

# Fokkerij en Inteelt

## Basisprincipes

Piter Bijma  
Animal Breeding and Genomics Centre  
Wageningen Universiteit



ANIMAL SCIENCES GROUP  
WAGENINGENUR

Animal Breeding &  
Genomics Centre

# De boodschap

---

1. Enige inteelt is normaal; veel inteelt is riskant
2. Inteelt is een keuze
3. Verbetering en inteeltbeheersing gaan goed samen
4. Inteeltbeperking vereist organisatie op rasniveau  
(Jack Windig)



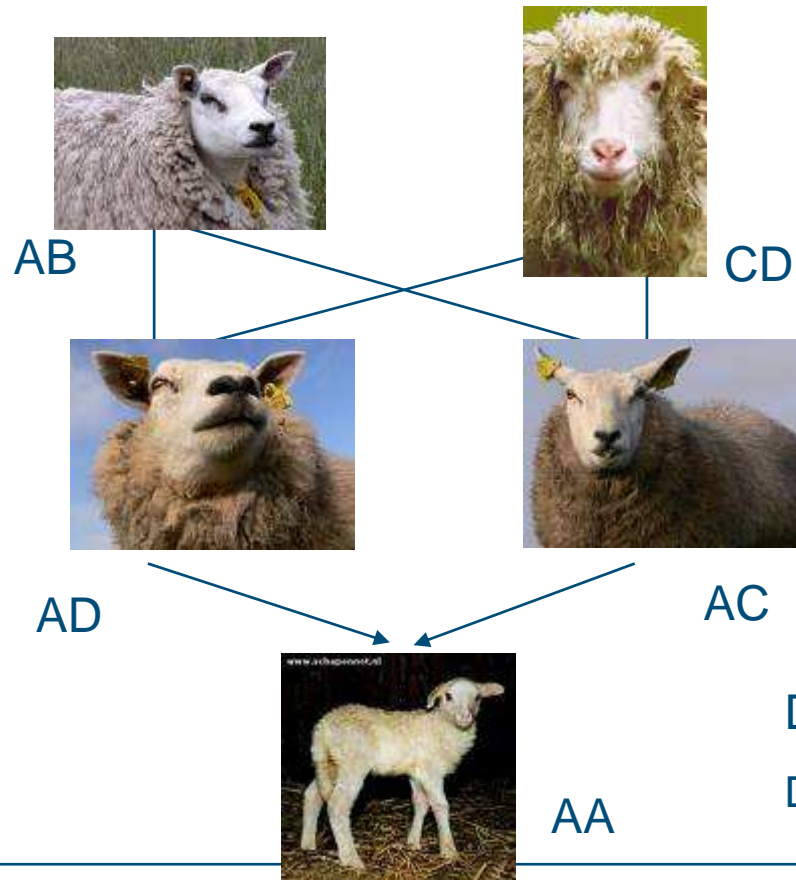
---

# 1. Wat is inteelt



# 1. Wat is inteelt?

- Inteelt = paring van dieren die familie van elkaar zijn



Alle DNA bestaat in tweevoud  
~ 25.000 genen, twee van elk

Deze twee schapen zijn verwant

Dit lam is ingeteeld (25%)

De kans is 25% dat dit lam AA, BB, CC of DD is

# Inteelt: individu en rasniveau

---



## ■ Individueel

- Een lam is ingeteeld als de vader en moeder familie van elkaar zijn.
- **Inteelnivo is niet erfelijk!**
  - Een ingeteelde ram geeft niet perse een ingeteelde nakomeling
  - Gebruik gerust een ingeteelde ram of ooi

## ■ Rasniveau

- In **elk** ras bestaat een geleidelijke toename van het inteelniveau.
- Hoe kleiner het ras des te sneller inteelt toeneemt



# Inteelt en familiegraad (verwantschap)

---

## ■ Verwantschap **tussen** dieren

- Deel van het DNA dat overeenkomt tussen de dieren
  - Ouder – kind 0.5
  - Grootouder – kind 0.25
  - Overgrootouder – kind 0.125
  - Volle broer – zus 0.5
  - Half boer - zus 0.25
  - Neef – Nicht 0.125

## ■ Inteelt **van een** dier

- Deel van DNA dat homozygoot is in het dier
  - Inteelt =  $0.5 * \text{verwantschap tussen de ouders}$
  - Vader-dochter: Inteelt =  $0.5 * 0.5 = 25\%$
  - 25% van het DNA vertoont geen variatie meer.



# Inteelt op dierniveau

---

- Oorzaak
  - Paring van dieren die (nauwe) familie van elkaar zijn
- Gevolg
  - Inteeltdepressie in de nakomeling
- Oplossing
  - Gebruik volgende keer een andere ram
    - Dit is een korte termijn probleem
- Inteelt op diernivo is een keuze van de individuele fokker



# Inteelt op rasniveau

---

## ■ Oorzaak

- In een klein ras wordt iedereen familie van elkaar.
- Oorzaak: een lam heeft
  - 2 ouders
  - 4 grootouders
  - 8 overgrootouders
  - ...etc.
- **Verwantschap is wel erfelijk**

## ■ Gevolg

- Inteelt wordt **onvermijdelijk**
  - “Er bestaat geen ram die geen familie is van uw ooi”
- Afname van de erfelijke variatie in het ras





# Hoe beperk je inteelt op rasniveau ?

---

- Wat werkt niet?
- Gebruiken van een ram die geen familie is van uw ooiën
- Er zijn geen onverwante rammen meer als het aantal voorouders klein is geweest
- Het gaat dus niet op de combinatie van ram en ooi
- Maar om de keuze van de fokrammen
  - Gebruik met z'n allen voldoende rammen met verschillende afstamming



# Inteelt: Nivo en toename

---

- Belang inteelnivo?
  - Sterk bepaald door diepte van de stamboom
  - “Complete” stamboom  $\Rightarrow$  iedereen is 100% ingeteeld
  - Conclusie: nivo betekent weinig
  
- Kernpunt: hoe snel neemt inteelt toe
  - Balans tussen:
    - Negatieve gevolgen van inteelt
    - Natuurlijke selectie tegen inteeltdepressie
    - Gerichte selectie tegen bijvoorbeeld erfelijke gebreken
  
- Doelstelling: toename maximaal  $\sim 0.5\%$  per generatie



---

## 2. Gevolgen van inteelt



## 2. Gevolgen van inteelt

---

### ■ Inteeltdepressie

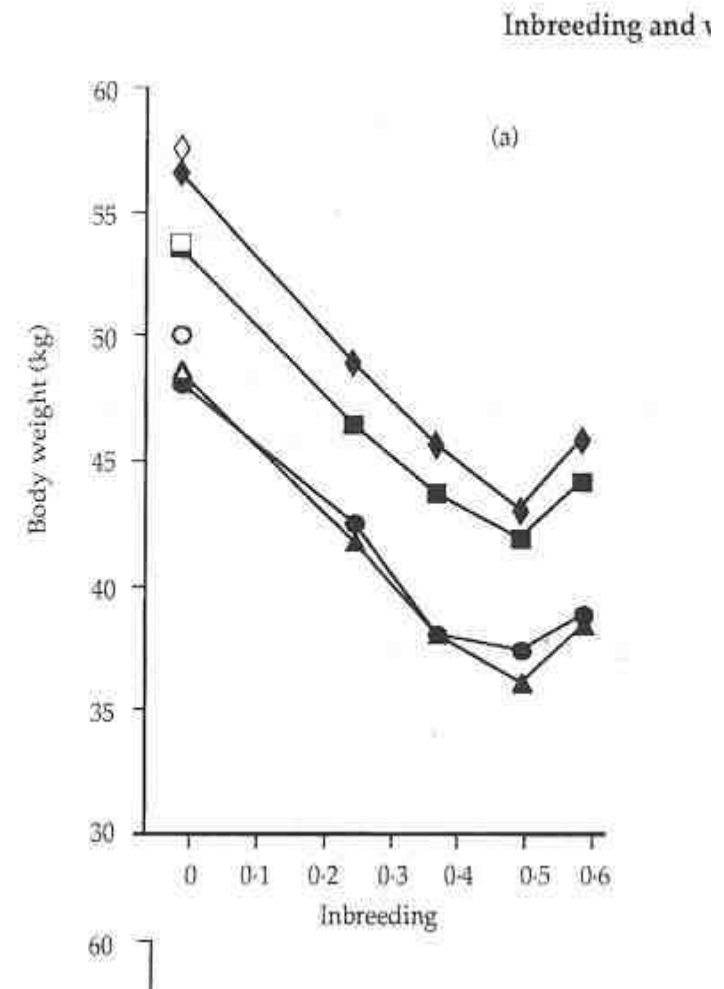
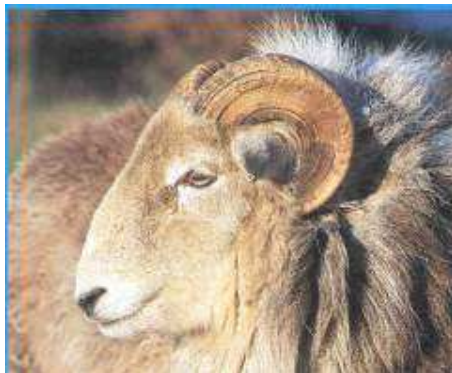
- Achteruitgang van het ras
- Vooral gezondheid en vruchtbaarheid
- Komt in vrijwel alle (dier)soorten voor.



# Inteeltdepressie in Schotse schapen

## Lichaamsgewicht

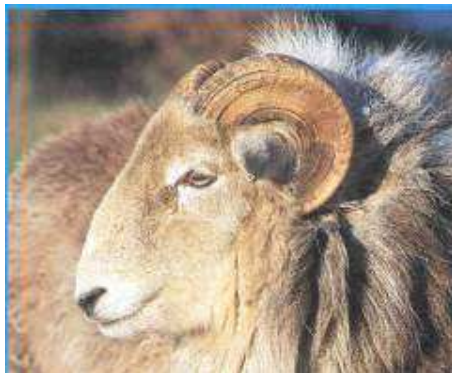
vader x dochter  
=  
12% afname



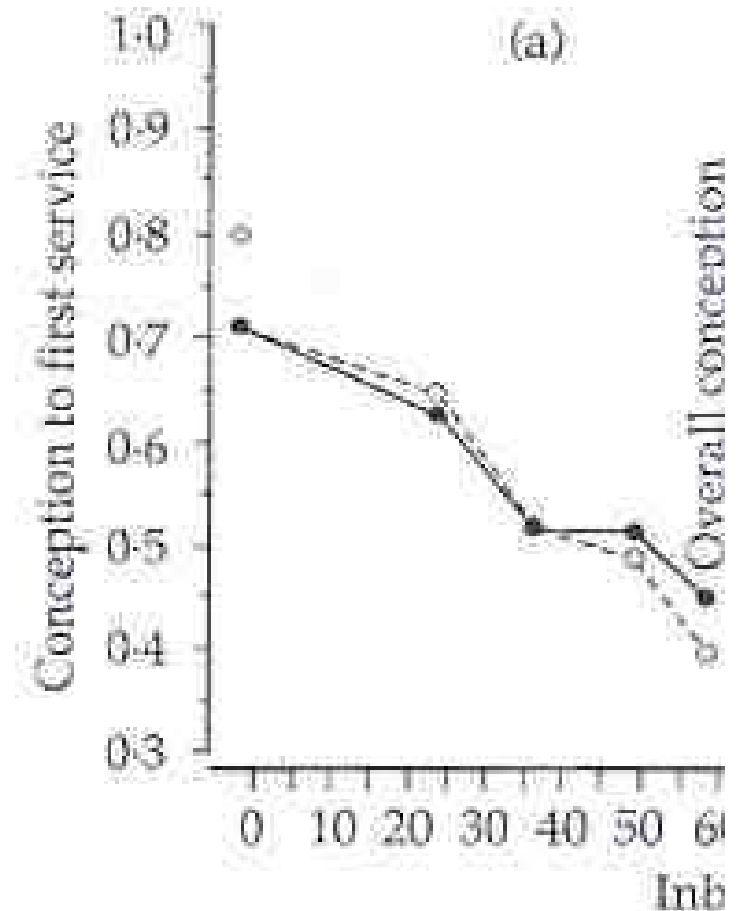
# Inteeltdepressie in Schotse schapen

## Bevruchtings%

vader x dochter  
=  
11% afname



production in sheep



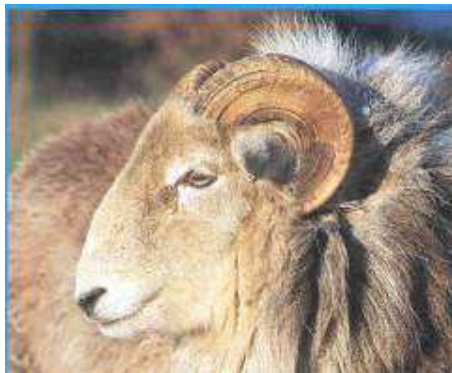
# Inteeltdepressie in Schotse schapen

Aantal lammeren

vader x dochter

=

20% afname



118

Wiener, Lee and

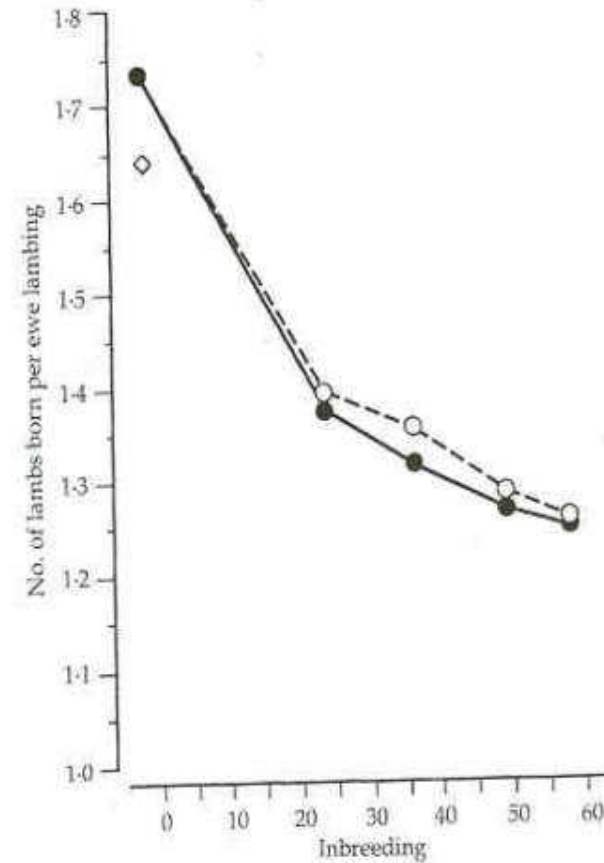


Figure 2 Effect of inbreeding and line crossing on the number of lambs born per ewe lambing. Symbols as for Figure 1.



# Inteeltdepressie in Schotse schapen

Levensduur oaien

vader x dochter

=

8% afname

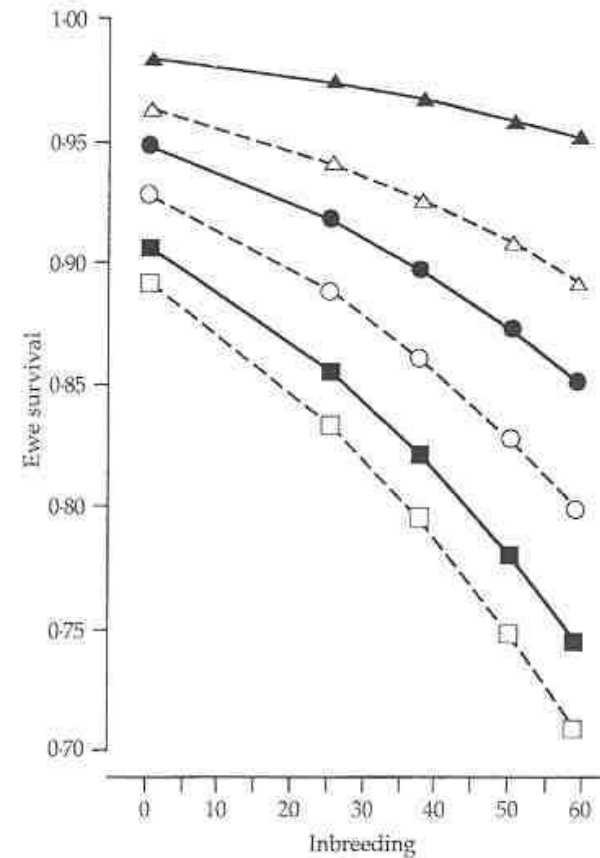
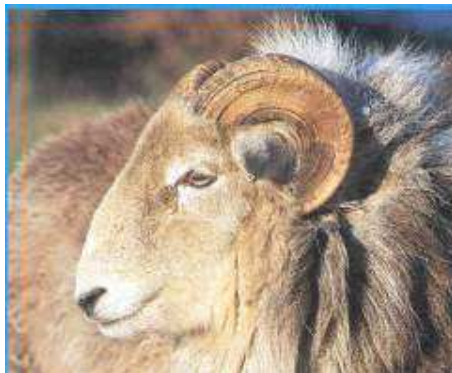


Figure 4 Effect of inbreeding on ewe survival from 1.5 to 3 years  $\Delta$   $\blacktriangle$ ; 1.5 to 4 years  $\circ$   $\bullet$ ; and 1.5 to 5 years of age  $\square$   $\blacksquare$ . Solid line: purebred sheep; broken line: crossbred sheep.  $F_2$  and LC classes combined.





# Inteeltdepressie bij mensen



## Effect vader x dochter (25% inteelt)

Geboorte gewicht	– 0.675 kg (Japan)
	– 0.213 kg (VS)
Lichaamslengte	– 7 cm (Hutterites, VS)
	– 4 mm (Italie)
	– 2.5 cm (Japan)
IQ	– 5 punten (Japan)
	– 9 punten (Japan)
	– 5 punten (VS)
Overleving tot voortplanting	– 8.75%



## 2. Gevolgen van inteelt

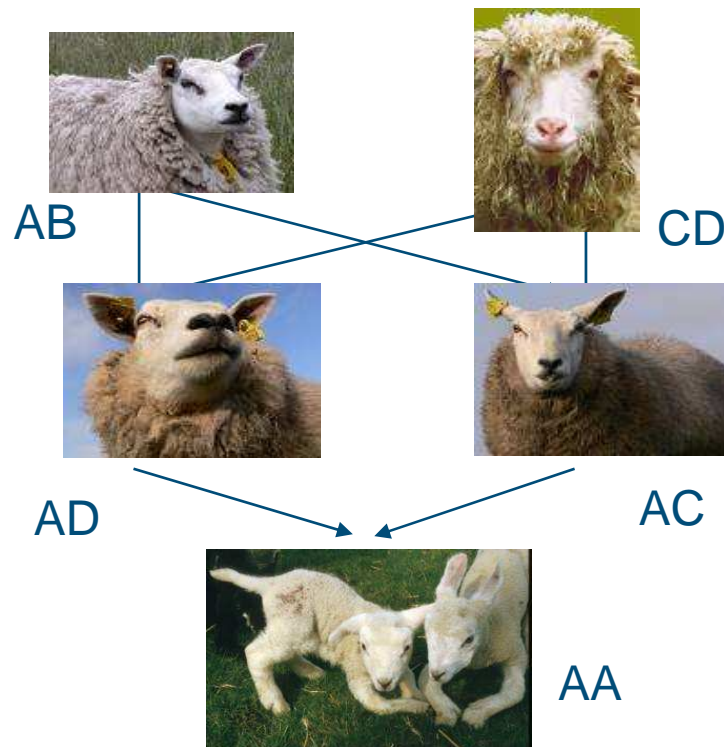
---

- Opduiken van erfelijke gebreken
  - Koeien: BLAD, CVM, gladde tong
  - Schapen: erfelijke blindheid, kromme pootjes
  - Friesch paard: dwergfactor
  - Honden: doofheid, hemofilie



# Erfelijke gebreken

- Inteelt brengt recessieve erfelijke gebreken aan het licht
  - Oorzaak meestal defect gen



Inteelt *veroorzaakt* de erfelijke gebreken niet

Het bestaan van erfelijke gebreken is normaal. (Het A-gen bestaat; dragers hebben een gezond “reserve” gen)

Door te veel inteelt komen de gebreken plotseling veel voor.

Toename fractie dieren met AA → ziekte komt meer voor

---

## 3. Inteelt en vooruitgang



# Inteelt en vooruitgang

---

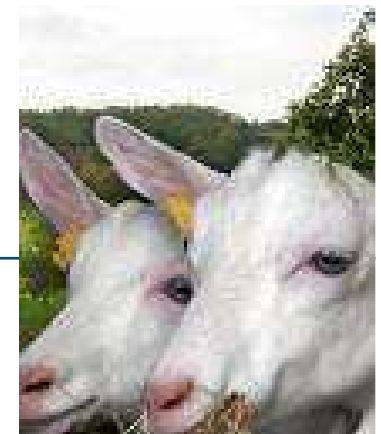
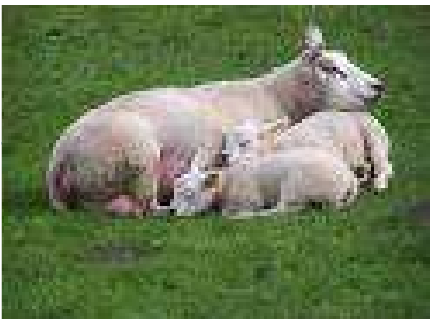
- Vooruitgang  $\Rightarrow$  Selectie is nodig
- Selectie  $\Rightarrow$  inteelt?
- Effect van iets meer rammen
  - $\Rightarrow$  Inteelt daalt sterk
  - $\Rightarrow$  Vooruitgang daalt maar weinig
- Slimmere methoden bestaan (Jack Windig)



# Conclusies



- Inteelt ontstaat door verwantschap
  - Verwantschap is erfelijk, inteelt niet
- Inteelt is goed te beheersen
  - Gespreid gebruik van rammen
- Vooruitgang is goed te combineren met inteelt
- Organisatie is het belangrijkste



Bedankt voor uw aandacht!

