

Effectiviteit van verschillende toepassingen van het Coronatoegangsbewijs



Het projectteam bestaat uit:

- Modelling: Bas Kolen (TU Delft), Martin Bootsma (Utrecht UMC)
- Gedragsonderzoek: Niek Mouter (TU Delft/Populytics), Martijn de Vries (TU Delft/Populytics),
- Internationaal: Mirjam Kretzschmar (Utrecht UMC)

Voor de begeleiding van het onderzoek is een interne klakbordgroep ingesteld met:

- Marc Bonten (Utrecht UMC)
- Patricia Bruijning-Verhagen (Utrecht UMC)
- Sake de Vlas (Erasmus MC)
- Janneke van de Wijgert (Utrecht UMC)
- Ganna Rozhnova (Utrecht UMC).
- Pieter van Gelder (TU Delft)
- Job van Exel (Erasmus Universiteit)
- Andreas Voss (Radboud UMC).

Het doel van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Hoe effectief is het Coronatoegangsbewijs (CTB), in verschillende varianten als 3G, 2G en 1G, in het tegengaan van de verspreiding van het virus in de samenleving?

2 modelstudies:

1. naar het individuele besmettingsrisico en ziekenhuisopnames van bezoekers van CTB locaties op basis van het Risico Taxatie Model;
2. naar het effect van CTB beleid op de verspreiding van het virus in de samenleving (Re) op basis van het Next Generation Model;
3. een gedragsonderzoek;
4. analyse van studies uit het buitenland over effectiviteit van CTB beleid.

Op basis van de modellen zijn scenario's opgesteld waarin het effect van CTB beleid voor het openen van sectoren is bepaald, evenals het effect op Re gegeven de epidemiologische situatie op dat moment.

- $Re = 0.8-1.0$ (situatie met delta nov 2021)
- $Re = 1.8$ (situatie met omicron jan 2022)

	Type V: Gevaccineerd of herstelbewijs	Type U: Niet gevaccineerd (naïef³ of eerdere zonder herstelbewijs)
Geen CTB (referentie)	Vrije toegang	Vrije toegang
3G beleid	Vrije toegang	Testen
2G beleid	Vrije toegang	Geen toegang
1G beleid	Testen	Testen
2G+1G beleid	Testen	Geen toegang
Sluiting	Geen toegang	Geen toegang

Tabel 1 Onderzocht modaliteiten voor CTB.

Variaties in parameters (gevoeligheidsanalyses)

	Pessimistische variant	Optimistische variant
Kwaliteit van testen	Lagere kwaliteit van testen	Hogere kwaliteit van testen
Effectiviteit vaccins	Lagere effectiviteit van vaccins op vatbaarheid en transmissie en kans op ziekenhuisopname (bv in de periode net voor een booster)	Hogere effectiviteit van vaccins op vatbaarheid, transmissie, kans op besmetting, en kans op ziekenhuisopname (bv na een booster)
Immunitet (vaccinatiegraad en doorgemaakte infecties)	Lage vaccinatiegraad en percentage genezen	Hoge vaccinatiegraad en percentage genezen

Tabel 2 Beschrijving pessimistische en optimistische scenario's voor effectiviteit testen, effectiviteit vaccin en immunitet.

- Naast deze parameters maken we in een gevoeligheidsanalyse ook nog onderscheid in:
 - Situatie met en zonder compenserend gedrag van mensen die niet meer naar CTB locaties toegaan op R_e .
 - Effect van de booster bij 60-plussers voor het individueel risico.

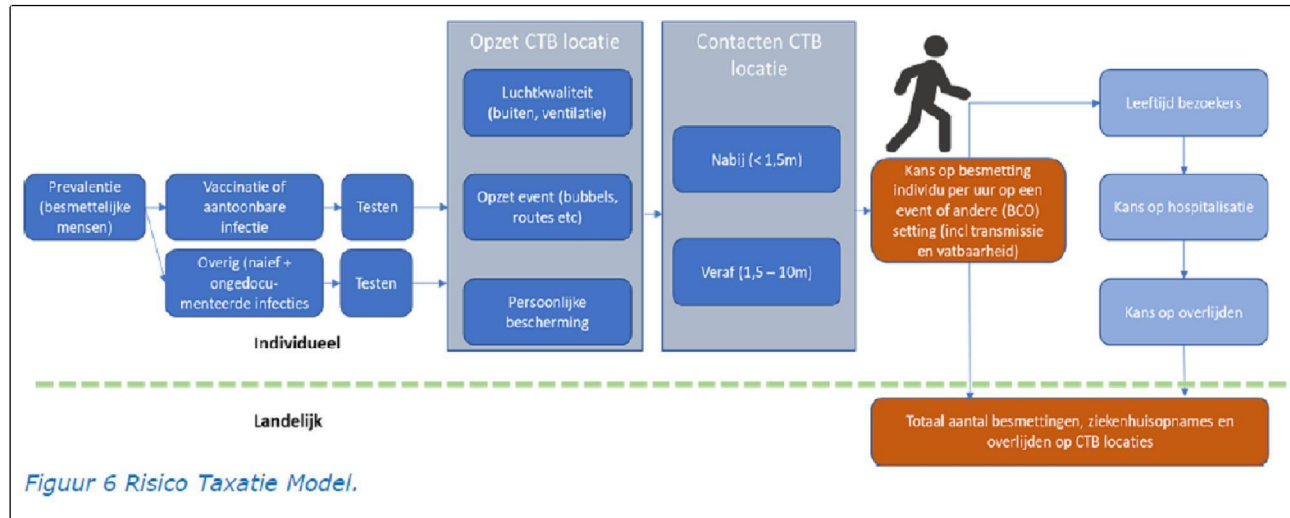
Leeftijdscohort	Aantal mensen in Nederland (CBS 1 jan 2021) x 1.000	Fractie Doorgemaakte Infecties (bron RIVM)	Fractie Doorgemaakte infectie (bron RIVM)	Fractie gevaccineerd of doorgemaakte infectie (bron RIVM)	Fractie Infectie zonder vaccinatie (RIVM)	Fractie gevaccineerd (RIVM)	Fractie type U (berekend)	Fractie type V (berekend)
0-4	857	38%	0%	38%	38%	0%	86%	14%
5-9	899	38%	0%	38%	38%	0%	86%	14%
10-19	1.980	52%	31%	83%	31%	52%	39%	61%
20-29	2.245	66%	29%	95%	24%	71%	22%	78%
30-39	2.176	50%	42%	92%	14%	79%	17%	83%
40-49	2.164	42%	51%	93%	8%	86%	12%	88%
50-59	2.548	46%	50%	96%	7%	89%	9%	91%
60-69	2.141	35%	61%	96%	3%	93%	6%	94%
70-79	1.610	28%	69%	97%	5%	92%	7%	94%
80+	839	41%	56%	97%	11%	87%	10%	90%

Tabel 11 Gebruikte gegevens vaccinatiegraad en besmettingen.

Omikron (parameters tov delta)

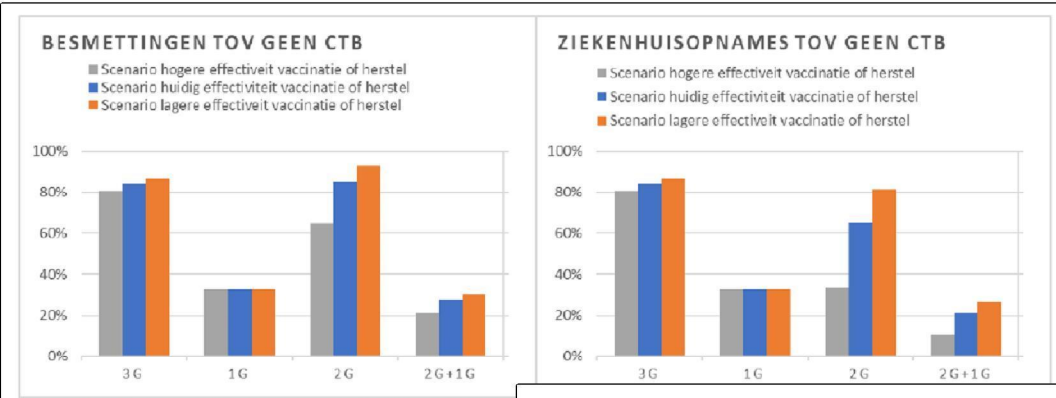
- 2x besmettelijker
- Kans op ziekenhuisopname 60% kleiner
- Effectiviteit testen: niet aangepast (wel in sensitiviteitsanalyses)
- VE bij 2 vaccinaties (of een infectie, exclusief de booster of 2e infectie)
 - Transmissie: 37%
 - Kwetsbaarheid: 20%
 - Ziekenhuisopname: 70%
- VE na booster
 - Transmissie: 37%
 - Kwetsbaarheid: 50%
 - Ziekenhuisopname: 85%

Risico taxatie model

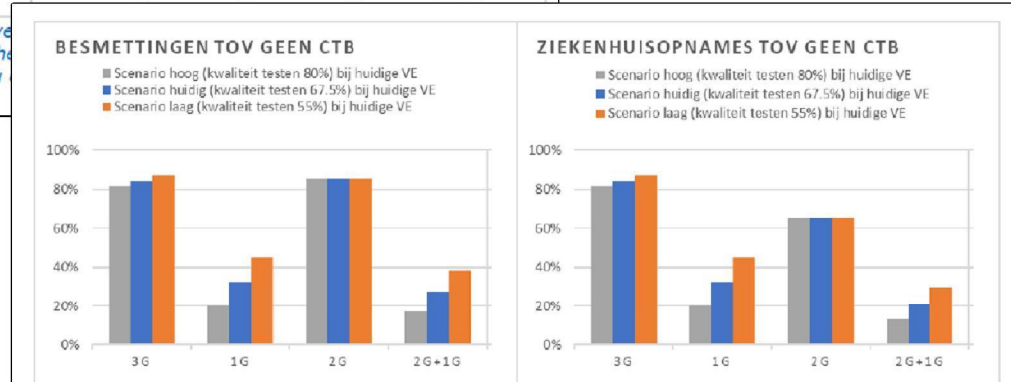


⁴ <https://fieldlabevenementen.nl/wp-content/uploads/2021/11/202100802-COVID-19-risico-voor-evenementen-TUD-resultaten-fase-1-en-2.pdf>

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2022.01.10.21268254v1>.



Figuur 7 Effect op besmettingen op CTB locaties bij verhoogde en lage scenario voor de VE. Op de y-as staat het percentage besmettingen ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).



Figuur 10 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties bij verwachte scenario (situatie in november 2021 inclusief VE voor vaccins) en het hoge en lage scenario voor de kwaliteit van toegangstesten. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

Conclusie 1 (Risico Taxatie Model)

- Invoering van CTB beleid kan het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers van CTB locaties verlagen (zowel in Delta- als in Omikronvariant scenario's).
- 1G heeft een veel groter effect dan 2G of 3G.
- Effectiviteit van 2G en 3G is lager in de Omikron- dan in de Deltavariant scenario's.

Next generation model

- CTB beleid kan worden gebruikt om locaties te openen.
- Heropenen van locaties zal, ongeacht welke CTB-maatregel er van toepassing is op die locatie, leiden tot een hogere Re .
- Heropenen met CTB-maatregelen is mogelijk zonder stijging Re .
- Vraag: gegeven een epidemiologische situatie (Re), en gegeven een situatie waarin bepaalde locaties zijn gesloten of deze geopend kunnen worden al dan niet met CTB beleid zonder dat Re boven de 1 komt.

Contactstructuur

Contacten van individuen zijn leeftijdsafhankelijk en contactstructuur verschilt sterk tussen verschillende locaties (Prem et al. 2017). Het ontwikkelde Next Generation Model onderscheidt 10 leeftijdscategorieën (met U en V-type personen) en 4 verschillende locaties:

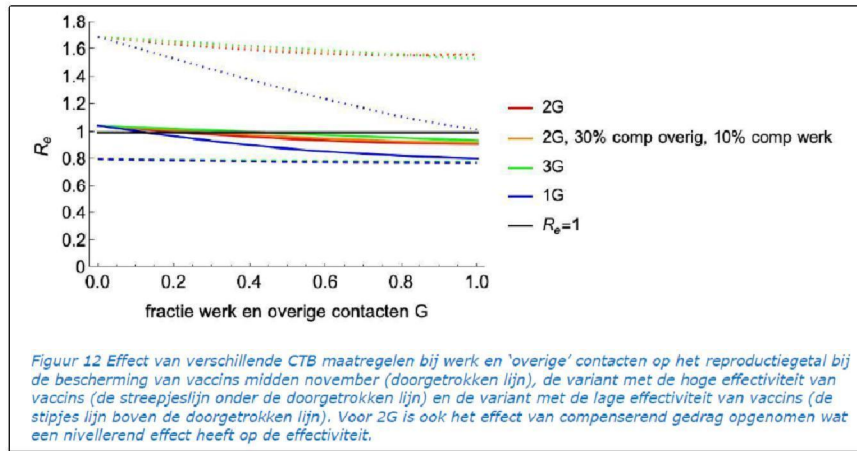
- Thuis;
- Werk;
- School;
- Overig (zoals horeca, supermarkten en sportgelegenheden).

Gedrag van individuen leeftijdsafhankelijk en persoonstype (U of V) afhankelijk.

Vatbaarheids- en besmettelijkheidsschattingen worden gecombineerd met de contactstructuren op de verschillende locaties -> per locatie een 20x20 matrix. De elementen van de matrix zijn het verwachte aantal besmettingen op die locatie dat 1 besmet individu uit een bepaalde groep veroorzaakt bij individuen uit een andere groep gedurende de besmettelijke periode.

Compenserend gedrag

- Individuen uitgesloten door 2G (type-U individuen): 30% ontmoet elkaar onderling (obv gedragsonderzoek, hfd 3) ipv op "andere lokaties" en 10% ipv werk-locaties.
- Bij compenserend gedrag zal aandeel type-U individuen hoog zijn -> relatief hoog-risico contacten vooral als vatbaarheid en besmettelijkheid van type-U individuen, alsmede prevalentie onder type-U individuen relatief hoog is.



Uitgangspunt $Re \sim 1.05$ (nov 2021): bij CTB maatregelen bij een fractie 0.5 van de contacten op werk en op overige locaties, reduceert 1G Re 1.05 \rightarrow 0.82; 2G met compenserend gedrag en 3G reduceren Re naar 0.93 en 0.98.

Optimistisch VE scenario (bv tgv boosters) (stippellijn): $Re \sim 0.8$, en kunnen CTB-maatregelen een additionele reductie op het reproductiegetal hebben. Grootste effect bij 1G: 4% reductie bij de huidige contactmatrices, bij volledige heropening kan 1G het reproductiegetal met 15% verlagen.

Pessimistisch VE scenario (stippellijn): $Re \sim 1.75$, en dan wordt het relatieve effect van 2G en 3G klein en heeft alleen 1G een potentieel substantieel effect.

Conclusie 2 (Next Generation Model)

- Deltavariant scenario ($Re \sim 1$): CTB beleid kan Re tot onder de 1,0 brengen.
- Omikronvariant scenario ($Re \sim 1.8$): CTB beleid kan Re niet tot onder de 1,0 brengen.
- Effect 1G op Re is - in zowel Delta- als Omikronvariant scenario's - minder afhankelijk van mate van immuniteit bevolking dan 2G of 3G.
- Effect vooral groot als 1G op veel locaties (en dus contacten) van toepassing is en de kwaliteit van de toegangstesten hoog is.
- Effect 2G en 3G op Re is – in zowel Delta- als Omikronvariant scenario's - sterk afhankelijk van mate van immuniteit van bevolking.
 - 2G en 3G zijn vooral effectief bij een groot verschil in bescherming tussen de groep ongevaccineerden (geen CTB) en de groep die CTB heeft. Effectiviteit 2G en 3G neemt in deze situaties ook toe als het beleid wordt toegepast op meer locaties.

Effectiviteit van een 2G/3G beleid



HOGE EFFECTIVITEIT



Beschermende werking van vaccins of eerdere infectie is **hoog**.

i.c.m.



Grote groep ongevaccineerden heeft **geen COVID-19** gehad, en dus nog geen immuniteit opgebouwd.



2G/3G wordt toegepast op **veel** locaties.



LAGE EFFECTIVITEIT



Beschermende werking van vaccins of eerdere infectie is **laag**.

i.c.m.



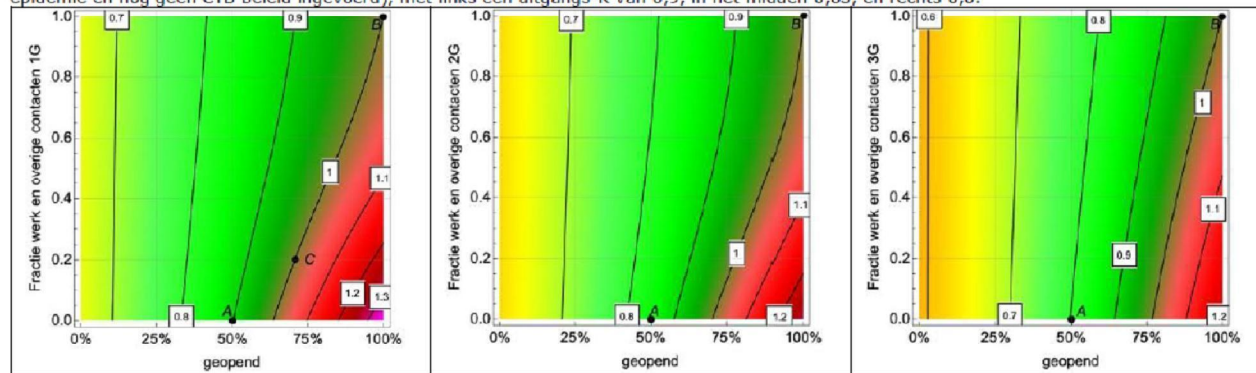
Grote groep ongevaccineerden heeft **wel COVID-19** gehad, en dus immuniteit opgebouwd.



2G/3G wordt toegepast op **beperkt** aantal locaties.

Voorbeeld 1: Situatie midden november 2021 plus uitrol van de booster. Aannames: Deltavariant is dominant, R is tussen de 0,8 en 1,0, 85% van de gevaccineerde 60 plussers en 75% van de gevaccineerde 60 minners heeft een boostervaccin genomen, Nederlanders hebben de helft van het aantal contacten dat ze zouden hebben zonder een pandemie.

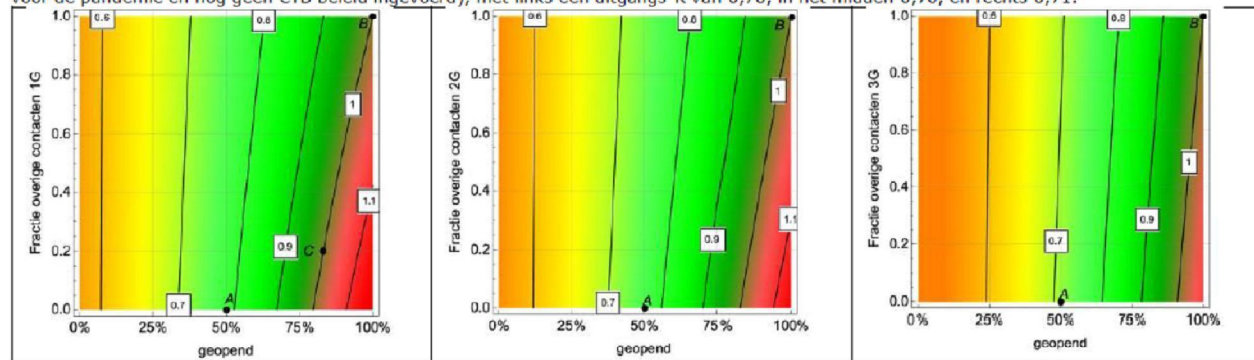
Figuur I: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis en school in november 2021. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de epidemie en nog geen CTB beleid ingevoerd), met links een uitgang-R van 0,9, in het midden 0,85, en rechts 0,8.



CTB op andere locaties dan thuis en school (voorbeelden zijn werk, horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).

Voorbeeld 1: Situatie midden november 2021 plus uitrol van de booster. Aannames: Deltavariant is dominant, R is tussen de 0,8 en 1,0, 85% van de gevaccineerde 60 plussers en 75% van de gevaccineerde 60 minners heeft een boostervaccin genomen, Nederlanders hebben de helft van het aantal contacten dat ze zouden hebben zonder een pandemie.

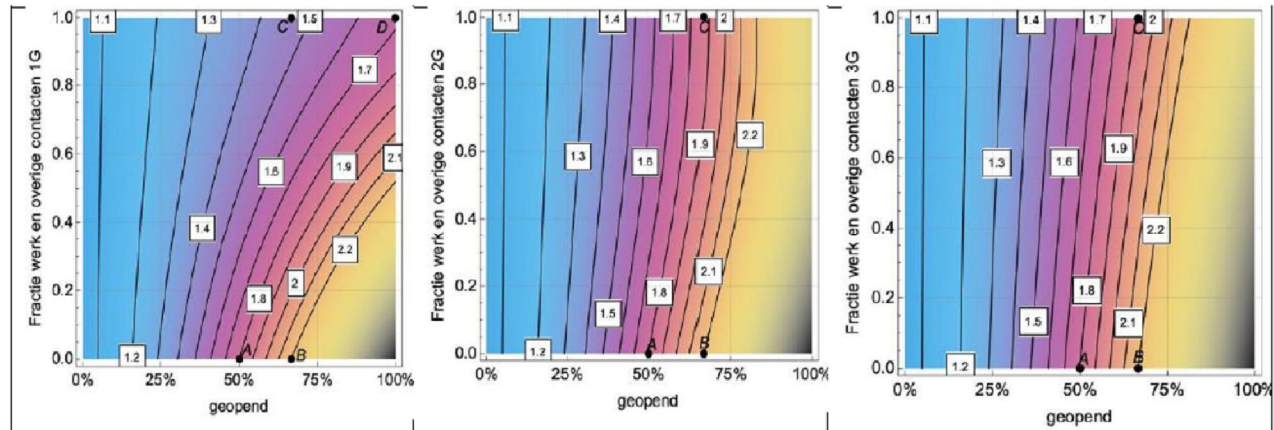
Figuur II: illustratie van de effectiviteit van 1G (links), 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan werk, thuis en school in november 2021. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan werk, thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de pandemie en nog geen CTB beleid ingevoerd), met links een uitgangs-R van 0,78, in het midden 0,76, en rechts 0,71.



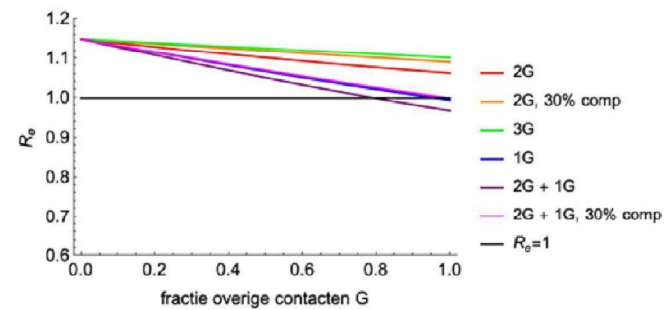
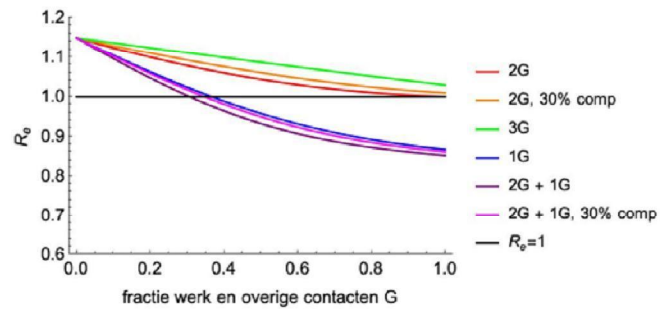
CTB op andere locaties dan thuis, school **en werk** (voorbeelden zijn horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).

Voorbeeld 2: situatie in januari 2022. Aannames: Omikronvariant dominant, R is rond de 1,8, meer dan de helft van de volwassenen heeft een boostervaccin genomen. Nederlanders hebben de helft van het aantal contacten dat ze zouden hebben zonder een pandemie.

Figuur III: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis en school in januari 2022. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de pandemie nog geen CTB beleid ingevoerd, en $R=1,8$).



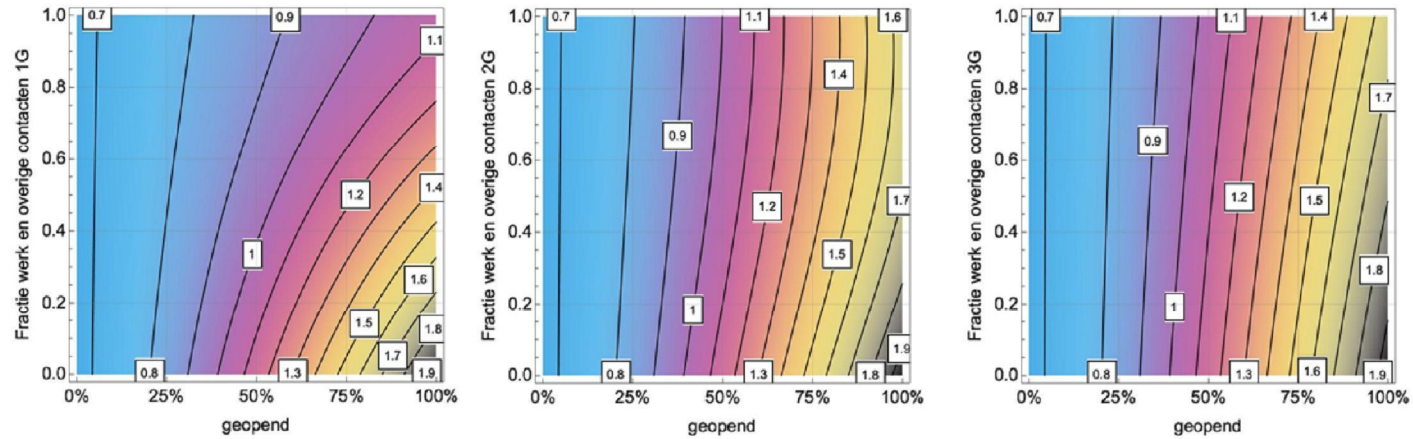
CTB op andere locaties dan thuis en school (voorbeelden zijn werk, horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).



Uitgangspunt $Re \sim 1.15$ (21 jan 2021): bij CTB maatregelen **ook op werk** bij een fractie 0.5 van de contacten op werk en op overige locaties, reduceert 1G Re 1.15 \rightarrow ~ 0.9 ; 2G met compenserend gedrag en 3G reduceren Re naar ~ 1.08 en ~ 1.12 .

Linker figuur inclusief CTB op werk, rechts exclusief

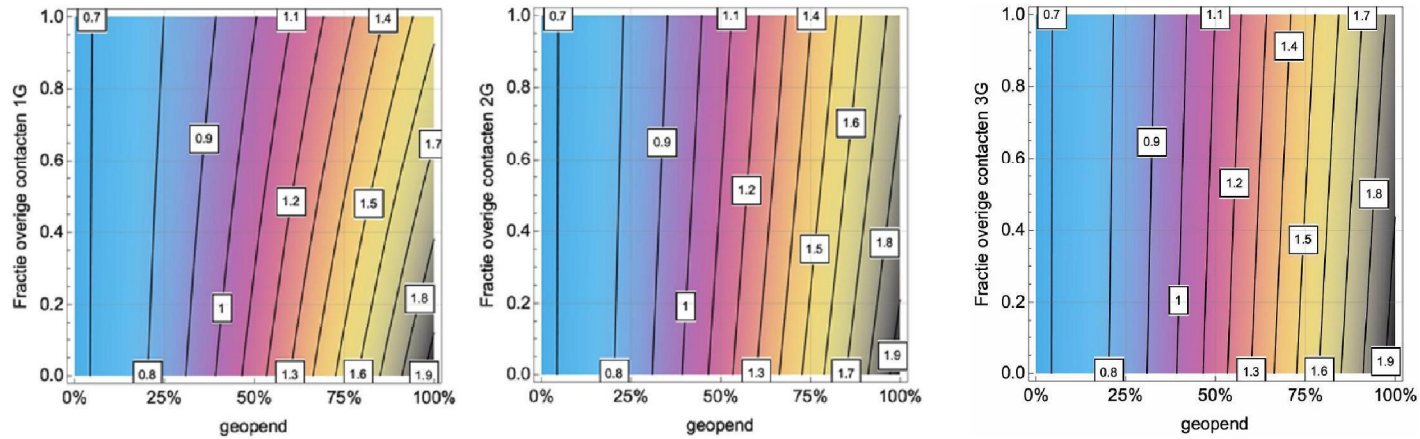
Voorbeeld 20 jan 2022: omicron dominant, Re 1,15; andere parameters als voor omicron



CTB op andere locaties dan thuis, school **en werk** (voorbeelden zijn horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).

In deze analyses is compenserend gedrag niet meegenomen

Voorbeeld 20 jan 2022: omicron dominant, Re 1,15; andere parameters als voor omicron

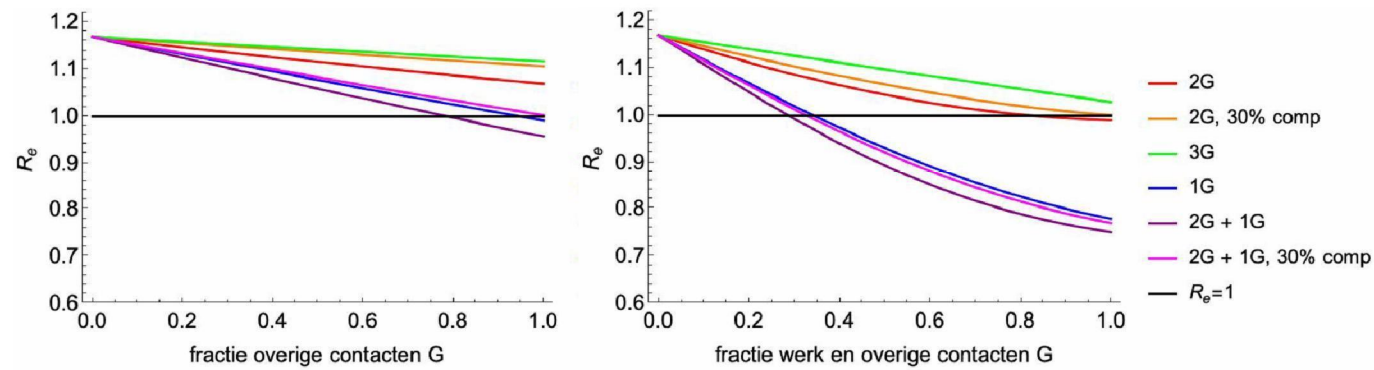


CTB op andere locaties dan thuis en school (voorbeelden zijn **werk** horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).

In deze analyses is compenserend gedrag niet meegenomen

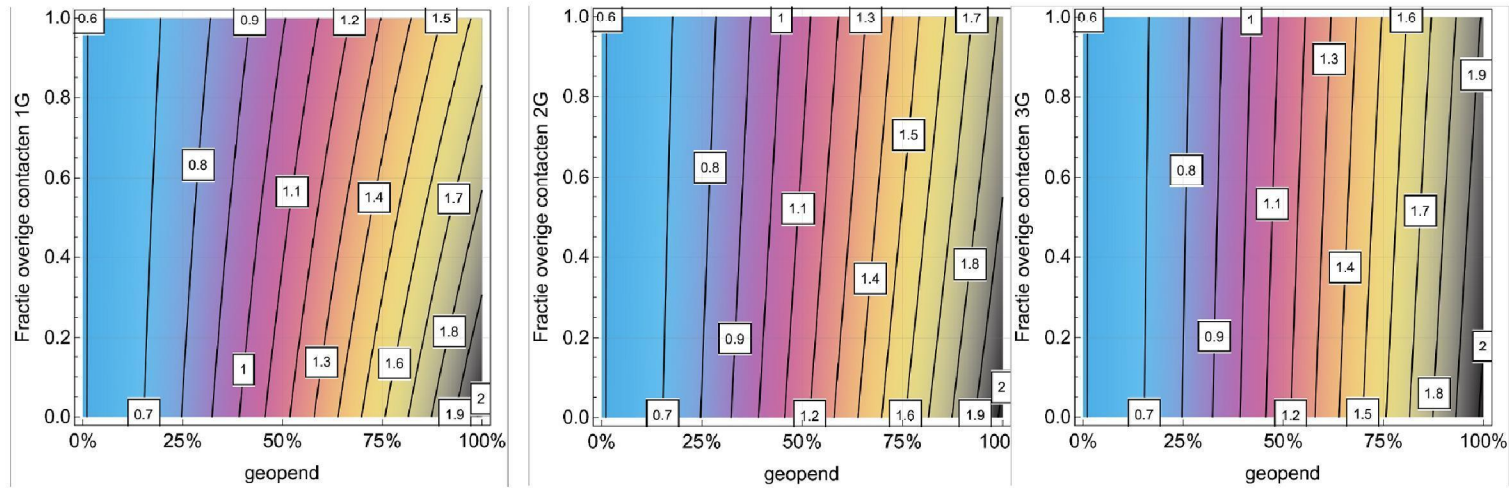
Update 4 Feb 2022 (omikron)

- $R_e = 1.17$
- VE tegen infectie met Omikron 68% voor vaccin+booster; 25%-30% voor vaccin/doorgemaakte infectie (booster -).



Update 4 Feb 2022 (omikron)

- $Re = 1.17$; VE tegen infectie met Omikron 68% voor vaccin+booster; de 25%-30% voor vaccin/doorgemaakte infectie (booster -).

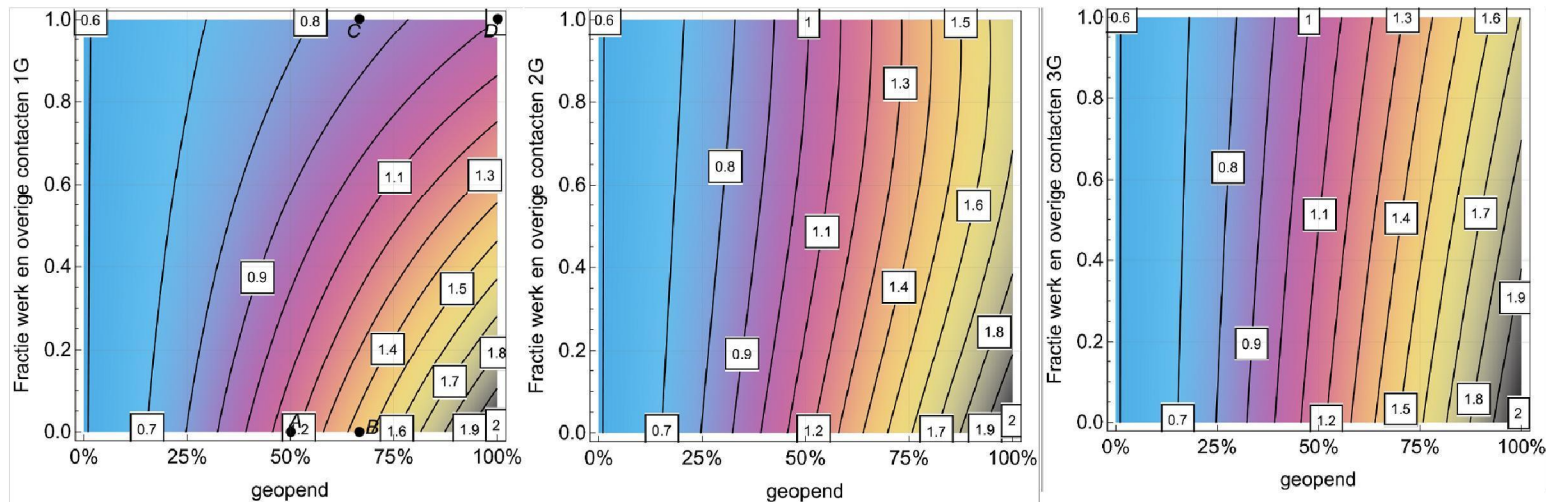


CTB op andere locaties dan thuis, school **en werk** (voorbeelden zijn horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).

In deze analyses is compenserend gedrag niet meegenomen

Update 4 Feb 2022 (omikron)

- $Re = 1.17$; VE tegen infectie met Omikron 68% voor vaccin+booster; de 25%-30% voor vaccin/doorgemaakte infectie (booster -).



CTB op andere locaties dan thuis en school (voorbeelden zijn **werk** horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen).

In deze analyses is compenserend gedrag niet meegenomen

Maximale effect van CTB-beleid

- $Re = 1.17$
- VE tegen infectie met Omikron 68% voor vaccin+booster; 25%-30% voor vaccin/doorgemaakte infectie (booster -).

Bij 100% openstelling, reductie Re waarde:

	Overige contacten	Overige contacten+werk
• 1G	18.9%	50.3%
• 2G	10.3%	17.6%
• 3G	5.5%	15.9%