havo/vwo
BOVENBOUW

# Leren over vaccineren.nl

**Voor je ligt de lessenserie Leren over Vaccineren voor de bovenbouw havo en vwo. Samen met een team van biologiedocenten en het RIVM is deze lessenserie tot stand gekomen. Het bestaat uit 7 hoofdstukken met opdrachten die aansluiten bij de examenstof over het immuunsysteem. Ook zijn er twee meer vakoverstijgende opdrachten waarbij het verloop van een infectieziekte in een populatie gemodelleerd wordt en er gerekend wordt met DALY's, een maat voor de ziektelast van een infectieziekte. De lessen zijn ook prima afzonderlijk in te zetten, bijvoorbeeld als praktische opdracht.**

**Heb je vragen of suggesties ter verbetering? Mail dan naar Tycho (malmberg@nibi.nl) dan kunnen we het lesmateriaal nog beter maken!**

**Veel plezier ervan!**


| | |
|---|---|
| Tycho Malmberg | *NIBI - Nederlands Instituut voor Biologie* |
| Martine Kalisvaart | *Pax Christi College Druten* |
| Marie Louise Goudeau | *Universiteit Utrecht* |
| Linda Visser | *Het Schoter Haarlem* |
| Liesbeth Pronk | *Almere College Dronten* |
| Ton Schijvens | *Haags Montessori Lyceum* |
| Demelza Gudde | *Marnix Gymnasium Rotterdam* |



## Colofon

Dit is een uitgave van het NIBI, te gebruiken voor onderwijsdoeleinden.
**Vormgeving:** Annemarie Roos
**Animatie:** Jeroen B. de Jong
**Filmmaker:** Leendert Oostlander


**Copyright:** NIBI, Utrecht december 2024

# Inhoud

1 Inleiding en colofon

4 Overzicht lessenserie en tijdsinvestering

6 Antwoorden

28 Instructie en tips

33 Goede bronnen en filmpjes

## Extra

Check de extra docentenbijlage voor klassen met veel jongeren met een Islamitische achtergrond.



# Overzicht lessenserie en tijdsinvestering

| | Opdracht | Wat doen de leerlingen? | Benodigde tijd |
|---|---|---|---|
| 1 | Film kijken | Met de klas 3 korte films en een animatie kijken. Ze maken kennis met Joost van de Ven die HPV-kanker heeft gehad, met oncoloog Nienke van Trommel die over HPV en de HPV-vaccinatie verteld en met Elly van Riet die praat over vaccinontwikkeling. De animatie laat de ontwikkeling van een vaccin zien. | **50 minuten**<br>Film 1 (8 minuten), film 2 (12 minuten), kijkvragen (20 minuten) opdracht 3 (10 minuten) |
| 2 | HPV-vaccinatie in het nieuws | Ze lezen vier nieuwsbronnen over HPV en noteren de voor- en nadelen van de HPV-vaccinatie. Daarna beargumenteren ze of ze de HPV-prik willen nemen. | **30 minuten**<br>Vier bronnen lezen (20 minuten), argumenten opschrijven (10 minuten) en opschrijven eigen mening (5 minuten) |
| 3 | Je afweer geknipt en geplakt | Met behulp van *BINAS* tabel 84L Humorale en cellulaire immuniteit (5e en 6e editie) of *Sciencedata* 32.9 (Werking van systematische immuniteit) worden plaatjes en tekst in de juiste volgorde en van juiste bijschriften voorzien zodat een strip ontstaat over de humorale en cellulaire immuniteit. | **45 minuten**<br>Tekst aanvullen (15 minuten) volgorde bepalen (15 minuten) afronden (15 minuten) |
| 4 | Snap de bijsluiter | Ze vergelijken de bijsluiters met daarin de ingrediënten en bijwerkingen van het HPV-vaccin Cervarix met die van paracetamol en vormen zo een beeld over de risico's van medicijnen en vaccins. | **75 minuten**<br>Bijsluiters lezen + opdracht 1, 2, 3 (45 minuten), opdracht 4 (30 minuten) |
| 5 | Hoe erg is een infectieziekte? | Ze leren over de ziektelast van infectieziekten die uitgedrukt wordt in de eenheid DALY. Om de opdrachten te kunnen maken moeten ze grafieken lezen en interpreteren. | **60 minuten**<br>opdracht 1 (15 minuten) grafieken (45 minuten) |
| 6 | Modelwereld vol ziektes | Met behulp van een eenvoudig model op internet beantwoorden ze vragen. Hier wordt de infectie in een populatie gesimuleerd bij een bepaalde vaccinatiegraad. Ook worden er filmpjes met korte colleges bekeken en vragen beantwoord over het reproductiegetal R. Ook het SIR model komt aan bod. | **120 minuten**<br>deel 1 - t/m opdracht 4 (60 minuten) deel 2 - vanaf opdracht 5 (60 minuten) |
| 7<br>8 | Vaccinatie in een kinderboek /<br>Stop-motionfilm immunisatie | In deze praktische opdracht maken ze een kinderboekje/ stopmotion-film met uitleg over hoe vaccins werken of andere vormen van immunisatie. | **120-180 minuten**<br>Verhaal en tekeningen maken voor kinderboek (120 minuten)<br>Storyboard en filmpje maken (180 minuten) |



| Leerdoelen | Voorbereiding / benodigdheden |
|---|---|
| 1 Kennismaken met de mogelijke gevolgen van HPV-kanker bij mannen. | Internetverbinding en scherm met geluid om film af te spelen.Links naar de films:<br>Deel 1: **https://youtu.be/_67Fp71PA4Q**<br>Interview Joost: **https://youtu.be/sXXsU2Ql-_U**<br>Deel 2: **https://youtu.be/eOznX6pXClQ**<br>Animatie: **https://youtu.be/iy2zri-wT0o** |
| 2 Eigen mening vormen en reflecteren op de mening van anderen. | Geen voorbereiding |
| 3 Leren welke typen cellen, zoals B-cel, T-Helpercel er betrokken zijn bij de cellulaire en humorale afweer. Bovendien leren ze zo de *BINAS* of *Sciencedata* tabellen goed lezen. Een vaardigheid die handig van pas komt bij het eindexamen. | Lijm, schaar en de werkbladen (zitten in het gedrukte lesboekje) |
| 4 Inschatten wat de risico's zijn bij het gebruik van medicijnen en vaccins en meer weten over de mogelijke bijwerkingen. | Internet zodat ze bijsluiters (pdf-bestanden) kunnen openen en lezen. |
| 5 Van tien ernstige infectieziekten zoals kinkhoest of HIV zoeken ze informatie op en vergelijken deze met elkaar. Ze leren over de eenheid DALY wat een maat is voor de ziektelast. Ze moeten grafieken lezen voor het maken van de opdrachten. | Internet om informatie op te zoeken op **www.rijksvaccinatieprogramma.nl** |
| 6 Leren om met behulp van modellen en bepaalde parameters uitspraken doen over het ziekteverloop in een populatie. | Internet om de modellen ( (**https://edu.nl/wvr4h**) te bedienen en filmpjes te bekijken. Het SIR model kan in Excel bestudeerd worden. |
| 7 Aan andere leerlingen kunnen uitleggen hoe Vaccins en ander vormen van immunisatie werken.<br>8 Leren hoe een vaccin gemaakt wordt en welke typen vaccins er zijn. | Spullen om een educatief kinderboekje/stop-motionfilm te maken.<br>Rubrics voor de beoordeling zitten bij de leerling-opdrachten. |

**Extra**

Check de extra docentenbijlage voor klassen met veel jongeren met een Islamitische achtergrond.

# Antwoorden

## 1 Film kijken

Film - deel 1





Interview

HPV (Humaan papillomavirus) kan kanker veroorzaken bij zowel mannen als vrouwen. Geneeskundestudent Erik Talens onderzoekt wat HPV is, hoe erg het is en hoe je HPV kunt voorkomen. Erik spreekt hierover met Joost van de Ven die kanker heeft gehad veroorzaakt door HPV. Ook gaat hij op bezoek bij gynaecoloog-oncoloog Nienke van Trommel van het NKI-AvL.

### Opdracht 1

Bekijk de film Leren over vaccineren bovenbouw deel 1: HPV (Humaan papillomavirus) **(https://youtu.be/_67Fp71PA4Q)** en het interview met Joost van de Ven **(https://youtu.be/sXXsU2Ql-_U)** en beantwoord onderstaande vragen.

**1a Hoe loop je een HPV-infectie op?**

HPV wordt via seks overgedragen. Het virus is erg besmettelijk: van iedere 100 seksueel actieve mannen en vrouwen worden er 80 besmet met het virus. Dit betekent dat 80 procent van deze mannen en vrouwen een keer besmet wordt met HPV. Bijna altijd wordt het virus door het eigen lichaam opgeruimd. Maar soms niet, dan kun je later in je leven (voorstadia van) kanker ontwikkelen.

**b Hoeveel mannen en hoeveel vrouwen ontwikkelen jaarlijks kanker door HPV?**

1100 vrouwen en 400 mannen.

**c Leg uit dat niet iedereen die besmet raakt met HPV (voorstadia van) kanker krijgt**

De meerderheid kan de infectie zelf weer opruimen. Bij een minderheid gebeurt dat niet. Zij kunnen onrustige cellen krijgen en een klein deel van de mensen krijgt kanker.

**d Hoe ontdekt een vrouw dat ze (voorstadia van) baarmoederhalskanker heeft?**

Via klachten zoals afwijkende afscheiding, bloed na seks of via bevolkingsonderzoek naar baarmoederhalskanker. (Waarvoor vrouwen iedere vijf jaar een uitnodiging krijgen vanaf 30 jaar).

**e Joost heeft een zware operatie gehad. Wat was er aan de hand?**

Joost heeft kanker gehad aan zijn hoofd-hals meer specifiek mond-keelkanker. Deze kanker was veroorzaakt door HPV.

**f Welke soorten kanker kunnen jongens krijgen van een HPV infectie?**
(Voorstadia van) kanker aan hoofd-hals (benoemt Joost van de Ven), peniskanker en anuskanker benoemt (Nienke van Trommel, de oncoloog).

**g Waarom heeft De Gezondheidsraad geadviseerd om de HPV-vaccinaties vanaf 9 jaar aan te bieden en óók de jongens te vaccineren?**
Na uitvoerig onderzoek heeft de gezondheidsraad geconcludeerd dat het HPV-vaccin ook kanker voorkomt bij jongens en een tweede voordeel is dat er minder HPV-infecties worden doorgeven als ook jongens gevaccineerd zijn.

**h Hoe kun je jezelf beschermen tegen een HPV-infectie?**
Je kunt je niet direct beschermen tegen het besmet raken met HPV (ook een condoom beschermt niet voor 100%), maar je kunt je wel door middel van een vaccinatie jezelf beschermen. Je afweersysteem kan dan een chronische infectie met de meest voorkomende HPV-virussen die met kanker geassocieerd worden voorkómen, zodat je er niet ziek van wordt.

**i Sommige jongeren laten zich niet inenten, omdat zij (of hun ouders) bang zijn voor bijwerkingen. Wat zegt deze arts over bijwerkingen van de HPV-vaccinatie?**
Ja, er zijn bijwerkingen: 'je kan koorts en/of pijn op de injectieplaats krijgen. Er zijn geen lange termijn effecten bekend. Zie voor meer bijwerkingen de bijsluiter van Cervarix. **https://rijksvaccinatieprogramma.nl/bijwerkingen/bijsluiters**

**j Heeft het zin de HPV-prik te halen als je al seks hebt gehad?**
Ja. Inenting heeft vooral zin als je nog niet met HPV besmet bent. Maar als je al seks hebt gehad ben je mogelijk nog niet besmet met één of beide typen HPV-virus. Dus ook dan heeft het zin om de prik te halen.

**k Moet je een vaccin uit het Rijksvaccinatieprogramma, zoals het HPV vaccin, zelf betalen?**
Nee, deze vaccins zijn gratis voor jongeren tot 18 jaar. Vaccinaties die niet binnen het Rijksvaccinatieprogramma vallen zijn niet gratis. Bijvoorbeeld vaccinaties die je nodig hebt als je naar het buitenland reist.

**l Heb je zelf nog een vraag over HPV of de HPV-vaccinatie? Schrijf die dan hieronder op.**

## Opdracht 2

Bekijk de film Leren over vaccineren bovenbouw deel 2: ontwikkeling van een vaccin en beantwoord onderstaande vragen.

**2a Het favoriete vaccin van Elly van Riet bestaat helaas nog niet. Beschrijf haar favoriete vaccin en leg uit waarom dit een ideaal vaccin zou zijn.**
Haar favoriete vaccin, is een vaccin dat voor alle relevante infectieziektes voor jonge kinderen bij jonge baby's in één keer toegediend kan worden. Het voordeel is dat je al op jonge leeftijd voor veel infectieziektes bent beschermd, je maar één keer een prik hoeft en je vanaf jonge leeftijd meehelpt met de groepsimmuniteit.

**b Waar moet bij het ontwikkelen van een vaccin , naast dat het veilig is en goed werkt, ook op gelet worden?**
Dat het op grote schaal geproduceerd moet kunnen worden en niet te duur is.

**c Hoe lang duurt het ontwikkelen van een vaccin?**
De ouderwetsere vaccins 10 tot 20 jaar, maar het corona RNA-vaccin borduurde voort op kennis over Sars en corona-virussen en is in ongeveer een jaar ontwikkeld.

**d Waarop wordt een nieuw vaccin op getest?**
Cellen, muizen en daarna mensen

**e Wat betekent de term: dubbelblind?**

Een deel van de proefpersonen krijgt een placebo en de artsen die het vaccin toedienen weten niet welke mensen dat zijn. Dus zowel de artsen als de proefpersonen weten niet wat ze toegediend krijgen. Hierdoor worden de resultaten van hoe men zich voelt objectief beschreven en zijn niet onder invloed van voorkennis of een placebo-effect.

**f Een vaccin heeft in vergelijking tot medicijnen minder bijwerkingen. Waarom is het extra belangrijk dat er bij vaccins weinig tot geen bijwerkingen zijn?**

Vaccins worden toegediend aan gezonde mensen om te voorkomen dat mensen ziek worden. Bij medicijnen zijn mensen al ziek en is de bedoeling dat ze beter worden.

**g Wanneer weet je of een vaccin ook effectief is tegen een infectieziekte?**

Dat verschilt per vaccin. Je kunt dat pas weten als een grote groep gevaccineerde mensen de infectieziekte tegen komen. En sommige ziektes (bijvoorbeeld baarmoederkanker) komen pas veel later tot uiting.

**h Wanneer besluit de overheid of een vaccin in het vaccinatieprogramma komt?**

Als de gezondheidsraad hiervoor een advies geeft. De gezondheidsraad kijkt hierbij naar de Nederlandse situatie. Bedrijven die vaccins ontwikkelen zijn hier niet bij betrokken.

**i Wie zorgt ervoor dat in Nederland het vaccinatieprogramma ook wordt uitgevoerd en dat bijvoorbeeld jongeren een oproep voor een vaccinatie krijgen?**

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en de jeugdgezondheidszorg.

## Opdracht 3

Maak deze opdrachten na afloop van het bekijken van de films.

**3 Als er op mensen getest gaat worden zijn er vier testfasen. Verzin onderzoeksvragen bij elk van de vier fasen en zet die in de tabel achter elke fase.**

| Fase | Aantal mensen | Onderzoeksvragen |
|---|---|---|
| 1e fase | 40-70: gezonde proefpersonen vaak tussen de 18 en 35 jaar oud. | Is het vaccin veilig? Zijn er bijwerkingen? Welke dosering werkt het beste? |
| 2e fase | 100-350: ook ouderen en minder gezonde mensen | Hoe reageert het afweer systeem? Werkt het vaccin voldoende? |
| 3e fase | ± 30.000: een deel van de mensen krijgt een placebo (controlegroep). | Zijn er verschillen in effecten waar te nemen bij mensen met verschillende achtergronden, uit verschillende landen? |
| 4e fase | Iedereen die gevaccineerd is: vaccin is beschikbaar voor iedereen. | Zijn er effecten van het vaccin bij mensen met een bepaalde medische achtergrond of genetische aandoening? |

## Opdracht 4

De Britse plattelandarts Edward Jenner ontdekte als eerste een vaccin tegen pokken en publiceerde hierover in 1798. Hij had een nogal risicovolle manier om de werkzaamheid dit vaccin te testen.

**4a Zoek op hoe de arts Jenner dat onderzoek uitvoerde en leg uit waarom onderzoekers dat nu niet meer op deze manier doen.**

Jenner infecteerde een 8-jarig jongetje genaamd James Phipps met koepokken door vocht uit een koepokkenblaasje van een melkmeisje aan te brengen in twee sneetjes in de bovenarm. Omdat dit jongetje niet ziek werd, bewees hij hiermee de effectiviteit. Nu vinden "wij" dit zogeheten inoculeren niet meer ethisch verantwoord. Bovendien is het niet zonder risico's, in de blaasjes kunnen ook andere ziekten zitten.

**b Sommige mensen bieden zich wel aan als proefpersoon om zich te laten te infecteren, zoals bij het ontwikkelen van het vaccin tegen Covid-19. Vind je dat onderzoekers dit aanbod moeten aannemen? Geef je eigen mening hierover. Gebruik hiervoor minstens één biologisch argument.**

Eigen mening.

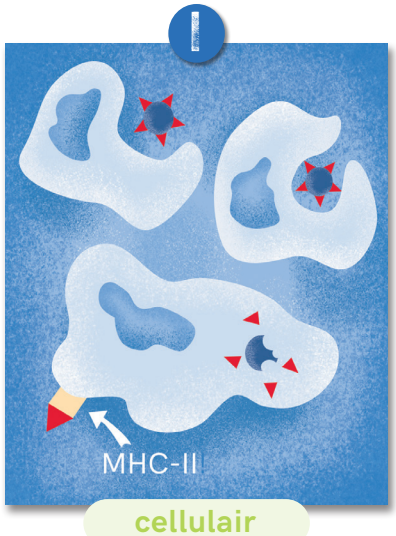
- biologisch argument vóór: je kan snel de effectiviteit met meer zekerheid vaststellen en daarna het vaccin snel inzetten.
- biologisch argument tegen: als het vaccin niet effectief is kan het mensen(proefpersonen) ernstig ziek maken die deze infectieziekte ook weer kunnen verspreiden.
- (Geen biologisch argument. Maar sommige covidvaccins zijn getest op jonge gezonden proefpersonen en zij ontvingen hier een geldbedrag voor (rond de 2000 euro).

## 2

Bij hoofdstuk 2 zijn de antwoorden afhankelijk van de mening van de leerling of zijn er geen kennisvragen.

## 3 Je afweer geknipt en geplakt

Leerlingen vullen de ontbrekende woorden in de bijschriften in en zoeken de juiste plaatjes erbij. Hieronder de plaatjes in de juiste volgorde met bijbehorend bijschrift.



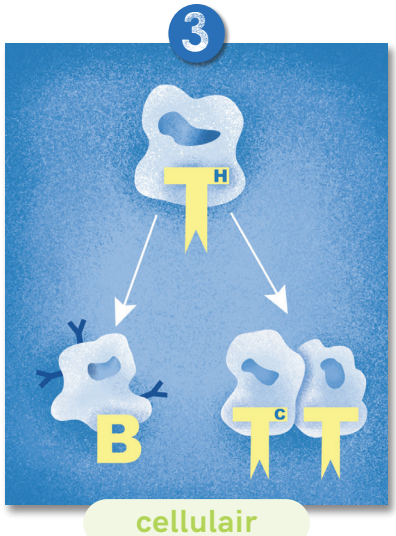

cellulair

Macrofagen of dendritische cellen nemen door middel van **fagocytose** ziekteverwekkers in zich op. De **antigenen** van deze ziekteverwekkers worden met een MHC-II eiwit aan de buitenkant van de cel gepresenteerd.



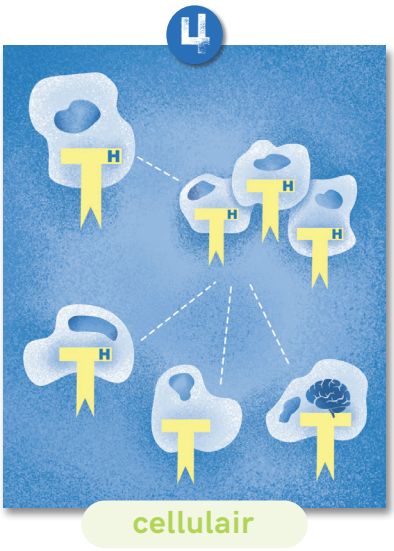

cellulair

Gepresenteerde antigenen aan het MHC-II eiwit van de macrofaag worden herkend door een specifiek type witte bloedcel:de **T-helpercel.**Uit verschillende inactieve T-cellen wordt de juiste geactiveerd.



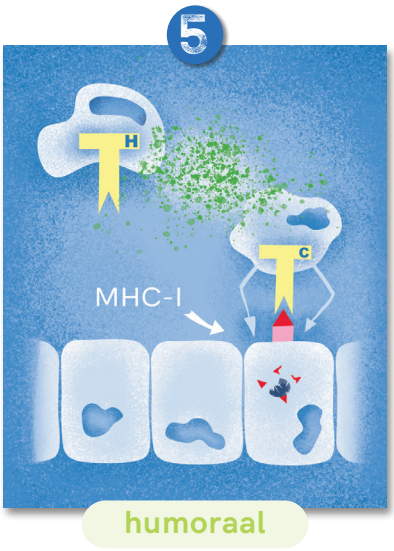

cellulair

Deze spin in het web stuurt zowel de cellen van de **humorale** afweer en de **cellulaire** afweer aan.



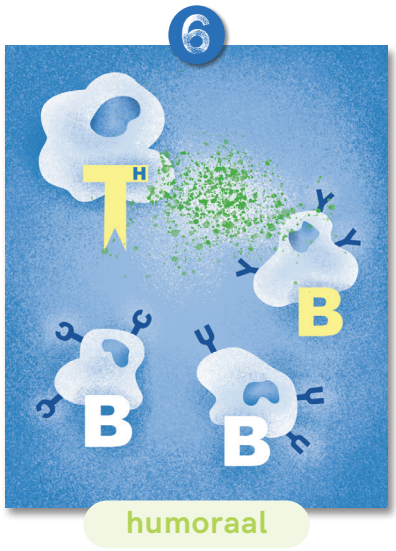

cellulair

De geactiveerde T-helpercellen **delen** zichzelf heel vaak en differentiëren zich in specialisten met verschillende taken in de cellulaire afweer. **T-geheugencellen** slaan bijvoorbeeld de nu opgebouwde kennis over het antigeen van deze ziekteverwekker op.



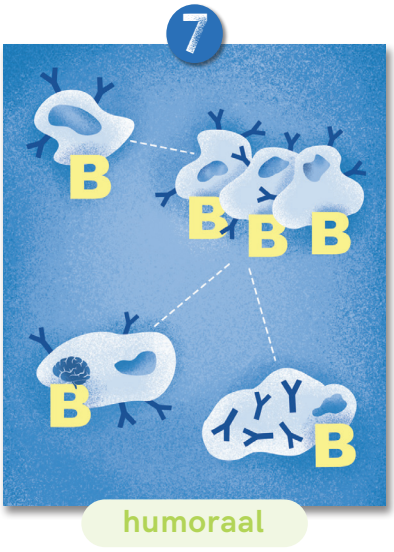

humoraal

Andere T-helpercellen activeren, met behulp van chemische stoffen, **cytotoxische T-cellen** die geïnfecteerde lichaamscellen **vernietigen**.Geïnfecteerde cellen worden herkend door antigenen die ze presenteren met behulp van het MHC-I eiwit.



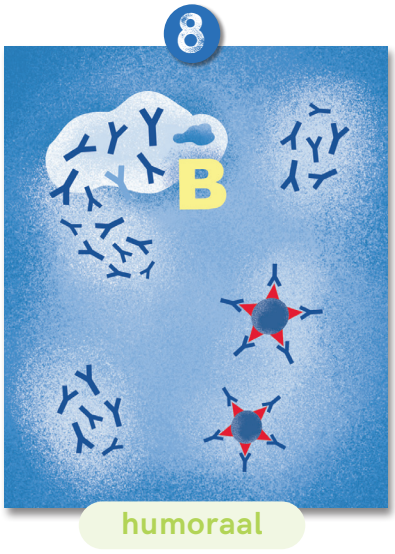

humoraal

De overige T-helpercellen **activeren** B-lymfocyten, een ander type witte bloedcel. Dit gebeurt wederom op basis van **antigeen-herkenning**, net als bij stap 2 van deze opdracht.




humoraal

Ook de B-lymfocyten vermeerderen zichzelf en specialiseren zich. Er ontstaan hierdoor twee typen: **plasmacellen** en **geheugencellen**. **Geheugencellen** en zorgen ervoor dat bij een volgende **infectie** met de ziekteverwekker met deze antigenen, snel de goede antistoffen kunnen worden gemaakt.




humoraal

De plasmacellen produceren veel **antistoffen** die passen op de antigenen van de ziekteverwekker. Deze **antistoffen** verspreiden zich door het hele lichaam om zo de **ziekteverwekkers** uit te schakelen.




humoraal

Het activeren van de juiste B- en T-cellen kost **tijd**. De ziekteverwekker deelt zich ondertussen waardoor de kans groot is dat je via natuurlijke **actieve immunisatie** ziek wordt. Bij **kunstmatige actieve immunisatie** krijg je een verzwakte ziekteverwekker ingespoten en wordt je meestal niet ziek.

**6 Leg in eigen woorden uit wat het verschil is tussen cellulaire en humorale afweer.**

Bij de cellulaire afweer zijn T-cellen betrokken. Dendritische cellen activeren de T-cellen die specifiek het antigeen (eiwit) van het micro-organisme herkennen. T-cellen bereiken via de bloedbaan de plek van infectie en helpen daar fagocyterende cellen de opgenomen micro-organismen te doden. Bij de humorale afweer zijn B-cellen betrokken die antistoffen produceren. Als een B-cel het specifieke micro-organisme herkent, verandert de cel in een plasmacel die antistoffen maakt. De antistoffen komen via het bloed op de plek van infectie en helpen daar de ziekteverwekker op te ruimen. Na elke besmetting worden er ook T- en B-geheugencellen gemaakt die snel kunnen reageren bij volgende besmettingen.

## Snap de bijsluiter

### Opdracht 1

Download de bijsluiters van paracetamol en Cervarix.
Lees beide bijsluiters globaal door. Je komt dan zes rubrieken tegen die je ook terugvindt in de fragmenten van de bijsluiters.

**1c Wanneer mag je volgens de bijsluiters beide medicijnen niet gebruiken?**

Als je allergisch bent voor één van de stoffen in het geneesmiddel.

**d Leg in je eigen woorden uit waarom je extra voorzichtig moet zijn met paracetamol als je lever niet goed werkt.**

Een van de functies van de lever is het afbreken van medicijnen. Als de lever niet goed werkt, breekt de lever medicijnen niet goed af. De medicijnen blijven dan (te lang) werkzaam in het lichaam.

**e Leg in je eigen woorden uit waarom je geen HPV-vaccin mag krijgen als je hoge koorts hebt.**

Dit om verwarring tussen ziekteverschijnselen en bijwerkingen van het vaccin te voorkomen. Bovendien kan het bij hoge koorts zijn dat het immuunsysteem minder goed functioneert en de aanmaak van geheugencellen minder goed verloopt waardoor het vaccin minder goed werkt.

### Opdracht 2

Bij rubriek 4 Mogelijke bijwerkingen van de bijsluiters, staan de mogelijke bijwerkingen van de geneesmiddelen. Noteer vier opvallende bijwerkingen van zowel paracetamol als Cervarix in onderstaande tabel. Vermeld ook hoe vaak de bijwerking voorkomt (bijvoorbeeld 1 op 1000 gebruikers).

**2a**

| | Paracetamol | Hoe vaak komt deze voor | Cervarix | Hoe vaak komt deze voor |
|---|---|---|---|---|
| **Bijwerking 1** | Hoofdpijn | <1:1000 | Hoofdpijn | Zeer vaak (1:10) |
| **Bijwerking 2** | Depressie, verwardheid en hallucinaties | <1:1000 | Koorts | Vaak (1:100) |

| | Paracetamol | Hoe vaak komt deze voor | Cervarix | Hoe vaak komt deze voor |
|---|---|---|---|---|
| **Bijwerking 3** | Leververgiftiging | <1:10.000 | Infectie van de bovenste luchtwegen | Soms (1:100 tot 1:1000) |
| **Bijwerking 4** | Acute gegeneraliseerde exanthemateuze pustulosis (AGEP) = een acute huiduitslag | Frequentie onbekend | Allergische reacties zoals jeuk, zwellingen, kortademigheid | Zeldzaam (Geen frequentie maar er zijn meldingen van) |

**b Welke bijwerking zou je het allerergst vinden om te krijgen? leg je antwoord uit.**

*Mogelijke bijwerkingen bij het slikken van paracetamol:*

Als je paracetamol slikt omdat je hoofdpijn hebt en je krijgt juist hoofdpijn is dat natuurlijk wel zuur. Maar depressie en hallucinaties zijn natuurlijk veel ergere bijwerkingen. Ligt er ook aan hoe sterk de hoofdpijn is. Een leververgiftiging is heel gevaarlijk omdat je lever een vitaal orgaan is.

*Mogelijke bijwerkingen bij de HPV-prik (Cervarix):*

Een ernstige allergische reactie is zeer vervelend en kan in het ergste geval leiden tot een anafylactische shock.

*Bij paracetamol lijken de bijwerkingen iets ernstiger:*

Bij Cervarix staan als meest ernstige bijwerkingen infectie luchtwegen, duizeligheid en harde knobbel, tinteling en doof gevoel. Bij paracetamol staan bloedafwijkingen, allergieën, afwijkende leverfunctie, jeuk en heftige keelpijn.

**c Zou je de geneesmiddelen zelf gebruiken na het lezen van de mogelijke bijwerkingen? Beredeneer waarom je ze wel of niet zou willen gebruiken en leg je antwoord uit met twee argumenten.**

Eigen mening. Als je het medicijn erger vindt (of de bijwerkingen van het medicijn) dan de kwaal dan kan het zijn dat je liever het risico op de ziekte neemt.



**d Waar staat CBG voor? En wat is hun slogan?**
CBG staat voor College ter Beoordeling van Geneesmiddelen.
Slogan CBG: Goede medicijnen.

**e Wat doet het Bijwerkingencentrum Lareb?**
Het Lareb verzamelt, registreert en analyseert meldingen over bijwerkingen en de nieuwe kennis wordt doorgegeven aan zorgprofessionals. Zo kan een bijsluiter worden aangepast of kunnen bijwerkingen voorkomen worden of tijdig herkend worden.

**f Waarom is het belangrijk om nieuwe bijwerkingen te melden?** Met deze kennis kan een inschatting gemaakt worden over de veiligheid en juiste werking van de medicijnen.

## Opdracht 3

**3a Zoek in de bijlsuiter op wat de werkzame stof is van het geneesmiddel Cervarix.**
Humaan papillomavirus type 16-L1-eiwit en humaan papillomavirus type 18-L1-eiwit

**b Sommige mensen zijn bang dat ze juist ziek worden van het vaccin omdat ze een verzwakt virus binnenkrijgen. Leg uit waarom deze angst ongegrond is voor Cervarix.**
Cervarix bevat alleen de eiwitten van de Humaan papillomavirus type 16 en 18. Van eiwitten krijg je geen baarmoederhalskanker.

**c In hoofdstuk 1 en 2 heb je kennis gemaakt met de werking van het immuunsysteem en vaccins. Leg nu in eigen woorden uit hoe de werkzame stoffen in Cervarix ervoor zorgen dat je immuun wordt voor het humaan papillomavirus.**
De antigenen komen je bloedbaan binnen en hierdoor komt er een immuunreactie op gang met B en T-cellen. De B-cellen zullen antistoffen gaan produceren. Ook worden er B en T-geheugencellen gemaakt zodat bij een infectie met HPV het HPV-virus wordt bestreden.

## Opdracht 4

Als je een idee hebt van hoe vaak bijwerkingen bij een geneesmiddel optreden kun je afwegen of je een geneesmiddel wel of niet wil gebruiken. Je kunt dit voor de HPV-vaccinatie bij meisjes zichtbaar maken met een staafdiagram. Door de nogal uiteenlopende grootte van de gegevens levert dit geen mooie staafdiagram op.

**4b Als de staafdiagram levensgroot hebt gemaakt kun je op een betere basis een uitspraak doen of de bijwerkingen opwegen tegen de nadelen va de HPV-vaccinatie. Beschrijf welke uitspraken je over de staafdiagram kunt doen.**
Bij een gang van 60 meter heb je 60 centimeter bijwerkingen (1/1000 * 60m) zoals pijn of ongemak op de plaats van de injectie, 6 centimeter klachten als misselijkheid en braken, 0,6 cm klachten als infectie van de bovenste luchtwegen en duizeligheid.
Tegenover alle bijwerkingen staan ook nog een aantal mensen die door de vaccinatie geen baarmoederhalskanker of kanker aan de voortplantingsorganen krijgen. Dat zijn in de geval de baten.

**c Wat vind jij? wegen de kosten op tegen de baten, kortom is het medicijn erger dan de kwaal of juist niet. Leg je antwoord in eigen woorden uit. Bespreek met je klas de antwoorden en ga een gesprek aan over je laatste antwoord.**
Bespreek met je klas de antwoorden en ga een gesprek aan. Het KWF kankerfonds, het RIVM en nog wat instanties zeggen dat er 200 doden per jaar voorkomen kunnen worden als de HPV-vaccinatiegraad hoog is de komende jaren. Dan staan de bijwerkingen die af en toe voorkomen zoals misselijkheid en braken natuurlijk niet in verhouding tot het krijgen van kanker of zelfs het overlijden aan kanker.

# 5 Hoe erg is een infectieziekte?

## Opdracht 1

**1a In de tabel hieronder vind je de namen en beschrijvingen van tien ernstige infectieziekten. Zoek op RIVM de infectieziekte op en vul de ontbrekende gegevens in de tabel aan. Geef, zoals bij kinkhoest is gedaan ook aan of het vaccin in het Rijksvaccinatieprogramma zit (RVP). Zie www.rijksvaccinatieprogramma.nl**

| Infectieziekte | Omschrijving | Vaccin ja/nee | Virus of bacterie |
|---|---|---|---|
| **Influenza** | Influenza ofwel de griep is een virusinfectie die koorts, hoesten en snotterigheid veroorzaakt. | Ja | Virus |
| **HIV-infectie** | Het humaan immunodeficiëntievirus is een snel muterend retrovirus dat de ziekte Aids veroorzaakt. Het is een SOA die zicht verspreid via onbeschermde seks en bloed-bloed contact. | **Nee | Virus |
| **Kinkhoest** | Kinkhoest, ook bekend als pertussis, is een ziekte die wordt veroorzaakt door een bacterie. Mensen kunnen elkaar besmetten door hoesten. Kinkhoest is vooral gevaarlijk voor jonge baby's. Die kunnen heel benauwd worden en uitgeput raken. In Nederland overlijden bijna ieder jaar één of twee baby's aan kinkhoest. | Ja (*RVP) | Bacterie (*Bordetella pertussis*) |
| **Lyme borreliose** | De ziekte van Lyme wordt veroorzaakt door de bacterie Borrelia burgdorferi. De ziekte van Lyme kun je via de beet van een besmette teek oplopen. De teek wordt besmet als hij bloed zuigt bij kleine (knaag)dieren of vogels die de bacterie bij zich kunnen dragen. Wanneer een teek later bloed van mensen zuigt, kan de bacterie op de mens overgedragen worden. Ongeveer 1 op de 5 teken draagt de bacterie bij zich. | Nee | Bacterie (*Borrelia burgdorferi* o.a.) |
| **Norovirusinfectie** | Het norovirus is een zeer besmettelijk virus dat 'buikgriep' veroorzaakt (een ontsteking van het maagdarmkanaal). Per jaar krijgen ongeveer 4,5 miljoen Nederlanders buikgriep, waarvan ongeveer een half miljoen gevallen wordt veroorzaakt door het norovirus. | Nee | Virus |

*Vaccinatie uit het Rijksvaccinatieprogramma

** Al decennialang trachten onderzoekers een vaccin tegen HIV te ontwikkelen. Inmiddels worden wereldwijd verschillende kandidaatvaccins in grote klinische studies onderzocht.

| Infectieziekte | Omschrijving | Vaccin ja/nee | Virus of bacterie |
|---|---|---|---|
| **Chlamydia** | Chlamydia is een seksueel overdraagbare aandoening die wordt veroorzaakt door een bacterie (). De bacterie veroorzaakt infectie van de urinebuis, baarmoederhals, endeldarm of keel. De infectie kan zich uitbreiden naar de bijballen, baarmoeder of eileiders. | Nee | Bacterie (*Chlamydia trachomatis*) |
| **Meningokokken-ziekte** | Meningokokkenziekte is een ziekte die wordt veroorzaakt door een bacterie, de meningokok. Van deze bacterie bestaan meerdere typen. De typen A, B, C, W en Y zijn de bekendste. Als de bacterie in je neus zit kun je een ander besmetten zonder zelf ziek te zijn. De bacterie wordt via de lucht, door hoesten en niezen, of door zoenen van mens op mens overgedragen. | Ja (*RVP) | Bacterie (*Neisseria meningitidis*) |
| **Q-koorts** | Q-koorts is een infectieziekte die van dieren kan overgaan op mensen. In Nederland zijn besmette melkgeiten en melkschapen de bron van de ziekte bij mensen. | Wel (niet voor mensen, wel in Australië) | Bacterie (*Coxiella Burnetii*) |
| **Mazelen** | Mazelen wordt veroorzaakt door een virus. Dit virus is zeer besmettelijk en wordt via de lucht, door hoesten en niezen overgedragen. Een kind kan bijvoorbeeld besmet raken door een klasgenoot met mazelen. Of je raakt besmet door langs iemand te lopen in de supermarkt die besmet is. Je kunt mazelen oplopen als je geen mazelen gehad hebt of niet tegen mazelen ingeënt bent. Heel soms krijgt iemand die is ingeënt, toch mazelen. Je wordt dan meestal wel minder ziek. | Ja (*RVP) | Virus |
| **Tetanus** | Tetanus wordt veroorzaakt door de bacterie *Clostridium tetani*. De tetanusbacterie komt in het lichaam via een wond waar vuil afkomstig van bijvoorbeeld de straat in is gekomen. De bacterie maakt gifstoffen aan die ernstige spierkrampen kunnen veroorzaken. | Ja (*RVP) | Bacterie (*Clostridium tetani*) |

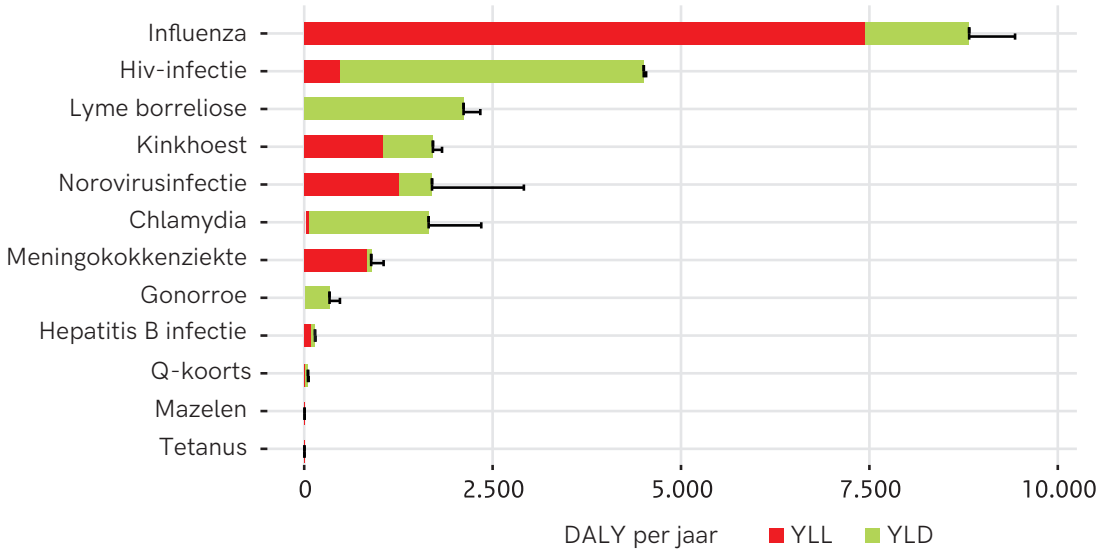
*Vaccinatie uit het Rijksvaccinatieprogramma

Bron: www.rijksvaccinatieprogramma.nl en RIVM.nl

**b Naast de vaccinaties uit het Rijksvaccinatieprogramma (RVP) zoals de DKTP en de HPV-vaccinatie, zijn er ook nog andere vaccinaties. Noem twee voorbeelden van vaccins die niet in het RVP zitten.**

Voorbeelden: gele koorts, hepatitis A , tegen rabiës, het griepvaccin, vaccinatie tegen waterpokken.

**Figuur 1: Gemiddelde jaarlijkse ziektelast in DALY in Nederland in de periode 2016-2020**




## Opdracht 2

**2a Welke ziekte uit figuur 1 heeft de grootste ziektelast? Schrijf ook op hoe deze ziekte meestal wordt genoemd.**

Influenza

**b Welke ziekte heeft de meeste verloren gezonde levensjaren door ziekte en invaliditeit?**

HIV

**c Lees van deze ziekte de getallen af en vul de formule in om de gemiddelde jaarlijkse ziektelast te krijgen.**

Daly per jaar HIV-infectie = 4500 (YLD) + 500 (YLL) = 5.000

**d Vergelijk de ziekte van Lyme met de ziekte Meningokokken. Wat is het grootste verschil tussen deze twee ziektes op basis van figuur 1? Gebruik in je antwoord de begrippen YLD en YLL.**

Lyme heeft vooral YLD en Meningokokken vooral YLL.

**e Wat betekent het verschil (zie je antwoord bij vraag 2d) voor de ernst van de ziekte?**

Lyme geeft veel ongemak, maar je gaat er niet aan dood. Terwijl er jaarlijks wel mensen sterven aan meningokokkenziekte.

**f Voor welk type ziekte zou jij eerder een vaccin willen? Een ziekte met een grote YLD of YLL? Leg je antwoord uit.**

Een ziekte waar je grote kans hebt om dood te gaan of chronische klachten van te krijgen.

**g Kan je uit figuur 1 ook aflezen hoeveel de ziektelast is voor een individuele patiënt?**

Nee, dit is de gemiddelde jaarlijkse ziektelast van alle besmettingen opgeteld.

**h In 2020 is de totale ziektelast van COVID-19 in Nederland geschat op 169.400 DALYs, waarvan 99% wordt veroorzaakt door vroegtijdig overlijden van zieke personen. De gepresenteerde ziektelast van COVID-19 is een onderschatting van de daadwerkelijke COVID-19-ziektelast, omdat ziektelast door lange-termijn-gevolgen van COVID-19 (long Covid) niet is meegenomen.**
**Welk onderdeel van ziektelast is niet meegenomen, YLD of YLL? Leg ook uit waarom dat in 2020 niet gedaan is.**

YLD (verloren levensjaren door ziekte of invaliditeit). Om de YLD goed te kunnen berekenen moet je de langetermijneffecten van COVID-19 meten en weten en deze zijn nog niet bekend omdat het hier om een nieuwe infectieziekte gaat.

**Figuur 2: Ziektelast van infectieziekten op populatieniveau (DALY per jaar) en patiëntniveau (DALY per 100 infecties) in 2020.**




## Opdracht 3

**3a Bestudeer de assen van figuur 2. Is je al opgevallen dat de assen logaritmisch zijn? Waarom is dat denk je?**

De spreiding in DALY's tussen verschillende ziekte is nogal groot, anders zou de grafiek enorm groot moeten zijn om bijvoorbeeld een getal van 1000 en 10.000 in een grafiek te krijgen.

**b Welke factor verschil zit er tussen de ziektelast (in DALY per jaar) van bof ten opzichte van mazelen? En ten opzichte van hepatitis B? Rond je antwoord af op een heel getal.**

Bof is 1, mazelen ongeveer 10, dus bijna factor 10 verschil, hepatitis B, factor 100. De assen zijn namelijk logaritmisch verdeeld.

**c Leg uit waarom iemand die bij de gezondheidsraad werkt vooral geïnteresseerd is waar een infectie ziekte staat op de X-as en een arts en zijn patiënt vooral in waar een infectieziekte op de Y-as zich bevindt.**

Op de x-as staat de ziektelast in DALY per jaar van Nederland, dit gaat over de hele populatie. Voor de minister van Volksgezondheid is dit bijvoorbeeld heel belangrijk wat het zegt wat over de impact van een ziekte op de samenleving. Een grote ziektelast (grote DALY) kan zowel veroorzaakt worden door een ernstige ziekte waar je bijvoorbeeld dood aan kan gaan of blijvend invalide (zoals HPV-kanker), maar ook door een minder ernstige ziekte (zoals waterpokken) die heel veel voorkomt. Een patiënt en zijn arts zijn meer geïnteresseerd in welke last een patiënt zelf ervaart en hoe groot de kans op ernstige klachten is bij die infectieziekte. Dit is af te lezen op de y -as, namelijk de ziektelast op patiëntniveau in DALY per 100 infecties. Hoe vaak de ziekte voorkomt is nu niet meer te zien omdat het om een gemiddelde gaat van 100 infecties. Is getal hier hoog dan weet je dat het om een hoge ziektelast per infectie en dus een ernstige ziekte. Wat je niet kan aflezen is of het dan om leven met een ziekte is of vroegtijdige dood. Dat kun je met behulp van figuur 1 aflezen.

**d 3d Hoe kun je aan de hand van de oppervlakte van de cirkels zien of een ziekte veel voorkomt? Welke ziekte komt het meeste voor?**

Het kleinste bolletje is een ziekte die minder dan 1000 keer per jaar voorkomt en het grootste bolletje is een ziekte die meer dan 100.000 keer per jaar voorkomt op een populatie van 17 miljoen Nederlanders.

**e Ieder jaar krijgen naar schatting 1100 vrouwen en 400 mannen kanker door HPV. Als je bedenkt er maar 100-200 mensen per jaar meningokokkenziekte krijgen. Waar zou je dan HPV plaatsen op de grafiek? En hoe groot is de oppervlakte van het bolletje? Leg je antwoord uit.**

Die komt zeker in de buurt van het bolletje van meningokokken uit omdat de ziektelast naar verwachting hoger is dan die van meningokokken omdat er jaarlijks meer mensen aan overlijden. De oppervlakte van het bolletje is ook groter omdat het om meer patiënten per jaar gaat. Een factor 10-15 meer.

## 6 Modelwereld vol ziektes

### Opdracht

**1 Bekijk het model op: https://edu.nl/wvr4h. 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 | Gevaccineerd | Hersteld |
| Besmet | Zieke | |

**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?**

Overleden aan de ziekte.

**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?**

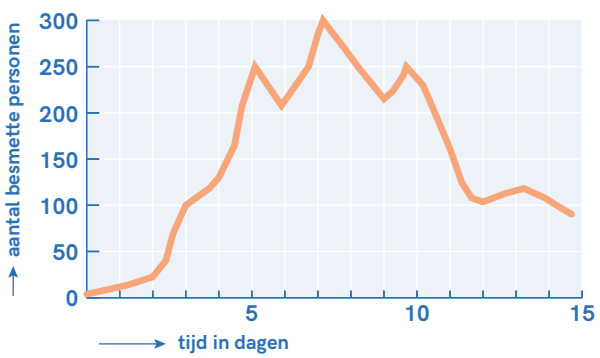
Het aantal herstelde mensen zal minder zijn, een deel overlijdt.

**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.

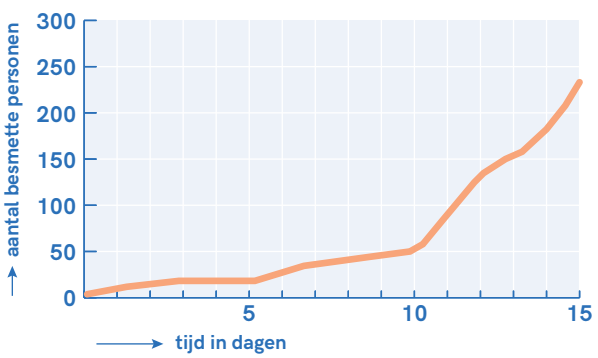
**a Zet de vaccinatiegraad op 0 en kies voor de mazelen. Laat het model lopen. Neem hieronder de grafiek over. Let op! De y-as verandert tijdens de simulatie.**

**b Laat de vaccinatiegraad op 0 staan en kies voor difterie. Neem hieronder grafiek over, gebruik hierbij dezelfde schaalverdeling als bij vraag 3a.**

3a




3b

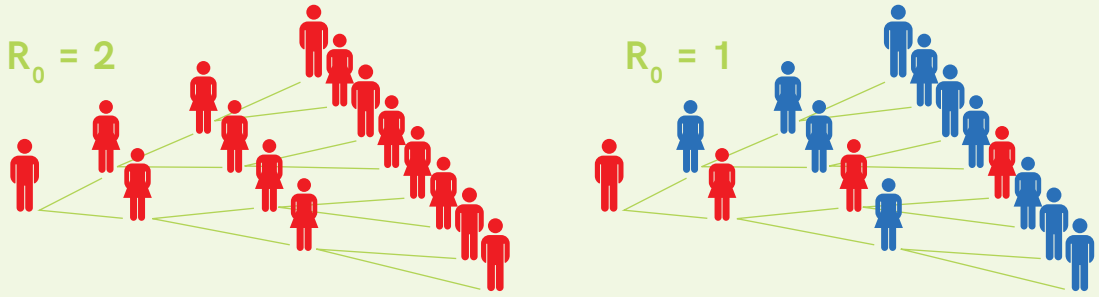


**Vergelijk de twee grafieken, en beschrijf twee verschillen tussen de grafieken die worden veroorzaakt door het verschil in snelheid van verspreiding.**

Uit de linker grafiek kun je opmaken dat mazelen besmettelijker zijn omdat de curve veel steiler loopt, in 5 dagen zit je al op 250 besmettingen. Bij difterie (rechter grafiek) zijn er na 5 dagen nog maar 10 besmettingen. Een ander verschil is dat je van difterie langer ziek blijft voor je weer geneest. Dat is niet heel makkelijk uit de grafiek te zien maar wel aan het aantal rode bolletjes, deze verdwijnen bij difterie langzamer.

## 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 Uit het model is af te leiden dat mazelen nog besmettelijker is dan griep. Welke ziekte heeft de grootste R-waarde?**

Mazelen, want die zijn het besmettelijkst.

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

| Infectieziekte | $R_0$-waarde |
|---|---|
| Mazelen | R = 15 |
| Waterpokken | R = 10 |
| Griep | R = 4 |
| Kinkhoest | R = 15 |
| Bof, Rode hond | R = 6 |
| Difterie | R = 6 |

**c Kijk de video van RTL-Nieuws over hoe de R-waarde berekend wordt. Hierin zie je ook aan welke 'knoppen je kunt draaien' om de R te verlagen zoals 1,5 m afstand houden. Kijk naar je antwoord in de grafiek van de mazelen uit vraag 3b. en geef aan wat je verwacht dat met de R-waarde gebeurt als de leerlingen op het schoolplein allemaal regelmatig hun handen gaan wassen.**

De R-waarde neemt enigszins af. Mazelen worden grotendeels door de lucht verspreid (hoesten, niezen en praten) handen wassen heeft dus weinig effect. Toch zal door handen wassen een deel van de besmettingen van bijvoorbeel materiaal waar op gehoest is of dat na hoesten is aangeraakt is kunnen worden voorkomen en zal daarom zorgen voor een iets minder steile curve.

**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.**

Voorbeelden van goede antwoorden:

Je kan ook besmet raken door de lucht of luchtdruppeltjes in de lucht, sommige infectieziekten worden helemaal niet overgedragen via handen maar bijvoorbeeld via seks of bloed-bloed of bloed-speekselcontact. Bovendien lukt het nooit om de hele tijd je handen te wassen, dan kan je niets anders meer doen.

## Formule reproductiegetal $R_0$

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

- $\beta$ de besmettingskans per contact
- $N$ het gemiddeld aantal contacten per tijdseenheid
- $\sigma$ de genezingssnelheid
- $D$ 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?**

N, het gemiddeld aantal contacten per tijdseenheid neemt af. Men ziet minder mensen dus het aantal contacten neemt af. $\beta$, de kans op besmetting tijdens een contact, neemt nauwelijks af, *social distancing* zorgt voor minder contacten, maar niet de kans op besmetting als er we contact is. Tijdens een contact wordt de kans op besmetting wel minder door handen wassen en bijvoorbeeld niezen in de elleboog. De ziekte zelf verandert niet door *social distaning*: de infectieduur ($\sigma$) en genezingssnelheid (D) veranderen niet door minder contacten tussen mensen.

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

Als de R-waarde onder de 1 zakt betekent dit dat je als ziek persoon minder dan 1 ander persoon besmet. Als je de ziekte niet doorgeeft kan de bacterie of virus niet overleven. De bacteriën en virussen sterven uit.

## Vraag 5: SIR model

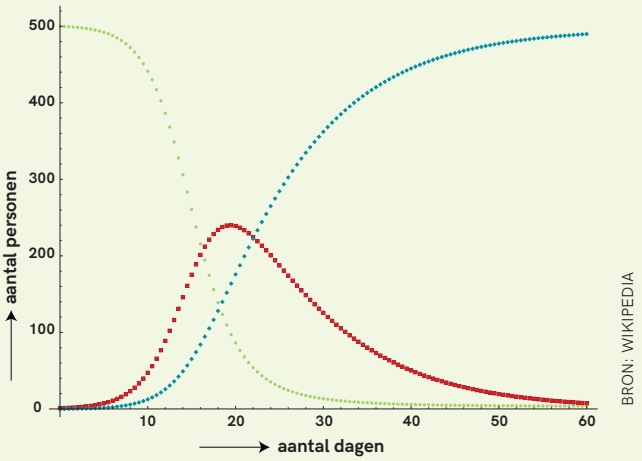
Naast het werken met de $R_0$-waarden probeert men epidemieën te voorspellen met een zogeheten ziektecompartimentmodel zoals het SIR model. Bij dit SIR model worden drie compartimenten (groepen) onderscheiden. **S** staat voor alle *susceptible* mensen oftewel de mensen die vatbaar zijn voor de ziekte. **I** staat voor *infectious*, dit zijn het 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 optreed. 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:

$$S \overset{\lambda}{-} I \overset{\sigma}{-} R$$

$\lambda$ geeft hierin de infectiekracht weer,
$\sigma$ heeft te maken met de infectieduur.

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

- $S$ vatbaar
- $I$ besmettelijk
- $R$ genezen




BRON: WIKIPEDIA

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

Op dag 20 zijn de meeste mensen in groep I, dit zijn de meeste mensen die ziek en besmettelijk zijn.

**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?**

Exponentieel 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 |
| Besmet | I |
| Ziek | I |
| Hersteld | R |
| Gevaccineerd | Gevaccineerd |

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

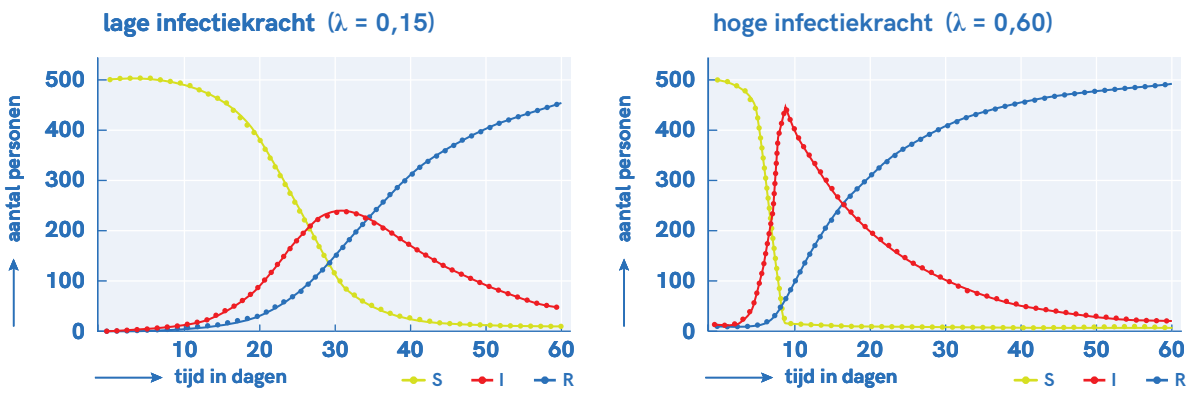
In het SIR model, gaat de groep over van vatbaar (S), naar besmettelijk/ziek (I) en uiteindelijk naar hersteld (R). Uiteindelijk beland iedereen in de groep hersteld en is dus immuun voor de ziekte, je kan vanuit R niet weer naar S binnen het model. Iedereen wordt dus uiteindelijk immuun.

**e 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.**

De infectiekracht geeft aan in hoeverre je iemand anders kan besmetten als je ziek bent. Een hoge infectiekracht beïnvloed de variabelen $\beta$ (besmetting kans bij contact). Een hogere infectiekracht zal zorgen voor een hogere $R_0$-waarde. De infectieduur heeft invloed op de genezingssnelheid ($\delta$). Hoe langer de infectieduur, hoe lager de genezingssnelheid en hoe hoger de $R_0$-waarde. Hoe langer iemand ziek blijft, hoe meer kans is dat hij/zij iemand anders besmet.

**f *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.**

Bij een lage infectiekracht ($\lambda$ = 0,15) verloopt het aantal vatbare personen globaal hetzelfde als in het voorbeeld. Het aantal besmettelijke personen bereikt iets later het hoogtepunt als in het voorbeeld (rond dag 30). De afname van het aantal besmette personen gaat sneller, het aantal besmette personen zal het nulpunt bereiken ruim voor dag 60. De piek is lager dan de piek in het voorbeeld, mensen herstellen sneller. Het aantal genezen patiënten heeft een kortere "lag" dan in het voorbeeld.



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

*Een goede schematische tekening van een lagere infectieduur bevat:*

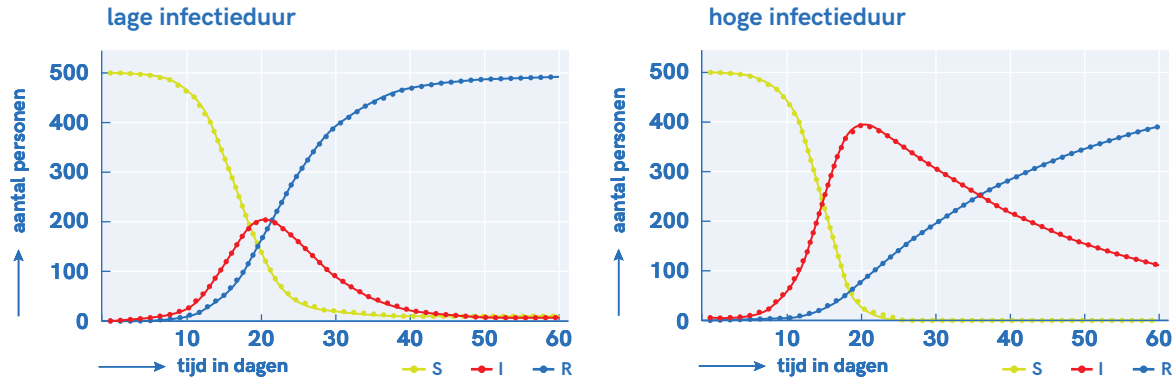
- Het verloop van het aantal vatbare personen verloopt hetzelfde als in het voorbeeld.
- Het aantal besmettelijke personen bereikt op het zelfde moment als in het voorbeeld (rond dag 20). De afname van het aantal besmette personen gaat sneller, het aantal besmette personen zal het nulpunt bereiken ruim voor dag 60. De piek is lager dan de piek in het voorbeeld, mensen herstellen sneller.
- Het aantal genezen patienten heeft een kortere "lag" (tijd tussen de piek van aantal besmette mensen en de piek van het aantal genezen mensen) dan in het voorbeeld.

In de grafiek zie je een voorbeeld van een infectieduur van 7 dagen (twee keer zo kort als het voorbeeld).

*Een goede schematische tekening van een hogere infectieduur bevat:*

- Het verloop van het aantal vatbare personen verloopt hetzelfde als in het voorbeeld.
- Het aantal besmettelijke personen bereikt op het zelfde moment als in het voorbeeld (rond dag 20). De afname van het aantal besmette personen duurt langer, het aantal besmette personen zal pas het nulpunt bereiken na dag 60. De piek is hoger dan in het voorbeeld (meer dan 200 personen) omdat mensen langer ziek zijn en dus minder snel genezen..
- Het aantal genezen patienten heeft een langere "lag" (tijd tussen de piek van aantal besmette mensen en de piek van het aantal genezen mensen) dan in het voorbeeld. Pas na dag 60 is het aantal genezen patienten op nul.

In de grafiek zie je een voorbeeld van een infectieduur van 30 dagen (twee keer zo lang als het voorbeeld).




**h In het SIR model 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.**

Als 50% van de populatie (van 500 personen) is gevaccineerd, kan men aannemen dat 50% van de bevolking immuun is en kan worden geschaard bij de groep van genezen personen R. De andere 50% is nog wel vatbaar als de ziekte uitbreekt.

*Een goede schematische tekening van een 50% gevaccineerde populatie bevat:*

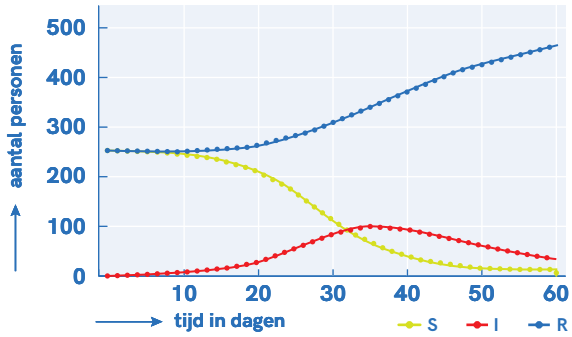
Op tijdstip 0 start met 250 mensen in groep R en 250 mensen in groep S. De piek van het aantal besmettelijke/zieke personen komt later dan in het oorspronkelijke voorbeeld (> dag 20) en bevat dan minder personen dan in het oorspronkelijke voorbeeld.

Als 100% van de populatie (van 500 personen) is gevaccineerd, kan men aannemen dat 100% van de bevolking immuun is en kan worden geschaard bij de groep van genezen personen R.

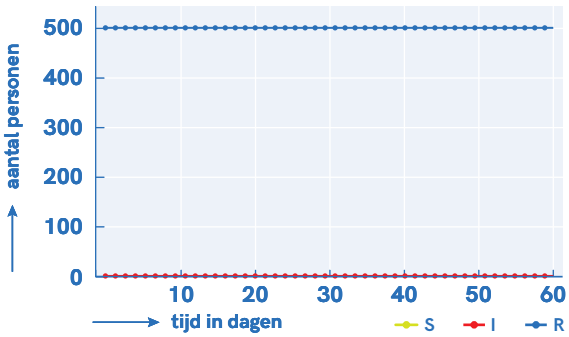
*Een goede schematische tekening van een 100% gevaccineerde populatie bevat:*

Op tijdstip 0 start met 500 mensen in groep R en 0 mensen in groep S en I. Doordat niemand ziek word of vatbaar, blijven deze getallen hetzelfde gedurende de tijd.

50% is gevaccineerd




100% is gevaccineerd




## Vaccinatiegraad

PDF

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

**6a Pak weer het infectieziektemodel erbij van vraag 1 t/m 4. Bekijk hoe de vaccinatiegraad het verloop van de ziekte beinvloedt.**
**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: difterie = 78%
minimale vaccinatiegraad mazelen: mazelen = 96%

**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 groepsimmuniteit.**
Hoe hoger de $R_0$-waarde hoe hoger de vaccinatiegraad moet zijn. Hoe meer mensen beschermd zijn door de ziekte, hoe minder kans dat een ziek persoon in contact komt met een vatbaar persoon en de ziekte zich kan verspreiden. Dit noemen we groepsimmuniteit. Bij een meer besmettelijke ziekte is de kans dat je iemand besmet groter, het is dan nog noodzakelijker dat er minder mensen zijn die vatbaar zijn die de ziekte kunnen doorgeven,

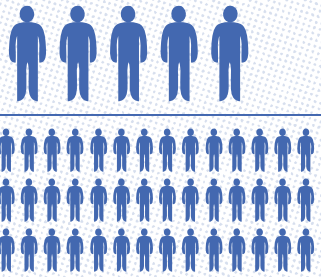
**c Scroll naar beneden in het model tot je een kaart ziet van de vaccinatiegraad van verschillende gemeentes. Welke gemeentes hebben kans op een mazelen epidemie? Licht je antwoord toe.**
De minimale vaccinatiegraad voor difterie is 79%. De volgende gemeentes hebben een vaccinatiegraad lager dan 79%: Neder Betuwe, Tholen, Borsele, Korendijk, Staphorst, Zwart Waterland, Nunspeet, Urk, Barneveld, Scherpenzeel en Rhenen.

**d De griep heeft een hogere $R_0$-waarde dan bijvoorbeeld difterie. Waarom vaccineren we niet iedereen tegen griep, maar wel tegen difterie?**
De kans op overlijden (CFR) is bij difterie veel hoger. Dit is vooral het geval voor jonge baby's en ouderen. Kinderen worden vlak na hun geboorte daarom al ingeënt tegen difterie. Voor het invoeren van het vaccinatieprogramma was difterie een van de grootste oorzaken van kindersterft. Griep is besmettelijker maar heeft een veel lagere CFR. Bovendien is de CFR vooral hoog bij ouderen. Deze laatste groep word daarom ingeënt. Daarnaast evolueert het griepvirus zich erg snel in vergelijking met de bacterie die difterie veroorzaakt. De griep-prik is daarom elk jaar anders van samenstelling en moet daarom elk jaar worden gehaald, om te zorgen voor een grotere kans op immuniteit.

**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?**
Op basis van de case fatalilty rate kan je zien of mensen een grote kans hebben op overlijden als ze de ziekte hebben,

maar ook welke groep uit de samenleving hier kans op heeft. Op basis hiervan kan men beslissen of de ziekte ernstig genoeg is en of er dus maatregelen nodig zijn en welke maatregelen dan het beste zouden zijn.

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



**Video CFR**

Bekijk de **video** over CFR.

**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.**

De grafiek voor het SIR model zou naast de compartimenten S, I en R nog een vierde compartiment kennen: het aantal overleden personen (Compartiment D). Dit model staat bekend als het SIRD model.

Nadat mensen besmet zijn geraakt en ziek worden , en dus onderdeel zijn van compartiment I zal een deel herstellen (naar compartiment R) maar ook een deel overlijden. Als men met 500 vatbare mensen begint zodra een ziekte uitbreekt, heb je aan de start van het model 500 mensen in S en zal je bij een normaal SIR model aan het einde van de uitbraak 500 mensen hebben als onderdeel van compartiment R. Als je de overleden mensen meeneemt zitten er aan het einde van de uitbraak minder dan 500 mensen in R omdat een deel is overleden. Hoeveel mensen er in compartiment R overblijven hangt af van de overlijdinsgskans (deathrate). Hieronder zie je een voorbeeld van het SIRD model bij Covid-19 uitbraken in Italië (boven) en China ( D. Fanelli and F. Piazza, 2020).

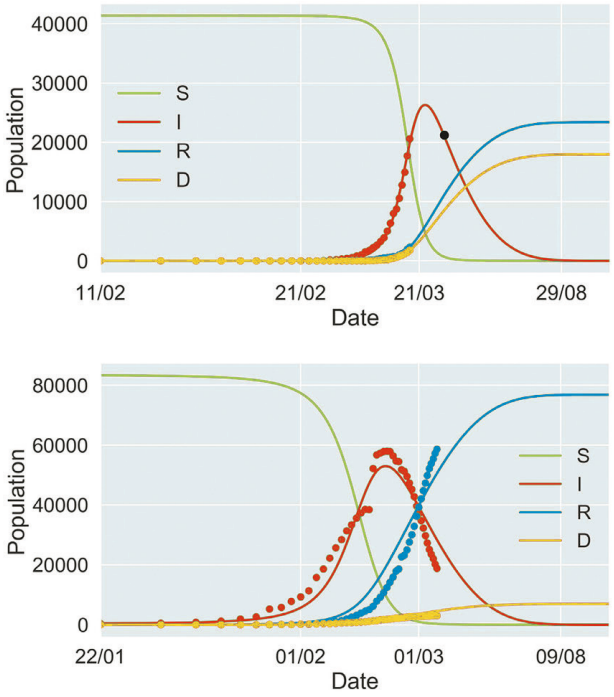
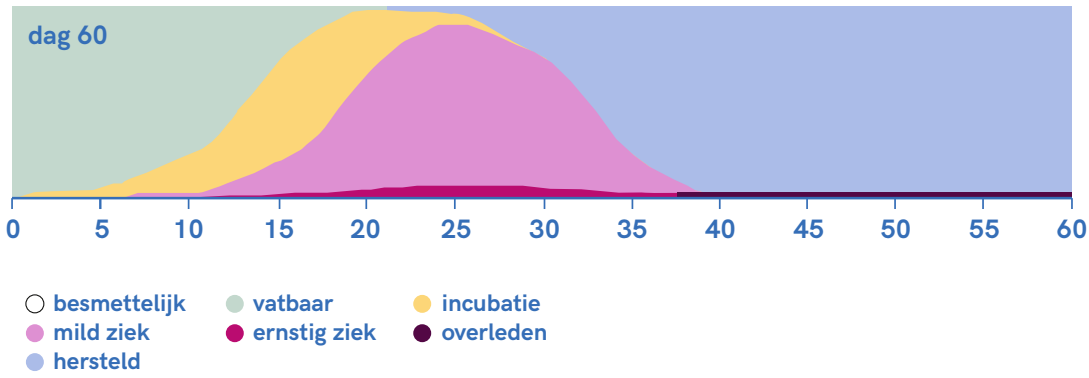



Fig. 2. Predicted evolution of the Covid-19 outbreak in Italy (top) and China (bottom). Symbols represent the official data retrieved from the CSSE repository [1] . Solid lines are the predicted trends based on the fits of the SIRD model, Eqs (4), to the data. The black circle in the top graph marks the predicted number of con- firmed infected individuals at the announced end of the imposed lockdown on the Italian territory, April 3rd 2020.

In het Volkskrantmodel *Hoe gaan we de pandemiepuzzel oplossen?* van Mirjam Leunissen in de link hiernaast zie je een voorbeeld van het verloop van Covid-19. Hier is naast de groep overleden ook het compartiment I verdeeld in incubatie, ziek en ernstig ziek. Als je het model laat lopen zie je dat er een klein gedeelte van het aantal personen niet herstelt, maar overleden is.

**Volkskrant**

**www.volkskrant.nl/kijkverder/2020/pandemiepuzzel/**




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

Voorbeelden:

- Mensen raken gehandicapt van de ziekte.
- De ziekte is erg besmettelijk veel mensen worden ziek.
- Mensen worden onvruchtbaar van de ziekte.
- De ziekte zorgt voor langdurige ziekte, wat veel geld kost.

## 7 Vaccinatie in een kinderboek

De boekjes kunnen worden beoordeeld met hulp van onderstaande rubric.

| | 0 punten | 1 punt | 2 punten | Totaal |
|---|---|---|---|---|
| **1. Kaft** | O Ik heb een boekje zonder kaft gekregen | O Ik heb een boekje met kaft gekregen | | |
| | O De voorkant van het boekje miste een titel en afbeelding | O Titel en afbeelding stonden erop maar vond het niet zo'n goede titel | O Op de voorkant van het boekje stond een leuke afbeelding die paste bij het verhaal, een titel en de namen van de makers | |
| | O Ik heb geen samenvatting gezien op de achterkant van het boekje | O Ik heb een samenvatting op de achterkant van het boekje gelezen | O Ik vond de samenvatting op achterkant een goedlopende passende samenvatting van het verhaal | |
| **2. Uiterlijk** | O Ik vond het boekje er niet mooi uit zien | O Ik vond het boekje er redelijk mooi uit zien | O Het boekje ziet er mooi uit en is aantrekkelijk om te gaan lezen. | |
| | O Het boekje ziet er on-verzorgd uit (het is bijvoorbeeld verkreukeld) | O Het boekje ziet er redelijk verzorgd uit | O Het boekje ziet er goed verzorgd uit | |

| | 0 punten | 1 punt | 2 punten | Totaal |
|---|---|---|---|---|
| **3. Uitleg** | ○ Ik vind dat ze het niet goed uitleggen | ○ Sommige dingen leggen ze goed uit, maar sommige dingen vind ik minder goed uitgelegd | ○ Het is zo goed uitgelegd dat ik het nu iemand anders zou kunnen uitleggen en minstens een 8 zou halen voor een toets hierover | |
| | ○ Het is onduidelijk over welke vaccinatie het verhaal gaat | ○ Het wordt me ergens in het verhaal duidelijk over welke vaccinatie dit verhaal gaat | ○ Het is mij vanaf het begin van het verhaal duidelijk waarover dit verhaal gaat | |
| **4. Termen** | In het boekje is deze term niet genoemd:<br>○ Virus of bacterie<br>○ Antistof<br>○ Antigeen<br>○ Geheugencellen<br>○ Witte bloedcellen<br>○ Immuun | In het boekje heb ik de uitleg van deze term gezien:<br>○ Virus of bacterie<br>○ Antistof<br>○ Antigeen<br>○ Geheugencellen<br>○ Witte bloedcellen<br>○ Immuun | Op basis van de uitleg in het boekje zou ik correct kunnen uitleggen wat de volgende termen betekenen (Ik zou op een toets alle punten krijgen voor deze uitleg)<br>○ Virus of bacterie<br>○ Antistof<br>○ Antigeen<br>○ Geheugencellen<br>○ Witte bloedcellen<br>○ Immuun | |
| **5. Verhaal** | ○ Ik vond het verhaal erg van de hak op de tak en niet soepel lopen | ○ Ik kon het verhaal redelijk volgen, de teksten volgen elkaar op in logische volgorde | ○ Ik vond het verhaal soepel lopen, iedere pagina vertelt een tekst die goed aansluit op de vorige pagina | |
| **6. Lengte van het verhaal** | ○ Het verhaal bestaat uit minder dan negen tekstjes en plaatjes of meer dan dertien tekstjes en plaatjes | ○ Het verhaal bevat negen tot dertien tekstjes, maar minder dan negen of meer dan dertien plaatjes<br>**OF:**<br>○ Het verhaal bevat minder dan negen of meer dan dertien tekstjes maar wel het juiste aantal plaatjes | ○ Het verhaal bestaat uit juisten aantal tekstjes en plaatjes, namelijk tussen de negen en dertien tekstjes en plaatjes | |
| **7. Lengte verhaal per pagina** | ○ Op iedere pagina is het verhaal minder dan drie zinnen of meer dan vier zinnen. | ○ Op iedere pagina is het stuk tekst gemiddeld drie tot vier zinnen. De zinnen zijn erg lang. | ○ Op iedere pagina is het stuk tekst drie heldere zinnen | |
| **8. Originaliteit** | ○ Het verhaal is een opsomming van feiten en niet leuk om te lezen | ○ Het verhaal is leuk bedacht en is niet alleen een opsomming van feiten | ○ Het verhaal is erg leuk en brengt op een goede manier kennis over vaccinatie over | |

# 8 Stop-motionfilm immunisatie

De filmpjes kunnen worden beoordeeld met hulp van onderstaande rubric.

| | 0 punten | 1 punt | 2 punten | Totaal |
|---|---|---|---|---|
| **1. Inhoud** | ○ Er wordt niet voldoende uitgelegd welke cellen betrokken zijn in het proces. | ○ Er wordt redelijk uitgelegd welke cellen betrokken zijn in het proces. | ○ Er wordt uitputtend uitgelegd welke cellen betrokken zijn in het proces. | |
| | ○ Er wordt niet voldoende uitgelegd welke organische stoffen betrokken zijn in het proces. | ○ Er wordt redelijk uitgelegd welke organische stoffen betrokken zijn in het proces. | ○ Er wordt uitputtend uitgelegd welke organische stoffen betrokken zijn in het proces. | |
| | ○ Veel onderdelen die bij het onderwerp in de opdracht worden beschreven worden in de video niet goed uitgelegd.* | ○ Niet alle onderdelen die bij het onderwerp in de opdracht worden beschreven worden in de video goed uitgelegd.* | ○ Alle onderdelen die bij het onderwerp in de opdracht worden beschreven worden in de video goed uitgelegd.* | |
| | ○ Het proces wordt niet volledig en niet correct uitgelegd. | ○ Het proces wordt of volledig en of correct uitgelegd. | ○ Het proces wordt volledig en correct uitgelegd. | |
| | ○ Gebruikte voorwerpen geven processen onderdelen van de processen niet duidelijk weer. | ○ Gebruikte voorwerpen geven processen onderdelen van de processen redelijk weer. | ○ Gebruikte voorwerpen geven de processen en onderdelen van de processen duidelijk weer. | |
| | ○ Het uitlegniveau is lager dan havo/vwo bovenbouw. | ○ Het uitlegniveau is niet altijd havo/vwo bovenbouw. | ○ Het uitlegniveau is havo/vwo bovenbouw. | |
| **2. Vormgeving** | ○ Er is geen (ingesproken) tekst die de beelden ondersteunt. | ○ (Ingesproken) tekst ondersteunt de beelden gedeeltelijk. | ○ (Ingesproken) tekst ondersteunt de beelden. | |
| | ○ Foto's vormen geen vloeiend verhaal. | ○ Foto's vormen (bijna) vloeiend verhaal. | ○ Foto's vormen een vloeiend verhaal. | |
| | ○ Film wordt niet ondersteund met passende audio. | ○ Film wordt gedeeltelijk ondersteund met passende audio. | ○ Film wordt ondersteund met passende audio. | |
| **3. Rolverdeling** | ○ Aftiteling laat geen rolverdeling groepsleden zien. Rolverdeling is niet evenredig verdeeld. | ○ Aftiteling laat geen rolverdeling groepsleden zien. Of de rolverdeling is evenredig verdeeld. | ○ Aftiteling laat rolverdeling groepsleden zien. Rolverdeling is evenredig verdeeld. | |
| | | | **Te behalen aantal punten: 20 - Totaal van alle punten** | |
| | | | **Cijfer** | |

# Instructie en tips

Alle handleidingen zijn ook te downloaden via **www.lerenovervaccineren.nl**
Of via de Google Drive met de gedeelde map: Leren over Vaccineren – alle materialen
**https://drive.google.com/drive/folders/1MDW4k-J1kgbzMb8vP5BfCzHO8ucy_CYc?usp=sharing**

### Youtube filmpjes

Bij het lesmateriaal horen verschillende filmpjes die makkelijk te vinden zijn in de afspeellijst op Youtube
**https://youtube.com/playlist?list=PLvY_H8DhzvdZA69LUVBTF7FFShztfJZe8**

## 1 Film kijken

### Leerdoelen

- Leren wat HPV is en welke typen kanker het kan veroorzaken bij mannen en vrouwen.
- Kennismaken met hoe een vaccin gemaakt wordt en en welke testfasen er zijn voordat een vaccin op de markt komt.
- Leren hoe een vaccin gemaakt wordt en welke typen vaccins er zijn.

### Wat doen de leerlingen?

Dit hoofdstuk bestaat uit drie opdrachten. In de eerste twee opdrachten bekijken leerlingen films en beantwoorden daarna de vragen. Als ze even iets niet meer weten kunnen ze eventueel de film terugspoelen.

*Opdracht 1*
De leerlingen bekijken de film *Leren over vaccineren bovenbouw deel 1: HPV* (**https://youtu.be/_67Fp71PA4Q**) en het interview met Joost van de Ven die HPV-kanker kreeg (**https://youtu.be/sXXsU2QI-_U**) op Youtube. En beantwoorden daarna de vragen. In de film interviewt geneeskundestudent Erik Talens gyneacoloog-oncoloog Nienke van Trommel van het NKI-AvL over het humaan papillomavirus (HPV).

*Opdracht 2*
Daarna bekijken ze nog een film *Leren over vaccineren bovenbouw deel 2: ontwikkeling van een vaccin* (**https://youtu.be/eOznX6pXClQ**). En nog de animatie *Hoe maak je een vaccin?* (**https://youtu.be/iy2zri-wT0o**)

Het interview met Nienke van Trommel en Joost duurt beiden 6 minuten, die met Elly van Riet 10 minuten en de animatie duurt 3 minuten. In totaal dus 25 minuten films kijken.

*Opdrachten 3 en 4*
Na het zien van de films maken ze nog wat vragen over de vier testfasen die vaccins (en medicijnen) doorlopen voordat ze op de markt komen. Bij opdracht vier gaan ze even terug in de tijd en leren ze over de eerste manieren van vaccineren door plattelandarts Jenner die hierover in 1798 publiceerde.

### Tips

Als je geen HPV-vaccinatie hebt gehad, kun je die nog tot je 18de halen.

## 2 HPV-vaccinatie in het nieuws

### Leerdoelen

- Leerlingen leren een eigen mening te vormen en leren te reflecteren op de mening van anderen.
- Leerlingen vormen een weloverwogen mening over vaccinatie door de voor- en nadelen ervan op een rijtje te zetten.

### Wat doen de leerlingen?

Ze lezen de volgende vier artikelen:

1. *'Bij jongens treden allerlei vormen van kanker op door hpv-virus'* – AD juni 2019
2. *'Laat jij je dochter vaccineren?'*– NTvG 2021
3. *'Ik ging door een lange donkere tunnel'* – Medisch Contact 2021
4. *Vragen* uit de HPV-folder van het RIVM

Daarna noteren ze de voor- en nadelen van de HPV-vaccinatie. Tenslotte noteren ze of ze de vaccinatie willen halen en beargumenteren waarom wel of niet. Ze vergelijken hun eigen antwoord met dat van hun klasgenoot en gaan hierover met elkaar in gesprek.

### Tips

- Denk van tevoren na of je het belangrijk vindt je eigen mening te geven. Je kunt de voor- en nadelen ook klassikaal bespreken.
- Er is momenteel erg veel nieuws over vaccinaties. Niet alleen artikelen. Ook filmpjes zoals van poliopatiënt Roelofje Musche: **https://twitter.com/i/status/1079285962767687680**
- Je kunt ook andere bronnen geven dan de artikelen die wij hebben uitgezocht.
- Wil je toch nog speciaal aandacht geven aan de meningokokkenvaccinatie, dan kun je deze *Brugklas*-uitzending gebruiken waarin een paar jongeren gevolgd worden die voor de keuze wel/niet vaccineren staan: **https://www.zapp.nl/programmas/brugklastv/gemist/AT_2105735**
  Bekijk eventueel ook de *Je Zal Het Maar Hebben*-uitzending met Felice Bakker die als baby meningokokkenziekte kreeg toen er nog geen vaccin voor was. **https://youtu.be/aTMnjV5NXh4**

## 3 Je afweer geknipt en geplakt

### Leerdoelen

- Leren welke typen cellen, zoals B-cel, T-Helpercel er betrokken zijn bij de cellulaire en humorale afweer. Bovendien leren ze zo de *BINAS* of *Sciencedata* tabellen goed leren lezen. Een vaardigheid die handig van pas komt bij het eindexamen.

### Wat doen de leerlingen?

Deze opdracht is een mooie oefening voor het lezen en duiden van de *BINAS* tabel 84L of *Sciendata* tabel 32.9 over de cellulaire en humorale afweer. De opdracht bestaat uit het in de juiste volgorde plaatsen van negen plaatjes met daarop stukjes uitleg van hoe de cellulaire en humorale afweer werkt en welke cellen hierbij betrokken zijn. Bij de negen plaatjes horen negen bijschriften. Doel is om plaatjes op volgorde te plaatsen en de juiste teksten erbij te zoeken. Er is nog een moeilijkheid. Bij de teksten zijn woorden weggelaten (bijvoorbeeld antigenen of geheugencellen) en het is aan de leerlingen de juiste woorden in te vullen zodat de tekstjes kloppen. Dit staat nu niet duidelijk in de leerlinghandleiding dus handig om dit erbij te vermelden. Tenslotte kunnen ze na deze opdracht nog eens in hun eigen woorden omschrijven wat de cellulaire en humorale afweer behelst.

### Tips

Zorg voor scharen en lijmstiften. Laat ze de plaatjes en tekstjes eerst losknippen, deze staan in het gedrukte boekje per ongeluk in de juiste volgorde. Bij de pdf online staan ze wel door elkaar. Vermeld erbij dat bij de tekstjes tekst ontbreekt en dat ze deze woorden met grijs potlood moeten invullen. Bespreek de antwoorden en bespreek of er nog onduidelijkheden zijn over de tabellen en de verschillen tussen de humorale en cellulaire afweer.

# 4 Snap de bijsluiter

## Leerdoelen

- Inschatten wat de risico's zijn bij het gebruik van medicijnen en vaccins en meer weten over de mogelijke bijwerkingen.

## Wat doen de leerlingen?

Leerlingen leren over de bijwerkingen en ingrediënten van een vaccin door het HPV-vaccin Cervarix te vergelijken met paracetamol. Ze lezen hiervoor de bijsluiters. Dit zijn pdf-bestanden die ze moeten lezen. Het zijn nogal grote bestanden. De bestanden zijn te vinden via deze link: **https://tinyurl.com/bijsluiteropdracht**
Met name de Cervarix bijsluiter is nogal groot (60 pagina's) dus het is beter deze digitaal door te nemen dan te printen.

Bij opdracht 4a moeten ze een heel groot staafdiagram maken om iets meer grip te krijgen op de kans op een bepaalde bijwerking. Dit zouden ze met stoepkrijt op een schoolplein kunnen doen. Zo kun je een staaf van 60 m vergelijken met een van 6 cm als het hier gaat om een bijwerking die voorkomt bij 1 op de 1000 gevaccineerden.

## Tips

Bespreek met de klas of er nog onduidelijkheden zijn over de ingrediënten van een vaccin. Je kunt hiervoor ook nog de animatiefilm op Youtube bekijken die we gemaakt hebben. Hier wordt gesproken over dat het maken van een vaccin veel tijd kost. Bespreek met de klas hoe dit zit met het coronavaccin dat er in minder dan een jaar was. Het mRNA vaccin is trouwens anders dan de vaccins in het filmpje omdat hiervoor geen gastheercellen nodig zijn. Het mRNA wordt namelijk verpakt in een lipideblaasje dat synthetisch geproduceerd wordt.

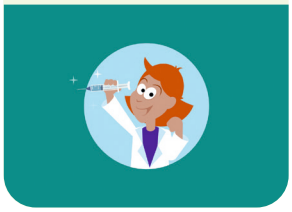
Misschien zijn er ook vragen over het adjuvans, de hulpstoffen.
Leuk is om de ingrediënten van het mRNA vaccin van Pfizer te bespreken:

*Werkzame stof:*
TOZINAMERAN

*Hulpstoffen (Adjuvantia):*
((4-HYDROXYBUTYL)AZAANDIYL)BIS(HEXAAN-6,1-DIYL)BIS(2-HEXYLDECANOAAT)
1,2-DISTEAROYL-SN-GLYCERO-3-PHOSPHOCHOLINE
2-[(POLYETHYLEENGLYCOL)-2000]-N,N-DITETRADECYLACETAMIDE
CHOLESTEROL
DINATRIUMWATERSTOFFOSFAAT 2-WATER (E 339)
KALIUMCHLORIDE
KALIUMDIWATERSTOFFOSFAAT 0-WATER (E 340)
NATRIUMCHLORIDE
SACCHAROSE
WATER VOOR INJECTIE

### Animatie

**https://youtu.be/iy2zri-wT0o**



### Filmpje NOS

In dit filmpje van de NOS wordt duidelijk uitgelegd hoe het Pfizer vaccin werkt en wat de elf ingrediënten zijn:
**https://youtu.be/zl9D_kyTzrA**




# 5 Hoe erg is een infectieziekte?

## Leerdoelen

- Van tien ernstige infectieziekten zoals kinkhoest of HIV zoeken ze informatie op en vergelijken deze met elkaar.
- Ze leren over de eenheid DALY wat een maat is voor de ziektelast. Ze moeten grafieken lezen voor het maken van de opdrachten.

## Wat doen de leerlingen?

Dit hoofdstuk bestaat uit drie opdrachten. In de eerste opdracht verdiepen de leerlingen zich in tien infectieziekten

waaronder HIV en mazelen. Sommige van deze infectieziekten zijn uit het Rijksvaccinatieprogramma en andere zoals HIV niet. Voor HIV is zelfs nog geen goed vaccin. Er wordt als tientallen jaren gewerkt aan een vaccin voor HIV en er zijn al een aantal kandidaatvaccins maar deze worden in klinische studies nog onderzocht. In het voorbeeld staat in de tabel ingevuld dat er een HIV vaccin is. Maar dat is dus niet helemaal waar. Het is nog in de onderzoeksfase. De meeste van de informatie kunnen de leerlingen vinden op de site **www.rijksvaccinatieprogramma.nl** en via Google.

In de opdrachten 2 en 3 leren ze over de ziektelast die uitgedrukt wordt in de eenheid DALY. Hiervoor lezen ze grafieken af.

### Tips

Vraag leerlingen wat ze vinden van de eenheid DALY en of het een handig hulpmiddel is om infectieziekten met elkaar te vergelijken. Is ziektelast een mooi middel beleid op te maken? Zo kun je immers zien welke ziekte veel ziektelast heeft en deze ziekte misschien voorrang geven om een vaccin tegen te laten ontwikkelen.

## 6 Modelwereld vol ziektes



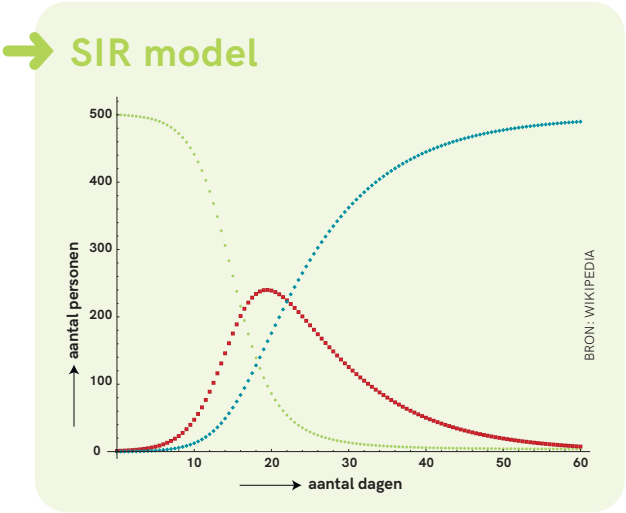
### Leerdoelen

- Met behulp van modellen en bepaalde parameters uitspraken doen over het ziekteverloop in een populatie.

### Wat doen de leerlingen?

Deze opdracht bestaat uit het werken met twee modellen.
Het eerste model is het Volkskrantmodel over de vaccinatiegraad, zie **www.volkskrant.nl/kijkverder/2016/vaccinatie/**

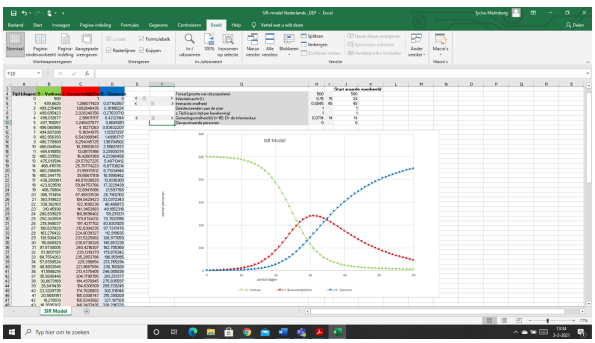
Het tweede model is het SIR model en hier is het de bedoeling dat leerlingen dit model intuïtief doorgronden. Verderop wordt een aantal parameters gevarieerd, zoals infectiekracht of de infectieduur. Het is dan aan de leerlingen om het nieuwe verloop van het model te tekenen en hun tekening uit te leggen. Zo zorgt een hoge infectiekracht snel voor meer besmette individuen die ziek worden.
Als de leerlingen er niet uitkomen hebben we het model ook in Excel.
Zie **https://tinyurl.com/SIRmodel-Excell**




### Tips

Laat leerlingen eerst zelf stoeien met de modellen. Bij het SIR model is het zaak dat leerlingen doorhebben dat een populatie bestaat uit individuen die tot een bepaalde groep horen. Zo worden vatbare mensen uit de groep op een gegeven moment besmet en uiteindelijk ook weer genezen. Hoe snel dit gaat hangt van verschillende parameters af. Bespreek dit klassikaal. Als ze gevoel hebben voor dit model kunnen ze de vragen maken.

Komen ze er niet uit, geef ze dan het model in Excel, **https://tinyurl.com/SIRmodel-Excell**
Ze kunnen dan zelf stoeien met de parameters en zien wat dat met de vorm van de grafiek doet.



Screenshot van het SIR model in Excel.

## 7 Vaccinatie in een kinderboek

### Leerdoelen

- Aan onderbouwers kunnen uitleggen wat vaccinatie is en wat er gebeurt in je lichaam zodra je een vaccin krijgt ingespoten.
- Aan andere leerlingen (onderbouwers), de volgende begrippen uit kunnen leggen: witte bloedcel, antistof, antigeen, geheugencel en immuun zijn.

### Wat doen de leerlingen?

In deze praktische opdracht maken de leerlingen een kinderboekje van minimaal 9 en maximaal 13 pagina's in een A5-formaat. Het boekje legt in plaatjes en tekst uit hoe een vaccinatie werkt en wat er in het lichaam gebeurt. Ze kunnen kiezen tussen de HPV- of Meningokokkenprik. Het idee is dat de uitleg geschikt is voor onderbouwleerlingen en geschreven in jip-en jannneketaal. Net zoals bijvoorbeeld in een nijntje-boekje op rijm met eenvoudige zinnen. Leerlingen krijgen een beoordeling en hierbij kun je gebruik maken van de rubric (zie bladzijde 24).

### Tips

Laat ze van tevoren hun verhaal (in ruwe versie) lezen met een ander groepje of aan de docent voordat ze echt aan de slag gaan met de plaatjes en de eindversie.

## 8 Stop-motionfilm immunisatie

### Leerdoelen

- Aan andere leerlingen kunnen uitleggen hoe immunisatie werkt.
- Leren hoe een vaccin gemaakt wordt en welke typen vaccins er zijn.

### Wat doen de leerlingen?

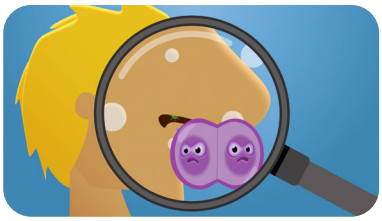
De leerlingen laten hun opgedane kennis zien over vaccineren en de werking van het immuunsysteem. Dit doen ze door de informatie op niveau van medeleerlingen weer te geven in een stop-motionfilm die ze in groepjes maken. Voor de inhoud van de film kiezen ze uit verschillende onderwerpen die allemaal met vaccineren of de werking van het immuunsysteem te maken hebben. De verschillende onderwerpen waaruit gekozen kan worden zijn: verschillende soorten immunisatie, soorten ziekteverwekkers, verschillende soorten vaccinatie of over de verschillende typen vaccins.

### Tips:

1. Je kunt er als docent voor kiezen de groepjes van 3 à 4 leerlingen zelf samen te stellen voordat de opdracht wordt uitgedeeld. Ook kun je de onderwerpen zelf verdelen onder de groepjes om te voorkomen dat veel groepjes hetzelfde onderwerp kiezen.
2. Om misconcepten tijdig op te sporen kun je de leerlingen een storybord laten inleveren voordat de leerlingen beginnen met het maken van de video.
3 Je kunt de groepjes ook elkaars filmpje laten beoordelen en eventuele fouten laten opsporen, naast de beoordeling van jouw als docent. Hierdoor leren ze ook van elkaars filmpje.
4 Deze opdracht kan gebruikt worden als praktische opdracht of als vervanging van een afsluitende toets over het hoofdstuk.

# Goede bronnen en filmpjes

Het lesmateriaal bevat twee animaties:



*Hoe werkt een vaccin?*
**https://youtu.be/aUr_MJ-Rq_8**



*Hoe maak je een vaccin?*
**https://youtu.be/iy2zri-wT0o**

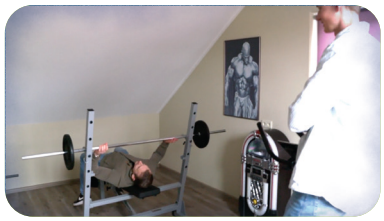
De eerste animatie legt heel eenvoudig uit hoe een vaccin werkt. De tweede fanimatie hoe een vaccin gemaakt wordt.

## Films over HPV

Er worden drie films gebruikt over HPV en de mogelijke gevolgen ervan.



Interview met oncoloog Nienke van Trommel.
**https://youtu.be/_67Fp71PA4Q**



Interview met Joost van de Ven die HPV-kanker kreeg.
**https://youtu.be/sXXsU2Ql-_U**



Interview met vaccin-deskundige Elly van Riet.
**https://youtu.be/eOznX6pXClQ**

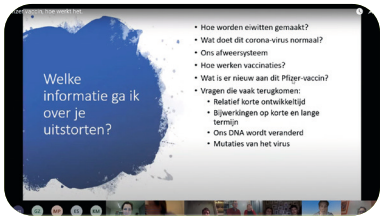
## Coronavaccin




Uitleg over het mRNA-vaccin:Dit filmpje van de NOS (duur 8 minuten) legt duidelijk uit hoe het Pfizer-vaccin werkt en wat de elf ingrediënten zijn:
**https://youtu.be/zl9D_kyTzrA**



Animatiefilm: *Hoe werkt een mRNA-vaccin?*
**https://youtu.be/5zvPR11nL9k**



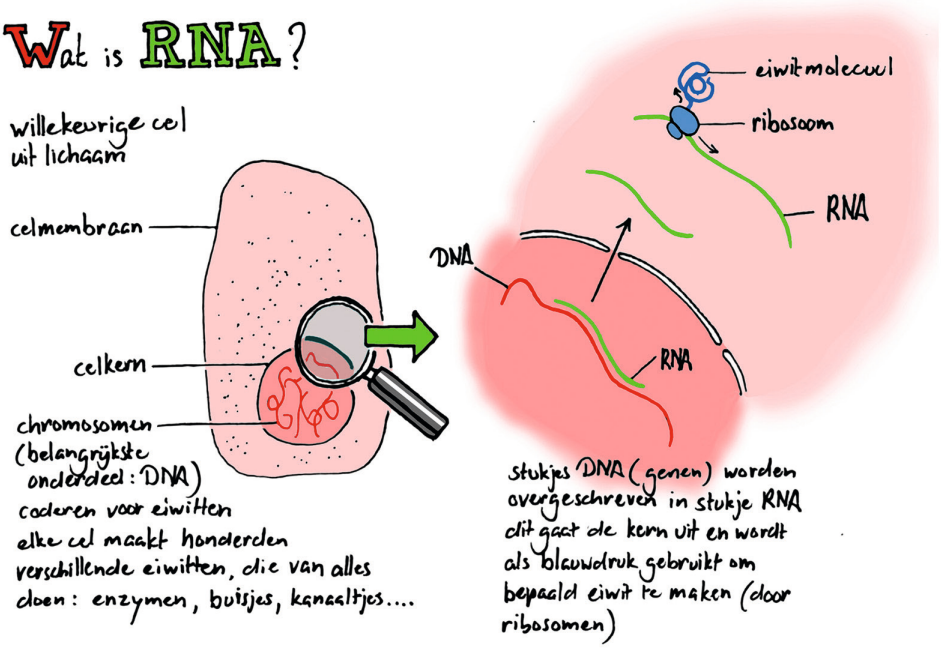

En voor leerlingen die het naadje van de kous willen weten in een Webinar van Ingeborg van der Neut (duurt een uur!):
**https://youtu.be/Budoxf9X3aI**

Biologiedocent Marten Hazelaar heeft op de volgende twee pagina's een mooie uitleg over het mRNA-vaccin.

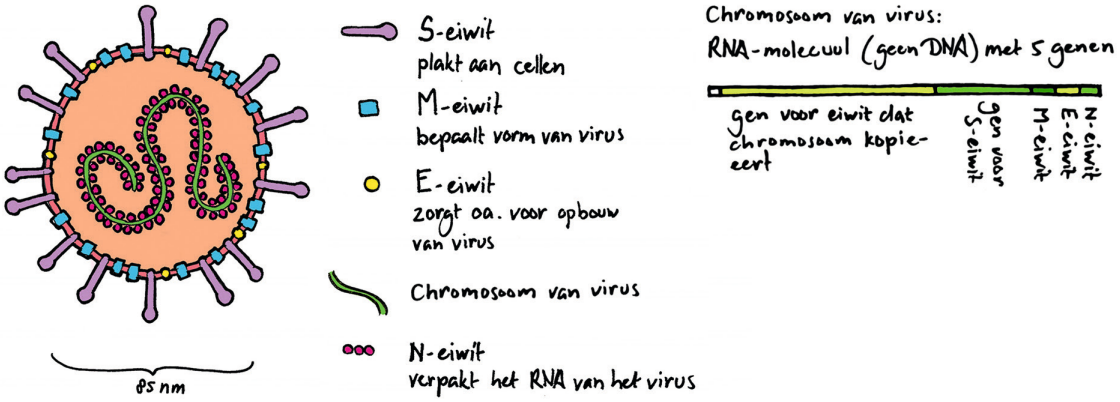
# zo werkt het CORONAVACCIN

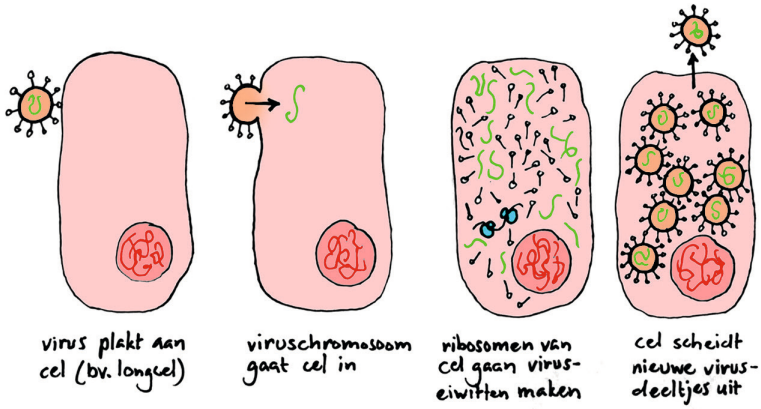
Is RNA-vaccin, werkt dus beetje anders dan klassiek vaccin

## Wat is RNA?



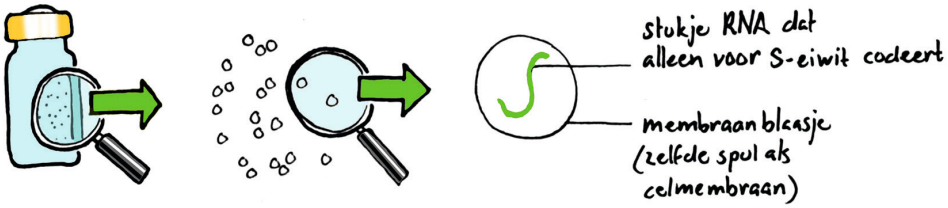

## Hoe werkt het coronavirus?



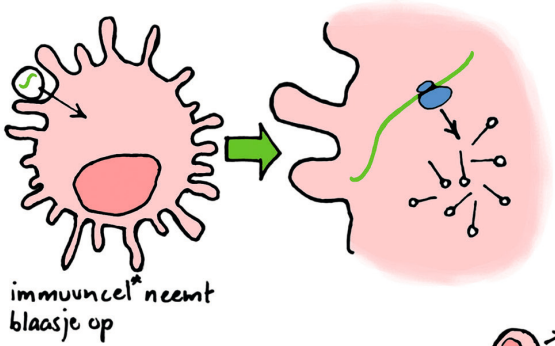



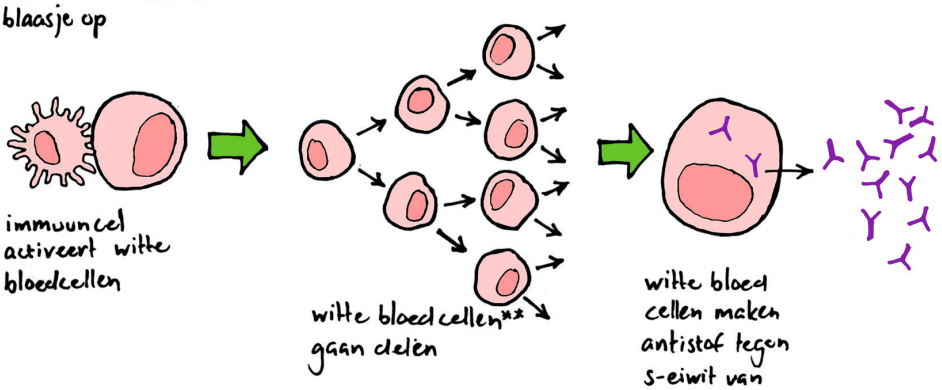

©Marten Hazelaar

# Het coronavaccin (van oa. Pfizer & Moderna)

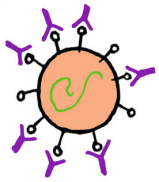



Na vaccinatie:




Bij infectie met coronavirus:



antistoffen plakken aan S-eiwit van virus waardoor dit niet meer werkt

Je bent **IMMUUN!**

* dendritische cellen

** B- en T-lymfocyten

# Hoe werkt een klassiek vaccin ook al weer?

