

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

De herintroductie van het przewalskipaard

In 1969 stierven przewalskipaarden uit in het wild. Vanaf 1992 worden przewalskipaarden uit dierentuinen geherintroduceerd in hun natuurlijke habitat. In 2020 maakte San Diego Zoo Global bekend dat het eerste gekloonde przewalskipaard was geboren in hun dierentuin.

Het przewalskipaard behoort tot de familie van de paardachtigen. Over de wetenschappelijke naam zijn taxonomen het nog steeds niet eens. Het przewalskipaard (afbeelding 1) wordt aangeduid als *Equus przewalskii* of als *Equus ferus przewalskii*. Het 'gewone' paard, dat door de mens tam is gemaakt (gedomesticeerd), heeft de naam *Equus ferus caballus*. Het genoom van deze dieren is verschillend: het przewalskipaard heeft 66 chromosomen; het gewone paard heeft 64 chromosomen. Een kruising van een gewoon paard met een przewalskipaard levert vruchtbare nakomelingen (F1) op met 65 chromosomen.

afbeelding 1

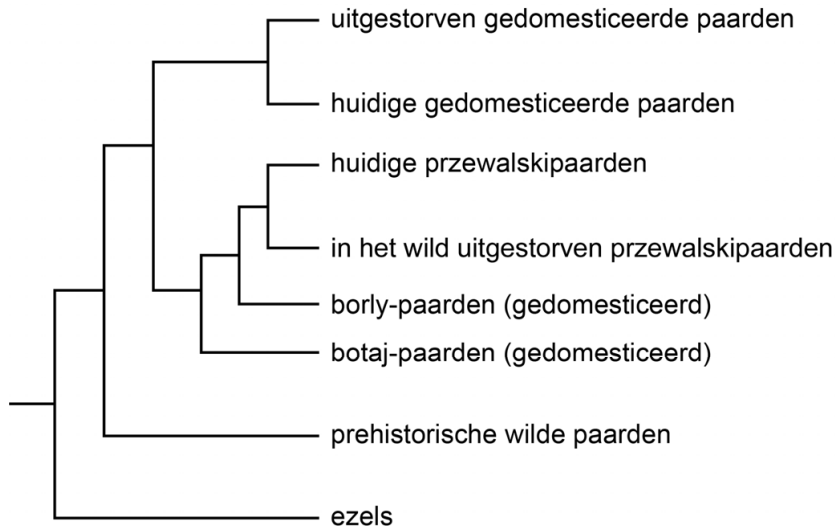


Stel dat jij mag bepalen welke van de twee wetenschappelijke namen het przewalskipaard krijgt.

- 1p 1 Noteer welke naam je dan kiest, en geef een biologisch argument dat jouw keuze ondersteunt.

Lange tijd werd aangenomen dat przewalskipaarden wilde paarden zijn: de voorouders van przewalskipaarden zouden nooit gedomesticeerd zijn geweest. Daarmee zouden przewalskipaarden de enige nog levende wilde paarden zijn. Wetenschappers uit verschillende landen hebben onderzocht of dat inderdaad zo is. Het genoom van de eerste gedomesticeerde paarden uit Kazachstan (botaj-paarden en borly-paarden, die circa 5000 jaar geleden leefden) werd vergeleken met dat van andere groepen paarden. Op grond van de resultaten is een cladogram opgesteld (afbeelding 2).

afbeelding 2



Over het cladogram worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 De huidige przewalskipaarden zijn wilde paarden.
- 2 De ezels zijn voorouders van de huidige przewalskipaarden.
- 3 De huidige przewalskipaarden zijn meer verwant aan huidige gedomesticeerde paarden dan aan prehistorische wilde paarden.

2p **2** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **wel** of **niet** door het cladogram wordt ondersteund.

In de eerste helft van de vorige eeuw werden tientallen przewalskipaarden gevangen om in dierentuinen te houden. Uiteindelijk hebben slechts twaalf dieren zich daar succesvol voortgeplant. Alle nu levende przewalskipaarden stammen af van deze dieren.

Door de enorme afname van het aantal przewalskipaarden is de genenpool afgenomen.

- 1p 3 Wat is de naam voor de afname van de genenpool als gevolg van een enorme afname van de populatiegrootte?
- A gene flow
 - B het flessenhalseffect (bottleneckeffect)
 - C het stichtereffect (foundereffect)
 - D natuurlijke selectie

De kleine populatie przewalskipaarden heeft geleid tot inteelt bij de nakomelingen.

Over inteelt worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 Door inteelt neemt de kans op het ontstaan van mutaties toe.
- 2 Inteelt vergroot de kans op een lagere fitness van de nakomelingen.
- 3 Door inteelt neemt het aandeel heterozygoten in de populatie toe.

- 2p 4 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

De Nederlandse biologen Annette Groeneveld en Inge en Jan Bouman maakten in 1977 een plan voor de herintroductie van przewalskipaarden in Mongolië. Zij haalden przewalskipaarden uit dierentuinen en bereidden de dieren in een natuurgebied in Flevoland voor op herintroductie. Tussen 1992 en 2000 zijn 82 'Flevolandse' przewalskipaarden uitgezet in de Gobi-woestijn in Mongolië.

De tekst hieronder beschrijft het verblijf van de przewalskipaarden in het natuurgebied in Flevoland. Op de plaatsen 1 en 2 ontbreekt een woord.

Door de przewalskipaarden te plaatsen in het natuurgebied in Flevoland, konden de dieren wennen aan de omstandigheden in het wild. Omdat er geen andere paarden voorkwamen in het gebied, was ...(1)... van de przewalskipaarden nog niet bezet. Door de przewalskipaarden werd de successie in het gebied ...(2)... .

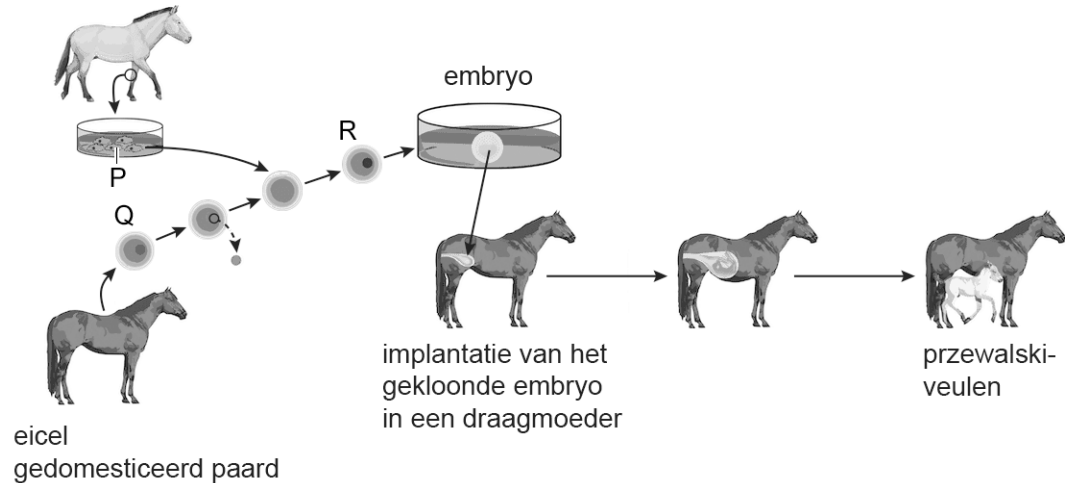
- 2p 5 Wat moet worden ingevuld bij 1 en bij 2?

	<u>bij 1</u>	<u>bij 2</u>
A	de habitat	versneld
B	de habitat	vertraagd
C	de niche	versneld
D	de niche	vertraagd
E	het ecosysteem	versneld
F	het ecosysteem	vertraagd

Wetenschappers proberen met fokprogramma's de genetische diversiteit van de populatie przewalskipaarden te vergroten. Hierbij maken ze onder andere gebruik van genetisch materiaal dat is ingevroren en opgeslagen in een 'frozen zoo'. Het gekloonde przewalskipaard in San Diego Zoo Global is hier een voorbeeld van. De wetenschappers gebruikten hierbij een eicel van een gedomesticeerd paard en de celkern van een ingevroren huidcel van een przewalski-hengst. Afbeelding 3 toont de werkwijze van de wetenschappers.

afbeelding 3

ingevroren huidcellen
przewalskipaard



In de frozen zoo waren cellen van verschillende hengsten opgeslagen. Om een geschikte hengst te kiezen voor het fokprogramma, werd sequencing toegepast.

- 2p 6 Leg uit hoe sequencing gebruikt kan worden om de meest geschikte hengst te kiezen.

In afbeelding 3 zijn cellen aangegeven met P, Q en R.

- 2p 7 Schrijf de letters P, Q en R onder elkaar en noteer erachter of de betreffende cel **haploïd** of **diploïd** is.

De procedure die gebruikt is in San Diego Zoo Global levert een veulen op waarvan het genoom niet volledig identiek is aan dat van de gebruikte hengst.

- 1p 8 Licht toe welk deel van het genoom van het przewalski-veulen **niet** identiek is aan dat van de hengst.