

# Farver og genetik hos landracegeder



Andreas Gertz

02.11.2009

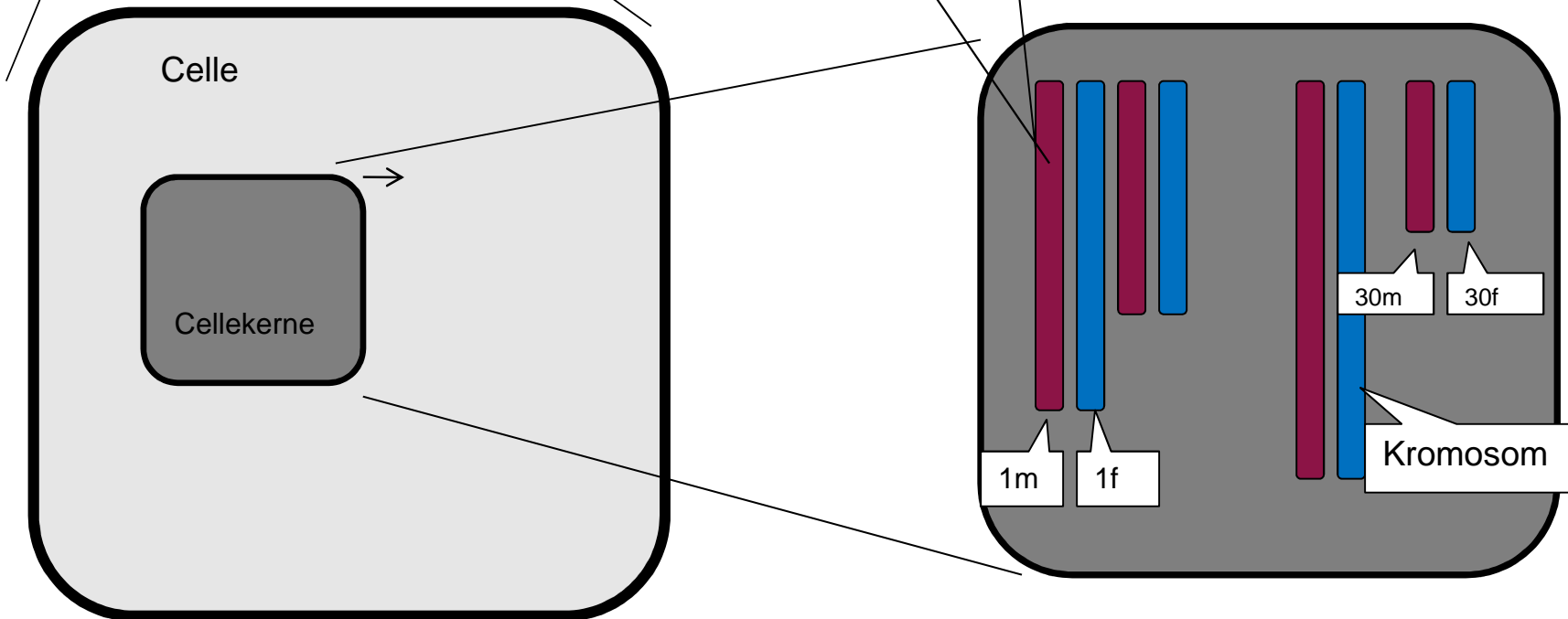
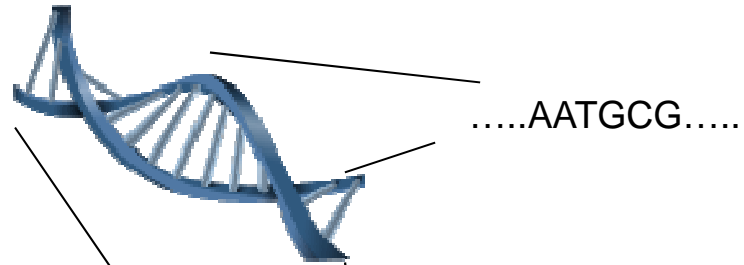
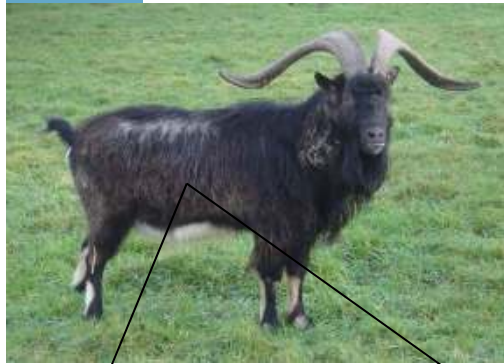
# DNA – Gener - kromosomer

---

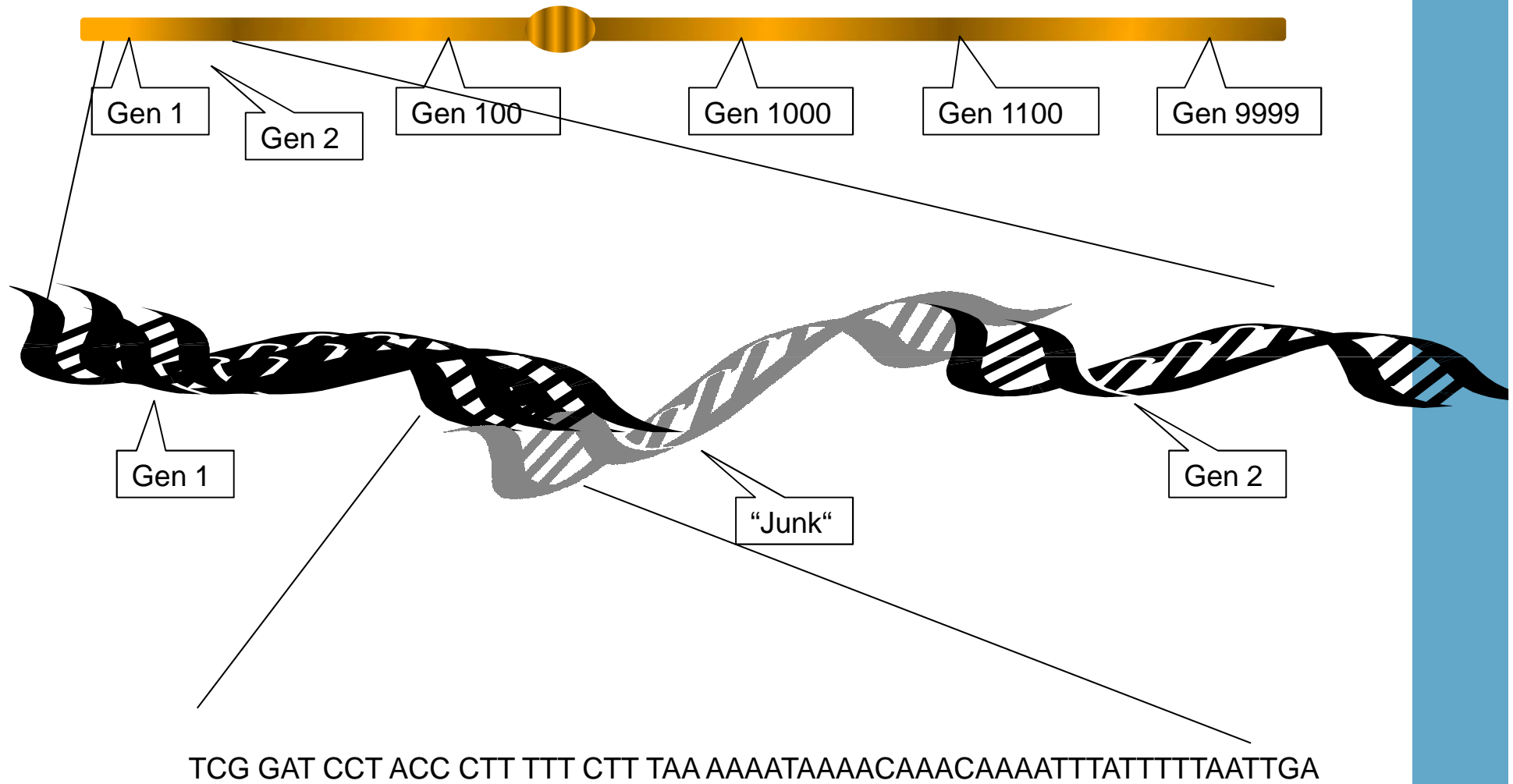
- gener kan sammenlignes med opskrifter
- nedskrevet i DNA-molekyler
- skrevet i 4 bogstaver (adenin, cytosin, guanin, thymin)
- generne er samlet i kromosomer
- hver celle indeholder en bestemt antal kromosomer, en gedecelle indeholder 60 af dem
- kromosomer forekommer altid parvis, d.v.s. en gedecelle indeholder 30 par kromosomer.
- af hvert par stammer et kromosom fra moderen og et fra faderen



# DNA – Gener - kromosomer



# DNA – Gener - kromosomer

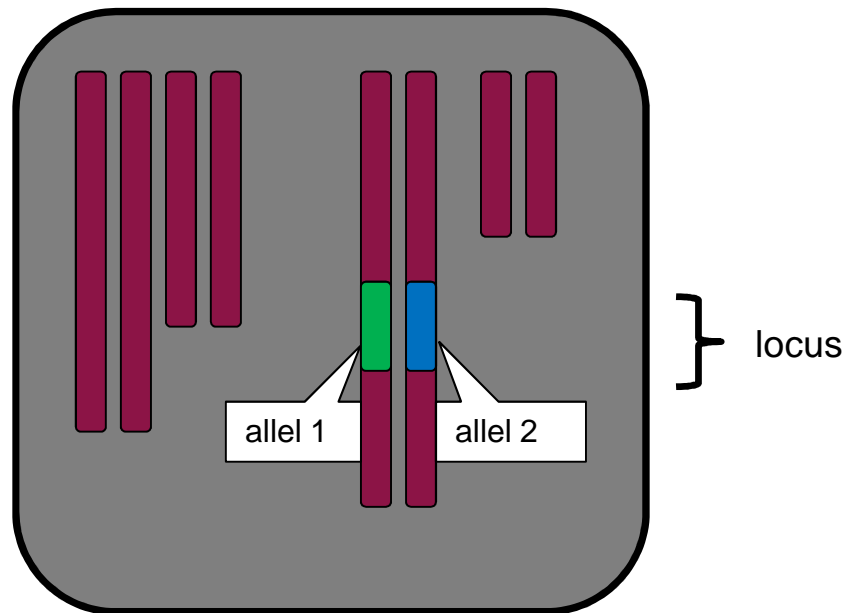


## Gen – locus - allel

- begrebet gen er ikke entydig

bedre:

- locus – locus er en bestemt plads på en kromosom som kodere for en bestemt egenskab f. eks. wattle-locus for halstitterdannelse
- allel – allel er variant af en gen på en bestemt locus f. eks. én allel W for at danne halstitter og én allel w for ikke danne halstitter
- en locus kan har en, to eller flere forskellige alleler



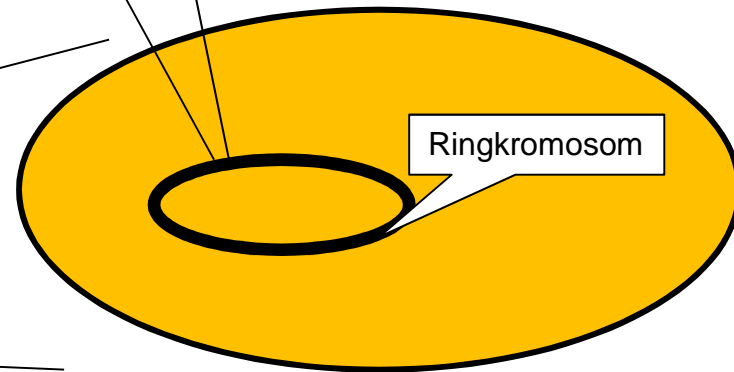
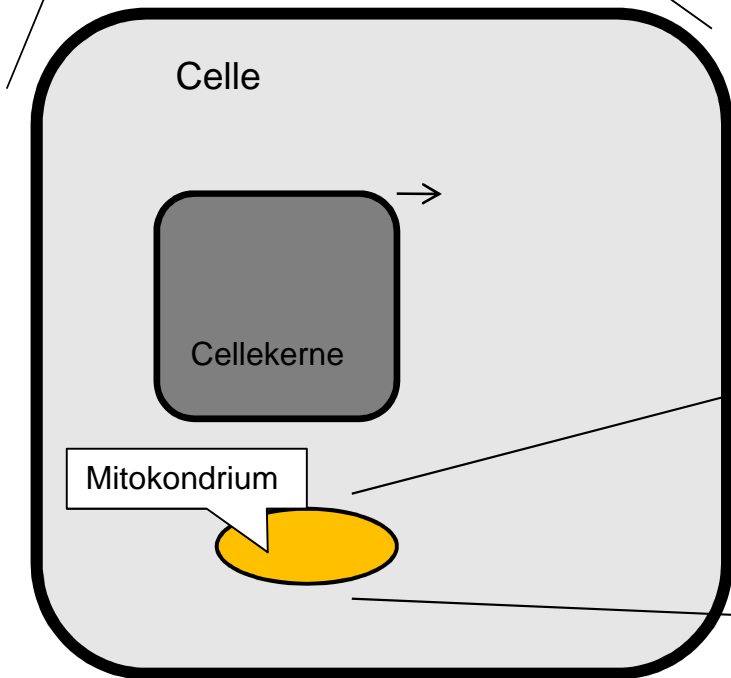
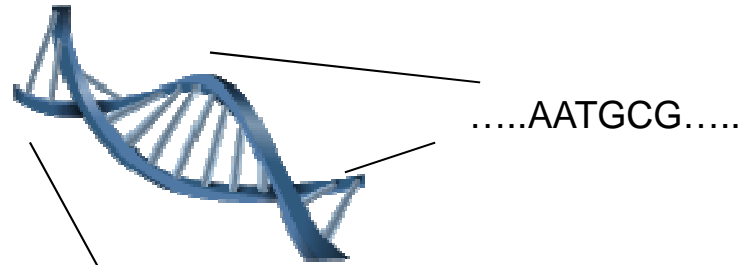
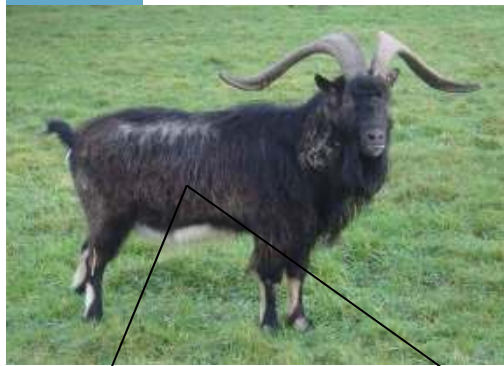
## Mitokondrierne

---

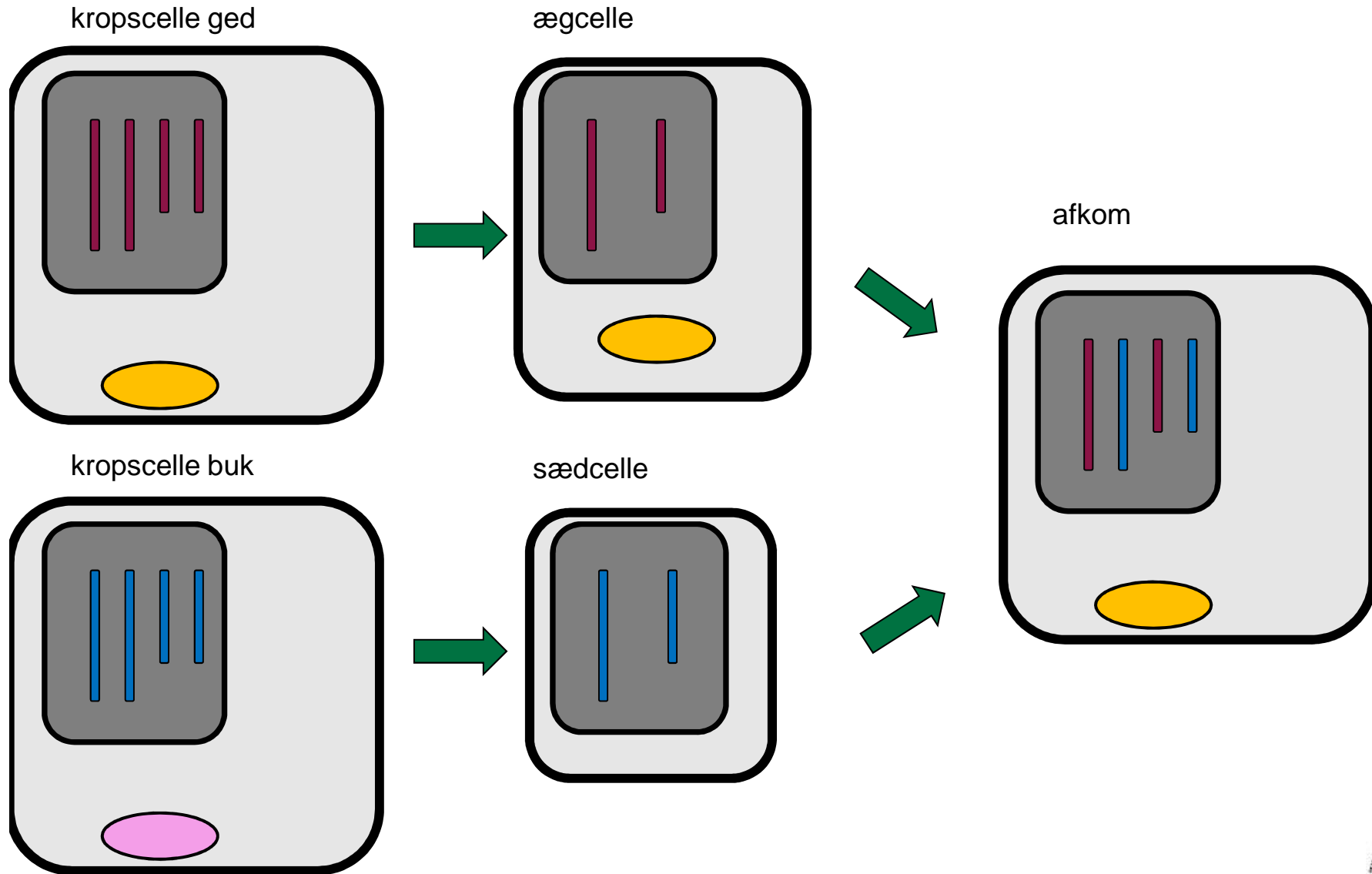
- ud over cellekerne indeholder også mitokondrierne DNA og dermed gener
- mitokondrierne nedarves udelukket fra moderen til afkom
- de følger dermed ikke de Mendelske love
- der er faktisk ingen gener som har betydning i dyreavlen som ligger på mitokondrierne
- men de har betydning for afstammingsundersøgelser, da de følger moderlinjen



# Mitokondrierne



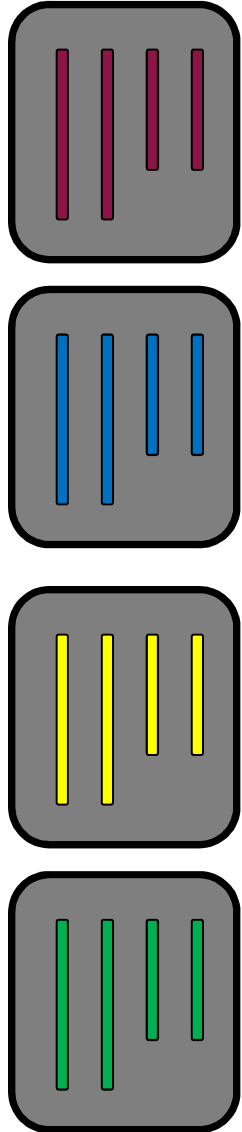
# Nedarvning 1





# Nedarvning 2

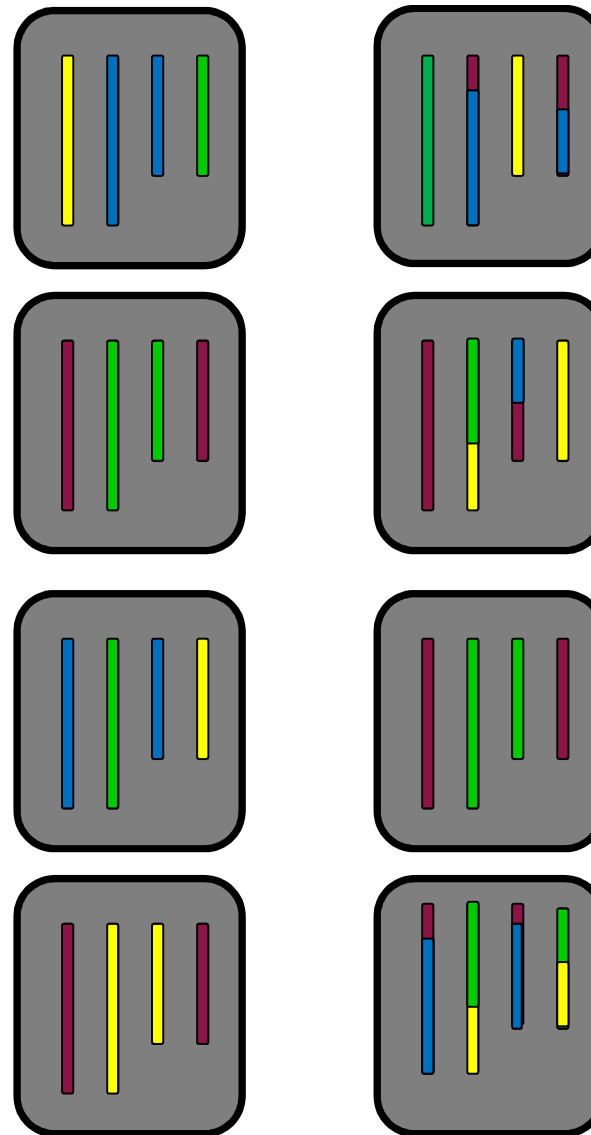
bedsteforældre



forældre



afkom



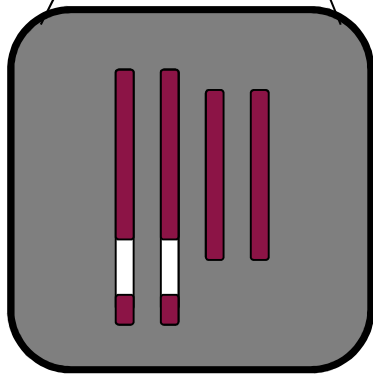
# Genetik

---

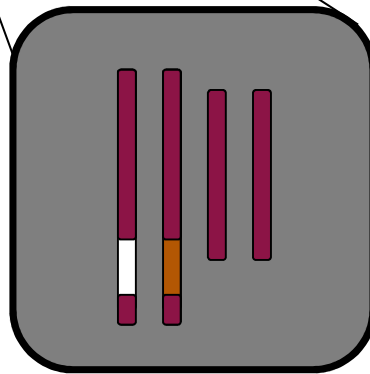
- Kvalitativ genetik
  - egenskab kun bestemt af en eller få gener
  - egenskab ikke afhængig af miljø
  - eksempler: Farve, horn/ikke horn, halstitter/ikke halstitter
  - her kan bruges de mendelske love
- Kvantitativ genetik
  - egenskab bestemt af nogle eller mange gener
  - egenskab afhængig af miljø
  - eksempler: Størrelse, vækst, mælkeydelse
  - mendelske love kan ikke bruges uden videre, modeller for kvantitativ genetik (stikord: indavlskoefficient, heterosis, additiv og dominansvarians, epistasi, heritabilitet)



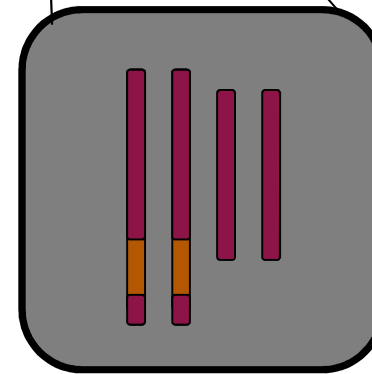
Dominant – ressessiv / dominerende – vigende /  
homozygot –heterozygot



homozygot hvid



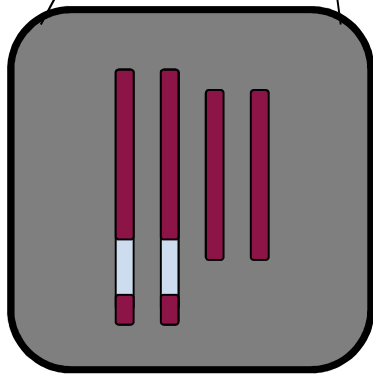
heterozygot hvid



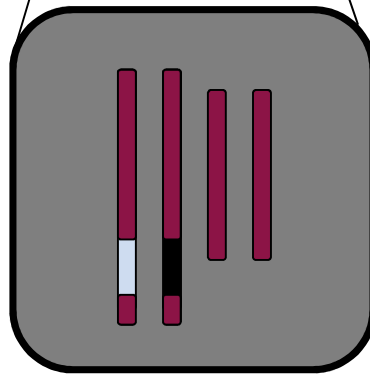
homozygot vildfarvet



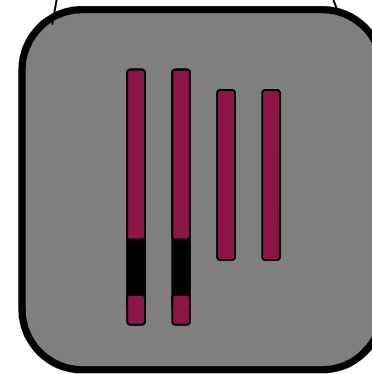
# Co-dominans / intermedier



homozygot blå



heterozygot blå

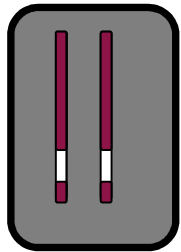


homozygot sort vildfarved

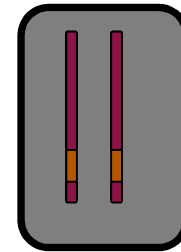


# Mendels lov 1: uniformitets regel

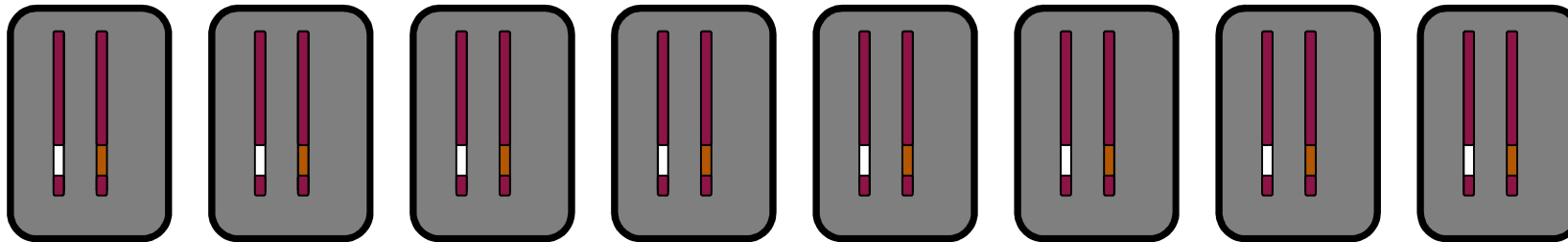
- Hvis forældre er homozygot er alle afkom uniform (ens)



homozygot hvid



homozygot vildfarved

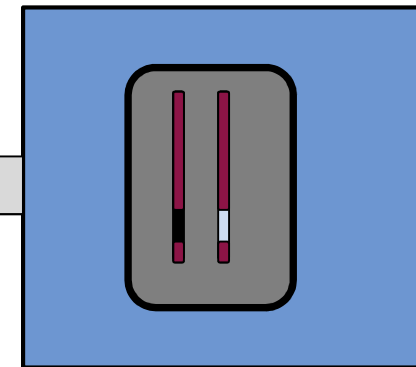
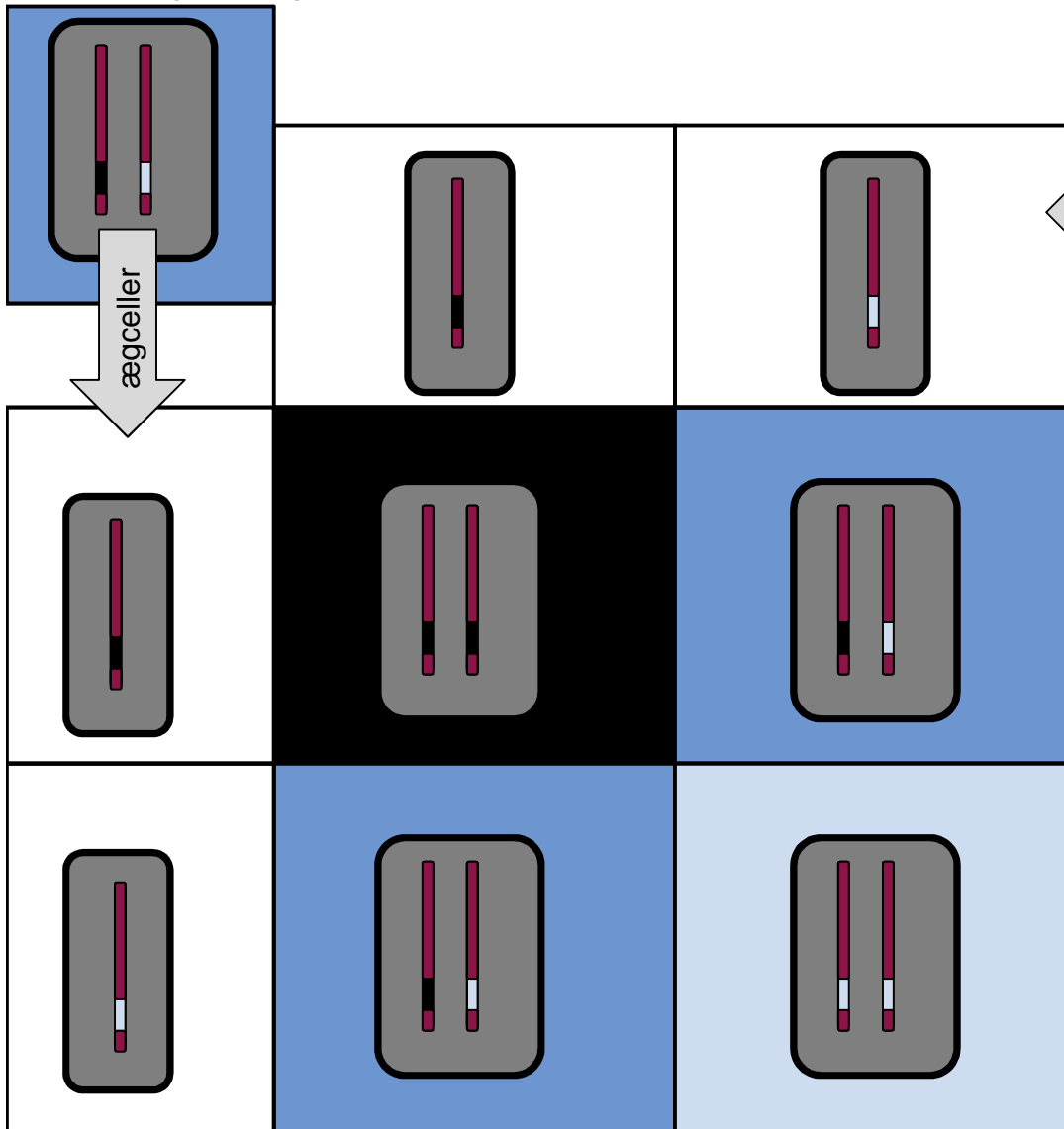


heterozygot hvid

## Mendels lov 2: afspaltnings regel (ved co-dominans)

- Hvis forældre er heterozygot afspalter afkom i forskellige typer

heterozygot blå ged



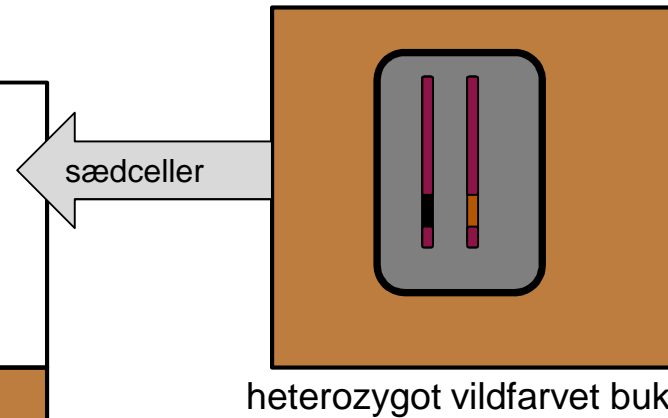
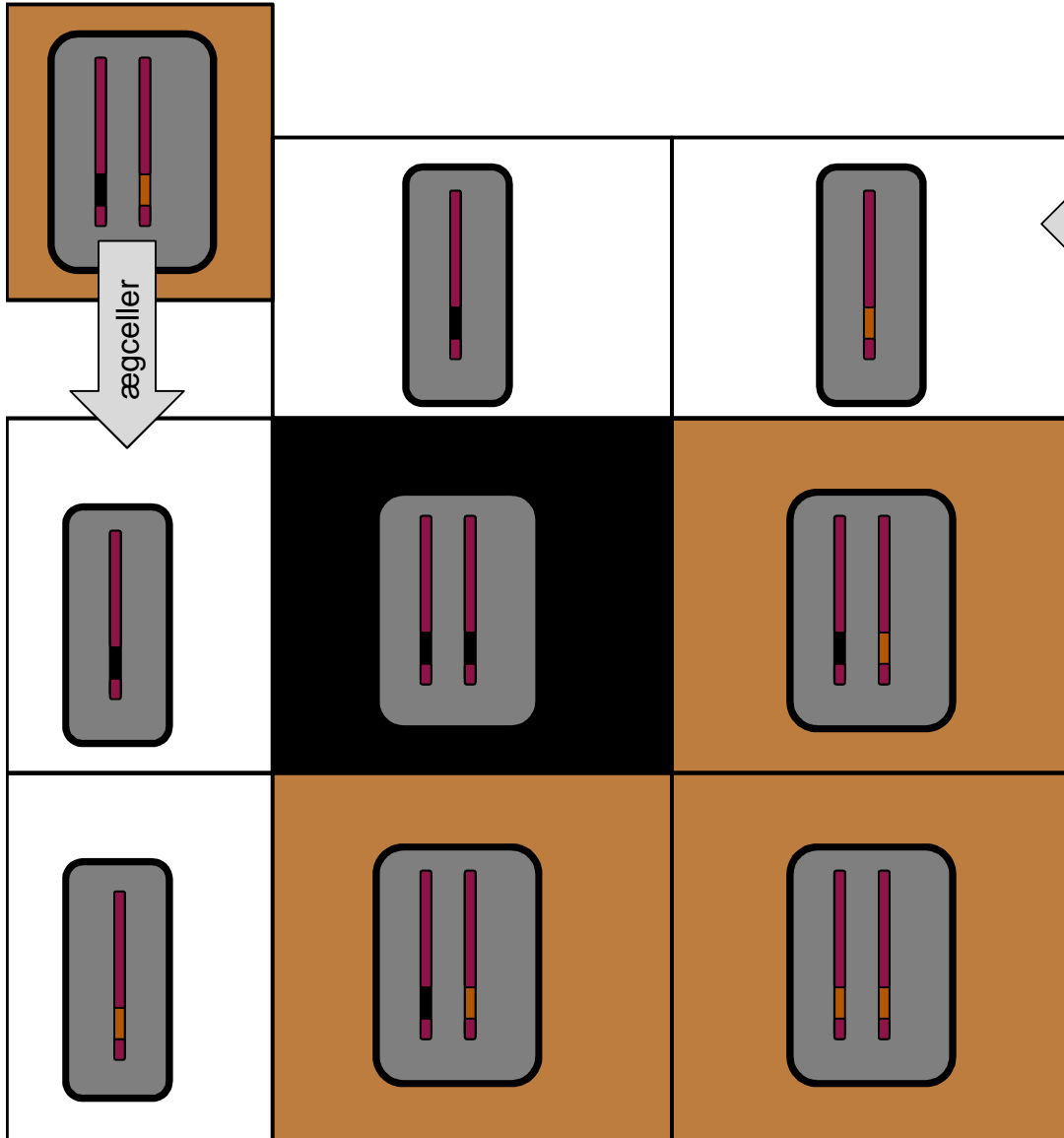
sædceller

heterozygot blå buk

25% homozygot sort vildfarvet  
 $2 \cdot 25\% = 50\%$  heterozygot mørkeblå  
25% homozygot lyseblå

## Mendels lov 2: afspaltnings regel (ved dominant/ressesiv)

heterozygot vildfarvet ged

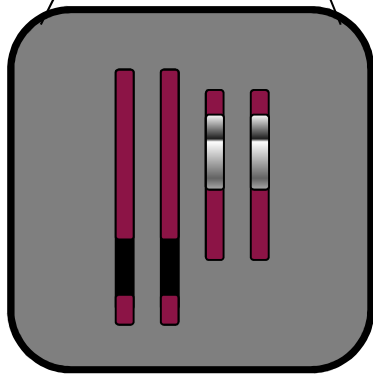


25% homozygot sort vildfarvet  
 $2 \cdot 25\% = 50\%$  heterozygot vildfarvet  
25% homozygot vildfarvet

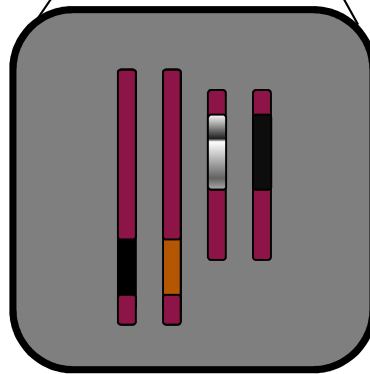
=  
25% sort vildfarvet  
 $3 \cdot 25\% = 75\%$  vildfarvet

# Mendels lov 3: uafhængigheds regel

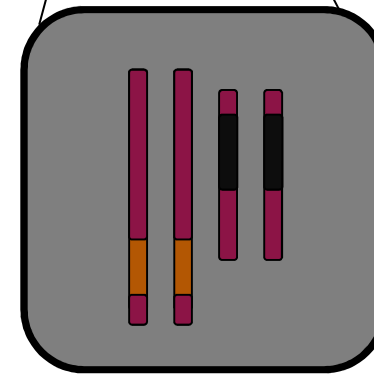
- To egenskaber nedarves uafhængig af hinanden



homozygot sort  
homozygot broget



heterozygot vildfarvet  
heterozygot ikke broget

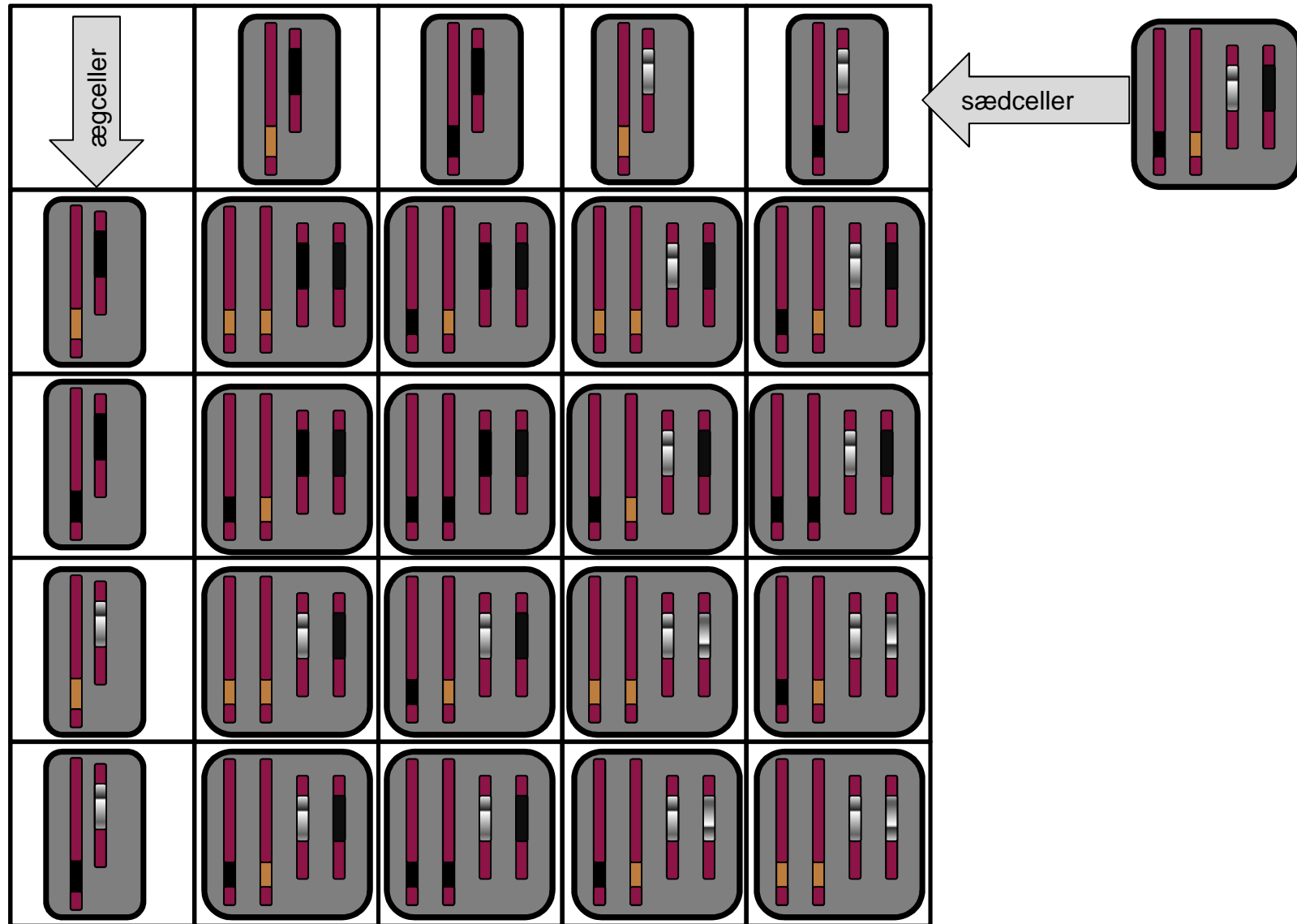


homozygot vildfarvet  
Homozygot ikke broget

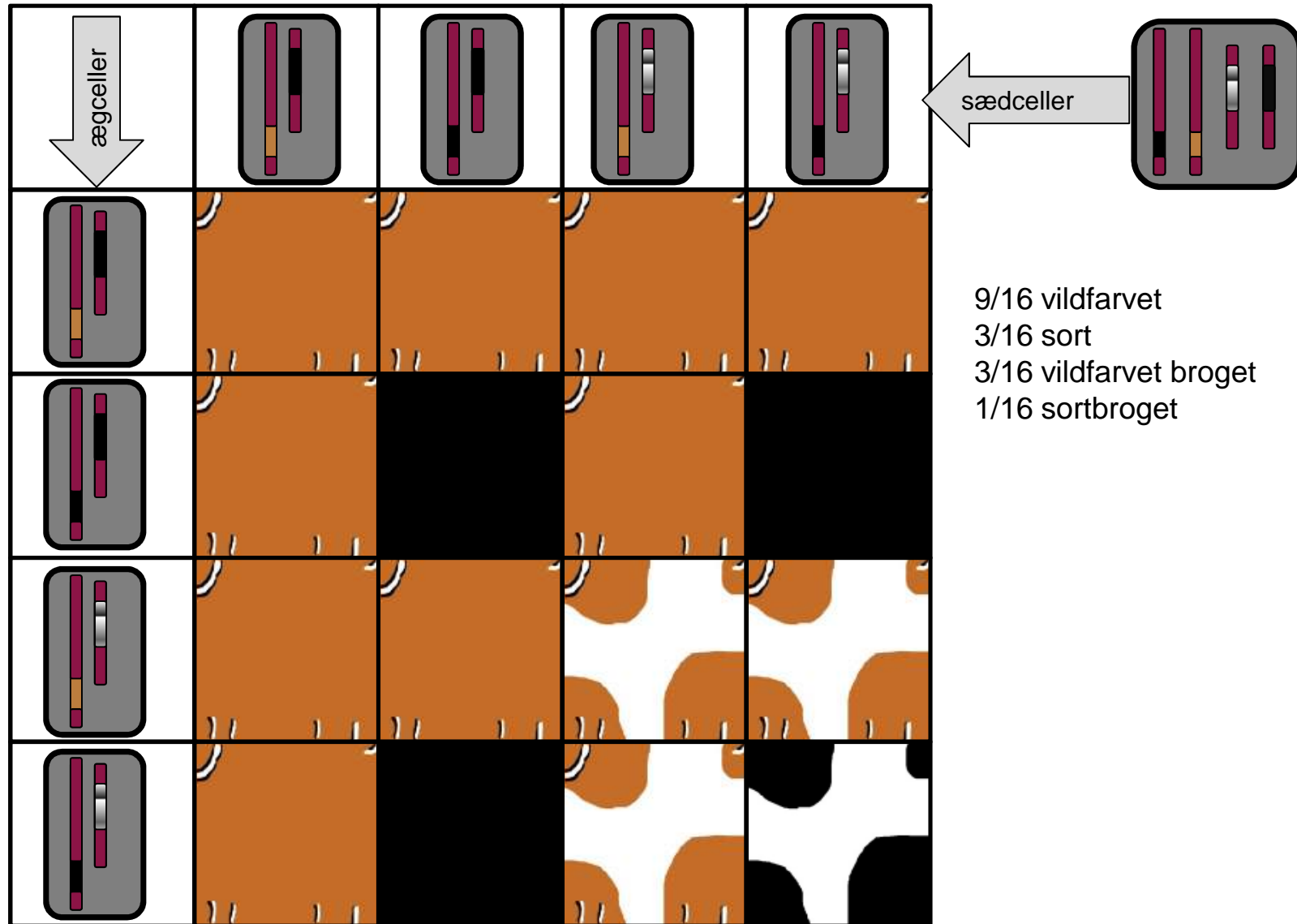




# Mendels lov 3: uafhængigheds regel



# Mendels lov 3: uafhængigheds regel



## Viktig ved kvalitativ genetik: klare linjer, ikke tabe sig i detaljen



sort - broget



vildfarvet - broget

## Farvestoffer i gedernes hår

---

- Eumelanin er sorte eller chokoladefarvede farvestoffer. Hos landracen findes der ikke chokoladefarvede eumelanin (ikke mere?)
- Phæomelanin er røde, rødbrune, brune, gule eller cremefarvede farvestoffer
- Fordeling af disse to slags farvestoffer og deres type eller deres fravær bestemmer gedernes farve i sin helhed



# Farvegenetik

---

- Vigtig er 3 loci:
- Aguti locus – grundfarve med 5 forskellige alleler hos landracegederne
- Pied locus – broget – ikke broget med 2 alleler
- Frosted eller Roan locus – fortynding af grundfarve (blå) med 2 alleler



# Aguti locus

- 5 alleler
- $A^{wt}$  – hvid
- $A^+$  - vildfarvet
- $A^t$  – sort vildfarvet
- $A^b$  – harzfarvet
- $A^a$  - sort



# Aguti locus dominans forhold

- $A^{wt}$  – hvid dominerer over alle andre alleler

En hvid ged kan være  $A^{wt} A^{wt}$ ,  $A^{wt} A^+$ ,  $A^{wt} A^t$ ,  $A^{wt} A^b$  eller  $A^{wt} A^a$

- $A^+$  - vildfarvet dominere over sort vildfarvet, harzfarvet og sort

En vildfarvet ged kan være  $A^+A^+$ ,  $A^+A^t$ ,  $A^+A^b$  eller  $A^+A^a$

- $A^t$  – sort vildfarvet dominerer over sort

En sort vildfarvet ged kan være  $A^tA^t$  eller  $A^tA^a$

- $A^b$  – harzfarvet dominerer over sort

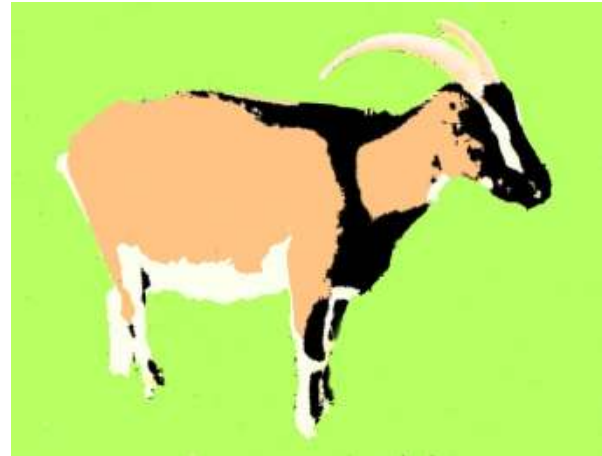
En harzfarvet ged kan være  $A^bA^b$  eller  $A^bA^a$

- $A^a$  – sort er helt rezessiv og er altid  $A^aA^a$

- Heterozygote  $A^tA^b$  (krydning mellem harzfarvet og sort vildfarvet er sandsynlig vildfarvet eller bedre ligner en vildfarvet)

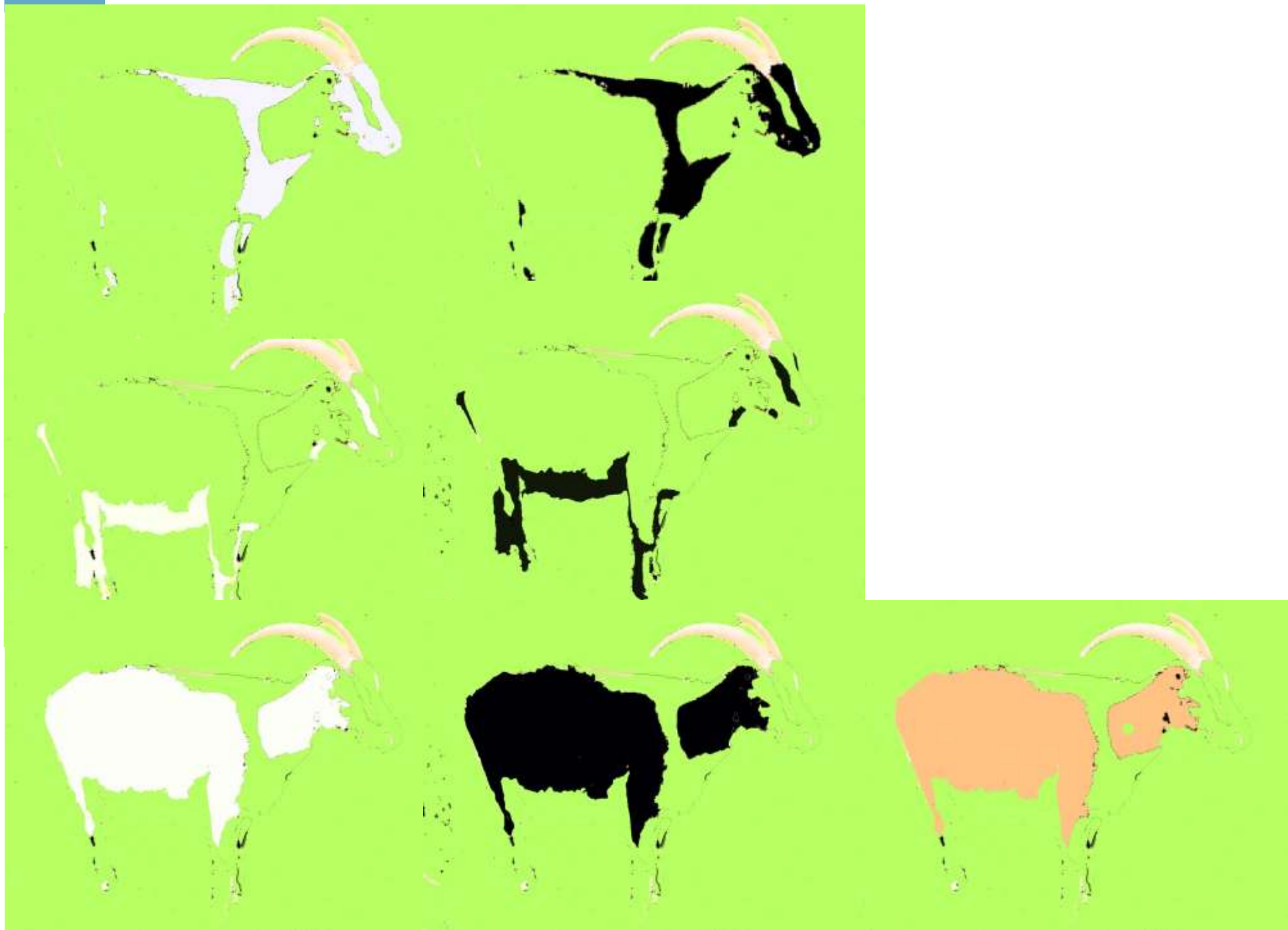


## Vildfarvet landraceged 3 farvezoner





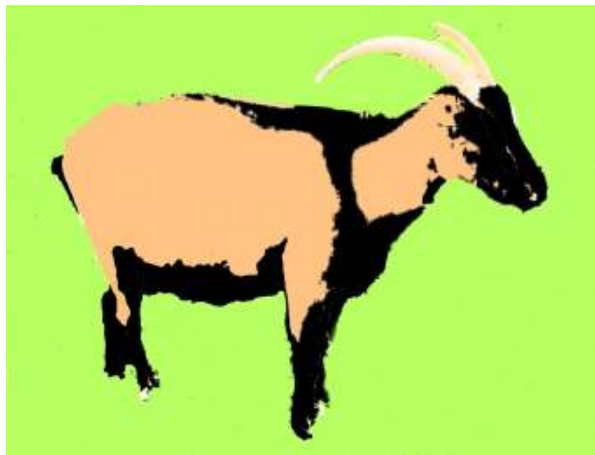
## Farvezoner findes i forskellige varianter



# Farvezoner sort vildfarvet



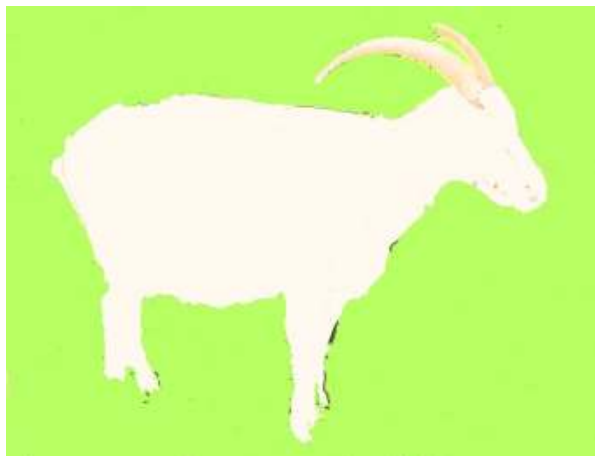
# Farvezoner harzfarvet



# Farvezoner sort



## Farvezoner hvid



# Ved agutilocus dominerer altid den lyse farve over den mørke - hvid dominerer overfor vildfarvet



$A^{wt}$   
 $A^{wt}$



$A^+$   
 $A^+$



$A^{wt}$   
 $A^+$



# Hvid dominerer overfor sortvildfarvet



$A^{wt}$   
 $A^{wt}$



$A^t$   
 $A^t$



$A^{wt}$   
 $A^t$



# Hvid dominerer overfor harzfarvet



$A^{wt}$   
 $A^{wt}$



$A^b$   
 $A^b$



$A^{wt}$   
 $A^b$





# Hvid dominer overfor sort



$A^{wt}$   
 $A^{wt}$



$A^a$   
 $A^a$



$A^{wt}$   
 $A^a$



# Vildfarvet dominerer overfor sort vildfarvet



A<sup>+</sup>  
A<sup>+</sup>



×



A<sup>t</sup>  
A<sup>t</sup>



↓



A<sup>+</sup>  
A<sup>+</sup>



# Vildfarvet dominerer overfor harzfarvet



A<sup>+</sup>  
A<sup>+</sup>



A<sup>b</sup>  
A<sup>b</sup>



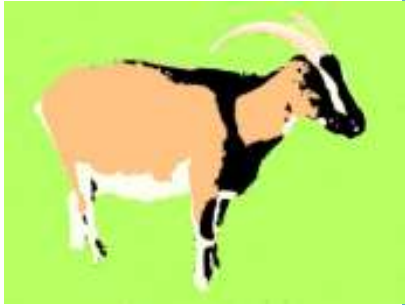
A<sup>+</sup>  
A<sup>+</sup>



# Vildfarvet dominerer overfor sort



A<sup>+</sup>  
A<sup>+</sup>



×



A<sup>a</sup>  
A<sup>a</sup>



↓



A<sup>+</sup>  
A<sup>a</sup>



# Sort vildfarvet dominerer overfor sort



$A^t$   
 $A^t$



$A^a$   
 $A^a$



$A^t$   
 $A^a$



# Harzfarvet dominerer overfor sort



$A^b$   
 $A^b$



$A^a$   
 $A^a$



$A^b$   
 $A^a$



# Men: Sort vildfarvet X harzfarvet ligner en vildfarvet



$A^t$   
 $A^t$



$A^b$   
 $A^b$



$A^t$   
 $A^b$



## Pied locus

- 2 alleler
- $S^+$  - ikke broget
- $S^{\text{pied}}$  – broget
- $S^+$  dominerer overfor  $S^{\text{pied}}$
- Brogede geder er  $S^{\text{pied}}S^{\text{pied}}$
- Broget kan være på alle aguti-grundfarver (uden ren hvid)
- Dyr med en hvid halespids eller tre hvid hår på ryggen er sandsynlig  $S^{\text{pied}}S^{\text{pied}}$
- Hvor stor andel af hvide og ikke hvide pletter er afhænger af andre loci
- Avlere af brogede geder avler sandsynlig for en genetisk baggrund som bevirker forholdsvis store arealer med hvidt, avlere af ikke brogede geder sandsynligvis ubevist for kun meget lille arealer med hvid (f. eks. de tre hvide hår)





## Frosted eller roan locus

- 2 alleler
- $G^g$  – gråblå
- $G^+$  - ufortyndet farve
- Begge alleler er codominant til hinanden



$G^gG^gA^tA^t$



$G^gG^+A^tA^t$



$G^+G^+A^tA^t$

## Frosted eller roan locus

- P.t. har vi kun kendskab til  $G^g$  på sort vildfarvet baggrund
- Vi må antage at det er lignende på sort baggrund uden lyse vildstriber
- Hvordan ser den ud på vildfarvede geder? (det siges at hos dværggeder, hvor  $G^g$  forekommer hyppig at de ikke er kønt)
- Er der nogle problemer med homocygote dyr som man kender der fra kvæg (white heifer syndrom hos blå belgisk kvæg) eller heste (nogle mutanter for hvide/lyse heste)?



## Andre loci for kvalitativ nedarvede egenskaber: Horn – hornløs

- PIS locus (polled intersex locus)
- 2 alleler PIS<sup>-</sup> og PIS<sup>+</sup>
- locus påvirker 2 egenskaber: horndannelse og anlæg for tvekønet
- horndannelse: PIS<sup>-</sup> dominerer over PIS<sup>+</sup>
- tvekønet: PIS<sup>+</sup> dominerer over PIS<sup>-</sup>
  
- PIS<sup>+</sup>PIS<sup>+</sup> hornet, frugtbar
- PIS<sup>-</sup>PIS<sup>+</sup> hornløs, frugtbar
- PIS<sup>-</sup>PIS<sup>-</sup> hornløs, bukke med reduceret frugtbarhed, geder sterile, tvekønnet eller ligner bukke



## Det er ikke mulig at avle en rent hornløs gederace

- PIS<sup>+</sup>PIS<sup>+</sup> hornet \* PIS<sup>-</sup>PIS<sup>+</sup> hornløs giver 50 % PIS<sup>+</sup>PIS<sup>+</sup> hornet og 50 % PIS<sup>-</sup>PIS<sup>+</sup> hornløs, alle frugtbar
- PIS<sup>-</sup>PIS<sup>+</sup> hornløs \* PIS<sup>-</sup>PIS<sup>+</sup> hornløs giver 25 % PIS<sup>+</sup>PIS<sup>+</sup> hornet og 50 % PIS<sup>-</sup>PIS<sup>+</sup> hornløs, alle frugtbar samt 25 % PIS<sup>-</sup>PIS<sup>-</sup> hornløs, hvoraf alle geder er ufrugtbar
- I de stor gedetider i Svejts og Tyskland i den første halvdel af 19hundret tallet var det almindelig praksis. Alle PIS<sup>+</sup>PIS<sup>+</sup> og PIS<sup>-</sup>PIS<sup>-</sup> blev slagtet kort efter fødslen



## Andre loci for kvalitativ nedarvede egenskaber: Halstitter

- Wattle-locus
- 2 alleler W og w
- W dominerer overfor w
- WW og Ww har halstitter
- ww har ingen halstitter

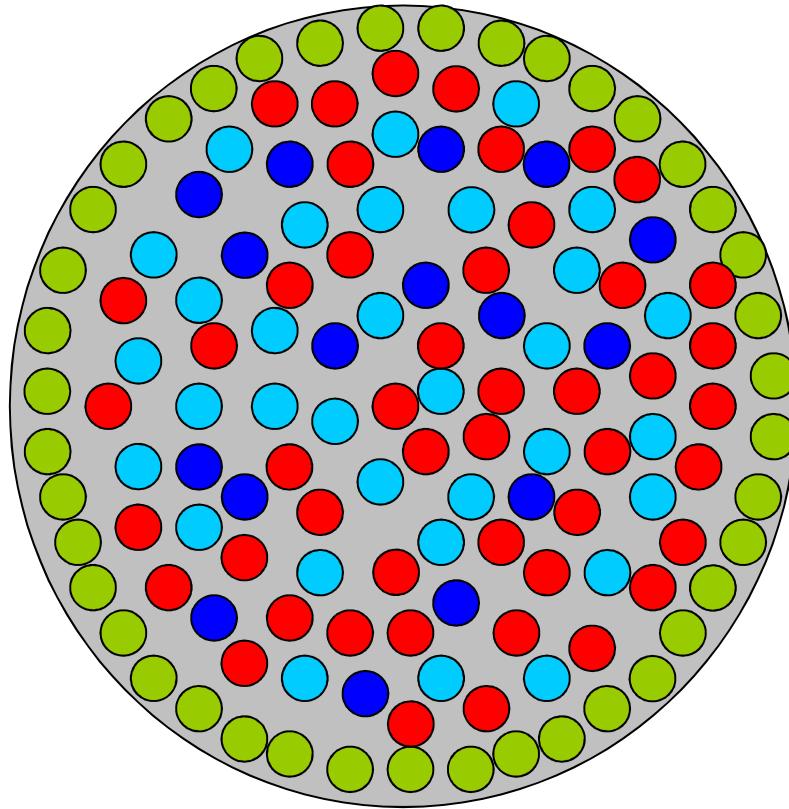






# Er nogle af allelerne truet?

- Aguti locus
  - ikke truet:  $A^+$ ,  $A^t$  og  $A^a$
  - skal observeres:  $A^{wt}$  !
  - meget stærk truet:  $A^b$  !!!!!
- Pied locus
  - begge alleler udbredt
- Frosted/Roan locus
  - $G^g$  stærk truet !
- Polled intersex locus
  - PIS- meget stærk truet !!!!!
- Wattle locus
  - begge alleler udbredt



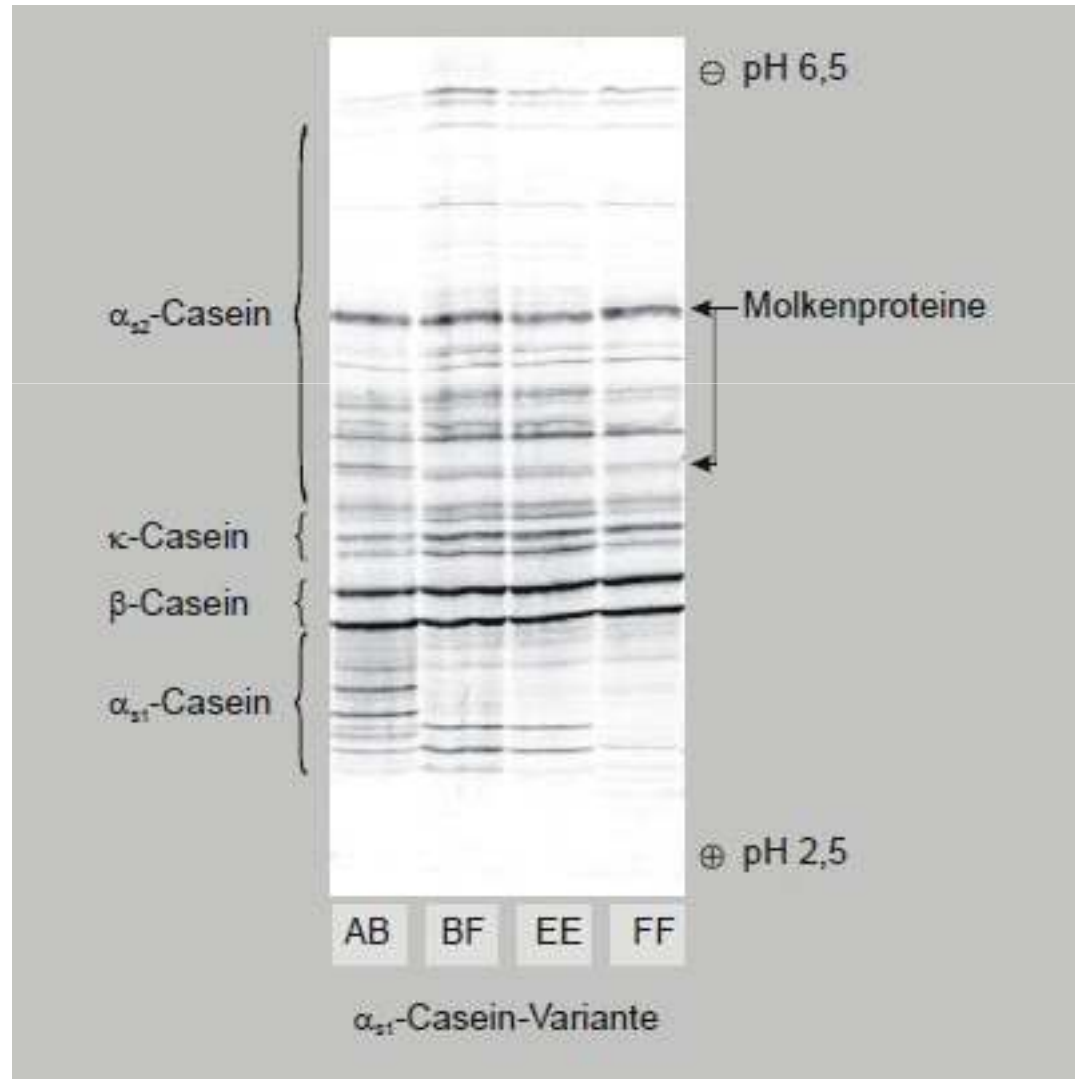
# Mælkeproteiner: Kasein



-   $\kappa$ -Kasein
-   $\beta$ -Kasein
-   $\alpha$ -<sub>S</sub>1-Kasein
-   $\alpha$ -<sub>S</sub>2-Kasein

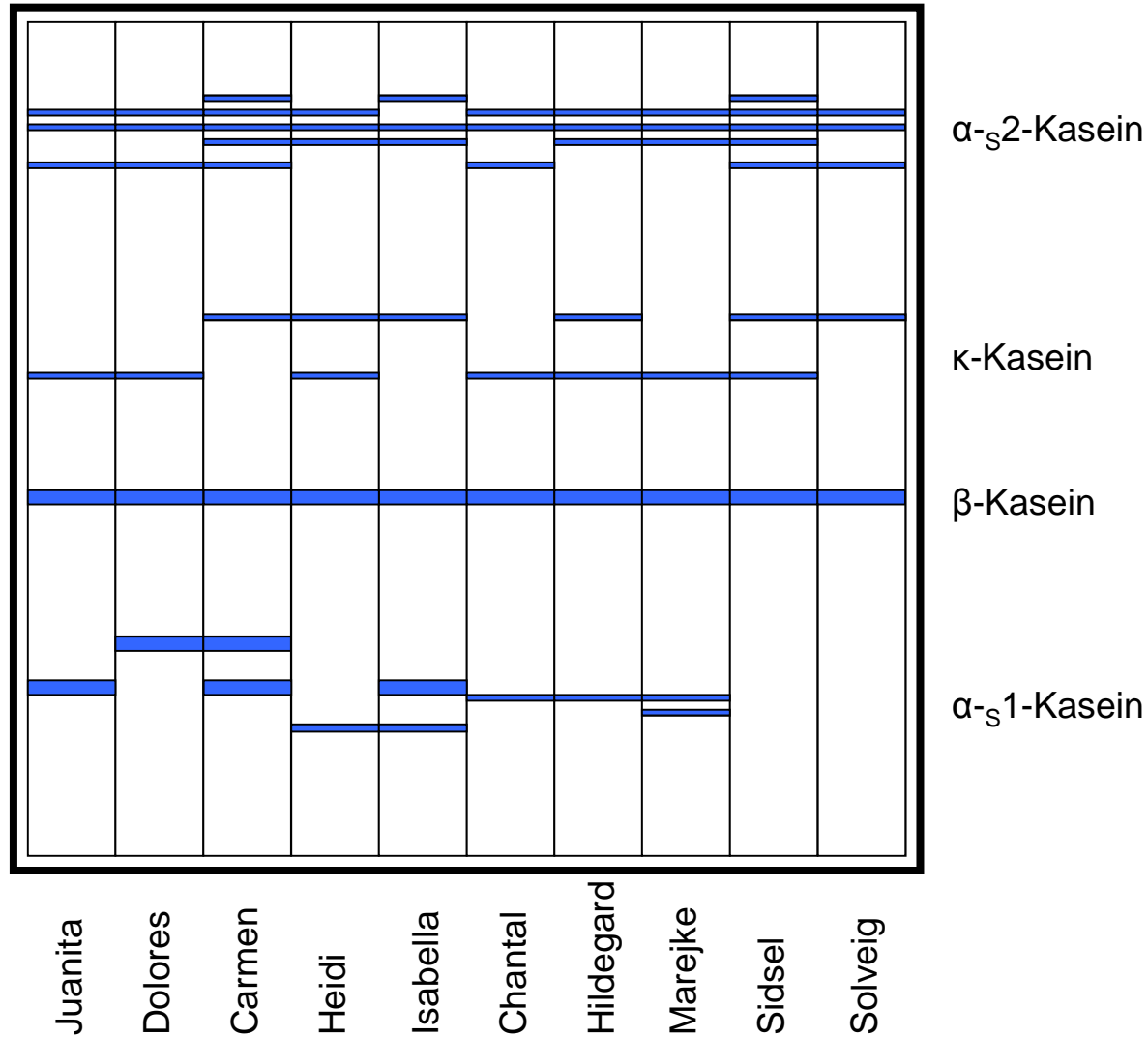
meget simplificeret kaseinmicelle

# Kaseiner kann separeres på en gel

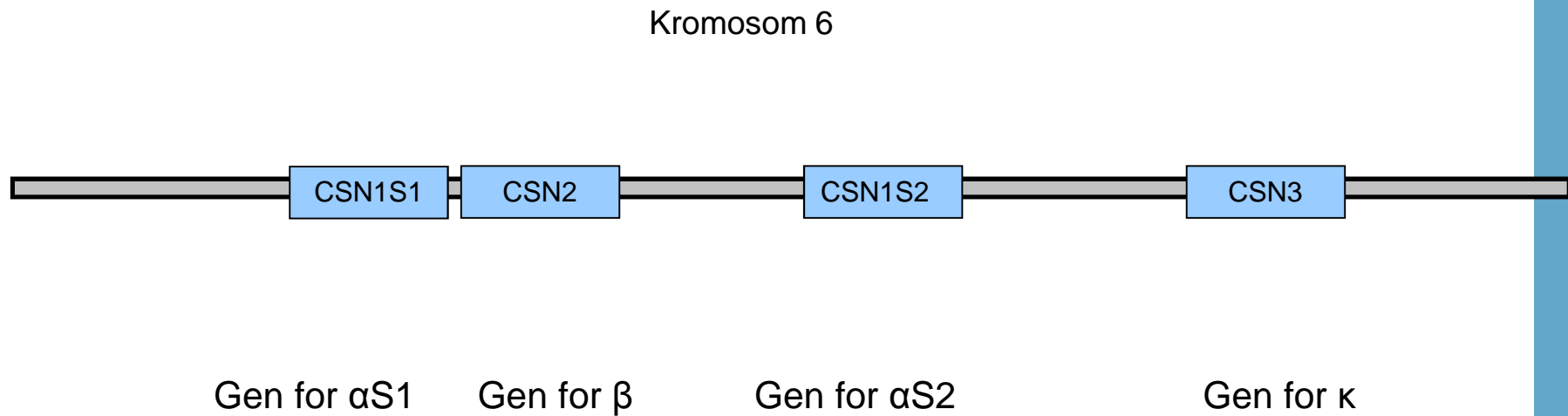




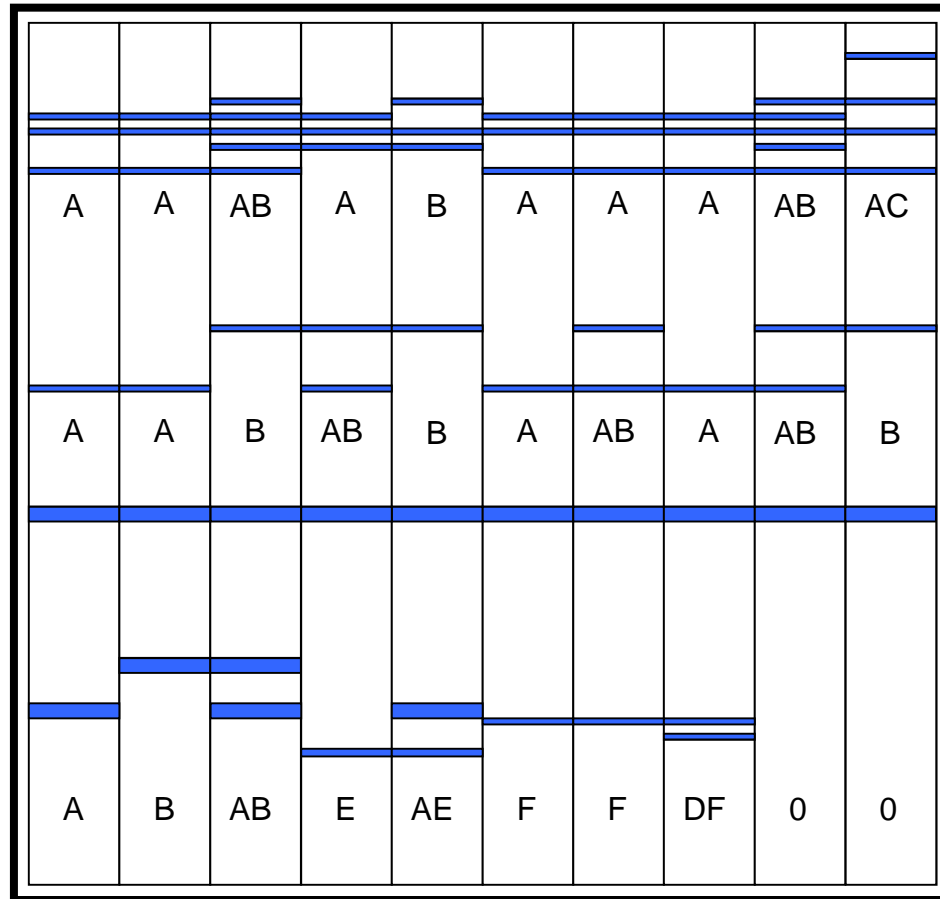
# Gedkaseiner skematisk



# Generne for kaseiner ligger tæt på hinanden på det samme kromosom – generne er genetisk koblet



# Proteingeler viser fænotype ikke genotyper



$\alpha$ -s<sub>2</sub>-Kasein

$\kappa$ -Kasein

$\beta$ -Kasein

$\alpha$ -s<sub>1</sub>-Kasein

A og B codominant  
A dominant overfor 0

Juanita

Dolores

Carmen

Heidi

Isabella

Chantal

Hildegard

Marejke

Sidsel

Solveig



## $\alpha_s1$ -Varianter har stor indflydelse paa mælkesammensætning

$\alpha_s1$ -Variant	styrke	mængde	protein- og fedtindhold
A	stærk	3,6 g/l	højt
B	stærk	3,6 g/l	højt
C	stærk	3,6 g/l	højt
D	svag	0,6 g/l	lav
E	mellem	1,6 g/l	mellem
F	svag	0,6 g/l	lav
0	ingen	0,0 g/l	meget lav



## Indflydelse af de andre kaseinproteiner er kun lidt kendt

- $\kappa$ -kasein-varianter hos kvæg har stor indflydelse på ostefremstilling, hos geder er indflydelse ukendt
- $\kappa$ -kasein-variant B hos geder betyder lidt højere indhold af protein
- For indflydelse af  $\alpha_s2$ - og  $\beta$ -kasein-varianter forligger der ingen informationer



## Fordeling af $\alpha_s1$ -Varianter hos forskellige gederacer

		A	B	C	D	E	F	0
Saanen	F	0,07	0,06			0,41	0,43	0,03
Saanen	USA	0,09	0,13			0,32	0,45	
Alpine	F	0,14	0,05	0,10		0,34	0,41	0,05
Alpine	USA	0,03	0,08	0,01	0,08	0,20	0,54	
Garganica	I	0,28	0,41	0,03			0,22	0,05
Malteser	I	0,41	0,16			0,06	0,37	
Toggenburger	USA	0,06	0,05			0,06	0,82	
Norsk	N							0,70
TWZ	D	0,22	0,20			0,56	0,20	
Dansk landrace*	DK		0,69					0,31

\* kun få dyr undersøgt



## Fordeling af $\alpha_s2$ -Varianter hos forskellige gederacer

		A	B	C	E	F	G	0
BDE	D	0,88	0,06	0,06			0,01	
WDE	D	0,92	0,01	0,07				
TWZ	D	0,89		0,12				
Toggenburger	USA	0,80	0,01	0,07			0,01	
Orobica	I	0,94	0,06					
Ionica	I	0,29	0,01	0,36	0,05	0,32		0,01
Garganica	USA	0,38		0,15	0,07	0,41		
TWZ	D	0,92	0,08					
Dansk landrace*	DK	0,69	0,31					

\* kun få dyr undersøgt



## Fordeling af $\kappa$ -Varianter hos forskellige gederacer

		A	B	C	D	X	Y
BDE	D	0,89	0,11				
WDE	D	0,98	0,2				
TWZ	D	0,99	0,01				
Toggenburger	USA	1,00					
Orobica	I	0,63	0,37				
Ionica	I	0,13	0,09		0,75	0,02	0,01
Garganica	I	0,07	0,15		0,78	0,01	
Roccoverano	I	0,25	0,07	0,03	0,60	0,03	0,01
TWZ	D	1,00					
Dansk landrace*	DK	0,31	0,69				

\* kun få dyr undersøgt





## Er Dansk landrace nogen særlig?

- Ved tre kaseientyper afviger de få undersøgte landracegeder meget fra de franske, svejser og tyske mælkeracer samt fra norske geder
- Ved den vigtige  $\alpha_s1$ -Kasein forekommer der både stærke og null-alleler som betinger højt og lavt indhold af protein og fedt i mælken
- Også ved  $\kappa$ -kasein forekommer ofte den variant som giver lidt højre proteinindhold
- Tal om får og geder 2005:
  - dansk landrace: 724 l, 3,18 % protein, 4,28 % fedt
  - saanen: 668 l, 3,15 % protein, 3,44 % fedt

