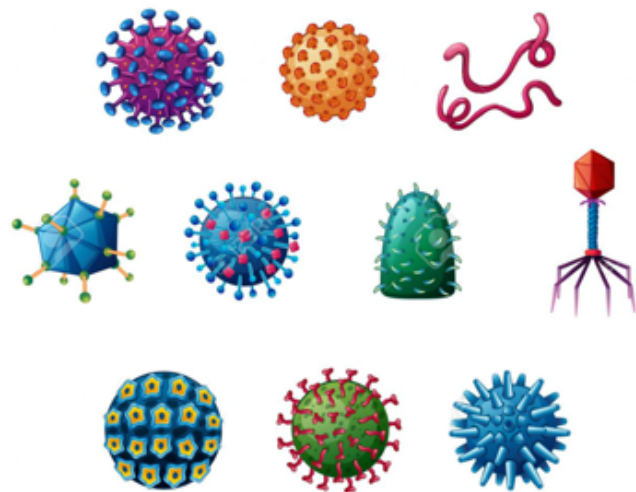


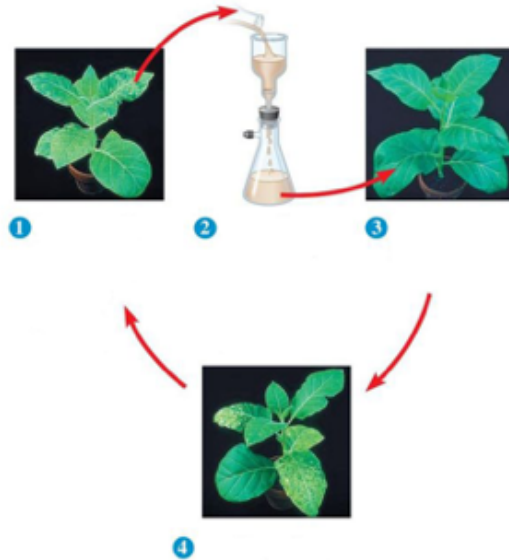
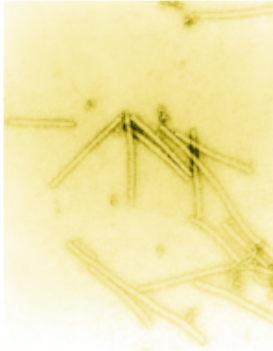
# Virussen



## De ontdekking van virussen

Dmitri Ivanovsky (1892)  
Martinus Beijerinck (1898)

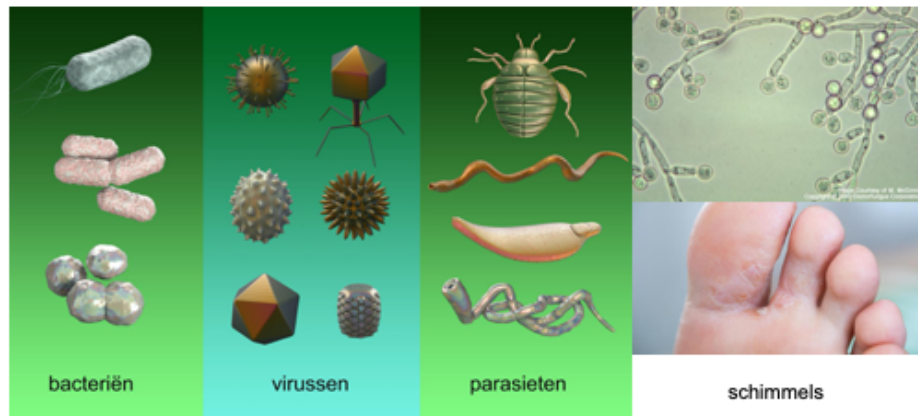
*Tabaksmozaïekvirus*



Virussen zijn niet op één specifiek moment door één persoon ontdekt. In de loop der jaren zijn er door meerdere onderzoekers verschillende experimenten uitgevoerd aan een plantenziekte bij tabaksplanten. Men ontdekte dat deze ziekte kon worden overgedragen van een zieke op een gezonde plant door contact met het sap van de zieke plant. De Rus Dmitri Ivanovski filterde het sap als eerste met een speciaal filter dat geen bacteriën doorliet, en zag dat dit sap nog steeds andere planten kon infecteren. Maar het was de Nederlander Martinus Beijerinck die na het herhalen van dit experiment in 1898 met het idee kwam dat de ziekte niet door bacteriën maar door een nieuw soort ziekteverwekker werd veroorzaakt. Hij noemde dat een virus. Tegenwoordig weten we dat het gaat om het tabaksmozaïekvirus, maar in die tijd wisten ze nog niet wat een virus precies was, laat staan hoe het eruitzag.

# Wat is een virus?

Een virus is een **ziekteverwekker**



Een virus is kortgezegd een ziekteverwekker. Er bestaan vier belangrijke groepen ziekteverwekkers. Naast virussen zijn dat de bacteriën, de parasieten en de schimmels. Parasieten zijn bijvoorbeeld wormen die je darmen infecteren, of malaria. Schimmels zijn onder andere bekend van de schimmeltenen en -nagels.

## **Wat is een virus?**

**Voorbeelden van virusziektes:**

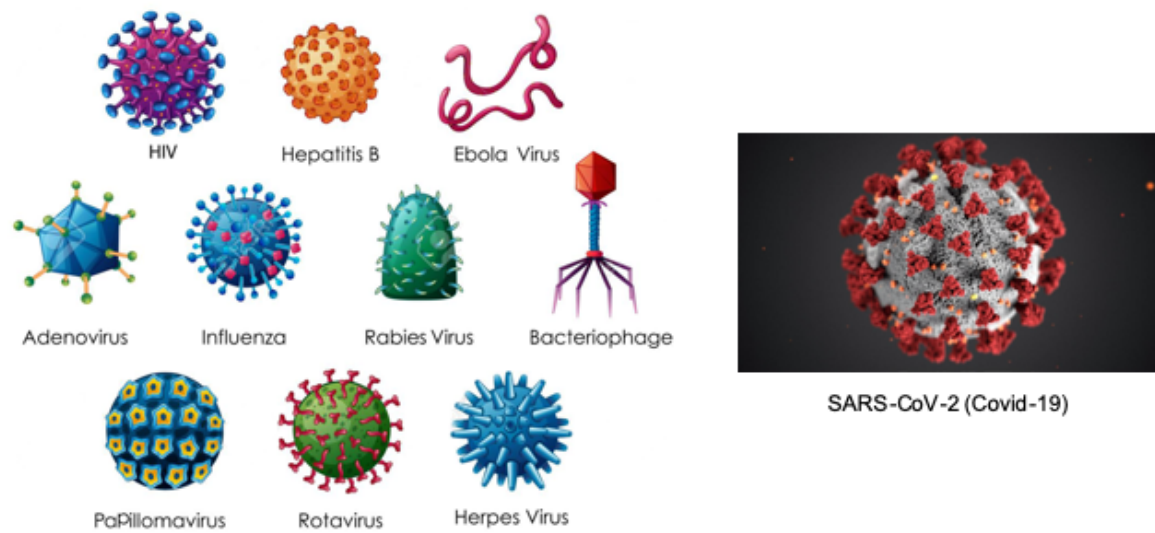
Welke virusziektes kan je zelf bedenken?

## **Wat is een virus?**

### **Voorbeelden van virusziektes:**

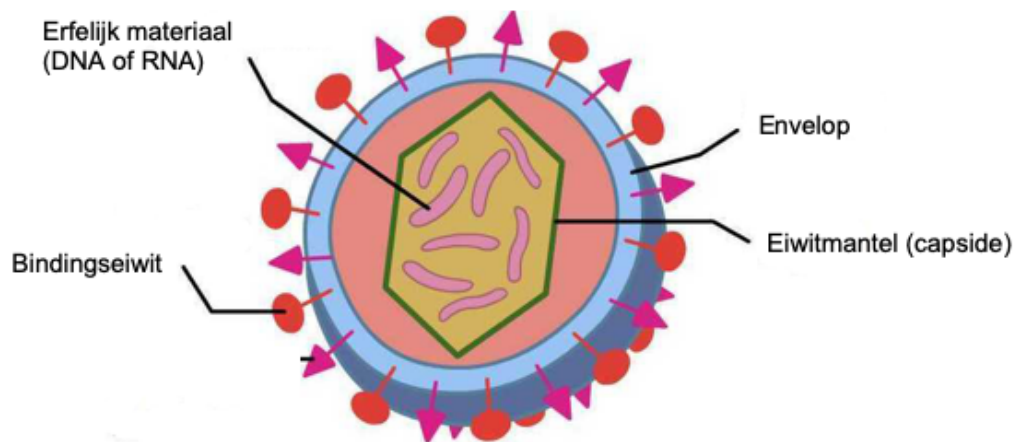
- Griep
- Verkoudheid
- Buikgriep
- Kinderziektes: mazelen, bof, waterpokken, etc.
- HIV/Aids
- ...

Hier staan een aantal bekende virusziektes genoemd, maar er zijn er natuurlijk nog veel meer.

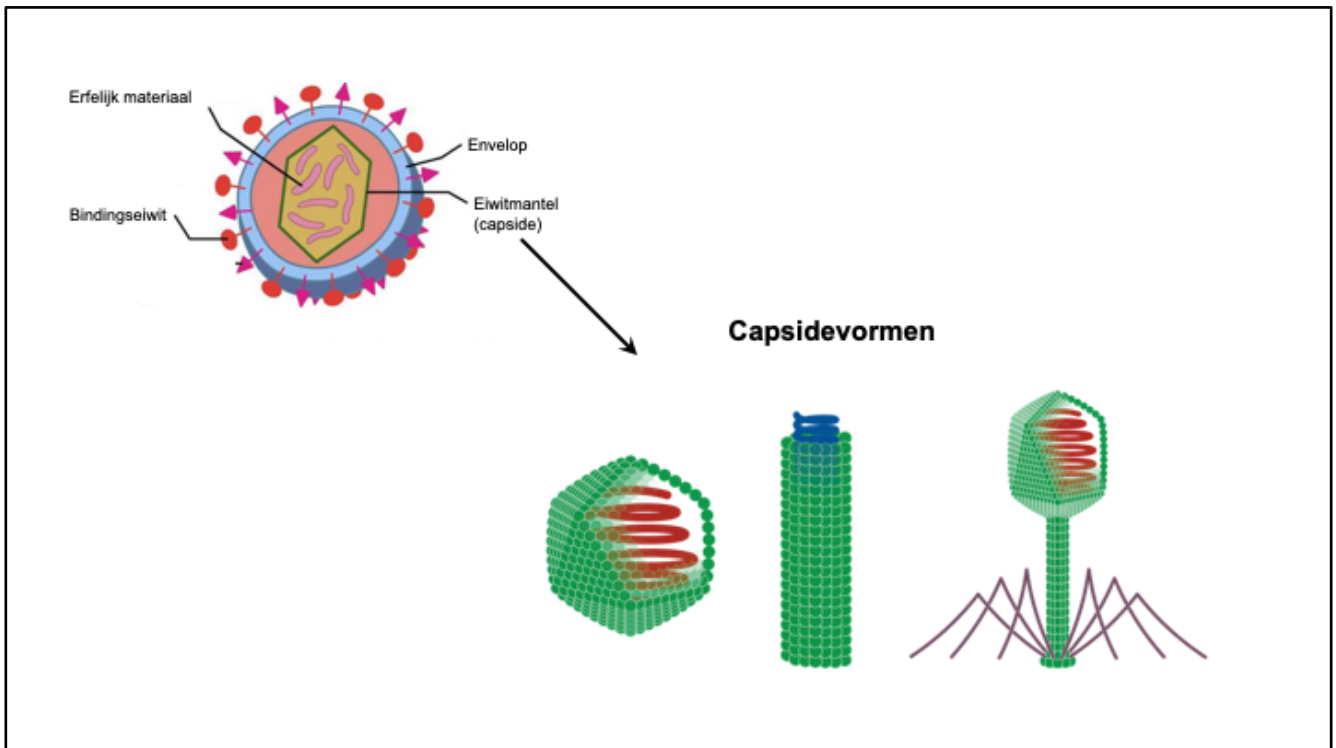


Hier zie je een aantal afbeeldingen van diverse soorten virussen. Het laat zien dat virussen er heel verschillend uit kunnen zien.

## Wat is een virus?

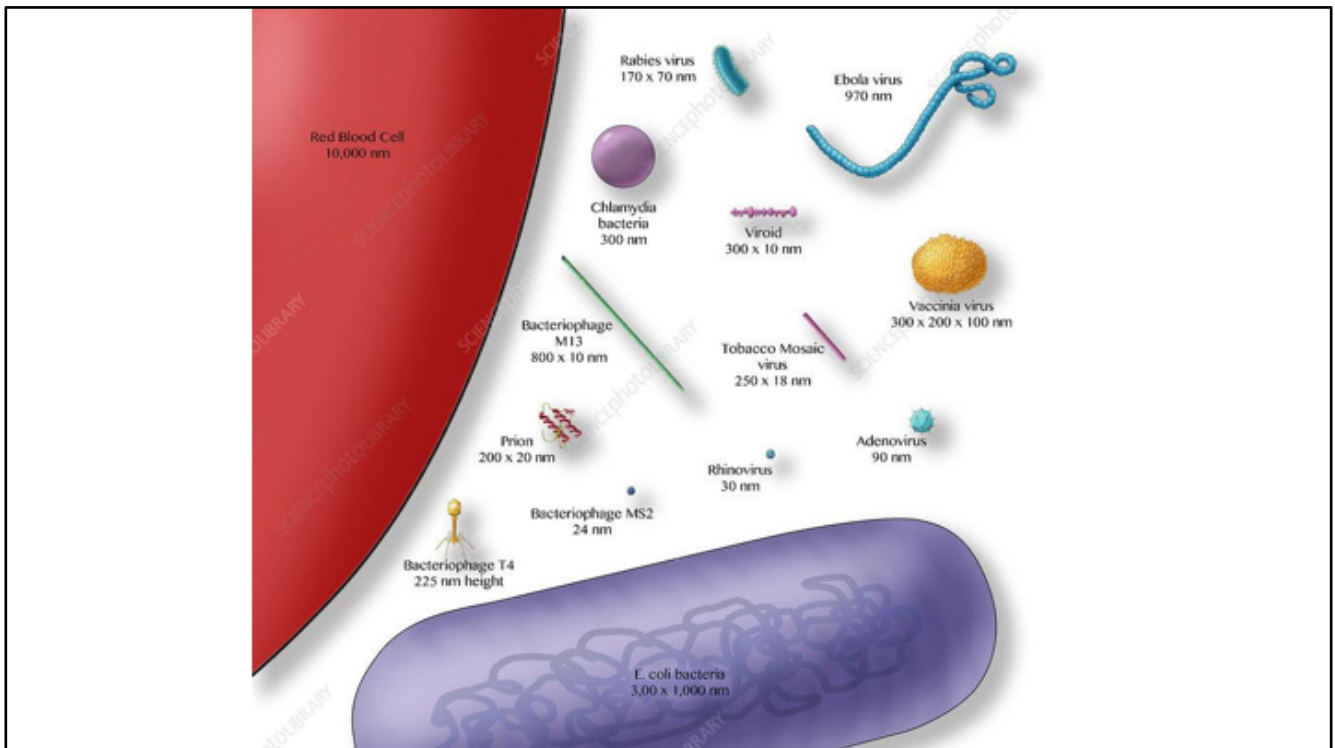


Hoewel virussen er aan de buitenkant heel verschillend uit kunnen zien, is hun bouw toch voor een belangrijk deel hetzelfde. Ze bestaan allemaal uit een eiwitmantel (capside) waarin het erfelijk materiaal (de genetische code van het virus) zit verpakt. Veel dierlijke virussen hebben daarnaast nog een envelop (een soort vetting laagje) om de eiwitmantel heen. Aan de buitenkant van het virus zitten allerlei uitsteeksels, waaronder de bindingseiwitten waarmee het virus aan de cel bindt die geïnfecteerd wordt.



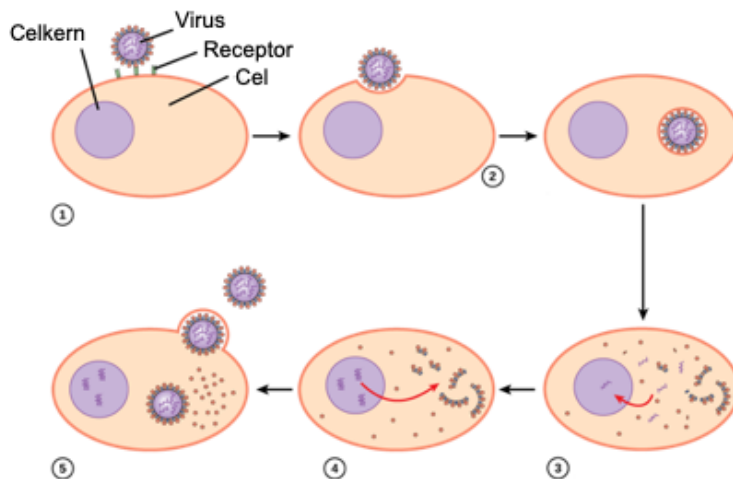
Het capsid van een virus kan verschillende vormen hebben, en dat bepaalt ook deels de vorm van de meeste virussen. Sommige zijn wat meer rond en hoekig, maar er zijn ook langwerpige en zelfs hele ingewikkelde capsides.





Hoe klein virussen zijn kan je goed zien door ze te vergelijken met bijvoorbeeld een menselijke cel (in dit geval een rode bloedcel) en een bacterie. De rode bloedcel past niet eens helemaal in het plaatje, en ook de bacterie ziet er al erg groot uit, terwijl je toch een sterke microscoop nodig hebt om deze te kunnen zien. Virussen zijn nog vele malen kleiner en zijn dan ook niet met een gewone (licht)microscoop te zien. Dit kan alleen met een elektronenmicroscoop. Toch is er ook tussen verschillende virussoorten een verschil in grootte.

## Hoe infecteert een virus een cel?



De meeste virussen infecteren een cel op ongeveer dezelfde manier. Eerst binden ze met een van hun bindingseiwitten aan een specifieke receptor die aan de buitenkant van de cel zit. De receptor dient daarbij als een soort sleutelgat waar de sleutel (het bindingseiwit) van het virus op past. Hierdoor wordt het virus in de cel opgenomen. Eenmaal in de cel, valt het virus uit elkaar. Het erfelijk materiaal (een soort code waarin beschreven wordt hoe het virus gemaakt moet worden) komt vrij, en daarmee kan de cel nieuwe virusonderdelen maken. De verschillende virusonderdelen worden vervolgens in elkaar gezet tot nieuwe virussen en deze komen weer vrij uit de cel. Hierdoor wordt het virus vermeerderd en ontstaan er steeds meer nieuwe virusdeeltjes. Je zou virussen kunnen zien als een soort piraatjes zonder schip, die een cel (een schip) kapen en overnemen.



Je kunt ook op een andere manier kijken naar virussen en hoe ze te werk gaan. Stel dat je een bouwtekening hebt gemaakt van een apparaat, en je wilt dit apparaat in grote aantallen gaan produceren om het te kunnen gaan verkopen. Je hebt alleen geen machines en geen materialen. Dan ga je op zoek naar een fabriek die dat wel heeft. Zo'n fabriek zal natuurlijk niet zomaar jouw apparaat gaan produceren. Je wilt daarom stiekem jouw bouwtekening de fabriek binnensmokkelen en daar de machines programmeren om jouw apparaat te gaan maken. Hiervoor moet je eerst langs de bewaking. Hoe zou je daar ongemerkt langs kunnen komen? (Denk aan vermommen, afleiden, neerslaan, etc.) Als je daar eenmaal langs bent, moet je ook nog een sleutel of pasje hebben om binnen te komen. En als je dan eindelijk binnen bent, zal je zonder dat het opvalt de machines moeten programmeren. Al deze stappen moeten virussen ook doorlopen om nieuwe virusdeeltjes te kunnen maken. De bouwtekening is het erfelijk materiaal van het virus, de bewaking is het afweersysteem van het lichaam, het slot is de buitenkant van de cel waar de receptor op zit waarmee het virus de cel in kan komen, en de machines zijn de onderdelen van de cel die nieuwe virusdeeltjes kunnen maken.

Koortslip (herpesvirus)



Misschien heb je wel eens een koortslip gehad. Dat komt door een infectie met een herpesvirus. Als je eenmaal besmet bent, blijft dit virus voor altijd in je lichaam. Je raakt het dus nooit meer kwijt. Meestal merk je hier niets van, maar soms krijg je opnieuw een koortslip, bijvoorbeeld als je weerstand even wat lager is door stress of ziekte. Het vocht uit het blaasje van een koortslip is heel besmettelijk en daardoor kan het virus zich verder verspreiden naar andere mensen.

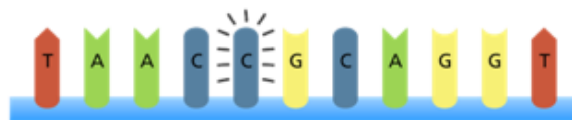
## Virussen kunnen veranderen

- Door spontane kleine veranderingen in het erfelijk materiaal (mutaties)

Originele code



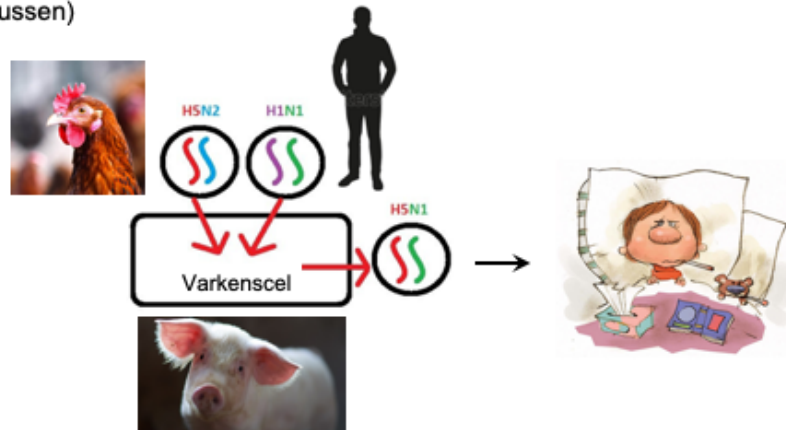
Mutatie



Het erfelijk materiaal (de genetische code) van virussen kan veranderen. Dit zijn vaak kleine veranderingen (mutaties) die stapje voor stapje kunnen leiden tot een grotere verandering van het virus. Zo kan een virus gevaarlijker of juist minder gevaarlijk worden.

## Virussen kunnen veranderen

- Door spontane kleine veranderingen in het erfelijk materiaal (mutaties)
- Door plotselinge grote veranderingen ('samensmelten' van verschillende virussen)



Sommige virussen (vooral griepvirussen) kunnen ook op een andere manier veranderen. Dit zijn plotselinge grote veranderingen waarbij een hele nieuwe virusstam kan ontstaan. Dit kan gebeuren wanneer bijvoorbeeld een varken besmet raakt met zowel een vogelgriepvirus als een mensengriepvirus. Als deze twee virussen samenkomen in een cel van het varken, kunnen ze als het ware 'samensmelten'. Hun erfelijk materiaal wordt daarbij door elkaar gehusseld en hieruit ontstaat dan een nieuw virus. Het varken kan dit virus vervolgens overdragen op mensen. Dit nieuwe virus kan veel besmettelijker zijn dan de virussen waaruit het ontstaan is. Zo'n nieuw virus kan zelfs zorgen voor een pandemie, zoals de Spaanse griep in 1918.

## **De verspreiding van virussen**



De bekendste manier waarop virussen zich verspreiden is natuurlijk via niesen of hoesten. Bij een flinke nies komen heel veel kleine en grotere druppeltjes vrij die zich door de lucht kunnen verplaatsen.

## De verspreiding van virussen

- Via de lucht (kleine druppeltjes): griep, verkoudheid, mazelen
- Via contact met lichaamsvloeistoffen (speeksel, bloed, poep): ebola, hiv, buikgriep, Pfeiffer
- Via een gastheer (mug): zika, gele koorts
- Via direct huidcontact: koortslip, waterpokken
- Via contact (lik, beet) met een besmet dier (hond, vleermuis): hondsdolheid
- Indirect, via besmette oppervlaktes of handen



Er zijn veel soorten virussen die zich via de lucht kunnen verspreiden, waaronder griep, verkoudheid en de mazelen. Maar virussen kunnen zich ook op andere manieren verspreiden, zoals via contact met lichaamsvloeistoffen, via een gastheer (bijvoorbeeld een mug, die het virus kan overbrengen door het opzuigen van bloed van een geïnfecteerd persoon en vervolgens iemand anders te prikken), via direct contact met geïnfecteerde plekken op de huid, of via een lik of beet van een besmet dier. Vooral vleermuizen dragen veel virussen bij zich en kunnen deze ook overbrengen op mensen (zoals hondsdolheid). Daarnaast kunnen veel virussen ook worden overgedragen via indirect contact, bijvoorbeeld via voorwerpen of handen waarop virusdeeltjes aanwezig zijn.



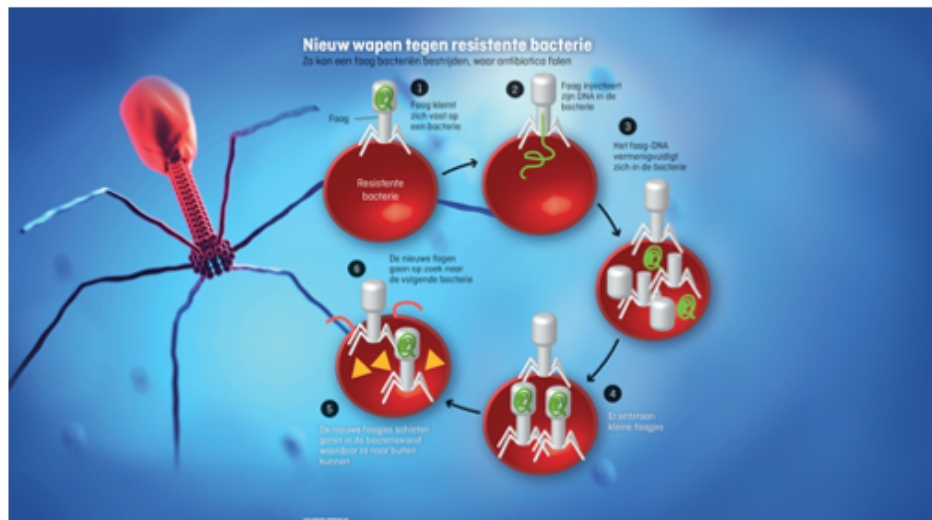
## **Virussen kunnen ook nuttig zijn**



Virussen zorgen niet alleen maar voor ziekte en andere ellende. Ze kunnen ook nuttig zijn. Dit is een tulp die in Nederland gekweekt wordt. Het mooie patroon ontstaat door een virus.

# Virussen kunnen ook nuttig zijn

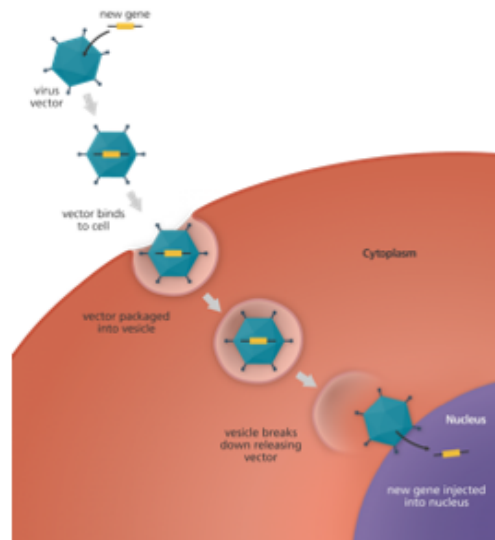
(Bacterio)fagen kunnen specifieke bacteriën doden



Bacteriën kunnen zorgen voor vervelende ziektes en infecties. Meestal krijg je dan antibiotica voorgeschreven waardoor de bacteriën doodgaan. Antibiotica hebben echter vaak bijwerkingen en ze kunnen ook de goede bacteriën in je lichaam doden. Ook worden steeds meer ziekmakende bacteriën resistent tegen antibiotica. In een aantal landen, waaronder Georgië, gebruiken ze in plaats van antibiotica speciale bacterievirussen: bacteriofagen (of gewoon fagen). Deze virussen infecteren en doden specifieke bacteriën. Voor vrijwel elke bacteriesoort bestaat wel een faag. Door het slikken of smeren van fagen, worden alleen de bacteriën bestreden die je ziek maken. De goede bacteriën blijven gewoon in leven. Helaas is faagtherapie in Nederland nog niet toegestaan, maar er wordt wel steeds meer onderzoek naar gedaan.

## Virussen kunnen ook nuttig zijn

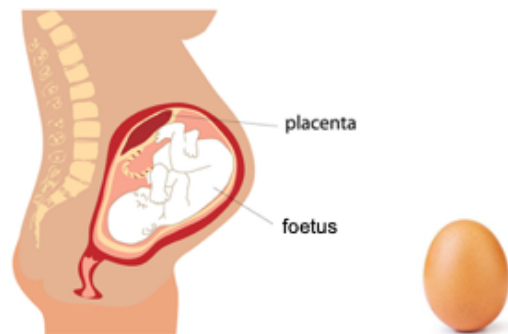
Virussen worden gebruikt voor gentherapie



Sommige ziektes worden veroorzaakt door een fout in je DNA (ons erfelijk materiaal). Het is niet altijd mogelijk om zo'n ziekte te behandelen met medicijnen. Of de medicijnen hebben erg veel nadelen, zoals bijwerkingen en hoge kosten. In sommige gevallen is het misschien mogelijk om de fout in het DNA te herstellen. Dit kan door het foute stukje DNA te vervangen door een nieuw stukje DNA zonder fouten. Hiervoor kan je gebruikmaken van een virus. Het goede stukje DNA stop je dan in een virus, en je laat dit (onschadelijke) virus vervolgens de cellen met het kapotte DNA infecteren. Het virus zorgt er dan voor dat het goede DNA in de cellen terechtkomt, waardoor de ziekte kan worden gestopt of verminderd. Dit heet gentherapie. Hoewel er al vele jaren mee wordt geëxperimenteerd, is het nog steeds een experimentele therapie waar nog maar weinig grote successen mee zijn behaald.

## Virussen kunnen ook nuttig zijn

Ons DNA zit vol met oeroude virusgenen die vaak onmisbaar zijn



Virussen bestaan waarschijnlijk al zo lang als er leven op aarde bestaat. In al die miljoenen jaren hebben virussen levende wezens geïnfecteerd. Daarbij blijft soms erfelijk materiaal (genen) van het virus achter in een cel. Ook ons eigen DNA bestaat voor een paar procent uit oeroude virusgenen. Sommige van die genen zijn nu zelfs onmisbaar. Toen zoogdieren ontstonden uit eierleggende dieren, waren bepaalde genen noodzakelijk voor de vorming van de placenta (moederkoek). Die genen zijn waarschijnlijk afkomstig van bepaalde virussen. Dat baby's in de buik groeien en niet uit een ei komen, hebben we dus waarschijnlijk te danken aan virussen.

## Samenvattend

- Een virus is een soort pakketje met erfelijk materiaal
- Virussen 'kapen' levende cellen (van dieren, planten, bacteriën of schimmels) om zich te vermeerderen
- Er bestaan heel veel soorten virussen, die allerlei verschillende ziektes kunnen veroorzaken
- Virussen kunnen veranderen en daardoor gevaarlijker worden
- Lang niet alle virussen zijn gevaarlijk, en sommige zijn zelfs nuttig

