

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

Figurer fra Genetikbogen
Figureerne vises som pdf-filer

1 Arv og miljø

2 Genetik på individniveau

3 Genetik på celleniveau

4 Genetik på molekylært niveau

5 Kromosomsygdomme hos mennesket

6 Genteknologi og kloning

7 Analyser af menneskets DNA

8 Evolution og artsdannelse

9 Livets oprindelse og menneskets evolution

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Af Lone Als Egebo

© Nucleus Forlag ApS

Eksemplar fremstilling af papirkopier/prints fra denne hjemmeside til undervisningsbrug

på uddannelsesinstitutioner og intern administrativ brug er tilladt med en aftale med Copydan Tekst & Node.

Eksemplar fremstillingen skal ske inden for aftalens begrænsninger.

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

Arv og miljø

3. De tre hovedracer af mennesket.
7. Skematisk fremstilling af Mendels forsøg.

[Tilbage til oversigt](#)

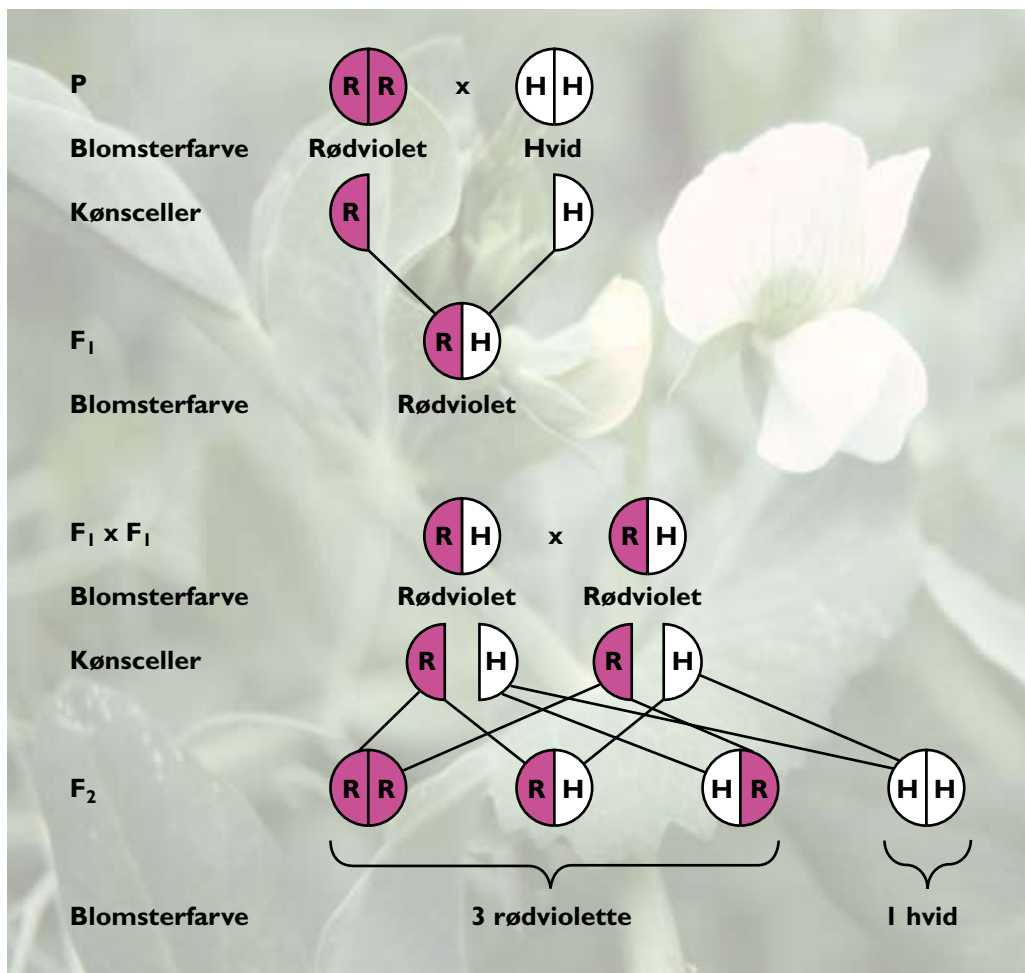
© Nucleus Forlag

Race	Befolkningsgruppe
Kaukasider	europæere iranere indere pakistanere afghanere
Negrider	Bantu pygmæer !Kung San Nama
Mongolider	østasiatere thailændere indonesere philippinere polynesere mikronesere melanesere australider indianere inuitter

Figur 3. De tre hovedracer af mennesket.
Side 8 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 7. Skematisk fremstilling af Mendels forsøg. Side 12 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 Foto: Per Schriver.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

2 Genetik på individniveau

- 10. Gennemskåret blomst af haveært.
- 11-15. Mendels forsøg med ét gens nedarvning.
- 16. Stamtavler.
- 19. Udspaltning i F_2 -generationen.
- 20. Genotyper og fænotyper i F_2 -generationen.
- 25. Sammenhæng mellem genotyper og fænotyper.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 10. Gennemskåret blomst af haveært med formeringsorganerne blotlagte.
Side 15 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
Foto: Per Schriver.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Genotypen	Fænotypen
RR eller Rr	rødviolet
rr	hvid

Figur 11. Egenskaben blomsterfarve der bestemmes af generne rødviolet (R) og hvid (r). Side 16 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

P-generationen		
RR	x	rr
rødviolet		hvid
		genotype
		fænotype

Figur 12. P-generationens genotyper og fænotyper. Side 17 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

P-generationen		
RR	rr	genpar i somatiske celler
R	r	enkeltgener i kønsceller

Figur 13. Genotyperne for P-generationens somatiske celler og kønsceller. Side 17 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

F₁-kryds

a

♀	R	r
♂	R	Rr
	r	Rr
		rr

b

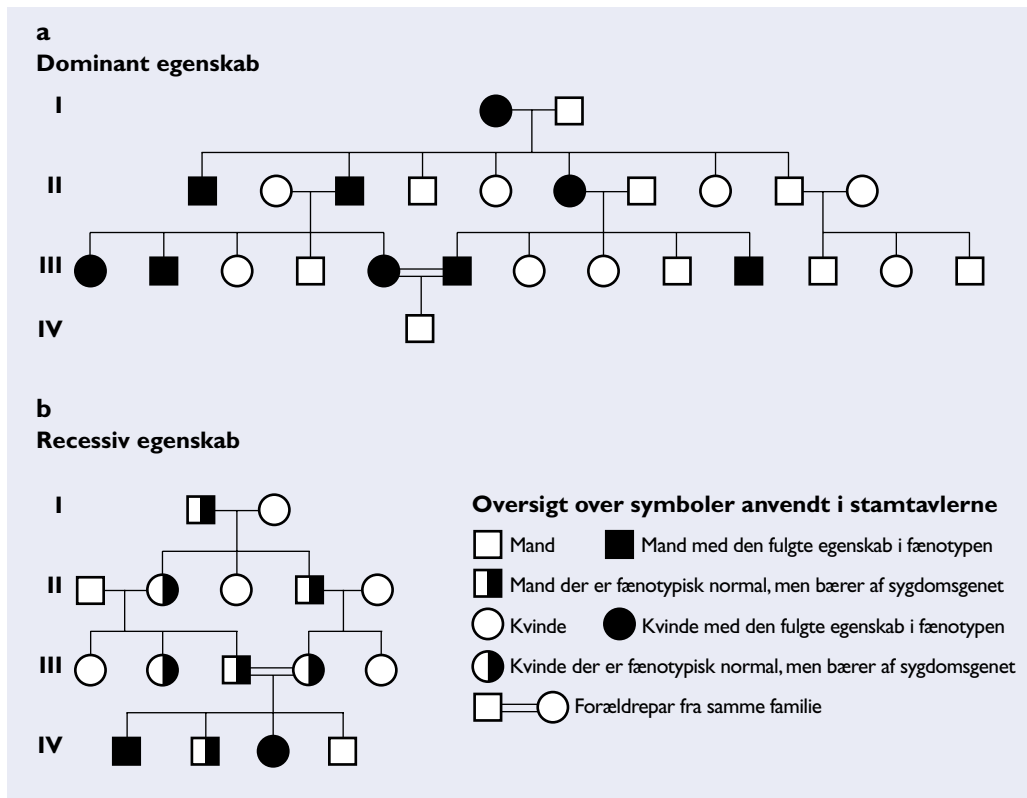
♀	R	r
♂	R-	R-
	r-	rr

Figur 14. a. Krydsning mellem to F₁-individer. b. Det samme, men med forenklet skrivemåde. Side 17 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

P	F ₁	F ₂	Forhold i F ₂
rødviolette x hvide blomster	alle rødviolette	705 rødviolette : 224 hvide	3,15 : 1
runde x rynkede frø	alle runde	5474 runde : 1850 rynkede	2,96 : 1
gule x grønne frø	alle gule	6022 gule : 2001 grønne	3,01 : 1
grøn x gul bælg	alle grønne	428 grønne : 152 gule	2,82 : 1
oppustet x indsnøret bælg	alle oppustede	882 oppustede : 299 indsnørede	2,95 : 1
spredte x endestillede blomster	alle spredte	651 spredte : 207 endestillede	3,14 : 1
høj x lav plante	alle høje	787 høje : 277 lave	2,84 : 1

Figur 15. Udspaltningsforhold mellem fænotyper i Mendels krydsningsforsøg. Side 18 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt



Figur 16. Stamtavler.
Side 19 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Udspaltning i F ₂ -generationen		
315 gule, runde	108 grønne, runde	I alt 423 runde
101 gule, rynkede	32 grønne, rynkede	I alt 133 rynkede
I alt 416 gule	I alt 140 grønne	I alt 556 ærter

Figur 19. Fænotyperne i F₂-generationen efter F₁-krydsning mellem dobbelte heterozygoter.

Side 22 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

















Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

F₂-generationen

♀ \ ♂	GR	Gr	gR	gr
GR	GRRR 	GGRr 	GgRR 	GgRr 
Gr	GGRr 	GGrr 	GgRr 	Ggrr 
gR	GgRR 	GgRr 	ggRR 	ggRr 
gr	GgRr 	Ggrr 	ggRr 	ggrr 

Figur 20. Genotyper og fænotyper i F₂-generationen efter F₁-krydsning mellem dobbelte heterozygoter.

Side 23 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Fænotype (pelsfarve)	Genotype
Fuld farve	FF eller Ff ^{ch} eller Ff ^h eller Ff
Chinchilla	f ^{ch} f ^{ch} eller f ^{ch} f ^h eller f ^{ch} f
Himalayan	f ^h f ^h eller f ^h f
Albino	ff

Figur 25. Fænotyper og genotyper for kombinationer af de multiple alleler F, f^{ch}, f^h og f.
Side 25 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

3 Genetik på celleniveau

29. Antallet af kromosomer hos nogle bakterier.
30. Et kromosom i en cellecyklus.
31. Mitoser i løgrodsceller.
32. Homologe kromosomer.
34. Overkrydsning.
35. Meiose.
36. Ægcellens udvikling og befrugtning.
37. F_1 -udspaltning.
38. F_2 -udspaltning.
39. Banafluehun og -han.
40. Resultater af analysekrydsning mellem VvRr og vvrr.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Bakterier	
<i>Escherichia coli</i>	1
Planter	
Byg	14
Gåsemad	10
Havre	42
Hvede	42
Ris	24
Rug	14
Slangetunge (bregne)	ca. 500
Ært	14
Dyr	
Bananflue	8
Chimpanse	48
Får	54
Ged	60
Hest	64
Honningbi ♂	16
Honningbi ♀	32
Hund	78
Kat	38
Kvæg	60
Menneske	46
Mus	40
Rotte	42
Sommerfugl	224
Spolorm	2
Stueflue	12
Svin	40

Figur 29. Antallet af kromosomer hos nogle bakterier, planter og dyr.

Side 29 i bogen.

Genetikbogen

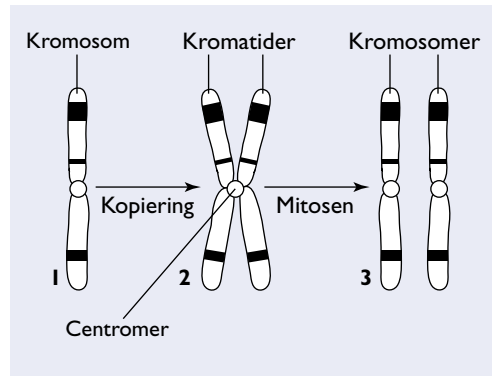
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 30. Et kromosom i en cellecyklus.

Side 29 i bogen.

Genetikbogen

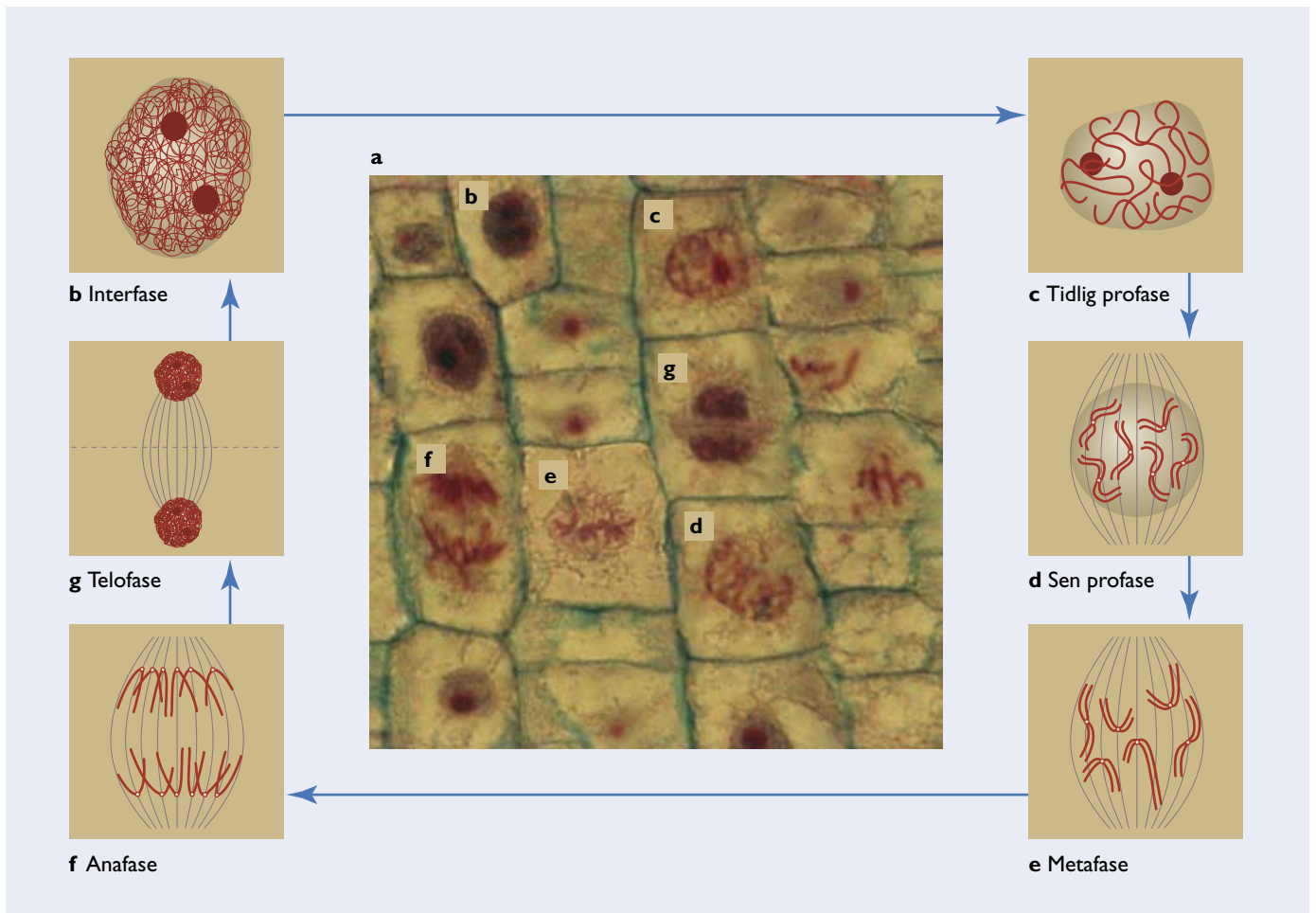
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

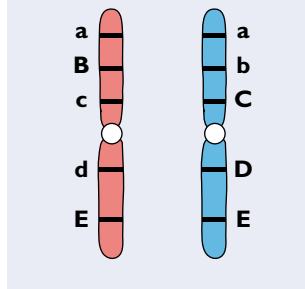


Figur 31. Mitoser i løgrodsceller.
 Side 30 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 Foto: Per Schriver.
 © Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

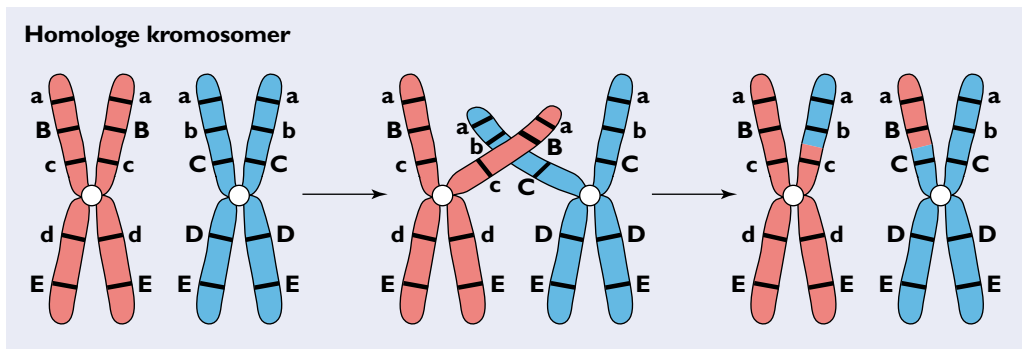
Homologe kromosomer



Figur 32. Homologe kromosomer.
Side 31 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 34. Overkrydsning.

Side 32 i bogen.

Genetikbogen

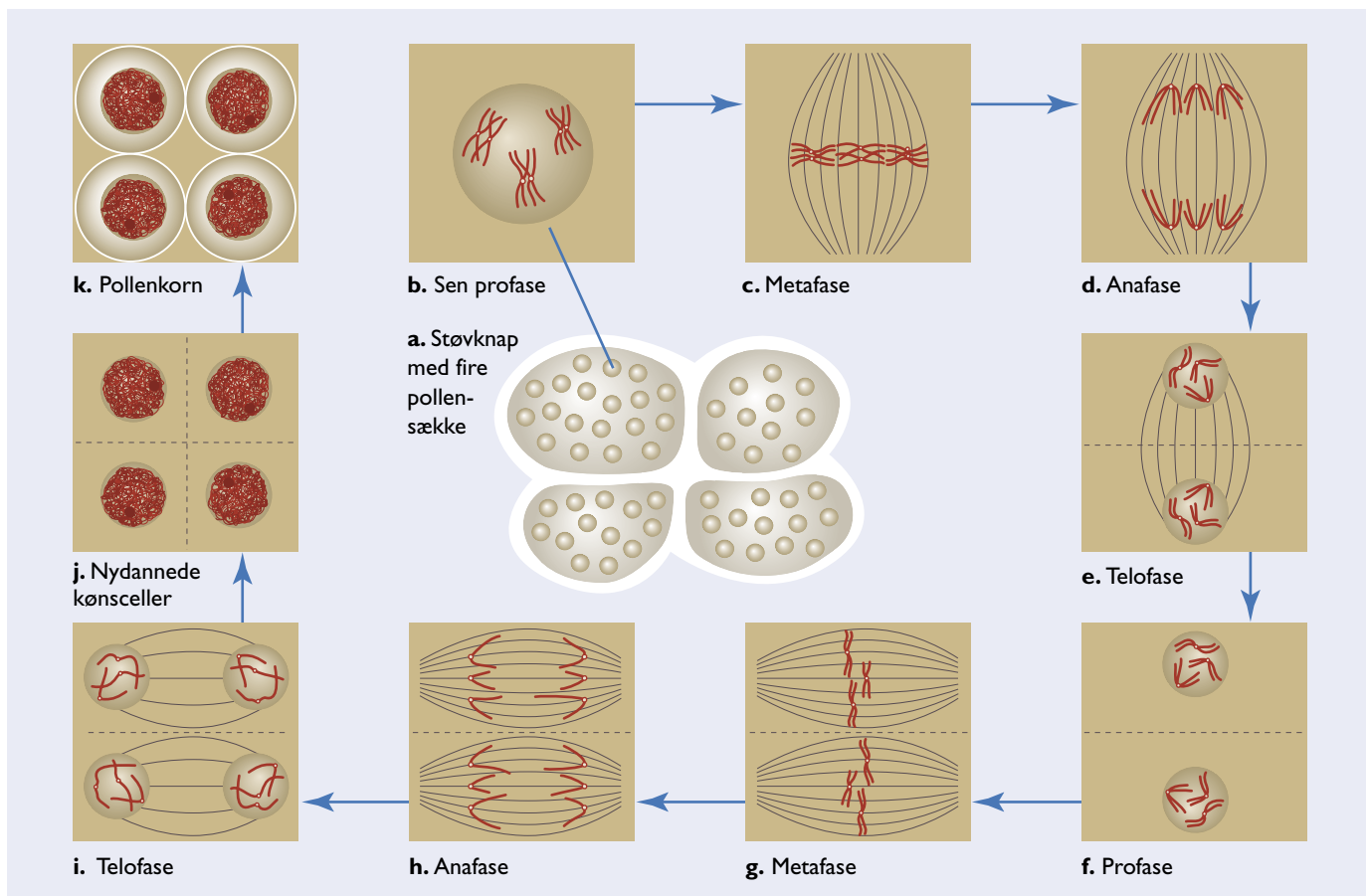
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 35. Meiose der fører til dannelse af hanlige kønsceller hos blomsterplante.

Side 33 i bogen.

Genetikbogen

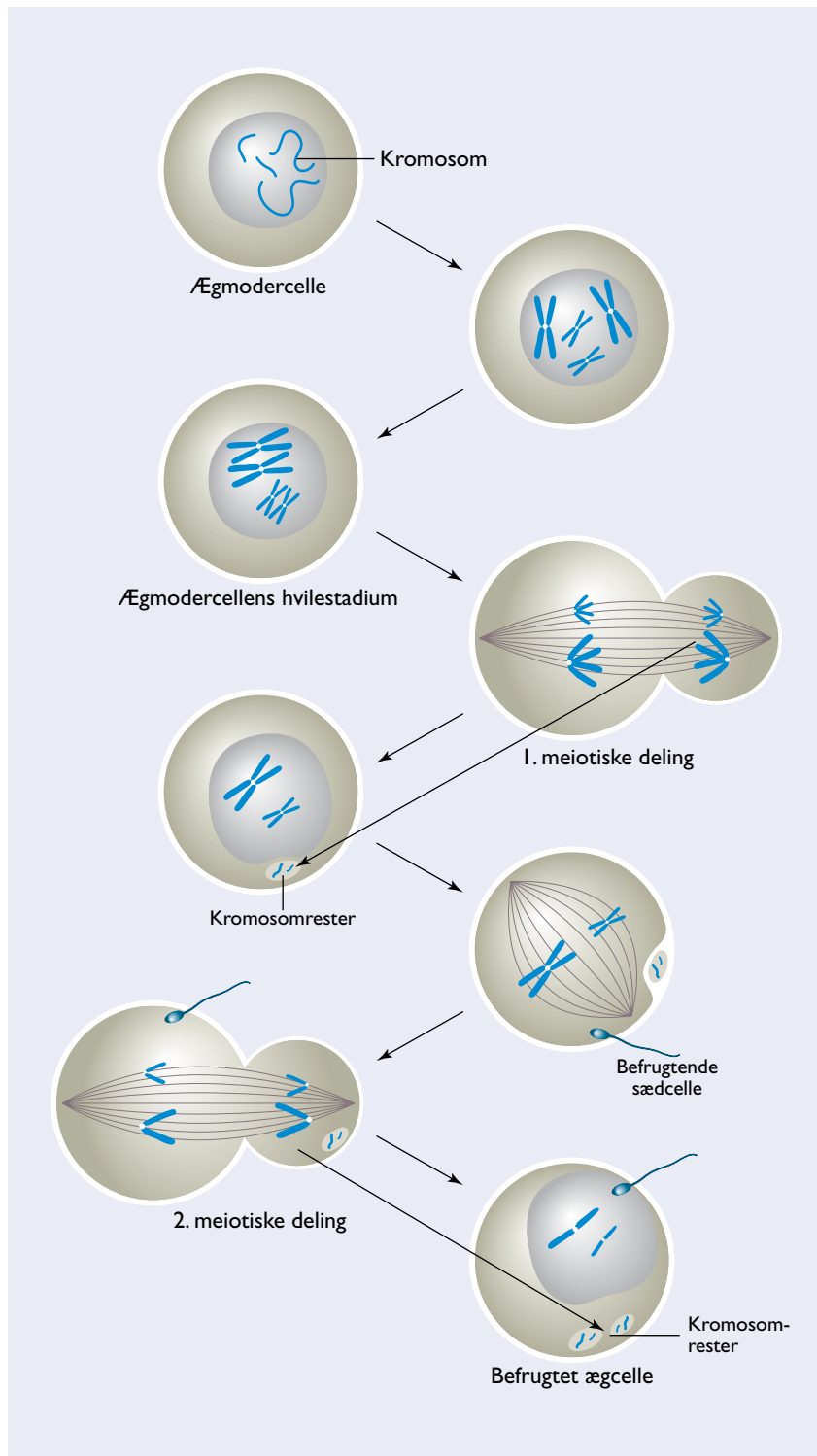
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

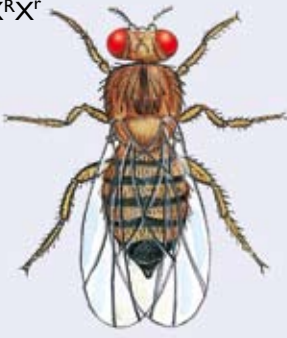
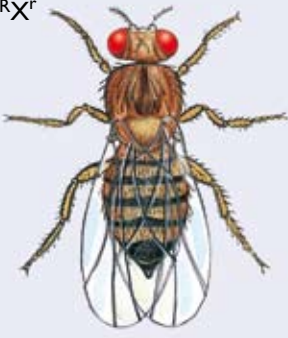
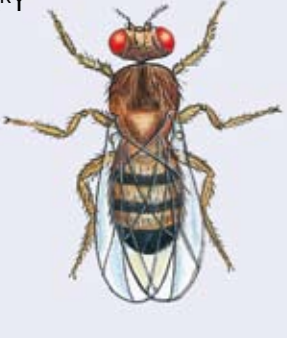

© Nucleus Forlag



Figur 36. Ægcellens udvikling og befrugtning.
 Side 35 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

Krydsning mellem rødøjet hun og hvidøjet han (rene linjer)

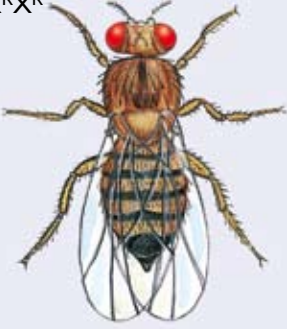
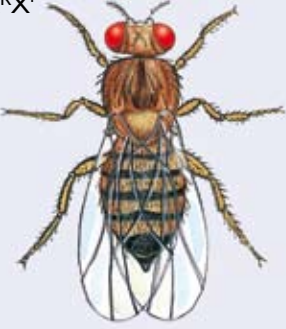
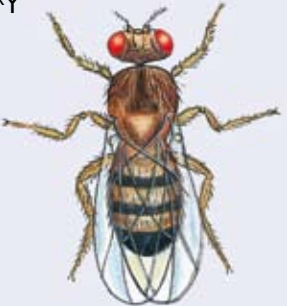

$\begin{matrix} \text{♀} \\ +0 \end{matrix}$	X^R	X^R
X^r	$X^R X^r$ 	$X^R X^r$ 
Y	$X^R Y$ 	$X^R Y$ 

Figur 37. F_1 -udspaltning.
 Side 36 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

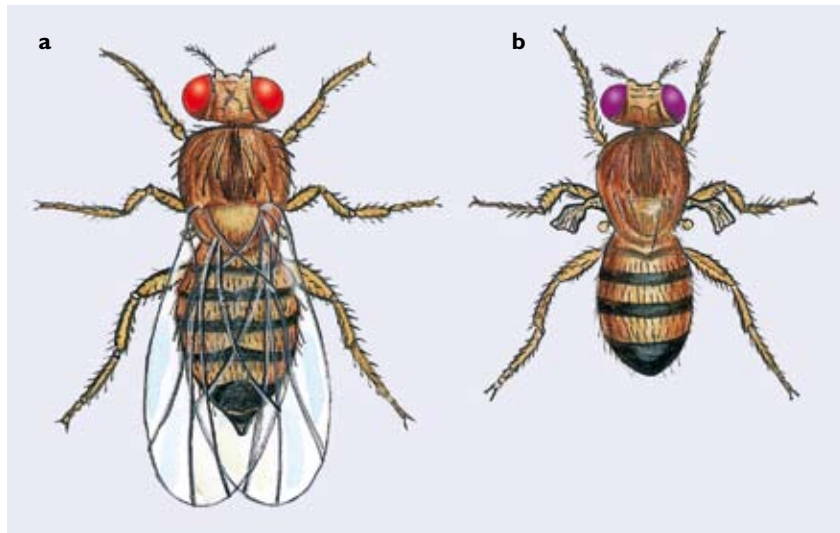
Krydsning mellem heterozygotiske rødjede hunner og rødjede hanner

♀ ♂	X^R	X^r
X^R	$X^R X^R$ 	$X^R X^r$ 
Y	$X^R Y$ 	$X^r Y$ 

Figur 38. F_2 -udspaltning.
 Side 37 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 39. a. Bananfluehun og b. bananfluehan.
Side 37 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

1339 normale vinger, rødfarvede øjne, (VvRr)	151 vingeløse, rødfarvede øjne, (vvRr)	I alt 1490 rødfarvede øjne
154 normale vinger, purpurfarvede øjne, (Vvrr)	1195 vingeløse, purpurfarvede øjne, (vvrr)	I alt 1349 purpurfarvede øjne
I alt 1493 normale vinger	I alt 1346 vingeløse	I alt 2839 bananfluer

Figur 40. Afkom efter analysekrydsning mellem bananfluer med genotypen VvRr (vinger og rødfarvede øjne) og genotypen vvrr (vingeløs og purpurfarvede øjne).

Side 38 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

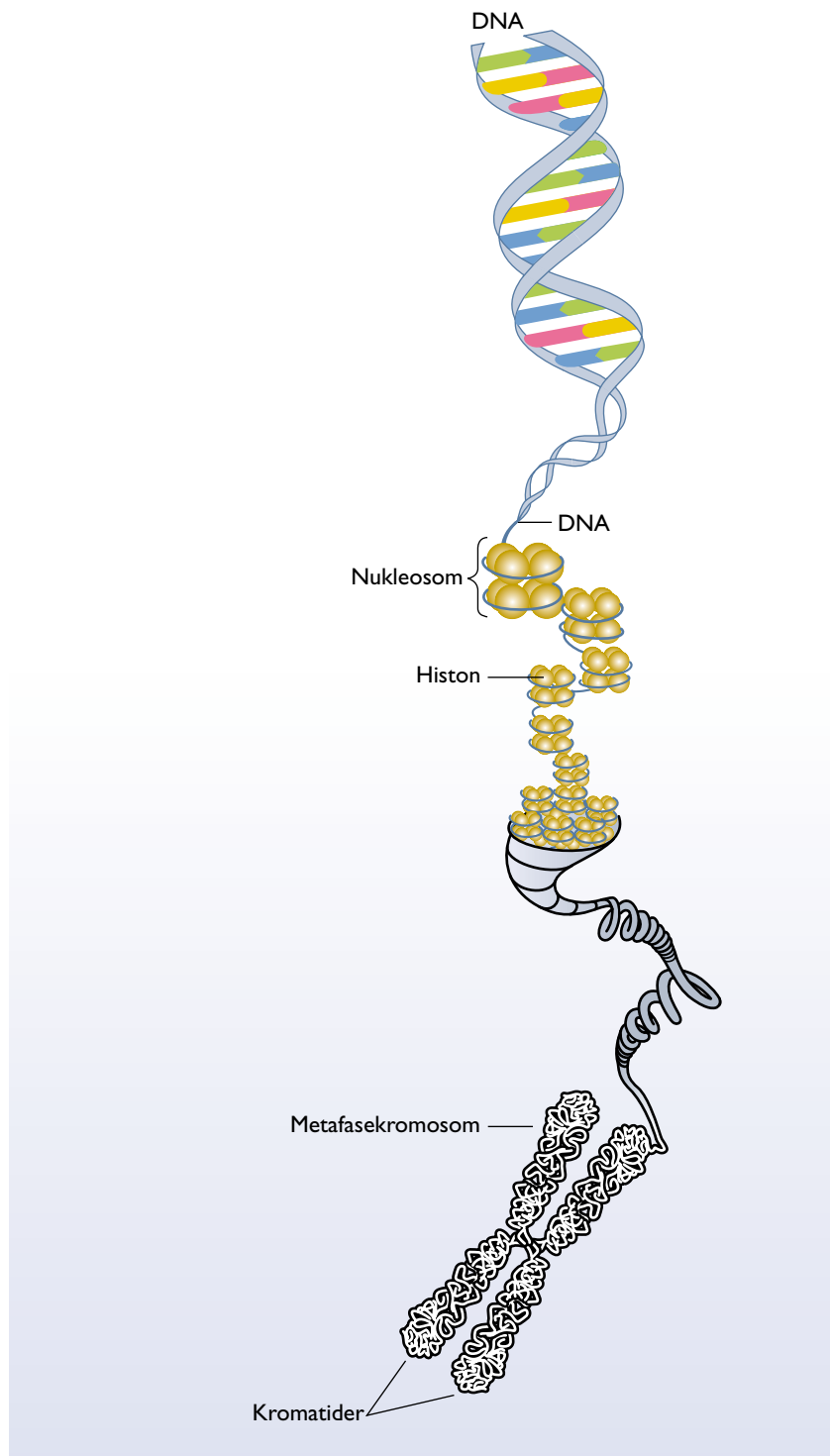
Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

4 Genetik på molekylært niveau

- 43. DNA's organisering i et metafasekromosom.
- 44. DNA-molekylets bestanddele.
- 45. Udsnit af DNA-molekyle.
- 46. DNA-molekylets overordnede struktur.
- 47. Replikation af DNA.
- 48. Det centrale dogme.
- 49. Ribose og uracil i et RNA-molekyle.
- 50. Transskription af DNA.
- 51. mRNA-molekylets dannelse.
- 52. Oversigt over den genetiske kode.
- 53. Struktur af tRNA-molekyle.
- 54. Translationsprocessen.
- 55. Kulhydratdelen af overfladeproteiner.
- 56. Oversigt over blodtypernes forlidelighed.
- 57-58. En tavs mutation og en frameshiftmutation.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 43. DNA's organisering i et metafasekromosom.

Side 41 i bogen.

Genetikbogen

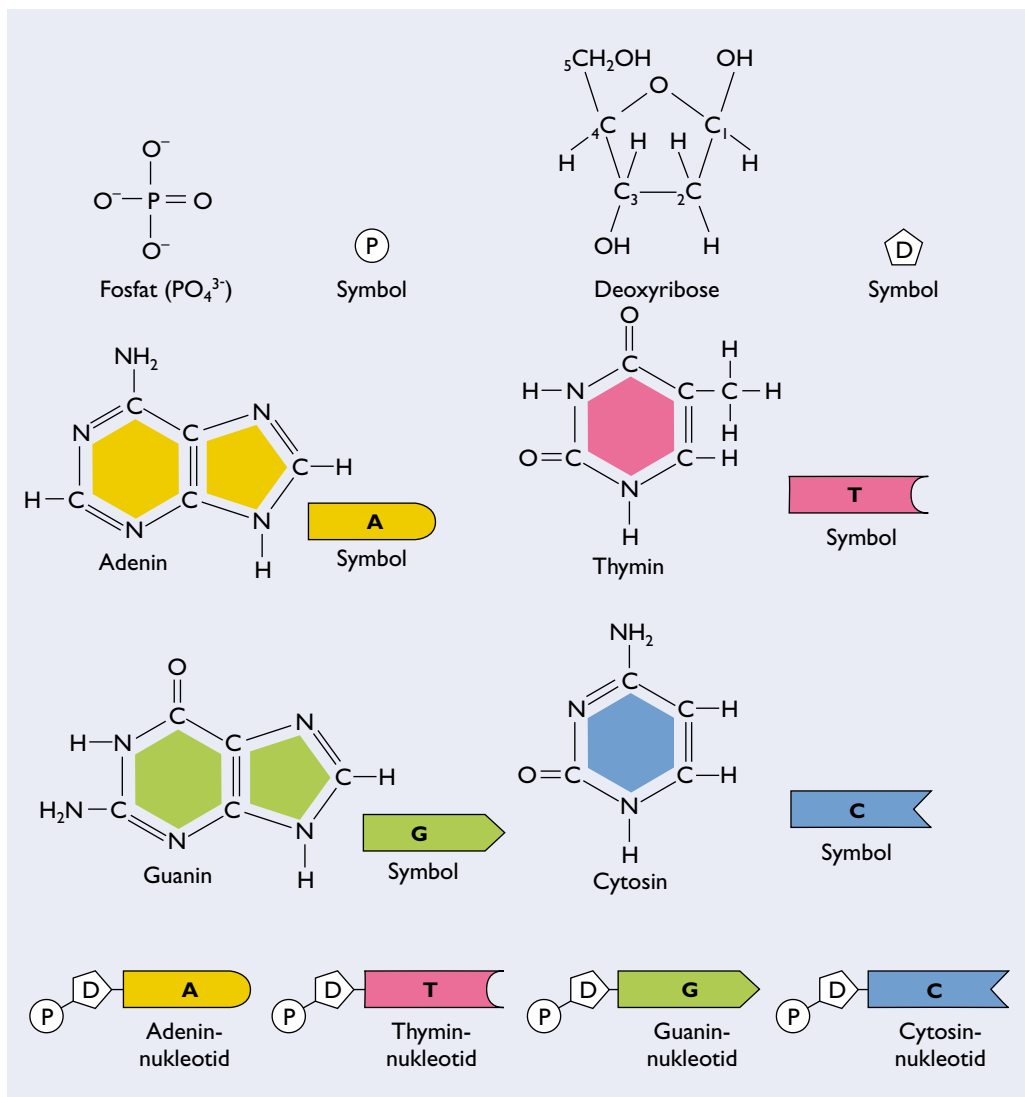
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

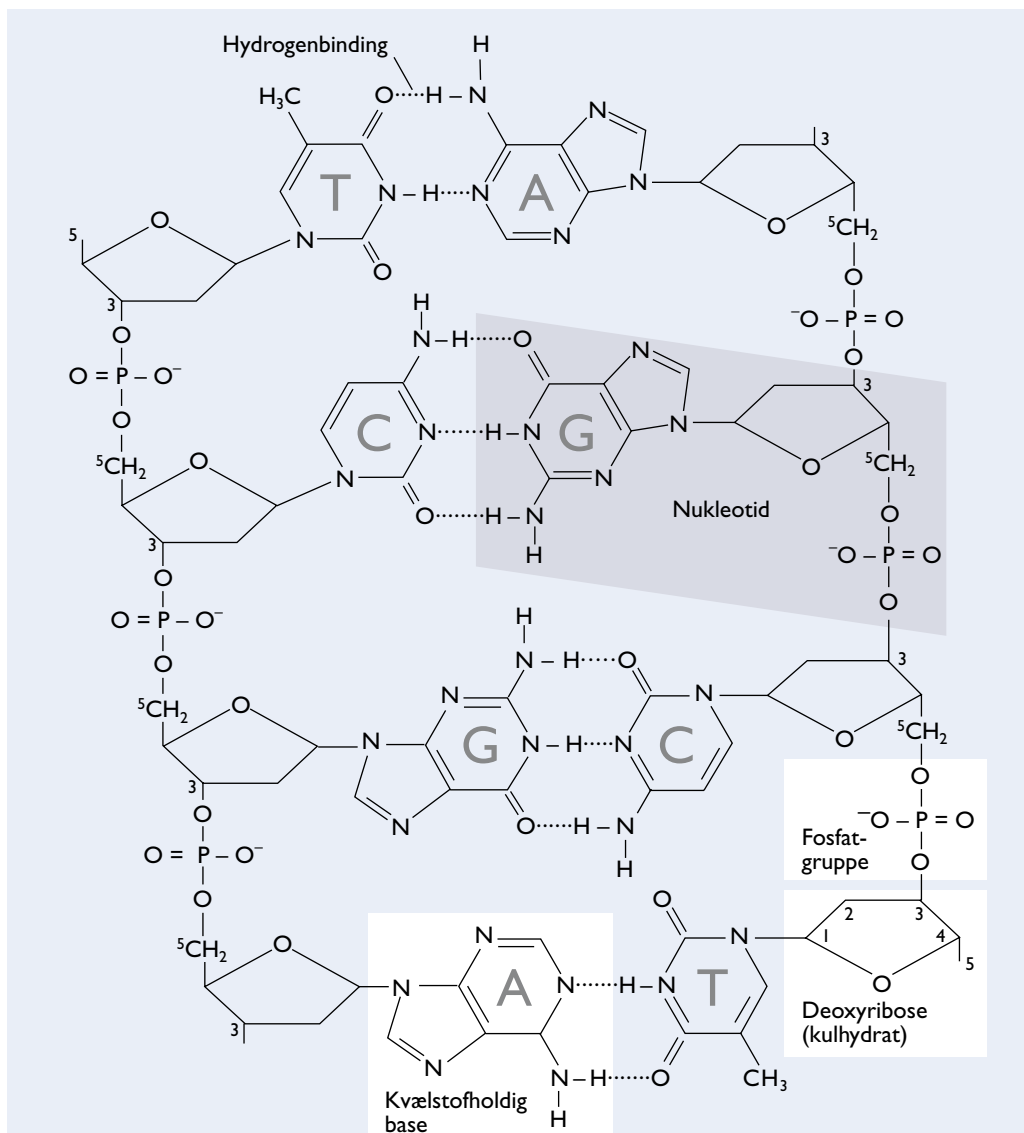
© Nucleus Forlag



Figur 44. DNA-molekylets bestanddele.
 Side 42 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

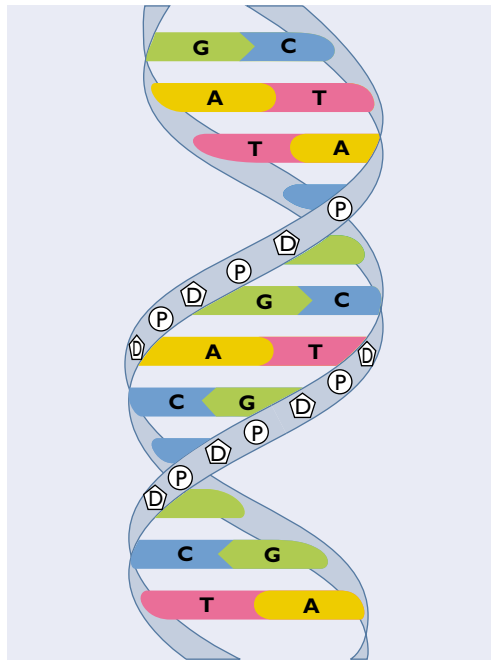
© Nucleus Forlag



Figur 45. Udsnit af DNA-molekyle.
 Side 43 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

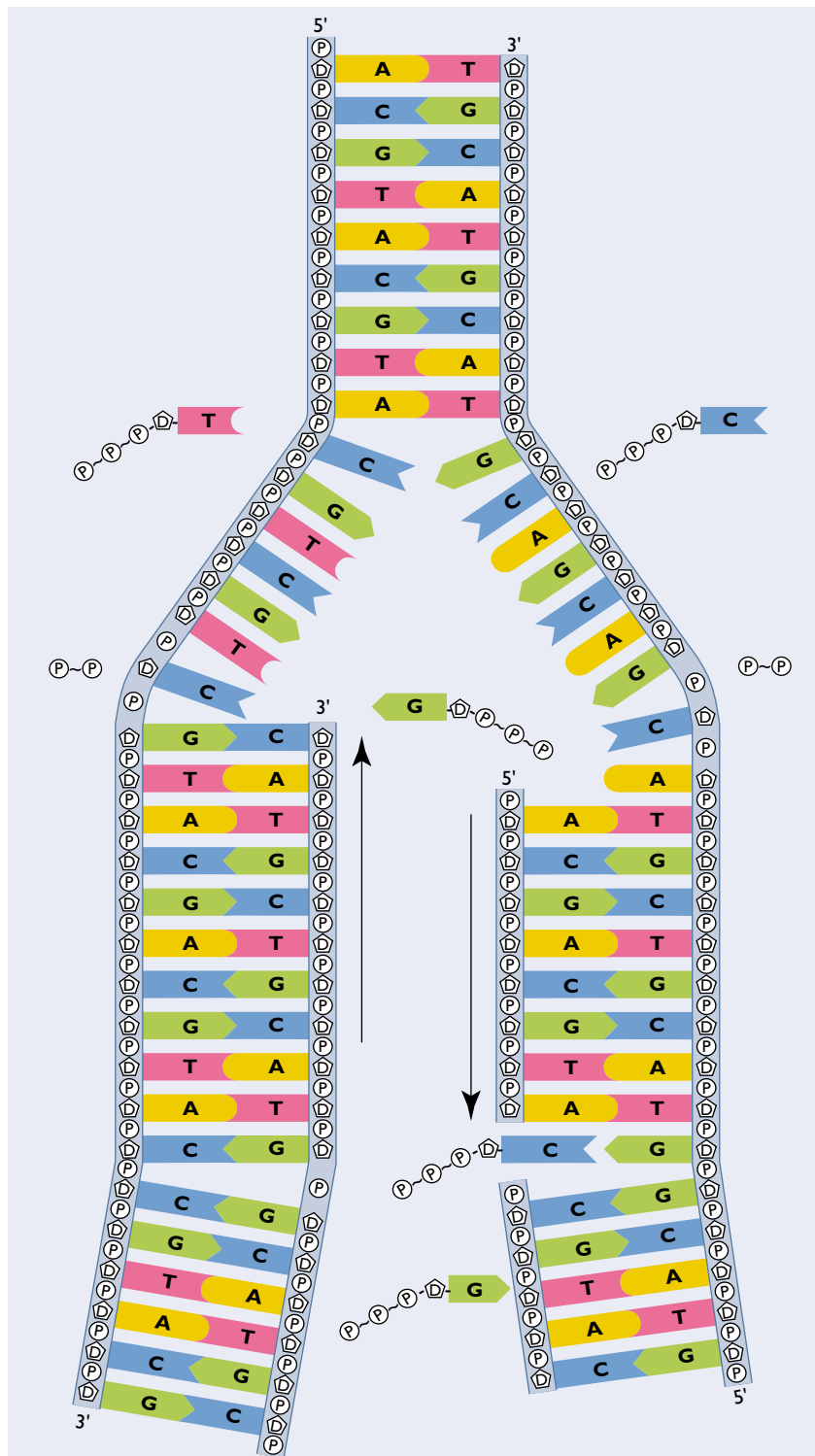
© Nucleus Forlag



Figur 46. DNA-molekylets overordnede struktur.
Side 44 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

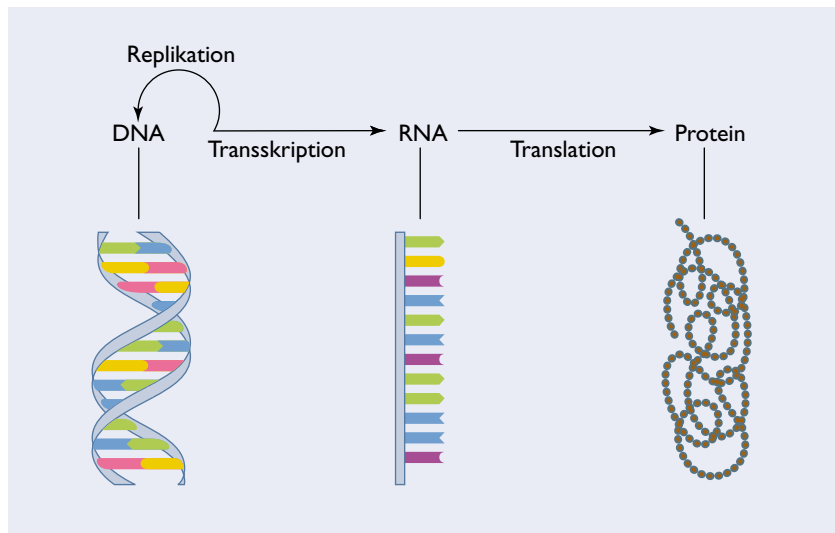
[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 47. Replikation af DNA.
 Side 45 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

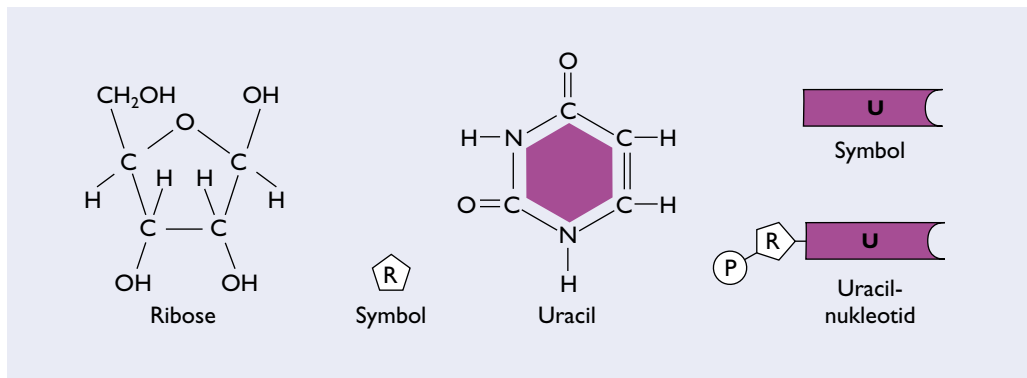
Tilbage til oversigt



Figur 48. Det centrale dogme.
Side 46 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 49. Ribose og uracil i et RNA-molekyle.

Side 47 i bogen.

Genetikbogen

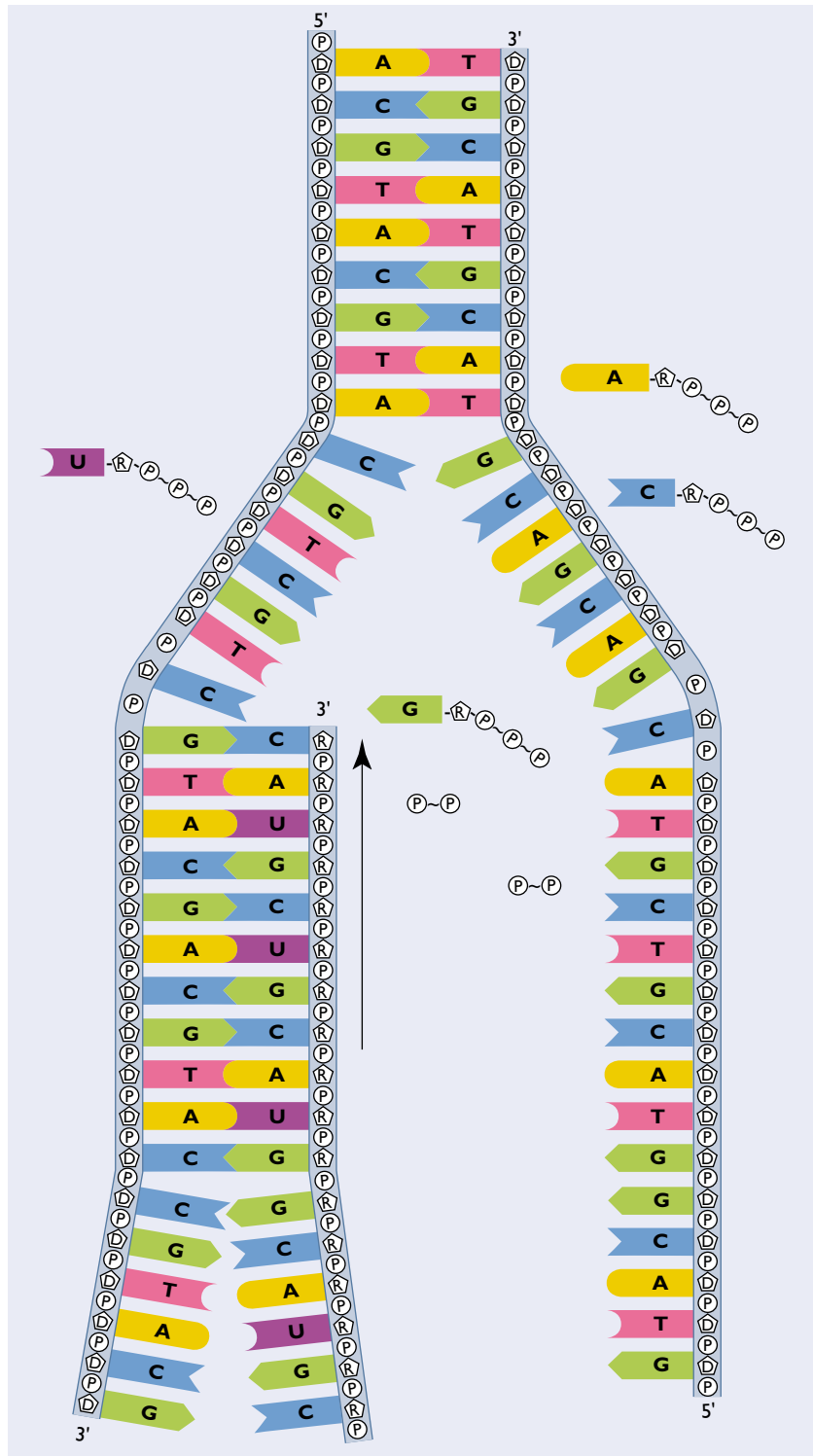
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

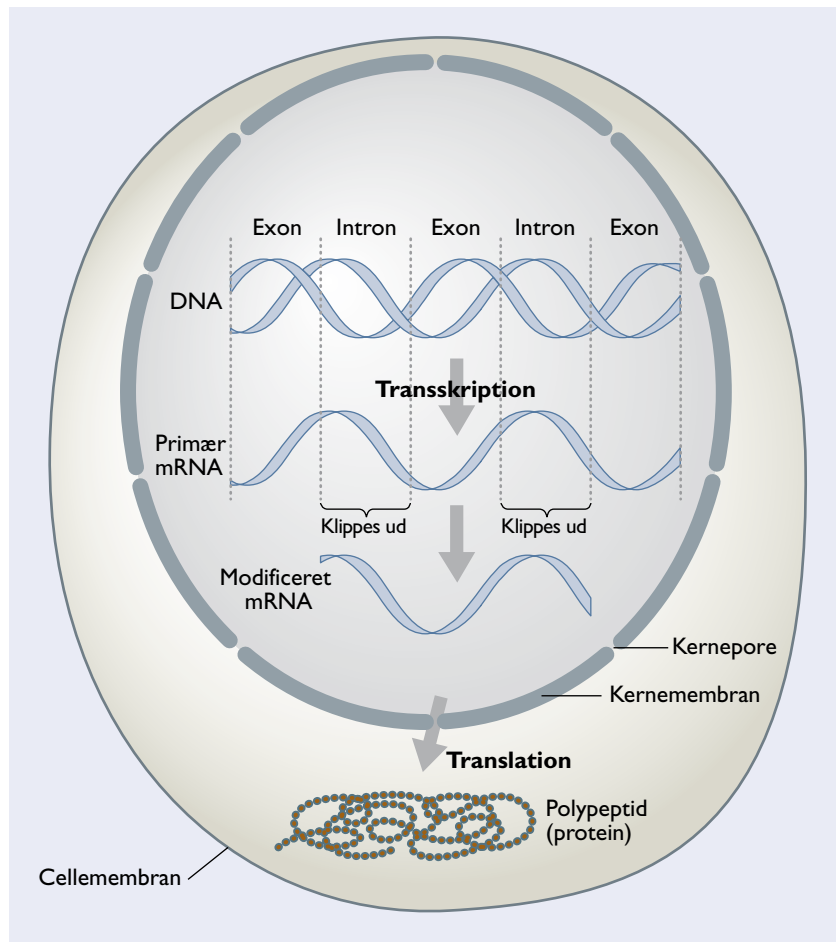
Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 50. Transkription af DNA.
 Side 48 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt



Figur 51. Oversigt over mRNA-molekylets dannelse og modifikation i en eukaryot organisme.
 Side 49 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

1. position (5'-enden)	Den genetiske kode				3. position (3'-enden)
	2. position				
	U	C	A	G	
U	phe phe leu leu	ser ser ser ser	tyr tyr stop stop	cys cys stop trp	U C A G
C	leu leu leu leu	pro pro pro pro	his his gln gln	arg arg arg arg	U C A G
A	ile ile ile met (start)	thr thr thr thr	asn asn lys lys	ser ser arg arg	U C A G
G	val val val val	ala ala ala ala	asp asp glu glu	gly gly gly gly	U C A G

Aminosyrerne:

ala – alanin	leu – leucin
arg – arginin	lys – lysin
asn – asparagin	met – methionin
asp – asparaginsyre	phe – phenylalanin
cys – cystein	pro – prolin
gln – glutamin	ser – serin
glu – glutaminsyre	thr – threonin
gly – glycin	trp – tryptofan
his – histidin	tyr – tyrosin
ile – isoleucin	val – valin

Figur 52. Oversigt over den genetiske kodes 64 mulige tripletter og de aminosyrer den enkelte triplet koder for.

Side 49 i bogen.

Genetikbogen

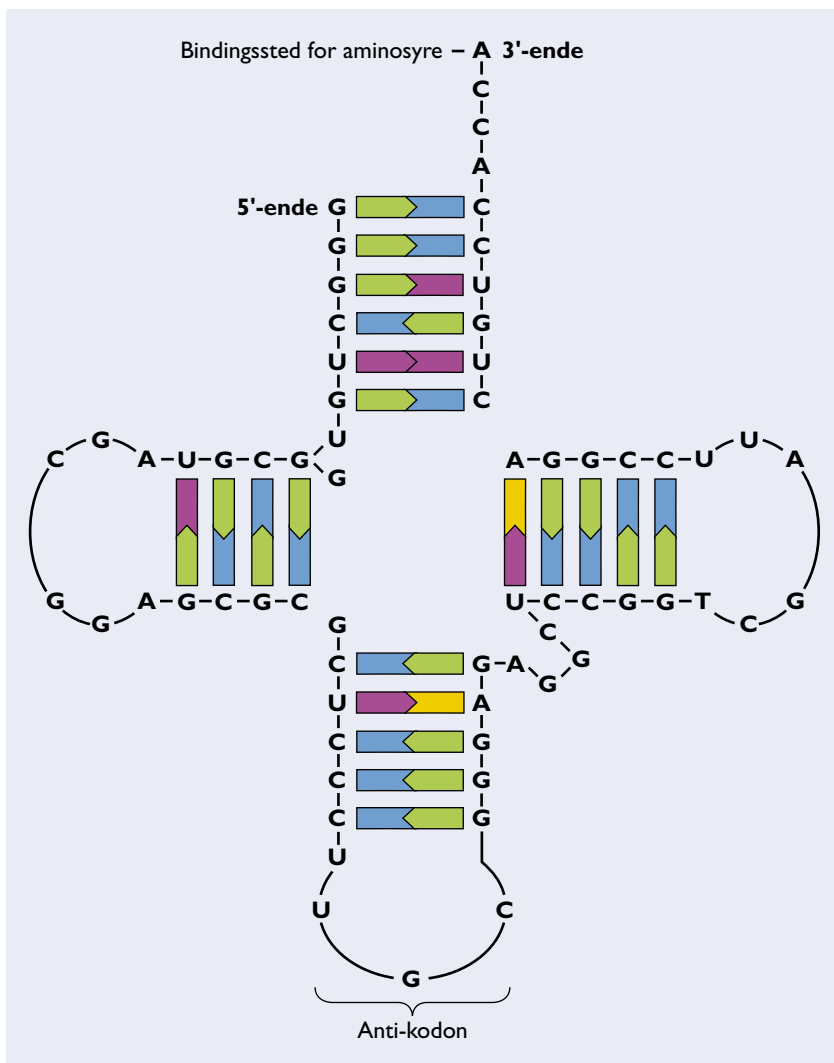
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

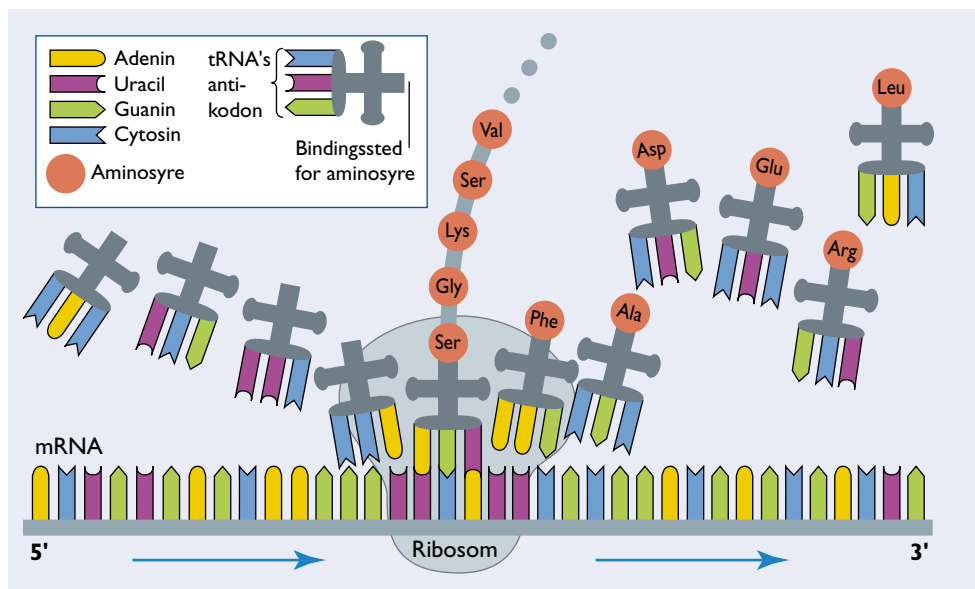
© Nucleus Forlag



Figur 53. Struktur af tRNA-molekyle.
 Side 50 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 54. Translationsprocessen der finder sted i ribosomerne i cellens cytoplasma.

Side 51 i bogen.

Genetikbogen

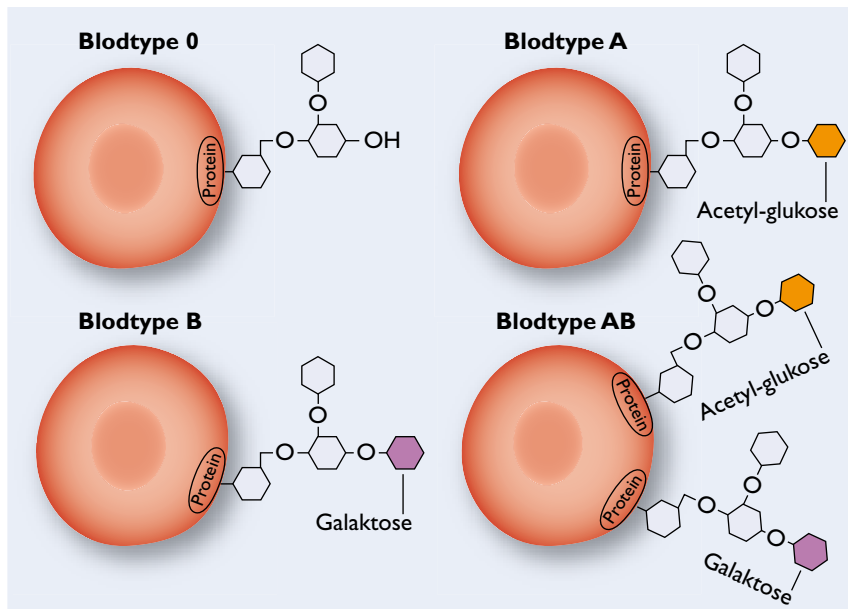
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 55. Kulhydratdelen af overfladeproteiner.
 Side 51 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Donors blodtype	Modtagers blodtype			
	A	B	AB	0
A	+	-	+	-
B	-	+	+	-
AB	-	-	+	-
0	+	+	+	+

Figur 56. Oversigt over blodtypernes forlignelighed ved blodtransfusioner.
Side 52 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

	Oprindeligt			Muteret		
DNA	TTC	CCA	AGT	TTC	CCT	AGT
	AAG	GGT	TCA	AAG	GG A	TCA
mRNA	UUC	CCA	AGU	UUC	CC U	AGU
Protein	phe	pro	ser	phe	pro	ser

Figur 57. En tavs mutation.

Side 53 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

	Oprindeligt				Muteret				
DNA	TTC	CCA	AGT	ACC	TTC	CAC	AAG	TAC	C
	AAG	GGT	TCA	TGG	AAG	GT G	TTC	ATG	G
mRNA	UUC	CCA	AGU	ACC	UUC	CA C	AAG	UAC	C
Protein	phe	pro	ser	thr	phe	his	lys	tyr	

Figur 58. En frameshiftmutation hvor der er blevet tilføjet en ekstra base (T).

Side 53 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

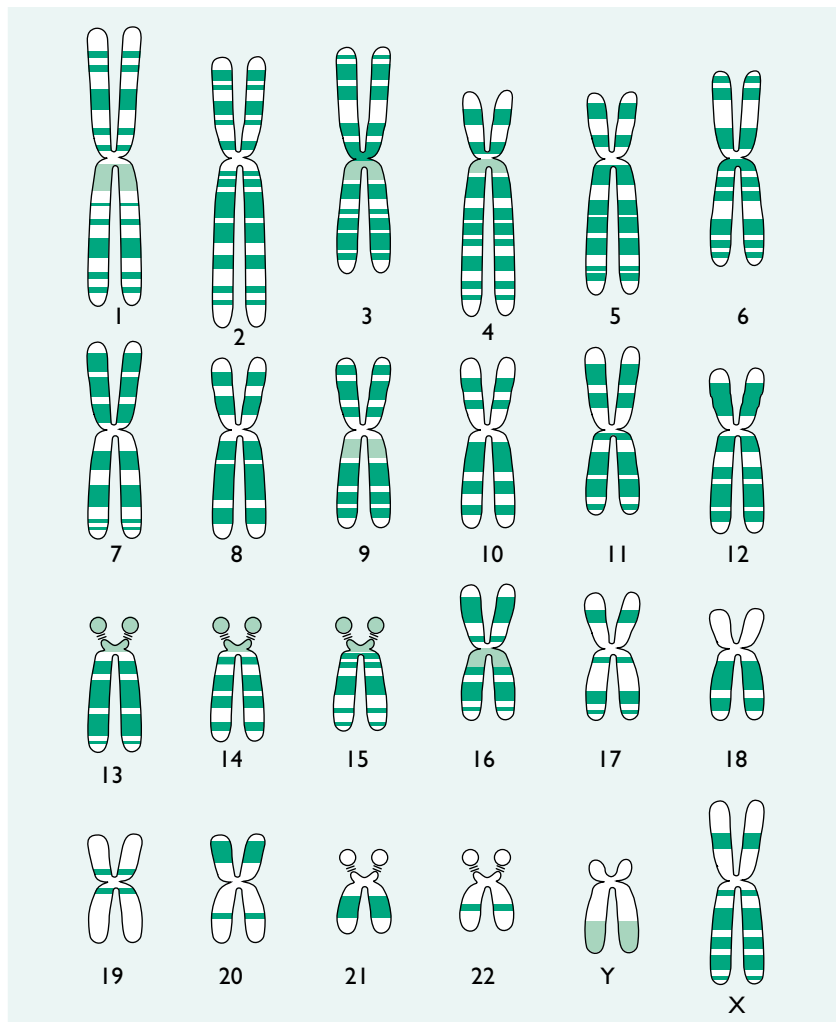
Genetik, genteknologi og evolution

Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

5 Kromosomsygdomme hos mennesket

- 62. Standardmønster af menneskets kromosomer.
- 63. Overkrydsningsproblemer i meiosen pga. inversion.
- 64. Overkrydsningsproblemer i meiosen pga. translokation.
- 65. En skæv overkrydsning.
- 66. Non-disjunktion i 1. og 2. meiotiske deling.
- 67. Non-disjunktion i mitosen.
- 68. Anafase-lagging i mitosen.
- 69. Kromosomafvigelser ved spontane aborter.
- 70. Forskellige numeriske kromosomafvigelser.
- 72. Normale håndfuger og firefingerfure.
- 73. Kliniske fund ved Downs syndrom.
- 74. Hyppighed af trisomi 21 som funktion af morens alder.
- 75. Fosterudvikling.
- 76. Et Y-kromosom.
- 77-78. Kliniske fund ved Klinefelters og Turners syndrom.
- 79. Dannelse isokromosom ved celledeling.
- 81. Fostervandsprøve og moderkageprøve.
- 83. Fund af kønskromosomafvigelser 1977-2001.

[Tilbage til oversigt](#)



Figur 62. Oversigt over standardmønster af menneskets kromosomer.
Side 58 i bogen.

Genetikbogen

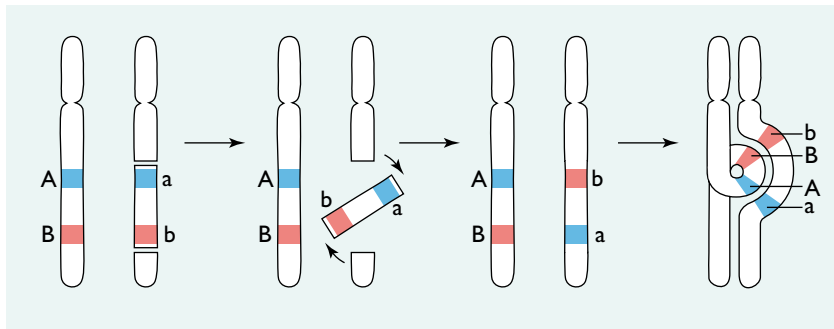
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 63. Overkrydsningsproblemer i meiosen pga. inversion.

Side 59 i bogen.

Genetikbogen

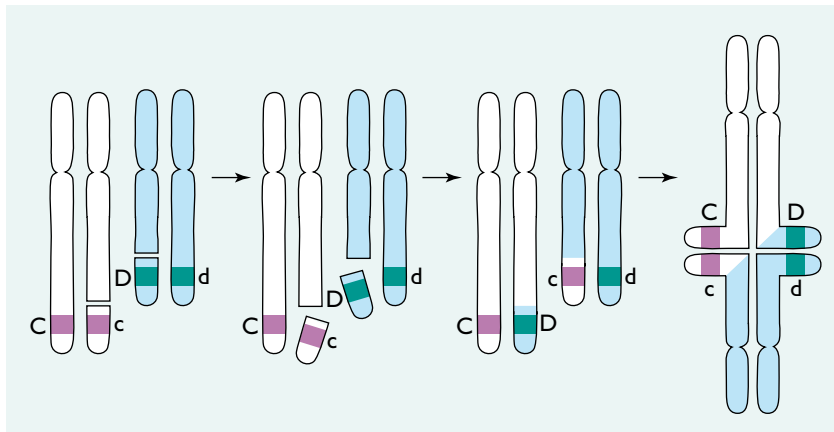
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 64. Overkrydsningsproblemer i meiosen pga. translokation.

Side 59 i bogen.

Genetikbogen

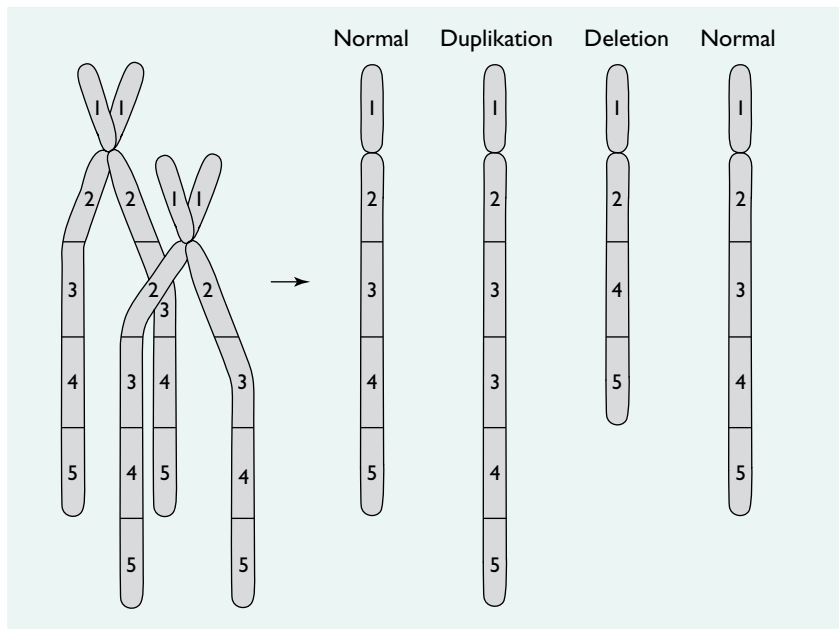
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

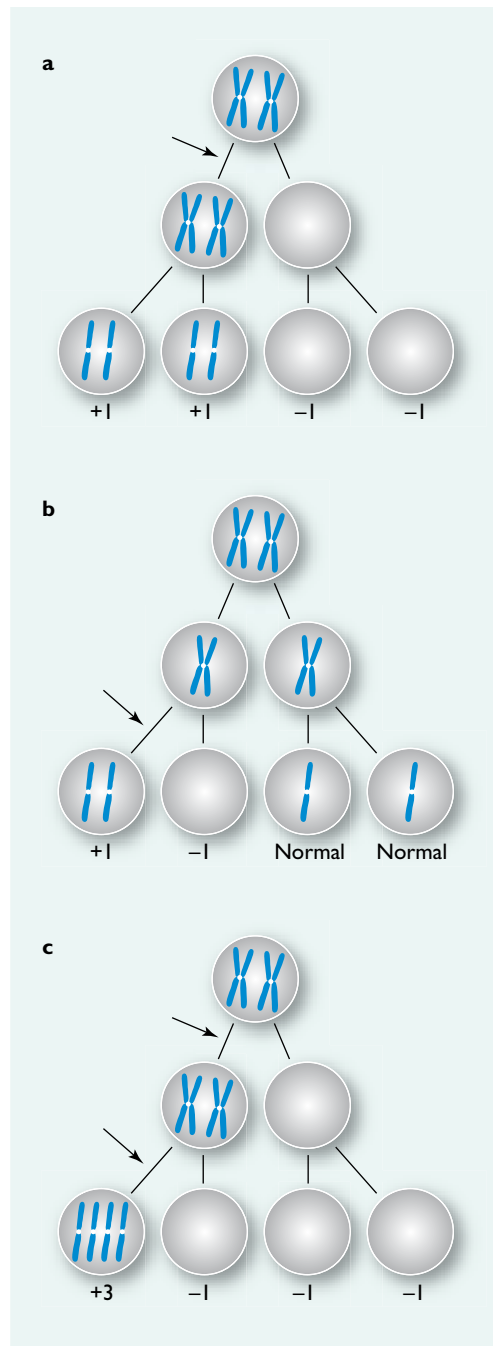
© Nucleus Forlag



Figur 65. En skæv overkrydsning.
 Side 60 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

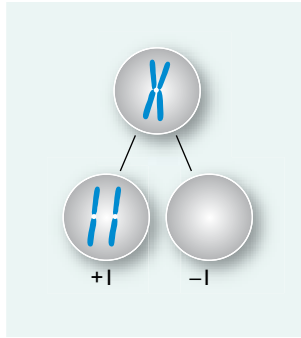
Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 66. Non-disjunktion i 1. og 2. meiotiske deling.
 Side 61 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

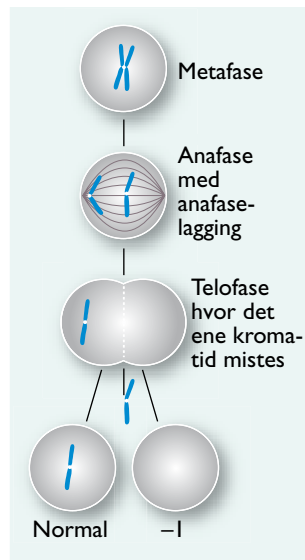
Tilbage til oversigt



Figur 67. Non-disjunktion i mitosen.
Side 61 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

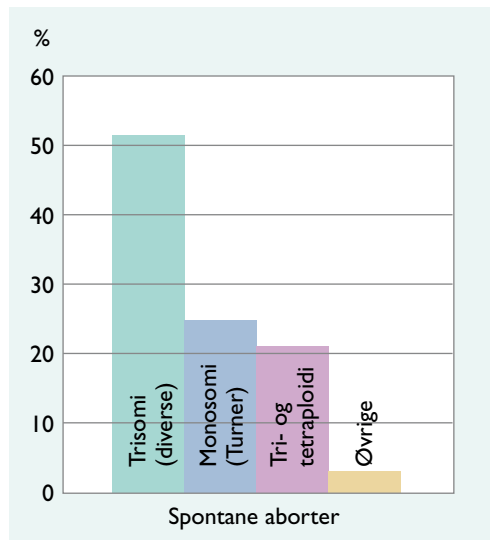
© Nucleus Forlag



Figur 68. Anafase-lagging i mitosen.
 Side 62 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 69. Den procentvise fordeling af de forskellige typer af kromosomafvigelser ved spontane aborter.

Side 62 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Karyotype	Syndromets navn	Hypighed hos levendefødte
47,XY,+21	Trisomi 21 – Down	1 pr. 700
47,XY,+18	Trisomi 18 – Edward	1 pr. 5.000
47,XY,+13	Trisomi 13 – Patau	1 pr. 10.000
47,XY,+8	Trisomi 8	Meget sjælden
47,XY,+16	Trisomi 16	Kun hos aborter
47,XXY	Klinefelter	1 pr. 1.000 drenge
47,XXX	Trisomi X	1 pr. 1.000 piger
47,XYY	Dobbelt-Y	1 pr. 1.000 drenge
45,X	Monosomi X – Turner	1 pr. 2.500 piger
49,XXXXY	Pentasomi – Klinefelter	Meget sjælden
45,XY,-21	Monosomi 21	Meget sjælden
69,XXY	Triploidi	1 pr. 50.000
92,XXYY	Tetraploidi	Meget sjælden

Figur 70. Forskellige numeriske kromosomafvigelser.

Side 63 i bogen.

Genetikbogen

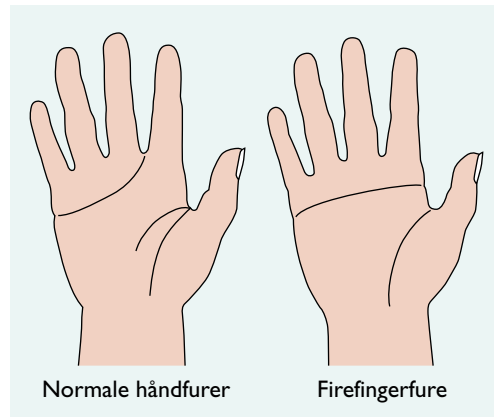
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 72. Normale håndfurer og firefingerfure.

Side 63 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Rundt hoved med kort kranium
Flad ansigtsprofil
Flad nakke med rigelig nakkehud
Skråstillede øjenspalter
Epicanthus ("mongolfold")
Misdannede, lavtsiddende ører
Stor tunge
Firefingerfure
Stort mellemrum mellem 1. og 2. tå
Mental retardering
Formindsket højdevækst
Medfødt hjertefejl
Misdannelse af tolvfingertarmen
Hørenedsættelse
Grå og/eller grøn stær
Nedsat funktion af skjoldbruskkirtlen
Øget infektionstendens
Leukæmi

Figur 73. Kliniske fund ved Downs syndrom.

Side 64 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

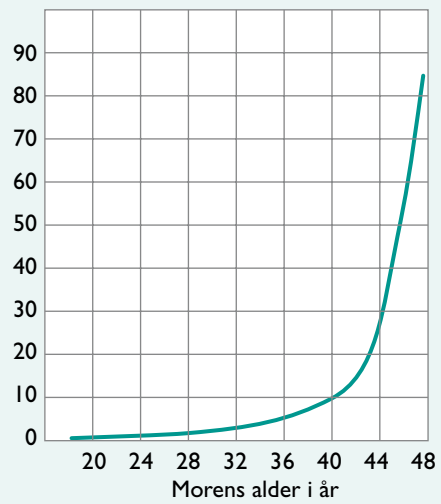
Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Antal trisomi 21 pr. tusinde levendefødte



Figur 74. Hyppighed af trisomi 21 som funktion af morens alder.

Side 64 i bogen.

Genetikbogen

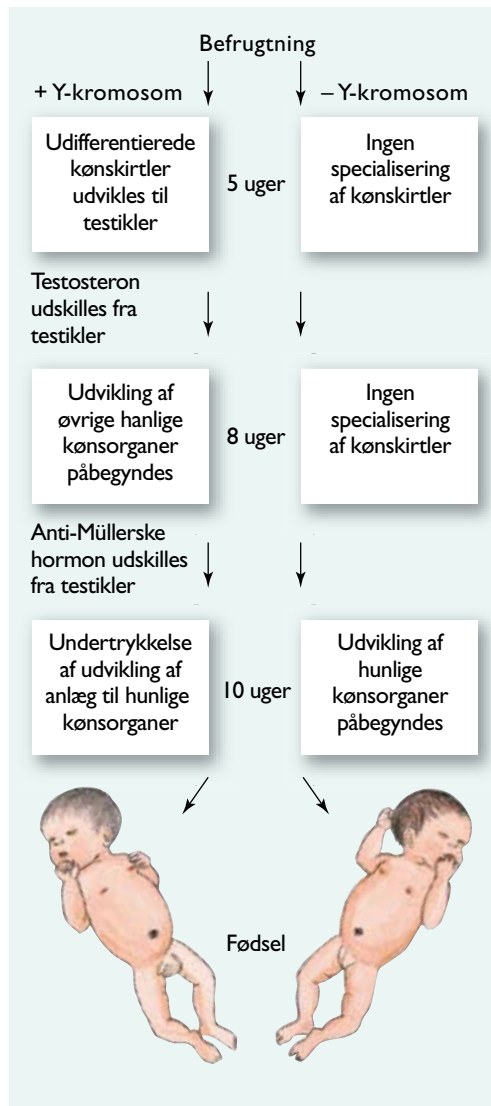
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 75. Fosterudviklingens afhængighed af tilstedeværelse eller fravær af Y-kromosomet.

Side 65 i bogen.

Genetikbogen

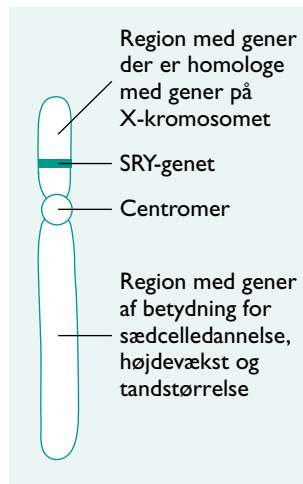
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 76. Et Y-kromosom.
Side 66 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Små testikler
Manglende kønsudvikling i puberteten
Sterilitet
Gynækomasti (brystudvikling)
Høj, ranglet legemsbygning
Normal eller let nedsat intelligens
Psykisk umodenhed
Koncentrationsbesvær
Indlæringsproblemer

Figur 77. Kliniske fund ved Klinefelters syndrom.
Side 67 i bogen.

Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

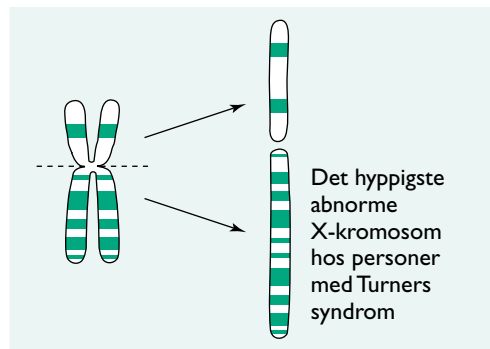
Formindsket højdevækst
Manglende kønsudvikling i puberteten
Udeblivende menstruationer
Sterilitet
Hævelse af hånd- og fodrygge hos nyfødte
Halsvingedannelse
Medfødt hjertefejl
Medfødt nyremisdannelse
Hørenedsættelse
Cubitus valgus (fejlstilling i albueleddene)
Nedsat funktion af skjoldbruskkirtlen
Normal intelligens
Forsinket psykisk modning

Figur 78. Kliniske fund ved Turners syndrom.
Side 68 i bogen.

Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

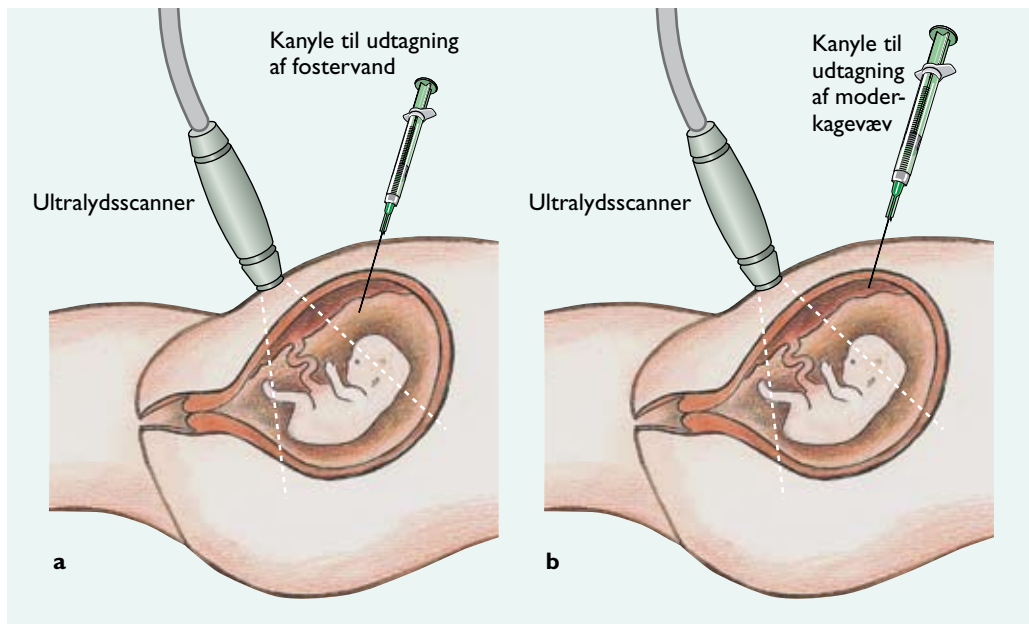
© Nucleus Forlag



Figur 79. Dannelse af isokromosom ved celledeling.
Side 69 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 81. Teknikken i udtagning af a. fostervandsprøve og b. moderkageprøve.

Side 71 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

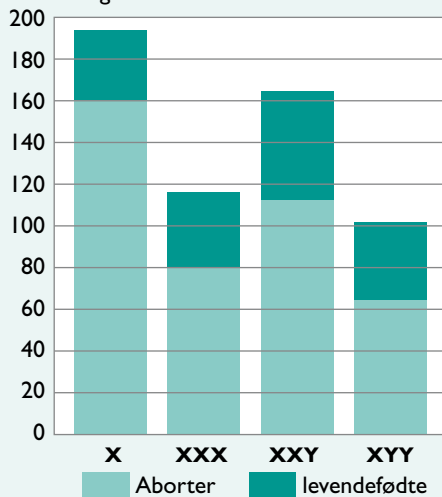
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Prænatal kønskromosomafvigelser 1977-2001

Antal diagnosticerede



Figur 83. Oversigt over fund af kønskromosomafvigelser ved prænatal diagnostik i perioden 1977-2001.

Side 72 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

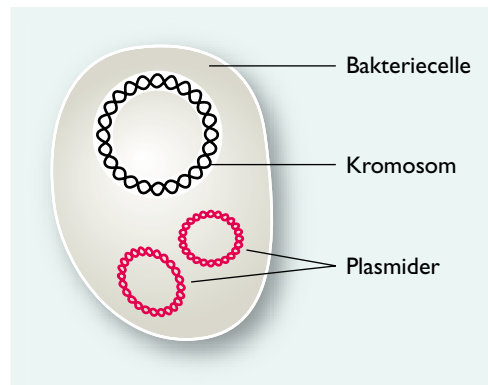
Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

6 Genteknologi og kloning

- 85. Bakterie med kromosom og plasmider.
- 86. Restriktionsenzymet klipper DNA.
- 87. Plasmidet pBR322.
- 88. Princip i gensplejsning.
- 89. Princip i separation af transformerede bakterier.
- 90. Eksempler på transgene planter og deres nye egenskaber.
- 92. Genmodificering af en plante.
- 93. Princip i anti-sense teknikken.
- 97. Eksempler på transgene dyr og deres evt. anvendelse.
- 101. Princip i fremstilling af knockout mus.
- 102. Hvordan enæggede tvillinger bliver til.
- 103. Hvordan Dolly blev til.
- 104. Somatisk genterapi og genterapi på kønsceller.

[Tilbage til oversigt](#)

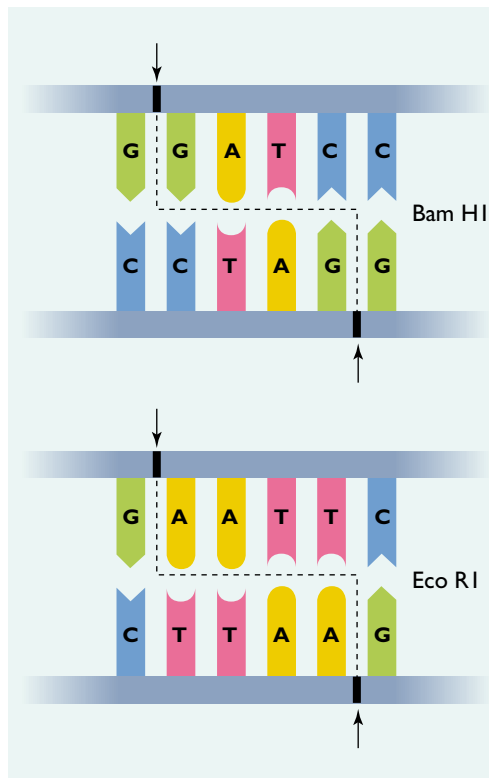
© Nucleus Forlag



Figur 85. Bakterie med kromosom og plasmider.
Side 75 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

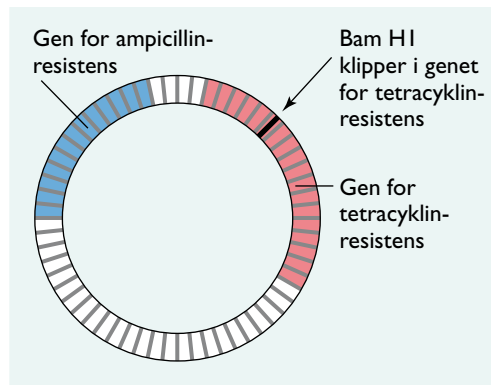
© Nucleus Forlag



Figur 86. Restriktionsenzymet klipper DNA.
 Side 76 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 87. Plasmidet pBR322 der stammer fra bakterien *Escherichia coli*.

Side 76 i bogen.

Genetikbogen

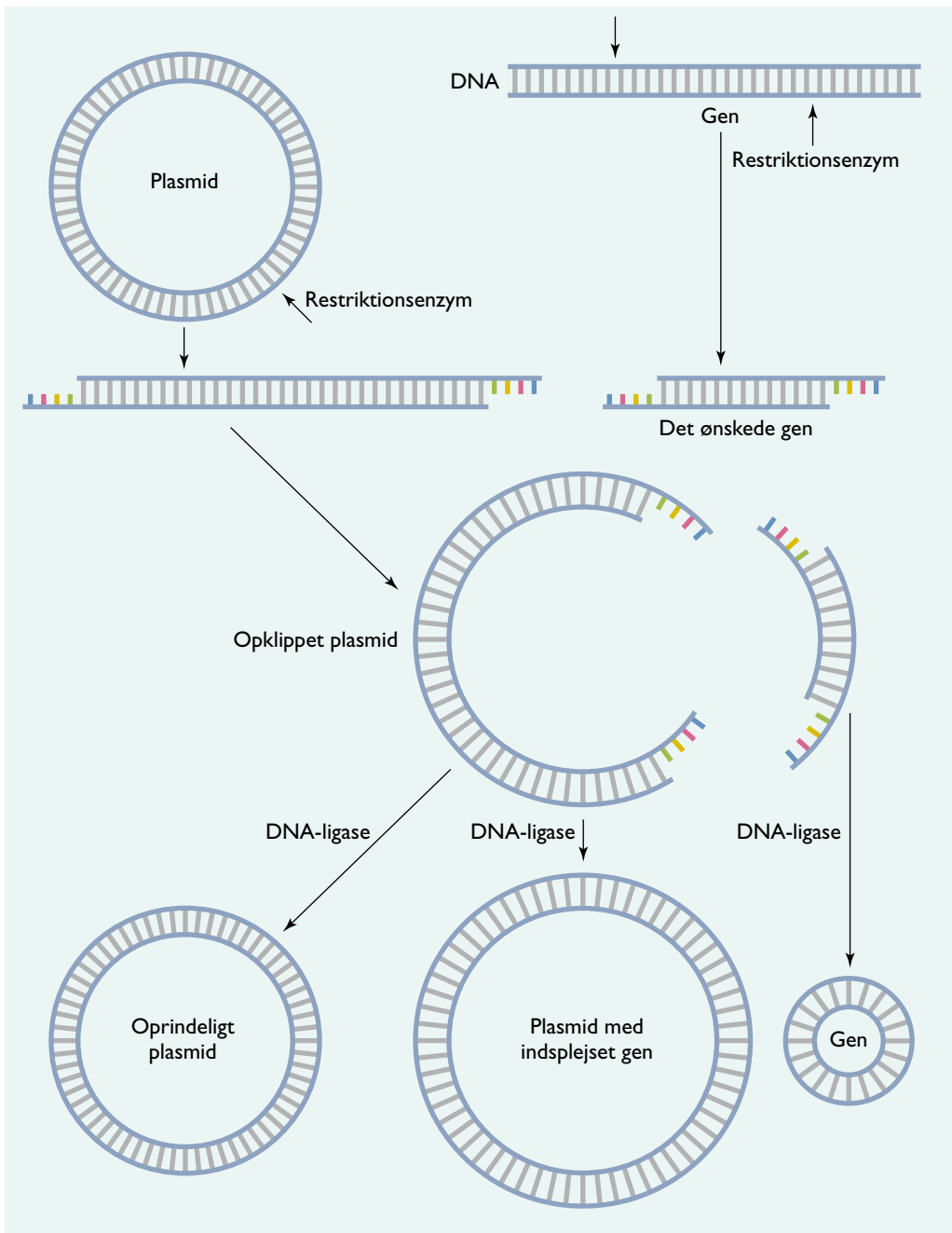
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

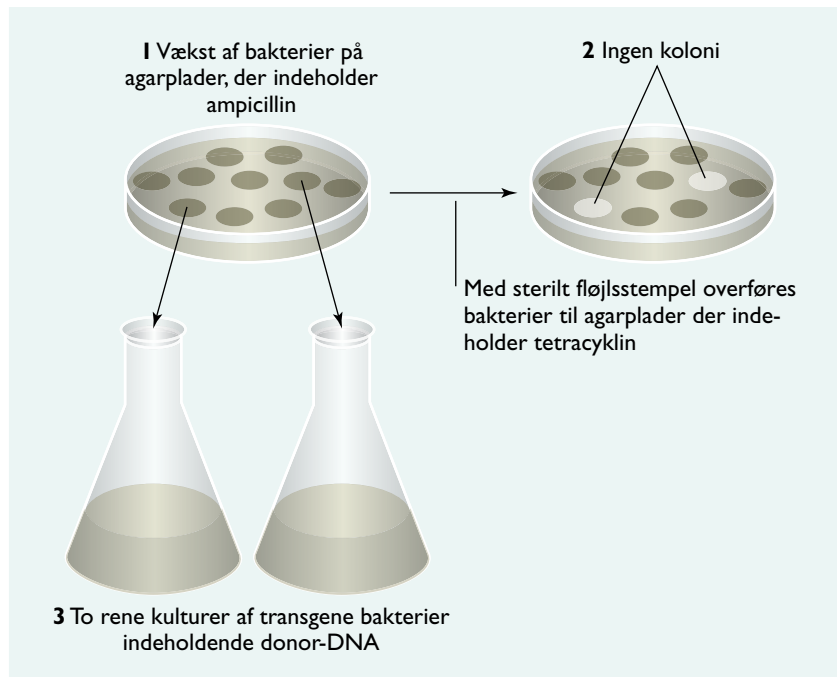
© Nucleus Forlag



Figur 88. Princip i gensplejsning.
 Side 77 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 89. Princip i separation af transformerede bakterier.
Side 78 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Afgrøde	Tilført egenskab
Raps	Resistens mod herbicidet Roundup
Raps	Ny fedtsyresammensætning (bedre anvendelse af frøolien)
Tomat	Skind der ikke bliver blødt ved modning
Majs	Resistens mod angreb af larver af det møllignende insekt, majsborer
Tobak	Resistens mod bakterieinfektion
Tobak	Evne til at optage kviksølv fra kviksølvforurenede jord (rensere jorden)
Kartoffel	Resistens mod virusinfektion

Figur 90. Eksempler på transgene planter og deres nye egenskaber.

Side 79 i bogen.

Genetikbogen

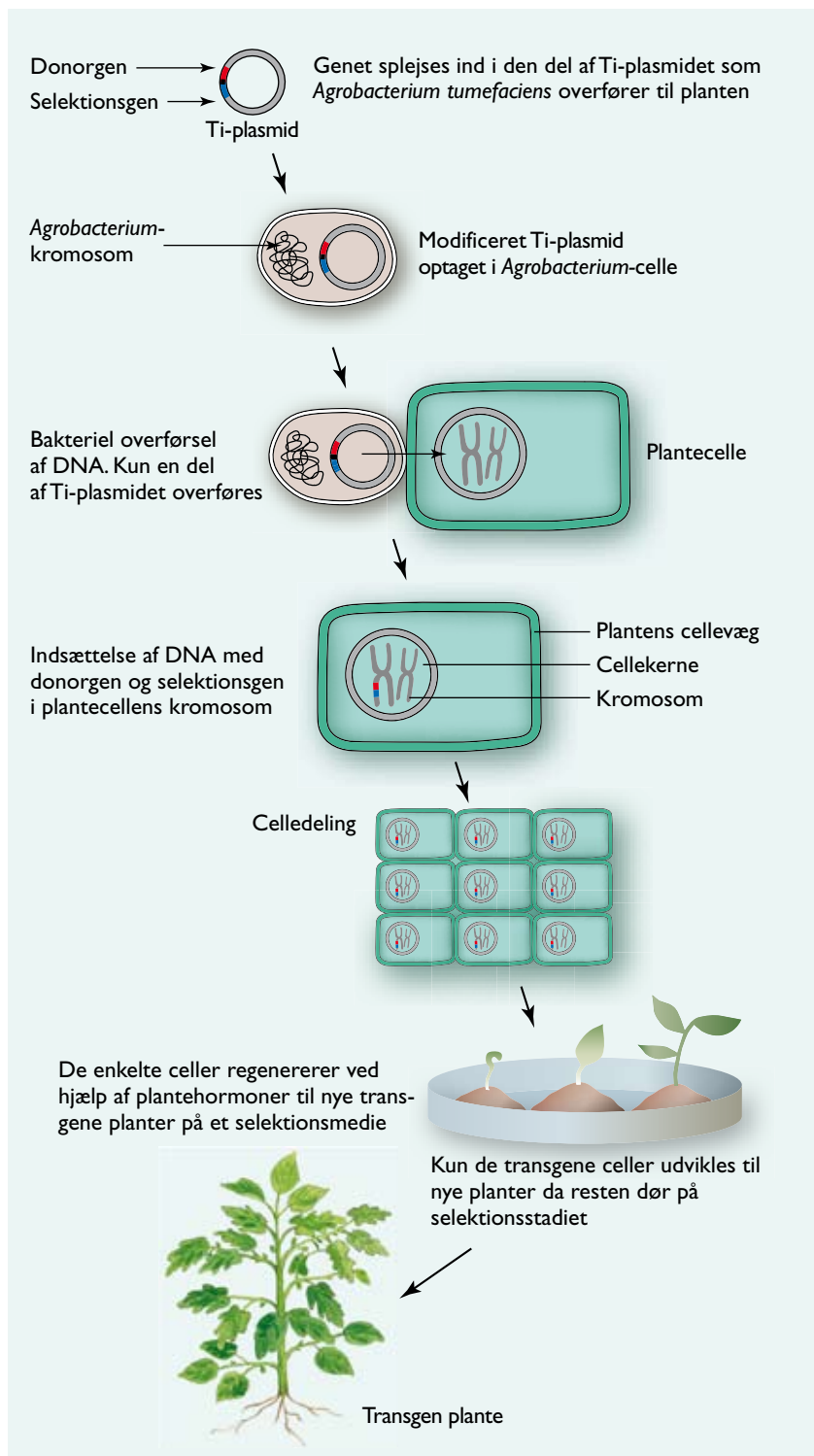
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 92. Oversigt over genmodificering af en plante med jordbakterien *Agrobacterium tumefaciens*.

Side 80 i bogen.

Genetikbogen

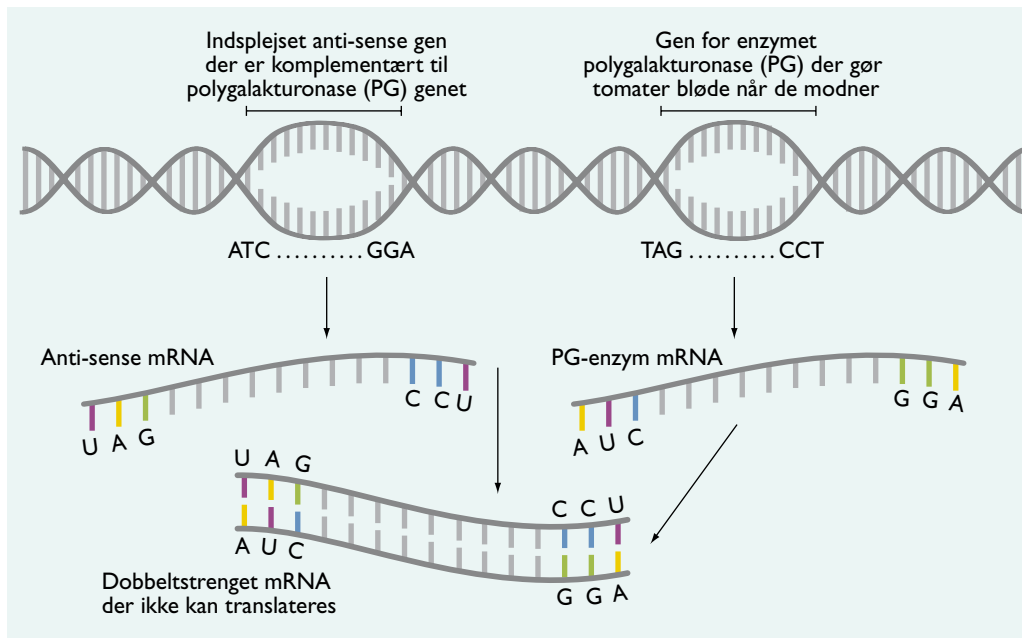
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 93. Princip i anti-sense teknikken.
 Side 81 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Dyr	Polypeptid	Polypeptidets anvendelse
Får (Tracey)	Alfa-I-antitrypsin	Behandling af lungesygdomme, fx cystisk fibrose
Får	Koagulationsfaktor IX	Blødermedicin
Ged	Antitrombin-III	Behandling mod blodpropper
Ko	Laktase	Forebyggelse af mælkeallergi
Kanin	Erythropoietin (EPO)	Behandling af nyresygdomme
Gris	Koagulationsfaktor VIII	Blødermedicin
Ko	Laktoferrin	Tilsætningsstof til modermælkserstatning

Figur 97. Eksempler på transgene dyr og anvendelsen af genproduktet (polypeptidet) af det indspilede gen.

Side 84 i bogen.

Genetikbogen

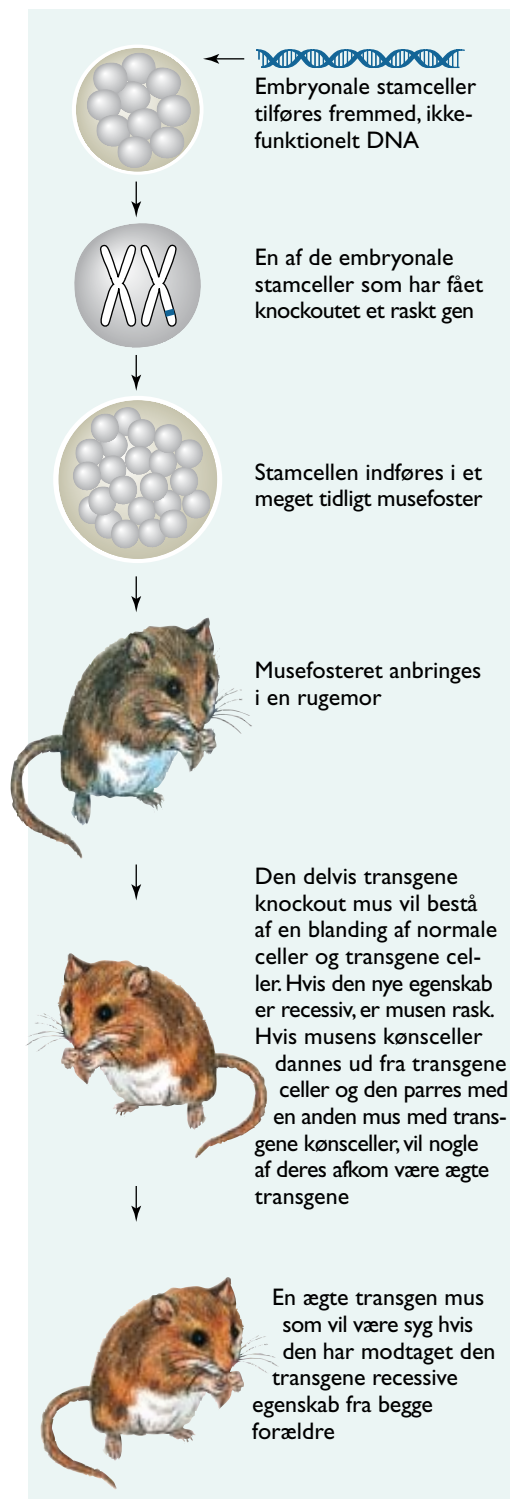
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

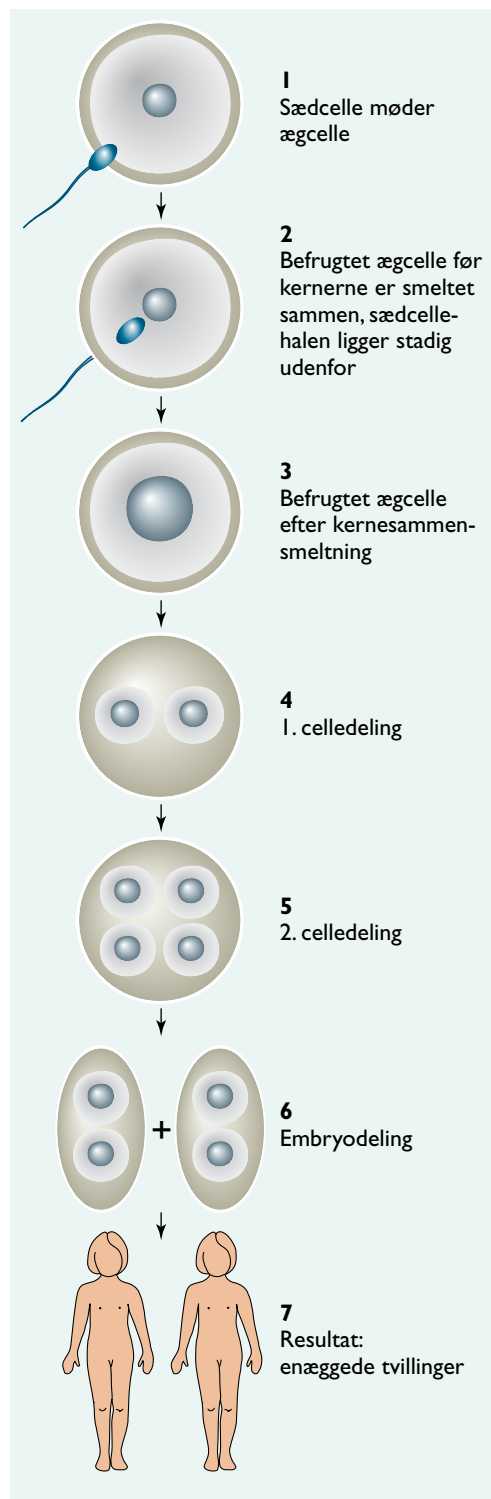
[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



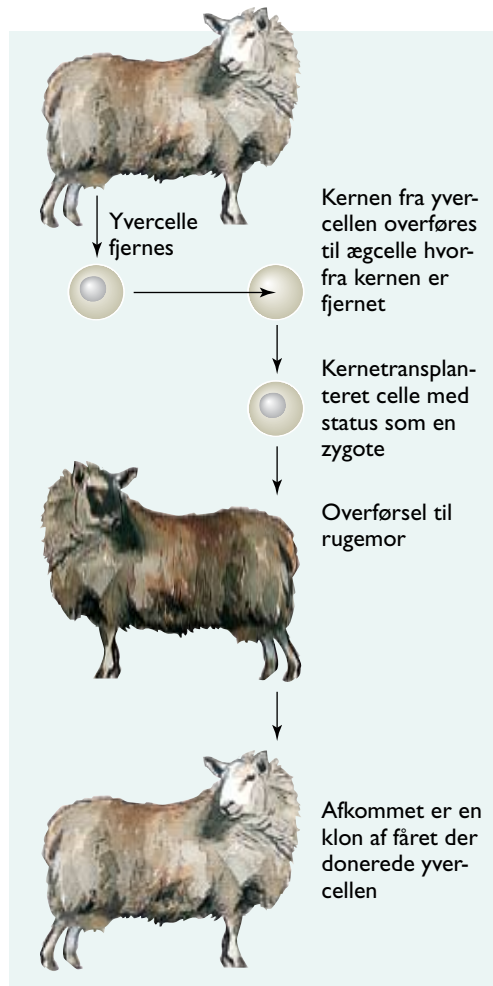
Figur 101. Princip i fremstilling af knockout mus.
 Side 87 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt



Figur 102. Hvordan enæggede tvillinger bliver til.
 Side 88 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

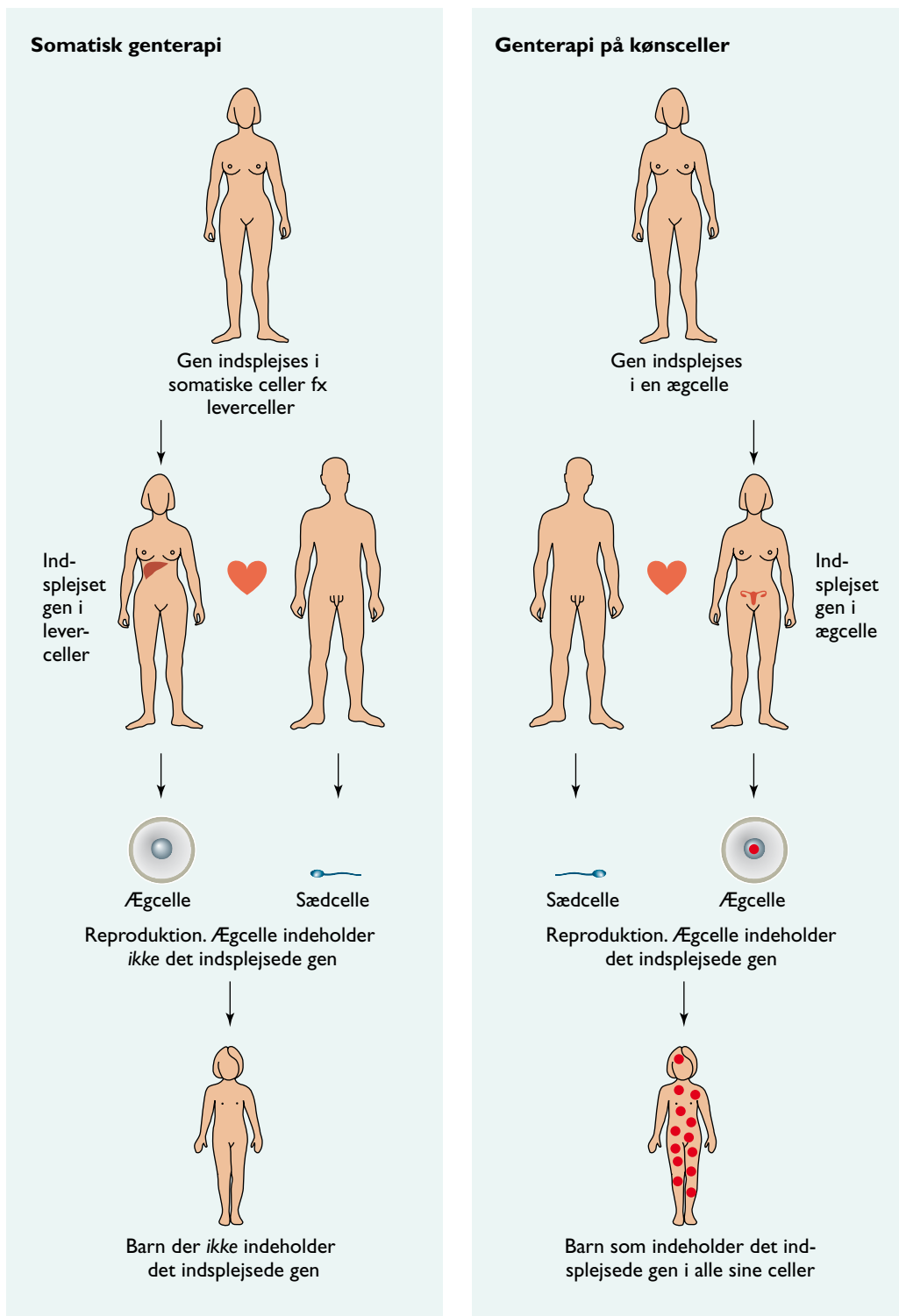
Tilbage til oversigt



Figur 103. Hvordan Dolly blev til.
Side 89 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 104. Forskel på somatisk genterapi og genterapi på kønsceller.

Side 91 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

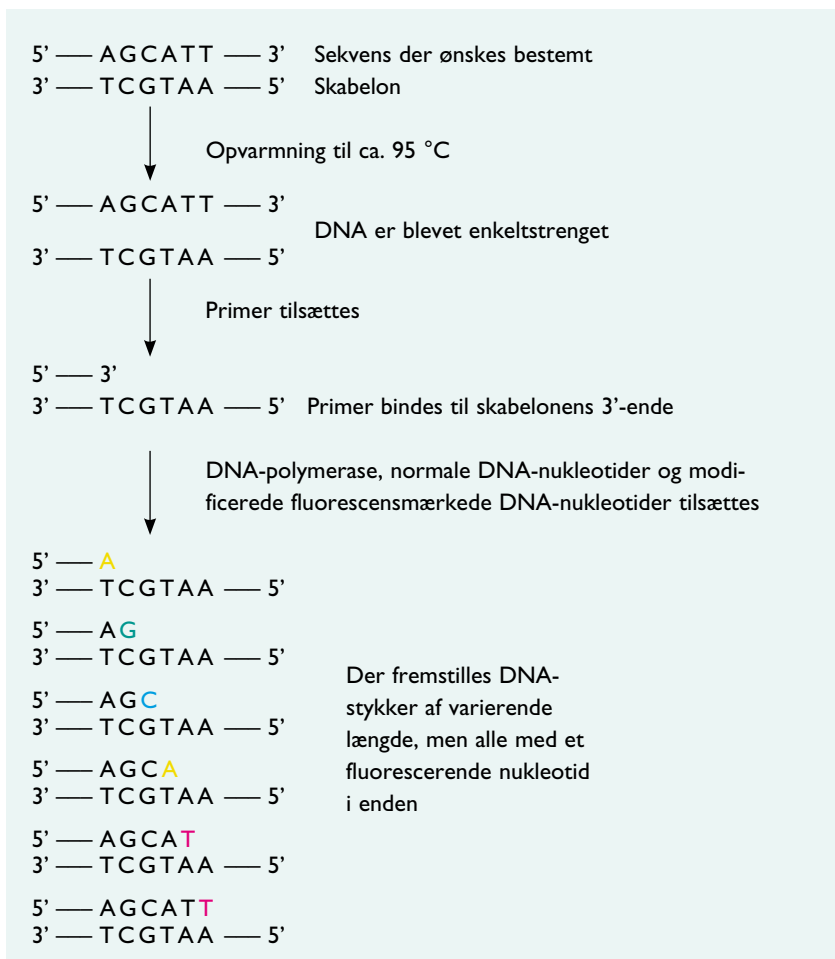
Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

7 Analyser af menneskets DNA

- 107. Fremstilling af fluorescensmærket DNA.
- 109. Gel med fluorescerende DNA-bånd.
- 110. Princippet i konstruktion af DNA-sekvenser.
- 111. Restriktionsfragment længde polymorfi.
- 113. PCR-metoden.
- 114. Sammenligning af aktiviteten af et gen i forskellige væv vha. DNA-chips.
- 115. Bestemmelse af udvalgte mutationer vha. DNA-chips.

[Tilbage til oversigt](#)

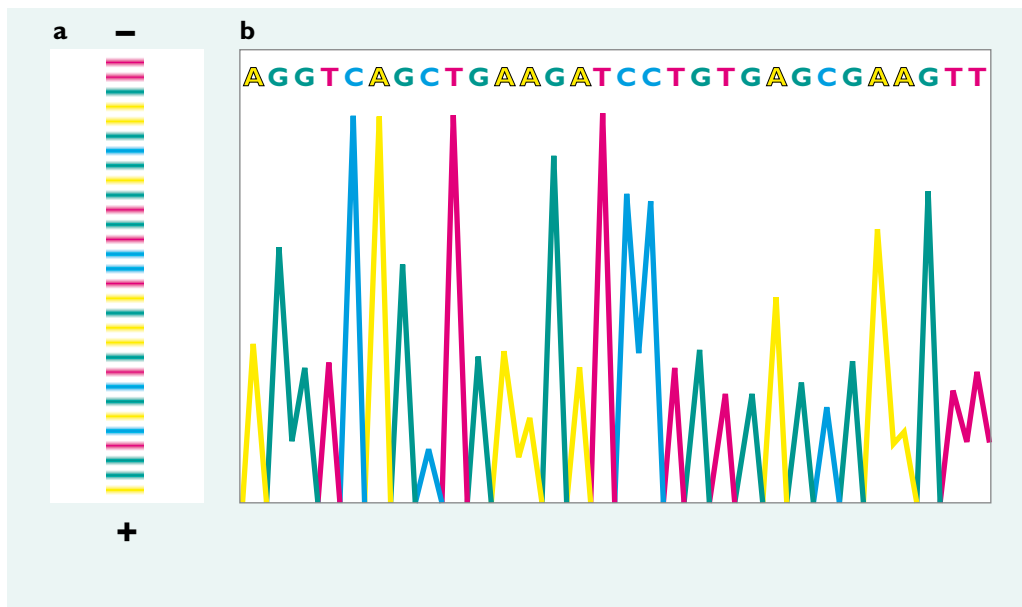
© Nucleus Forlag



Figur 107. Fremstilling af fluorescensmærket DNA af forskellig længde.
 Side 96 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 109. a. Gel med fluorescerende DNA-bånd. b. Computerudskrift efter scanning med laserlys af den fluorescerende gel.

Side 97 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 110. Ud fra tre DNA-sekvenser med overlappende ender konstrueres en længere DNA-sekvens. På figuren er kun princippet vist.

Side 97 i bogen.

Genetikbogen

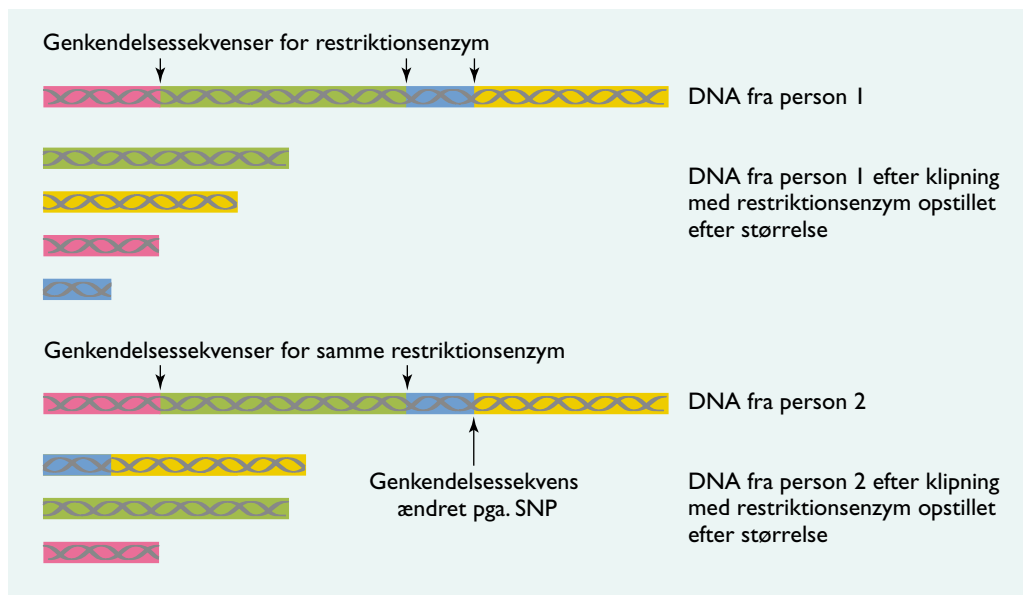
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 111. Restriktionsfragment længde polymorfi (RFLP) der opstår ved klipning med restriktionsenzym.

Side 99 i bogen.

Genetikbogen

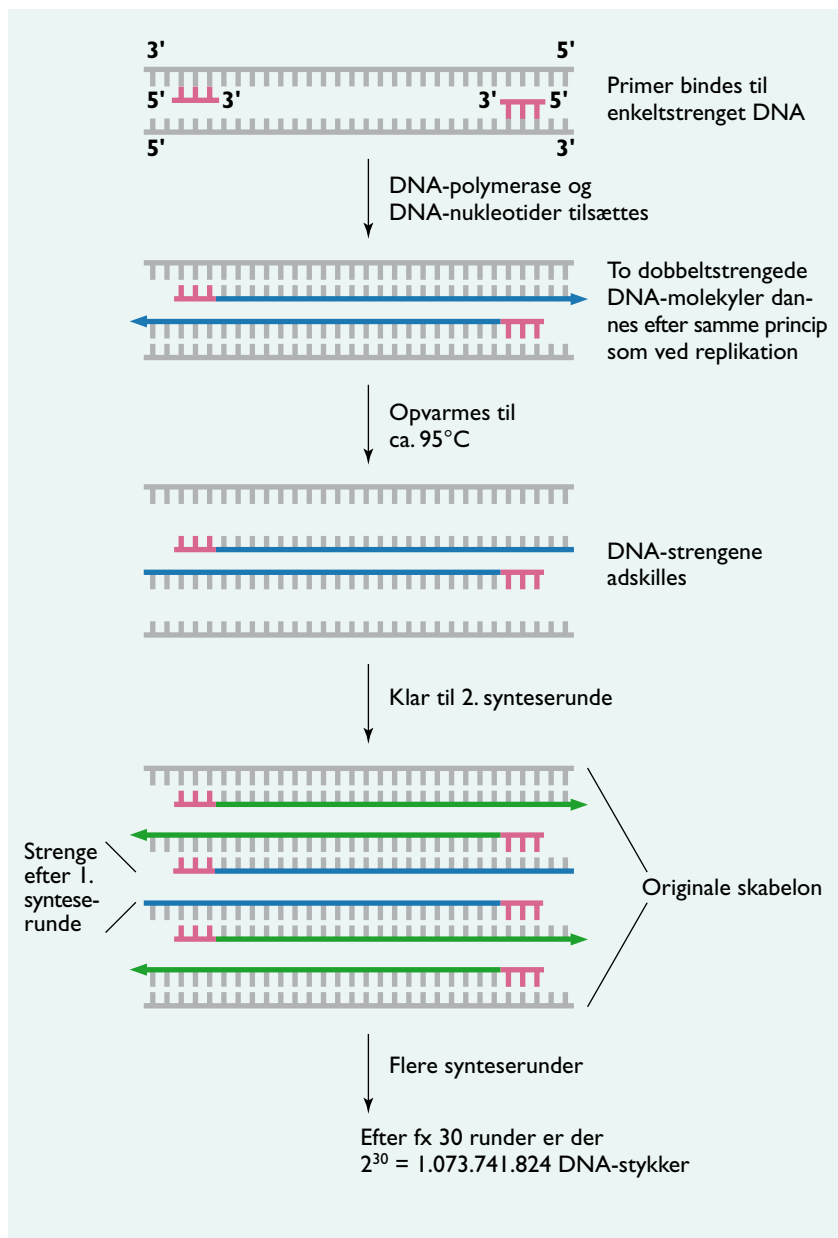
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

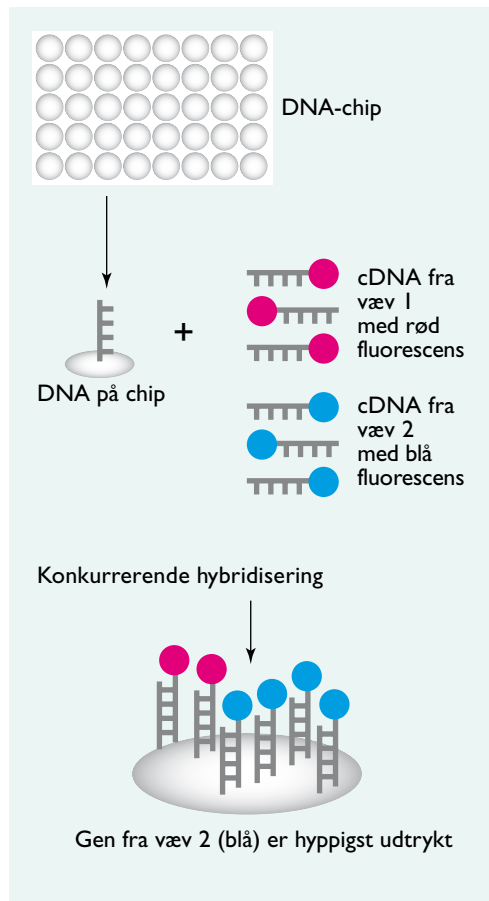
© Nucleus Forlag



Figur 113. PCR-metoden.
 Side 100 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

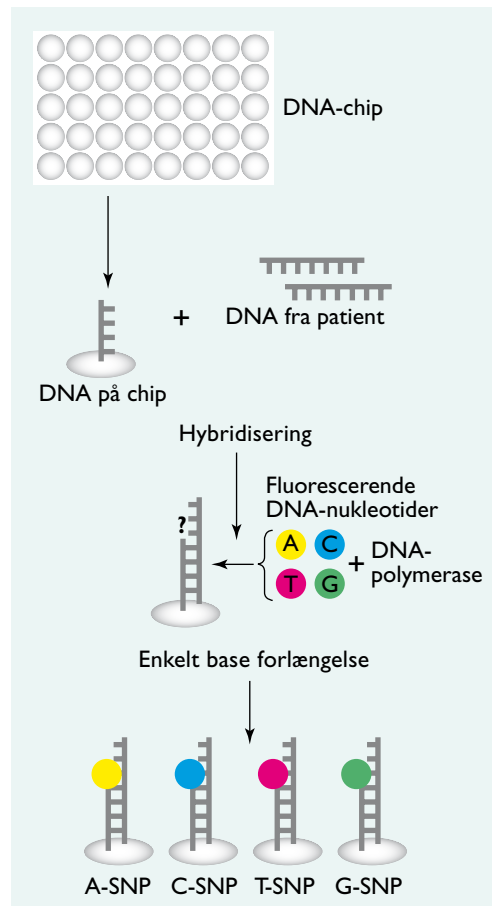
© Nucleus Forlag



Figur 114. Sammenligning af aktiviteten af et gen i forskellige væv vha. DNA-chips.
 Side 102 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 115. Bestemmelse af udvalgte mutationer vha. DNA-chips.
 Side 102 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

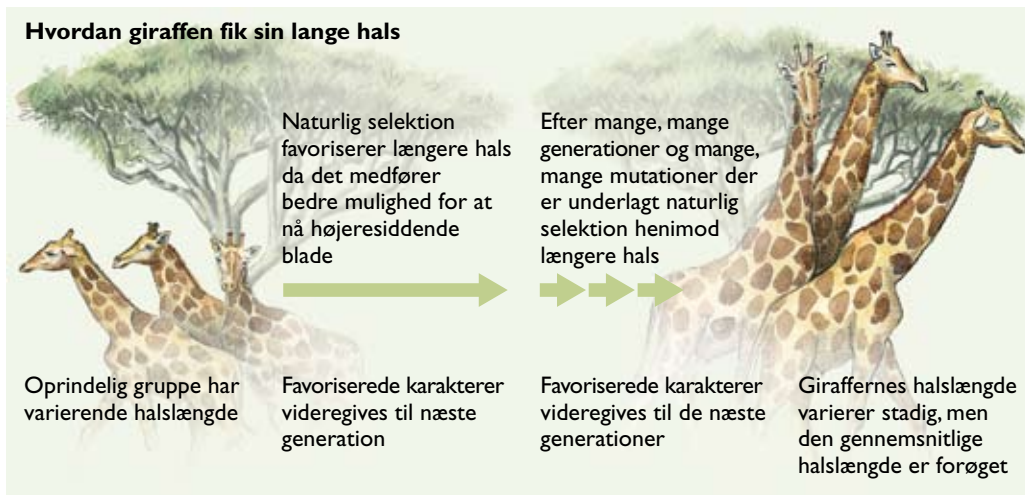
Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

8 Evolution og artsdannelse

- 121. En nutidig forklaring på giraffens lange hals.
- 123. Endemisme-procent som funktion af isolation.
- 124. Finkearternes næb på Galapagosøerne.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 121. En nutidig forklaring på giraffens lange hals i overensstemmelse med Darwins evolutionsteori.

Side 110 i bogen.

Genetikbogen

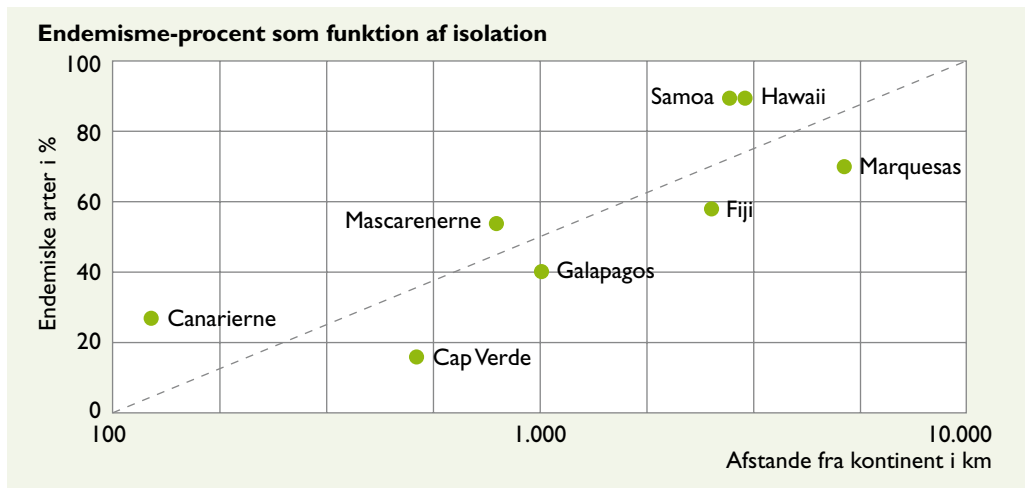
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 123. Procenten af endemiske plantearter på tropiske oceaniske øgrupper i forhold til afstand til nærmeste kontinent.

Side 113 i bogen.

Genetikbogen

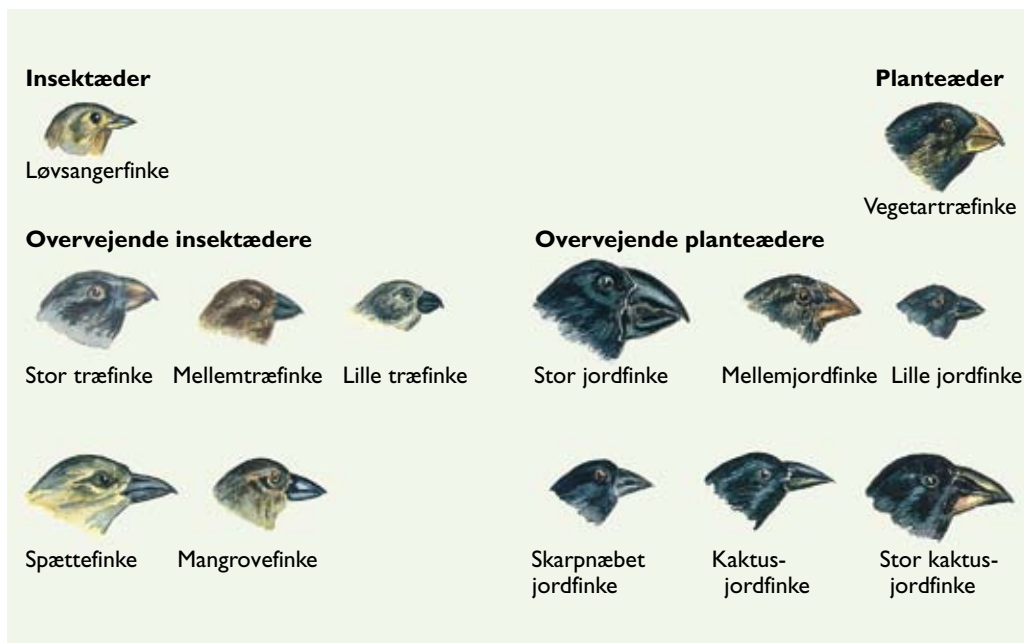
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 124. Næbets udseende hos de 13 arter af finker på Galapagosøerne.

Side 113 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

GENETIKBOGEN

Genetik, genteknologi og evolution

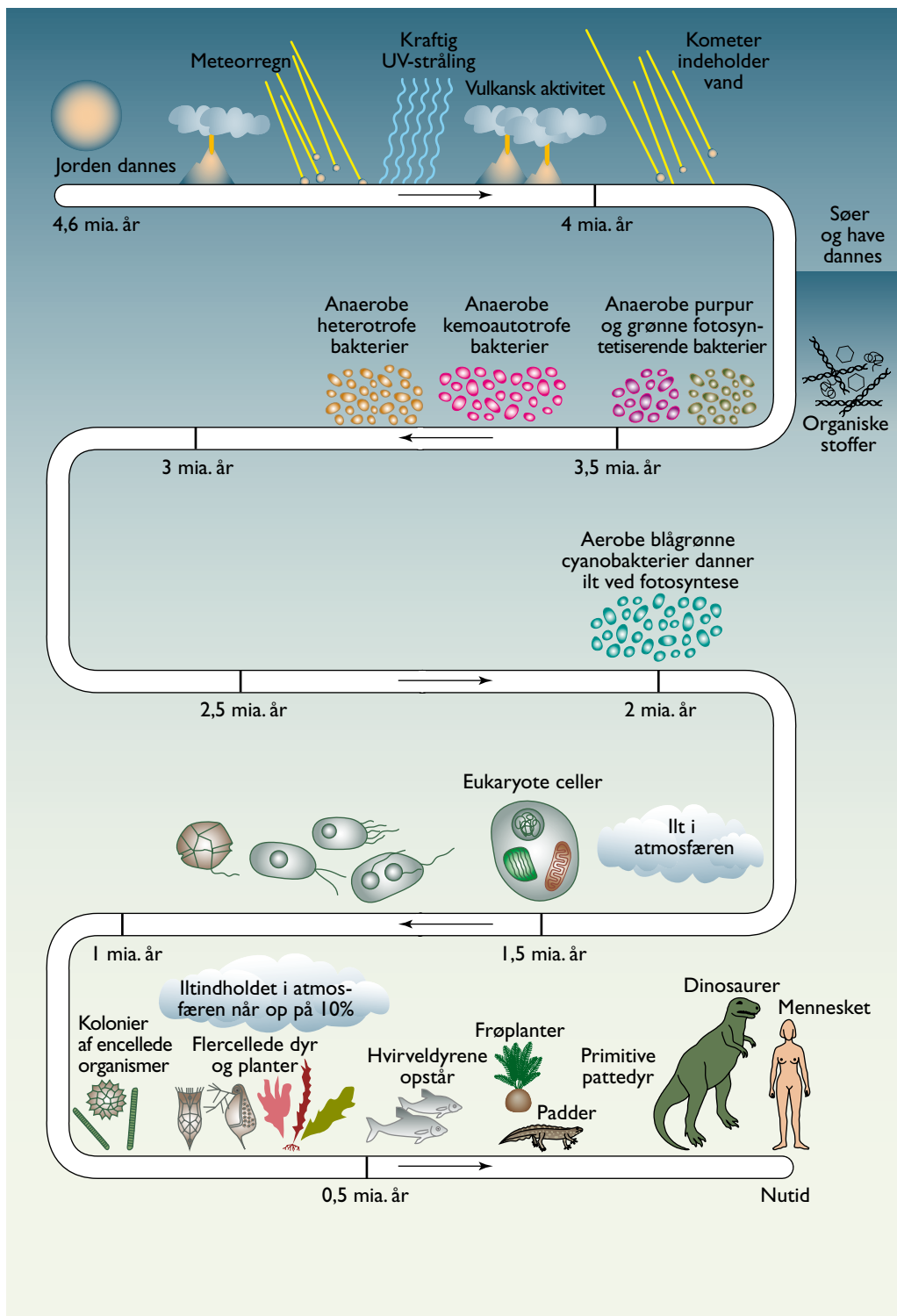
Figurer fra Genetikbogen
Figurerne vises som pdf-filer

9 Livets oprindelse og menneskets evolution

- 127. Tidslinje over begivenheder på jorden.
- 128. Den kemiske evolution.
- 129-130. Oversigt over typer af ernæringsmåder hos anaerobe og aerobe prokaryoter.
- 131. Prokaryotisk celle og eukaryotisk plantecelle.
- 132. Dannelse af den eukaryote celle og den første eukaryote plantecelle.
- 134. Eksempler på organismer fra de fem riger.
- 137. Menneskets kromosom nr. 2 i forhold til nr. 12 og 13 hos chimpansen.
- 138. Princip i smeltepunktsanalyse.
- 139. Resultater fra forsøg med DNA-DNA-hybridisering.
- 140. Stamtræ for mennesket og menneskeaberne.
- 142. Sammenligning af tre fosterstadier hos hvirveldyr.
- 143. Histogrammer over variation af mtDNA.
- 144. Variation mellem 15 befolkningsgrupper vist som netværk.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 127. Tidslinje over begivenheder på jorden siden dens dannelse.

Side 117 i bogen.

Genetikbogen

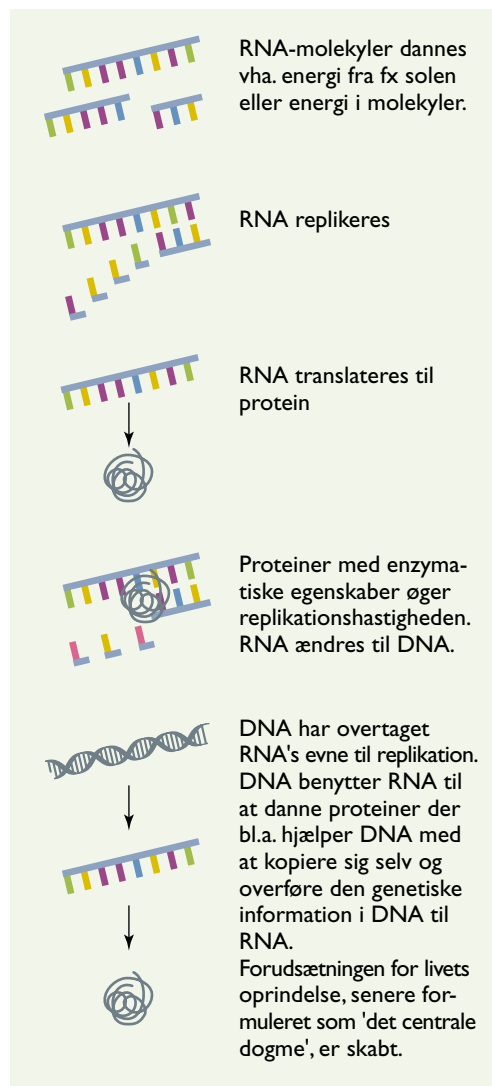
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 128. Den kemiske evolution.
 Side 119 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag

Anaerobe prokaryoter			
Eksempel på bakteriegruppe	Ernæringsmåde	Type kemisk proces	Eksempel på kemisk proces
Purpursvovlbakterier	Autotroft – Det vil sige danner selv organisk stof	Fotosyntese – Energi kommer fra lys	$12\text{H}_2\text{S} + 6\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 12\text{S}$ glukose
Metandannende bakterier		Kemosyntese – Energi kommer fra kemisk forbindelse	$4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ metan
Smørsyrebakterier	Heterotroft – Det vil sige skal have organisk stof tilført	Gæring	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{COOH} + 2\text{H}_2 + 2\text{CO}_2$ glukose smørsyre

Figur 129. Oversigt over typer af ernæringsmåder hos anaerobe prokaryoter.

Side 120 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Aerobe prokaryoter			
Eksempel på bakteriegruppe	Ernæringsmåde	Type kemisk proces	Eksempel på kemisk proces
Cyanobakterier	Autotroft	Fotosyntese	$6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Svovlbakterier		Kemosyntese	$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ \downarrow $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Almindelige forrådnelsesbakterier	Heterotroft	Respiration	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Figur 130. Oversigt over typer af ernæringsmåder hos aerobe prokaryoter.

Side 121 i bogen.

Genetikbogen

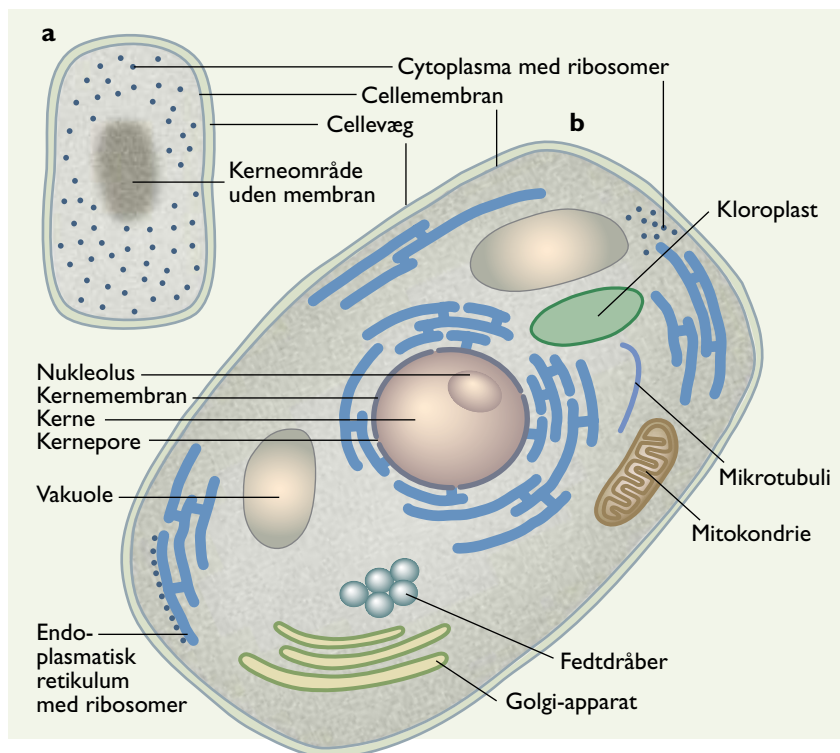
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 131. a. Prokaryotisk celle og b. eukaryotisk plantecelle.

Side 122 i bogen.

Genetikbogen

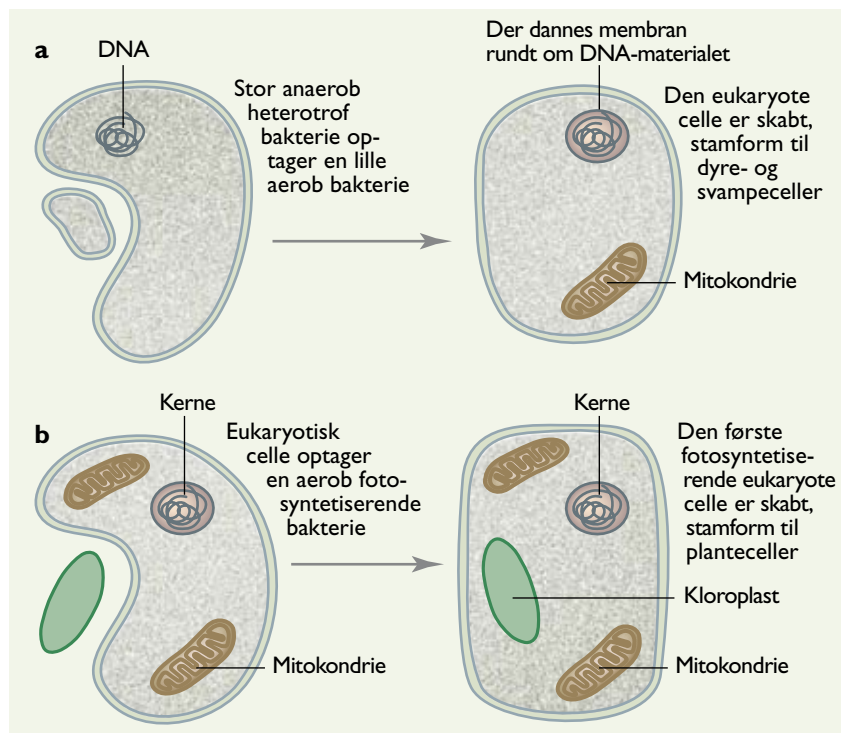
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 132. a. Dannelse af den eukaryote celle og b. dannelse af den første eukaryote plantecelle.

Side 122 i bogen.

Genetikbogen

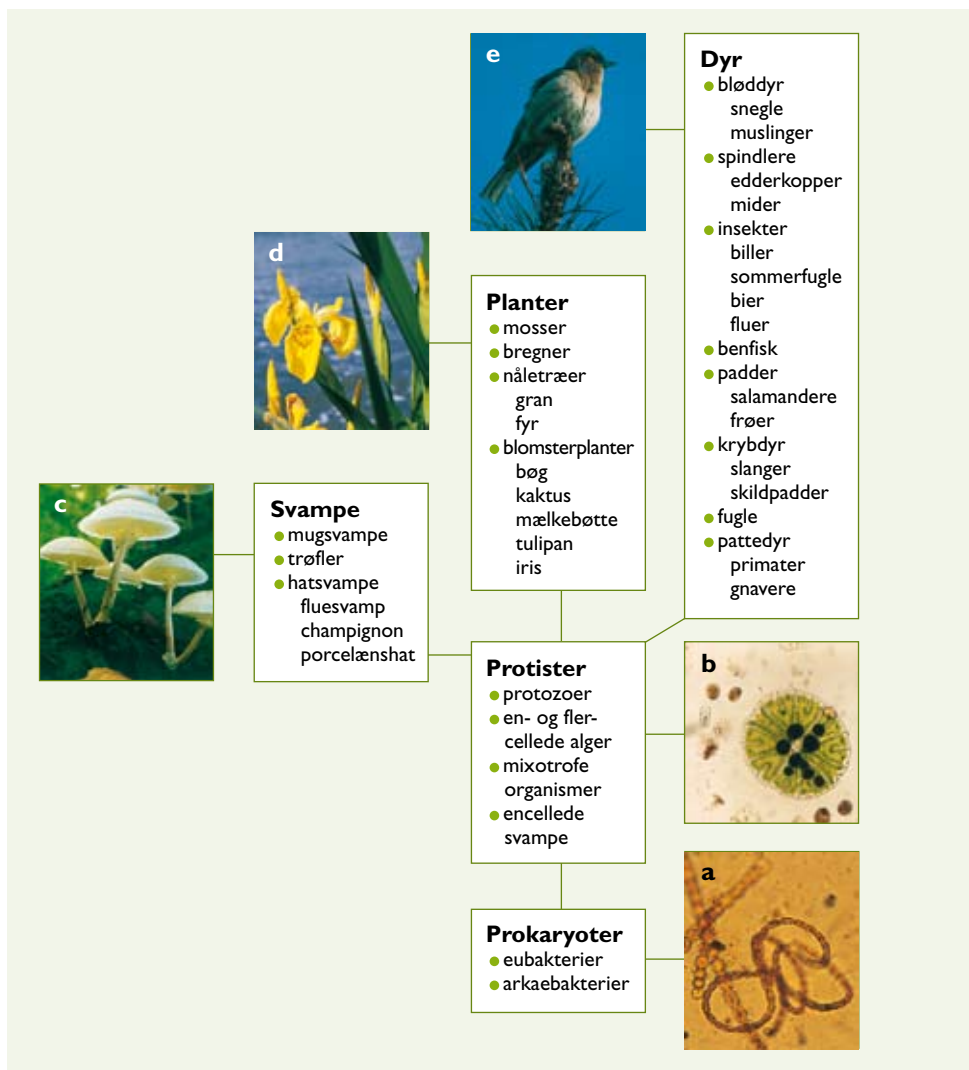
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 134. Eksempler på organismer fra de fem riger.

Side 123 i bogen.

Genetikbogen

Genetik, genteknologi og evolution

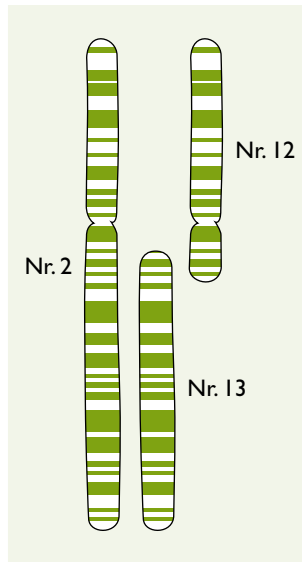
Tegning: Erik Hjørne.

Fotos: Per Schriver.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 137. Menneskets kromosom nr. 2 er dannet ved sammensmeltning af det der er nr. 12 og 13 hos chimpansen.

Side 126 i bogen.

Genetikbogen

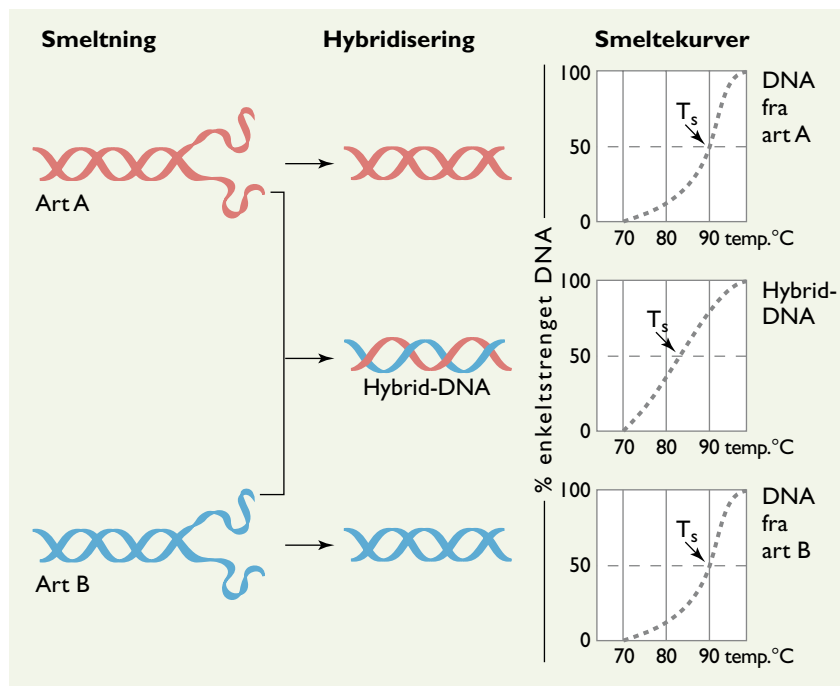
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag



Figur 138. Princip i smeltepunktsanalyse.
 Side 126 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

© Nucleus Forlag

Sammenlignede individer	1	2
	Ændring af smeltepunkt i °C	Forskel på DNA i %
Menneske – menneske	0,31	0,28
Chimpanse – chimpanse	0,39	0,35
Chimpanse – dværgchimpanse	0,77	0,70
Menneske – chimpanse	1,59	1,44
Menneske – dværgchimpanse	1,59	1,44
Menneske – gorilla	2,50	2,27
Chimpanse – gorilla	2,55	2,32
Menneske – orangutang	3,49	3,17
Chimpanse – orangutang	3,52	3,20
Gorilla – orangutang	3,57	3,25

Figur 139. Resultater fra forsøg med DNA-DNA-hybridisering mellem forskellige individer af mennesker og menneskeaber. Side 127 i bogen.

Genetikbogen

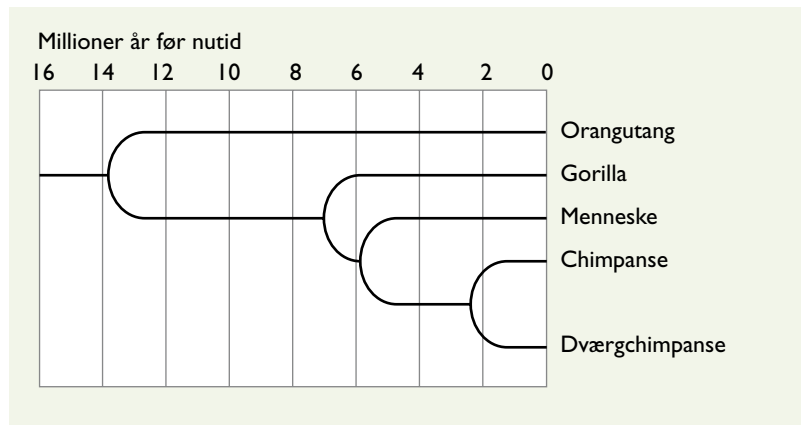
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 140. Stamtræ for mennesket og menneskeaberne konstrueret på grundlag af molekulære data kombineret med tidsdatering af fossiler.

Side 127 i bogen.

Genetikbogen

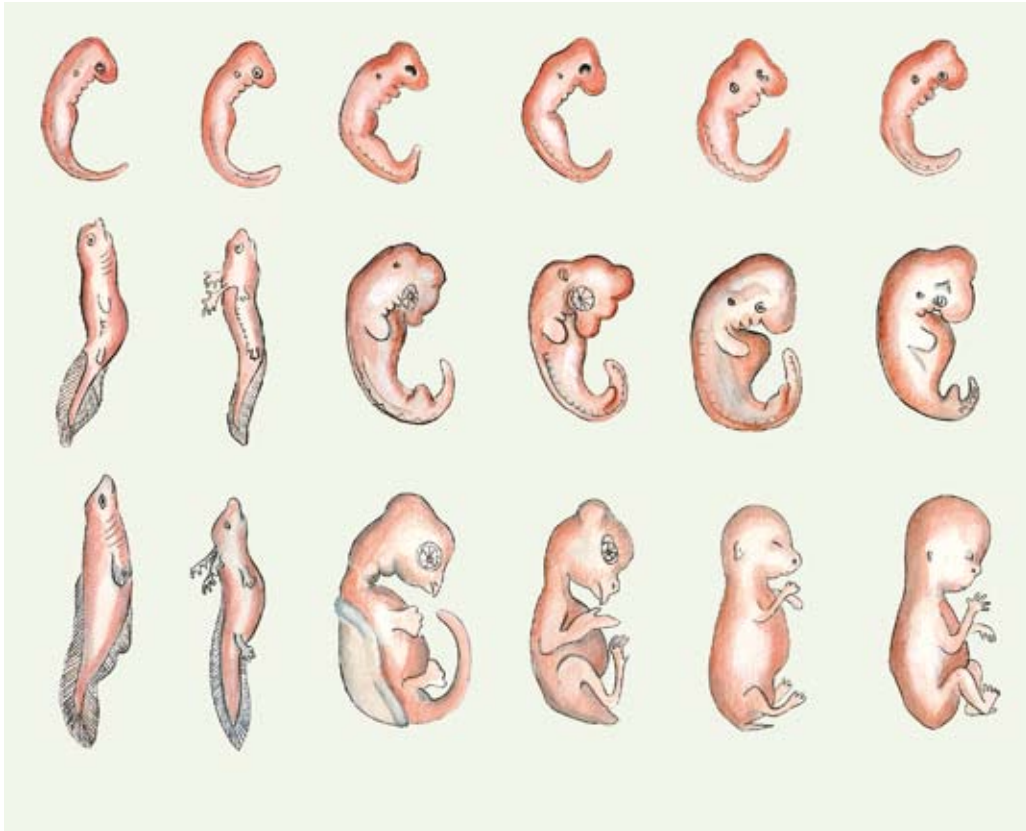
Genetik, genteknologi og evolution

Tegning: Erik Hjørne.

© Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

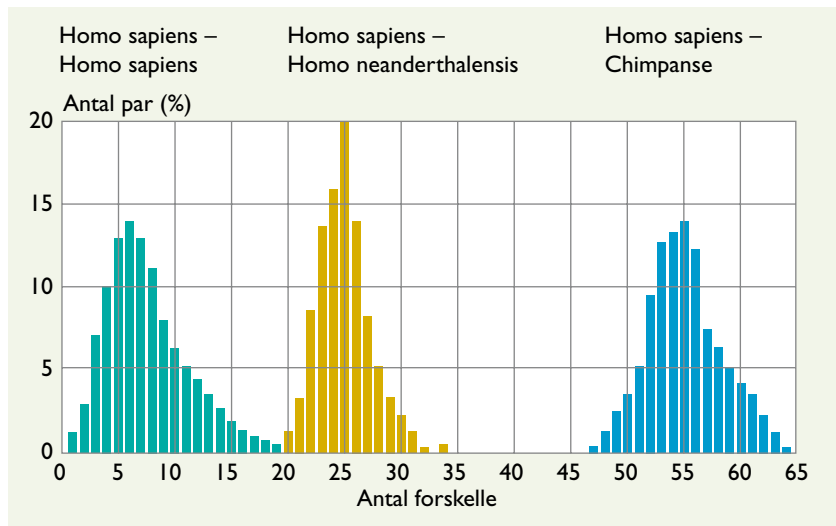
© Nucleus Forlag



Figur 142. Sammenligning af tre fosterstadier hos nogle hvirveldyr.
Side 128 i bogen.
Genetikbogen
Genetik, genteknologi og evolution
Tegning: Erik Hjørne.
© Nucleus Forlag.

[Tilbage til oversigt](#)

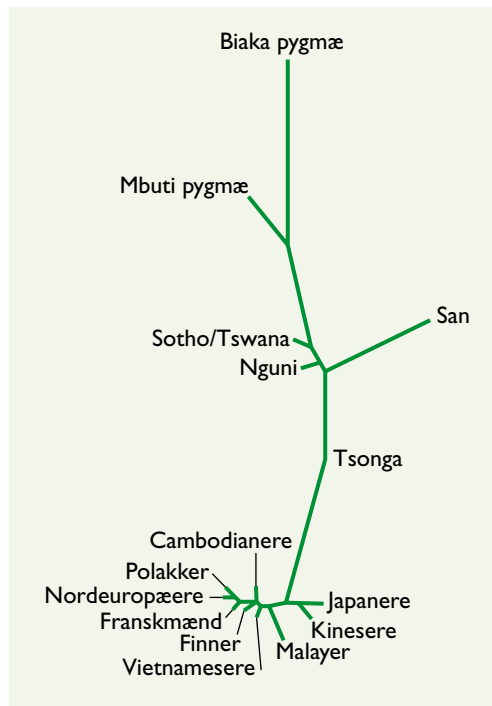
© Nucleus Forlag



Figur 143. Histogrammer over variation af mtDNA.
 Side 130 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag



Figur 144. Variation mellem 15 befolkningsgrupper vist som netværk.
 Side 130 i bogen.
 Genetikbogen
 Genetik, genteknologi og evolution
 Tegning: Erik Hjørne.
 © Nucleus Forlag.

Tilbage til oversigt

© Nucleus Forlag