

5 Modelwereld vol ziektes

LEERDOELEN

- 1 Je kan op basis van het reproductiegetal R_0 aangeven hoe snel een infectieziekte verspreidt.
- 2 Je kan met behulp van modellen en bepaalde parameters uitspraken doen over het ziekteverloop in een populatie.
- 3 Je kan met behulp van een model uitspraken doen over de minimale vaccinatiegraad die nodig is om een grote uitbraak te voorkomen.



Figuur 1: Het infectieziektemodel van De Volkskrant

In 2020 brak het coronavirus uit in Nederland en hierdoor moest iedereen met ziekteverschijnselen thuisblijven. Stel je voor dat een scholier wel ziek naar school ging. Hoe snel zou de ziekte zich dan verspreiden op zijn school? En wat als er wel een vaccin was? Bij het voorspellen hoe een virusuitbraak verloopt heb je te maken met veel verschillende variabelen die van invloed zijn. Je gaat nu kennismaken met een model (<https://edu.nl/wvr4h>) dat de verspreiding van infectieziekten laat zien. De stipjes stellen leerlingen op een schoolplein voor.

Opdracht

- 1 Bekijk het model op: <https://edu.nl/wvr4h> of zie de QR-code hierboven. Welke kleuren stippen zijn er? Waar staan de verschillende kleuren voor? Voor het volgen van het verhaal is het noodzakelijk om een legenda te maken en bij de hand te hebben, gebruik onderstaande opzet om de juiste kleur bij de juiste stadia van de ziekte te zetten. We hebben het eerste bolletje alvast voor je ingevuld.

Legenda

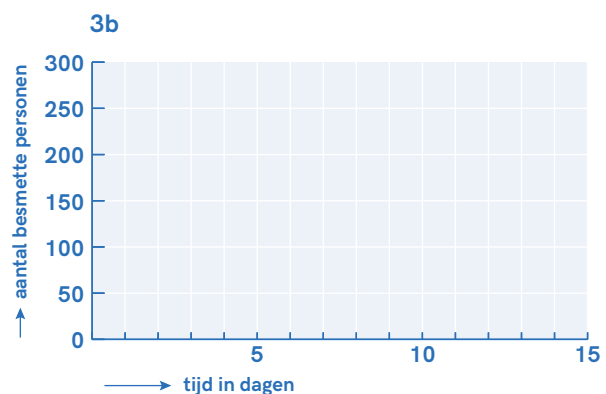
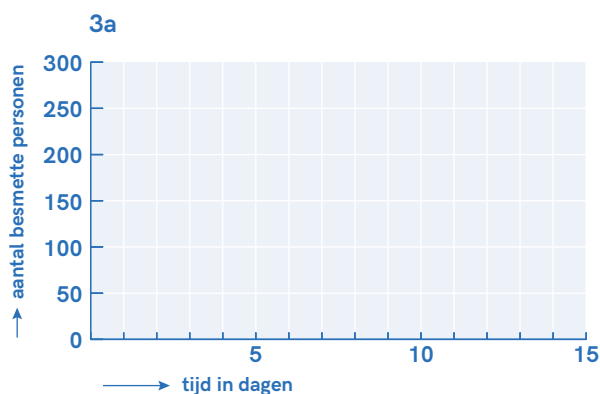
	Vatbaar				
					

- 2a** Bij het opzetten van de legenda heb je misschien al gezien welke mogelijk stadium van een ziekte voorkomt maar niet in het model zit. Welk stadium is dit?

- b** In het model bestaat de categorie 'vatbaar'. In de omschrijving staat dat dit gaat om niet gevaccineerde schoolkinderen. Als we dit opschalen naar Nederland bestaat deze groep naast mensen die bewust niet gevaccineerd willen worden uit nog een andere groep. Welke groep is dit?

- 3** In het model kan je kiezen uit verschillende ziektes van snelle verspreiders tot langzame verspreiders (links bovenin). Rechts onderin kan je in de grafiek zien hoeveel zieke en besmette mensen er zijn (y-as). Op de x-as vind je het aantal dagen, je mag aannemen dat 1 streepje 1 dag weer geeft. In deze opdracht gaan we kijken wat het verschil is tussen snelle en langzame verspreiders op het verloop van het aantal zieken.

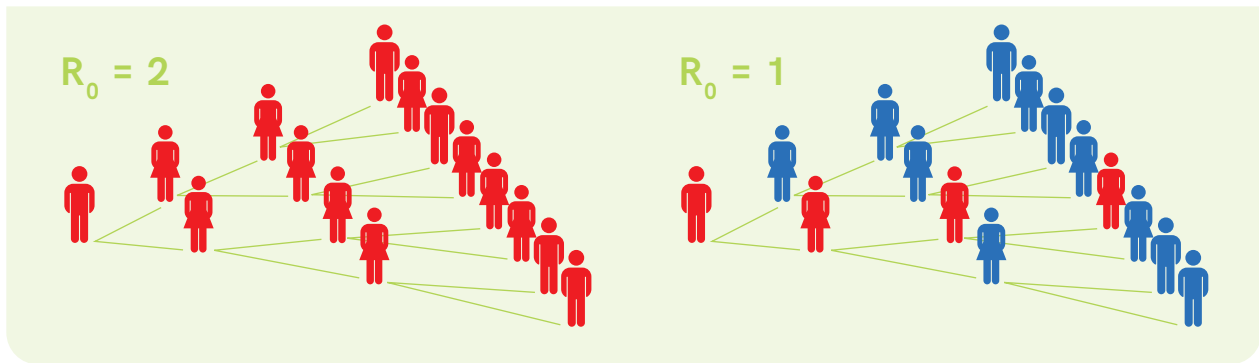
- a** Zet de vaccinatiegraad op 0 en kies voor de mazelen. Laat het model lopen. Neem hieronder de grafiek over. Let op! De y-as verandert tijdens de simulatie.
- b** Laat de vaccinatiegraad op 0 staan en kies voor difterie. Neem hieronder grafiek over, gebruik hierbij dezelfde schaalverdeling als bij vraag 3a.



- c** Vergelijk de twee grafieken, en beschrijf twee verschillen tussen de grafieken die worden veroorzaakt door het verschil in snelheid van verspreiding.

→ Reproductiegetal R_0

Epidemiologen noemen de mate waarin een ziekte succesvol is in het verspreiden het basaal reproductiegetal. In het dagelijks leven wordt dit getal meestal R_0 (spreek uit R-nul) of besmettingsgetal genoemd. De R_0 -waarde geeft aan hoeveel andere mensen een ziek persoon 'succesvol' gemiddeld besmet. Een R_0 -waarde van drie betekent dus dat als jij ziek bent je gemiddeld 3 andere mensen besmet.



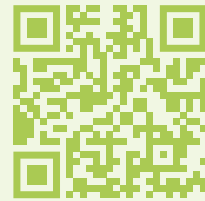
- 4a Bekijk de video over de R_0 -waarde. Welke infectieziekte uit het model verwacht je dat de hoogste R_0 -waarde heeft?

- b Zoek de R_0 -waarden van de infectieziekten uit het model op en noteer ze in de tabel.

Infectieziekte	R_0 -waarde

- c Het reproductiegetal (R_0) kan in sommige gevallen worden verlaagd (maar dus niet verdwijnen) door bijvoorbeeld je handen regelmatig te wassen. Geef in de grafiek van de mazelen uit vraag 3b aan wat je verwacht als de leerlingen op het schoolplein allemaal braaf regelmatig hun handen gaan wassen.
- d Met behulp van handen wassen kan de R-waarde van sommige infectieziekten worden beïnvloed. Geef ten minste twee redenen waarom handen wassen verspreiding van infectieziekten niet volledig kan voorkomen.

→ **R_0 -waarde**
Bekijk de video.



→ Formule reproductiegetal R_0

$$R_0 = \frac{\beta N}{\sigma} = \beta N D$$

- β de besmettingskans per contact
 N het gemiddeld aantal contacten per tijdseenheid
 σ de genezingsnelheid
 D de infectieduur ($\sigma = 1/D$)
 R_0 een dimensieloos getal

- e Ten gevolge van de coronacrisis ontstond de 'anderhalvemetersamenleving', een maatregel om de R_0 -waarde van het Sars-Cov-2 virus in te perken. Welke variabele(n) in de formule om R_0 te bepalen verwacht je dat verandert door *social distancing*? Worden de variabele(n) hoger of lager?

- f Een ziekte verdwijnt als de R_0 -waarde onder de 1 zakt. Leg dit uit.

→ Vraag 5: SIR model

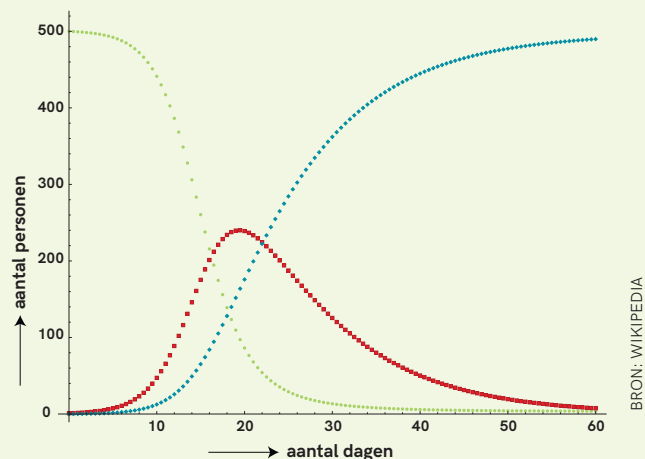
Naast het werken met De R_0 -waarden probeert men epidemieën te voorspellen met een zogeheten ziekte-compartimentmodel zoals het SIR model. Bij dit SIR model worden drie compartimenten (groepen) onderscheiden. **S** staat voor alle *suceptible* mensen oftewel de mensen die vatbaar zijn voor de ziekte. **I** staat voor *infectious*, dit zijn de mensen die ziek én besmettelijk zijn. **R** staat voor *recovered*, deze personen zijn weer beter en niet meer besmettelijk. In het SIR model gaat men ervan uit dat immuniteit optreedt. De mensen uit compartiment R zijn dus immuun en kunnen de ziekte niet meer krijgen. De snelheid waarmee mensen in het model van het ene compartiment (S of I) naar het andere compartiment (I of R) verplaatsen kan samengevat worden in de volgende formule:

$$S \xrightarrow{\lambda} I \xrightarrow{\sigma} R$$

λ geeft hierin de infectiekracht weer,
 σ heeft te maken met de infectieduur.

Hiernaast zie je een weergave van een epidemie volgens het SIR model:

- **S** vatbaar
- **I** besmettelijk
- **R** genezen



- 5a Op welk punt is de epidemie op zijn hoogtepunt in de grafiek bij het SIR model hierboven?

- b** Het aantal geïnfecteerden (I) op een bepaald tijdstip hangt af van het verband met het aantal mensen dat vatbaar is (S) en de infectiekracht. Hoe noemen we een dergelijk verband?

- c** Terug naar het model en je legenda van vraag 1. Welke groep(en) uit het model horen bij compartiment S , welke bij I en welke bij R ?

Legenda

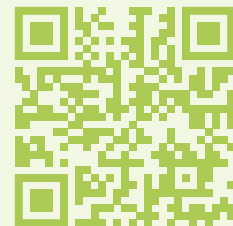
	Vatbaar	S
		
		
		
		

- d** Geef aan waarom een epidemie, als we het SIR model aanhouden vanzelf zal uitdoven?

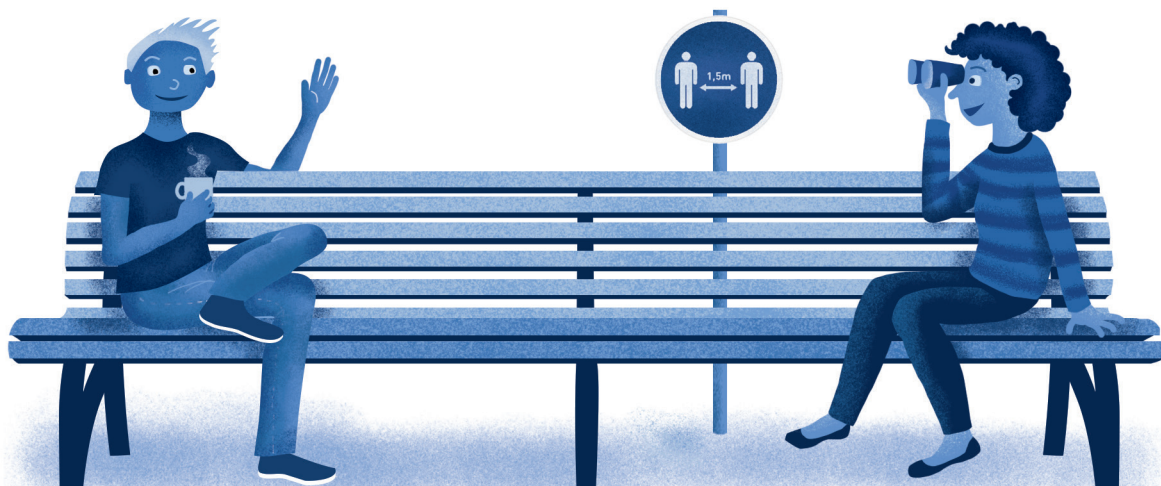
- e** Bekijk de video over het belang van maatregelen nemen tijdens een epidemie. Leg uit waarom je bij het uitbreken van een epidemie, zelfs als immuniteit optreedt, maatregelen zou willen treffen.

→ Video

Bekijk de **video** over het belang van maatregelen nemen tijdens een epidemie.



- f** In het SIR model zijn er twee variabelen die bepalen hoe snel of wanneer mensen in het model van het ene compartiment naar het andere compartiment overgaan: de infectiekracht en de infectieduur. Leg van beide variabelen uit hoe ze invloed hebben op de R_0 -waarde.

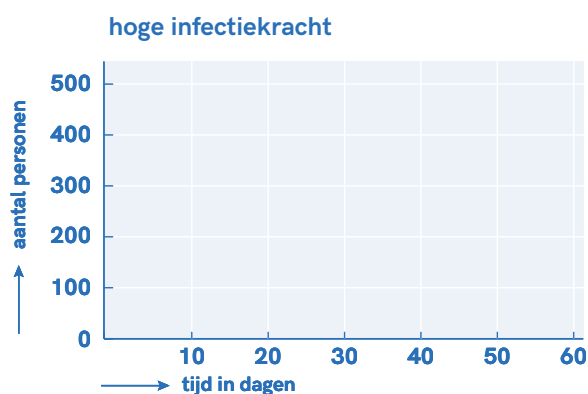
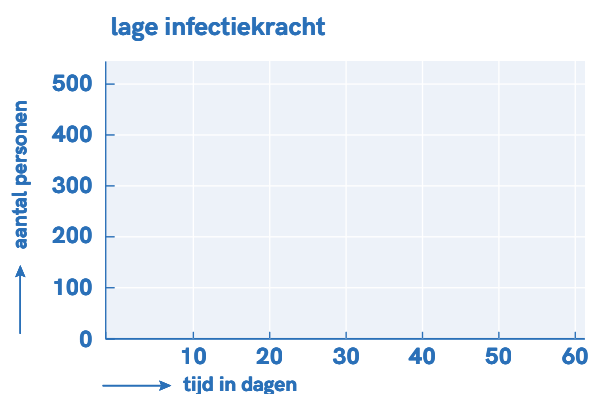


- g *Social distancing* heeft effect op de infectiekrachtwaarde in het SIR model. Teken schematisch het verloop van de compartimenten S, I & R bij een lage en een hoge **infectiekracht**. Gebruik groen voor S, rood voor I en blauw voor R.

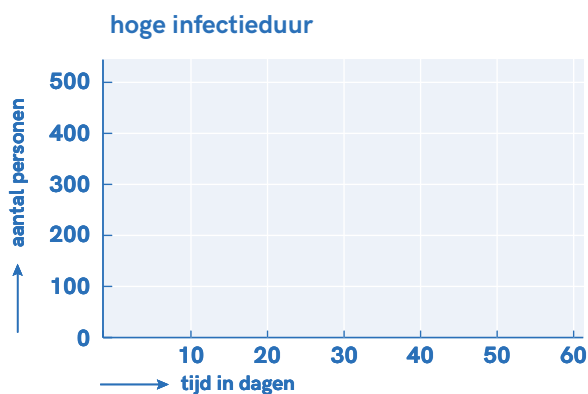
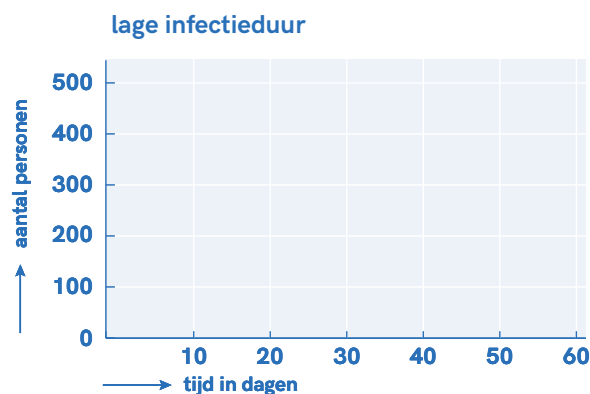


Tip

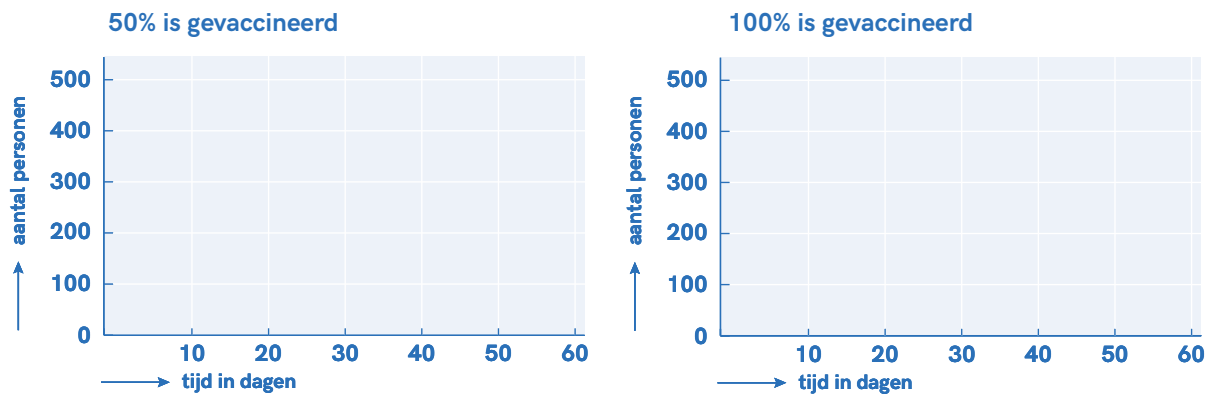
Gebruik je antwoorden uit vraag 3 en check je voorspelling op [deze site](#).



- h Teken nu schematisch het verloop van de compartimenten S, I en R bij een lage en een hoge **infectieduur** van de ziekte.



- i In het SIR model hierboven zie je hoe een epidemie binnen een groep van 900 mensen verloopt. Stel je twee andere scenario's voor:
- 1 50% van de populatie is gevaccineerd.
 - 2 100 % van de populatie is gevaccineerd.
- Teken schematisch hoe je verwacht dat de ziekte nu zal verlopen.



→ Vaccinatiegraad

De vaccinatiegraad is het aandeel (percentage) zuigelingen, kleuters en schoolkinderen dat de vaccinaties uit het Rijksvaccinatieprogramma krijgt. Het percentage wordt berekend per geboortecohort.

PDF →



- 6a** Pak weer het infectieziektemodel erbij van vraag 1 t/m 4. Bekijk hoe de vaccinatiegraad het verloop van de ziekte beïnvloedt. Aan de linkerkant kan je de vaccinatiegraad veranderen. Test met behulp van het model wat de minimale vaccinatiegraad moet zijn voor het voorkomen van een uitbraak van (1) difterie en (2) de mazelen.

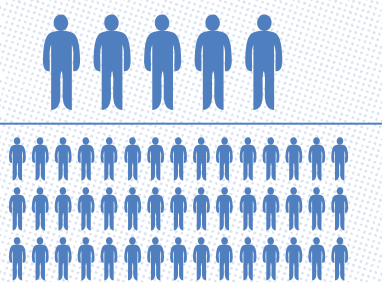
minimale vaccinatiegraad difterie:

minimale vaccinatiegraad mazelen:

- b** Gebruik de R_0 -waardes van de mazelen en difterie uit vraag 4d. Welk verband zie je tussen de minimale vaccinatiegraad uit 6a en de R_0 -waarde? Leg je antwoord uit met behulp van het concept groepsimmunitet.

- c** Scroll naar beneden in het model tot je een kaart ziet van de vaccinatiegraad van verschillende gemeentes. Welke gemeentes hebben kans op een mazelen epidemie? Licht je antwoord toe.

- d** De griep heeft een hogere R_0 -waarde dan bijvoorbeeld difterie. Waarom vaccineren we niet iedereen tegen griep, maar wel tegen difterie?

$$\text{CFR} = \frac{\text{aantal mensen dat sterft aan een infectieziekte}}{\text{aantal mensen die besmet zijn met die infectieziekte}} = \frac{5}{25}$$


→ Video CFR

Bekijk de **video** over CFR.



- e Bekijk de video over CFR (*case fatality rate*). Waarom is de CFR-rate belangrijk bij het bepalen om te gaan vaccineren of andere maatregelen te treffen om verspreiding van een infectieziekte te voorkomen?

- f In alle modellen die hier besproken zijn is het compartiment *overleden* niet meegenomen. Leg uit hoe de grafiek er uit zou zien als je de *overledenen* wel mee zou nemen in het model. Check je antwoord eventueel met behulp van het model hiernaast.

→ Check

Check je antwoord **hier**.



- g Naast de CFR waarden kunnen er nog meer redenen zijn om te bepalen of een vaccin noodzakelijk is. Noem er twee.
