

Impact van preventieve maatregelen op de overdracht van SARS-CoV-2 in het voortgezet onderwijs; een model-studie

10 juni 2021

Drs. Thi Mui Pham – Dr. Ganna Rozhnova - Drs. Ilse Westerhof
Dr. Mirjam Kretzschmar – Dr. Martin Bootsma – Dr. Patricia Bruijning-Verhagen
UMCU UTRECHT, Heidelberglaan 100 Utrecht

Inhoud

Samenvatting	2
Introductie	3
Doelstelling	3
Methoden	3
School karakteristieken.....	4
Contact netwerk	4
Introducties vanuit de samenleving	4
Kenmerken van de infectie en overdracht.....	5
Immuniteit tegen SARS-CoV-2	5
Inzet SARS-CoV-2 testen.....	5
Scenario's	6
Extrapolatie model resultaten naar landelijke aantallen.....	7
Resultaten	8
50% deelname preventief testen	8
30% deelname preventief testen	11
75% deelname preventief testen	13
Extrapolatie van de model-resultaten naar landelijke aantallen	16
Discussie	17
Conclusie	18
Bronnen	19
Bijlagen	20

Samenvatting

Inleiding Het UMC Utrecht heeft in opdracht van het ministerie van OCW-onderzoek gedaan naar het verwachte effect van het volledig openen van het voortgezet onderwijs op het aantal besmettingen bij leerlingen en leerkrachten en de relatieve impact van preventief testen en vaccinatie van volwassenen hierop.

Methode Wij ontwikkelden een wiskundig model om SARS-CoV-2-transmissie in een middelbare school te simuleren en zo het aantal school-gerelateerde besmettingen te schatten. Voor de ontwikkeling van het model werd gebruik gemaakt van gegevens die werden verzameld tijdens de pilot met risicogericht testen die dit voorjaar in 45 scholen van het voortgezet onderwijs heeft plaatsgevonden. Er werden verschillende scenario's voor volledige heropening met elkaar vergeleken. In alle scenario's werd uitgegaan van basismaatregelen bestaande uit isolatie van symptomatische gevallen en quarantaine van hun nauwe contacten. Als uitgangssituatie in de incidentie van SARS-CoV-2 infecties in de maand Maart 2021 gebruikt. In het basisscenario is gerekend met een school met halve bezetting met risicogericht testen, zoals dit t/m April 2021 gold. Op basis van de pilot data werd gerekend met een deelname aan risicogericht testen van 50% in dit basisscenario. De vergelijkende scenario's betroffen volledige bezetting met enkel basis maatregelen, volledige bezetting met 2x per week preventief (pre-emptive screening) testen, volledige bezetting met vaccinatie van leerkrachten, en een combinatie van testen en vaccinatie. Voor ieder scenario werd het aantal school-gerelateerde infecties over de periode van 1 maand geschat aan de hand van 100 simulaties. Voorts is op basis van deze schattingen en extrapolatie gemaakt naar de aantallen te verwachten school-gerelateerde infecties op nationaal niveau.

Resultaten Volledige bezetting leidt in alle scenario's tot een toename van school-gerelateerde infecties onder leerlingen. Voor leerkrachten is een gemiddelde toename te voorkomen bij vaccinatie van leerkrachten of bij tweemaal per week preventief testen van leerlingen en leerkrachten met ten minste 50% testdeelname. Ten opzichte van het basisscenario leidt een volledige bezetting met enkel basis maatregelen tot een toename in school-gerelateerde infecties van gemiddeld 47.500 in de eerste maand (44.000 bij leerlingen, 3.500 bij leraren), uitgaande van de incidentie in Maart 2021. Tweemaal per week preventief testen van leerlingen en leerkrachten vermindert het aantal infecties met gemiddeld 57% (vergeleken met volledige bezetting) bij 50% testdeelname.

Conclusies Op basis van berekeningen zal naar verwachting de volledige heropening van het voortgezet onderwijs leiden tot extra schoolgerelateerde besmettingen onder leerlingen. Tweemaal per week screenen is een effectieve strategie om het aantal besmettingen te verlagen onder zowel leerlingen als leerkrachten. Een stijging in aantal infecties onder leerkrachten kan vermoedelijk worden voorkomen bij 50% deelname aan preventief testen. Bij lagere deelname kan met (vervroegde) vaccinatie van leerkrachten hetzelfde bereikt worden.

Introductie

De uitgangssituatie bij dit onderzoek is dat scholen in het voortgezet onderwijs open zijn met halve bezetting en een beleid van risicogericht zelftesten, zoals dit gold in de maanden April en Mei 2021. Het UMC Utrecht heeft in opdracht van het ministerie van OCW-onderzoek gedaan naar het verwachte effect van het verder openen van het voortgezet onderwijs op het aantal besmettingen bij leerlingen en leerkrachten en de relatieve impact van preventief testen en vaccinatie van leerkrachten.

Doelstelling

Met behulp van wiskundige modelering is onderzocht wat het effect is op aantal school-gerelateerde besmettingen van verschillende strategieën van testen (leerkrachten en leerlingen) en vaccinatie (van leerkrachten) bij halve en bij volledige bezetting in school. Het model dat hierbij gebruikt is beschrijft een 'gemiddelde' school in het VO.

Methoden

Voor het modelmatig onderzoek is er gebruik gemaakt van gegevens die zijn verzameld tijdens de pilot met risicogericht antigeen sneltesten in het voortgezet onderwijs. In totaal hebben 45 scholen aan deze pilot meegedaan in de periode februari-april 2021. Tijdens de pilot zijn gegevens verzameld over besmettingen in scholen, de uitvoering van het risico-gericht testen en de resultaten hiervan. Daarnaast zijn leerlingen en leerkrachten die voor een testronde werden uitgenodigd bevroegd over de contacten die zij zoal hebben met (mede)leerlingen en leerkrachten binnen en buiten de school. Deze informatie is gebruikt om een contactennetwerk van de school te maken. Zo'n contactennetwerk is van belang om verspreiding van corona infecties binnen de school nauwkeurig te kunnen inschatten.

In dit rapport worden de volgende definities gebruikt:

- Basis maatregelen: isolatie van symptomatische gevallen van SARS-CoV-2 besmetting en quarantaine van hun nauwe contacten.
- Contacten: leerlingen/leerkrachten die onderling een face-to-face gesprek voerden of elkaar aanraakten.
- Halve bezetting: leerlingen gaan minimaal 1 dag per week naar school. In de praktijk was dit gemiddeld 2,5 dag in maart en april 2021.
- Volledige bezetting: leerlingen gaan elke lesdag naar school

School karakteristieken

Het model is gebaseerd om een gemiddelde middelbare school, bestaande uit 944 leerlingen en 72 leerkrachten, verdeeld over verschillende leerjaren zodat een goed gemiddelde van het onderwijs is meegenomen in het onderzoek (Tabel 1; bron: pilot data).

Tabel 1 Samenstelling gemiddelde school.

	No.
Aantal leerlingen	944
Aantal leerkrachten	72
Aantal leerjaren	6
Aantal klassen per leerjaar	7, 6, 8, 7, 5, 3
Aantal leerlingen per klas per leerjaar	23, 29, 23, 29, 30, 23

Contact netwerk

De mate van onderlinge besmetting hangt oa. af van de contacten tussen leerlingen en leerkrachten. Deze contacten worden in de model-school verwerkt middels een 'contact-netwerk', gebaseerd op gegevens die tijdens de pilot zijn verzameld van leerlingen en leerkrachten aan de hand van vragenlijsten (face-to-face gesprekken en/of personen aangeraakt). Voor leerlingen is er onderscheid gemaakt in contacten binnen en buiten de klas en binnen en buiten het eigen leerjaar. Leerlingen hebben de meeste contacten met klasgenoten en leerlingen uit hetzelfde leerjaar (tabel 2).

Tabel 2 Contactmatrix leerlingen. Contact (face-to-face gesprek en/of aangeraakt) met andere leerlingen.

Leerjaar	1	2	3	4	5	6	Contacten in dezelfde klas
1	3	0	0	0	0	0	6
2	2	5	1	0	0	0	5
3	1	1	5	0	0	0	6
4	1	1	2	7	1	1	8
5	0	0	0	1	7	1	8
6	0	0	0	1	2	7	11

Voor leraren is er onderscheid gemaakt in contacten met leerlingen en met anderen leraren. Leraren hebben gemiddeld contact met zes andere leraren tijdens de schooluren. Voor contacten tussen leerkrachten en leerlingen is uitgegaan van gemiddeld twee à drie verschillende klassen per dag die zij lesgeven (deze schatting houdt rekening met part-time werkende leerkrachten). Gemiddeld hebben leerkrachten per dag met acht van deze leerlingen een contact bij volledige bezetting en met zes leerlingen bij halve bezetting. Het gaat dan om leerlingen met wie zij bijvoorbeeld een 1-op-1 interactie hebben. Leerlingen hebben gemiddeld vijf verschillende leerkrachten van wie zij les krijgen per dag. Aangezien de contacten tussen leraar en leerling doorgaans minder intensief zijn dan contacten tussen leerlingen, is gerekend met een kleinere overdachtskans bij leerkracht-leerling contacten in vergelijking met contacten tussen leerlingen of contacten tussen leerkrachten.

Tevens is rekening gehouden met contacten die leerlingen en leerkrachten buiten schooltijd hebben met personen van dezelfde school. Leerlingen ontmoeten gemiddeld twee andere leerlingen buiten school. Leraren ontmoeten doorgaans geen andere leraren buiten school.

Introducties vanuit de samenleving

Voorts hangt het aantal besmetting in school af van het aantal introducties van SARS-CoV2 vanuit de samenleving. Voor de berekeningen op de modelschool is uitgegaan van het niveau van

besmettingen in de samenleving van maart 2021. Er wordt aangenomen dat leerkrachten en leerlingen eenzelfde kans hebben om met een besmet persoon buiten school in contact te komen. Voor leerlingen wordt o.b.v. literatuurgegevens aangenomen dat zij iet minder vatbaar zijn voor het virus in vergelijking met volwassenen.

Kenmerken van de infectie en overdracht

De overdrachtskans van een SARS-CoV2 infectie wordt tevens bepaald door de mate van ziek-zijn, de tijd verstreken sinds moment van besmetting en sinds ontstaan symptomen, de leeftijd van personen en maatregelen die worden getroffen om besmetting tegen te gaan (zoals isolatie en quarantaine, mondklappers, afstand houden etc.)

Bij het modelmatig modelleren is voor deze factoren gebruik gemaakt van schattingen die gebaseerd zijn op de pilot en literatuur. Bijlage A2 geeft een overzicht van de belangrijkste waarden die zijn gebruikt in het model. Er wordt voor sommige factoren gerekend met marges vanwege onzekerheid, of variabiliteit in de exacte waarde.

Het reproductiegetal 1.05 dat gebruikt is in de modelering is gebaseerd op de situatie in maart 2021. We modelleren een in de tijd variërende besmettelijkheid met een piek op ongeveer 3,75 dagen na het tijdstip van infectie¹. Aangenomen wordt dat geïnfecteerde individuen met symptomen zeven dagen na het begin van de symptomen niet meer besmettelijk zijn. Voor geïnfecteerde personen zonder symptomen (asymptomatisch) wordt hiervoor aangehouden zeven dagen na moment van besmetting. Op basis van schattingen van de vatbaarheid en besmettelijkheid van kinderen van 11-17 jaar, gerapporteerd in Davies et al², is gerekend met een verminderde vatbaarheid en besmettelijkheid van de leerlingen ten opzichte van de leraren.

Geïnfecteerde personen kunnen asymptomatisch of symptomatisch zijn. Aangenomen wordt dat het aandeel asymptomatische infecties hoger is onder leerlingen dan onder leerkrachten. Omdat hierover wel enige onzekerheid bestaat, hebben we de kans op het ontwikkelen van een asymptomatische infectie geschat op 17-25% en 15-60% voor respectievelijk leerkrachten en leerlingen. Deze waarden zijn gebaseerd op gegevens die zijn gerapporteerd in de pilotstudie en komen overeen met waarden die in de literatuur worden gevonden³. Van asymptomatisch geïnfecteerde personen wordt aangenomen dat zij minder besmettelijk zijn dan symptomatisch geïnfecteerde personen. Hoewel er nog steeds onzekerheid bestaat over de besmettelijkheid van asymptomatische infecties ten opzichte van symptomatische infecties, veronderstellen we, gebaseerd op literatuur, 30-70% relatieve besmettelijkheid van asymptomatische infecties³.

Immuniteit tegen SARS-CoV-2

Op basis van seroprevalentie wordt geschat dat ca. 25% van leerlingen en leerkrachten reeds een coronavirusinfectie heeft doorgemaakt en dat zij immuun zijn. Er wordt in het basisscenario nog geen rekening gehouden met het feit dat een deel van de leerkrachten inmiddels een eerste of volledige vaccinatie heeft gehad. In de scenario's met vaccinatie, wordt gerekend met een vaccinatiegraad van 85% onder leerkrachten bij het begin van de periode.

Inzet SARS-CoV-2 testen

Er wordt in de berekeningen rekening gehouden met de gevoeligheid van de sneltesten en de onderlinge relatie tussen gevoeligheid van de test en besmettelijkheid van de geïnfecteerde persoon. De testgevoeligheid is hoger ten tijde van hogere besmettelijkheid. Op basis van resultaten

gerapporteerd in Smith et al⁴ werd een in de tijd variërende testgevoeligheid voor de PCR-test en antigeentest bepaald. Om rekening te houden met een eventuele verminderde testgevoeligheid vanwege het feit dat er wordt gewerkt met zelf-bemonstering hebben we de gevoeligheidscurve van de antigeentest met 10% verlaagd.







Scenario's

In het modelmatig onderzoek zijn verschillende mogelijke scenario's onderzocht. De vergelijkende scenario's betroffen volledige bezetting met enkel basis maatregelen, volledige bezetting met 2x per week preventief (pre-emptive screening) testen, volledige bezetting met vaccinatie van leerkrachten, en een combinatie van testen en vaccinatie.

De onderzochte scenario's zijn weergegeven in Tabel 3. In het basisscenario is gerekend met de situatie zoals deze in april/mei 2021 van kracht was op scholen in het voortgezet onderwijs: halve bezetting en toepassing van risico-gericht inzetten van antigeen sneltesten voor blootgestelde leerlingen en leerkrachten. In alle scenario's blijven de basismaatregelen t.a.v. quarantaine en isolatie van kracht. Voor het scenario met preventief testen d.m.v. antigeentesten is aangenomen dat tweemaal per week wordt getest, op maandag en woensdag. In onze hoofdanalyse gingen we uit van 50% deelname aan preventief testen. Dit getal is gebaseerd op resultaten uit de pilot. Om het effect van preventief testen op de resultaten te beoordelen, hebben we ook een analyse gedaan waarbij is aangenomen dat deelname aan preventief testen respectievelijk 30% en 75% zou zijn.

Bij scenario's met halve bezetting is aangenomen dat de leerlingen van één klas in twee groepen worden verdeeld en ze op wisselende dagen naar school gaan. De eerste groep gaat in de ene week op maandag, woensdag en vrijdag naar school, gevolgd door dinsdag en donderdag de week erop. Voor de tweede groep zijn de schoolbezoekdagen omgekeerd ten opzichte van de eerste groep. In het basisscenario wordt gerekend met 50% deelname aan risicogericht testen (conform pilot). Van personen die positief worden getest wordt aangenomen dat ze gedurende 7 dagen in isolatie gaan.

Tabel 3 Overzicht onderzochte scenario's

Scenario	Bezettingsgraad in school	Quarantaine en isolatie van symptomatische personen	Risicogericht testen [†]	2x per week preventief testen	Vaccinatie leerkrachten
Risicogericht testen (basisscenario)		✓	✓	X	X
Halve bezetting		✓	X	X	X
Volledige bezetting		✓	X	X	X
Vaccineren van leerkrachten		✓	X	X	✓
2x per week antigeen sneltesten		✓	X	Maandag, Woensdag	X
Vaccineren & 2x per week sneltesten		✓	X	Maandag, Woensdag	✓

[†] testen van klasgenoten, leerkrachten en overige niet nauwe contacten van een besmet persoon in school.

Extrapolatie model resultaten naar landelijke aantallen

Om een grove schatting te geven van het effect op landelijk niveau, zijn de resultaten van de simulaties voor de modelschool vermenigvuldigd met 1000, hetgeen neerkomt om een populatie van ca. 1 miljoen leerlingen en leerkrachten.

Resultaten

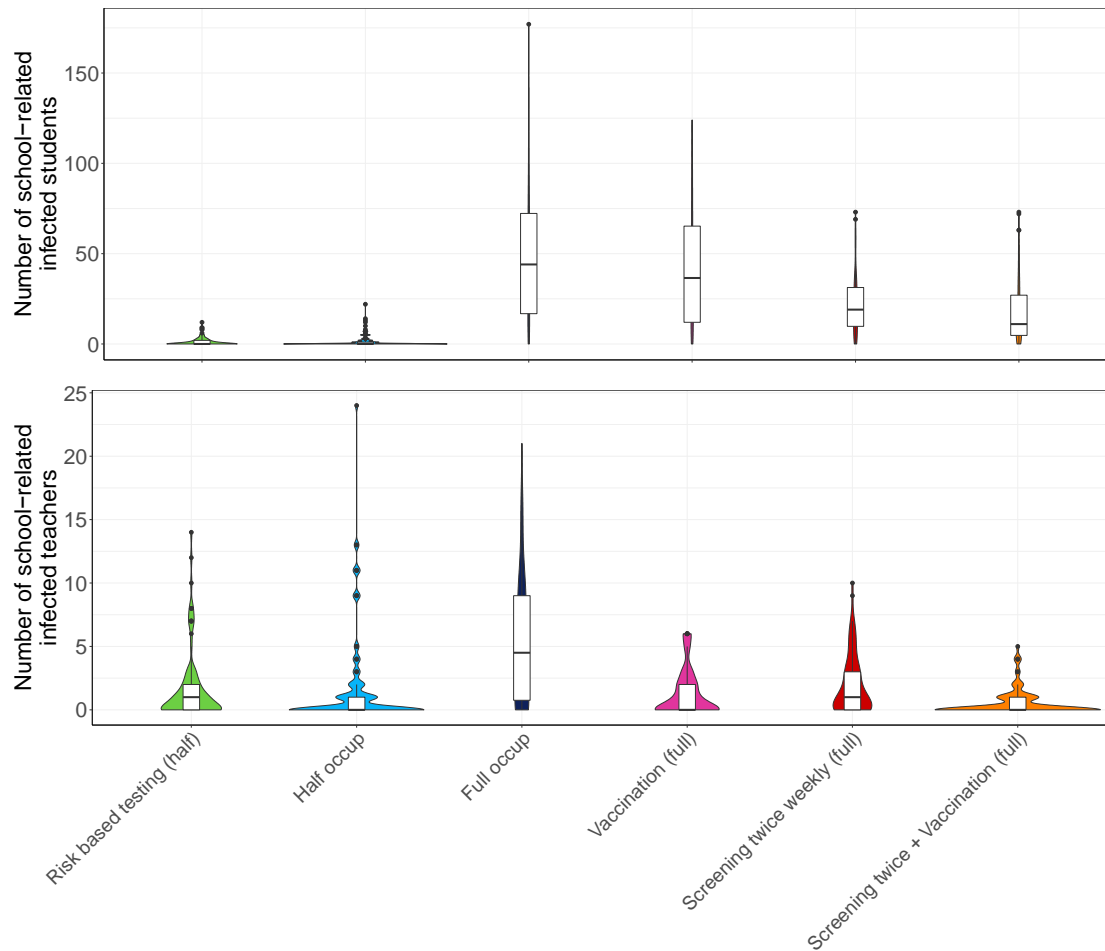
Hierna volgen de resultaten voor de verschillende scenario's waarbij elke keer het berekende aantal nieuwe school-gerelateerde infecties dat over de periode van 1 maand optreedt wordt weergegeven. Dit zijn infecties die tot stand komen door besmettingen tussen personen van één school. Eventuele extra besmettingen onder leerlingen of leerkrachten die buiten de school zijn opgelopen in dezelfde periode worden hierin niet weergegeven. De berekende aantallen school-gerelateerde infecties zijn samengevat voor steeds 100 simulaties per scenario. Het betreft de geschatte aantallen over de periode van 1 maand voor de modelschool. Schattingen voor leerlingen en leerkrachten zijn apart weergegeven. Vergelijkende resultaten worden getoond voor 3 mogelijke deelname percentages aan preventief testen:

- 50% deelname 2x per week screening.
- 30% deelname 2x per week screening.
- 75% deelname 2x per week screening.

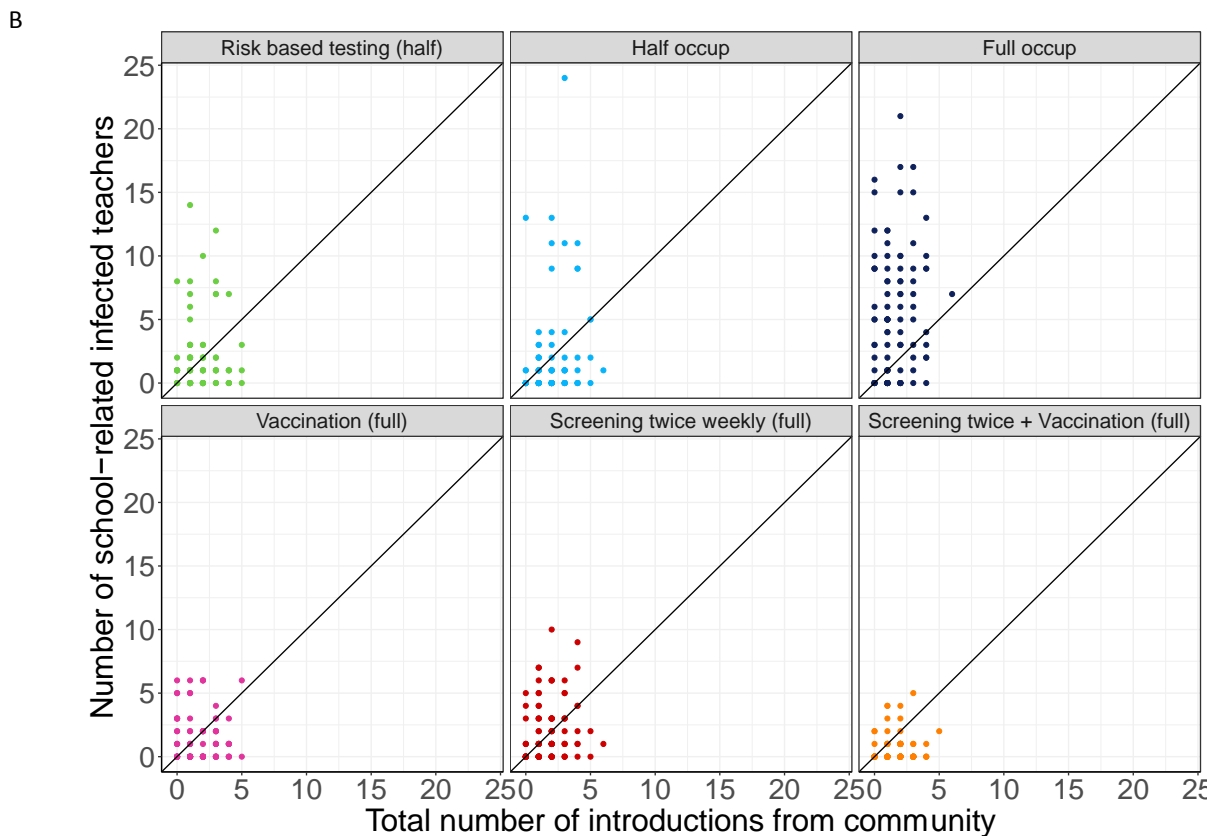
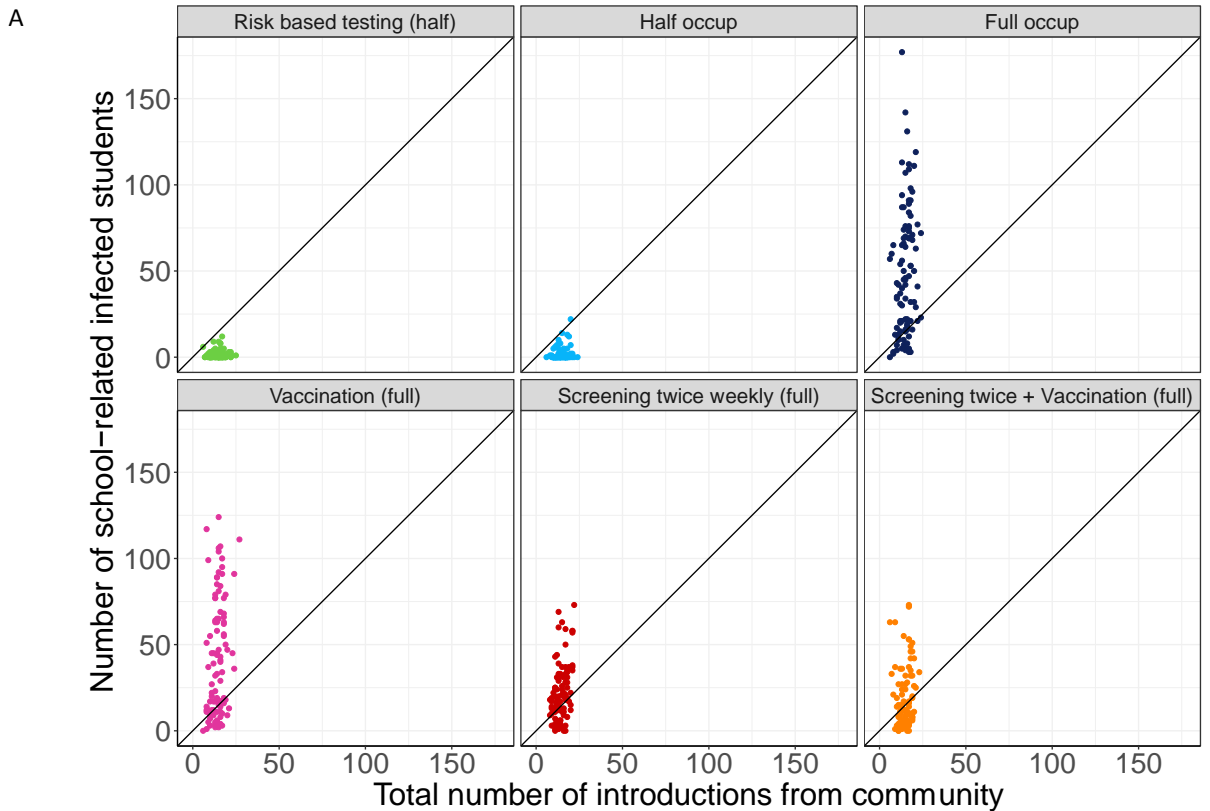
50% deelname preventief testen

Figuur 1 geeft de schattingen voor leerlingen en leerkrachten bij 50% deelname aan preventief testen. Het model voorspelt bij overgang van het basisscenario naar volledige bezetting een gemiddelde stijging van het aantal infecties van 1.4 naar 49.1 onder leerlingen en van 1.7 naar 5.1 onder leerkrachten per school per maand. Deze stijging wordt gereduceerd door inzet van preventief testen en/of vaccinatie. Bij 50% deelname aan preventief testen (2x per week) is het effect van deze strategie het grootst bij leerlingen. Voor leerkrachten is dit scenario vergelijkbaar met het effect van vaccinatie. In beide scenario's is er niet of nauwelijks sprake van een stijging in infecties onder leerkrachten. Een gecombineerd scenario van screening en vaccinatie heeft het grootste effect op zowel leerlingen als leerkrachten.

Figuur 2 geeft weer hoe het aantal infecties dat in school wordt gegenereerd zich verhoudt tot het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd, onder de verschillende scenario's. Dit is een indicatie of scholen, gegeven een bepaalde incidentie in de samenleving, kunnen worden gezien als versterkers van het besmettingsniveau in de samenleving, aangezien school-gerelateerde infecties kunnen resulteren in verdere overdracht in de samenleving (met name naar huisgenoten). Bij volledige bezetting toont een ruime meerderheid van de simulaties (77%) dat scholen een versterkend effect hebben. Wanneer preventief testen (50% deelname) wordt ingezet daalt het aantal simulaties waarbij dit het geval is naar 66%. Voor vaccinatie is dit percentage 73% en voor de combinatie preventief testen en vaccinatie 40%.



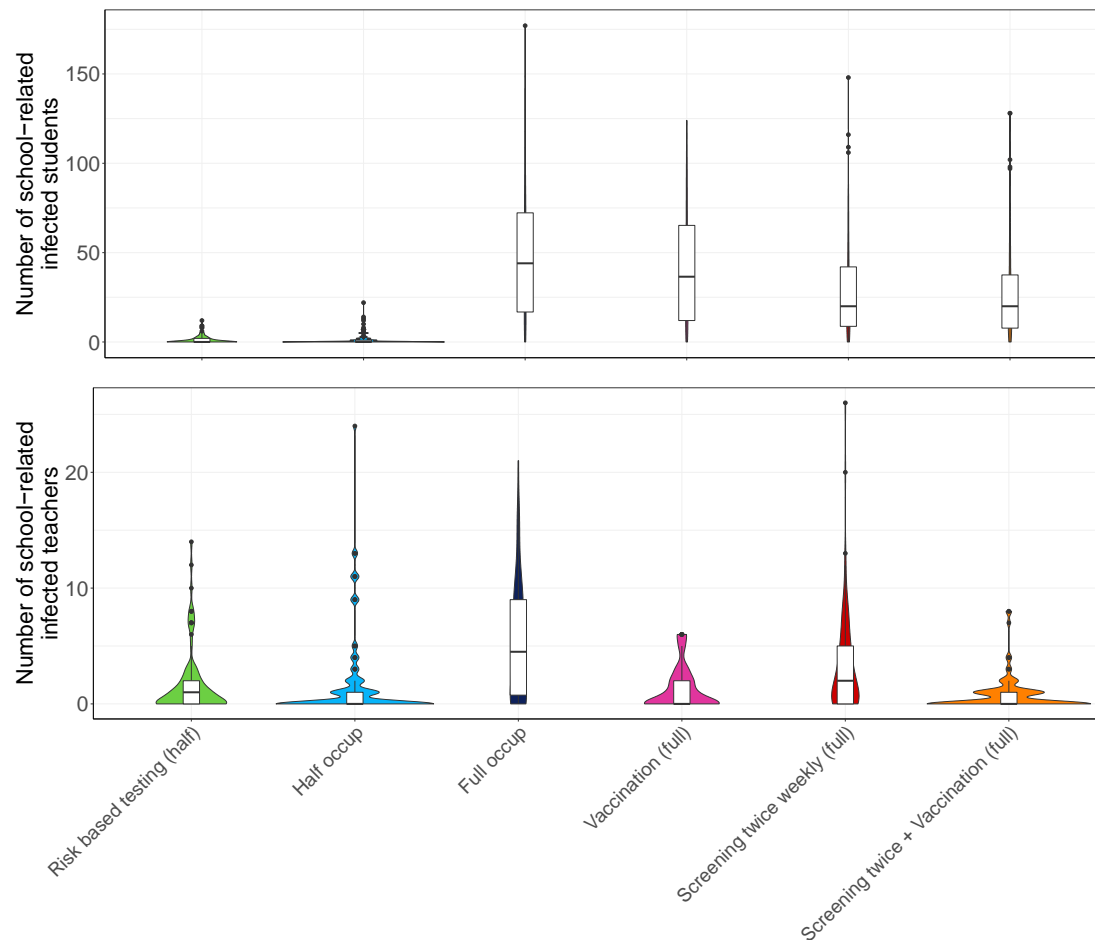
Figuur 1 Schattingen voor leerlingen en leerkrachten bij 50% deelname aan preventief testen. Van links zijn rechts zijn achtereenvolgens de resultaten gevisualiseerd van; het basisscenario met halve bezetting en risico-gericht testen (huidige situatie); halve bezetting zonder risicogericht testen; volledige bezetting zonder inzet van preventief testen; volledige bezetting met vaccinatie van leerkrachten zonder inzet preventief testen; volledige bezetting met inzet van preventief testen (50%) 2x per week; en volledige bezetting met inzet van preventief testen (50%) 2x per week en vaccinatie van leerkrachten.



Figuur 2 Verhouding aantal in school-gerelateerde infecties en het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd bij 50% deelname in preventief testen. De diagonale lijn geeft een gelijke verhouding aan tussen aantallen infecties onder (A) leerlingen en (B) leerkrachten, die school-gerelateerd zijn en aantallen die van buitenaf geïntroduceerd worden. Elk datapunt is het resultaat van 1 simulatie. Een datapunt boven deze lijn betekent dat het aantal infecties onder leerlingen dat in school gegenereerd wordt groter is dan het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd. In dat geval kunnen scholen een versterkend effect hebben op het besmettingsniveau in de samenleving door een 'vliegwieleffect' onder leerlingen. Een datapunt onder deze lijn betekent dat scholen geen versterkend effect hebben.

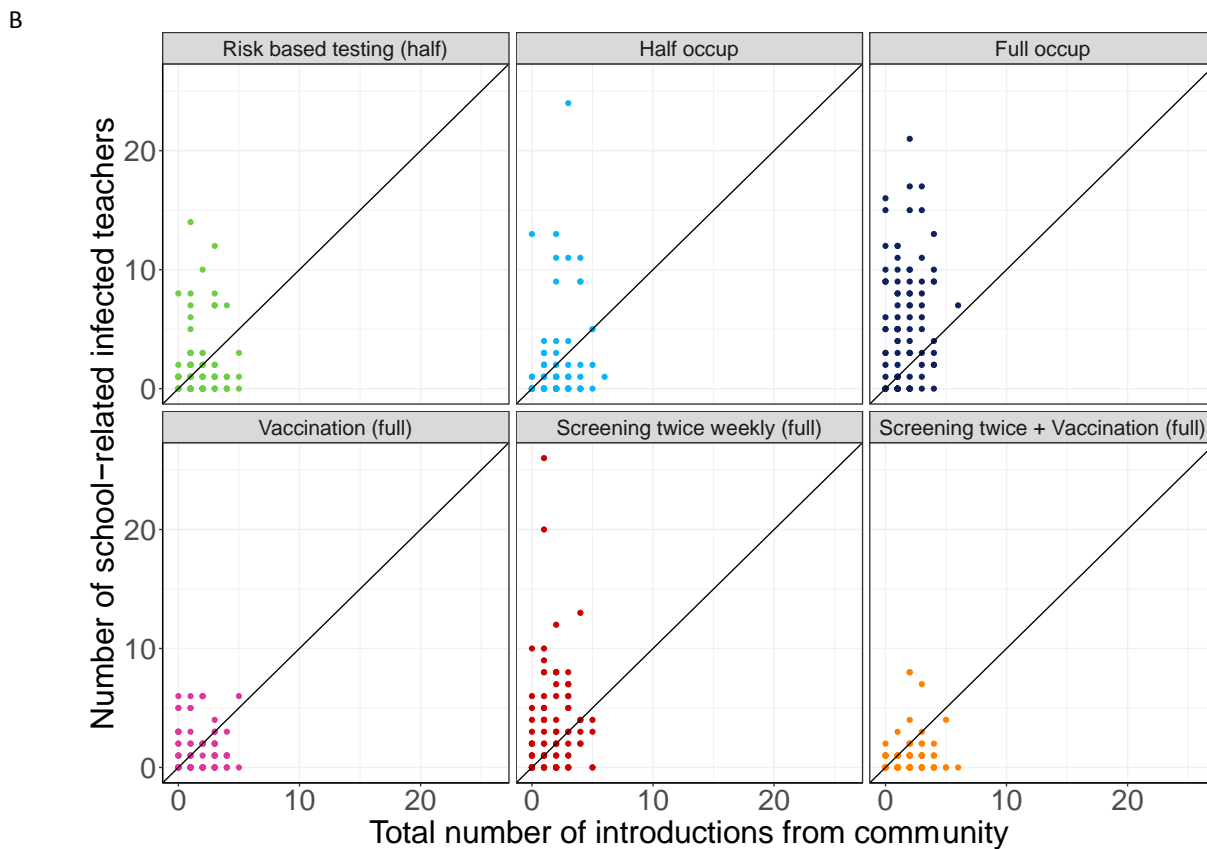
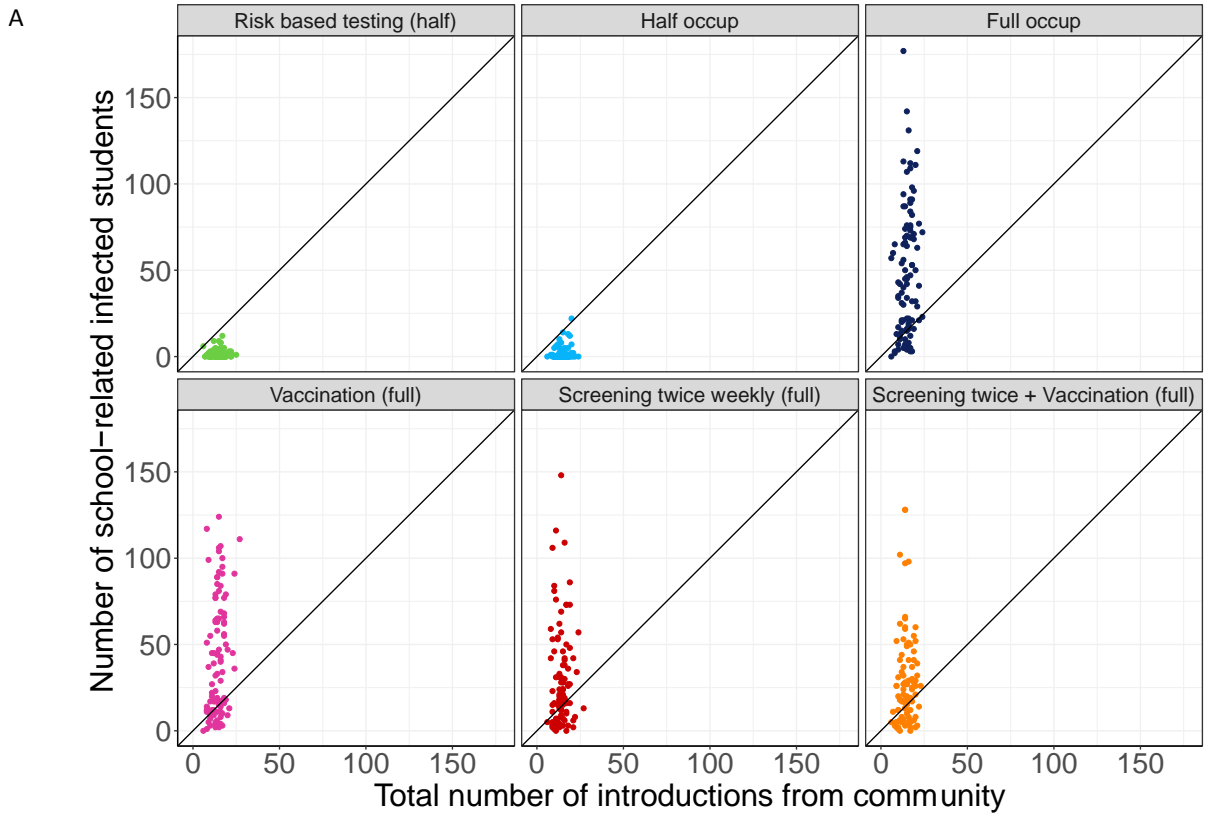
30% deelname preventief testen

Figuur 3 toont de resultaten voor leerlingen en leerkrachten van de diverse scenario's waarbij is uitgegaan van een 30% deelname aan preventief testen. Het model voorspelt nu in alle scenario's met volledige bezetting een gemiddelde stijging van het aantal infecties bij volledige bezetting. Preventief testen zal gepaard gaan met een hoger aantal infecties onder leerkrachten in vergelijking met vaccineren van leerkrachten en in vergelijking met het basisscenario. Voor leerlingen en leerkrachten levert preventief testen wel nog steeds een reductie op ten opzichte van volledige bezetting zonder aanvullende maatregelen.



Figuur 3 Schattingen voor leerlingen en leerkrachten bij 30% deelname in preventief testen. Van links zijn rechts zijn achtereenvolgens de resultaten gevisualiseerd van; het basisscenario met halve bezetting en risico-gericht testen (huidige situatie); halve bezetting zonder risicogericht testen; volledige bezetting zonder inzet van preventief testen; volledige bezetting met vaccinatie van leerkrachten zonder inzet preventief testen; volledige bezetting met inzet van preventief testen (30%) 2x per week; en volledige bezetting met inzet van preventief testen (30%) 2x per week en vaccinatie van leerkrachten.

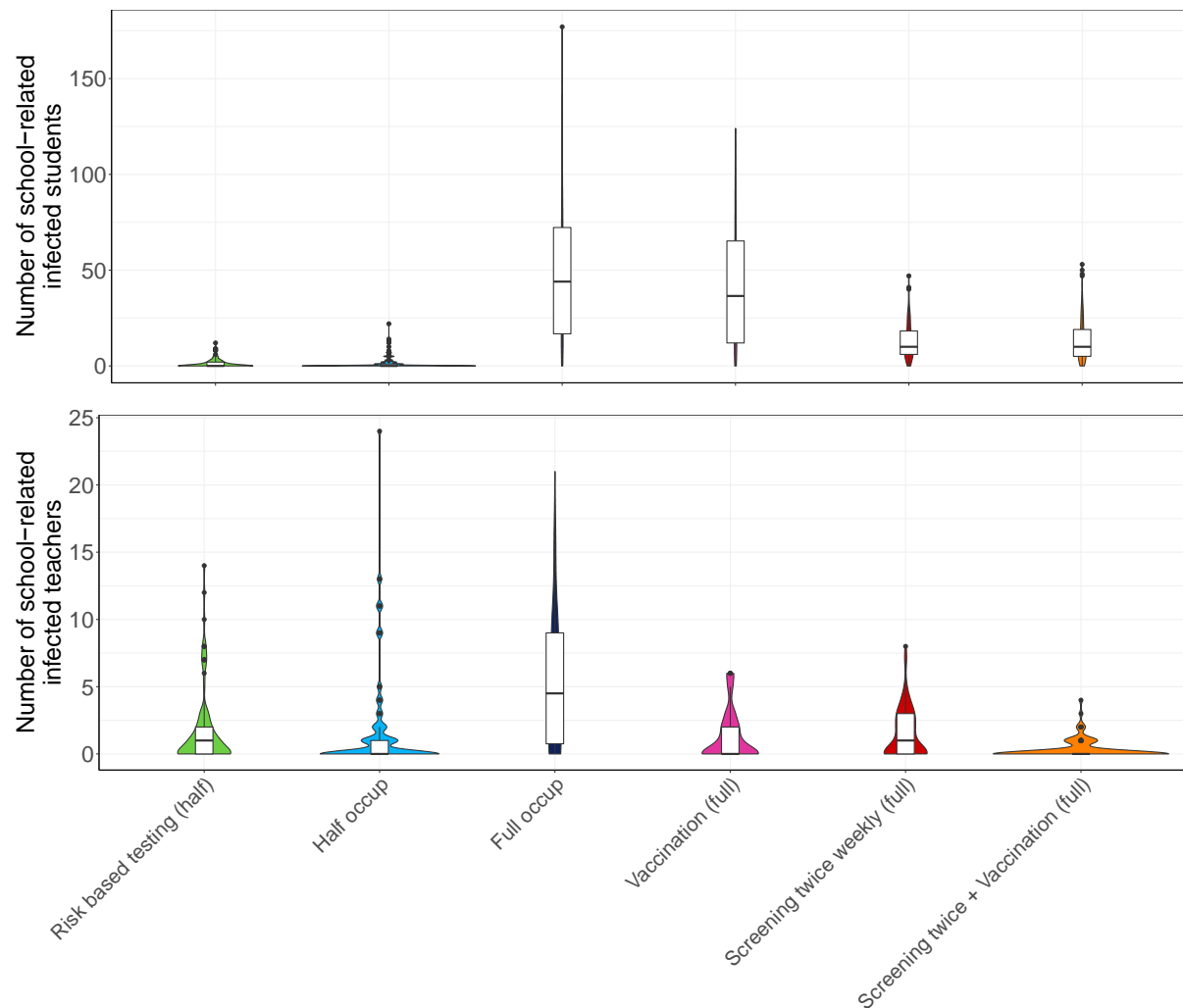
Figuur 4 geeft de verhouding van het aantal infecties dat in school wordt gegenereerd ten opzichte van het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd, onder de verschillende scenario's. In een groter deel van de simulaties zal volledige bezetting nu een versterkend effect hebben op het besmettingsniveau in de samenleving t.o.v. van een situatie met 50% deelname aan preventief testen.



Figuur 4 Verhouding aantal in school gegenereerde infecties en het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd bij 30% deelname aan preventief testen. De diagonale lijn geeft een gelijke verhouding aan tussen aantallen infecties onder (A) leerlingen en (B) leerkrachten, die school-gerelateerd zijn en aantallen die van buitenaf geïntroduceerd worden. Elk datapunt is het resultaat van 1 simulatie. Een datapunt boven deze lijn betekent dat het aantal infecties onder leerlingen dat in school gegenereerd wordt groter is dan het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd. In dat geval kunnen scholen een versterkend effect hebben op het besmettingsniveau in de samenleving door een 'vliegwieleffect' onder leerlingen. Een datapunt onder deze lijn betekent dat scholen geen versterkend effect hebben.

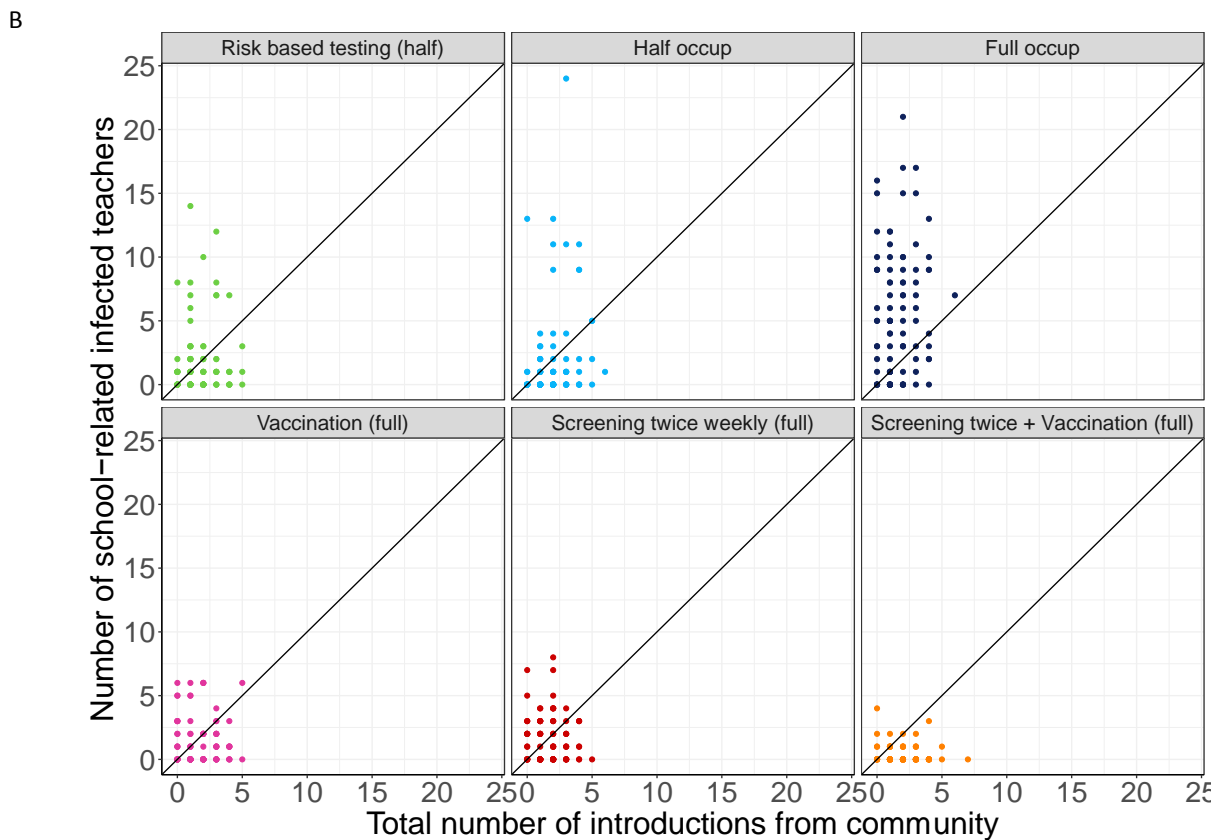
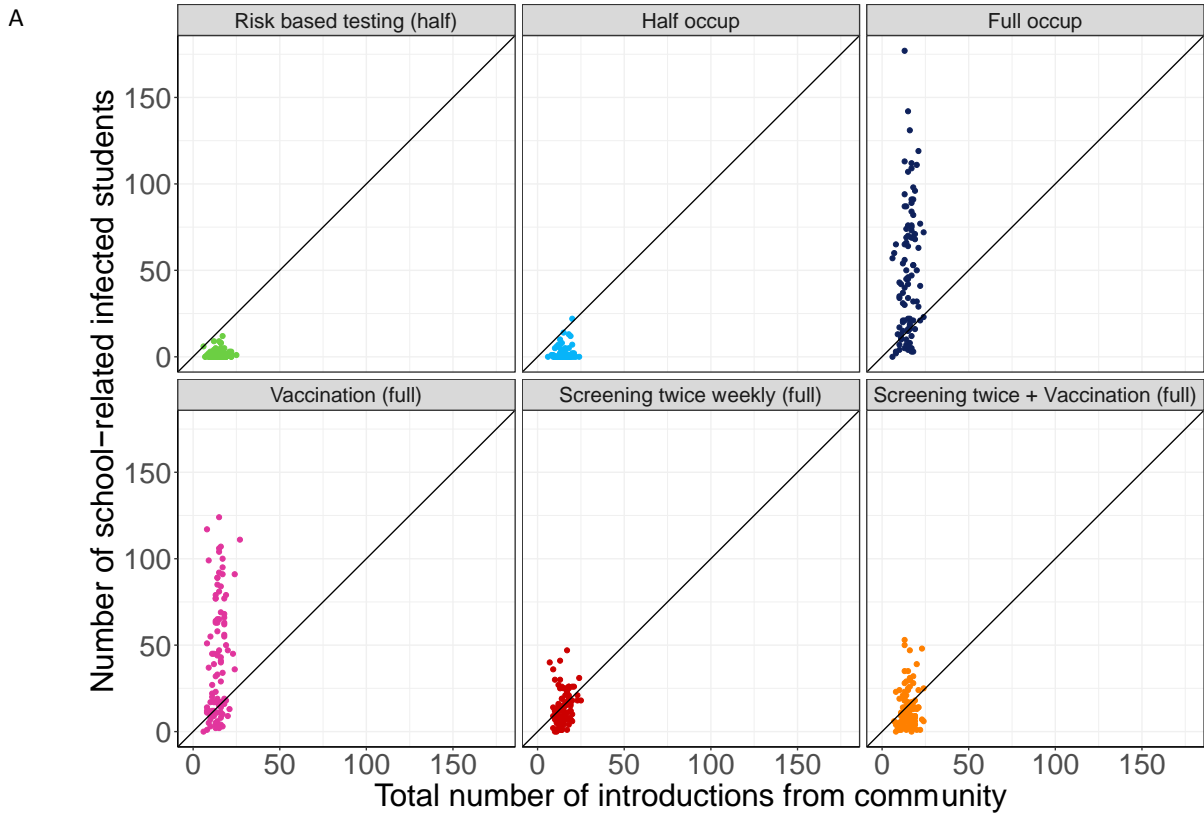
75% deelname preventief testen

Figuur 5 toont de resultaten voor leerlingen en leerkrachten van de diverse scenario's waarbij is uitgegaan van een 75% deelname aan preventief testen. Het model voorspelt dat gemiddelde stijging van het aantal infecties bij volledige bezetting door inzet van preventief testen vrijwel volledig kan worden beperkt voor zowel leerlingen als leerkrachten. Het toegevoegde effect van vaccinatie van leerkrachten is in deze situatie beduidend kleiner wanneer ook preventief testen wordt ingezet.



Figuur 5 Schattingen voor leerlingen en leerkrachten bij 75% deelname aan preventief testen. Van links naar rechts zijn achtereenvolgens de resultaten gevisualiseerd van; het basisscenario met halve bezetting en risico-gericht testen (huidige situatie); halve bezetting zonder risico-gericht testen; volledige bezetting zonder inzet van preventief testen; volledige bezetting met vaccinatie van leerkrachten zonder inzet preventief testen; volledige bezetting met inzet van preventief testen (75%) 2x per week; en volledige bezetting met inzet van preventief testen (75%) 2x per week en vaccinatie van leerkrachten.

Figuur 6 geeft de verhouding van het aantal infecties dat in school wordt gegenereerd ten opzichte van het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd, onder de verschillende scenario's. Wanneer preventief testen (75% deelname) wordt ingezet daalt het aantal simulaties waarbij dit het geval is substantieel. Onder leerkrachten levert een groot deel van de simulaties helemaal geen school-gerelateerde infecties meer op.

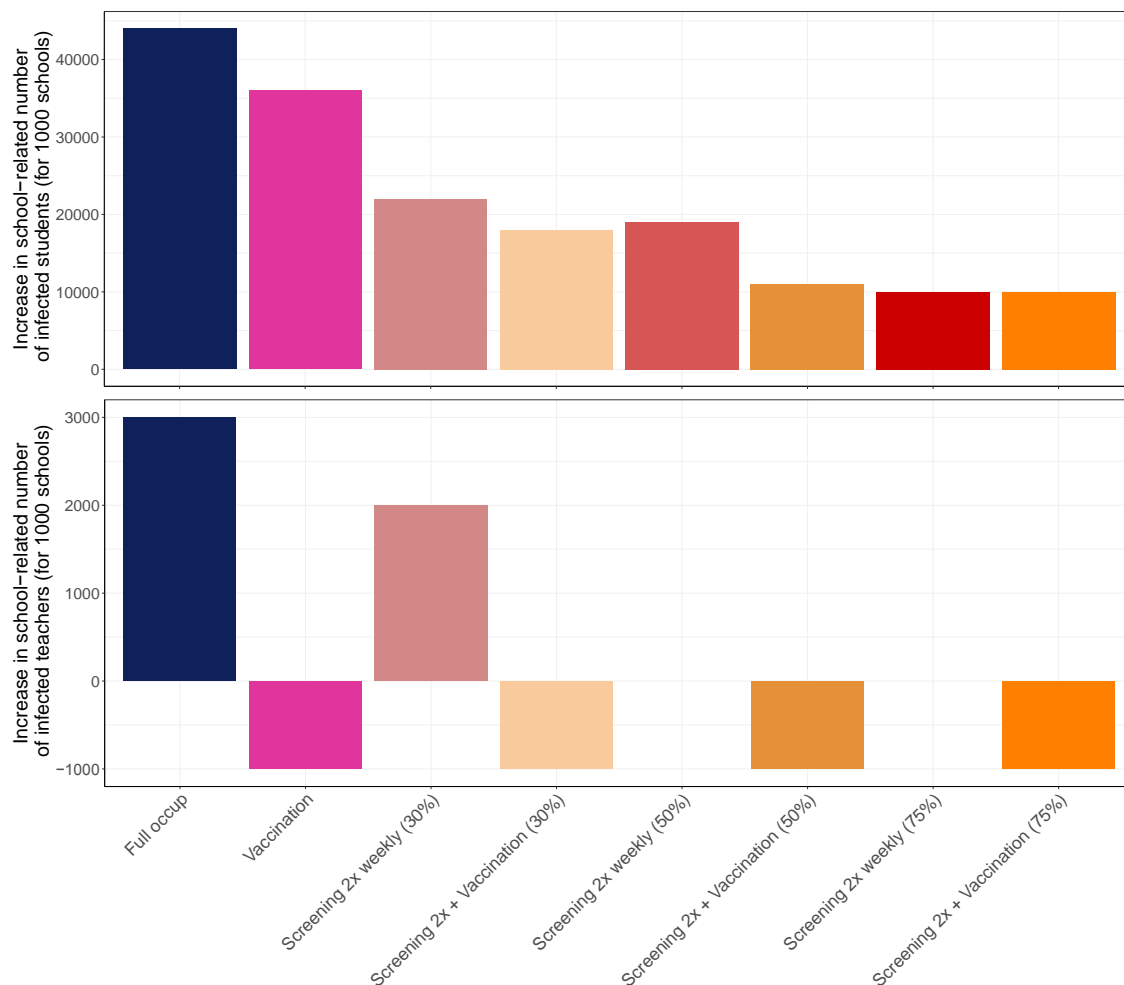


Figuur 6 Verhouding aantal in school gegenereerde infecties en het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd bij 75% deelname aan preventief testen. De diagonale lijn geeft een gelijke verhouding aan tussen aantallen infecties onder (A) leerlingen en (B) leerkrachten, die schoolgerelateerd zijn en aantallen die van buitenaf geïntroduceerd worden. Elk datapunt is het resultaat van 1 simulatie. Een datapunt boven deze lijn betekent dat het aantal infecties onder leerlingen dat in school gegenereerd wordt groter is dan het aantal infecties dat van buitenaf wordt geïntroduceerd. In dat geval kunnen scholen een versterkend effect hebben op het besmettingsniveau in de samenleving door een 'vliegwieleffect' onder leerlingen. Een datapunt onder deze lijn betekent dat scholen geen versterkend effect hebben.

Extrapolatie van de model-resultaten naar landelijke aantallen

Een overzicht van de geschatte aantallen per scenario op landelijk niveau is weergegeven in Figuur 7. Voor leerlingen zal de volledige heropening van het onderwijs onder alle onderzochte scenario's leiden tot een toename van het aantal school-gerelateerde infecties. Zonder testen en vaccinatie wordt geschat dat circa 44.000 extra school-gerelateerde besmettingen optreden in 1 maand tijd onder leerlingen en ca. 3.000 onder leerkrachten.

Preventief testen kan, eventueel aangevuld met vaccinatie, deze stijging fors beperken. Voor leerkrachten is een stijging waarschijnlijk te voorkomen, danwel sterk te reduceren door inzet van preventief testen en/of vaccinatie. Preventief testen alleen zal naar verwachting een stijging in infecties onder leerkrachten voorkomen wanneer ten minste 50% deelname bereikt kan worden. In aanvulling met vaccinatie zal een verdere reductie t.o.v. de huidige situatie bereikt kunnen worden.



Figuur 7 Toename school gerelateerde besmettingen afgezet tegen risicogericht sneltesten bij halve bezetting, geëxtrapoleerd naar Nederland. De geschatte aantallen school-gerelateerde infecties werden onderzocht voor deelname aan preventief testen van respectievelijk 30%, 50% en 75%. De stijging is berekend ten opzichte van het mediane aantal school gerelateerde besmettingen in het basis-scenario (halve bezetting en risicogericht testen). Voor de leesbaarheid is enkel de gemiddelde uitslag van 100 simulaties getoond.

Discussie

We onderzochten het effect van het heropenen van het voorgezet onderwijs tot volledige bezetting op het aantal te verwachten school-gerelateerde infecties. We maakten hierbij gebruik van gedetailleerde gegevens die zijn verkregen tijdens de pilot-fase van het risicogericht testen. Onze resultaten geven aan dat een terugkeer naar volledige bezetting in het voorgezet onderwijs met enkel basis maatregelen zal leiden tot een aanzienlijke toename van het aantal school-gerelateerde infecties, met name bij leerlingen. Bij een besmettingsniveau in de samenleving zoals in Maart 2021 zal dit naar verwachting 47.500 extra school-gerelateerde infecties in één maand opleveren t.o.v de situatie met halve bezetting en risico-gericht testen. Inzet van preventief testen kan deze stijging onder leerlingen en leerkrachten fors beperken, mits deelname aan testen hoog is. Een stijging in aantal infecties onder leerkrachten kan echter ook al worden voorkomen bij 50% deelname aan preventief testen. Als de testdeelname laag is, kan de combinatie van (vervroegde) vaccinatie van leerkrachten en screening het aantal besmettingen verder verminderen.

Onze resultaten en bevindingen hebben verschillende beperkingen.

Er is gerekend met het besmettingsniveau van maart 2021, vanzelfsprekend zullen de aantallen infecties lager uitvallen bij een verder dalend besmettingsniveau van coronavirus in de samenleving. Gezien de recente ontwikkelingen in het besmettingsniveau is het aannemelijk dat voor de periode vanaf juni 2021 de infectie-getallen lager uit zullen vallen dan in onze berekeningen.

Daarnaast hebben we in het model geen rekening gehouden leerkrachten die al gevaccineerd zijn. Op basis van de leeftijdsverdeling van de leerkrachten heeft naar verwachting ca. 30% van hen al de mogelijkheid gehad om zich (tenminste eenmaal) te laten vaccineren vóór 1 juni 2021. Dit zal een verder dempend effect hebben op het aantal school-gerelateerde infecties onder leerkrachten, en in mindere mate ook onder leerlingen. Vanzelfsprekend zal het effect van vaccinatie groter worden naarmate een groter deel van de leerkrachten gevaccineerd zal zijn, conform de landelijke vaccinatieplanning voor de komende periode.

Er bestaat onzekerheid over aantal contacten tussen leerkrachten en leerlingen dat relevant is voor transmissie. Hierover bestaan geen goede data. Bij de voor transmissie relevante contacten gaat het om interacties waarbij er op korte afstand een face-to-face ontmoeting is of fysieke aanraking. Wij hebben uit de pilot data afgeleid dat het aantal contacten met leerlingen per dag ongeveer zes is bij halve bezetting en ongeveer acht bij volledige bezetting. Dit is gebaseerd op de veronderstelling dat leraren 2-3 lessen per dag geven met ca. 12-30 leerlingen per klas afhankelijk van halve of volledige bezetting. In werkelijkheid kunnen leraren op de ene dag meer lessen geven dan op andere dag, of bijvoorbeeld part-time werken. Wanneer we ons model gebruiken om het aantal geobserveerde infecties in de pilot-fase te schatten komt dit goed overeen met de werkelijke aantallen. Dit suggereert dat de aannames m.b.t. aantallen contacten (ongeveer) juist zijn, maar de onzekerheid is groot. Het is derhalve mogelijk dat het aantal contacten tussen leerkrachten en leerlingen is onder- of overschat. Als het aantal contacten in de praktijk (aanzienlijk) hoger ligt zal het aantal school-gerelateerde infecties eveneens hoger zijn, en vice versa.

Het model heeft geen rekening gehouden met eventuele aerosoltransmissie. Dat wil zeggen dat tussen leerlingen en leerkrachten die geen 'contact' hadden, maar wel in dezelfde ruimte verbleven, wordt aangenomen dat er geen transmissie plaatsvindt. Bij slechte ventilatie speelt aerosoltransmissie over langere afstanden mogelijk een aanvullende rol, naast de veronderstelde transmissie over korte afstanden. Hierdoor is het mogelijk dat het aantal school-gerelateerde infecties enigszins wordt onderschat. Dit effect zal vooral spelen bij slechte ventilatie.

Ons model berekend niet de verdere verspreiding van de school-gerelateerde infecties naar huisgenoten. Deze effecten zijn daarom niet zichtbaar in de berekeningen.

Ten slotte, om te extrapoleren naar het totale aantal school-gerelateerde infecties in Nederland, hebben we de mediane waarde van de 100 simulaties voor elk scenario vermenigvuldigd met 1000. Dit is derhalve slechts een zeer ruwe schatting is, maar we verwachten niet dat dit invloed heeft op de onderlinge verhoudingen in impact van de diverse scenario's, en dus op de conclusies van dit onderzoek.

Conclusie

Op basis van berekeningen zal naar verwachting de volledige heropening van het voortgezet onderwijs leiden tot extra school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen. Tweemaal per week screenen is een effectieve strategie om het aantal besmettingen te verlagen onder zowel leerlingen als leerkrachten. Een stijging in aantal infecties onder leerkrachten kan vermoedelijk worden voorkomen bij 50% deelname aan preventief testen. Bij lagere deelname kan met (vervroegde) vaccinatie van leerkrachten hetzelfde bereikt worden.

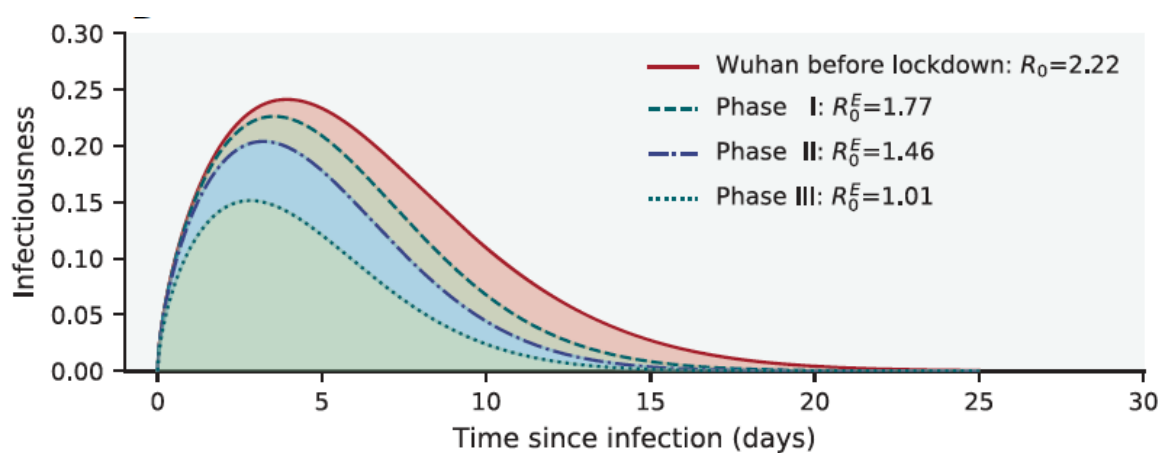
Bronnen

1. Sun K, Wang W, Gao L, et al. Transmission heterogeneities, kinetics, and controllability of SARS-CoV-2. doi:10.1126/science.abe2424
2. Davies NG, Klepac P, Liu Y, et al. Age-dependent effects in the transmission and control of COVID-19 epidemics. *Nature Medicine*. 2020;26(8):1205-1211. doi:10.1038/s41591-020-0962-9
3. Buitrago-Garcia D, Egli-Gany D, Counotte MJ, et al. Occurrence and transmission potential of asymptomatic and presymptomatic SARSCoV-2 infections: A living systematic review and meta-analysis. *PLoS Medicine*. 2020;17(9):1-25. doi:10.1371/journal.pmed.1003346
4. Smith RL, Gibson LL, Martinez PP, et al. Longitudinal assessment of diagnostic test performance over the course of acute SARS-CoV-2 infection. *medRxiv : the preprint server for health sciences*. March 2021:2021.03.19.21253964. doi:10.1101/2021.03.19.21253964
5. Mc Evoy D, McAloon CG, Collins ÁB, et al. The relative infectiousness of asymptomatic SARS-CoV-2 infected persons compared with symptomatic individuals: A rapid scoping review. *medRxiv*. 2020.
6. Dattner I, Goldberg Y, Katriel G, et al. The role of children in the spread of COVID-19: Using household data from Bnei Brak, Israel, to estimate the relative susceptibility and infectivity of children. *PLoS Computational Biology*. 2021;17(2):e1008559. doi:10.1371/JOURNAL.PCBI.1008559
7. Munday JD, Jarvis CI, Gimma A, et al. Estimating the impact of reopening schools on the reproduction number. *medRxiv*. 2021:2021.03.06.21252964. doi:10.1101/2021.03.06.21252964

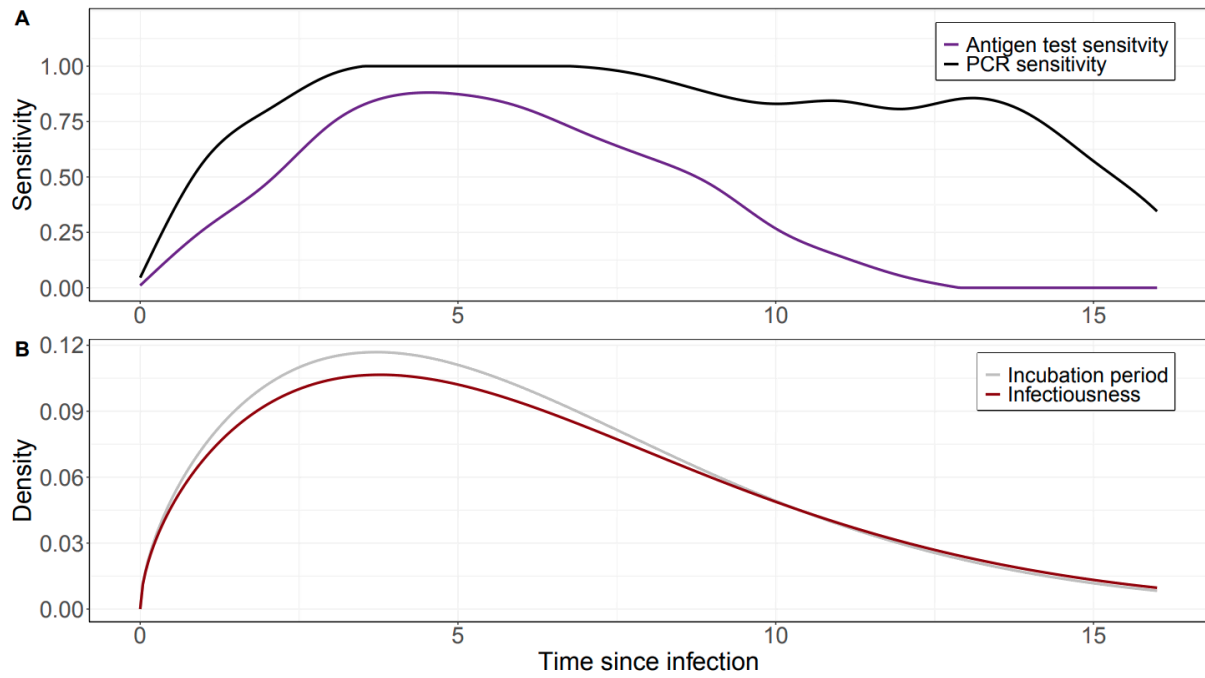
Bijlagen

Tabel 1 Overzicht parameters gebruikt in het model.

Parameter	Waarde/Distributie	Bron
Proportie symptotische infecties		
Leerkracht	Uniform(0.75, 0.83)	Pilot
Leerling	Uniform(0.4, 0.85)	Pilot
Relatieve besmettelijkheid van asymptomatische infecties	Uniform(0.3, 0.7)	3,5
Relatieve vatbaarheid van leerlingen	Truncated Normal($\mu = 0.64$, $sd = 0.09$)	6
Relatieve besmettelijkheid van leerlingen	Truncated Normal($\mu = 0.85$, $sd = 0.1$)	7
Relatieve vatbaarheid van gevaccineerde leerkrachten	Uniform(0.04, 0.45)	Assumptie
Schaling van transmissiekans tussen leerkracht en leerling	Uniform(0.5,0.85)	Assumptie
Seroprevalentie onder leerlingen (geen herinfecties)	25%	Assumptie
Seroprevalentie onder leerkrachten (geen herinfecties)	25%	Assumptie
Vaccinatiegraad	85%	Assumptie
Incubatietijd	Weibull(shape=1.58, scale=7.11)	1
Generatietijdverdeling	Weibull(shape=1.6, scale=6.84)	1
Reproductiegetal	1.05	Assumptie/ actueel in maart 2021



Figuur 1 Besmettelijkheid van individuen vanaf het moment van infectie is variabel over de tijd¹.



Figuur 2 Tijdsafhankelijke gevoeligheid, besmettelijkheid en incubatietijd⁴. (A) Tijdsafhankelijke testgevoeligheid voor antigeentest en PCR-test gebruikt in het model. (B) Incubatietijdverdeling en tijdsafhankelijke besmettelijkheidscurve gebruikt in het model.