en FFP2 maskers voldoen aan NEN-EN 14683 (> 94% voor 0,3 µm deeltjes).⁴ De prestatie van de maskers is vergelijkbaar. De grootste variatie is te zien bij zelfgemaakte mond-neusmaskers. De effectiviteit is sterk afhankelijk van het type materiaal dat gebruikt is en de opbouw van de mond-neusmaskers.

Een deel van de variatie in effectiviteit is terug te leiden naar de verschillende meetmethoden die gehanteerd worden. De meetmethode kan variëren van visuele vaststelling/metingen^{8,14,18,22,59}, tot deeltjestellingen^{5,16,27,29,79}, tot het gebruik maken van kweken^{6,30}. De gebruikte bron zal ook zijn invloed hebben op de effectiviteit. Het gebruik van vrijwilligers ten opzichte van een artificiële emitterende bron met een bekende emissie zal effect hebben op de variatie in studies.

Tabel 2 geeft een overzicht van verschillen in filtratie-effectiviteit gevonden in geraadpleegde studies voor zelfgemaakte mond-neusmaskers van veelvoorkomende materialen. Resultaten van twee van de studies wijzen erop dat een dubbele laag toepassen de filtratie-effectiviteit verbetert en resulteert in een reductie in de blootstelling aan geëmitteerde deeltjes voor de ontvanger.

Tabel 2. Overzicht filtratie effectiviteit van zelfgemaakte mond-neusmaskers.

Studie (# zelfgemaakte mond-neusmaskers)	Filtratie effectiviteit	Deeltjesgrootte	Opmerking
Aydin et al. 2020 ⁸ (11)	>71,7% >94,1%	100 – 1000 µm	Enkel Dubbel
Davies et al. 2020 ¹² (8)	48%-72% >85% 58%-83% >94%	1 – 7 µm	Voor Escherichia virus MS2: Stofzuigerzakfilter Voor Bacillus <i>atrophaeus</i> : Stofzuigerzakfilter
Drewnick et al. 2020 ²⁷ (48)	20%-99.9%	30 nm – 250 nm 0,5 µm – 10 µm	
Konda et al. 2020 ²⁹ (15)	5-95% >90%	10 nm – 10 µm	Enkel Dubbel
Ueki et al. 2020 ³⁰	50%	<3 µm (20%), 3-5 µm (40%), >5-8 µm (40%)	Katoen
Whiley et al. 2020 ⁶ (5)	>54,4%-99,5%	0,62 – 16,9 µm	

Belangrijk voor de effectiviteit van mond-neusmaskers is dat naast toepassing van goed filtrerend materiaal een goede pasvorm wordt gerealiseerd. Enkele studies sealen de randen van het masker af om specifiek de filtratie-effectiviteit van het mond-neusmaskermateriaal te onderzoeken zonder versturende effecten van een mogelijk suboptimale aansluiting op het gelaat.³¹ Een mond-neusmasker zonder goede fitting (aansluiting tussen gezicht en masker) kan leiden tot een afname van 60% in de filtratie-effectiviteit en daardoor een hoger risico op blootstelling aan deeltjes realiseren.²⁹

^b <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators/pt84abs2.html>

Slechts drie studies hebben de effectiviteit van face shields als onderwerp. In de studie van Lindsley et al. werd een onbeschermd hoestende bron gebruikt en tegenover een beschermde ontvanger gezet. Voor twee afstanden, 46 cm en 183 cm, werd gemeten hoeveel deeltjes ingeademd konden worden door de ontvanger. Bij een afstand van 46 cm tot de bron, kan 0,9% van de grotere deeltjes die geëmitteerd worden na kuchen, door de ontvanger worden ingeademd. De gemiddelde deeltjesgrootte in deze studie was 8,5 μm , met een spreiding tussen 0,7–200 μm .¹⁶ Een combinatie van een chirurgisch masker met een face shield in de vorm van een geïntegreerd vizier om de ogen te beschermen komt veel voor bij zorgmedewerkers en is het onderwerp van een tweede in het onderzoek geïncorporeerde studie. In deze studie betrof het de ontvanger die de beschermingsmaatregelen droeg; de bron was onbeschermd. De geëmitteerde deeltjes varieerden in grootte van 1 μm – 200 μm . Door het gebruik van een mond-neusmasker (al dan niet met een geïntegreerd face shield) reduceerde de hoeveelheid gevonden influenza virusdeeltjes met een factor 1.1 en 50, afhankelijk van het geteste mond-neusmasker. Het geïntegreerde face shield masker zat hierbij aan de bovengrens van de reductiefactor en duidt op een hoge filtratie effectiviteit.¹⁵ De laatste studie betreft een studie waarbij de Schlieren methode is gebruikt om luchtstromingen inzichtelijk te maken bij het dragen van een persoonlijk beschermingsmiddel. In deze studie droeg de bron de mond-neusmaskers en face shield. De studie omvat echter geen kwantitatieve analyse van hoeveelheid en grootte van de geëmitteerde deeltjes. De studie laat wel zien dat bij alleen gebruik van een face shield een grote neerwaartse luchtstroom mogelijk is bij respiratoire activiteiten.¹⁴

Het gebruik van face shields wordt met name aangeraden in combinatie met een mond-neusmasker, met het oog op verminderen van contaminatie van het face shield. Face shields zijn minder effectief in het reduceren van de blootstelling aan aerosolen ($\leq 5 \mu\text{m}$).^{16,32}

Er zijn geen studies gevonden naar de effectiviteit bij het gebruik van (kuch)schermen of *protective screens* tegen grotere deeltjes. Een indicatie kan wel worden ontleend aan een eerdere analyse die door TNO is uitgevoerd naar de effectiviteit van (kuch)schermen in horecasettings (restaurants).^c In dit onderzoek is op basis van een procesanalyse geconcludeerd dat bij toepassing van schermen de kans op druppeloverdracht door deeltjes $> 5 \mu\text{m}$ tussen gasten laag is en het anderhalvemeterprotocol versoepeld kan worden.³³ Gezien de vergelijkbaarheid van de setting qua bezoekeractiviteit en respiratoire intensiteit, zouden deze conclusies ook extrapoleerbaar moeten zijn naar typologie I evenementen.

Uit de bestudeerde studies komt naar voren dat het toepassen van persoonlijke beschermingsmaatregelen, en met name het gebruik van mond-neusmaskers, de emissie van grote druppels door respiratoire activiteiten in een ruimte beperkt, waardoor de blootstelling aan grotere deeltjes reduceert.^{21,34} Op basis van de literatuurstudie kan worden geconcludeerd dat zowel het materiaal als de pasvorm (fit) van een mond-neusmasker of face shield een grote invloed hebben op de effectiviteit van de beschermingsmaatregel. Voor het gebruik van (kuch)schermen kan niet worden teruggegrepen op wetenschappelijke literatuur en dienen de conclusies uit TNO-rapport TNO 2020 R10993 als basis. Hieruit volgt dat het

^c TNO-rapport TNO 2020 R10993 "Indicatief onderzoek naar effectiviteit schermen in de horeca"

gebruik van (kuch)schermen veelbelovend is als het gaat om het reduceren van de druppeloverdracht tussen zittende gasten in een restaurant setting.

De grote verschillen in effectiviteit, en van invloed zijn op de blootstelling aan grotere deeltjes, tussen verschillende types mond-neusmaskers en de relatief grote invloed op effectiviteit van de pasvorm geven aanleiding tot de conclusie dat het voor zekerstelling en borging van de effectiviteit van toepassing van mond-neusmaskers bij typologie I evenementen, het belangrijk is dat organisatoren zelf de selectie en distributie van mond-neusmaskers in handen houden; daarbij selecteren ze bij voorkeur geen zelfgemaakte maskers maar een masker met genormeerde kwaliteit (minimale kwaliteit), bijvoorbeeld chirurgisch masker type 1, NEN-EN 14683.

Distributie van maskers door de evenementorganisatie biedt ook de gelegenheid om risico's door onjuist gebruik (draagwijze, opdoen/afdoen) te minimaliseren, door middel van gerichte instructie vooraf en/of bij binnenkomst.

4 Resultaten procesanalyse

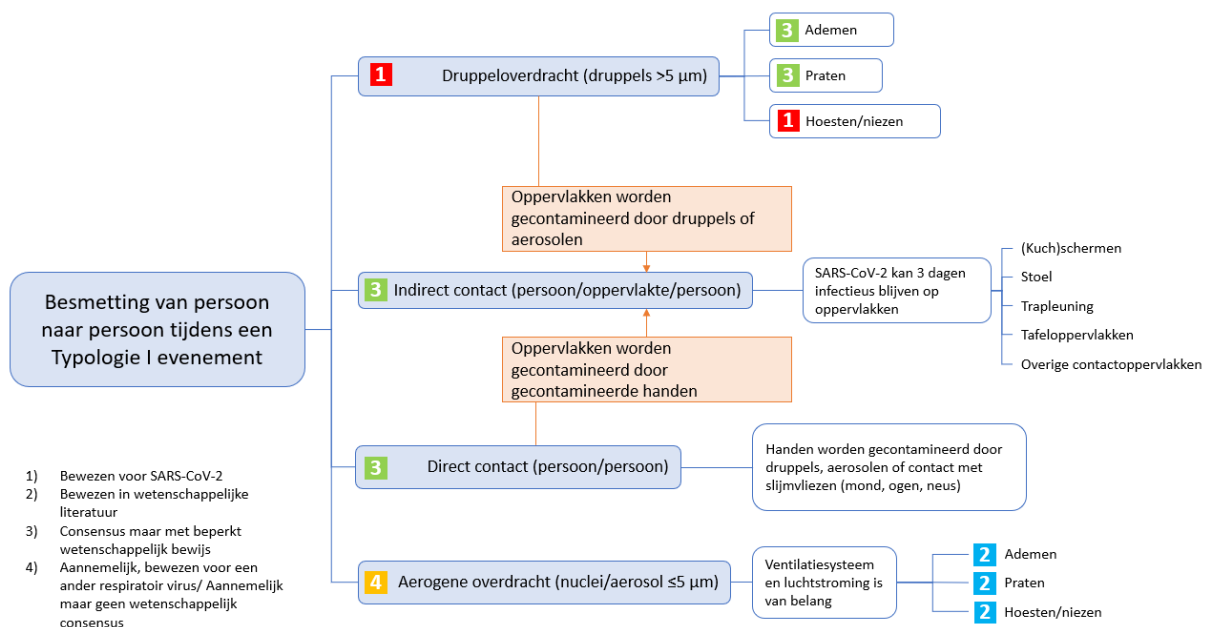
De vraag die op basis van de procesanalyse wordt beantwoord is:

Wat is het effect van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen (mondneusmaskers, face shields en (kuch)schermen) in combinatie met het ventilatiesysteem (in een theater of (bioscoop)zaal) op de blootstelling aan zowel grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) als aerosolen (deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$)?

Om de verschillende persoonlijke beschermingsmaatregelen op éénduidige wijze te kunnen beoordelen is een procesanalyse uitgevoerd. Deze is gebaseerd op een eerdere analyse die TNO heeft uitgevoerd met betrekking tot besmettingsroutes in horecagelegenheden.^d Met gebruikmaking van dezelfde methodologie zijn voor het voorliggende onderzoek de besmettingsroutes voor typologie I evenementen in kaart gebracht. Voor elke mogelijke transmissieroute is de op grond van de literatuur bekende bewijsgraad aangegeven. De bewijsgraad wordt gescoord op een schaal van 1-4.

1. Bewezen voor SARS-CoV-2.
2. Bewezen in wetenschappelijke literatuur.
3. Consensus, maar met beperkt wetenschappelijk bewijs.
4. Aannemelijk, bewezen voor een ander respiratoir virus / Aannemelijk, maar geen wetenschappelijk bewijs.

Figuur 4 geeft de grafische weergave van de voor Typologie I evenementen gevonden besmettingsroutes en bijbehorende bewijsgraad.



Figuur 4. Besmettingsroutes en hun bewijslast vanuit de literatuur (gebaseerd op TNO-rapport TNO 2020 R10993).

^d TNO-rapport TNO 2020 R10993

De besmetting met het SARS-CoV-2 virus vindt voor een deel plaats via **druppeloverdracht** (aanhoesten) waarbij volgens de WHO de besmetting primair door zogenoemde respiratory droplets ($> 5 \mu\text{m}$) plaatsvindt.^{35–39} Deze druppels worden door verschillende respiratoire activiteiten gegenereerd, o.a. door ademen, praten, hoesten en niezen.^{37,40–50} De beschikbare literatuur is eenduidig als het gaat over deze besmettingsroute. Over deze besmettingsroute is in de medische literatuur weinig tot geen discussie wat resulteert in een bewezen bewijsgraad. De welbekende 1,5 meter richtlijn van het RIVM is met het oog op deze besmettingsroute ontwikkeld.^e

Een tweede bekende besmettingsroute is overdracht van het virus via oppervlakken en contact met handen, de **indirecte transmissieroute (direct en indirect contact)**. Wetenschappelijke consensus en inzichten met betrekking tot deze transmissieroute moeten vooral worden ontleend aan onderzoek aan vergelijkbare respiratoire virussen. Virushoudende deeltjes slaan neer op oppervlakken. Het SARS-CoV-2 virus kan op een oppervlakte drie dagen infectieus blijven.^{61–63} Via contact met de handen kunnen virusdeeltjes vervolgens worden overgedragen naar mond, neus of ogen en tot besmetting leiden. Dát de route van belang is, wordt in de literatuur bevestigd, de mate waarin ze bijdraagt aan het ontstaan van een besmetting is echter niet bekend.^{40,51–60}

Literatuur toont aan dat blootstelling aan UV-C het SARS-CoV-2 virus op oppervlakken kan inactiveren.^{64–66} UV-C licht zou derhalve gebruikt kunnen worden ter desinfectie van oppervlakken. Daarbij moet opgemerkt worden dat UV-C schadelijk is voor mensen. Dergelijke oppervlaktereiniging kan dus alleen uitgevoerd worden als er geen personen aanwezig zijn in binnenruimtes. Ook is de effectiviteit van deze methode sterk afhankelijk van de blootstellingsdosis en -tijd. Op buitenlocaties kan zonlicht het SARS-CoV-2 virus binnen 20 minuten deactiveren.⁶⁷

Steeds meer literatuur is beschikbaar waar op de besmettingsroute via **aerogene overdracht** wordt ingegaan (besmettingsroute 3). Op moment van schrijven is nog geen volledige wetenschappelijke consensus in welke mate deze transmissieroute meespeelt als besmettingsroute. Aerosolen worden, net als respiratoire druppels, gegenereerd door respiratoire activiteiten. Aangenomen wordt dat aerosole deeltjes kleiner dan $5 \mu\text{m}$ zijn. Aerosolen worden met de luchtstroom meegevoerd. Ventilatie heeft invloed op de verdunning en verspreiding van aerosolen. Op basis van de momenteel beschikbare studies kan niet worden uitgesloten of bevestigd dat besmetting via de aerogene route plaatsvindt.^{37,44,46,56,68–77}

4.1 Resultaten procesanalyse

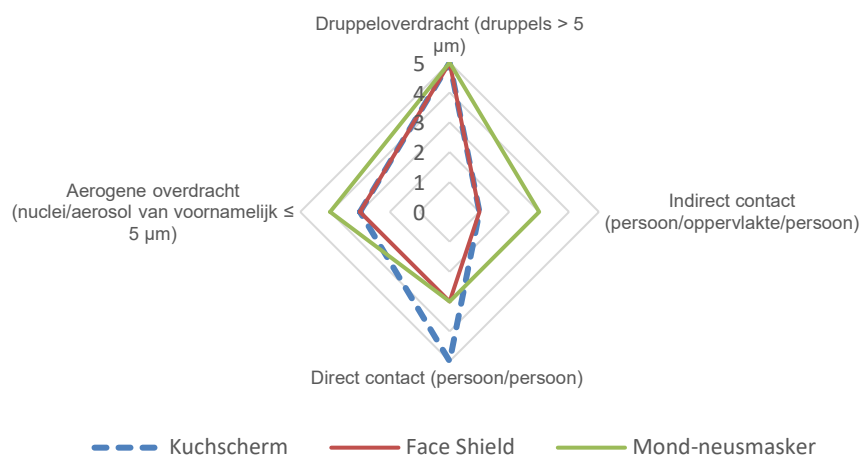
Gedurende een typologie I evenement zijn er veel logistieke bewegingen die kans geven op besmetting. Dit onderzoek beperkt zich tot de activiteiten in de zaal zelf. Hierbij zijn twee fases te onderscheiden: 1) De fase tijdens het zitten op de toegewezen plaats (zittende fase) en 2) het van en naar de plaats bewegen (bewegingsfase). In beide fasen kunnen persoonlijke beschermingsmaatregelen een rol spelen bij het verkleinen van de kans op een besmetting. De eerste fase vindt overwegend plaats gedurende de voorstelling en is de fase waarin de

^e <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/verspreiding>

bezoekers op een vaste plaats zitten. De tweede fase betreft het lopen van en naar de zitplaats.

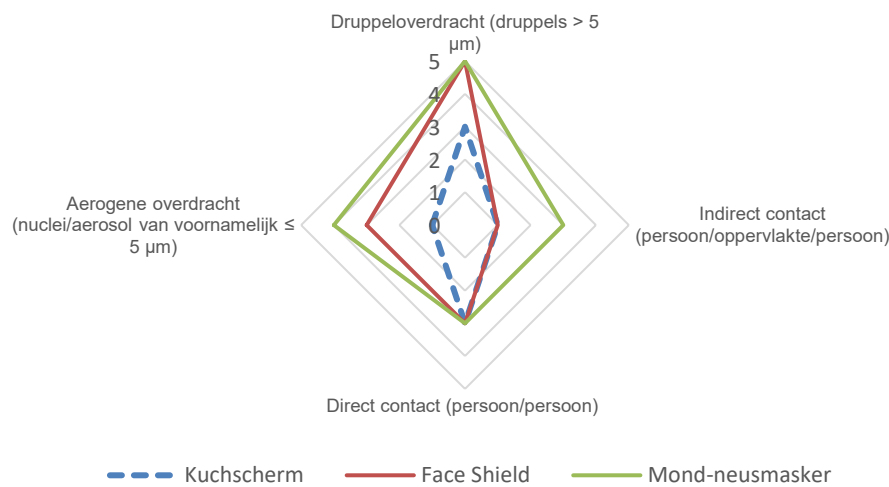
De resultaten van de door TNO uitgevoerde procesanalyse voor de persoonlijke beschermingsmaatregelen mond-neusmasker, face shield en (kuch)scherm zijn weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6. Het (kuch)scherm is bevestigd op de rugleuning van de stoel en vormt daarmee een barrière tussen de rijen. De beoordeling vindt plaats op een 5-puntsschaal van oplopend reducerend effect op de besmettingskans (zie paragraaf 2.2). Een score van 1 kan impliceren dat de kans op besmetting toeneemt.

Procesanalyse persoonlijke beschermingsmiddelen m.b.t. besmettingsroute t.o.v. 1,5 m protocol gedurende zitfase



Figuur 5. Procesanalyse van het scherm m.b.t. de besmettingsroute tijdens de zitfase van het evenement (1 is niet goed, 5 is goed).

Procesanalyse persoonlijke beschermingsmiddelen m.b.t. besmettingsroute t.o.v. 1,5 m protocol gedurende bewegingsfase



Figuur 6. Procesanalyse van het scherm m.b.t. de besmettingsroute tijdens de bewegingsfase van het evenement.

Uit de analyse blijkt dat naar verwachting door gebruik van mond-neusmaskers de kans op besmetting via druppeloverdracht (deeltjes > 5 μm) in hoge mate wordt gereduceerd. Mond-neusmaskers hebben naar verwachting een beperkt reducerend effect op de kans op besmetting via aerogene overdracht, direct en indirect contact. De kans dat het risico op aerogene overdracht geheel of grotendeels in stand blijft is groter indien het materiaal van het mond-neusmasker niet voldoende filtert of de pasvorm niet goed is. Naast de directe route kunnen aerosolen via een omweg bijdragen aan besmettingsrisico. Aerosolen kunnen na verloop van tijd neerslaan op oppervlakken en zo leiden tot besmettingsrisico via de indirecte route.

Het is zeer waarschijnlijk dat de maatregel face shields de kans op besmetting via druppeloverdracht in hoge mate reduceert. Daar staat tegenover dat het gebruik van face shields de kans op besmetting via de indirecte route kan verhogen, doordat respiratoire en aerogene deeltjes wel veelal direct op het oppervlak van het face shield kunnen neerslaan, zeker bij zwaardere respiratoire activiteiten als hoesten of niezen.

Het gebruik van (kuch)schermen tussen de stoelrijen kan de kans op besmetting via druppeloverdracht verminderen wanneer sprake is van zittende bezoekers. Uitgangspunt is dat de schermen alleen tussen de stoelrijen worden toegepast en niet als afscheiding tussen verschillende huishoudens op éénzelfde stoelrij. Tussen verschillende huishoudens op eenzelfde rij worden stoelen vrijgehouden om te voldoen aan het anderhalvemeterprotocol, omdat het in de praktijk lastig is om afscheidende schermen zodanig te plaatsen dat bezoekers hier in de beweegfase nog langs kunnen lopen. Ook wordt verwacht dat gasten tijdens een voorstelling voornamelijk naar één centraal punt kijken en er vrijwel geen face-to-face contact is als ze op hun plaats zitten en transmissie via 'direct aanhoesten' tussen stoelrijen hiermee een dominante route is.

Het effect op aerogene overdracht tijdens de zitfase is naar verwachting klein. Wanneer toeschouwers zich tussen de rijen door bewegen is het effect van de schermen naar verwachting beperkt tot een beperkte reductie van de kans op besmetting door druppeloverdracht en direct contact. Er valt van schermen in de bewegingsfase geen reducerend effect te verwachten op de transmissieroutes aerogene overdracht en indirect contact. Wanneer toeschouwers elders door de zaal bewegen hebben de (kuch)schermen naar verwachting in het geheel geen effect.

Op basis van de procesanalyse kan geconcludeerd worden dat het effect van persoonsgebonden beschermingsmiddelen (mond-neusmasker en face shield) op de kans op besmetting vrijwel gelijk is voor de zittende fase en de bewegingsfase. Bij de (kuch)schermen is het grootste deel van de risico reducerende effecten alleen tijdens de zitfase te verwachten.

Indirecte overdracht via besmette (kuch)schermen en herbruikbare persoonlijke beschermingsmiddelen (face shields) is een risico. Dit risico kan worden geminimaliseerd door de (kuch)schermen tussen voorstellingen te reinigen en te desinfecteren, bij voorkeur volgens een vast schoonmaakprotocol, dat zowel de reinigingsgraad borgt als een veilige werkomgeving en werkwijze voor medewerkers garandeert. Omdat face shields niet gesteriliseerd kunnen worden, waardoor deze vrij zijn van virussen en micro-organismen, zou iedere bezoeker een eigen disposable face shield dienen te ontvangen.

Een (kuch)scherf kan de kans op besmetting via druppeloverdracht reduceren. Deze maatregel verlaagt slechts in beperkte mate de kans op besmetting via de aerogene route en de indirecte besmettingsroute. De afscherming vergroot het oppervlak waarop virusdragende deeltjes kunnen neerslaan. Dit verhoogt de kans om in aanraking te komen met mogelijke besmette oppervlakken. Onderzoek heeft aangetoond dat het SARS-CoV-2 virus op oppervlakken een aantal dagen infectieus kan blijven en via deze route tot een mogelijke besmetting kan leiden^{61,63,78}. Dit impliceert dat ook face shields die na gebruik worden ingenomen nog besmettelijke deeltjes kunnen bevatten. Voor inname en transport van face shields zullen organisatoren dan ook een protocol moeten ontwikkelen dat medewerkers adequaat tegen dit risico beschermt.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Op basis van het voorliggende onderzoek kunnen de volgende conclusies met betrekking tot de twee deelvragen worden getrokken.

- *Wat is de effectiviteit van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen (mond-neusmaskers, face shields en (kuch)schermen) tijdens een evenement dat binnen (in een theater of (bioscoop)zaal) plaatsvindt ten aanzien van de blootstelling aan grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$)?*

Er is een aanzienlijke hoeveelheid literatuur beschikbaar met betrekking tot de effectiviteit (ten aanzien van de blootstelling aan grotere deeltjes) van mond-neusmaskers. De studies laten zien dat er een grote variatie is in de effectiviteit van zelfgemaakte mond-neusmaskers. De effectiviteit is afhankelijk van de gebruikte materialen, de hoeveelheid lagen en de pasvorm. Op basis van de gevonden literatuur kan worden gesteld dat gebruik van mond-neusmaskers met een genormeerde effectiviteit (minimale kwaliteit), zoals chirurgische mond-neusmaskers type I of type II, noodzakelijk is om de mate van risicoreductie bij toepassing van deze maatregel te kunnen borgen.

De beschikbare wetenschappelijke literatuur met betrekking tot de effectiviteit van face shields is beperkt, die voor (kuch)schermen vooralsnog niet voorhanden. Een indicatie voor de effectiviteit van (kuch)schermen kan wel worden ontleend aan een eerdere analyse door TNO van het gebruik van kuchschermen in de horeca (restaurants). De setting en gedragstypologie van restaurantbezoekers is vergelijkbaar met typologie I (indoor passief) evenementen. Dit maakt het aannemelijk dat de conclusies uit het eerdere TNO-onderzoek naar de typologie I evenementen extrapol eerbaar zijn.

- *Wat is het effect van diverse persoonlijke beschermingsmaatregelen (mond-neusmaskers, face shields en (kuch)schermen) in combinatie met het ventilatiesysteem (in een theater of (bioscoop)zaal) op de blootstelling aan zowel grotere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$) als aerosolen (deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$)?*

Verwacht wordt dat persoonlijke beschermingsmiddelen (mond-neusmaskers en face shields) zowel tijdens de zitfase als tijdens de bewegingsfase een reducerend effect hebben op de blootstelling aan aerosolen en druppels. Het volgens de procesanalyse verwachte reducerend effect van (kuch)schermen blijft goeddeels beperkt tot de zitfase. In een experimentele onderzoeksfase zullen deze effecten kwantitatief worden onderzocht.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevelingen die worden gedaan op basis van het voorliggende onderzoek zijn gerelateerd aan de kwaliteit en pasvorm van persoonlijke beschermingsmaatregelen en aan het opstellen van een hygiëneprotocol bij eventueel gebruik van face-shield en (kuch)schermen.

Het is belangrijk om tijdens evenementen de mate van bescherming die door toepassing van maatregelen wordt bereikt te kunnen borgen. Hiertoe wordt aanbevolen om mond-neusmaskers door de verantwoordelijken voor evenementen te laten verstrekken en daarbij te kiezen voor mond-neusmaskers met een genormeerde effectiviteit, tenminste gelijk aan die voor een chirurgisch mond-neusmasker type I (>95% filtratie effectiviteit voor 3,0 µm deeltjes) of type II (> 98% filtratie effectiviteit voor 3,0 µm deeltjes). Uitgifte door de verantwoordelijken voor evenementen biedt ook de gelegenheid bezoekers vooraf en/of bij binnenkomst instructie te geven over het correcte gebruik van de mond-neusmaskers.

Besmette (kuch)schermen en face shields kunnen gedurende lange tijd (tot 3 dagen) een besmettingsrisico blijven vormen. Om dit te ondervangen moeten (kuch)schermen tussen voorstellingen worden gereinigd, mocht voor deze maatregel worden gekozen. Bij voorkeur geschiedt dit volgens een vast protocol, dat zowel de reinigingsgraad borgt als een veilige werkomgeving en werkwijze voor medewerkers garandeert. Omdat face shields niet gesteriliseerd kunnen worden, waardoor deze vrij zijn van virussen en micro-organismen, dient iedere bezoeker een eigen disposable face shield te ontvangen, mocht voor deze maatregel worden gekozen.

5.3 Discussie en limitaties

Effectiviteit van persoonlijke beschermingsmaatregelen wordt in verschillende studies niet op eenduidige wijze bepaald. De variatie in effectiviteit van mond-neusmaskers die van verschillende materialen worden gemaakt is groot. Waar sommige samenstellingen en materialen niet onderdoen voor chirurgische mond-neusmaskers zijn er ook materialen die niet of nauwelijks bijdragen in het reduceren van druppelverspreiding. Een deel van de variatie in effectiviteit is terug te leiden naar de verschillende meetmethoden die gehanteerd worden. De meetmethode kan variëren van visuele vaststelling/metingen^{8,14,18,22,59}, tot deeltjestellingen^{5,16,27,29,79}, tot het gebruik maken van kweken^{6,30}. De gebruikte bron zal ook zijn invloed hebben op de effectiviteit. Het gebruik van vrijwilligers ten opzichte van een artificiële emitterende bron met een bekende emissie zal effect hebben op de variatie in studies.

Face shields hebben een ander doel ten opzichte van mond-neusmaskers. Face shields zijn effectief voor grotere deeltjes zowel bij de bron als bij de ontvanger, de effectiviteit tegen aerosolen (< 5 µm) is echter laag.

Over de effectiviteit van (kuch)schermen in relatie tot grotere deeltjes is geen literatuur gevonden met betrekking tot deeltjes (> 5 µm).

De kwalitatieve analyse beschrijft mechanismen die nog niet volledig onderbouwd worden door wetenschappelijke literatuur, Figuur 4 geeft hiervoor de bewijslast weer, maar zijn deels geformuleerd op basis van expert opinion.

6 Referentielijst

1. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). How COVID-19 Spreads, update 28 Oct. *Centers Dis Control Prev.* 2020;Update(28 oct):2-4.
2. Fieldlab Evenementen. Resultaten Bezoekersonderzoek Entertainment. 2020;(september).
3. Traversari AAL, Jacobs P, Bezemer RA. TNO 2020 R10993 Rapportage Effectiviteit schermen in horeca. 2020.
4. NEN-EN 14683+c1. Medical face masks - Requirements and test methods. 2019.
5. Asadi S, Cappa CD, Barreda S, Wexler AS, Bouvier NM, Ristenpart WD. Efficacy of masks and face coverings in controlling outward aerosol particle emission from expiratory activities. *Sci Rep.* 2020;10(1). doi:10.1038/s41598-020-72798-7
6. Whiley H, Keerthirathne TP, Nisar MA, White MAF, Ross KE. Viral Filtration Efficiency of Fabric Masks Compared with Surgical and N95 Masks. *Pathogens.* 2020;9(9):762. doi:10.3390/pathogens9090762
7. Lindsley WG, King WP, Thewlis RE, et al. Dispersion and exposure to a cough-generated aerosol in a simulated medical examination room. *J Occup Environ Hyg.* 2012;9(12):681-690. doi:10.1080/15459624.2012.725986
8. Aydin O, Emon B, Cheng S, Hong L, Chamorro LP, Saif MTA. Performance of fabrics for home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A quantitative mechanistic study. *Extrem Mech Lett.* 2020;40. doi:10.1016/j.eml.2020.100924
9. Konda A, Prakash A, Moss GA, Schmoltdt M, Grant GD, Guha S. Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *ACS Nano.* 2020;14(5):6339-6347. doi:10.1021/acsnano.0c03252
10. Verma S, Dhanak M, Frankenfield J. Visualizing the effectiveness of face masks in obstructing respiratory jets. *Phys Fluids.* 2020;32(6):61708. doi:10.1063/5.0016018
11. RIVM. Het gebruik van stofzuigerzakken en stofzuigerfilters in een zelfgemaakt mondkapje wordt afgeraden. 2020:1-7.
12. Davies A, Thompson KA, Giri K, Kafatos G, Walker J, Bennett A. Testing the efficacy of homemade masks: would they protect in an influenza pandemic? *Disaster Med Public Health Prep.* 2013;7(4):413-418. doi:10.1017/dmp.2013.43
13. Li IWS, Fan JKM, Lai ACK, Lo CM. Home-made masks with filtration efficiency for nano-aerosols for community mitigation of COVID-19 pandemic. *Public Health.* 2020;188:42-50. doi:10.1016/j.puhe.2020.08.018
14. Viola IM, Peterson B, Pisetta G, et al. Face Coverings, Aerosol Dispersion and Mitigation of Virus Transmission Risk. May 2020.
15. Makison Booth C, Clayton M, Crook B, Gawn JM. Effectiveness of surgical masks against influenza bioaerosols. *J Hosp Infect.* 2013;84(1):22-26. doi:10.1016/j.jhin.2013.02.007
16. Lindsley WG, Noti JD, Blachere FM, Szalajda J V., Beezhold DH. Efficacy of face shields against cough aerosol droplets from a cough simulator. *J Occup Environ Hyg.* 2014;11(8):509-518. doi:10.1080/15459624.2013.877591
17. Lindsley WG, Noti JD, Blachere FM, Szalajda J V., Beezhold DH. Supplemental Information for " Efficacy of face shields against cough aerosol droplets from a cough simulator ." *J Occup Environ Hyg.* 2014;11(8):509-518. doi:10.1080/15459624.2013.877591
18. Bandiera L, Pavar G, Pisetta G, et al. Face Coverings and Respiratory Tract Droplet Dispersion. *Prepr to Appear MedRxiv.* August 2020:1-12. doi:10.1101/2020.08.11.20145086

19. Davies A, Thompson KA, Giri K, Kafatos G, Walker J, Bennett A. Testing the efficacy of homemade masks: would they protect in an influenza pandemic? *Disaster Med Public Health Prep.* 2013;7(4):413-418. doi:10.1017/dmp.2013.43
20. Macintyre R, Seale H, Dung TC, et al. A cluster randomised trial of cloth masks compared with medical masks in healthcare workers. *BMJ Open.* 2015;5. doi:10.1136/bmjopen-2014-006577
21. Milton DK, Fabian MP, Cowling BJ, Grantham ML, McDevitt JJ. Influenza Virus Aerosols in Human Exhaled Breath: Particle Size, Culturability, and Effect of Surgical Masks. Fouchier RAM, ed. *PLoS Pathog.* 2013;9(3):e1003205. doi:10.1371/journal.ppat.1003205
22. Tang JW, Liebner TJ, Craven BA, Settles GS. A schlieren optical study of the human cough with and without wearing masks for aerosol infection control. *J R Soc Interface.* 2009;6:727-736. doi:10.1098/rsif.2009.0295.focus
23. Ho KF, Lin LY, Weng SP, Chuang KJ. Medical mask versus cotton mask for preventing respiratory droplet transmission in micro environments. *Sci Total Environ.* 2020;735:139510. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139510
24. Fischer EP, Fischer MC, Grass D, Henrion I, Warren WS, Westman E. Low-cost measurement of face mask efficacy for filtering expelled droplets during speech. *Sci Adv.* 2020;6(36):eabd3083. doi:10.1126/sciadv.abd3083
25. Mueller A V., Eden MJ, Oakes JM, Bellini C, Fernandez LA. Quantitative Method for Comparative Assessment of Particle Removal Efficiency of Fabric Masks as Alternatives to Standard Surgical Masks for PPE. *Matter.* 2020;3(3):950-962. doi:10.1016/j.matt.2020.07.006
26. Patel RB, Skaria SD, Mansour MM, Smaldone GC. Respiratory source control using a surgical mask: An in vitro study. *J Occup Environ Hyg.* 2016;13(7):569-576. doi:10.1080/15459624.2015.1043050
27. Drewnick F, Pikmann J, Fachinger F, Moormann L, Sprang F, Borrmann S. Aerosol filtration efficiency of household materials for homemade face masks: Influence of material properties, particle size, particle electrical charge, face velocity, and leaks. *Aerosol Sci Technol.* October 2020:1-17. doi:10.1080/02786826.2020.1817846
28. Gierthmuehlen M, Kuhlencoetter B, Parpaley Y, Gierthmuehlen S, Köhler D, Dellweg D. Evaluation and discussion of handmade face-masks and commercial diving-equipment as personal protection in pandemic scenarios. *PLoS One.* 2020;15(8 August). doi:10.1371/journal.pone.0237899
29. Konda A, Prakash A, Moss GA, Schmoldt M, Grant GD. Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *ACS Nano.* 2020. doi:10.1021/acsnano.0c03252
30. Ueki H, Furusawa Y, Iwatsuki-Horimoto K, et al. Effectiveness of Face Masks in Preventing Airborne Transmission of SARS-CoV-2. *mSphere.* 2020;5(5). doi:10.1128/msphere.00637-20
31. Diaz KT, Smaldone GC. Quantifying exposure risk: Surgical masks and respirators. *Am J Infect Control.* 2010;38(7):501-508. doi:10.1016/j.ajic.2010.06.002
32. Verma S, Dhanak M, Frankenfield J. Visualizing droplet dispersal for face shields and masks with exhalation valves. *Phys Fluids.* 2020;32(9):91701. doi:10.1063/5.0022968
33. Traversari AAL, Jacobs P, Bezemer R. *TNO 2020 R10993 Indicatief Onderzoek Naar Effectiviteit van Schermen in de Horeca.*; 2020.
34. Leung NHL, Chu DKW, Shiu EYC, et al. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat Med.* 2020;26(5):676-680. doi:10.1038/s41591-020-0843-2
35. World Health Organisation (WHO). Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Who.* 2020;2019(February):16-24.

36. Offord C. How COVID-19 Is Spread. *Feb 21, 2020*. 2020;(Cdc):1-5.
37. Kutter JS, Spronken MI, Fraaij PL, Fouchier RA, Herfst S. Transmission routes of respiratory viruses among humans. *Curr Opin Virol*. 2018;28:142-151. doi:10.1016/j.coviro.2018.01.001
38. Cheng VCC, Wong SC, Chen JHK, et al. Escalating infection control response to the rapidly evolving epidemiology of the Coronavirus disease 2019 (COVID-19) due to SARS-CoV-2 in Hong Kong. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020;2019:1-6. doi:10.1017/ice.2020.58
39. Chen X, Liu Y, Gong Y, et al. Perioperative Management of Patients Infected with the Novel Coronavirus. *Anesthesiology*. 2020;(Xxx):1. doi:10.1097/ALN.0000000000003301
40. da Silvia GM. An analysis of the transmission modes of COVID-19 in light of the concepts of Indoor Air Quality. :1-12.
41. Morawska L, Johnson GR, Ristovski ZD, et al. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *J Aerosol Sci*. 2009;40(3):256-269. doi:10.1016/j.jaerosci.2008.11.002
42. Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A, Anfinrud P. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. 2020:3-5. doi:10.1073/pnas.2006874117
43. Qian H, Zheng X. Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 19):S2295-S2304. doi:10.21037/jtd.2018.01.24
44. Liu Y, Ning Z, Chen Y, et al. Aerodynamic Characteristics and RNA Concentration of SARS-CoV-2 Aerosol in Wuhan Hospitals during COVID-19 Outbreak. *bioRxiv*. 2020;86(21):2020.03.08.982637. doi:10.1101/2020.03.08.982637
45. Wei J, Li Y. Airborne spread of infectious agents in the indoor environment. *Am J Infect Control*. 2016;44(9):S102-S108. doi:10.1016/j.ajic.2016.06.003
46. Cowling BJ, Ip DKM, Fang VJ, et al. Aerosol transmission is an important mode of influenza A virus spread. 2013:1-12. doi:10.1038/ncomms2922.Aerosol
47. Kluytmans van den Bergh MFQ, Buiting AGM, Pas SD, et al. SARS-CoV-2 infection in 86 healthcare workers in two Dutch hospitals in March 2020: a cross-sectional study with short-term follow-up. *medRxiv*. 2020.
48. Knibbs LD, Morawska L, Bell SC. The risk of airborne influenza transmission in passenger cars. *Epidemiol Infect*. 2012;140(3):474-478. doi:10.1017/S0950268811000835
49. Gralton J, Tovey ER, Mclaws ML, Rawlinson WD. Respiratory virus RNA is detectable in airborne and droplet particles. *J Med Virol*. 2013;85(12):2151-2159. doi:10.1002/jmv.23698
50. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep*. 2019;9(1):1-10. doi:10.1038/s41598-019-38808-z
51. Otter JA, Donskey C, Yezli S, Douthwaite S, Goldenberg SD, Weber DJ. Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: The possible role of dry surface contamination. *J Hosp Infect*. 2016;92(3):235-250. doi:10.1016/j.jhin.2015.08.027
52. Azor-Martínez E, Gonzalez-Jimenez Y, Seijas-Vazquez ML, et al. The impact of common infections on school absenteeism during an academic year. *Am J Infect Control*. 2014;42(6):632-637. doi:10.1016/j.ajic.2014.02.017
53. Snyder KM. Does Hand Hygiene Reduce Influenza Transmission? *J Infect Dis*. 2010;202(7):1146-1147. doi:10.1086/656144
54. Yang C. Does hand hygiene reduce SARS-CoV-2 transmission? *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020:5-6. doi:10.1007/s00417-020-04652-5

55. World Health Organisation (WHO). Modes of transmission of virus causing COVID-19 : implications for IPC precaution recommendations. *Sci Br 29 march 2020*. 2020;(March):1-3. doi:10.1056/NEJMoa2001316.5.
56. Chen W, Zhang N, Wei J, Yen HL, Li Y. Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. *Build Environ*. 2020;176(March):106859. doi:10.1016/j.buildenv.2020.106859
57. Santarpia, J. L., Rivera, D. N., Herrera, V., Morwitzer, M. J., Creager, H., Santarpia, G. W., ... & Lawler J V. Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska Medical Center. *medRxiv*. 2020:0-3. doi:10.1101/2020.03.23.20039446
58. Döhla M, Wilbring G, Schulte B, et al. SARS-CoV-2 in environmental samples of quarantined households. *medRxiv*. June 2020:2020.05.28.20114041. doi:10.1101/2020.05.28.20114041
59. Fischer EP, Fischer MC, Grass D, Henrion I, Warren WS, Westman E. Low-cost measurement of face mask efficacy for filtering expelled droplets during speech. *Sci Adv*. 2020;6(36). doi:10.1126/sciadv.abd3083
60. Sandora TJ, Shih MC, Goldmann DA. Reducing absenteeism from gastrointestinal and respiratory illness in elementary school students: A randomized, controlled trial of an infection-control intervention. *Pediatrics*. 2008;121(6). doi:10.1542/peds.2007-2597
61. Doremalen N van, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020:1-3. doi:10.1056/NEJMc2004973
62. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and its inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*. 2020;104(3):246-251. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022
63. Chin A, Chu J, Perera M, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Infect Dis*. 2020;5247(20):2020.03.15.20036673. doi:10.1016/S2666-5247(20)30003-3
64. Kitagawa H, Nomura T, Nazmul T, et al. Effectiveness of 222-nm ultraviolet light on disinfecting SARS-CoV-2 surface contamination. *Am J Infect Control*. 2020;000:17-19. doi:10.1016/j.ajic.2020.08.022
65. Lindblad M, Tano E, Lindahl C, Huss F. Ultraviolet-C decontamination of a hospital room: Amount of UV light needed. *Burns*. 2020;46(4):842-849. doi:10.1016/j.burns.2019.10.004
66. Welch D, Buonanno M, Grilj V, et al. Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. *Sci Rep*. 2018;8(1):1-7. doi:10.1038/s41598-018-21058-w
67. Ratnesar-shumate S, Williams G, Green B, et al. OUP accepted manuscript. *J Infect Dis*. 2020;(52281):1-9. doi:10.1093/infdis/jiaa274
68. Moriyama M, Hugentobler WJ, Iwasaki A. Seasonality of Respiratory Viral Infections. *Annu Rev Virol*. 2020:1-19. doi:10.1146/annurev-virology-012420-022445
69. World Health Organisation (WHO)-B. Modes of transmission of virus causing COVID-19 : implications for IPC precaution recommendations. *Sci Br 29 march 2020*. 2020;(March):1-3. doi:10.1056/NEJMoa2001316.5.
70. Shiu EYC, Leung NHL, Cowling BJ. Controversy around airborne versus droplet transmission of respiratory viruses: Implication for infection prevention. *Curr Opin Infect Dis*. 2019. doi:10.1097/QCO.0000000000000563
71. Buonanno G, Stabile L, Morawska L. Estimation of airborne viral emission: quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. *medRxiv*. 2020:2020.04.12.20062828. doi:10.1101/2020.04.12.20062828
72. Tellier R. Review of aerosol transmission of influenza A virus. *Emerg Infect Dis*. 2006;12(11):1657-1662. doi:10.3201/eid1211.060426
73. Judson SD, Munster VJ. Nosocomial transmission of emerging viruses via

- aerosol-generating medical procedures. *Viruses*. 2019;11(10). doi:10.3390/v11100940
74. Tran K, Cimon K, Severn M, Pessoa-Silva CL, Conly J. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: A systematic review. *PLoS One*. 2012;7(4). doi:10.1371/journal.pone.0035797
 75. Li Y, Huang X, Yu ITS, Wong TW, Qian H. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. *Indoor Air*. 2005;15(2):83-95. doi:10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x
 76. Grosskopf K, Mousavi E. Bioaerosols in health-care environments. *ASHRAE J*. 2014;56(8):22-31.
 77. Lindsley WG, Blachere FM, Thewlis RE, et al. Measurements of airborne influenza virus in aerosol particles from human coughs. *PLoS One*. 2010;5(11). doi:10.1371/journal.pone.0015100
 78. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*. 2020;104(3):246-251. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022
 79. Cai C, Floyd EL. Effects of Sterilization With Hydrogen Peroxide and Chlorine Dioxide on the Filtration Efficiency of N95, KN95, and Surgical Face Masks. *JAMA Netw open*. 2020;3(6):e2012099. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.12099
 80. Dbouk T, Drikakis D. On respiratory droplets and face masks. *Phys Fluids*. 2020;32(6):063303. doi:10.1063/5.0015044
 81. Milton DK, Fabian MP, Cowling BJ, Grantham ML, McDevitt JJ. Influenza Virus Aerosols in Human Exhaled Breath: Particle Size, Culturability, and Effect of Surgical Masks. *PLoS Pathog*. 2013;9(3). doi:10.1371/journal.ppat.1003205
 82. Munn Z, Peters MDJ, Stern C, Tufanaru C, McArthur A, Aromataris E. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Med Res Methodol*. 2018;18(1):1-7. doi:10.1186/s12874-018-0611-x

7 Ondertekening

Delft, 19 mei 2021

TNO

Ir. A.C. (Nancy) Westerlaken
Research manager

Ir. S.P.M. (Stefan) van Heumen
Projectleider

A Literatuurstudie

Tijdens de literatuurstudie zijn zoektermen gebruikt die per thema zijn gegroepeerd en in zoekstrings zijn gebruikt voor het doorzoeken van de verschillende databases (zie Tabel 3).

Tabel 3. Overzicht gebruikte zoekstrings.

Thema		Zoekstring
Personal protection	#1	("Personal protection" OR "PPE" OR "Personal protective equipment" OR "Mouth mask" OR "Breathing mask" OR "Face mask" OR "Surgical mask" OR "Medical mask" OR "Homemade mask" OR "Cloth mask" OR "Disposable mask" OR "Face shield" OR "Sneeze screen" OR "Cough screen" OR "Protective screen")
Location	#2	("Breathing" OR "Talking" OR "Exhalation" OR "Coughing" OR "Sneezing" OR "Concentration" OR "Distribution" OR "Indoor environment" OR "Theatre" OR "Cinema" OR "Concert hall")
Source	#3	("Respiratory infection" OR "Virus" OR "SARS-CoV-2" OR "COVID-19" OR "Respiratory particles" OR "Respiratory droplets" OR "Aerosol" OR "Particle trajectory" OR "Droplet trajectory" OR "Mucus" OR "Saliva" OR "Airborne transmission")
	#4	("efficacy")
	#5 = 1+2+3	(("Personal protection" OR "PPE" OR "Personal protective equipment" OR "Mouth mask" OR "Breathing mask" OR "Face mask" OR "Surgical mask" OR "Medical mask" OR "Homemade mask" OR "Cloth mask" OR "Disposable mask" OR "Face shield" OR "Sneeze screen" OR "Cough screen" OR "Protective screen") AND ("Breathing" OR "Talking" OR "Exhalation" OR "Coughing" OR "Sneezing" OR "Concentration" OR "Distribution" OR "Indoor environment" OR "Theatre" OR "Cinema" OR "Concert hall") AND ("Respiratory infection" OR "Virus" OR "SARS-CoV-2" OR "COVID-19" OR "Respiratory particles" OR "Respiratory droplets" OR "Aerosol" OR "Particle trajectory" OR "Droplet trajectory" OR "Mucus" OR "Saliva" OR "Airborne transmission"))
	#6 = 1+2+3+4	(("Personal protection" OR "PPE" OR "Personal protective equipment" OR "Mouth mask" OR "Breathing mask" OR "Face mask" OR "Surgical mask" OR "Medical mask" OR "Homemade mask" OR "Cloth mask" OR "Disposable mask" OR "Face shield" OR "Sneeze screen" OR "Cough screen" OR

Thema	Zoekstring
	"Protective screen") AND ("Breathing" OR "Talking" OR "Exhalation" OR "Coughing" OR "Sneezing" OR "Concentration" OR "Distribution" OR "Indoor environment" OR "Theatre" OR "Cinema" OR "Concert hall") AND ("Respiratory infection" OR "Virus" OR "SARS-CoV-2" OR "COVID-19" OR "Respiratory particles" OR "Respiratory droplets" OR "Aerosol" OR "Particle trajectory" OR "Droplet trajectory" OR "Mucus" OR "Saliva" OR "Airborne transmission") AND ("efficacy"))

B Analyse literatuur

Tabel 4. Overzicht geïnccludeerde studies.

Studie	Type persoonlijke beschermingsmaatregel			Filtratie efficiëntie	Deeltjesgrootte gemeten	Onderzoeksmethode
	Mond-neusmasker	Face shield	Schermen			
Asadi et al. 2020 ⁵	Surgical, KN95, SL-P, SL-T, ML-T, N95			Surgical, KN95 drop in particle emittance	0,3 - 20 µm	Laboratorium studie, vrijwilligers (10)
Aydin et al. 2020 ⁸	Surgical, cloth(11)			Droplet blocking efficiency 99,7%; >71,7% SL-T; >94,1% ML-T	0,1 mm - 1mm	Laboratorium studie
Bandiera et al. 2020 ¹⁸	Surgical, cloth			"Overall, these data demonstrate that face masks are highly effective at reducing exhalation of large respiratory droplets."	<30 µm, >170 µm	Laboratorium studie, vrijwilligers (6)
Cai and Floyd 2020 ⁷⁹	KN95, N95, surgical			97%; 97%; 95%; na sterilisatie met H ₂ O ₂ of ClO ₂ wordt dit aanzienlijk minder	<1 µm	Laboratorium studie

Studie	Type persoonlijke beschermingsmaatregel			Filtratie efficiëntie	Deeltjesgrootte gemeten	Onderzoeksmethode
	Mond-neusmasker	Face shield	Schermen			
Davies et al. 2013 ¹²	Surgical, cloth(8), vacuum cleaner bag			>96%; 58-83%; >94% (B atrophaeus). >89%; 48%-72%; >85% (MS2)	1-7 μm	Laboratorium studie, vrijwilligers (21)
Dbouk and Drikakis 2020 ⁸⁰	Surgical			91% boundary condition; wordt minder bij meer hoesten	1-300 μm	Simulatie studie
Drewnick et al. 2020 ²⁷	Cloth(48) (includes surgical masks homemade)			20%-99,9% FE	30nm-250nm; 500nm-10 μm	Laboratorium studie
Fischer et al. 2020 ²⁴	N95 valve, surgical, cloth(11), N95 fit			Droplet transmission (logscale). 0,015; 0,01; 0,05-1; <0,001	>0,5 μm	Laboratorium studie, vrijwilligers
Gierthmuehlen et al. 2020 ²⁸	Cloth, 3Dprinted, scuba			69,76%; 39,27%; 85,07%	2,4 – 3,3 μm	
Ho et al. 2020 ²³	Surgical, ML-T			99,9%; 86,4%	20-1000nm	Randomized Control Trial, vrijwilligers (211)
Konda et al. 2020 ⁹	N95, surgical, cloth (SL-T, ML-T)			99,9%; 99,6%; 14-99,5% 5-95%(>300nm single layer); >90%(double layer hybrids)	10nm-10 μm	Laboratorium studie

Studie	Type persoonlijke beschermingsmaatregel			Filtratie efficiëntie	Deeltjesgrootte gemeten	Onderzoeksmethode
	Mond-neusmasker	Face shield	Schermen			
Leung et al. 2020 ³⁴	Surgical				>5um (droplets), <5um (aerosols)	Randomized Control Trial, vrijwilligers (246)
Lindsley et al. 2012 ⁷	Surgical; N95; combination			Penetration of particles with masks studies were low. For the 5-7.5 µm size as low as 0,015	<7,5 µm	Laboratorium studie
Lindsley et al. 2014 ¹⁶		Face shield		8,5 µm exposure risk lowered by 96%; 3.3 µm = 68%. 23% effective in reducing inhalation of droplets 3.4 µm	8,5 µm	Laboratorium studie
MacIntyre et al. 2015 ²⁰	Surgical; cloth					Vrijwilligers (1607)
Makison-Booth et al. 2013 ¹⁵	Surgical	Combination (surgical mask with visor)		Exposure reduction range from 1.1 - 55 fold	-	Laboratorium studie
Milton et al. 2013 ⁸¹	Surgical			3.4 fold reduction of influenza aerosol copies	0,05-50 µm	Laboratorium studie, vrijwilligers (37)

Studie	Type persoonlijke beschermingsmaatregel			Filtratie efficiëntie	Deeltjesgrootte gemeten	Onderzoeksmethode
	Mond-neusmasker	Face shield	Schermen			
Tang et al. 2009 ²²	Surgical, N95			Geen info over effectiviteit en drukverlies. Wel over lekkage in surgical (zijkant, boven), en N95 (naar voren)		Laboratorium studie, vrijwilligers (10)
Ueki et al. 2020 ³⁰	N95 fit, N95, surgical, cloth, no mask			Protective efficacy 90%; cotton 50%	<3 µm, 20%; 3 to 5 µm, 40%; >5to8 µm, 40%	Laboratorium studie
Verma et al. 2020 ¹⁰	Cloth, ML-T; stofmasker			no mask (>8ft); cloth (1ft3in); two layer (2.5in); stofmasker (8in)	1-10 µm	Laboratorium studie
Viola et al. 2020 ¹⁴	Surgical, cloth, FFP1, FFP2, respirator	Face shield; heavy duty face shield		Cloth is least effective in stopping air leakage	-	Laboratorium studie, mannequin en vrijwilliger (1)
Whiley et al. 2020 ⁶	Cloth (5), surgical, N95			>54,4%-99,5; 99,5%;99,9%	0.62–15.9 µm	Laboratorium studie