

EFFECTIVITEIT VAN SCHERMEN IN HET STADS- EN STREEKVERVOER (BUURTBUS)

DR. JAN L. SOUMAN

4 augustus 2020



› INHOUD

EFFECTIVITEIT VAN SCHERMEN IN HET STADS- EN STREEKVERVOER (BUURTBUS)

01. VRAAGSTELLING

02. ONDERZOEKSAANPAK

03. KWALITATIEVE ANALYSE OVERDRACHTSRoutes EN SCHERMEN

04. OPZET KWANTITATIEF ONDERZOEK DEELTJESVERSPREIDING

05. RESULTATEN

06. AANBEVELINGEN

› VRAAGSTELLING

Hoofdvraag:

Reduceert het gebruik van een kuchscherf in buurtbussen de verspreiding van kleine deeltjes die het SARS-CoV-2 virus kunnen bevatten?

Secundaire vragen:

1. Heeft het vergroten van de afmetingen van het scherm een positief effect op de aerosolver spreiding (zwevende deeltjes $\leq 5 \mu\text{m}$, ook wel ‘druppelkernen’ genoemd) van het passagiersgedeelte naar de bestuurderspositie?
2. Wat is het effect van het openen van de voertuigdeuren op de aerosolver spreiding?
3. Wat is het effect van de instellingen van het luchtbehandelingssysteem in de verschillende voertuigen op de aerosolver spreiding in het voertuig?

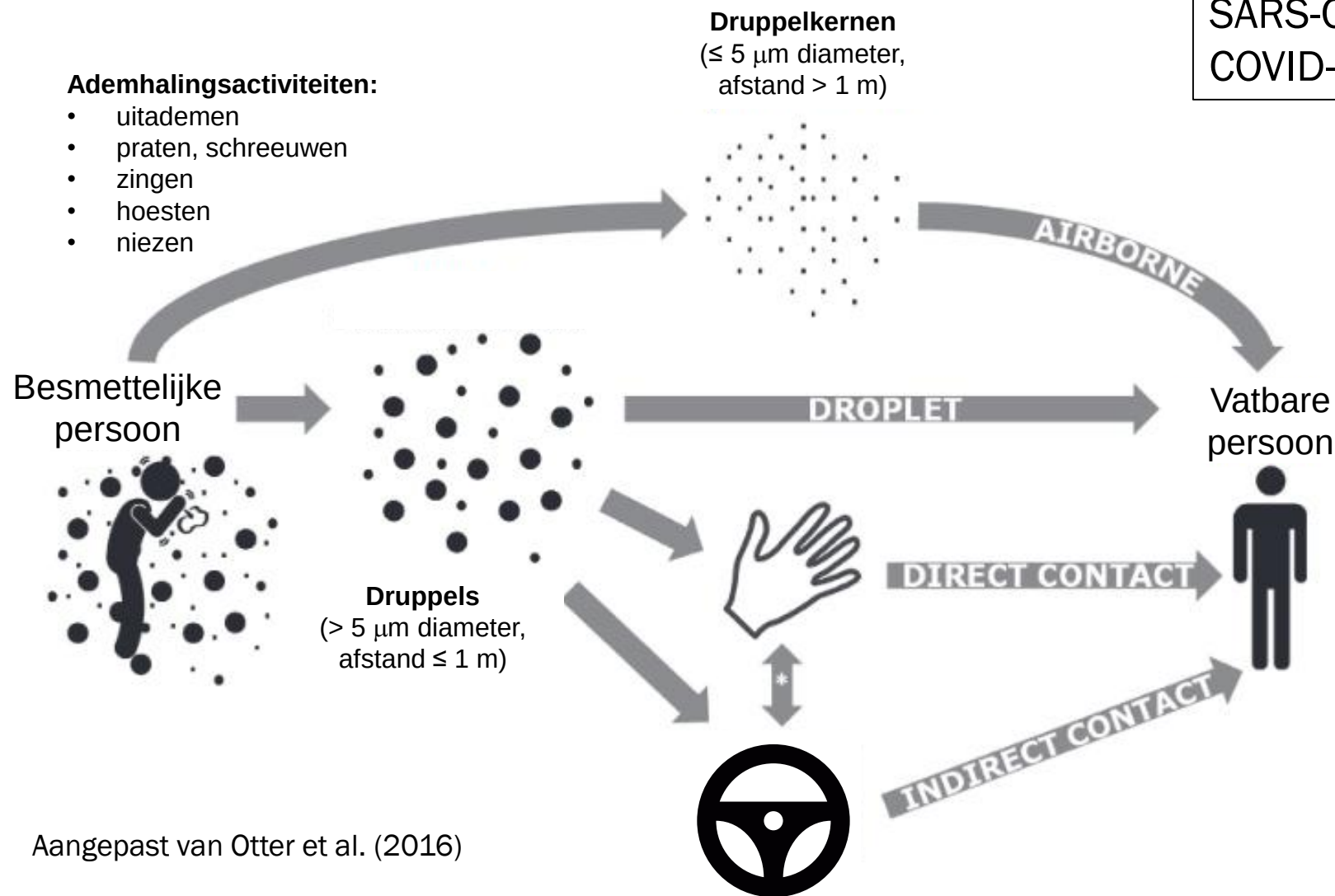
› ONDERZOEKSAANPAK

1. Kwalitatieve analyse van mogelijke overdrachtsroutes in het stads-/streekverkeer en het effect van schermen
 - Op grond van wetenschappelijke literatuur
2. Kwantitatieve metingen van aerosolverbreiding in een buurtbus en het effect van schermen

Zie het TNO rapport *TNO 2020 R11200* voor een volledige beschrijving van de onderzoeksplan en -resultaten

OVERDRACHTSROUTES SARS-COV-2

SARS-CoV-2: Virus
COVID-19: Ziekteverschijnselen



Aangepast van Otter et al. (2016)

Volgens de WHO (2020) is de belangrijkste overdrachtsroute voor SARS-CoV-2 die door druppels en direct contact op korte afstand ($\leq 1 \text{ m}$); indirect contact en overdracht via druppelkernen (aerosolen, airborne) worden mogelijk geacht, maar zijn niet duidelijk bewezen.

OVERDRACHTSRoutes IN STADS- EN STREEKVERVOER

Overdrachtsroute	Beschrijving	Wetenschappelijke evidentie	Voorbeelden in OV	Effect kuchscherm
Directe druppeloverdracht	Overdracht via ademhalingsdruppeltjes ($> 5 \mu\text{m}$)	Consensus, sterke evidentie voor SARS-CoV-2	Hoesten, niezen, praten, ademen (op korte afstand)	Minimaliseert kans op druppeloverdracht
Direct fysiek contact	Overdracht via hand/hand-contact	Consensus, maar beperkte wetenschappelijke evidentie	Handen schudden, contant betalen	Reduceert mogelijkheid voor fysiek contact
Indirecte overdracht	Overdracht via handcontact met oppervlak waarop virusdeeltjes zijn neergeslagen	Consensus, maar beperkte wetenschappelijke evidentie	Deuren, stangen, knoppen, betaalautomaat, kuchscherm, stuur, bedienelementen	Mogelijke toename van kans op indirecte overdracht; desinfectie noodzakelijk
Aerogene overdracht	Overdracht via aerosolen ($\leq 5 \mu\text{m}$) in de lucht	Aannemelijk, evidentie voor andere respiratoire virussen, maar geen consensus	Hoesten, niezen, praten, ademen, zingen (op grotere afstand door luchtstromen en/of slechte ventilatie)	Onduidelijk - Onderwerp van kwantitatieve studie (volgende slides)

› CONCLUSIES ANALYSE OP BASIS LITERATUUR

1. Als passagiers de bestuurder op < 1.5 m (richtlijn RIVM) kunnen naderen, is bescherming tegen overdracht via druppels die vrijkomen bij het ademen/spreken/hoesten/niezen en via direct contact (m.n. hand/hand-contact) nodig. Een kuchschermb van voldoende grote afmetingen minimaliseert de blootstelling aan grotere ($> 5 \mu\text{m}$) druppels en bemoeilijkt het directe fysieke contact.
2. Virusdeeltjes in grotere druppels kunnen neerslaan op oppervlakken en objecten (incl. kuchschermben) en nog enige tijd (uren tot dagen) actief blijven. Om de kans op indirecte overdracht te minimaliseren dienen schermen daarom regelmatig (minimaal bij wisseling van bestuurder) gedesinfecteerd worden.
3. Kleinere zwevende deeltjes ($\leq 5 \mu\text{m}$) die vrijkomen bij het ademen/spreken/niezen/hoesten vormen ook een mogelijke overdrachtsroute. Het effect van schermen op deze route moet nader onderzocht worden (zie volgende slides).

› ONDERZOEKSOPZET KWANTITATIEVE METINGEN

De verspreiding van kleine deeltjes ($\leq 5 \mu\text{m}$) vanuit het passagiersgedeelte naar de bestuurderspositie werd gemeten door gedurende 15 min dergelijke deeltjes te genereren vanaf een bepaalde passagiersstoel. Dit staat voor de verspreiding van dergelijke deeltjes door een besmettelijke persoon in de bus. Op de bestuurdersstoel en op 3 passagiersstoelen werd gemeten hoe het deeltjesniveau steeg tijdens deze 15 min, en hoe het daarna weer daalde als de deeltjesbron werd uitgeschakeld.

Dit werd gedaan onder verschillende condities, waardoor de effecten van de aanwezigheid van een kuchscherf, van het formaat van het scherm en van het in- of uitschakelen van de recirculatie konden worden gemeten.

Een belangrijke maat voor de vergelijking was het totale aantal deeltjes dat aankwam op de bestuurdersstoel (voor verschillende deeltjesgroottes).

BUURTBUS

MERCEDES-BENZ SPRINTER CDI 313



› ONDERZOEKSOPZET

- Deeltjesemissie ($\leq 5 \mu\text{m}$) in passagiersgedeelte met verwarmde lucht (ca. 33°C). Deeltjes werden gevormd door verneveling van olie.
- Metingen (1x/min) op bestuurdersstoel en 3 passagiersstoelen (deeltjes $\geq 0.3 \mu\text{m}$, $\geq 0.5 \mu\text{m}$, $\geq 1.0 \mu\text{m}$, $\geq 2.5 \mu\text{m}$)
- Passagiers gesimuleerd met verwarmde kartonnen dozen (met juiste hoogte, volume en temperatuur)

Verwarmde
passagiers-
dummy (80 W)

Luchtpomp
(10 liter/min)

Aerosolgenerator
(2 liter/min)

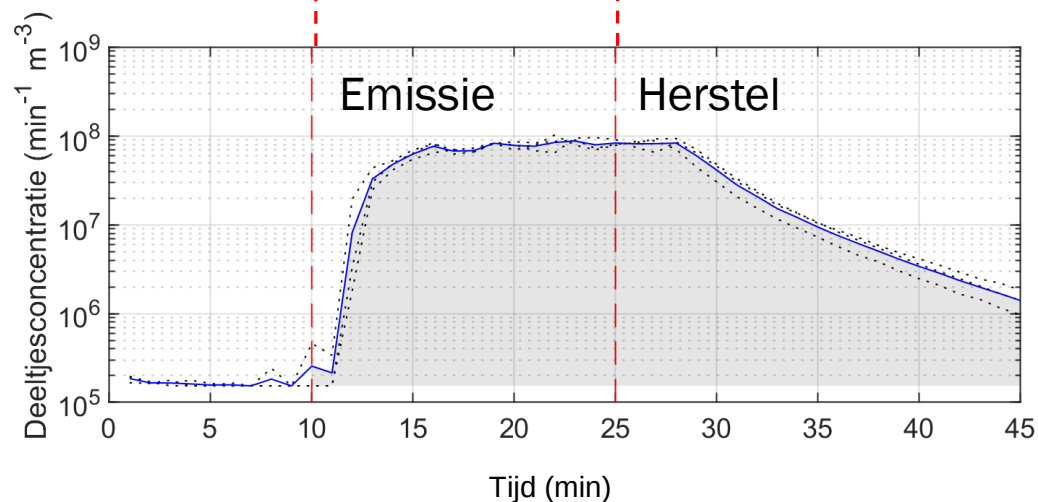


Zie TNO 2020 R11200, H. 3.1-2

MEETPROCEDURE

Tijd (min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Baseline												
Emissie												
Herstel												
Luchten												

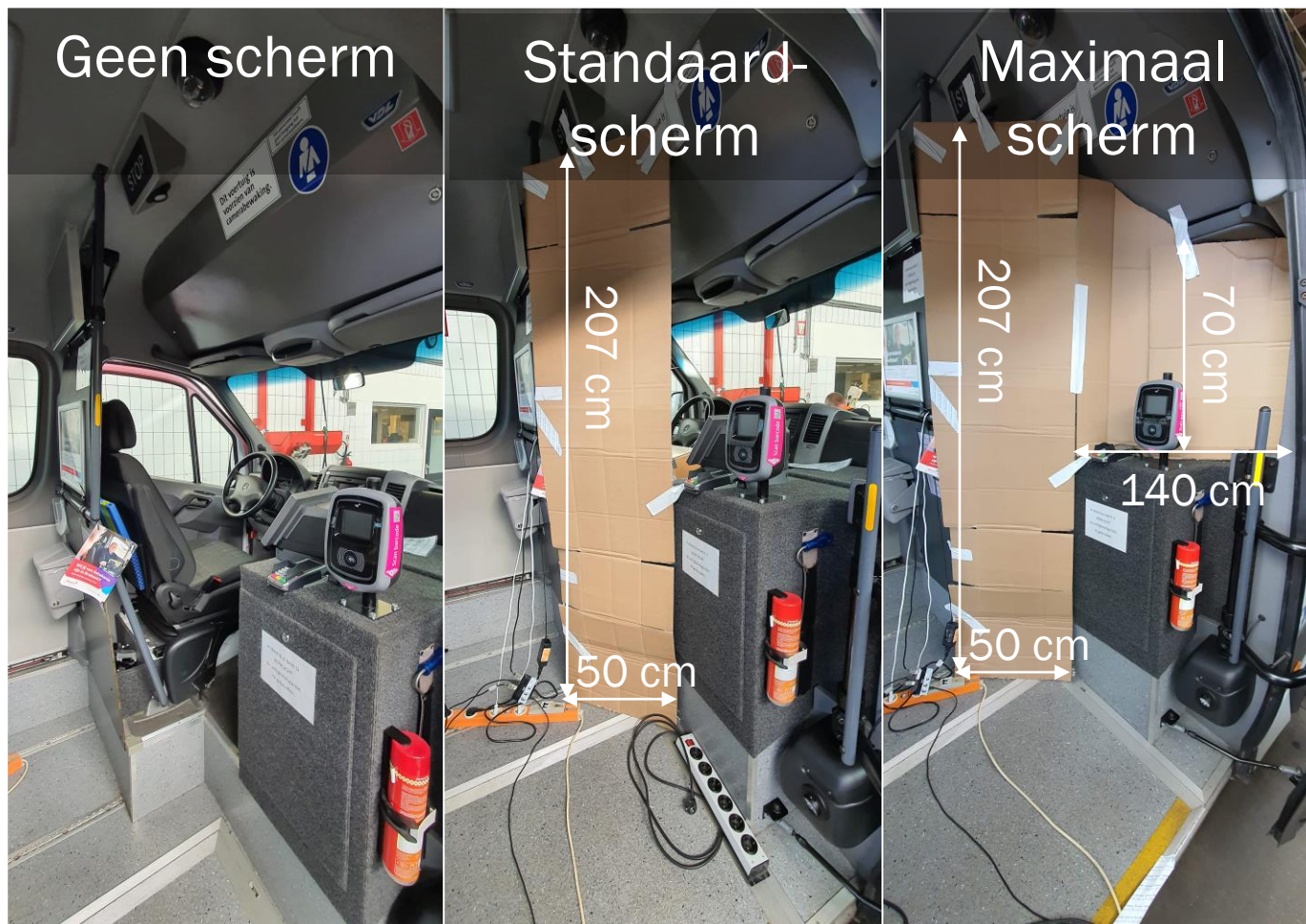
▲ ▲ ▲ ▲
Deur(en) open



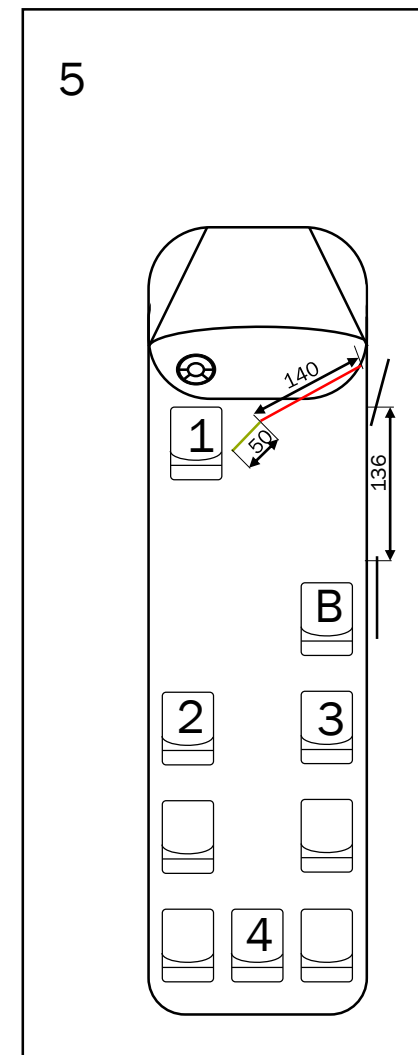
- 3 meetherhalingen
- gemiddeld deeltjesniveau
- totaal aantal deeltjes gemeten boven achtergrondniveau gedurende emissie/herstel

Tijdens de deeltjesemissie werd de voertuigdeur 4 maal geopend en na 30 s weer gesloten; een persoon stapte in, liep door de bus en stapte weer uit. Hiermee werd de situatie bij het halteren gesimuleerd.

BUURTBUS



B = emissiebron
1-5 = meetpunten



› BUURTBUS

Conditie	Scherm	Deuren open	Recirculatie aan	Testlocatie	Aantal metingen
1	Geen	Ja	Ja	Hal	3
2	Standaard	Ja	Ja	Hal	3
3	Standaard	Ja	Nee	Hal	3
4	Maximaal	Ja	Ja	Hal	3



Recirculatie-unit

Alle condities werden 3 maal gemeten; conclusies op grond van het gemiddelde daarvan.

In de resultaten worden telkens 2 condities met elkaar vergeleken.

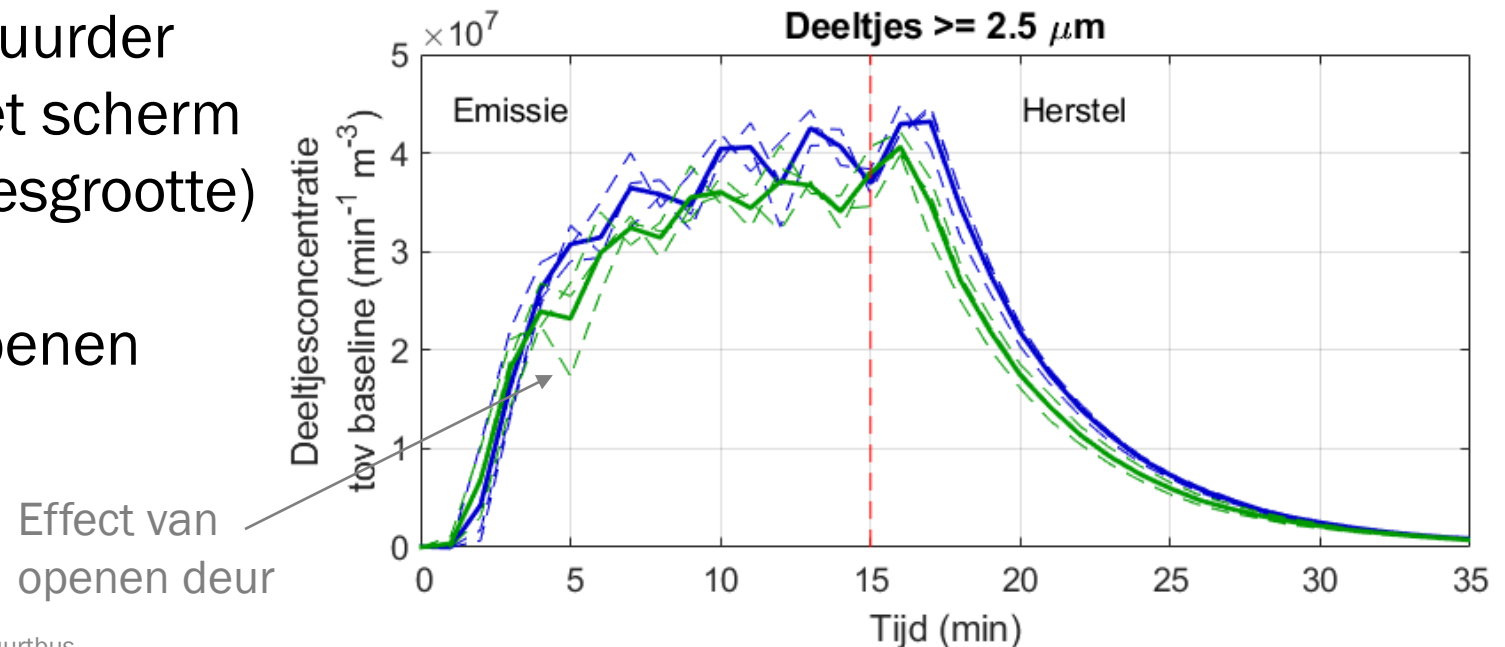
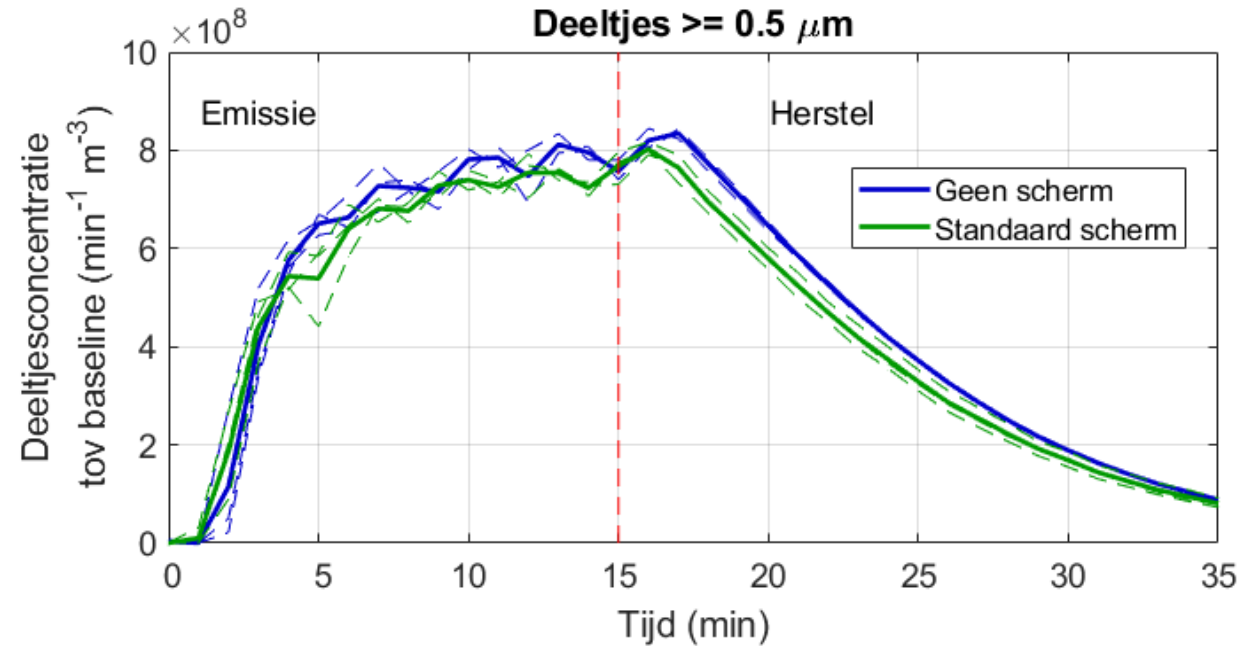
RESULTATEN

Effect scherm t.o.v. geen scherm:

- Emissiebron op 1^e zitrij
- Deur 4x open/dicht

Resultaten:

- 4 – 8% reductie in deeltjesniveau bij bestuurder gedurende emissie met scherm (afhankelijk van deeltjesgrootte)
- Tijdelijke reductie in deeltjesniveau door openen deur



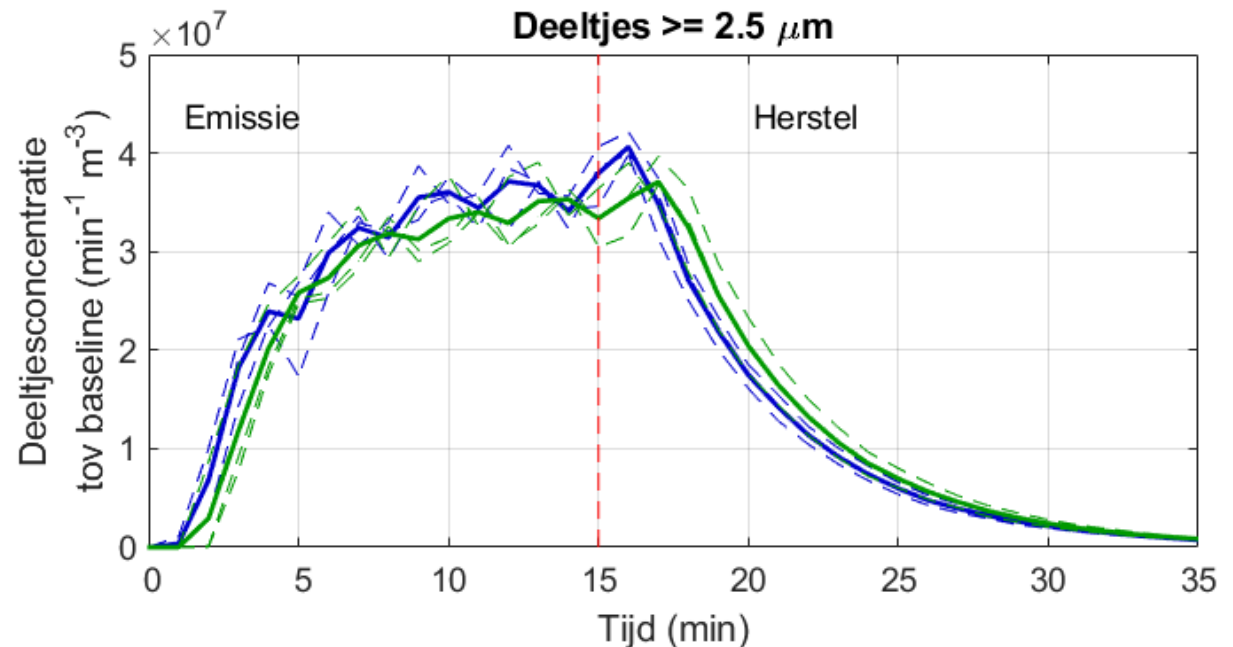
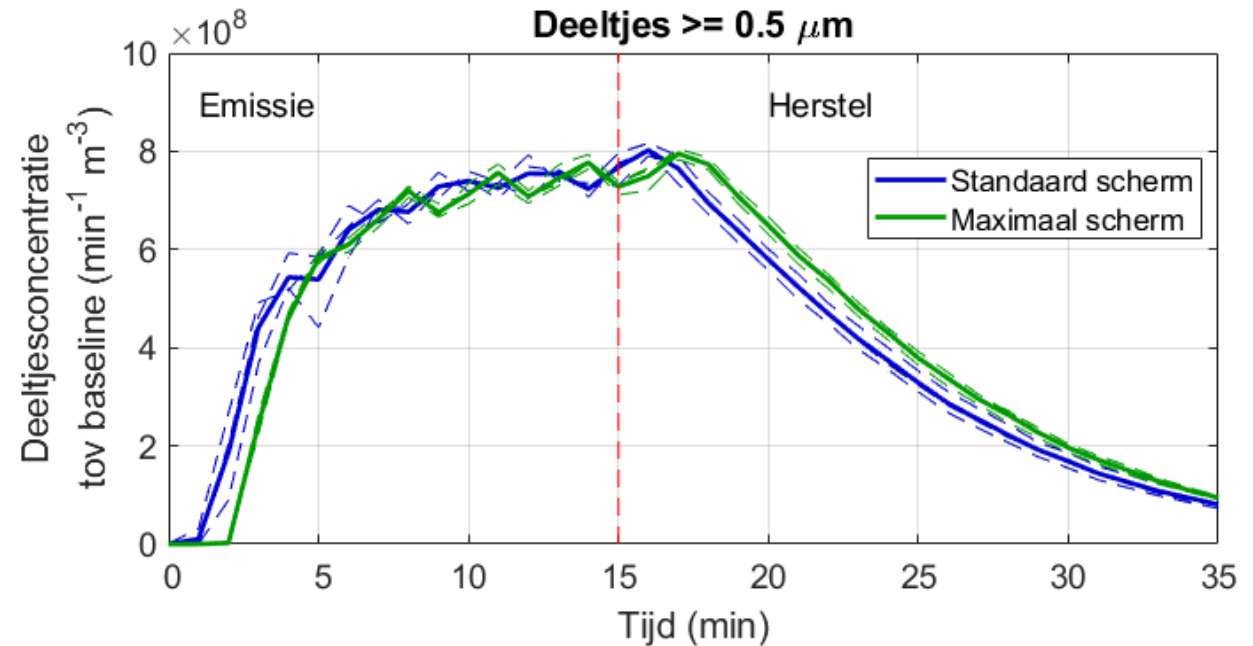
RESULTATEN

Effect schermgrootte:

- Emissiebron op 1^e zitrij
- Deur 4x open/dicht

Resultaten:

- 1 – 7% reductie in deeltjesniveau bij bestuurder gedurende emissie met maximaal scherm t.o.v. standaardscherm



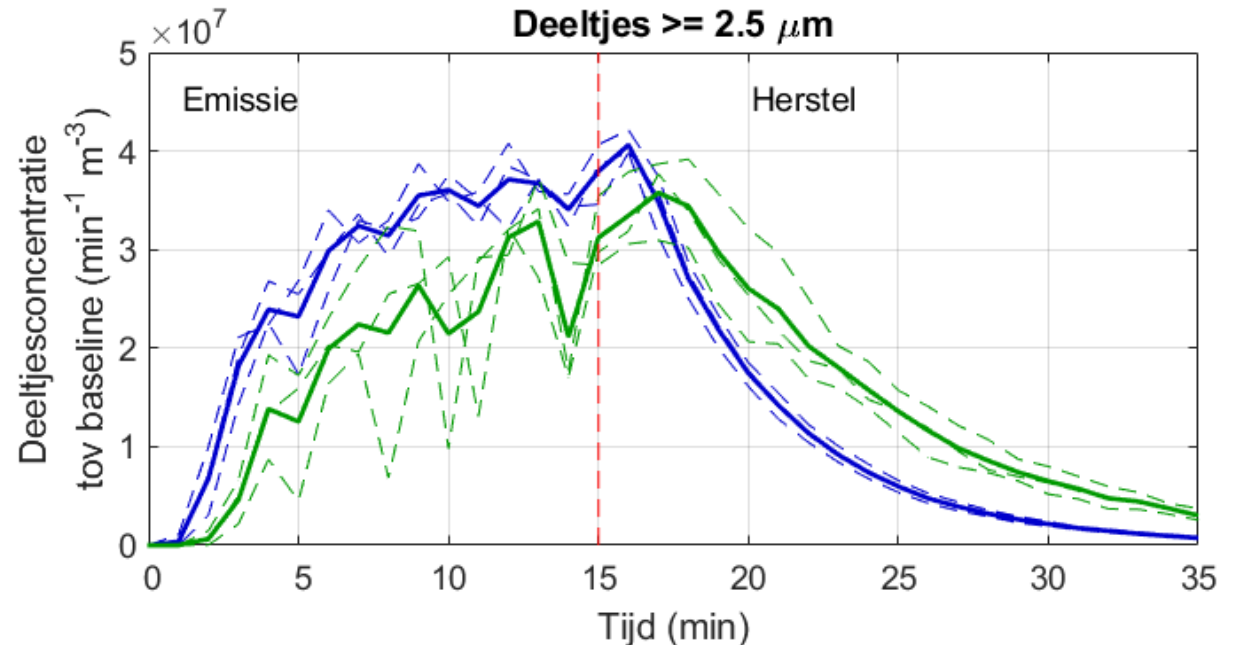
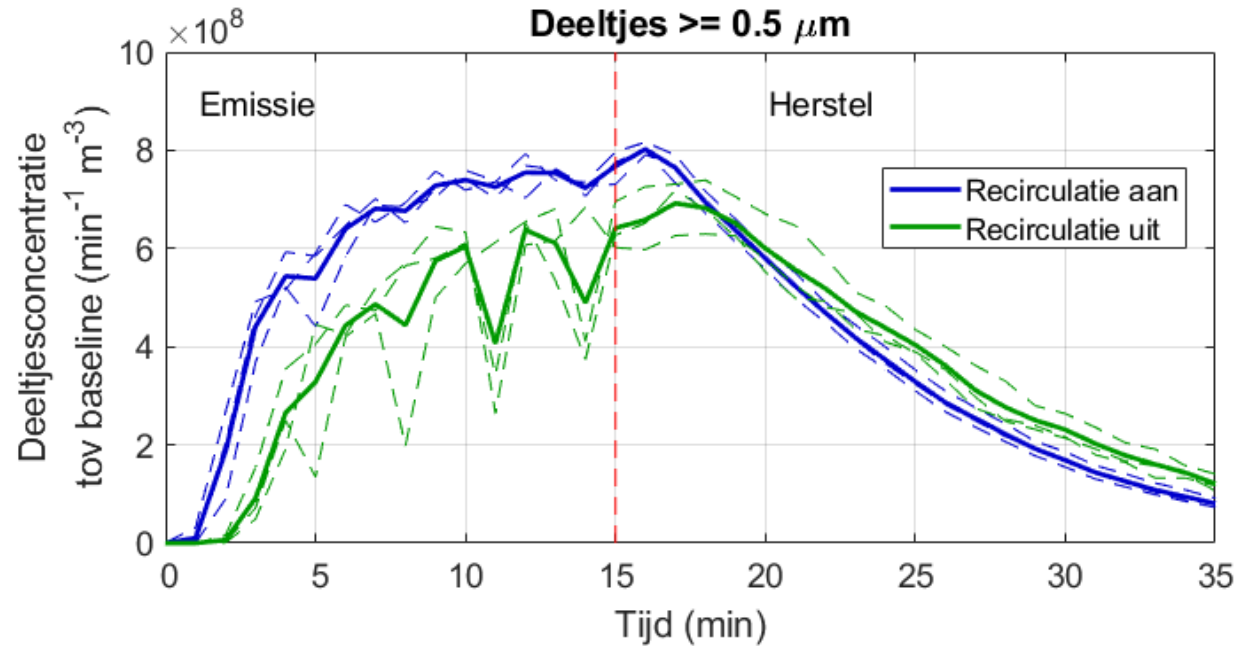
RESULTATEN

Effect recirculatie:

- Emissiebron op 1^e zitrij
- Deur 4x open/dicht

Resultaten:

- 26 – 36% reductie in deeltjesniveau bij bestuurder gedurende emissie met recirculatie uit
- 9 – 49% toename in deeltjesniveau in passagiersgedeelte met recirculatie uit



› SAMENVATTING RESULTATEN

1. Met scherm was het deeltjesniveau bij de bestuurder 4 – 8% lager dan zonder scherm
2. Toepassen van een maximaal groot scherm had nauwelijks verder effect op het deeltjesniveau bij de bestuurder (1 – 7%)
3. Uitschakelen van de recirculatie in het passagiersgedeelte zorgde voor een afname in het deeltjesniveau bij de bestuurder (26 – 36%), maar ook voor een toename in het passagiersgedeelte (9 – 49%)

› AANBEVELINGEN (1)

1. Het gebruik van kuchschermen minimaliseert directe druppeloverdracht tussen passagiers en bestuurder en reduceert (in combinatie met het openen van de voordeur) de hoeveelheid kleine deeltjes ($\leq 5 \mu\text{m}$) die vanuit het passagiersgedeelte bij de bestuurder komen. **Daarom is het gebruik van dergelijke schermen aan te raden als er geen 1.5 m afstand tussen bestuurder en passagiers gewaarborgd kan worden.** Wel dienen ze regelmatig gedesinfecteerd te worden, om indirecte overdracht van virusdeeltjes te voorkomen.
2. De onderzoeksresultaten geven geen aanleiding de schermen groter te maken dan de 'standaardschermen' beschreven in deze studie, daar dit niet of nauwelijks voor een verdere reductie in deeltjesniveaus bij de bestuurder zorgde.

› AANBEVELINGEN (2)

3. Het openen van de voertuigdeur zorgde voor een tijdelijke afname in deeltjesniveaus. Het is daarom aan te bevelen de deur regelmatig te openen (bijvoorbeeld bij elke halte).
4. In het algemeen geldt: hoe groter de toevoer van verse buitenlucht, hoe groter de reductie in aerosolniveaus. Daarom is het aan te bevelen zo veel mogelijk ventilatie met buitenlucht te gebruiken, alsmede deuren en ramen waar mogelijk te openen (mits daardoor niet een luchtstroom in de omgekeerde richting ontstaat).
5. Uitschakelen van de recirculatie zorgde voor lagere deeltjesniveaus bij de bestuurder, maar hogere niveaus bij de passagiers. De aanbeveling is het mogelijke gebruik van HEPA filters te onderzoeken.

› **BEDANKT VOOR
UW AANDACHT**

TNO innovation
for life



› LITERATUURREFERENTIES

Otter, J. A., Donskey, C., Yezli, S., Douthwaite, S., Goldenberg, S. D., & Weber, D. J. (2016). Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: The possible role of dry surface contamination. *Journal of Hospital Infection*, 92(3), 235–250.

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2015.08.027>

TNO 2020 R11200: Souman, J. L. (2020). *De effectiviteit van schermen in het stads- en streekvervoer*. TNO IVS.

WHO (2020, July 9). *Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific brief*. <https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>

(Voor een uitgebreide literatuurlijst, zie [TNO 2020 R11200, H. 6](#))

› BUURTBUS

Verhouding deeltjesniveaus t.o.v.
achtergrondniveau tijdens emissieperiode
(conditie B t.o.v. A):

Conditie A	Conditie B	Meetpunt	≥ 0.3 µm	≥ 0.5 µm	≥ 1.0 µm	≥ 2.5 µm
Zonder scherm	Standaard- scherm	1	0.93	0.96	0.93	0.92
		2	0.96	1.01	1.01	0.98
		3	0.98	1.16	1.04	1.04
		4	0.90	0.94	0.98	0.97
Standaard- scherm	Maximaal scherm	1	0.99	0.96	0.93	0.94
		2	1.10	1.13	1.10	1.12
		3	1.09	1.13	1.15	1.11
		4	1.18	1.22	1.20	1.24
Met recirculatie	Zonder recirculatie	1	0.74	0.69	0.64	0.69
		2	1.11	1.20	1.33	1.43
		3	1.09	1.18	1.34	1.47
		4	1.16	1.23	1.30	1.49

Verhouding ventilatievouden tijdens
herstelperiode (conditie B t.o.v. A):

Conditie A	Conditie B	Meetpunt	≥ 0.3 µm	≥ 0.5 µm	≥ 1.0 µm	≥ 2.5 µm
Zonder scherm	Standaard- scherm	1	0.94	1.00	0.97	0.96
		2	0.90	0.97	0.97	0.97
		3	0.87	1.03	0.97	0.97
		4	0.89	0.96	0.97	0.97
Standaard- scherm	Maximaal scherm	1	0.95	0.98	1.01	1.01
		2	0.96	0.99	1.00	1.00
		3	0.94	0.97	1.00	1.00
		4	0.98	0.99	1.00	0.99
Met recirculatie	Zonder recirculatie	1	0.77	0.80	0.79	0.68
		2	0.75	0.79	0.80	0.75
		3	0.73	0.79	0.78	0.68
		4	0.74	0.78	0.78	0.69