



JONG KFPS

DISCUSSIEAVOND  
INTEELT EN VERWANTSCHAP  
HOE ZIT HET?



REIJENGA



# Het programma

## Discussieavond

Inteelt en verwantschap:  
hoe zit het?



**20:00 uur**

KFPS-fokkerijspecialist en onderzoeker Marije Steensma

**20:45 uur**

De Fokkerijraad over het Fok- en selectiebeleid

**21:15 uur**

Pauze

**21:30 uur**

Fokkersvisie: Fleur van Kempen en Van Asch

**22:00 uur**

Stellingen in groepjes met elkaar bespreken

**22:30 uur**

Uitkomsten van de stellingen bespreken

**23:00 uur**

Einde avond

Meer info: [jongkfps.nl](http://jongkfps.nl)

# Inteelt en verwantschap in het Friese paard

Door: Marije Steensma

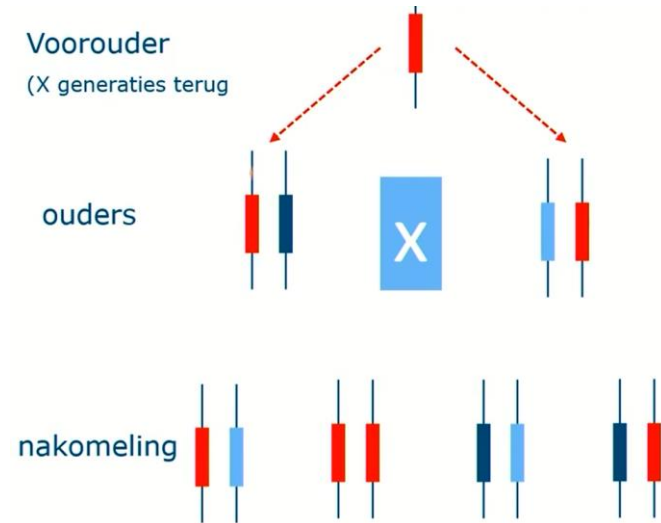


# Programma

- Wat is inteelt en verwantschap
- Status inteelt en verwantschap in het Friese paard
- Maatregelen om toename in inteelt en verwantschap te verlagen
- Update onderzoek

# Inteelt en verwantschap

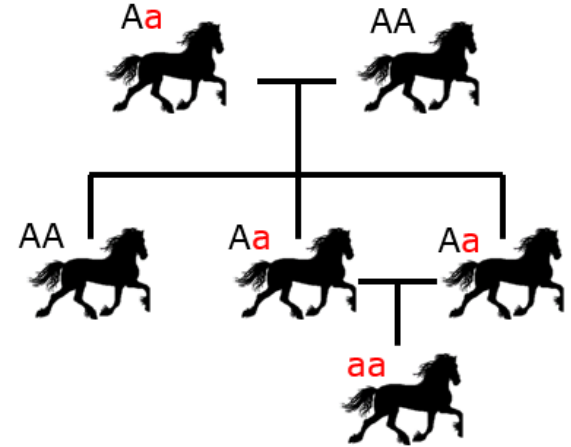
- **Inteelt:** Kans overerving van hetzelfde gen van zowel vader als moeder
- **Verwantschap:** Kans dat het paard dezelfde genen heeft als een ander paard



# Inteelt

- Iedereen heeft fouten in het DNA ~3% van de genen
- Wordt doorgegeven aan nakomelingen
- Elk dier heeft foutjes op een ander gen zitten
- Verwante ouders hebben dezelfde fouten

→ Risico op het optreden van erfelijke gebreken

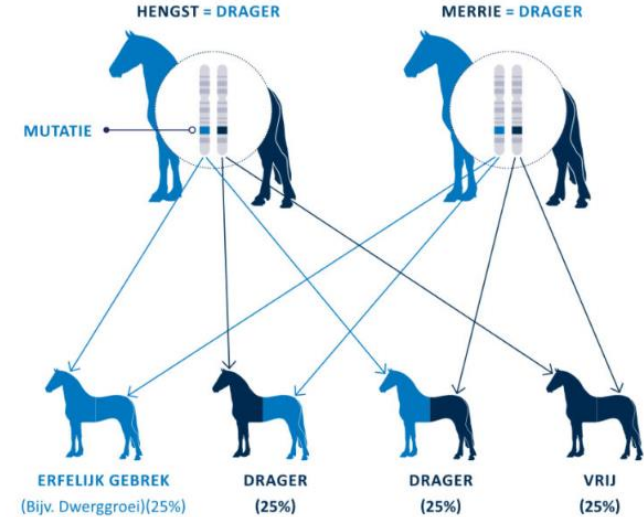
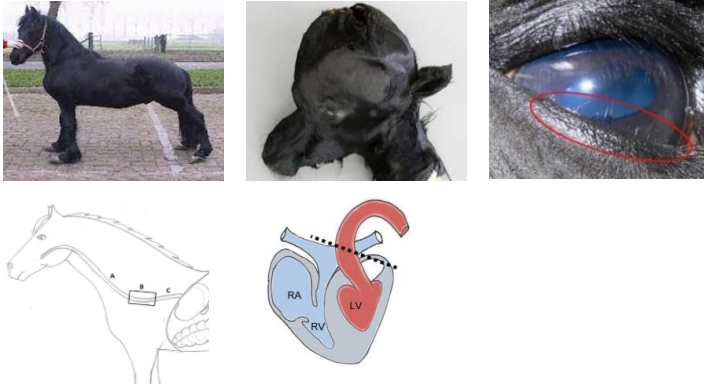


A = dominant allel (gezond)

a = recessief allel (schadelijk)

# Door inteelt ontstaan erfelijke gebreken

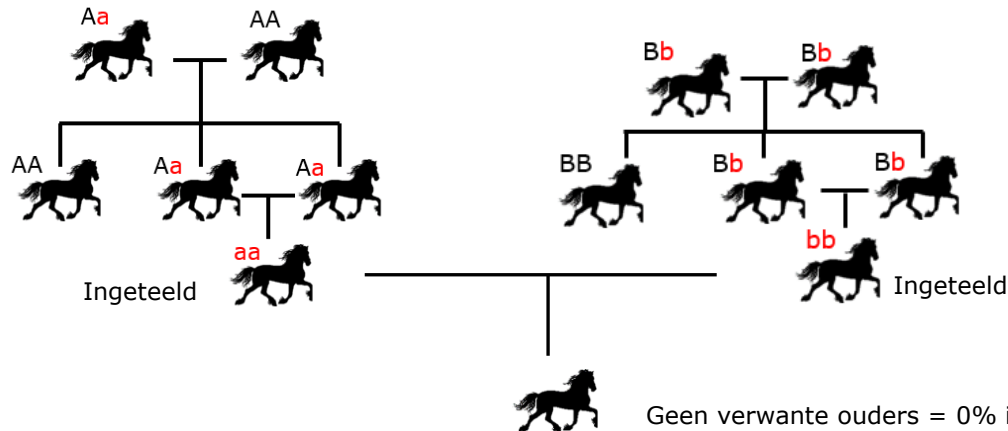
- Erfelijke gebreken, oa:



- Inteelt depressie:
  - bv. verminderde vruchtbaarheid, levensduur, weerstand

# Verwantschap

- **Verwantschap:** Kans dat het paard dezelfde genen heeft als een ander paard



**Als twee ouders met inteelt niet verwant aan elkaar zijn, resulteert dat in een nakomeling met 0% inteelt**

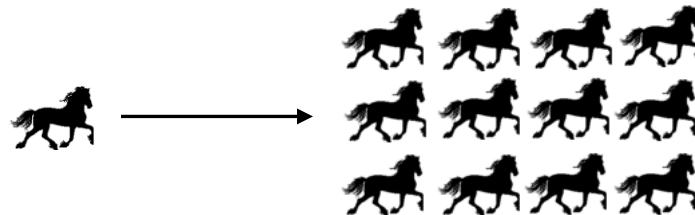


# Verwantschap

## ■ Verwantschap tussen twee paarden



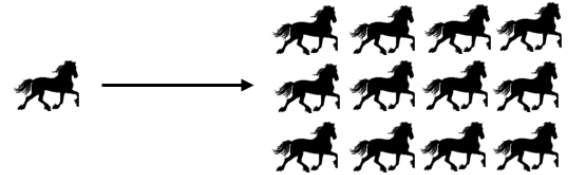
## ■ Verwantschap van een paard met de hele populatie



**Verwantschapspercentage KFPS:**  
het gemiddelde verwantschap van een dier met alle andere dieren in de populatie (veulens van de laatste 3 jaar)

# Verwantschap

- Verwantschap van een paard met de hele populatie

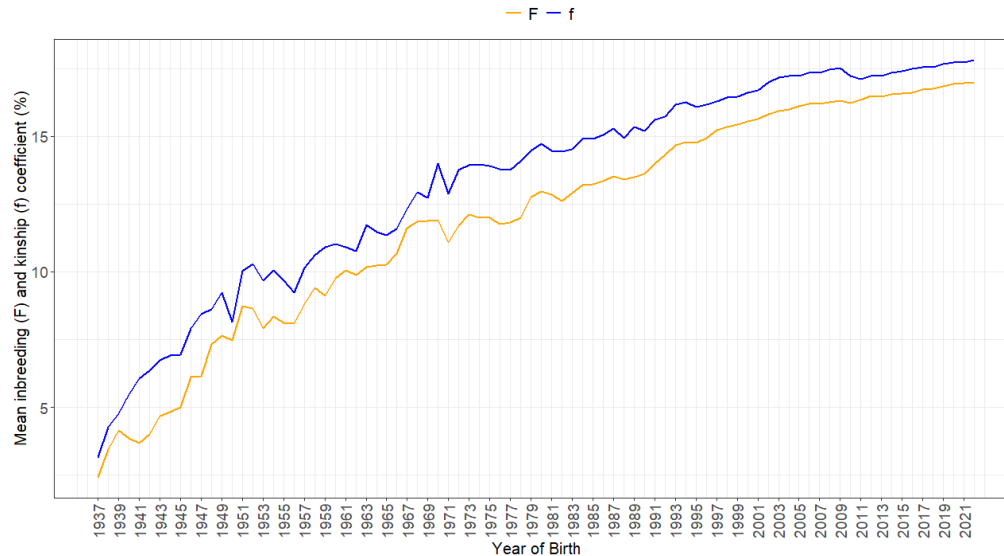


- Als twee paarden weinig dezelfde genen delen (laag verwant) dan is er minder kans dat een nakomeling tussen die paarden hetzelfde gen van beide ouders overerft (lage inteelt)

**Verwantschap is de tool, inteelt is de maatstaf**

# Status inteelt en verwantschap in het Friese paard

- Op het stamboekpaper wordt een inteeltpercentage binnen 5 generaties genoemd
- Gemiddelde inteeltpercentage over alle generaties =  $\sim 17\%$



**Verwantschapspercentage in deze generatie, is het inteeltpercentage in de volgende generatie**

# Gemiddeld 17% inteelt, acceptabel of niet?

- Hoog inteeltpercentage door de zogenoemde genetische flessenhalzen een aantal decennia geleden
- Per generatie neemt inteelt en verwantschap toe → paarden worden steeds meer gerelateerd aan elkaar

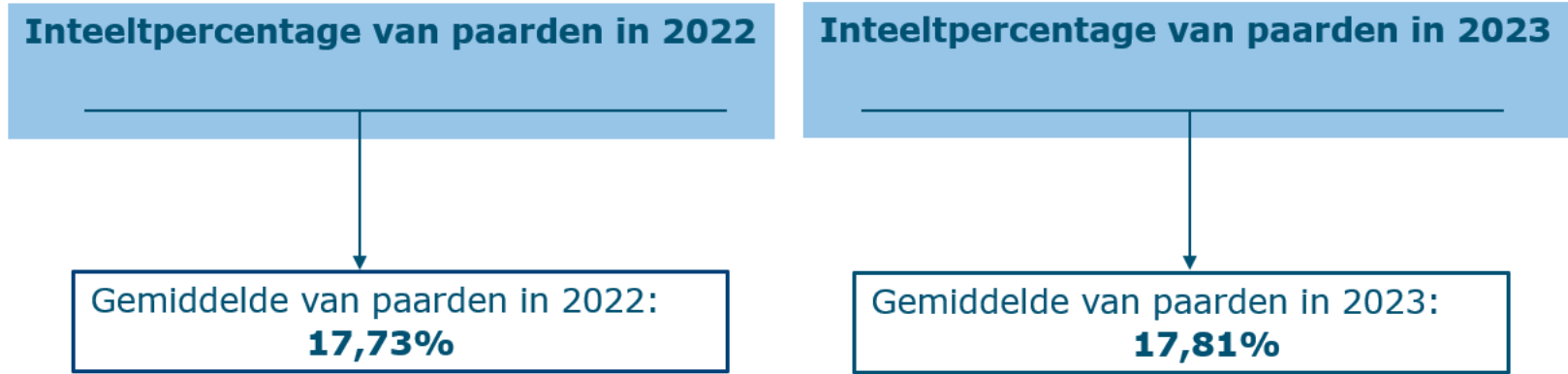
De mate van toename is een maatstaf voor de gezondheid van het Friese paard → inteelttoename

# Inteelttoename

- Toename in gemiddelde inteelniveau van een generatie naar een volgende generatie
- Generatie paarden = ~10 jaar
- Richtlijnen inteelttoename door FAO

|           |         |
|-----------|---------|
| >1%       | Te hoog |
| 0.5-1%    | Hoog    |
| 0.25-0.5% | Matig   |
| <0.25%    | Laag    |

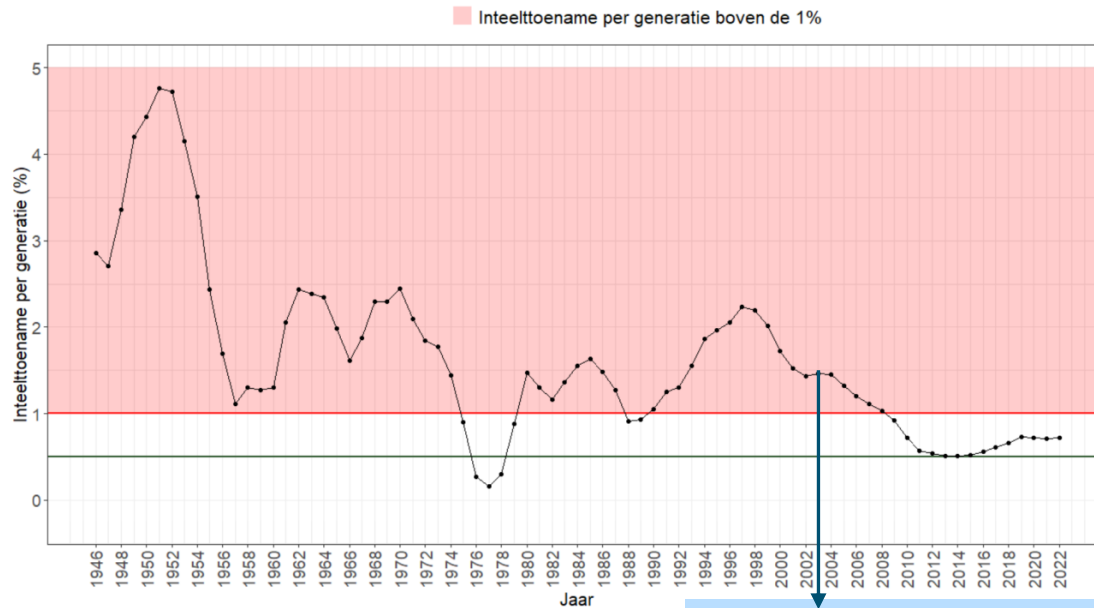
# Inteelttoename berekenen



- **Inteelttoename is het verschil in gemiddelde inteelt van het ene jaar tov het andere jaar = + 0,08% van 2022 naar 2023**
- Wordt voor elk jaar berekend, gecorrigeerd en dan krijgen we een inteelttoename per generatie

# Inteelttoename in het Friese paard

- Huidige inteelttoename per generatie (2013 – 2022) = 0.72%
- Sinds generatie 2000 - 2009: beneden 1% inteelttoename

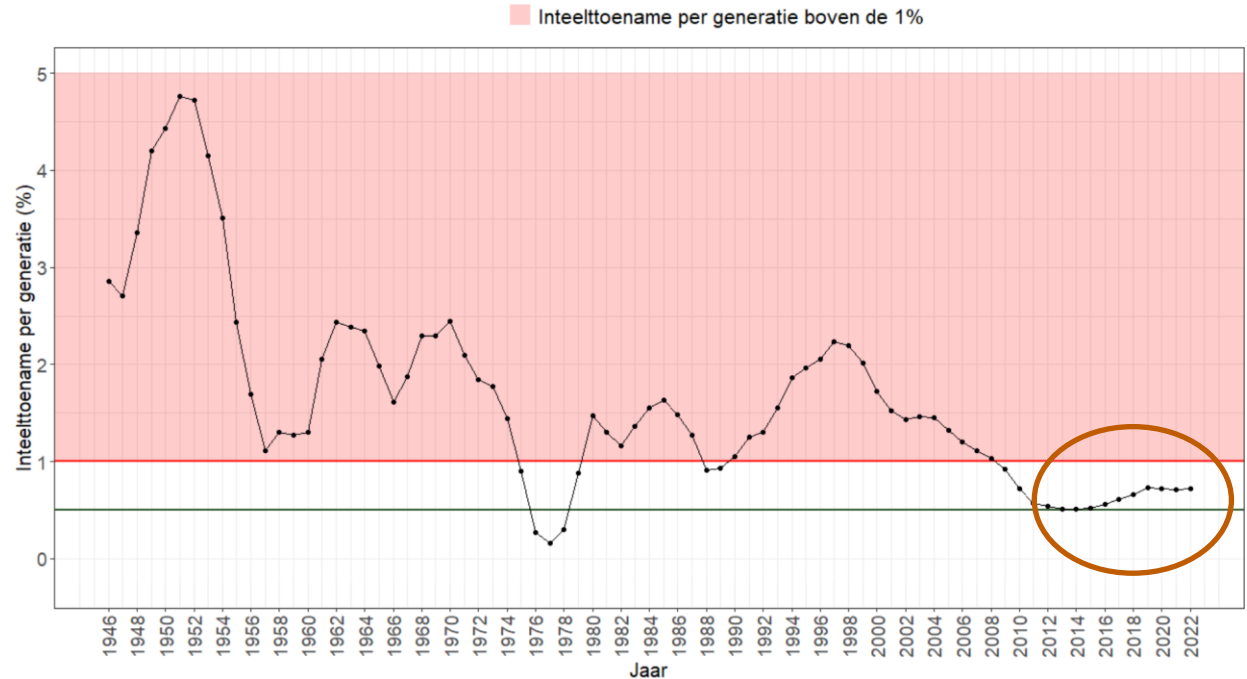


2003: Dekbeperkingen ingevoerd en verwantschapspercentages gepubliceerd

# Inteelttoename in het Friese paard

- Laatste decennia: lichte stijging van 0.54% naar 0.72%

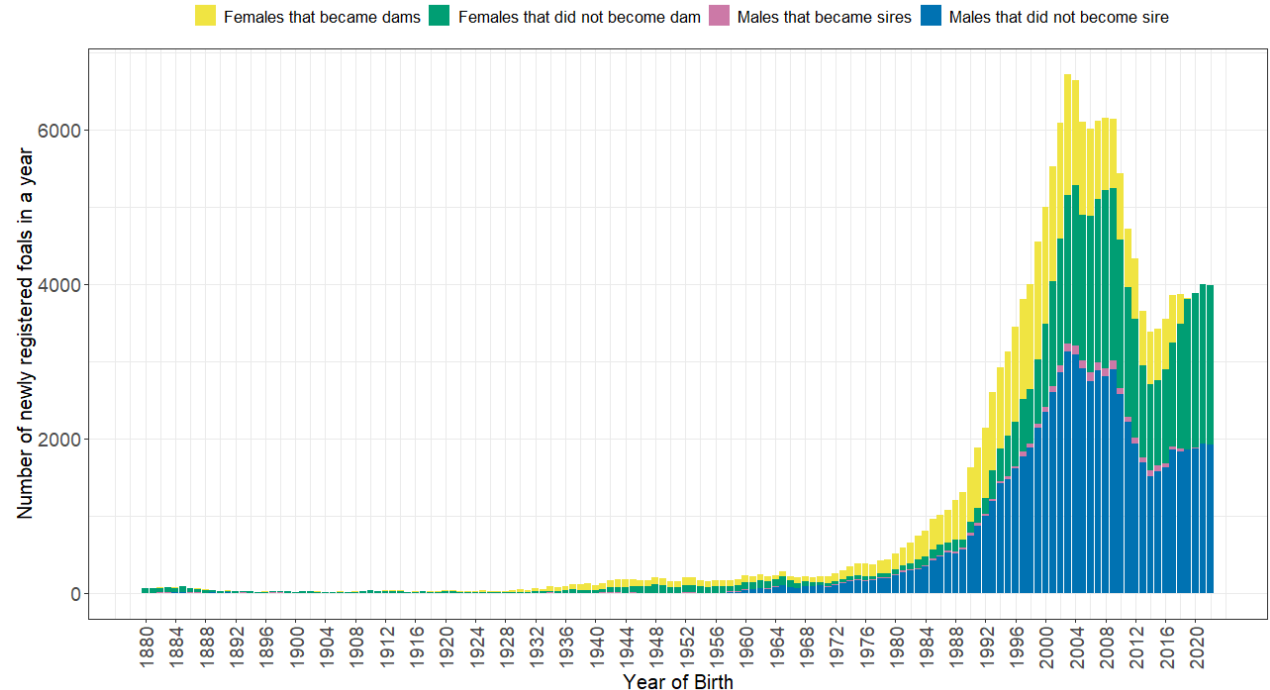
- Oorzaak?





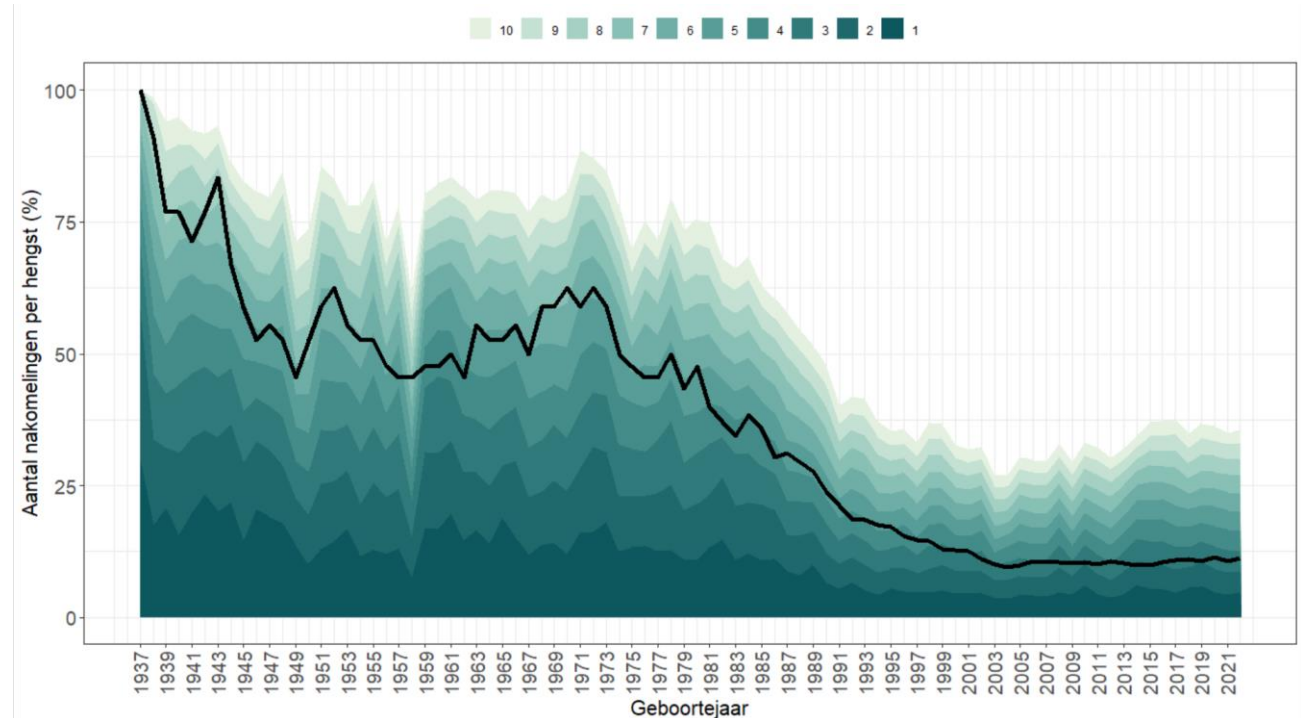
# Oorzaak lichte stijging inteelttoename van 0.54% naar 0.72%

- Aantal geboren veulens per jaar van ~6000 (2002 tot 2009) naar ~4000 (sinds 2017)



# Inteelttoename in het Friese paard

- 10 meest populaire hengsten leveren 35% van de nakomelingen per jaar



# Inteelttoename verlagen

- Van belang om inteelttoename beneden 1% te houden en het liefst beneden 0.5%
  - Behoud genetische diversiteit
  - Verminder kans op uiting nieuwe erfelijke gebreken
  
- Hoe? → belangrijkste oorzaak aanpakken
  - Effect van verschillende maatregelen geëvalueerd dmv computer simulaties

# Mogelijke maatregelen

## 1. Meer merries inzetten voor de fokkerij

- 3500 veulens naar 7000 veulens

$\Delta F = 0.56\%$

## 2. Meer hengsten goedkeuren

- Alleen effectief bij aanscherpen deklimieten

## 3. Deklimieten aanscherpen

- Deklimiet van 105 met gebruik 130 goedgekeurde hengsten

$\Delta F = 0.5\%$

## 4. Verwantschap van de hengst meenemen in hengstenselectie

- Alleen hengsten goedkeuren met lager dan gemiddeld verwantschap%

$\Delta F = 0.33\%$

## 5. Gestratificeerde deklimieten op basis van verwantschap

# Gestratificeerde deklimieten obv verwantschap

- Dekbeperking relateren aan het verwantschapspercentage van de hengst
  - Hengst met hoog verwantschapspercentage mag minder merries dekken dan een hengst met een laag verwantschapspercentage

- 4 klassen: max. 80, 105, 135, of 160 dekkingen per hengst

**$\Delta F = 0.44\%$**

- Heeft meer effect dan een algemeen deklimiet van 120 (gemiddelde van de 4 klassen)

**$\Delta F = 0.55\%$**

# Advies voor de fokker?

## Laagverwant x laagverwant hoeft niet

- Beperk inteelt% veulen lager dan 5% binnen 5 generaties
- Hoogverwante merrie uit een sterke moederlijn? → laagverwante hengst interessant
- Laagverwante merrie kan best een goed passende hoogverwante hengst op!

# Maatregelen om de inteelttoename te verlagen

- Deze maatregelen worden genomen voor behoud van genetische diversiteit en verminderen kans op uiting van nieuwe erfelijke gebreken
- Beperken inteelttoename verwijdert niet de huidige genetische afwijkingen in de populatie!
- Geen focus op inteelttoename → dweilen met de kraan open



**Meer informatie over erfelijke gebreken → mogelijk meenemen in gestratificeerde deklimieten**

# Wat te doen met de bestaande genetische afwijkingen

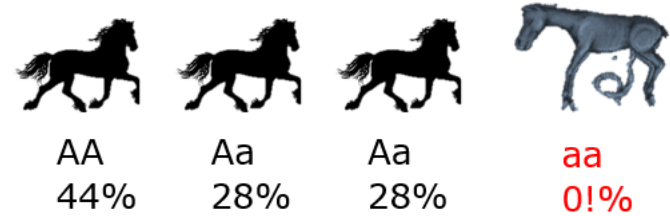
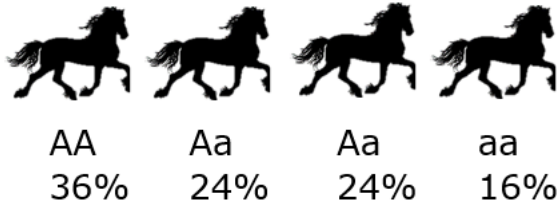
- Huidige genetische afwijkingen in kaart brengen (genetische achtergrond, frequenties)
    - onderzoek Fenway Foundation in Amerika
    - onderzoek "Behoud van het Friese paard"
- Met behulp van DNA informatie!**
- Daarna gericht selecteren tegen de afwijkingen
    - onderzoek "Behoud van het Friese paard"





# Lethale mutaties: van genotype naar fenotype

- Opzoek naar niet-levensvatbare mutaties doormiddel van:
  - Afwezigheid van homozygote dieren voor een bepaalde locatie op het genoom



# Lethale mutaties (4,402 dieren met genotypes)

| Locatie | Chrom:start-stop                           | Aantal homozygoten | Verwacht aantal homozygoten | Frequentie dragers | Dragers |
|---------|--|--------------------|-----------------------------|--------------------|---------|
| 1C      | <b>Mutatie waterhoofd</b><br>Chr1:76887901 | 0                  | 22                          | 14.2%              |         |
| 2C      | <b>Mutatie dwerggroei</b><br>Chr14:3772591 | 0                  | 20                          | 13.2%              |         |
| 3       |  | 0                  | 17                          | 12.6%              |         |
| 4       |  | 0                  | 13                          | 10.8%              |         |



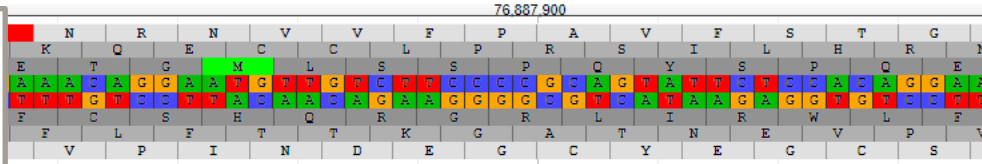
- Eerste resultaten van afwezigheid homozygote dieren voor een bepaalde locatie:
  - Sequence data hengsten: mutatie die alleen voorkomt in dragers
  - Welk gen? Wat is de functie van het gen? Wat is er bekend in andere diersoorten en mensen?

## Fokkers kunnen helpen!

DNA van doodgeboren / te vroeg geboren veulens kan helpen in identificeren van het niet-levensvatbare fenotype

# Sequence data van hengsten gebruiken om mutaties op te sporen

Referentiegenoom

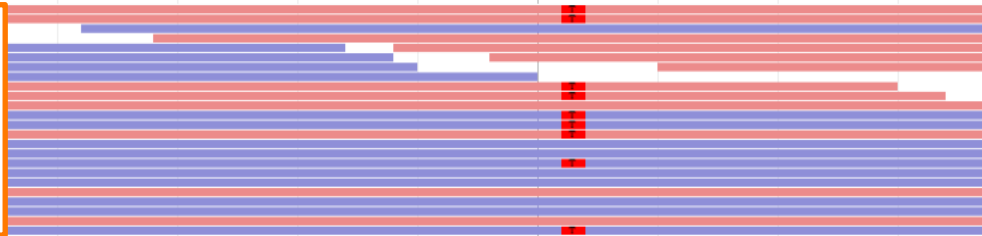


Mutatie waterhoofd

Chr1:76887901

C > T

Drager waterhoofd



Geen drager



# Wat kunnen we als we niet-levensvatbare mutaties hebben gevonden?

- DNA test kan worden ontwikkeld (net als bij waterhoofd en dwerg)
  - Risico-paringen uitsluiten
  - Minder: embryosterfte, te vroeg geboren veulens, doodgeboren veulens
- Vruchtbaarheid verbeteren



# Samenvatting

- Inteeltoename beperken tot lager dan 1% en het liefst lager dan 0.5%
  - voor behoud genetische diversiteit
  - voor beperken tot uiting komen nieuwe erfelijke gebreken
- Gestratificeerde deklimieten meest effectief om inteelttoename te reduceren
- Daarnaast huidige genetische afwijkingen in kaart brengen en selectieplan maken

# Vragen?

