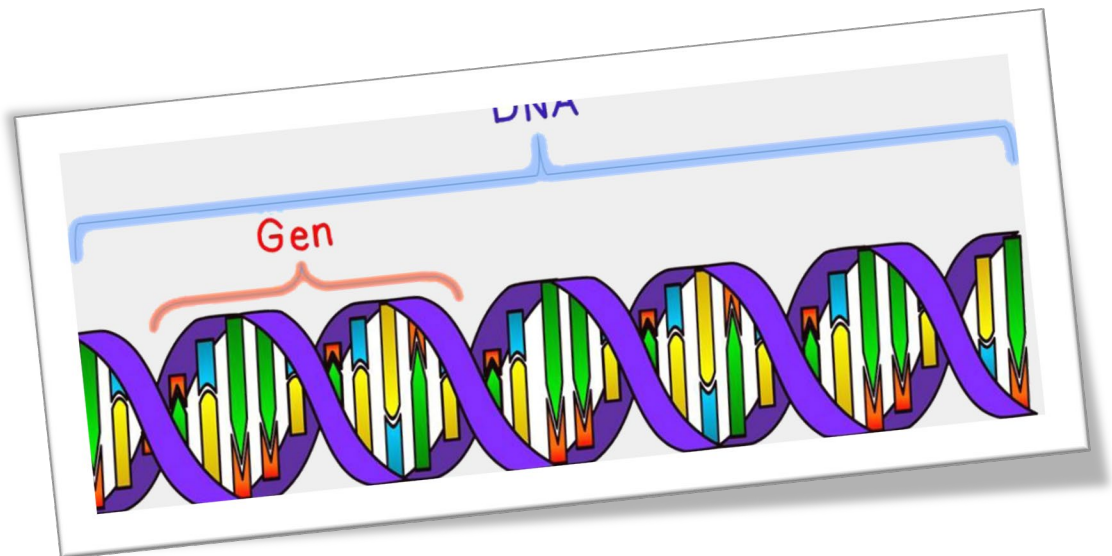


# DNA en Genen

Groep 8



universeel thema:

## Ontdekkingen

Generalisaties:

- ontdekkingen maken 'het onbekende' zichtbaar
- ontdekkingen kunnen leiden tot nieuwe inzichten of bevestigen wat al bekend is
- ontdekkingen kunnen spontaan gebeuren of zijn het resultaat van een zoektocht

# Denkstof

## Gebruiksvoorwaarden

### EIGEN GEBRUIK

Alle materialen zijn alleen voor eigen gebruik.



### NIET COMMERCIEEL

De materialen mogen worden ingezet in eigen lespraktijk, ook bij eigen trainingen, maar altijd onder naamsvermelding en bestanden mogen niet aan deelnemers worden gegeven of verkocht.



### GEEN AFGELEIDE WERKEN

De materialen mogen alleen in ongewijzigde vorm worden gebruikt.



### TOEGANKELIJKHEID

Het is niet toegestaan (delen van) de materialen online te zetten.

Dit houdt ook in:

- de projecten of materialen niet verwerken in Yurls, wikiwijs of andere lessencreatie websites
- de materialen niet delen achter een wachtwoord
- de materialen niet uploaden naar een fileshare website (ook niet als dit niet openbaar is)
- de materialen niet opnemen in een intranet of ander content management systeem.



“Door aanschaf en gebruik van dit materiaal ga je akkoord met deze gebruiksvoorwaarden.

Alle materialen zijn beschermd door auteursrecht en mogen uitsluitend volgens deze voorwaarden worden gebruikt.”

# Week 1. Thema Introductie

## Wat kun je zeggen over je genen?

### Vorbereiding:

- Zorg voor voldoende ruimte in het klaslokaal of de gang.
- Wijs twee duidelijke hoeken of plekken aan:
  - "Waar"-hoek
  - "Onwaar"-hoek

### Uitleg aan de klas:

"We gaan vandaag bewegen én leren over DNA en genen. Ik lees steeds een stelling voor. Jullie denken goed na en kiezen: is dit **waar** of **onwaar**? Daarna loop je naar de juiste hoek. Als iedereen staat, leg ik het goede antwoord uit.

### Let op:

- Je mag niet op de plek blijven staan – je moet een keuze maken.
- Iedereen doet **elke ronde mee**.
- Je valt **nooit af**. Dit is geen wedstrijd, maar een ontdekkingstocht.
- Houd voor jezelf bij hoeveel antwoorden je goed hebt. Het is oké om fouten te maken, want daar leer je juist van!"

### Tijdens het spel:

1. Lees elke stelling duidelijk en rustig voor.
2. Geef leerlingen 5-10 seconden om te kiezen en naar de juiste hoek te lopen.
3. Zodra iedereen staat, geef je de uitleg (gebruik de korte uitleg per stelling).
4. Laat leerlingen kort reageren of verrast zijn – hou het levendig maar kort.
5. Ga dan door naar de volgende stelling.

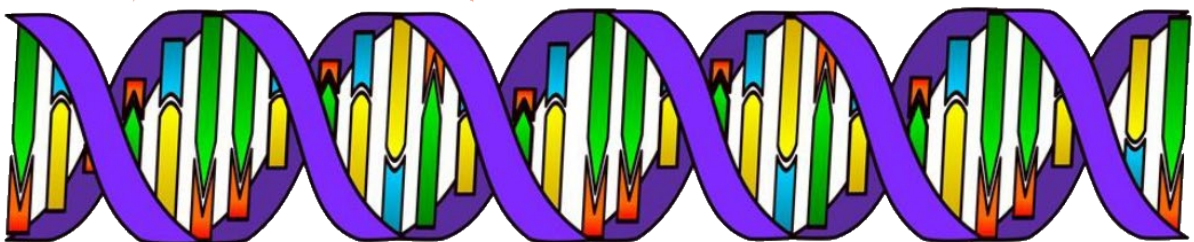
### Afronding:

"Tel nu zelf hoeveel van de 15 stellingen je goed had.

Wie had er 10 of meer goed? 12 of meer? Alle 15? Super!

Maar het allerbelangrijkste: **wat heb je vandaag geleerd over DNA en genen wat je nog niet wist?**"

Je kunt eventueel nog 1 of 2 leerlingen laten delen wat hen verbaasde of wat ze interessant vonden.



# Week 1. Thema Introductie

## Wat kun je zeggen over je genen? Stellingen:

- 1. Je DNA bepaalt onder andere je haarkleur. → Waar**  
In je DNA staat informatie over hoe je eruitziet, zoals je haarkleur.
- 2. Iedereen heeft precies hetzelfde DNA. → Onwaar**  
Iedereen heeft uniek DNA, behalve identieke tweelingen.
- 3. DNA zit alleen in je bloed. → Onwaar**  
DNA zit in bijna al je lichaamscellen: in je haar, huid, speeksel en meer.
- 4. Genen zijn kleine stukjes van DNA. → Waar**  
Genen zijn stukjes DNA die een taak hebben, bijvoorbeeld oogkleur regelen.
- 5. Je krijgt je genen van je ouders. → Waar**  
De helft van je genen komt van je moeder, de andere helft van je vader.
- 6. Alleen mensen hebben DNA. → Onwaar**  
Alle levende wezens hebben DNA, ook planten en dieren.
- 7. Je kunt je DNA met het blote oog zien. → Onwaar**  
DNA is zo klein dat je een microscoop nodig hebt om het te kunnen zien.
- 8. Je DNA verandert elke dag. → Onwaar**  
Je DNA blijft meestal hetzelfde je hele leven lang.
- 9. Je vingerafdruk komt voort uit je DNA. → Waar**  
Je DNA helpt bepalen hoe je vingerafdruk eruitziet.
- 10. Je genen bepalen alles over hoe je je gedraagt. → Onwaar**  
Genen spelen een rol, maar opvoeding en omgeving zijn ook belangrijk.
- 11. Genen kunnen bepalen of je sproeten hebt. → Waar**  
Of je sproeten hebt, kan in je genen vastliggen.
- 12. Alle genen zijn even sterk. → Onwaar**  
Sommige genen zijn sterker en 'winnen' van andere (dominant en recessief).
- 13. Je kunt DNA gebruiken om mensen op te sporen. → Waar**  
In misdadonderzoek wordt DNA vaak gebruikt om mensen te herkennen.
- 14. Je tong kunnen rollen is iets dat in je genen zit. → Waar**  
Of je dat kunt, hangt af van welke genen je hebt.
- 15. Je kunt je DNA veranderen door gezond te eten. → Onwaar**  
Gezond eten is goed, maar het verandert je DNA niet.

# Week 1. Hele groep. Op zoek naar het haargeheim van de familie

## Denksleutel Feiten - Conclusies

### Doelen:

- Leerlingen begrijpen de basisprincipes van genetica met betrekking tot dominante en recessieve genen.
- Leerlingen leren informatie uit een stamboom analyseren en interpreteren.
- Leerlingen leren het verschil tussen feiten en conclusies onderscheiden.
- Leerlingen oefenen samenwerking, kritisch denken en onderbouwd redeneren.
- Leerlingen maken kennis met de rol van wetenschappelijke ontdekkingen in het verklaren van erfelijkheid.

### Vaardigheden:

- Analyseren van genetische informatie
- Feiten verzamelen en conclusies trekken
- Samenwerken in een groep
- Kritisch denken
- Visueel redeneren
- Communiceren van wetenschappelijke inzichten

### Benodigdheden:

- Print van de stamboom en uitleg per groepje
- Werkblad "Feiten en Conclusie"
- Pennen en markeerstiften

### Reflectie:

- Wat heb jij ontdekt over hoe eigenschappen worden doorgegeven in families?
- Wat was een feit dat jou verraste?
- Hoe weet je zeker dat jouw conclusie klopt?
- Had je eerder ook al een idee over erfelijkheid dat nu veranderd is?

### Evaluatie:

- Nabespreking per groep waarin ze hun conclusie presenteren en uitleggen welke feiten ze daarvoor hebben gebruikt.
- Vragen stellen aan elkaar: Is dit echt een feit? Waarom is dit een conclusie?
- Korte zelfevaluatie op het werkblad: Wat ging goed? Wat zou je anders doen?

## Criteria voor Succes

- Leerlingen noteren minimaal 10 correcte feiten op basis van de afbeelding en tekst.
- De conclusie moet logisch zijn afgeleid uit de feiten en passen bij de genetische regels.
- De groep kan uitleggen waarom iets een feit is en waarom iets een conclusie is.
- De groep werkt goed samen en verdeelt de taken.

### Beoordeling:

Aantal en correctheid van de feiten  
Juistheid en onderbouwing van de conclusie  
Samenwerking en communicatie binnen de groep  
Bonus voor originele observaties of inzichten.



# Week 1. Hele groep. Op zoek naar het haargeheim van de familie

## Denksleutel Feiten - Conclusies

### Lesbeschrijving:

#### Inleiding

Vertel de leerlingen dat ze vandaag genetisch onderzoek gaan doen naar een familie.

Leg kort de betekenis van 'ontdekkingen' uit en link dit aan DNA.

Laat het voorbeeld op het bord zien (stamboom en uitleg) en benoem wat een dominant en recessief gen is. (Dominant 'wint' van recessief. Recessief betekent 'onderdrukt' of 'ondergeschikt'.)

Vertel dat ze in groepjes van 3-4 leerlingen gaan werken.

#### Hoofdactiviteit

Geef elk groepje een werkblad en print van de stamboom.

Laat ze eerst de tekst samen lezen.

Geef de opdracht: Noteer minstens 10 feiten over het haar van de familieleden.

Gebruik wat je ziet én wat je begrijpt uit de tekst.

Na het verzamelen van de feiten, laten ze onderaan het werkblad ruimte voor één duidelijke conclusie: wat ontdek je over hoe haar doorgegeven wordt in deze familie?

Laat groepjes daarna hun conclusie op een groot vel schrijven met een samenvattende titel.

#### Afsluiting

Laat de groepjes hun conclusie presenteren.

Sluit af met de reflectievragen op het bord en laat iedereen kort iets delen.



# Leerlingenblad - Stamboom: Erfelijkheid

## Criteria voor succes:

- Minimaal 10 correcte feiten zijn genoteerd op basis van de afbeelding en de tekst.
- De conclusie is logisch afgeleid uit de genoteerde feiten en sluit aan bij de genetische regels.
- Er is een duidelijke uitleg gegeven over het onderscheid tussen een feit en een conclusie.
- Er is effectief samengewerkt en de taken zijn evenwichtig verdeeld.

## Doel:

Je leert hoe genen werken, hoe je feiten van conclusies kunt onderscheiden, en hoe je samen tot een goed onderbouwde ontdekking komt.

*Je gaat in een groepje onderzoek doen naar een familie en hun haarkenmerken. Door goed te kijken naar de stamboom en de uitleg ontdek je hoe krullend en stijl haar worden doorgegeven van ouders op kinderen.*

## Opdracht:

1. Lees samen de informatie over genen en erfelijkheid op het blad.
2. Bekijk goed de stamboom van de familie.
3. Schrijf op het werkblad **minstens 10 feiten** over het haar van de familieleden.  
*Let op: een feit is iets wat je kunt zien of duidelijk afleiden uit de tekst of stamboom.*
4. Schrijf daarna **één duidelijke conclusie**: Wat ontdek je over hoe krullend en stijl haar erfelijk wordt doorgegeven?
5. Bereid een korte uitleg voor van jullie conclusie. Leg daarbij uit:
  1. Welke feiten zijn gebruikt?
  2. Waarom is dit een goede conclusie?



**Krullend haar is dominant** over stijl haar. Dus als je één gen voor krullend haar en één voor stijl haar van je ouders kreeg, krijg je meestal krullend (of soms golvend) haar. (Dominant 'wint' van recessief. Recessief betekent 'onderdrukt' of 'ondergeschikt'.)

**Genen:**

•K = krullend haar (dominant)

•s = stijl haar (recessief)

**Combinaties:**

•KK → krullend haar

•Ks → krullend of golvend haar (afhankelijk van andere factoren)

•ss → stijl haar

**Uitleg**

Je krijgt een haargen van je vader en een van je moeder. Als minstens één van die genen zegt: "We maken het haar krullend!", dan gebeurt dat ook. Alleen als allebei de genen zeggen: "We maken het haar stijl!", krijg je stijl haar.

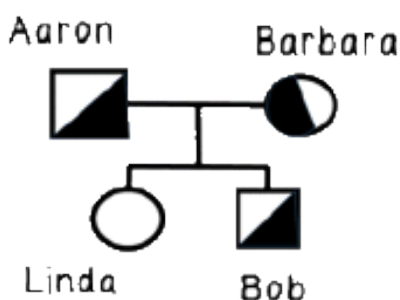
Op de volgende bladzijde zie je een stamboom. In die stamboom kun je de genen voor krullend of stijl haarlezen. Dit is de legenda van de stamboom:

**Vierkant** = man **Rond** = vrouw

**DOMINANT:** Half of Niet gevuld = Krullend haar

**RECESSIEF:** Volledig gevuld = Stijl haar

**Uitleg:**



**Aaron:** Genotype - Ks

**Barbara:** Genotype - Ks

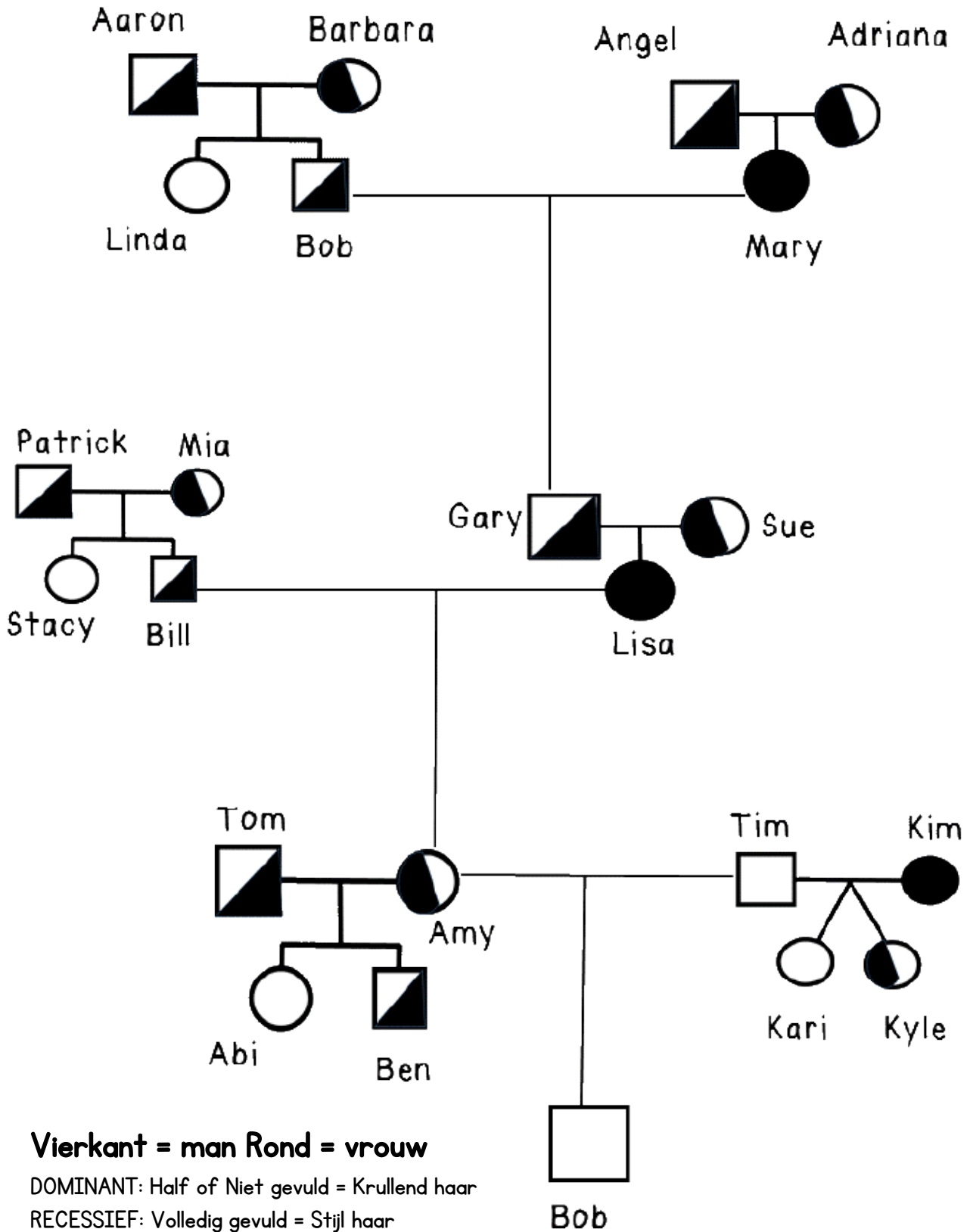
**Linda:** Genotype - KK (Vader gaf K en moeder gaf K)

**Bob:** Genotype - Ks (Vader gaf s en moeder gaf K)

Krullend haar is **DOMINANT** over stijl haar dus Linda heeft zeker krullend haar. Aaron, Barbara en Bob hebben *zeer waarschijnlijk* krullend (of golvend) haar.



# Leerlingenblad - Stamboom: Erfelijkheid



## Denkeroutine Het Uitlegspel

### Doelen:

- Leerlingen verdiepen zich in DNA en genen en ontwikkelen inzicht in erfelijkheid.
- Ze leren hoe wetenschappelijke ontdekkingen tot stand komen door observatie, vraagstelling en samenwerking.
- De leerlingen ontwikkelen denkvaardigheden zoals verklaren, redeneren en analyseren, en bouwen kennis op over biologie op een manier die nieuwsgierigheid stimuleert.

### Vaardigheden:

- Kritisch denken
- Observeren en analyseren
- Vragen stellen
- Wetenschappelijke geletterdheid
- Samenwerken
- Communiceren

### Benodigdheden:

- Print of digitaal exemplaar van het DNA en GENEN infoboekje
- Grote vellen papier of whiteboard
- Stiften of markers
- Post-its of notitieblaadjes
- Eventueel: tablet of laptop met internet voor extra opzoekwerk

### Reflectie:

- Welke vraag bracht jullie het meeste op gang?
- Wat heb je geleerd door samen te werken en elkaars verklaringen te horen?
- Heb je nu nog vragen waar je verder over wilt nadenken of opzoeken?

### Evaluatie:

- Observatie van samenwerking en denkproces tijdens de activiteit.
- Beoordeling van de kwaliteit van de gestelde vragen en verklaringen.
- Korte schriftelijke of mondelinge terugblik per groep met hun belangrijkste bevindingen.

## Criteria voor Succes

- Minimaal vijf relevante vragen over onduidelijkheden in het DNA en GENEN infoboekje.
- Onderbouwde verklaringen bij minstens drie vragen gegeven.
- In de groepsbespreking dragen alle groepsleden bij aan het gesprek.
- In eigen woorden kunnen uitleggen wat DNA en genen zijn, maar ook de betekenis van fenotype en genotype.

### Beoordeling:

Diepgang van vragen  
Logica en onderbouwing van verklaringen  
Groepsinteractie en samenwerking



## Denkroutine Het Uitlegspel

### Lesbeschrijving:

#### Inleiding

Leg aan de kleine groep uit dat ze vandaag echte onderzoekers worden en dat ze op ontdekkingsstocht gaan in de wereld van DNA en genen. Vertel dat ontdekkingen niet alleen gebeuren in een laboratorium, maar ook wanneer je goed kijkt, goede vragen stelt en samenwerkt. Introduceer de denkroutine Het Uitlegspel en bespreek kort de vier stappen.

#### Hoofdactiviteit

Maak groepjes van 3 à 4 leerlingen. Geef elk groepje het DNA en GENEN Infoboekje.

Leg uit dat je verwacht dat de inhoud van dit boekje voor iedereen onbegrijpelijk is. Dat hier dingen worden behandeld die ze op de middelbare nog niet eens allemaal krijgen. Maar ook dat dit juist goed is omdat ze zo iets echt nieuws kunnen gaan ontdekken.

Laten we eerst eens samen gaan bepalen of echt iedereen wel iets nieuws zal gaan leren: je stelt drie vragen en kinderen bepalen per vraag: kan ik zonder extra hulp of hulpmiddel, zelf antwoord geven op deze vraag.

Vraag 1: Wat is het verschil tussen GENEN en DNA

Vraag 2: Wat is FENOTYPE

Vraag 3: Wat is het verschil tussen een homozygoot en een heterozygoot genotype?

Met behulp van vingers opsteken: wie kon er 0,1,2 en 3 vragen beantwoorden?

Leg nu uit dat het de bedoeling is dat ze het infoboekje gaan lezen en dat ze samen m.b.v. de stappen van de denkroutine moeten gaan nadenken en vragen stellen om zo tot begrip te komen van de informatie in de teksten.

Laat ze eerst in stilte **waarnemen**: Ze lezen het infoboekje en bekijken de plaatjes.

Laat ze post-its gebruiken om opvallende of onduidelijke zaken te noteren.

Laat de groep vervolgens **vragen stellen**: elk lid schrijft minimaal één vraag op. Verzamel de vragen in het midden van de tafel.

Nu gaan ze **uitleggen**: laat de leerlingen samen overleggen en mogelijke antwoorden bedenken. Stimuleer het gebruik van voorbeelden of analogieën. In deze fase mogen ze dingen opzoeken, in boeken, op websites of met behulp van een AI-chat bot.

Tot slot **werken ze samen**: bespreek de vragen en antwoorden in de groep. Stimuleer dat ze van elkaar leren door nieuwsgierige vragen te stellen zoals "Waarom denk je dat?" of "Kan het ook anders?"

#### Afsluiting

Vraag elke groep om hun meest interessante vraag en uitleg te delen met de klas. Bespreek met de hele groep wat ze hebben geleerd over DNA en genen. Sluit af met een korte reflectie: laat leerlingen hun inzichten noteren of mondeling delen.

Vraag: "Wat zou je nog verder willen onderzoeken over DNA?"



# Erfelijkheid

**Erfelijkheid** is het doorgeven van eigenschappen van **ouders** aan hun **kinderen**.

Kinderen lijken vaak op hun ouders, maar ze zijn **niet** precies hetzelfde.



# Eigenschap

Een eigenschap is een **kenmerk** of iets waaraan je iemand kunt herkennen, zoals **blauwe** ogen of **stijl** haar.



Stijl,  
bruin  
haar

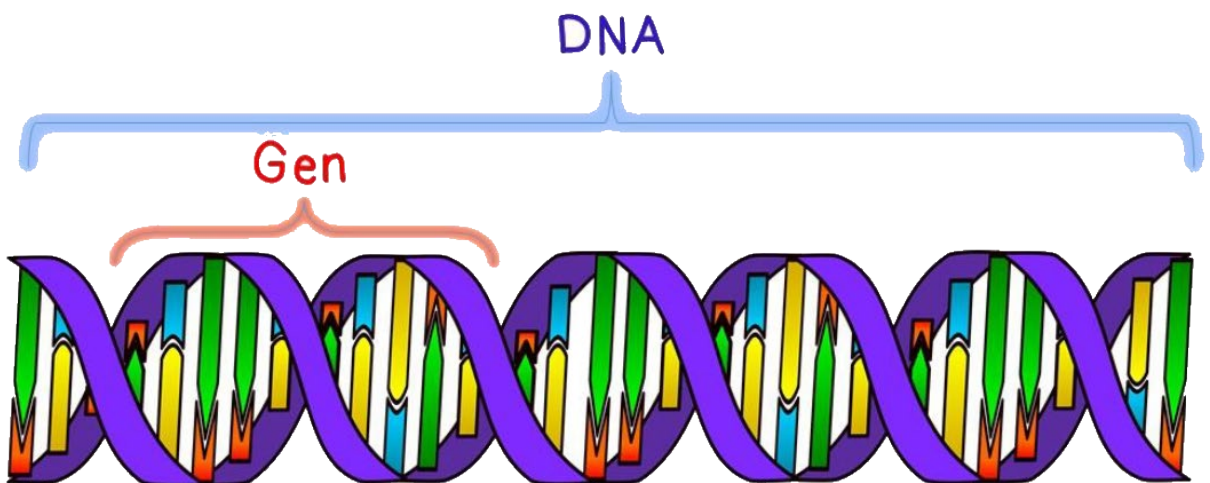


# Genen

Genen zijn **instructies** voor **erfelijke** eigenschappen.

**DNA** = de hele streng

**Gen** = een stukje van het DNA met een specifieke instructie



# Allel

Een allel is een vorm van een **gen**.

Je krijgt één allel van je **moeder** en één van je **vader**.

Allelen worden weergegeven met **letters**. Bijvoorbeeld:

 **Mama = e**

 **Papa = E**



# Fenotype

Fenotype is het **uiterlijk** van een levend wezen of de **zichtbare eigenschappen**, zoals je **haar** of je **oorlellen**.

Voorbeeld:

loshangende oorlel.

👉 Mama = e

(vastzittende oorlel)

👉 Papa = E

(loshangende oorlel)



# Genotype

Een genotype is een **combinatie** van **genen** of **geërfde allelen** die zorgen voor het tot uiting komen van een eigenschap.

- Een **homozygoot genotype** betekent: twee gelijke allelen,
- Een **heterozygoot genotype** betekent: een paar verschillende allelen

Voorbeeld op volgende bladzijde



# Genotype

- Mama = **e** (vastzittende oorlel)
- Papa = **E** (loshangende oorlel)
- Kind = **Ee** →

**Genotype:** Ee

(de allelen van vader en moeder)

**Fenotype:** loshangende oorlel

(hoe het er uit ziet)

Zit jouw oorlel vast?  
Of hangt hij los?  
En van wie heb je dat  
gekregen? Van je  
vader of je moeder of  
van beiden?



# Dominant versus Recessief

Een **dominante eigenschap** is het kenmerk dat **zichtbaar** is bij een kind als **minstens één ouder** een homozygoot dominant allel heeft.

Een **recessieve eigenschap** is het kenmerk dat **alleen zichtbaar** is als **beide ouders** het recessieve allel hebben.

Voorbeeld Recessief:

● Mama = **e** (vastzittende oorlel)

● Papa = **e** (vastzittende oorlel)

● Kind = **ee** →

**Genotype:** ee

**Fenotype:** Vastzittende oorlel



# Week 2. Hele groep. Monstergenen!

## Denksleutel Stappenplan

### Doelen:

- Leerlingen begrijpen op een speelse manier hoe DNA en genen erfelijke eigenschappen bepalen.
- Leerlingen passen begrippen als genotype, fenotype, dominant en recessief toe in een praktische context.
- Leerlingen oefenen met data verzamelen, interpreteren en verwerken in een creatieve uitwerking.
- Leerlingen ervaren hoe wetenschappelijke ontdekkingen via gestructureerde stappen tot nieuwe inzichten leiden.
- Leerlingen ontwikkelen inzicht in hoe toevaligheid (zoals muntgooien) een rol speelt in genetische variatie.

### Vaardigheden:

- Kritisch en creatief denken
- Samenwerken in groepjes
- Analyseren en interpreteren van genetische informatie
- Wetenschappelijke redeneren
- Creatieve verwerking (tekenen)
- Mondelinge reflectie en zelfevaluatie

### Benodigdheden:

- Werkblad "Monstergenen"
- Pennen/potloden
- Gekleurde potloden/stiften
- Muntjes (1 per duo of groepje)

### Reflectie:

- Wat verraste je bij het maken van jouw monster?
- Welke eigenschappen vond je lastig om te interpreteren?
- Wat heb je geleerd over hoe genen bepalen hoe iets eruitziet?
- Hoe zou je deze ontdekking kunnen vergelijken met genetisch onderzoek in de echte wereld?
- Wat zou je willen ontdekken als je écht DNA zou kunnen onderzoeken?

### Evaluatie:

- Peer-feedback op elkaars tekening: herkennen anderen de eigenschappen uit de tabel?
- Nabespreking in de klas over genetische variatie en erfelijkheid.
- Mondelinge toelichting door leerlingen bij hun monster aan de hand van een aantal reflectievragen.
- Observatie door de leerkracht tijdens samenwerking en invullen van het werkblad.

### Criteria voor Succes

- Het werkblad volledig en correct ingevuld volgens het stappenplan.
- Genotype en fenotype zijn consequent genoteerd.
- De tekening bevat alle kenmerken zoals bepaald via het genetisch stappenplan.
- Monstertekening is gedetailleerd, creatief en sluit aan bij de ingevulde genetische eigenschappen.
- Kunnen uitleggen hoe het genotype leidt tot het uiterlijk (fenotype) van het monster.

### Beoordeling:

Correctheid van het ingevulde werkblad (genotype-fenotype consistentie)

Creativiteit en volledigheid van de tekening

Mondelinge toelichting en inzicht tijdens reflectievragen

Geef leerlingen ook ruimte voor zelfevaluatie aan de hand van de succescriteria.



# Week 2. Hele groep. Monstergenen!

## Denksleutel Stappenplan

### Lesbeschrijving:

#### Inleiding

Vertel de klas dat ze vandaag genetische ontdekkingsreizigers zijn: ze gaan het DNA van een onbekend monster ontdekken.

Bespreek kort wat DNA, genen, genotype en fenotype betekenen (gebruik de begrippen van het leerlingenblad).

Leg het doel uit: in groepjes bepalen ze de genetische samenstelling van een monster, daarna tekent ieder zijn/haar eigen versie.

Deel de werkbladen en materialen uit.

#### Hoofdactiviteit

Laat leerlingen in groepjes van 2 of 4 samenwerken om stap voor stap het DNA van hun monster te bepalen.

- vul het bovenste deel van het medisch dossier in (naam, geslacht, geboortedatum).
- Gooi met een muntje om erfelijke eigenschappen te bepalen volgens de instructies op het werkblad.
- Schrijf per eigenschap het genotype en fenotype op in het Medisch Dossier.
- Bij speciale eigenschappen (polygenetisch, co-dominant, geslachtsgebonden) volg je de specifieke instructies.
- Als alles is ingevuld: elk kind maakt op basis van de gegevens zijn of haar eigen tekening van het monster.
- Moedig aan om creatief te zijn, maar trouw aan de genetische gegevens.

#### Afsluiting

Laat leerlingen hun monster kort presenteren aan de klas.

Bespreek klassikaal: wat viel op? Hoeveel variatie is er ontstaan?

Stel reflectievragen: Wat ontdekten jullie over genen? Hoe zou dit lijken op echte genetica bij mensen of dieren? Verzamel de tekeningen voor een tentoonstelling.



# Leerlingenblad - Monstergeneten!

## Stappenplan

### 1. Voorbereiding

Vul het bovenste deel van het medisch dossier van je monster in.

### 2. Bepaal het geslacht

Gooi 1 keer met de munt.

- **Kop** = Meisje (XX)
- **Munt** = Jongen (XY)

### 3. Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Voor de meeste eigenschappen gooi je 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (bijv. RR)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (bijv. Rr)
  - 2x munt = homozygoot recessief (bijv. rr)
- Schrijf steeds de **genotype** (de letters) en **fenotype** (hoe het eruitziet) op het werkblad.

### 4. Sommige eigenschappen hebben extra regels

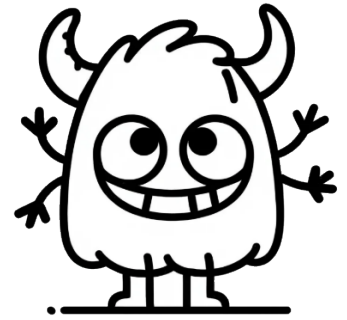
- *Hoorntype*: alleen gooien als het monster lange hoorns heeft.
- *Vachtstructuur*: alleen gooien als het monster vacht heeft.
- *Witte vlekken*: dit is een geslachtsgebonden eigenschap.
  - Meisje? Gooi 2 keer.
  - Jongen? Gooi 1 keer.
- *Polygenetische eigenschappen* (zoals oogkleur of vachtkleur): Gooi 6 keer en tel het aantal hoofdletters op om de kleur te bepalen.
- *Co-dominante eigenschappen* (zoals tanden en aantal ogen): Gebruik kop voor de H-allel, munt voor de T-allel. Voorbeeld: HT = drie ogen.

### 5. Bijzondere kenmerken


- *Lichaamsvorm en neusvorm*: speel een potje steen-papier-schaar met je partner. Elke speler stelt 1 allel voor.
  - Steen = recessief (r)
  - Papier = dominant (P)
  - Schaar = dominant (S)Kijk daarna in de gids welke vorm erbij hoort.

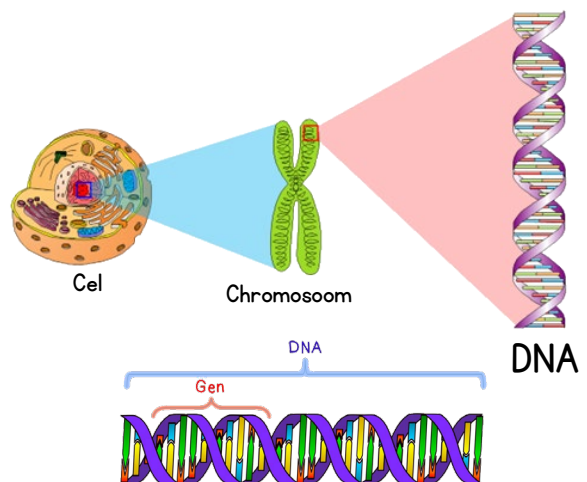
### 6. Teken het monster

Gebruik alle ingevulde gegevens van het medisch dossier om jouw monster te tekenen. Voeg details toe op basis van de eigenschappen die je hebt opgeschreven.



## Bruikbare Informatie:

- Ons lichaam bestaat uit **cellen**. Een cel is een klein levend bouwsteentje dat genetische informatie bevat over hoe een plant of dier of mens groeit, eruitziet en functioneert.
- In het midden van de cel, in de kern zitten **chromosomen**. Chromosomen zijn een soort opgevouwen pakketjes waarin dna zit. Elke cel heeft meerdere chromosomen. Meisjes hebben XX-chromosomen. Jongens hebben XY-chromosomen. (Uitzonderingen niet meegenomen)
- **DNA** zijn de lange slierten met codes in het chromosoom. In het DNA zitten stukjes informatie.  Die stukjes informatie noemen we **genen**. Een gen is een stukje DNA dat bepaalt hoe een eigenschap eruitziet, zoals je oogkleur of of je monster vacht heeft!



## Hoofd

### Vorm van het hoofd

- Rond (R)
- Ovaal/lang (r)

### Hoorns aanwezig? Ja.

- **Type hoorns**
  - Lang (H)
  - Kort (h)
- **Vorm hoorns** (*alleen bij lange hoorns*)
  - Recht (E)
  - Gedraaid (e)
- **Aantal hoorns**
  - Eén hoorn (D)
  - Meerdere hoorns (d)

## Huid of Vacht

### Huid of vacht?

- Vacht (F)
- Huid (f)

### Kleur huid of vacht (*polygenetisch - 6 keer gooien*)

- Aantal hoofdletters (=kop) bepaalt de kleur:
  - 6 hoofdletters = Bruin
  - 5 = Paars
  - 4 = Blauw
  - 3 = Rood
  - 2 = Groen
  - 1 = Oranje
  - 0 = Geel

### Witte vlekken (*geslachtsgebonden eigenschap*)

- Alleen op het X-chromosoom
- Meisje = 2 worpen
- Jongen = 1 worp
- **XtXt** of **XtY** = Witte vlekken
- **XTXt**, **XTXt** of **XTY** = Geen vlekken

### Structuur van de vacht (*alleen bij vacht*)

- Krullend = Homozygoot dominant (CC)
- Golvend = Heterozygoot (Cc)
- Steil = Homozygoot recessief (cc)

### Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Gooi 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (bijv. **RR** of **HH** etc.)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (bijv. **Rr** of **Hh** etc.)
  - 2x munt = homozygoot recessief (bijv. **rr** of **hh** etc.)

Schrijf steeds de **genotype** (de letters) en **fenotype** (hoe het eruitziet) op het werkblad. Bij een heterozygoot genotype is de dominante eigenschap waarschijnlijk aanwezig maar je mag het fenotype zelf kiezen.

### Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Gooi 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (FF)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (Ff)
  - 2x munt = homozygoot recessief (ff)

Schrijf steeds de **genotype** (de letters) en **fenotype** (hoe het eruitziet) op het werkblad. Bij een heterozygoot genotype is de dominante eigenschap waarschijnlijk aanwezig maar je mag het fenotype zelf kiezen.

Deze eigenschap zit op het X-chromosoom. Of je één of twee keer gooit, hangt af van het geslacht van je monster:

• **Meisje (XX):** Gooi **2 keer** met de munt, want er zijn twee X-chromosomen.

• **Jongen (XY):** Gooi **1 keer**, want er is maar één X-chromosoom (de Y heeft geen gen voor deze eigenschap).

→ Tel het aantal keren dat je **munt** gooit om te bepalen of je monster witte vlekken heeft. Munt betekent hier het recessieve allel dat zorgt voor de vlekken.

### Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Gooi 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (CC)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (Cc)
  - 2x munt = homozygoot recessief (cc)



## Vleugels

- **Vleugels aanwezig?**
  - Aanwezig (W)
  - Afwezig (w)
- **Vleugelkleur (polygenetisch - 6 keer gooien)**
  - 6 hoofdletters = Zwart
  - 5 = Groen
  - 4 = Grijs
  - 3 = Rood
  - 2 = Blauw
  - 1 = Geel
  - 0 = Paars

## Lichaamsvorm

- **Vorm lichaam (meervoudige allelen - speel 2x rock-papier-schaar)**
  - Rock = recessief (r)
  - Papier = dominant (P)
  - Schaar = dominant (S)
  - Combinaties:
    - Pr of PP = Ovaal
    - PS = Driehoekig
    - Sr of SS = Zandloper
    - rr = Rond

## Ogen

- **Ooggrootte (incompleet dominant)**
  - Groot (EE)
  - Medium (Ee)
  - Klein (ee)
- **Aantal ogen (co-dominant)**
  - HH = Twee ogen
  - HT = Drie ogen
  - TT = Eén oog
- **Oogkleur (polygenetisch - 6 keer gooien)**
  - 6 hoofdletters = Blauw met witte ring
  - 5 = Zwart met witte ring
  - 4 = Bruin met witte ring
  - 3 = Rood met witte ring
  - 2 = Zwart met gele ring
  - 1 = Paars met roze ring
  - 0 = Groen met witte ring

## Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Gooi 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (Hoofdletters)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (1 Hoofdletter, 1 kleine letter)
  - 2x munt = homozygoot recessief (Kleine letters)

Hoeveel keer gooij je KOP? Dat is het aantal hoofdletters na zes keer gooien.

Tel samen af: "Rock, papier, schaar, NU!"

Op "nu" maak je met je hand één van deze drie vormen:

👊 = Rock

✋ = Papier

✂ = Schaar

Kijk wie wint:

- Rock wint van schaar (rock breekt schaar)
- Schaar wint van papier (schaar knipt papier)
- Papier wint van rock (papier wikkelt rock in)
- Kies je hetzelfde? Dan is het gelijkspel

Kop is een H en munt is een T



## Staat

- **Staat aanwezig?**
  - Aanwezig (T)
  - Afwezig (t)  
(kleur = zelfde als huid/vacht)
- **Staatstekels (alleen als er een staat is)**
  - Aanwezig (R)
  - Afwezig (r)
- **Lengte staat (incompleet dominant)**
  - Kort (GG)
  - Medium (Gg)
  - Lang (gg)

## Mond en Tand

- **Mondgrootte**
  - Groot (M)
  - Klein (m)
- **Tanden (co-dominant)**
  - HH = Veel tanden
  - HT = Twee tanden
  - TT = Geen tanden
- **Tong aanwezig? (alleen bij grote mond)**
  - Aanwezig (T)
  - Afwezig (t)

## Neus

- **Neusgrootte (incompleet dominant)**
  - Groot (NN)
  - Medium (Nn)
  - Klein (nn)
- **Neusvorm (meervoudige allelen - rock-papier-schaar)**
  - Pr of PP = Ronde neus
  - PS = Varkensneus
  - Sr of SS = Snavel
  - rr = Driehoekige neus

## Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Gooi 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (Hoofdletters)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (1 Hoofdletter, 1 kleine letter)
  - 2x munt = homozygoot recessief (Kleine letters)

Tel samen af: "Rock, papier, schaar, NU!"

Op "nu" maak je met je hand één van deze drie vormen:

👊 = Rock

✋ = Papier

✂ = Schaar

Kijk wie wint:

- Rock wint van schaar (rock breekt schaar)
- Schaar wint van papier (schaar knipt papier)
- Papier wint van rock (papier wikkelt rock in)
- Kies je hetzelfde? Dan is het gelijkspel



## Oren

- **Vorm oren**
  - Lang & Rond (G)
  - Kort & Puntig (g)

## Ledematen

- **Totaal aantal ledematen (polygenetisch - 4 keer gooien)**
  - AABb, AABb, AaBB of AaBb = 4 ledematen
  - AAbb of Aabb = 3 ledematen
  - aaBB of aaBb = 2 ledematen
  - aabb = 1 ledemaat
- **Klauwen**
  - Lang (L)
  - Kort (l)

## Bepaal de erfelijke eigenschappen

- Gooi 2 keer met de munt.
  - 2x kop = homozygoot dominant (Hoofdletters)
  - 1x kop en 1x munt = heterozygoot (1 Hoofdletter, 1 kleine letter)
  - 2x munt = homozygoot recessief (Kleine letters)




# Monster Medisch Dossier

Naam monster: .....

Geslacht: ..... Geboorte datum: .....

Eigenschap	Allel 1	Allel 2	Genotype	Fenotype
<i>voorbeeld eigenschap</i>	√	√	√√	<i>Beschrijving van het uiterlijk</i>
Hoofd vorm				
Hoorns type				
Hoorns vorm				
Hoorns aantal				
Huid of vacht				
Kleur huid of vacht				
Witte vlekken				
Structuur vacht				
Vleugels				
Vleugel kleur				
Vorm lichaam				
Ogen grootte				
Ogen aantal				
Ogen kleur				
Staart				
Staart stekels				
Staart lengte				

# Monster Medisch Dossier

Eigenschap	Allel 1	Allel 2	Genotype	Fenotype
voorbeeld eigenschap	√	√	√√	Beschrijving van het uiterlijk
Mond grootte				
Tanden				
Tong				
Neus grootte				
Neus vorm				
Oren vorm				
Ledematen aantal				
Klauwen				

## Opdracht:

Verwerk alle data van de tabel in een gedetailleerde tekening.

### Criteria voor Succes

- Het werkblad volledig en correct ingevuld volgens het stappenplan.
- Genotype en fenotype zijn consequent genoteerd.
- De tekening bevat alle kenmerken zoals bepaald via het genetisch stappenplan.
- Monstertekening is gedetailleerd, creatief en sluit aan bij de ingevulde genetische eigenschappen.
- Kunnen uitleggen hoe het genotype leidt tot het uiterlijk (fenotype) van het monster.

## Week 2. Kleine groep. DNA: De Onzichtbare Code Ontdekt

Denkroutine Ik dacht vroeger... Nu denk ik...

### Doelen:

- Leerlingen ontdekken wat DNA en genen zijn en hoe ze ons lichaam aansturen
- Leerlingen ontwikkelen inzicht in hoe wetenschappelijke ontdekkingen tot nieuwe kennis leiden
- Leerlingen leren reflecteren op hun denkproces en het veranderen van ideeën
- Leerlingen oefenen met zelfstandig leren en samenwerken

### Vaardigheden:

- Kritisch denken
- Zelfreflectie
- Samenwerken
- Biologisch redeneren
- Informatie verwerken
- Wetenschappelijk denken

### Benodigdheden:

- Werkblad
- Schrijfwaren

### Reflectie:

- Stimuleer leerlingen om na te denken over vragen zoals:
- Wat vond je verrassend aan DNA of genen?
- Welke informatie heeft echt je denken veranderd?
- Hoe voelde het om je oude idee los te laten of aan te passen?

### Evaluatie:

- Gebruik een korte klassikale nabespreking of een zelfevaluatieformulier waarin leerlingen hun eigen leerproces beoordelen op basis van de denkroutine.
- Eventueel kunnen ze elkaars reflecties lezen en van feedback voorzien.

## Criteria voor Succes

- Een eerlijke en concrete beschrijving van de gedachte vóór de uitleg
- Een correcte uitleg van de verworven kennis over DNA en genen
- Gebruik van voorbeelden of inzichten uit de activiteit
- Reflectie op het leerproces met een duidelijke benoeming van de verandering in denken

### Beoordeling:

Diepgang en eerlijkheid van de reflectie, niet op 'juistheid' van de eerste gedachte.  
Begrip van het onderwerp na de activiteit  
Vermogen tot reflectie en het verwoorden van verandering  
Deelname aan de bespreking



# Week 2. Kleine groep. DNA: De Onzichtbare Code Ontdekt

Denkroutine Ik dacht vroeger... Nu denk ik...

## Lesbeschrijving:

### Inleiding

Leg uit dat we met behulp van de denkroutine na gaan denken wat we tot nu toe hebben geleerd over DNA en genen en op welke manier dit je kijkt op de wereld en of jezelf heeft veranderd.

### Hoofdactiviteit

Deel het werkblad uit met de denkroutine "Ik dacht vroeger... Nu denk ik..."  
Denk terug aan wat je dacht over DNA vóór deze les. Schrijf dit op  
Nu schrijf je op wat je denkt ná alles wat je net hebt geleerd  
Laat leerlingen hun antwoorden bespreken in duo's of kleine groepjes.  
Laat enkele groepjes hun inzichten delen met de rest van de kleine groep.

### Afsluiting

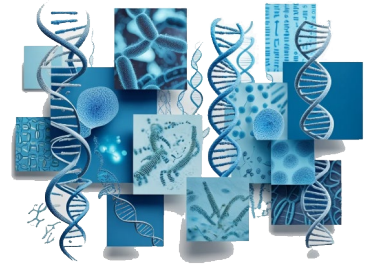
Vat samen: "Ontdekkingen helpen ons om het onbekende zichtbaar te maken. Jullie hebben vandaag zelf ervaren hoe nieuwe informatie leidt tot nieuwe inzichten."

Laat leerlingen kort opschrijven: "Wat wil ik nu nog weten over DNA?"



### Criteria voor Succes

- Een eerlijke en concrete beschrijving van de gedachte vóór de lessen.
- Een correcte uitleg van de verworven kennis over DNA en genen
- Gebruik van voorbeelden of inzichten uit de activiteiten
- Reflectie op het leerproces met een duidelijke benoeming van de verandering in denken



*Ik dacht vroeger...*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Nu denk ik...*

---

---

---

---

---

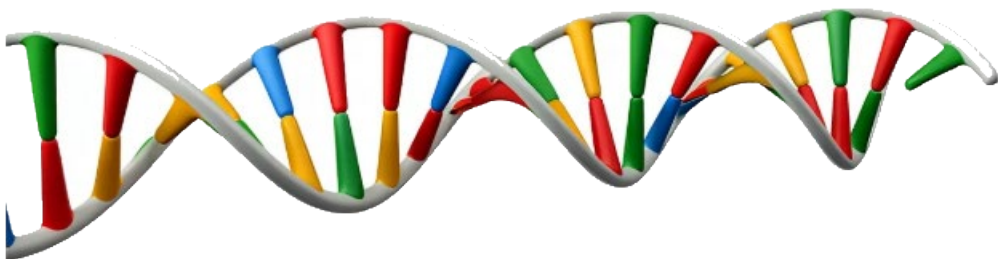
---

---

---

---

---



# Week 3. Hele groep. Kansen en Knelpunten van Genetische Manipulatie

## Denkroutine Knelpunten

### Doelen:

- Leerlingen begrijpen wat genetische manipulatie is en kunnen voorbeelden hiervan uitleggen.
- Leerlingen leren verschillende perspectieven te analyseren en onderbouwen op basis van feiten, waarden, belangen en beleid.
- Leerlingen ontwikkelen kritisch denkvermogen over wetenschappelijke ontdekkingen en hun maatschappelijke gevolgen.
- Leerlingen oefenen met samenwerken, argumenteren en het formuleren van afgewogen standpunten.

### Vaardigheden:

- Kritisch denken
- Samenwerken
- Discussiëren en argumenteren
- Informatie analyseren en structureren
- Zich inleven in verschillende perspectieven

### Benodigdheden:

- De leerlingentekst over genetische manipulatie
- Werkbladen met de vier stappen van de denkroutine
- Grote vellen papier en stiften
- Pennen en markers

### Reflectie:

- Wat wist je eerst over genetische manipulatie, en wat heb je nu bijgeleerd?
- Welk perspectief vond je het meest overtuigend, en waarom?
- Is jouw mening veranderd tijdens de activiteit? Hoe kwam dat?

### Evaluatie:

- Observatie van samenwerking en discussie tijdens het groepswerk
- Inhoudelijke kwaliteit van het ingevulde werkblad en de presentatie
- Mondelinge reflectie aan het einde van de les of een korte schriftelijke terugblik

## Criteria voor Succes

- Uitleg van wat genetische manipulatie inhoudt en toelichting met passende voorbeelden zijn correct en duidelijk geformuleerd.
- Minstens één feit, waarde, belang en beleidsidee wordt benoemd vanuit verschillende perspectieven.
- Begrip voor meerdere standpunten wordt getoond en argumentatie is helder en onderbouwd.
- De presentatie van de groepsresultaten is gestructureerd en omvat alle onderdelen van de denkroutine

### Beoordeling:

begrip van de inhoud, toepassen van de denkroutine, samenwerking, en presentatievaardigheden. Geef gerichte feedback op inhoudelijke diepgang en het vermogen om standpunten te onderbouwen.



## Denkroutine Knelpunten

### Lesbeschrijving:

#### Inleiding

Vertel de klas dat ze vandaag aan de slag gaan met genetische manipulatie – een echte wetenschappelijke ontdekking die de wereld verandert. Lees samen de leerlingentekst. Vraag een paar leerlingen om voorbeelden uit de tekst in eigen woorden uit te leggen. Leg kort uit wat de denkroutine 'Knelpunten' inhoudt.

#### Hoofdactiviteit

Verdeel de klas in groepjes van vier. Geef elk groepje een groot vel papier en de vier vragen van de denkroutine. Laat ze de denkroutine doorlopen aan de hand van de informatie in de tekst.

Eerst vullen ze bij **Feiten** in wat volgens hen iedereen (of bijna iedereen) als waar zou beschouwen, en waarover meningsverschillen zijn.

Dan kijken ze naar **waarden**: wat vinden mensen belangrijk als het gaat om genetische manipulatie (bijv. gezondheid, veiligheid, natuur, winst)?

Vervolgens bespreken ze **Belangen**: wie heeft baat bij genetische manipulatie, en wie misschien juist niet?

Tot slot bedenken ze bij **Beleid** wat mensen denken dat we zouden moeten doen – meer reguleren, verbieden, juist stimuleren?

Laat de groepjes hun antwoorden noteren en voorbereiden om kort te presenteren.

#### Afsluiting

Laat elk groepje één inzicht uit hun bespreking delen met de klas. Geef ruimte voor korte reacties of vragen. Sluit af met een klassikale reflectievraag: "Wat vind jij: moeten we doorgaan met genetische manipulatie, en waarom (of waarom niet)?"



# Leerlingenblad - Kansen en Knelpunten van Genetische Manipulatie

## Criteria voor Succes

- Uitleg van wat genetische manipulatie inhoudt en toelichting met passende voorbeelden zijn correct en duidelijk geformuleerd.
- Minstens één feit, waarde, belang en beleidsidee wordt benoemd vanuit verschillende perspectieven.
- Begrip voor meerdere standpunten wordt getoond en argumentatie is helder en onderbouwd.
- De presentatie van de groepsresultaten is gestructureerd en omvat alle onderdelen van de denkroutine

## Opdracht:

Lees de tekst over genetische manipulatie. Schrijf de vragen die in je op komen tijdens het lezen op een blaadje. Bespreek na het lezen binnen je team welke vragen er zijn. Zoek samen antwoorden op die vragen, op internet, in boeken of vraag het aan een AI chat.

Kies de "schrijver" uit en doorloop hierna samen de volgende stappen van de denkroutine:

### Feiten:

- Waar zijn mensen het over eens?
- Waar zijn ze het niet over eens?

### Waarden:

- Welke waarden zijn verschillend?
- Welke waarden delen mensen?

### Belangen:

- Welke belangen botsen?
- Welke belangen komen overeen?

### Beleid:

- Welke ideeën over wat we moeten doen verschillen?
- Welke ideeën komen overeen?



Zoek zo nodig naar informatie om de vragen goed te beantwoorden.

Maak een overzicht op een groot vel papier. Schrijf op wat jullie hebben besproken. Zorg dat de vier onderdelen duidelijk te zien zijn

Bereid een korte presentatie voor. Kies wat jullie belangrijk vinden om aan de klas te vertellen. Elk groepje deelt één opvallend inzicht.



# Leerlingenblad - Kansen en Knelpunten van Genetische Manipulatie

## Wat is genetische manipulatie?

Genetische manipulatie betekent dat mensen het DNA van een plant, dier of bacterie aanpassen. DNA is een soort handleiding die bepaalt hoe een levend wezen eruitziet en werkt. Met genetische manipulatie kunnen wetenschappers heel precies een stukje van die handleiding veranderen.

Dat gebeurt bijvoorbeeld in een laboratorium. Wetenschappers kunnen een gen (dat is een stukje DNA) uit het ene organisme halen en in een ander zetten. Zo kunnen ze ervoor zorgen dat een plant beter tegen droogte kan, of dat een bacterie een medicijn gaat maken.

## Voorbeelden om het beter te begrijpen

- **Tomaten die langer goed blijven:** Normale tomaten kunnen snel rot worden. Door een gen aan te passen, blijven sommige gemanipuleerde tomaten langer vers.
- **Mais die niet wordt opgegeten door insecten:** Wetenschappers hebben maisplanten genetisch aangepast zodat ze een stof maken die schadelijk is voor bepaalde insecten. Boeren hoeven dan minder bestrijdingsmiddelen te gebruiken.
- **Insuline uit bacteriën:** Mensen met diabetes hebben insuline nodig. Vroeger kwam dat uit dieren, maar nu maken wetenschappers bacteriën die genetisch gemanipuleerd zijn om insuline te produceren.
- **Superzalm:** Er bestaat een zalm die genetisch is aangepast zodat hij sneller groeit. Zo is er sneller meer vis beschikbaar voor mensen.
- **Koeien zonder hoorns:** Sommige koeien worden genetisch aangepast zodat ze geen hoorns ontwikkelen, wat veiliger is op boerderijen.



# Week 3. Kleine groep. DNA in Debat

## Denksleutel Voordelen Nadelen

### Doelen:

- Leerlingen onderzoeken de wetenschappelijke en ethische kanten van genetische manipulatie.
- Ze leren kritisch redeneren en argumenteren vanuit verschillende perspectieven.
- Ze ontwikkelen samenwerkings- en communicatievaardigheden.
- Leerlingen leren standpunten onderbouwen met feiten en meningen te onderscheiden.
- Er wordt gewerkt aan toekomstgerichte vaardigheden zoals ethisch denken, besluitvorming, en het hanteren van controversiële onderwerpen

### Vaardigheden:

- Kritisch denken
- Argumentatie en debatvaardigheden
- Samenwerken en communiceren
- Onderzoekend leren
- Inlevingsvermogen en perspectiefwisseling
- Ethisch redeneren

### Benodigdheden:

- Laptop of tablet
- Papier en schrijfwaren
- Leerlingenblad

### Reflectie:

- Wat heb je geleerd over genetische manipulatie dat je nog niet wist?
- Vond je het moeilijk om argumenten te bedenken voor een standpunt dat je niet zelf hebt?
- Hoe voelde het om in debat te gaan met klasgenoten?
- Heeft het debat je mening over genetische manipulatie veranderd? Waarom wel of niet?

### Evaluatie:

- Gebruik observatie tijdens het debat en controleer de denksleutelbladen.
- Beoordeel de mate van betrokkenheid, samenwerking, onderbouwing van argumenten en correct gebruik van inhoudelijke kennis.
- Verzamel ook peer-feedback: laat leerlingen na het debat feedback geven aan de andere groep.

## Criteria voor Succes

- Ten minste één goed onderbouwd argument wordt geformuleerd.
- Zowel voordelen als nadelen van genetische manipulatie worden aangetoond en begrepen.
- Tijdens het debat wordt aandachtig geluisterd en gepast gereageerd.
- Denksleutelbladen bevatten evenwichtige, doordachte en feitelijk correcte inhoud.
- Minimaal drie betrouwbare bronnen of informatiepunten worden gebruikt in de argumentatie.

### Beoordeling:

Inhoudelijke juistheid en volledigheid van de denksleutelbladen.

Kwaliteit van de argumenten in het debat.

Mondelinge vaardigheden (duidelijkheid, luisterhouding, reageren op anderen).

Samenwerkingshouding binnen de groep.



# Week 3. Kleine groep. DNA in Debat

## Denksleutel Voordelen Nadelen

### Lesbeschrijving:

#### Inleiding

Vertel de leerlingen dat ze vandaag in debat gaan over genetische manipulatie. Leg uit wat genetische manipulatie is met behulp van een paar korte voorbeelden (bijv. CRISPR, gentech-gewassen, erfelijke ziektes).

Lees samen de stelling: "Genetische manipulatie is de toekomst!"

Vraag: "Wat denken jullie? Wat zou hier goed aan kunnen zijn? En wat juist zorgwekkend?" (Laat enkele reacties horen)

#### Hoofdactiviteit

**Stap 1:** Verdeel de kleine groep twee teams: voorstanders en tegenstanders.

**Stap 2:** Laat elk groepje met hun denksleutelblad de voordelen en nadelen van genetische manipulatie in kaart brengen, ook al verdedigen ze slechts één kant. Stimuleer het zoeken naar ethische, wetenschappelijke en maatschappelijke argumenten.

**Stap 3:** Binnen de grote groep (voor of tegen) verzamelen ze hun argumenten en kiezen ze drie sterke punten die ze tijdens het debat willen gebruiken. Ze verdelen de spreekbeurten.

**Stap 4:** Start het debat! Geef elke groep 2 minuten om hun openingsargumenten te brengen. Daarna mogen ze om de beurt reageren. Houd de tijd goed bij en grijp in bij ongelijkmatige spreiding.

#### Afsluiting

Vraag een korte stemronde: wie is overtuigd door de tegenpartij?

Geef leerlingen tijd om hun reflectievragen in een schrift of op een werkblad te beantwoorden.

Laat enkele leerlingen delen wat ze geleerd hebben.

Sluit af met de boodschap dat ontdekkingen zoals genetische manipulatie nieuwe vragen oproepen en ons dwingen kritisch te blijven denken.



## Criteria voor Succes

- Ten minste één goed onderbouwd argument wordt geformuleerd.
- Zowel voordelen als nadelen van genetische manipulatie worden aangetoond en begrepen.
- Tijdens het debat wordt aandachtig geluisterd en gepast gereageerd.
- Denksleutelbladen bevatten evenwichtige, doordachte en feitelijk correcte inhoud.
- Minimaal drie betrouwbare bronnen of informatiepunten worden gebruikt in de argumentatie.

## Opdracht:

### 1. Samenwerken in kleine groepjes.

De klas wordt verdeeld in twee groepen:

1. Groep **VOOR** de stelling
2. Groep **TEGEN** de stelling

### 2. Gebruik de denksleutel 'Voordelen en Nadelen'.

Zoek naar argumenten die zowel vóór als tegen genetische manipulatie pleiten.

1. Noteer feiten, voorbeelden en mogelijke gevolgen.
2. Werk zorgvuldig: elk voordeel of nadeel moet goed uitgelegd worden.

### 3. Voorbereiden van het debat.

1. Kies als groep de **3 sterkste argumenten**.
2. Verdeel de argumenten over de sprekers binnen de groep.
3. Bedenk wat de andere partij zal gaan zeggen.
4. Zoek argumenten om die punten te weerleggen
5. Oefen kort het verwoorden van de argumenten.

### 4. Het debat voeren.

1. De groep **VOOR** begint met een opening van 2 minuten.
2. Daarna reageert de groep **TEGEN** met hun opening.
3. Vervolgens wisselen beide groepen reacties af.
4. Reageer beleefd, luister goed, en gebruik de argumenten van het denksleutelblad.

### 5. Afronding en reflectie.

Na het debat worden vragen beantwoord over wat is geleerd en wat opviel.

#### Tips voor succes:

- ✓ Denk goed na over de bron van elk argument.
- ✓ Zorg voor heldere uitleg, niet alleen een mening.
- ✓ Gebruik voorbeelden die echt iets verduidelijken.
- ✓ Luister actief naar de andere groep.
- ✓ Blijf respectvol, ook bij meningsverschillen.



## Wat zijn de voordelen van genetische manipulatie?

- **Meer voedsel:** Planten kunnen worden aangepast zodat ze meer opbrengst geven. Dat helpt bij het voeden van een groeiende wereldbevolking.
- **Minder ziektes:** Sommige gewassen kunnen aangepast worden zodat ze minder snel ziek worden. Dat scheelt pesticiden en zorgt voor gezonder eten.
- **Medicijnen maken:** Bacteriën of schimmels kunnen worden aangepast om medicijnen te maken, zoals insuline of vaccins.
- **Sneller resultaat dan fokken:** Bij dieren of planten fokken moet je generaties wachten. Met genetische manipulatie kun je sneller het gewenste resultaat krijgen.
- **Milieuvoordelen:** Soms zijn genetisch gemanipuleerde planten beter bestand tegen droogte of hebben ze minder mest nodig, wat beter is voor de natuur.

## Wat zijn de nadelen of zorgen?

- **We weten niet alles:** Soms weten we nog niet goed wat de lange termijn gevolgen zijn van genetisch gemanipuleerd voedsel of dieren.
- **Minder biodiversiteit:** Als veel boeren dezelfde gemanipuleerde plant gebruiken, kunnen andere soorten verdwijnen. Dat maakt het systeem kwetsbaarder.
- **Onerlijke verdeling:** Grote bedrijven bezitten vaak de patenten op genetisch gemanipuleerde zaden. Kleine boeren kunnen daar last van hebben.
- **Ethiek bij dieren:** Sommige mensen vinden het niet eerlijk om dieren genetisch te veranderen, bijvoorbeeld om ze sneller te laten groeien.
- **Onbedoelde gevolgen:** Soms verandert er meer in een organisme dan bedoeld, en dat kan gevolgen hebben voor de gezondheid of de natuur.



# Week 4. Hele groep. Interview de Ontdekkers van DNA

## Denksleutel 5W + 1H

### Doelen:

- Leerlingen begrijpen het belang van de ontdekking van DNA en de rol van wetenschappelijke ontdekkingen in onze kennisontwikkeling.
- Leerlingen leren gerichte en diepgaande vragen stellen met behulp van de denksleutel 5W + 1H.
- Leerlingen ontwikkelen hun onderzoeks- en samenwerkingsvaardigheden.
- Leerlingen oefenen met perspectief nemen en historische verbeelding.

### Vaardigheden:

- Kritisch en creatief denken
- Onderzoeksvaardigheden
- Samenwerken en overleggen
- Vragen formuleren en informatie analyseren
- Presenteren en verwoorden van ideeën
- Historisch bewustzijn ontwikkelen

### Benodigdheden:

- A4-papier of werkbladen met 5W + 1H-schema
- Pennen of potloden
- Korte informatiekaart over Crick & Watson en hun ontdekking (voor context)
- Eventueel tablets of boeken voor extra opzoekwerk
- Klok/timer
- (Optioneel) Kostuums of attributen voor het naspelen van het interview

### Reflectie:

- Welke vraag vonden jullie zelf het meest interessant? Waarom?
- Wat heb je geleerd over hoe ontdekkingen tot stand komen?
- Zou jij ook onderzoeker willen zijn? Wat zou je willen ontdekken?
- Wat maakt een vraag een goede vraag?

### Evaluatie:

- Observeren van het groepsproces en de diepgang van de vragen
- Bespreken van het interview in de klas en feedback geven
- Reflectievragen schriftelijk of mondeling laten beantwoorden
- Korte peer review: wat vond je goed aan het interview van een andere groep?

## Criteria voor Succes

- De groep bedenkt minimaal 6 vragen: één voor elke W en H
- De vragen tonen interesse in de ontdekking en wetenschappelijk proces
- De vragen zijn niet oppervlakkig, maar gaan in op motivatie, werkwijze en impact
- De groep presenteert het interview op een duidelijke en samenhangende manier
- Samenwerking binnen de groep is zichtbaar en constructief

### Beoordeling:

kwaliteit van vragen, samenwerking, presentatie en reflectie

Geef feedback op inhoud én op proces

Stimuleer groeigerichte feedback: "Wat zou je een volgende keer anders doen?"



# Week 4. Hele groep. Interview de Ontdekkers van DNA

## Denksleutel 5W + 1H

### Lesbeschrijving:

#### Inleiding

Vertel de leerlingen dat ze in de huid kruipen van journalisten die een exclusief interview mogen afnemen met Francis Crick en James Watson, de ontdekkers van DNA.

Geef een korte uitleg over wie Crick en Watson waren en waarom hun ontdekking belangrijk was.

Leg de 5W + 1H-denksleutel uit en geef voorbeelden van goede vragen

#### Hoofdactiviteit

Vorm groepjes van 3-4 leerlingen.

Laat de groepen brainstormen en noteren welke vragen ze willen stellen. Stimuleer hen om dieper te denken dan alleen "Wat is DNA?"

Laat de groepen hun zes vragen op een apart blad netjes uitschrijven.

Vraag de leerlingen om te bedenken wie de interviewer en wie Crick/Watson speelt.

Laat ze een kort interview (2-3 minuten) voorbereiden.

Oefen kort in de groep en laat indien mogelijk 1-2 groepen presenteren

#### Afsluiting

Bespreek met de klas wat ze hebben geleerd over DNA en over het stellen van vragen.

Stel reflectievragen: "Welke vraag gaf het meeste inzicht?", "Wat zou je willen vragen als je écht Crick of Watson kon spreken?"



## Criteria voor Succes

- De groep bedenkt minimaal 6 vragen: één voor elke W en H
- De vragen tonen interesse in de ontdekking en wetenschappelijk proces
- De vragen zijn niet oppervlakkig, maar gaan in op motivatie, werkwijze en impact
- De groep presenteert het interview op een duidelijke en samenhangende manier
- Samenwerking binnen de groep is zichtbaar en constructief

## Opdracht:

Jullie gaan in een groepje van 3 of 4 leerlingen een interview voorbereiden met de beroemde wetenschappers Francis Crick en James Watson. Zij ontdekten samen hoe DNA eruitziet en hoe het werkt. Met deze ontdekking maakten ze het 'onbekende' zichtbaar en veranderden ze onze kennis over het leven voorgoed.

Jullie bedenken samen twaalf goede interviewvragen aan Crick en Watson.  
Gebruik daarvoor de 5W + 1H-vragenformule

## Stappen:

1. Lees de korte tekst over Crick en Watson (krijgen jullie van de leerkracht).
2. Bedenk twaalf interviewvragen, telkens twee per W/H.
3. Schrijf duidelijke en doordachte vragen op - niet alleen feitjes, maar ook vragen over hun motivatie, hun zoektocht en de gevolgen van hun ontdekking.
4. Kies daarna wie het interview gaat afnemen en wie de wetenschappers speelt.
5. Oefen het interview kort. Jullie mogen toneel gebruiken als je dat leuk vindt!
6. Presenteer het interview aan de klas of aan een ander groepje.



## Week 4. Kleine groep. Van Cel tot Code.

### Denkroutine Maak een Notitie

#### Doelen:

- Leerlingen verbinden wetenschappelijke kennis aan bredere inzichten over ontdekkingen.
- Leerlingen reflecteren zelfstandig en kritisch op hun leerproces.
- Leerlingen leren hoe ontdekkingen zoals DNA bijdragen aan het zichtbaar maken van het onzichtbare.
- Leerlingen oefenen met het formuleren van vragen, observaties en reflecties.

#### Vaardigheden:

- Kritisch denken
- Zelfreflectie
- Verbanden leggen
- Communiceren van inzichten
- Begrip van wetenschappelijke concepten (DNA, genen)

#### Benodigdheden:

- Leerlingenblad met denkroutinevragen en generalisatievragen
- Pen/potlood
- Grote vellen papier of een digitaal prikbord (Padlet/Google Jamboard) voor gedeelde reflectie

#### Reflectie:

- Welke ontdekking over DNA vond jij het meest verrassend?
- In hoeverre denk je dat deze ontdekking invloed heeft op hoe we naar mensen kijken?
- Wat zou je willen onderzoeken als jij een wetenschapper was op dit gebied?

#### Evaluatie:

- Korte peer-feedback op elkaars notities: helderheid, originaliteit, verbinding met generalisaties
- Klassikale bespreking van opvallende inzichten en vragen

### Criteria voor Succes

- De leerling beantwoordt minstens twee denkroutinevragen helder en concreet.
- De leerling verbindt zijn/haar antwoorden met minstens één generalisatie.
- De leerling toont begrip van het onderwerp DNA en genen door relevante voorbeelden te geven.
- De leerling stelt minstens één eigen verdiepende vraag over het onderwerp.

#### Beoordeling:

Begrip van DNA en genen  
Verbinding met de generalisaties  
Formulering van eigen vragen of inzichten  
Mate van zelfstandige reflectie



## Week 4. Kleine groep. Van Cel tot Code.

### Denkroutine Maak een Notitie

#### Lesbeschrijving:

##### Inleiding

Leg de denkroutine "Maak een Notitie" uit.

##### Hoofdactiviteit

Vraag de leerlingen om individueel de vier reflectievragen van de denkroutine te beantwoorden. Laat ze kiezen welke het beste past bij hun ervaring.

Daarna beantwoorden ze schriftelijk de drie verdiepende vragen over de generalisaties:

- Op welke manier maakte de ontdekking van DNA en genen het onzichtbare zichtbaar?
- Tot welke nieuwe inzichten heeft de ontdekking van DNA geleid?
- Hoe is DNA ontdekt?

Laat ze hun antwoorden verbinden met wat ze al eerder geleerd hebben.

Laat leerlingen hun antwoorden uitwisselen in tweetallen en kort bespreken.

##### Afsluiting

Sluit af met de vraag: "Wat zou jij willen ontdekken als jij onderzoek mocht doen naar DNA?"



## Criteria voor Succes

- Minstens twee denkroutinevragen helder en concreet beantwoord.
- Antwoorden met minstens één generalisatie verbonden.
- Begrip getoond van het onderwerp DNA en genen door relevante voorbeelden te geven.
- Minstens één eigen verdiepende vraag over het onderwerp gesteld.

**Vandaag ga je terugblikken op wat je hebt geleerd over DNA en genen. Je denkt na over jouw eigen leerproces én verbindt dat met het grotere thema: ontdekkingen.**

Volg de stappen hieronder stap voor stap:

## Stap 1 - Kies en beantwoord twee reflectievragen

Kijk terug op wat je hebt geleerd over DNA en genen. Beantwoord schriftelijk twee van de volgende vragen:

- Wat is het belangrijkste punt dat je hebt geleerd?
- Wat vond je moeilijk of uitdagend?
- Welke vraag zou je graag willen bespreken?
- Wat vond je interessant?

Schrijf je antwoorden duidelijk en in je eigen woorden op.

## Stap 2 - Denk na over ontdekkingen

Lees de drie zinnen hieronder. Dit noemen we *generalisaties* over het thema ontdekkingen. Ze helpen je om verder te denken:

- Ontdekkingen maken 'het onbekende' zichtbaar
- Ontdekkingen kunnen leiden tot nieuwe inzichten of bevestigen wat al bekend is
- Ontdekkingen kunnen spontaan gebeuren of zijn het resultaat van een zoektocht

Beantwoord daarna de volgende drie vragen op je blad:

1. **Op welke manier maakte de ontdekking van DNA en genen het onzichtbare zichtbaar?**
2. **Tot welke nieuwe inzichten heeft de ontdekking van DNA geleid?**
3. **Hoe is DNA ontdekt?**

Gebruik je eigen woorden en probeer voorbeelden te geven van wat je hebt geleerd.

## Stap 3 - Deel en vergelijk

Bespreek jouw antwoorden met een klasgenoot.

- Wat viel jou op in zijn of haar antwoorden?
- Hebben jullie dezelfde inzichten of juist iets totaal anders opgeschreven?

## Stap 4 - Denk vooruit

Schrijf tot slot één vraag op die jij nog hebt over DNA of genen. Het mag een nieuwsgierige, grappige of serieuze vraag zijn - als het maar een vraag is die je écht interesseert.

