

# Synthetische biologie in de maatschappij

iGEM TU Eindhoven 2016



Doelgroep: HAVO/VWO onderbouw  
Vakgebied: Biologie/Maatschappijleer  
Tijdsduur: ± 40 minuten

## Inleiding

Synthetische biologie is het (her)programmeren van een biologisch systeem (cellen of bacteriën) zodat deze een specifieke taak verrichten. Dit wordt bereikt door de genetische informatie (DNA) van de cellen aan te passen. Er wordt voorspeld dat deze genetische modificatie een enorme impact hebben op de huidige maatschappij. Echter, het krijgt nog niet de aandacht die het nodig heeft op scholen volgens ons. Het duurt namelijk een tijd voordat informatie in biologie- en scheikundeboeken terecht komt. Dat is de reden dat wij deze les gemaakt hebben. Het is belangrijk voor kinderen om al vroeg op de hoogte te zijn over synthetische biologie en hier een mening over te vormen. In deze les wordt al aanwezige kennis die opgedaan kan zijn via de les, maar ook via de (sociale) media gecombineerd.

Deze les is gemaakt door studenten uit het iGEM team van de Technische Universiteit Eindhoven. De iGEM competitie is een studentencompetitie op het gebied van synthetische biologie. Aan de editie van 2016 doen 304 teams van over de hele wereld mee. Naast het werk dat ons team uitvoert in het lab is een belangrijk onderdeel van de competitie het naar de maatschappij brengen en toegankelijk maken van synthetische biologie. Met deze les proberen wij dat te doen.

Dit lessenpakket bestaat uit een PowerPoint presentatie waaruit duidelijk wordt wat synthetische biologie is en wat het te maken heeft met de dingen die de leerlingen al weten en een werkblad waarmee leerlingen hun kennis kunnen testen en een mening kunnen vormen over de maatschappelijke kwesties bij synthetische biologie.

Voor de centrale pagina van het lesspakket, waar de PowerPoint presentaties, werkbladen en uitwerkingen van de werkbladen zijn te vinden, bezoek onze site! ([http://2016.igem.org/Team:TU-Eindhoven/Lesson\\_package](http://2016.igem.org/Team:TU-Eindhoven/Lesson_package) )

## Inhoudsopgave

- PowerPoint presentatie
- Werkblad
- Uitwerkingen Werkblad
- Tips

# PowerPoint presentatie

Hieronder staan de slides van de PowerPoint presentatie met daarnaast extra toelichting wat er verteld kan worden.

Slide 1



Dit is een special les over synthetische biologie. Deze les is gemaakt door het TU/e iGEM team 2016.

Leerdoelen zijn om meer te weten te komen over wat synthetische biologie is, hoe dit terug komt in de maatschappij en welke lastige maatschappelijke en ethische vraagstukken hierbij komen kijken.

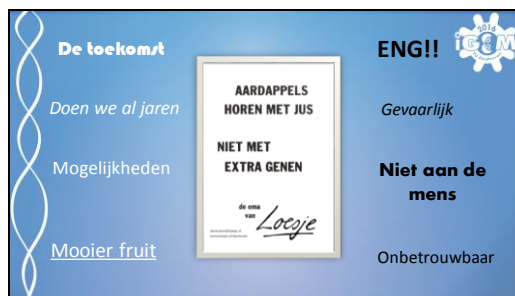
Deze les is vooral bedoeld om leerlingen zelf een mening te laten vormen en hierover te discussiëren.

Slide 2



Geef de leerlingen even de tijd om na te denken over de vraag en geef vervolgens een paar leerlingen het woord.

Slide 3



Dit zijn vaak gegeven antwoorden op de vorige vraag.

Mensen kunnen zowel positief als negatief tegen over genetische modificatie staan.

Slide 4

**Wat is synthetische biologie?**

Het aanpassen van cellen of bacteriën, zodat deze bepaalde taken verrichten.





Genetische modificatie is het aanpassen van het DNA van een organisme. Synthetische biologie doet dit ook, bij cellen en bacteriën, zodat deze bepaalde taken verrichten. Zo kunnen bacteriën dienen als fabriekjes voor eiwitten en gassen. Met T-cellen kunnen specifieke antilichamen gemaakt worden.

Synthetische biologie richt zich ook op het ontrafelen van de vele reacties die in de cel plaats vinden.

Slide 5

**DNA**

Alle cellen bevatten DNA  
DNA bevat erfelijke informatie





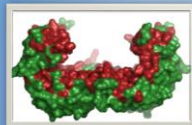
Het DNA is eigenlijk een soort boek waar alle informatie instaat die een organisme nodig heeft om te overleven. In plaats van letters en woorden staat de informatie opgeschreven in basen en codons.

DNA bevat eigenlijk alle bouwplannen voor de eiwitten die de cel nodig heeft.

Slide 6

**Eiwitten**

Onmisbaar voor organismen  
Vervullen allerlei verschillende functies in de cel



Eiwitten worden door de cellen gemaakt. De eiwitten vervullen allerlei taken in de cel. Ze zorgen ervoor dat de cel het juiste celtype is en dat de cel in leven blijft.

Slide 7

**Bacteriën**

1 cellige organismen  
Veel gebruikt door mensen



Bacteriën worden in de synthetische biologie gebruikt om eiwitten te maken.

Bacteriën zijn organismen die uit maar 1 cel bestaan. Bacteriën planten zich niet voort door het DNA van 2 organismen te combineren, maar door zich te delen.

Slide 8

**Genetisch gemodificeerde bacteriën**

- Biobrandstof
- Insuline
- Eiwitten



Waar worden bacteriën voor gebruikt?

De productie van biobrandstoffen wordt geoptimaliseerd door het gebruik van genetisch gemodificeerde bacteriën.

In de medische wereld worden ook bacteriën gebruikt. Deze bacteriën krijgen een stukje menselijk DNA ingebracht. Zo kunnen ze "menselijke" eiwitten maken, zoals het hormoon insuline.


Slide 9

**Genetisch gemodificeerd voedsel**

Waarom doen we dit?

- Beter beschermd
- Voedzamer
- Mooier

Niet helemaal nieuw



Waarom zouden we ons voedsel genetische modifieren?

Dit doen we om weer voedsel te kunnen verbouwen.

Door genetische modificatie toe te passen kunnen we gewassen beschermen tegen ziekten maar ook optimaliseren naar de juiste omgevingsfactoren.

Dat we onze gewassen aanpassen naar onze voorkeuren is niet helemaal nieuw. Al eeuwen lang heeft de mens planten met elkaar gekruist. Watermeloenen zijn daardoor al van hun oorspronkelijke gewicht van 80 gram naar meer dan 2 kilogram gegaan!

Slide 10

Genetisch gemodificeerde organismen 

Onderzoek naar functies van genen

- Knock out muizen

"leuke" huisdieren



Waarom passen we genetische modificatie toe op dieren? Is dat niet zwaar? Wat is het nut ervan?

De belangrijkste reden is onderzoek. Door stukken DNA aan te passen kunnen we onderzoeken wat de gevolgen hiervan zijn.

Een voorbeeld hiervan zijn knock out muizen. Bij deze muizen worden bepaalde genen uit het DNA gehaald en vervolgens wordt gekeken wat de effecten op de muis zijn. Kan de muis overleven zonder die genen? Waar zouden ze voor kunnen dienen?

Een andere reden voor genetische modificatie van organismen, planten en dieren, is voor ons eigen plezier. Extra rode rozen en fluorescente vissen zijn al in de winkels te koop.

Slide 11

Synthetische biologie   
Maatschappelijke aspecten



Nu is het tijd om dieper in te gaan op de effecten van synthetische biologie om de maatschappij.

Slide 12

**Golden Rice**

In ontwikkelingslanden, vooral in afrika is een groot vitamine A tekort.

Vitamine A tekort kan leiden tot:

- Blindheid
- Diaree
- Overleiden

Golden Rice is een genetische gemodificeerde rijst die zorgt voor extra vitamine A aanmaak



Het eerste voorbeeld is het golden rice dilemma. Dit is alweer van een paar jaar geleden.

Onderzoekers maakten het zogenaamde Golden Rice. Deze rijst bevatten voedingsstoffen die de aanmaak van vitamine A in het lichaam zou stimuleren.

In ontwikkelingslanden, voornamelijk in Afrika, heerst een groot vitamine A tekort. Bij kinderen kan dit tot ernstige gevolgen leiden, zoals blindheid en diarree. Bij ernstige diarree is de kans op overlijden heel groot.

Toen besloten werd om de rijst in te zetten om de kinderen in Afrika te helpen, ontstonden vele discussies.

Vraag aan de klas of ze al eens eerder over deze discussies hebben gehoord?

Slide 13

**Golden Rice**

Voorstanders:

- Kan kinderlevens redden
- Niet duur
- Door boeren daar te verbouwen

Tegenstanders:

- Veiligheid Golden Rice nog niet bewezen
- Brengt GGO's in natuur



Waarom ontstonden die discussies?

Er waren hele goede argumenten om de rijst naar Afrika te sturen. Het kon immers kinderlevens redden. Het was niet duur om produceren. En de boeren daar konden zelf de rijst verbouwen.

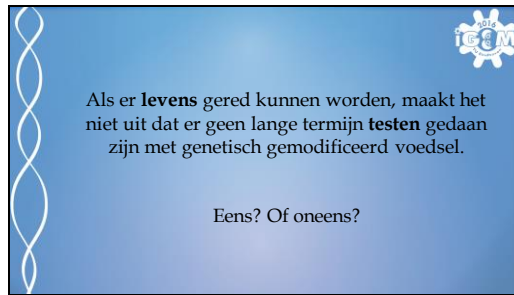
Waarom waren er dan toch zoveel mensen tegen?

Het grootste tegen argument was dat de rijst nog helemaal niet getest was op mensen. In ieder geval niet op lange termijn. Kun je zomaar genetisch gemodificeerd voedsel eten? Is dat niet gevaarlijk?

Een ander tegen argument was dat een genetisch gemodificeerd organisme zomaar in de natuur gebracht zou worden, zonder de controle die er in de westerse wereld op is.




Slide 14



Als er levens gered kunnen worden, maakt het niet uit dat er geen lange termijn testen gedaan zijn met genetisch gemodificeerd voedsel.

Eens? Of oneens?



Lees de vraag rustig voor. Laat iedereen er even over nadenken. Vraag vervolgens om de handen op te steken als je het met de stelling eens bent. Geef een paar leerlingen het woord. Doe dit ook voor de leerlingen die het oneens zijn.

Slide 15



### Designer Babies

Ouders bepalen eigenschappen van kind  
DNA van embryo wordt aangepast



Voorbeeld 2. In de niet heel verre toekomst zou het mogelijk kunnen worden om als ouder te bepalen wat voor eigenschappen hun kind zou moeten hebben.

Dit kan door het DNA van het embryo aan te passen.

Het zal niet lang meer duren tot we van de meeste genen weten wat ze doen. Heb je liever een kind met blauwe ogen? Zwart haar? Wil je een sportief kind? Een intelligent kind?

Het zou zo maar mogelijk kunnen worden. Het is dus goed om nu vast stil te staan bij de mogelijke gevolgen.

Het gaat natuurlijk niet alleen om het verbeteren van de embryo's, maar ook om het genezen van erfelijke ziekten. Draggers van bijvoorbeeld de sikkelcel ziekte zouden met deze techniek toch gezonde kinderen kunnen krijgen.

### Designer Babies



**Voorstanders:**

- Erfelijke ziekten oplossen
- Betere kansen kind
- Meer gendiversiteit mogelijk
- Volgende stap in evolutie

**Tegenstanders:**

- Vergoot ongelijkheid in maatschappij
- Kind zelf heeft geen keus
- Vermindert individualisme kind

Wat zouden de voor en nadelen kunnen zijn van designer babies?

Zoals eerder gezegd kan het erfelijke ziekten oplossen. Door het kind betere eigenschappen te geven, zou het een grotere kans kunnen krijgen op een goed leven.

Wetenschappers zouden ook bij kunnen houden dat er genoeg mensen zijn met andere genen. Wanneer een ernstige ziekte opkomt, zal dit dan niet de hele mensheid treffen. Het modificeren van het DNA van de mens wordt daarom door velen ook als de volgende stap in de evolutie gezien.

Dit klinkt waarschijnlijk allemaal erg positief. Natuurlijk zitten er altijd risico's aan het modificeren van het DNA. Maar zelfs als die risico's er niet meer zouden zijn, zijn er goede tegenargumenten op deze techniek.

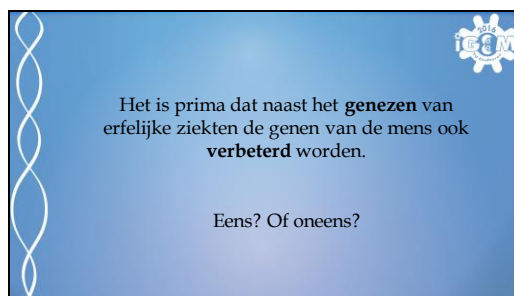
Het is namelijk heel aannemelijk dat deze techniek niet door alle ouders te gebruiken is. Mensen met veel geld zullen eerder de kans krijgen om hun kinderen te verbeteren. Hierdoor zullen hun kinderen nog succesvoller, slimmer en waarschijnlijk rijker worden. Als dit zich door zet ontstaat er een steeds grotere kloof in de samenleving.

De kinderen waarop de techniek wordt toegepast hebben er zelf niet voor gekozen. Deze techniek kan veel druk op kinderen leggen om een bepaald leven te leiden, wat zij misschien helemaal niet willen. Hebben de ouders het recht om het kind aan te passen? Of heeft het kind het recht te blijven zoals het was?

Het idee dat aanpassingen aan je DNA bepalen wie je bent, kan ook leiden tot een verminderd gevoel van individualisme. Zou jij nog steeds trots

zijn op je voetbal prestaties als je wist dat je ouders daar de juiste genen voor hebben geselecteerd?

Slide 17



Het is prima dat naast het **genezen** van erfelijke ziekten de genen van de mens ook **verbeterd** worden.

Eens? Of oneens?

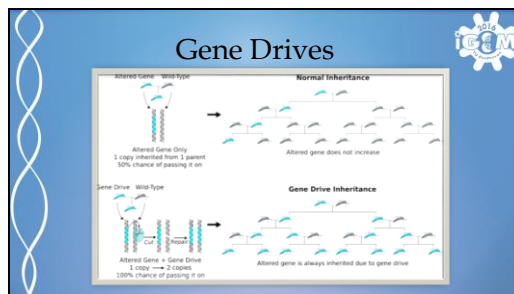
The slide features a blue background with a white DNA double helix on the left and the iGEM logo in the top right corner.

Lees de vraag rustig voor. Laat iedereen er even over nadenken.

Vraag om de handen op te steken als je het niet met de stelling eens bent.

Geef een paar leerlingen het woord. Doe dit ook voor de leerlingen die het er wel mee eens zijn.

Slide 18



### Gene Drives

The diagram compares 'Normal Inheritance' and 'Gene Drive Inheritance'. In normal inheritance, an altered gene (1 copy) is inherited from one parent, resulting in a 50% chance of passing it on. In gene drive inheritance, a gene drive (1 copy) is inherited from one parent, resulting in a 100% chance of passing it on. The diagram shows how a gene drive can spread through a population much faster than a normal gene.

De biologisch/chemische kennis achter gene drives is een beetje lastig, maar het principe wat het doet is goed te begrijpen.

Door bij één organisme iets in het DNA in te brengen kun je hele (dier)soorten beïnvloeden.

In de normale situatie krijgt een organisme van elk gen 2 varianten. 1 van de vader en 1 van de moeder. Bij het gebruik van gene drives wordt dit anders.

Stel we hebben een mannetjes konijn. Dit konijn heeft een gen waarvan we graag willen dat alle andere konijnen die ook hebben. Dan passen we dat gen zo aan dat elke keer als het gen in een van de chromosomen van de volgende

generatie komt, het zich automatisch ook in het gen van het andere chromosoom inbouwt.

Als ons mannetjes konijn kleine konijntjes krijgt, dan zullen deze allemaal het speciale gen van hun vader krijgen, wat vervolgens het gen van hun moeder uit het andere chromosoom knipt en zichzelf erin bouwt. Wanneer de kleine konijntjes zelf ook weer kleine konijntjes krijgen, zullen ze altijd het gen dat ze van hun vader kregen hebben doorgeven.

Slide 19



The slide is titled "Gene Drives" and features a blue background with a white DNA double helix on the left and a gear icon on the right. The text is as follows:

### Gene Drives

Gen wordt altijd overgeërfd

Voorstanders:

- Oplossingen voor veel problemen (zika virus, malaria mug)

Tegenstanders:

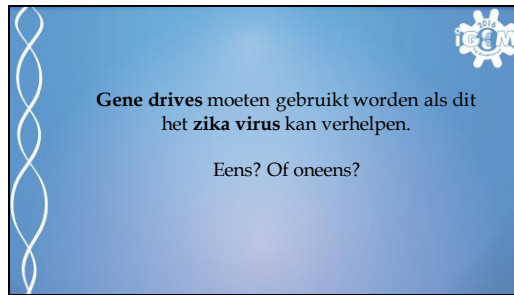
- Te weinig kennis
- Kan grote effecten hebben
- Terug draaien is niet mogelijk

Het principe is dus dat een gen altijd wordt overgeërfd. Hiermee zouden de genen die ervoor zorgen dat een malaria mug malaria overbrengt kunnen worden verwijderd.

Dit klinkt als de oplossing voor vele overdraagbare ziekten.

Toch zijn er veel mensen tegen het gebruik van gene drives. Zij vinden dat er nog te weinig kennis is over de techniek en zijn gevolgen. Het aanpassen van een organisme zou effect kunnen hebben op hele ecosystemen. Het gevaar van de techniek is ook, dat het niet terug gedraaid kan worden.

Slide 20



Gene drives moeten gebruikt worden als dit het zika virus kan verhelpen.

Eens? Of oneens?

IGEM

Lees de vraag rustig voor. Laat iedereen er even over nadenken.

Vraag om de handen op te steken als je het niet met de stelling eens bent.

Geef een paar leerlingen het woord. Doe dit ook voor de leerlingen die het er wel mee eens zijn.

Slide 21



De natuur

Bestrijden vs. beschermen



IGEM

Met het gebruik van gene drives zouden vele erfelijke ziekten kunnen worden bestreden.

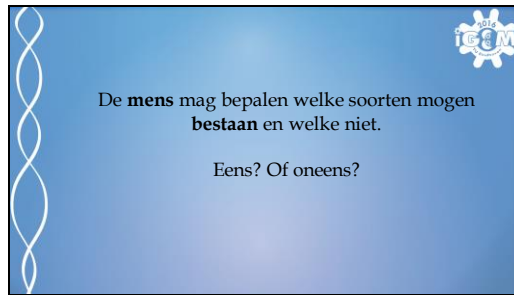
De mens probeert, net als alle andere soorten, te overleven. Ons beschermen tegen virussen hoort daar ook bij.

Maar tot hoe ver mogen we gaan met het bestrijden van soorten omdat het ons beter uitkomt?

Waarom vinden we het wel erg dat de ijsbeer met uitsterven wordt bedreigt, maar wanneer we een manier zouden vinden om de malaria mug uit te roeien, we het meteen zouden doen.

Waarom mogen we bacteriën gebruiken in het lab en hun DNA aanpassen, en wordt dit moeilijker bij het gebruik van muizen en zielig bij het gebruik van honden? En waarom ontstaan er grote ethische discussies wanneer we het hebben over het aanpassen van menselijk DNA.

Slide 22



De **mens** mag bepalen welke soorten mogen **bestaan** en welke niet.

Eens? Of oneens?

Mogelijk gemaakt door: TU/e igem 2016

Lees de vraag rustig voor. Laat iedereen er even over nadenken. Vraag vervolgens om de handen op te steken als je het met de stelling eens bent. Geef een paar leerlingen het woord. Doe dit ook voor de leerlingen die het oneens zijn.

Slide 23



**Synthetische biologie**  
**Maatschappelijke aspecten**

Genetische modificatie en synthetische biologie zijn mooie opkomende onderzoeksgebieden met veel potentie in de toekomst!

Hoe gaat dit jouw leven beïnvloeden?

Mogelijk gemaakt door: TU/e igem 2016

Dit is het einde van de les. We hopen dat iedereen zich meer bewust is geworden van hoe synthetische biologie de toekomst gaat beïnvloeden.

# Werkblad Synthetische biologie in de maatschappij

Naam:

---

## Vraag 1: DNA en eiwitten

---

**a** Wat is de functie van DNA?

.....  
.....

**b** Wat is een eiwit?

.....  
.....

---

## Vraag 2: Genetisch gemodificeerd voedsel

---

**a** Noem een reden waarom genetisch gemodificeerde organismen gunstig zijn voor fruitteilers.

.....  
.....

**b** Waarom is het modificeren van voedsel niet helemaal nieuw?

.....  
.....

---

## Vraag 3: Golden Rice, Designer Baby's en Gene Drives.

---

**a** Noem een argument wat tegenstanders van Golden Rice gebruiken. Ben jij het daar mee eens?

.....  
.....  
.....

**b** Noem een argument wat voorstanders van Designer Baby's gebruiken. Ben jij het daar mee eens?

.....  
.....  
.....

**c** Wat is een argument van de tegenstanders van Gene Drives?

.....  
.....

.....

---

**Vraag 4: Stellingen over synthetische biologie**

*Geef aan of je het eens of oneens bent met de ondergenoemde stellingen en licht dit toe.*

---

- a**      Genetische modificatie van mensen moet mogelijk moeten zijn in de strijd tegen ziektes als kanker.

.....

.....

.....

- b**      Het gebruik van genetische gemodificeerde organismes moet toegestaan zijn in industriële processen, bijvoorbeeld bij de productie van plastics.

.....

.....

.....



# Uitwerkingen werkblad synthetische biologie in de maatschappij

---

## Vraag 1: DNA en eiwitten

---

**a**      **Wat is de functie van DNA?**

*DNA bestaat uit de 4 basen A, C, T en G en heeft een coderende functie. Hierin zitten allerlei erfelijke eigenschappen verwerkt. Een voorbeeld van de erfelijke coderende functie van DNA is haarkleur. Op een bepaalde plek in het DNA zit een bepaalde code van basen die bepaalt welke kleur haar je hebt.*

**b**      **Wat is een eiwit?**

*Eiwitten zijn gecodeerd in het DNA en na transcriptie en translatie reacties met elkaar aangaan en kunnen diverse processen in de cel beïnvloeden. Een voorbeeld van een eiwit is hemoglobine. Dit eiwit zorgt ervoor dat zuurstof getransporteerd kan worden in het bloed.*

---

## Vraag 2: genetisch gemodificeerd voedsel

---

**a**      **Noem een reden waarom genetisch gemodificeerde organismen gunstig zijn voor fruittelers en een reden waarom ze voor hen niet gunstig zijn.**

*Op deze manier kunnen er gerichte mutaties op hun gewassen gedaan worden die opbrengst verhogen, beter ziekteresistentie hebben en er beter uit zien onder andere.*

**b**      **Waarom is het modificeren van voedsel niet helemaal nieuw?**

*Bij veel gewassen wordt er gekruist om een beter ras te kunnen maken. Bijvoorbeeld het kruisen van een erg ziekte-resistent ras met een snelgroeiend ras. Gewassen worden gekruist om een beter gewas te creëren.*

*Genetisch modificeren heeft hetzelfde doel, alleen dit doel kan efficiënter bereikt worden, omdat het sneller gaat. Kruisen is wel een natuurlijk proces, terwijl genetische modificatie dit niet is.*

---

## Vraag 3: Golden Rice en Designer Baby's.

---

**a**      **Noem een argument wat tegenstanders van Golden Rice gebruiken. Ben jij het daar mee eens?**

*Voorbeelden van antwoorden:*

*Hierdoor worden genetisch gemodificeerde organismen in de natuur gebracht.*

*Het is nog niet bewezen dat het gebruiken van genetisch gemodificeerde organismen geen gevaren oplevert.*

*Als Golden Rice gebruikt wordt is het mogelijk dat er minder gebruik gemaakt gaat worden van andere gewassen en er alleen Golden Rice geproduceerd wordt. Op deze manier zal er minder diversiteit aan gewassen kunnen zijn, wat kan leiden tot onder andere bodemverarming.*

*Ben je het hier mee eens: eigen invulling*

**b**      **Noem een argument wat voorstanders van Designer Baby's gebruiken. Ben jij het daar mee eens?**

*Voorbeelden van antwoorden:*

*Met Designer Baby's kunnen erfelijke ziektes zoals Alzheimer, hemofilie en kleurenblindheid op een effectieve manier tegengegaan worden.*

*Designer Baby's hebben een grotere kans op een succesvol leven.*

*Gericht genetisch modificeren is een logische volgende stap voor de evolutie.*

*Ben je het hier mee eens: eigen invulling.*

**c        Wat is een argument van de tegenstanders van Gene Drives?**

*Voorbeelden van antwoorden:*

*Er is nog te weinig kennis over Gene Drives.*

*Gene Drives kunnen grote gevolgen voor het milieu hebben.*

*De gevolgen van Gene Drives zijn onomkeerbaar.*

---

**Vraag 4: Stellingen over synthetische biologie**

*Geef aan of je het eens of oneens bent met de ondergenoemde stellingen en licht dit toe*

---

**a        Genetische modificatie van mensen moet mogelijk moeten zijn in de strijd tegen ziektes als kanker.**

*Voorbeelden van antwoorden:*

*Ja, Als dit op een veilige manier gebeurt dan is dit zeker goed om te doen.*

*Nee, als die ontwikkeling zou beginnen duurt het niet lang meer voordat mensen half mens – half robot worden.*

**b        Het gebruik van genetische gemodificeerde organismes moet toegestaan zijn in industriële processen, bijvoorbeeld bij de productie van plastics.**

*Voorbeelden van antwoorden:*

*Ja, dit is erg nuttig als industriële processen op deze manier efficiënter gedaan kunnen worden moet dit zeker mogelijk zijn*

*Nee, het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen moet zo veel mogelijk worden beperkt.*

## Tips

- Als er nog tijd is aan het einde van de PowerPoint presentatie kan het ook leuk zijn om een klassendiscussie te houden over Golden Rice, Designer Baby's of Gene Drives. Dit zijn interessante onderwerpen waarover leuke discussies kunnen ontstaan.
- Als er minder tijd dan gepland is voor het werkblad kan dit ook direct klassikaal besproken worden.
- Heeft u een fout gevonden in de werkbladen of antwoordenbladen of wilt u deze aanpassen? Of heeft u een andere vraag of opmerking? Mail [igem@tue.nl](mailto:igem@tue.nl) met als onderwerp van de e-mail "Lessenpakket 2016".