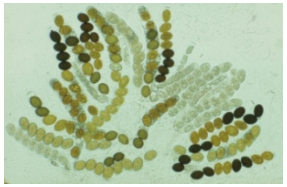
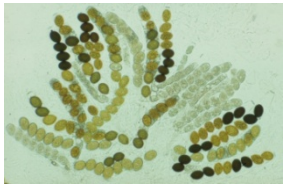
Vorlesung: Genetik & Molekularbiologie



Prof. Dr. Heinz D. Osiewacz

Gliederung

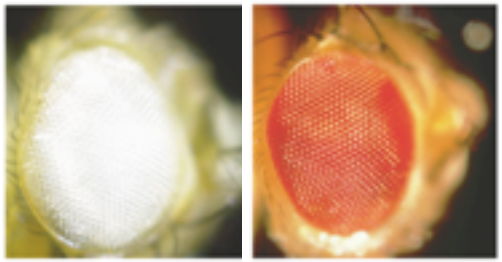
i. Fortpflanzung und Vererbung
ii. Mitose und Meiose
iii. Mendel‘sche Erbgänge: chromosomale Vererbung
iv. Anwendung der Mendel‘schen Gesetze, Ausnahmen
v. Genetische Kartierungen bei Eukaryonten
vi. Genetische Kartierungen bei Prokaryonten
vii. Geschlechtsbestimmung
viii. Chromosomenmutationen
ix. Extrachromosomale Vererbung

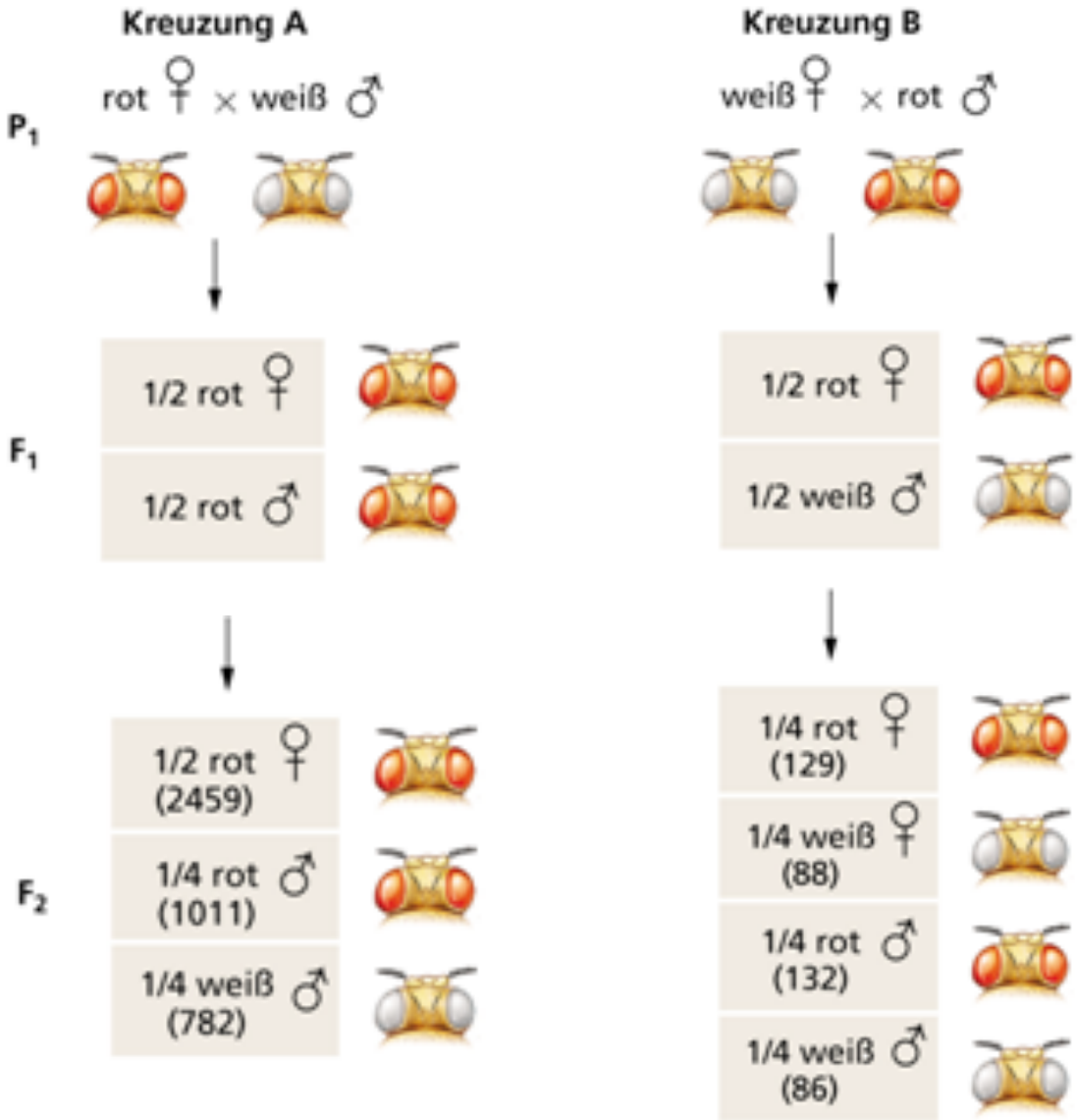


Rückblick letzte Vorlesung:

1. X-Chromosomen gekoppelte Vererbung
2. Genkopplung
3. Crossing-over und Aufhebung der Genkopplung
4. Genkartierung
5. Tetradenanalyse (geordnete Tetraden)
6. Tetradenanalyse: Vergleich geordnete/ ungeordnete Tetraden

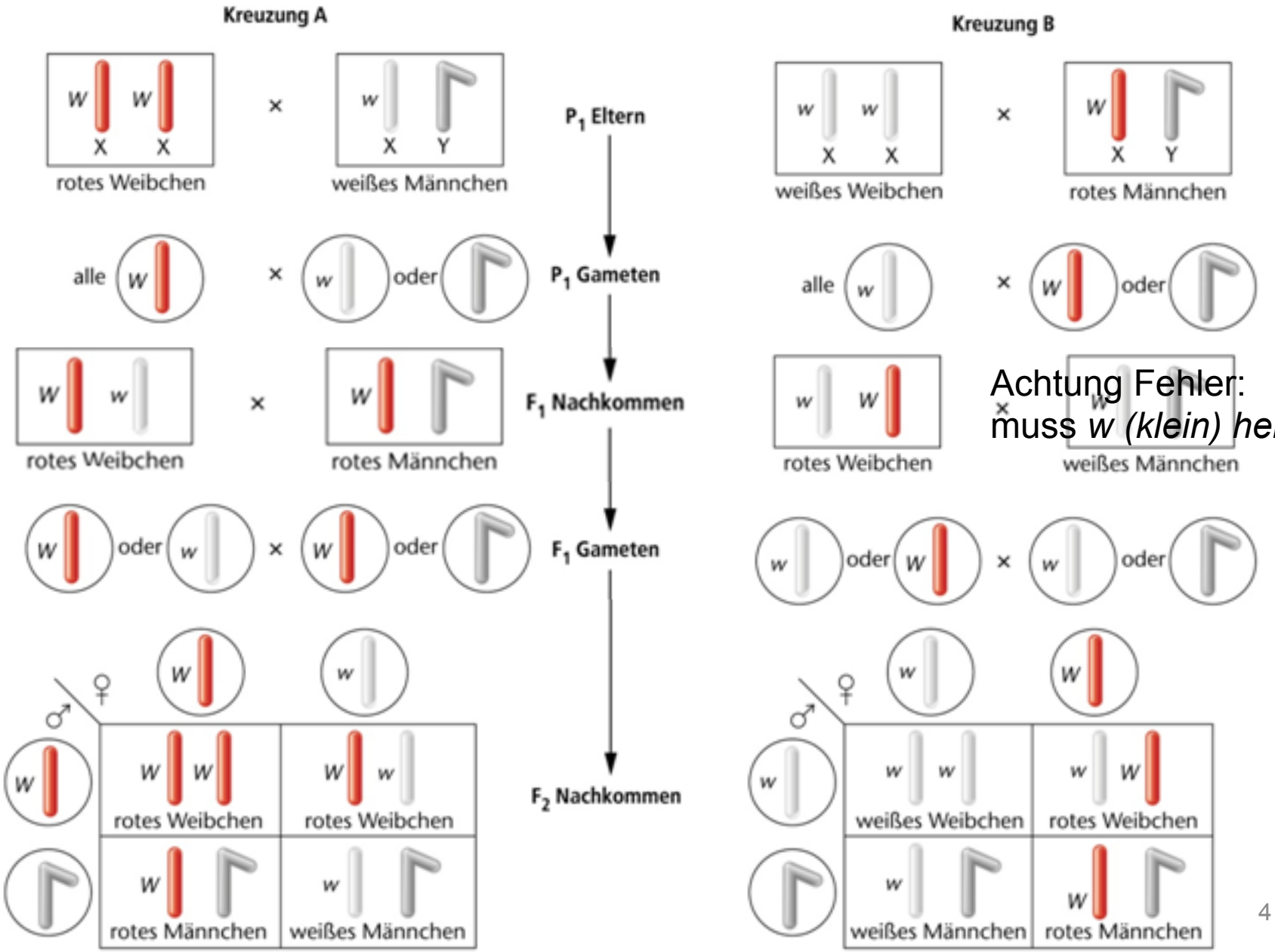
Vererbung der Augenfarbe bei *Drosophila melanogaster* (Wdh)





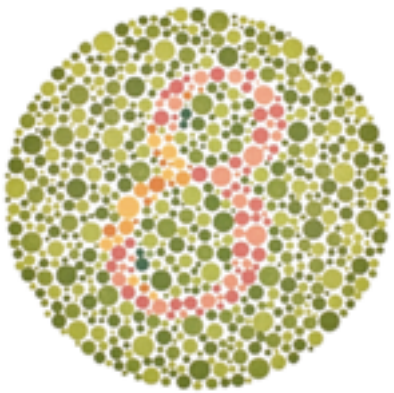
F_1: Reziprokenunterschiede, Aufspaltung, wenn P_1-Weibchen weiße Augen hatten
F_2: bei reziproken Kreuzungen> unterschiedliche Aufspaltungen

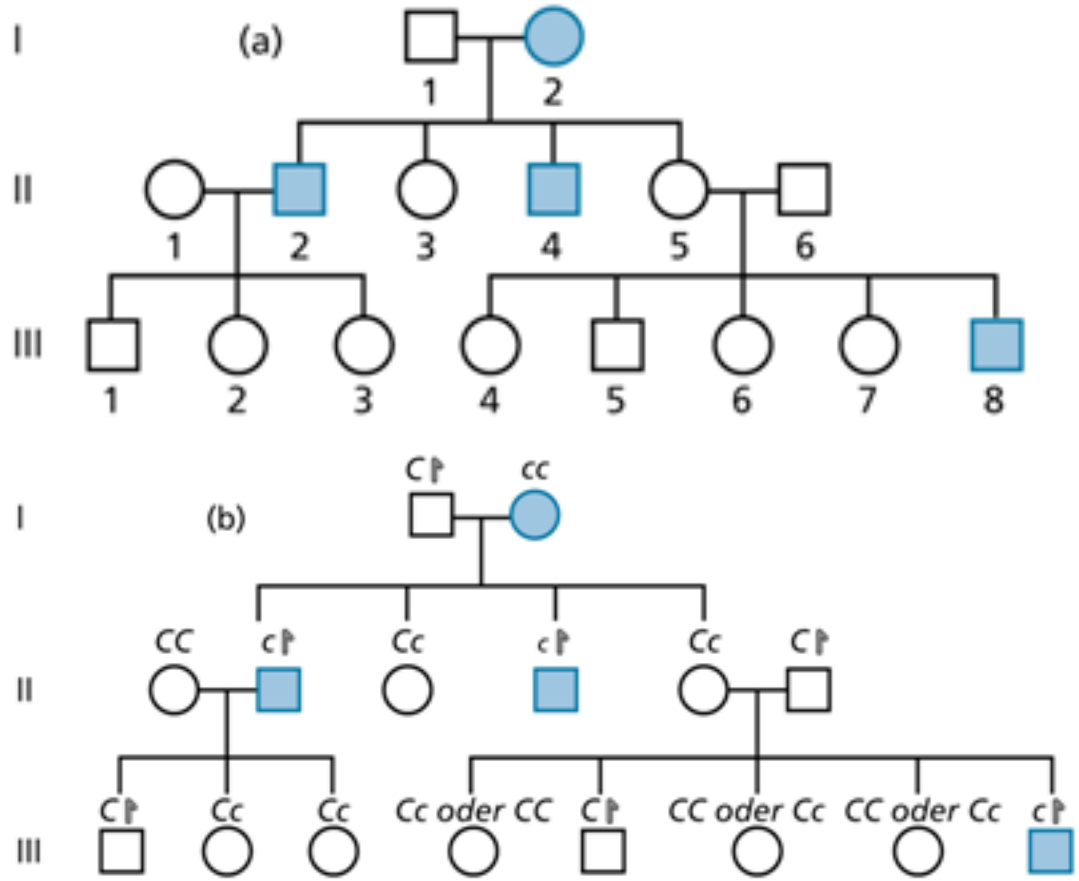
X-Chromosomen gekoppelte Vererbung (Wdh)



Achtung Fehler:
muss *w (klein) heißen*

Vererbung der Farbenblindheit (Wdh)





Symbole
c = Farbblindheit
C = normales Sehvermögen
♂ = Y-Chromosom

<u>Hinweise auf X-Chromomen gekoppelte Vererbung einer rezessiven Mutation beim Menschen:</u>

•Es gilt die **Überkreuzungsregel**: bei X-Kopplung geben homozygote Mütter an ALLE Söhne die phänotypischen Merkmale weiter (z.B. Farbenblindheit), die von rezessiven X-gekoppelten Genen gesteuert werden.

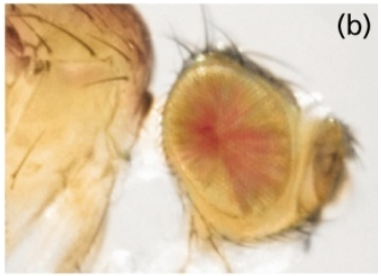
•**Außerdem:** Die betroffene (homozygote) Mutter gibt das Merkmal (z.B. Farbenblindheit) an alle Söhne weiter, nicht aber an ihre Töchter.

Geschlechtsbeeinflusste Merkmale (Wdh)

Genotyp	Phänotyp	
	weiblich	**männlich**
BB	kahlköpfig	kahlköpfig
Bb	nicht kahlköpfig	kahlköpfig
bb	nicht kahlköpfig	nicht kahlköpfig

Der Phänotyp hängt außer von der Allelausstattung eines spezifischen Gens (hier *B*) vom Hormonstatus ab

Positionseffekte/ Temperatureffekte (Wdh)



W^+/w > ziegelrote Augen von *Drosophila*, da eine W^+ Kopie ausreichend für Pigmentbildung.
Wird W^+ Allel in einen heterochromatischen Chromosomenbereich verlagert, erfolgt eine veränderte Expression des Allels und Pigmentbildung

Himalayahase und Siamkatze: Schwarze Farbflecken bedingt durch erhöhte Pigmentbildung in Körperbereichen niedrigerer Temperatur aufgrund des Einflusses der Temperatur auf die Enzymaktivität.

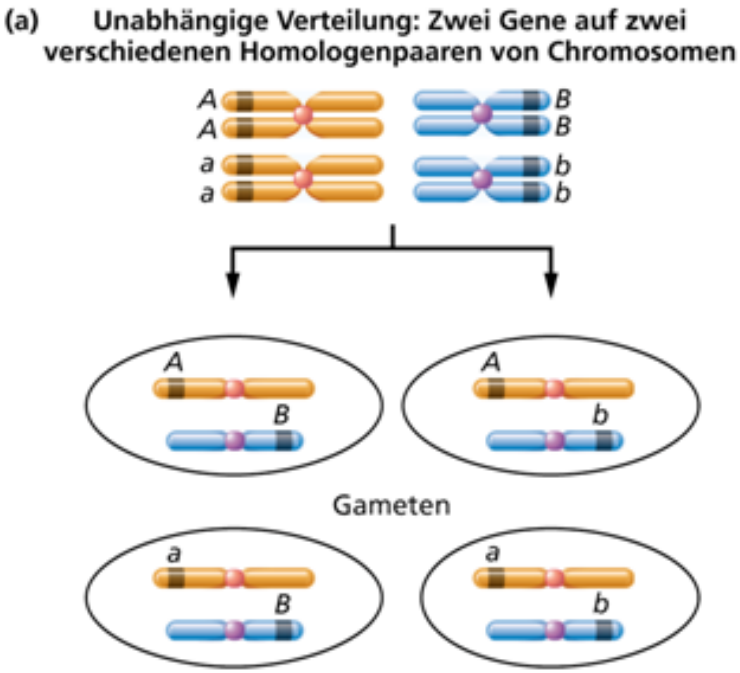
Analyse eines dihybriden Erbganges

3. Mendel‘sches Gesetz: Die einzelnen Erbanlagen sind frei kombinierbar, d.h. sie werden unabhängig voneinander vererbt und bei der Keimzellenbildung neu kombiniert (Achtung: dies gilt nur bedingt!!!)

AaBb x *AaBb*

	AB	*Ab*	*aB*	*ab*
AB	*AABB*	*AABb*	*AaBB*	*AaBb*
Ab	*AAbB*	*AAbb*	*AabB*	*Aabb*
aB	*aABB*	*aABb*	*aaBB*	*aaBb*
ab	*aAbB*	*aAbb*	*aabB*	*aabb*

Aufspaltung, Phänotyp: 9:3:3:1



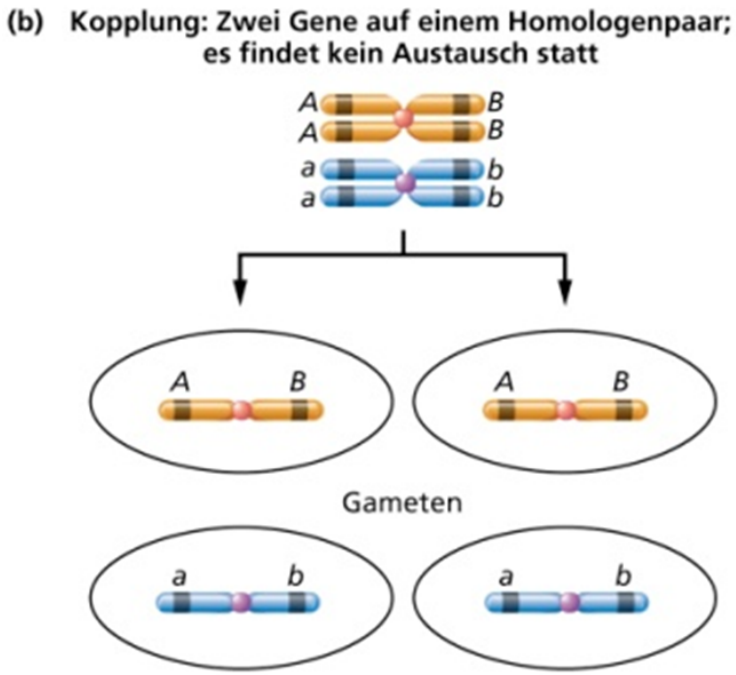
Analyse eines dihybriden Erbganges (Wdh)

3. Mendel'sches Gesetz: Die einzelnen Erbanlagen sind frei kombinierbar, d.h. sie werden unabhängig voneinander vererbt und bei der Keimzellenbildung neu kombiniert (Achtung: dies gilt nur bedingt!!!)

AaBb x *AaBb*

	AB	*Ab*	*aB*	*ab*
AB	*AABB*	*AABb*	*AaBB*	*AaBb*
Ab	*AAbB*	*AAbb*	*AabB*	*Aabb*
aB	*aABB*	*aABb*	*aaBB*	*aaBb*
ab	*aAbB*	*aAbb*	*aabB*	*aabb*

Aufspaltung, Phänotyp: 9:3:3:1



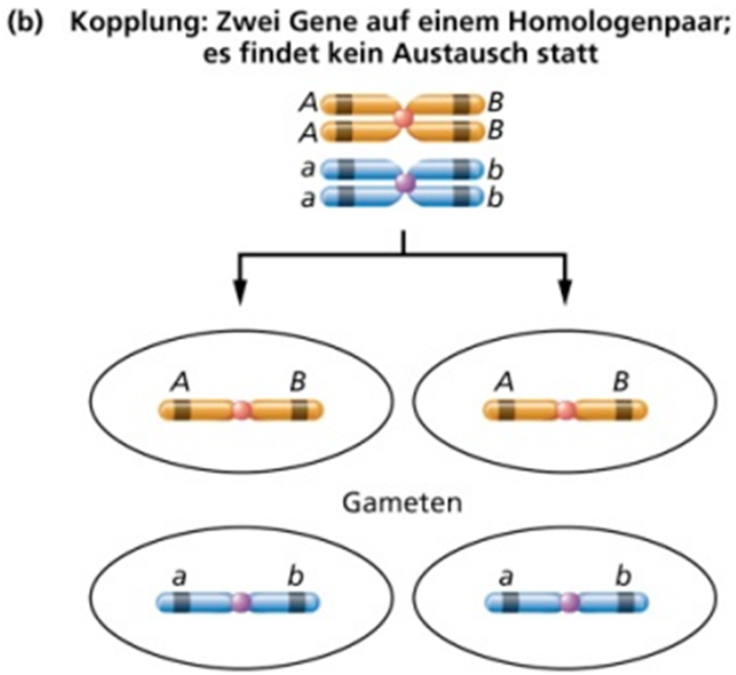
Analyse eines dihybriden Erbganges (Wdh)

3. Mendel'sches Gesetz: Die einzelnen Erbanlagen sind frei kombinierbar, d.h. sie werden unabhängig voneinander vererbt und bei der Keimzellenbildung neu kombiniert (Achtung: dies gilt nur bedingt!!!)

AaBb x *AaBb*

	AB		*ab*
AB	*AABB*		*AaBb*
ab	*aAbB*		*aabb*

Aufspaltung, Phänotyp: 3:1



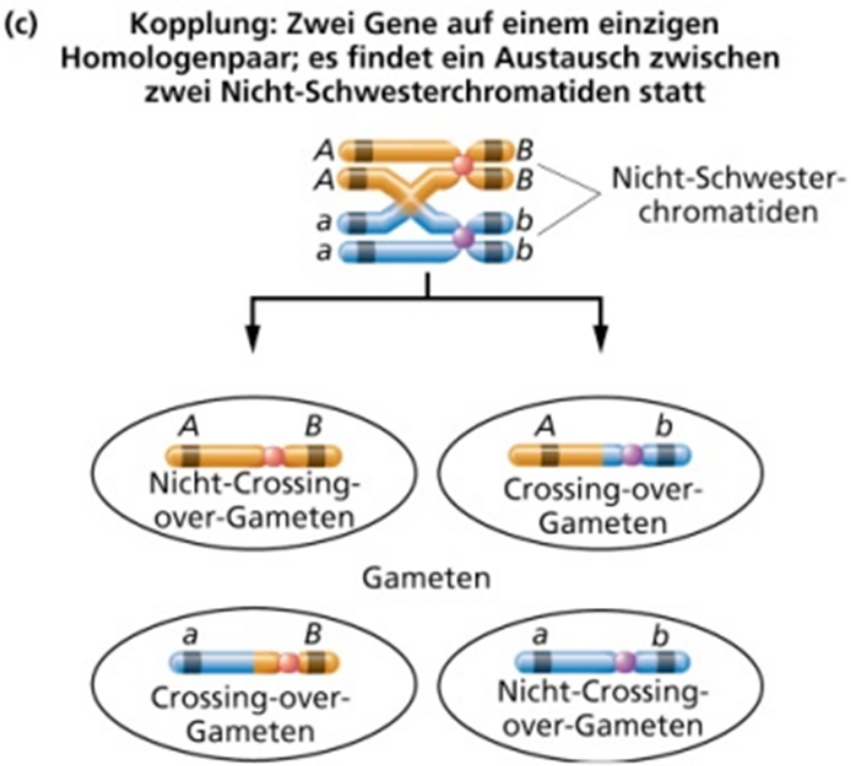
Analyse eines dihybriden Erbganges (Wdh)

3. Mendel'sches Gesetz: Die einzelnen Erbanlagen sind frei kombinierbar, d.h. sie werden unabhängig voneinander vererbt und bei der Keimzellenbildung neu kombiniert (Achtung: dies gilt nur bedingt!!!)

AaBb x *AaBb*

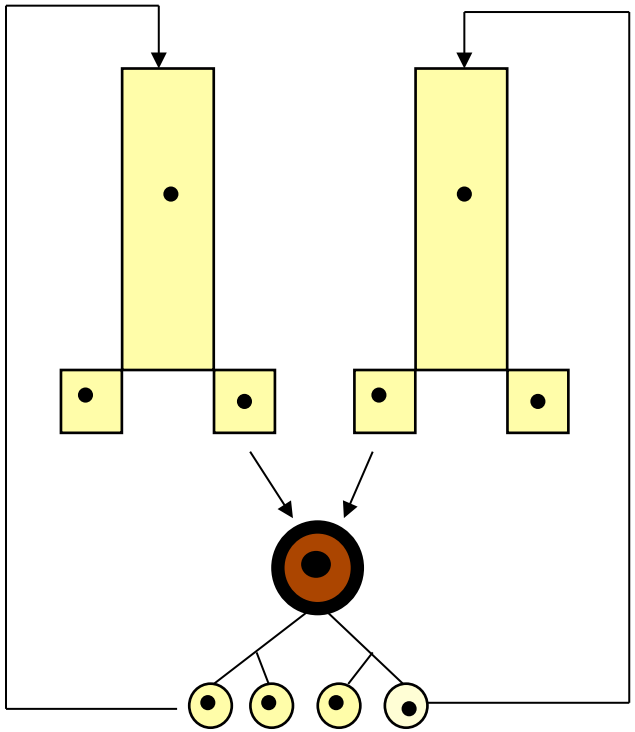
	AB	*(Ab)*	*(aB)*	*ab*
AB	*AABB*	*AABb*	*AaBB*	*AaBb*
(Ab)	*AAbB*	*AAbb*	*AabB*	*Aabb*
(aB)	*aABB*	*aABb*	*aaBB*	*aaBb*
ab	*aAbB*	*aAbb*	*aabB*	*aabb*

Aufspaltung, Phänotyp: [9:3:3:1 ???]



Tritt NICHT immer ein crossing-over zwischen zwei Tochterchromatiden zwischen Gen A und B auf, werden von 1:1:1:1 abweichende Gametenzahlen erhalten > Veränderung der Aufspaltung von 9:3:3:1

Pilze als Haplonten (oder Haplo-Dikaryonten) (Wdh)



Vegetations-körper

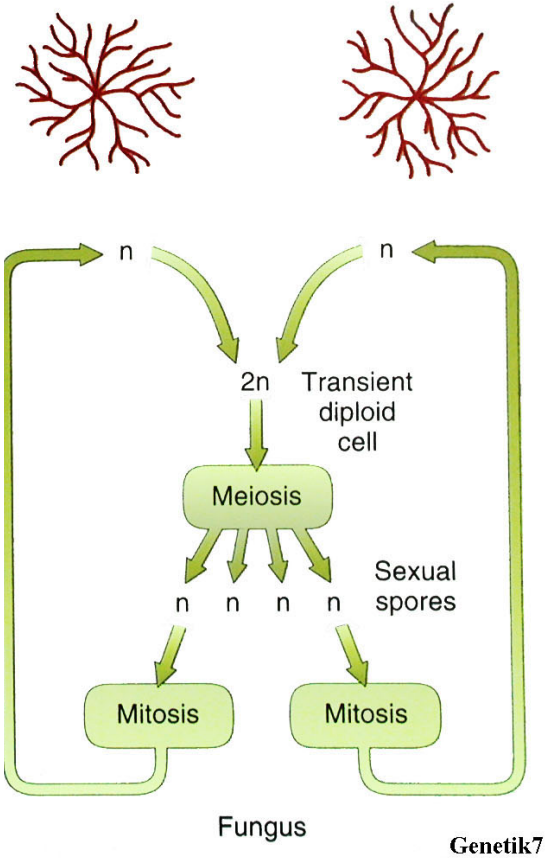
(Mito-)Gameten

Karyogamie

Zygote

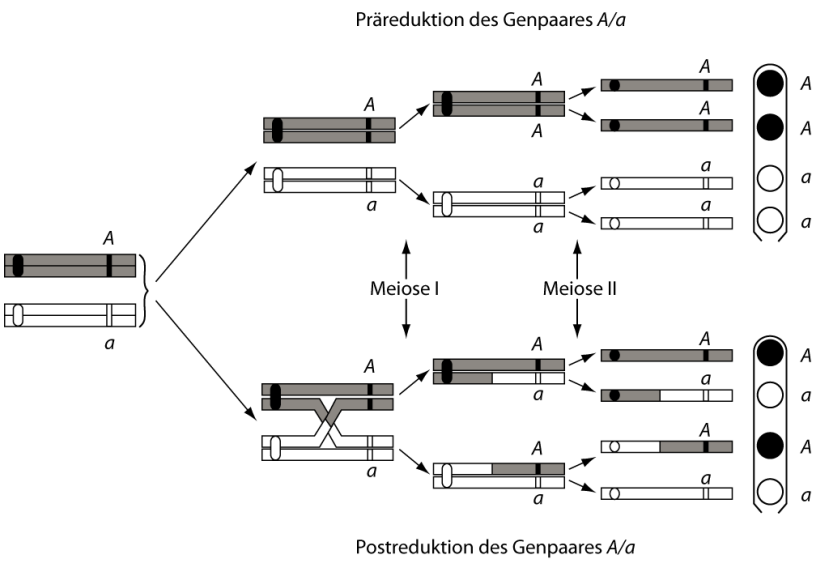
Meiose

Meiosporen



Beispiel einer Tetradenanalyse (Einfaktorkreuzung) zur Genkartierung bei *N. crassa (Wdh)*

-geordnete Tetraden-



Kreuzung: c^+ x c

Auswertung von 1161 Asci:

146 postreduziert, 1015 präreduziert

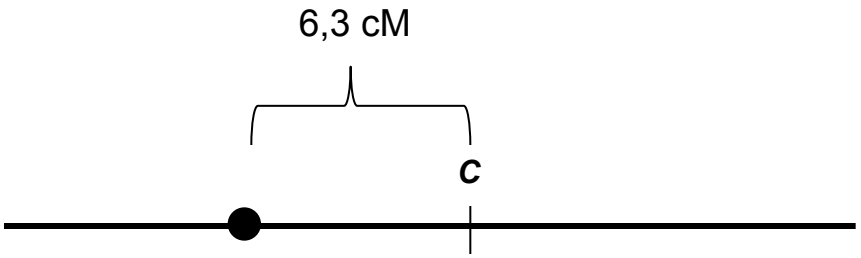
Postreduktionsfrequenz:

100/1161 x 146= 12,6

Abstand von c vom Centromer:

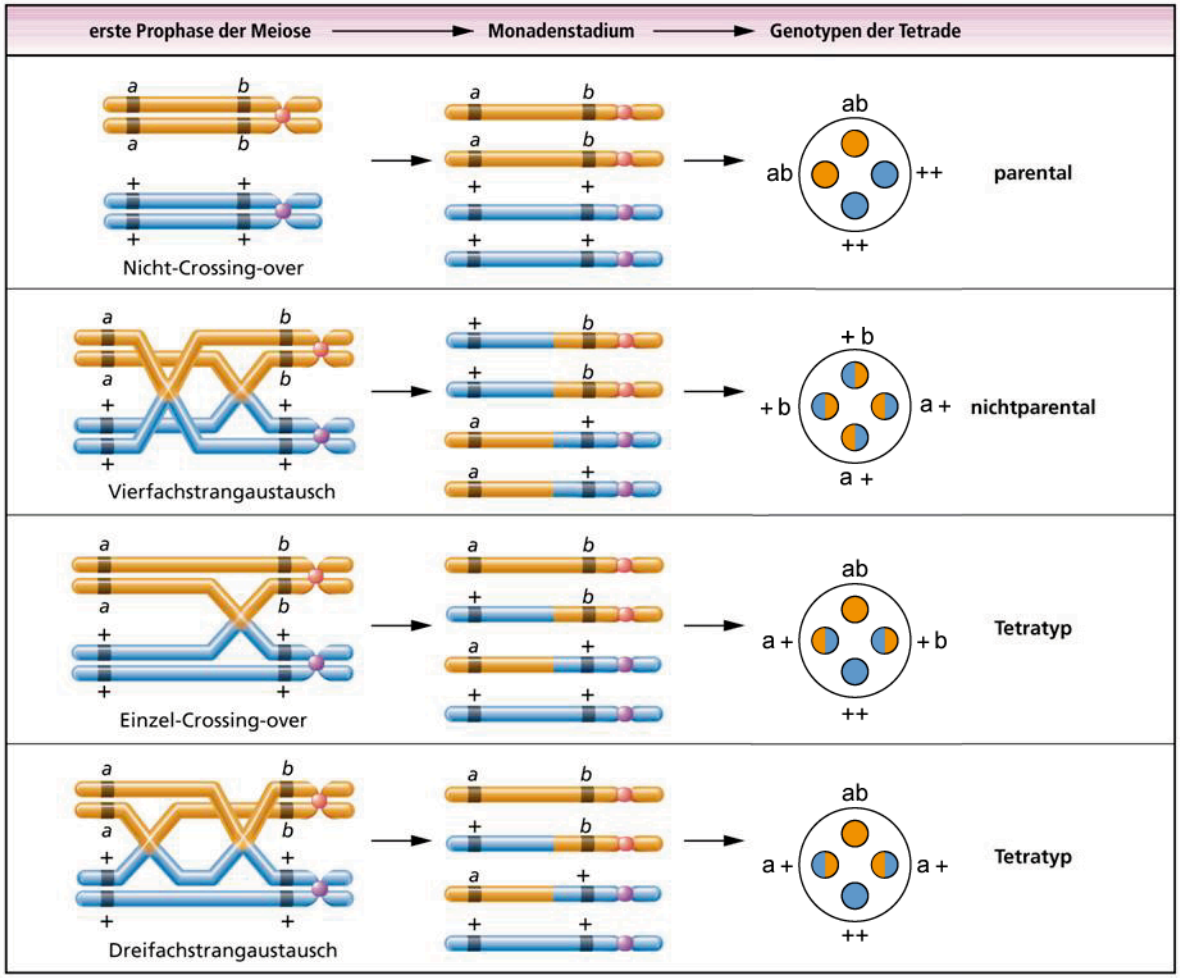
Postreduktionsfrequenz/ 2 = 6,3 cM

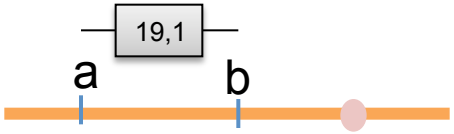
(centi Morgan)



Tetradenanalyse der Kreuzung ++ X *ab* (gekoppelte Gene) (Wdh)

-ungeordnete Tetraden-





Beispiel

P= 74

R (NP) = 6

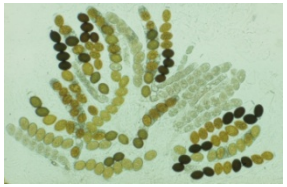
T = 30

$$\frac{6 + ½ (30)}{110} \times 100 = 19{,}1\%$$

19,1 Karteneinheiten (cM)

$$\text{Austauschhäufigkeit (\%)} = \frac{R(NP) + ½ (T)}{\text{Gesamtzahl der Tetraden}} \times 100$$

Vorlesung: Genetik & Molekularbiologie

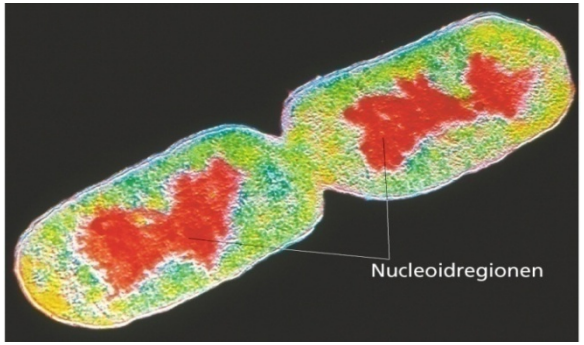


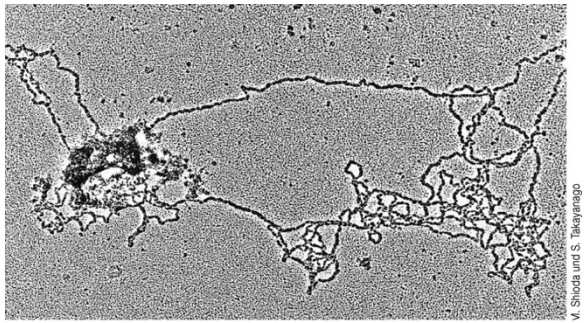
Prof. Heinz D. Osiewacz

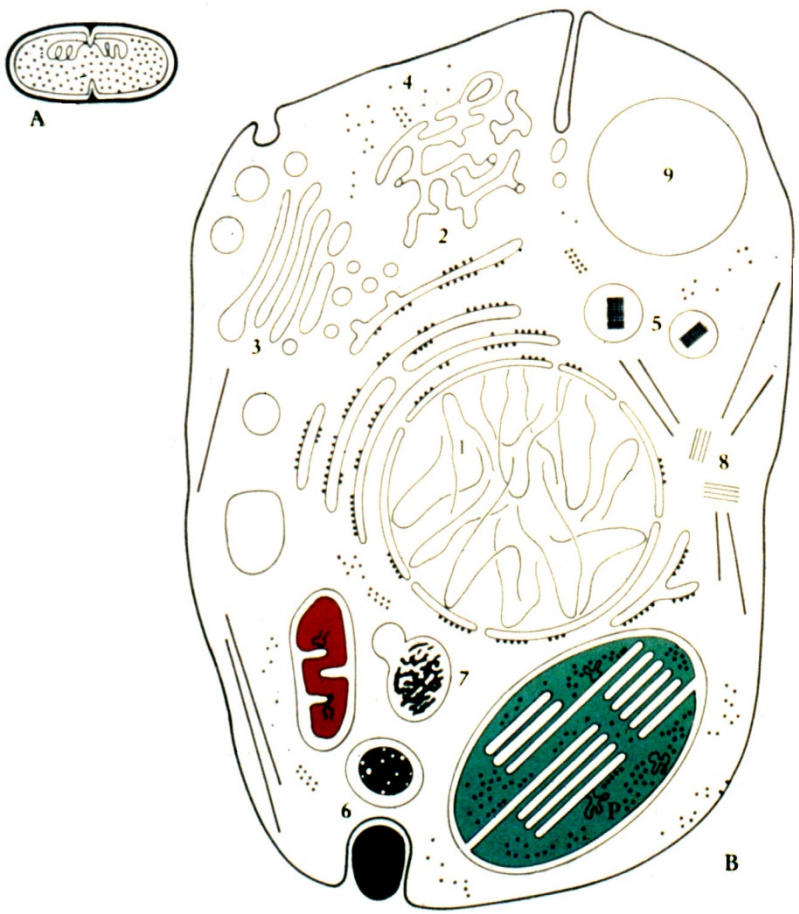
Gliederung

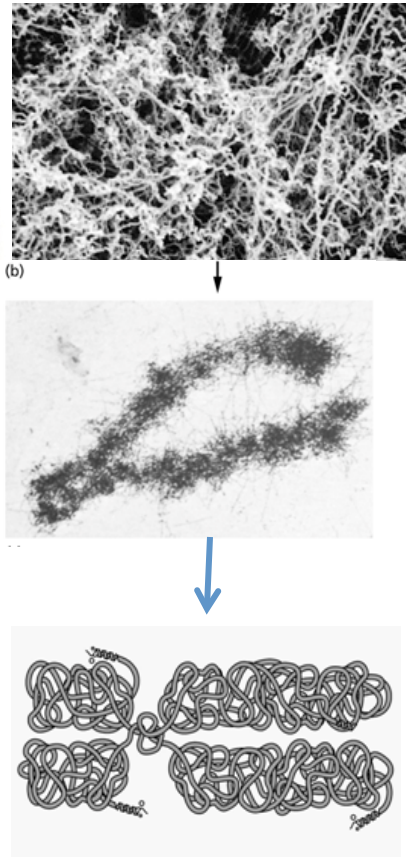
i. Fortpflanzung und Vererbung
ii. Mitose und Meiose
iii. Mendel‘sche Erbgänge: chromosomale Vererbung
iv. Anwendung der Mendel‘schen Regeln, Ausnahmen
v. Genetische Kartierungen bei Eukaryonten
vi. Genetische Kartierungen bei Prokaryonten
vii. Geschlechtsbestimmung
viii. Chromosomenmutationen
ix. Extrachromosomale Vererbung

Pro- und eukaryotische Zellen (Wdh)

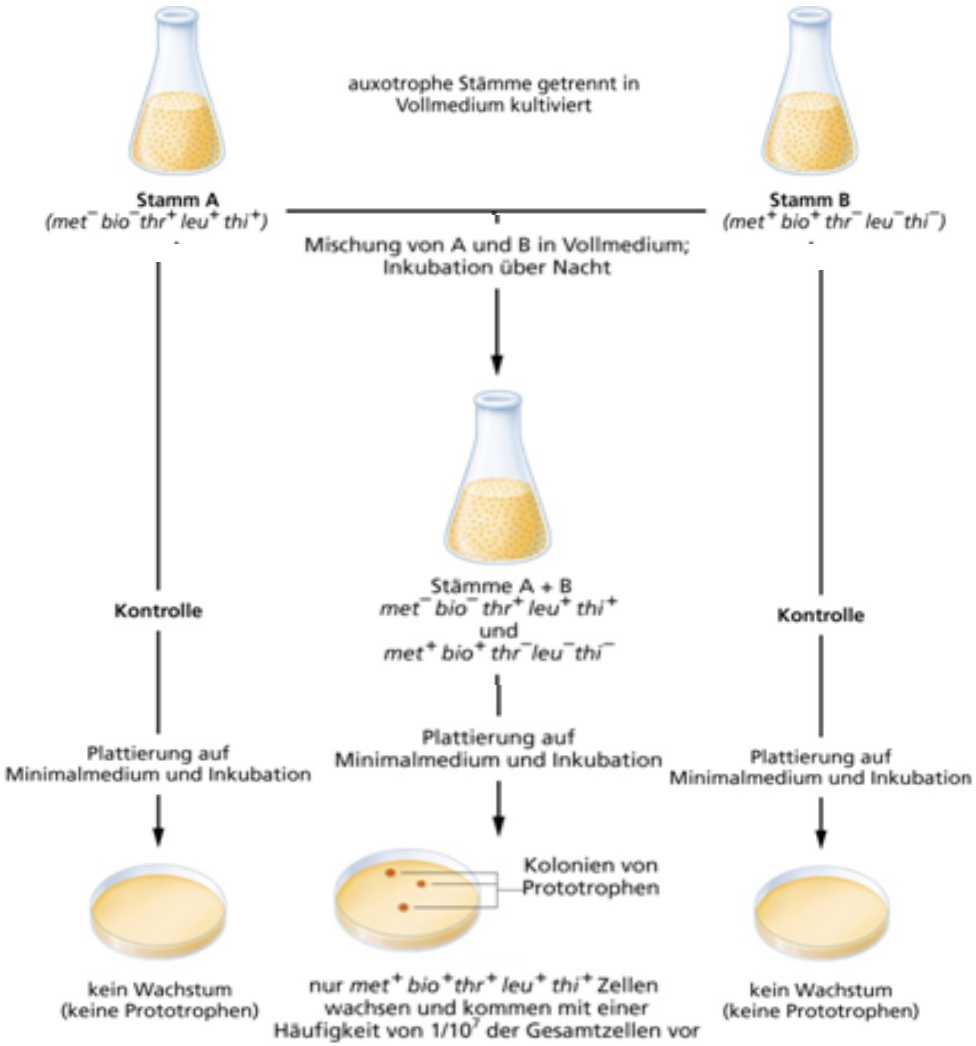








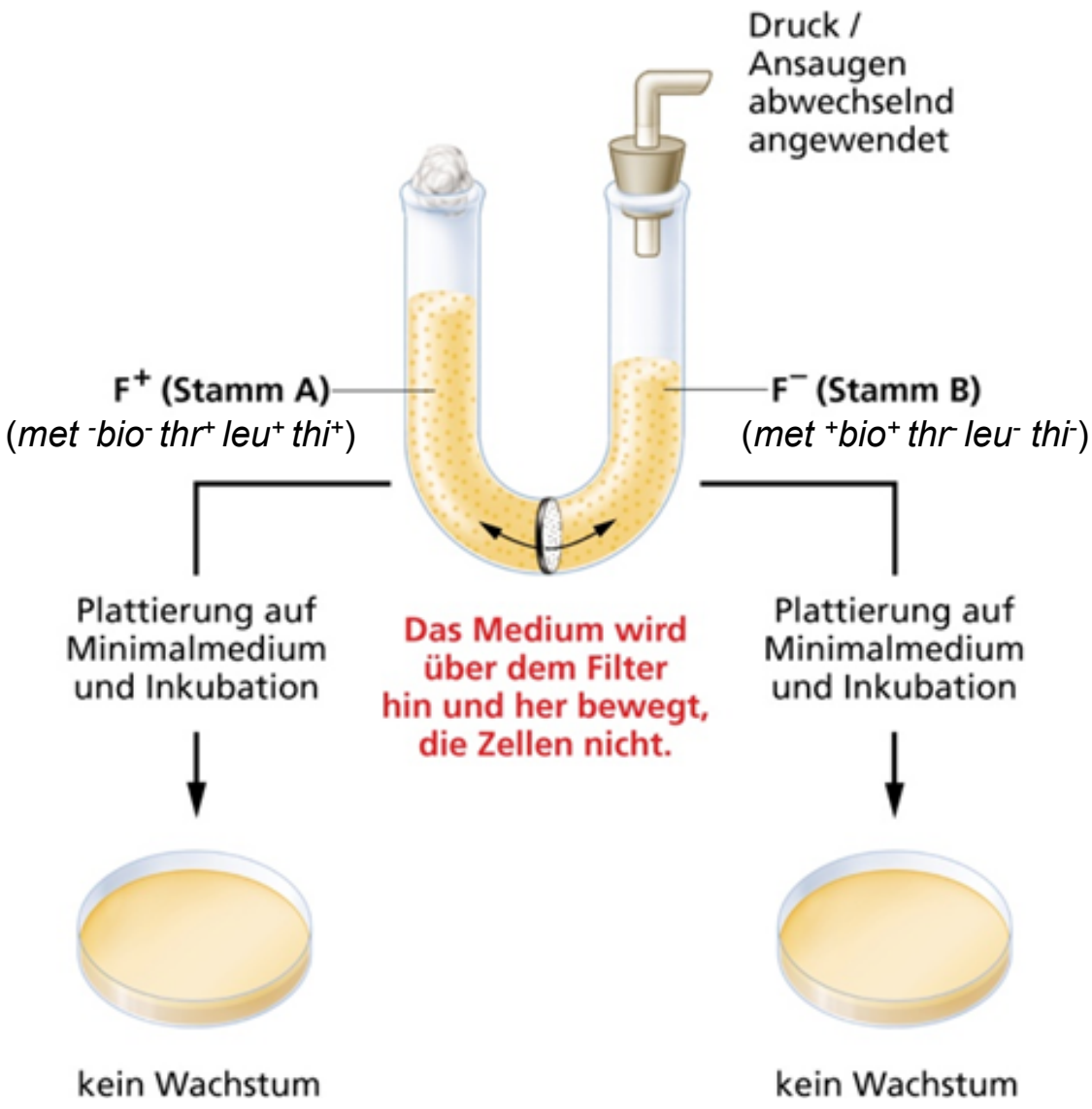
Genetische Rekombination zwischen zwei auxotrophen Bakterienstämmen



Prototrophe (genetische Rekombinanten) mit einer Häufigkeit von 10^{-7}

Lederberg und Tatum

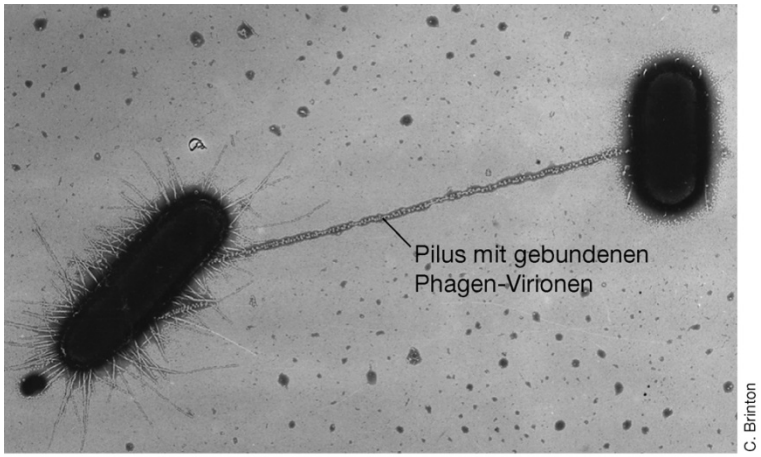
Zum Austausch von Erbmaterial ist physikalischer Kontakt von Bakterien notwendig



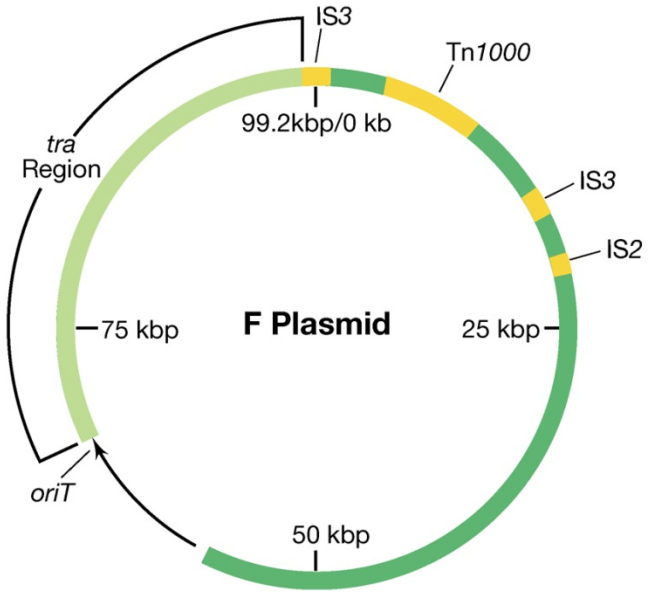
Bernard Davies

Konjugation zwischen einer F^+- und einer F^--Zelle von *E. coli*

Stamm A		Stamm B
F^+	×	F^-
(Spender)		(Empfänger)

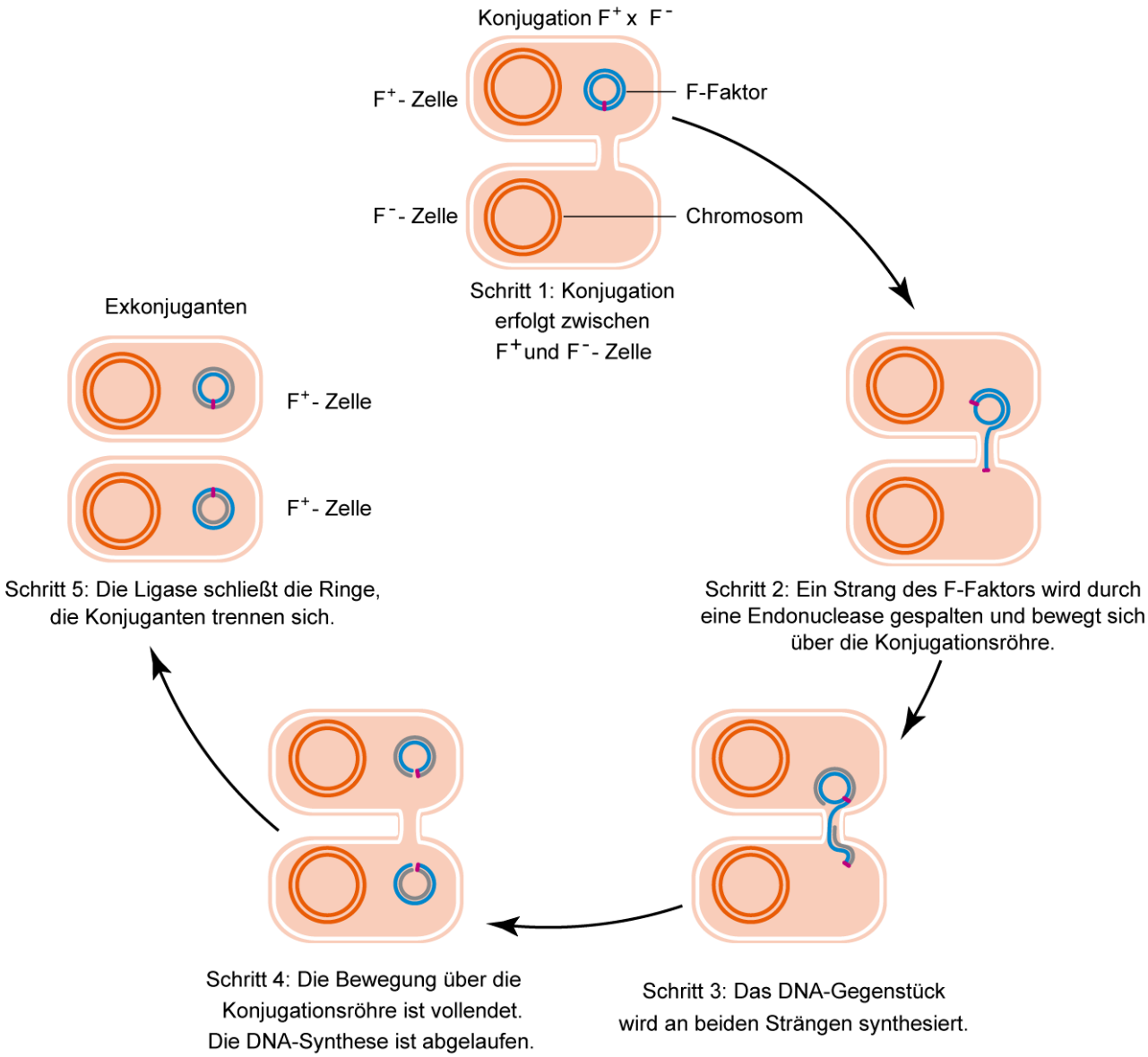


F-Pilus (Sex-Pilus): eine Konjugationsröhre, die Austausch genetischen Materials bei Bakterien ermöglicht

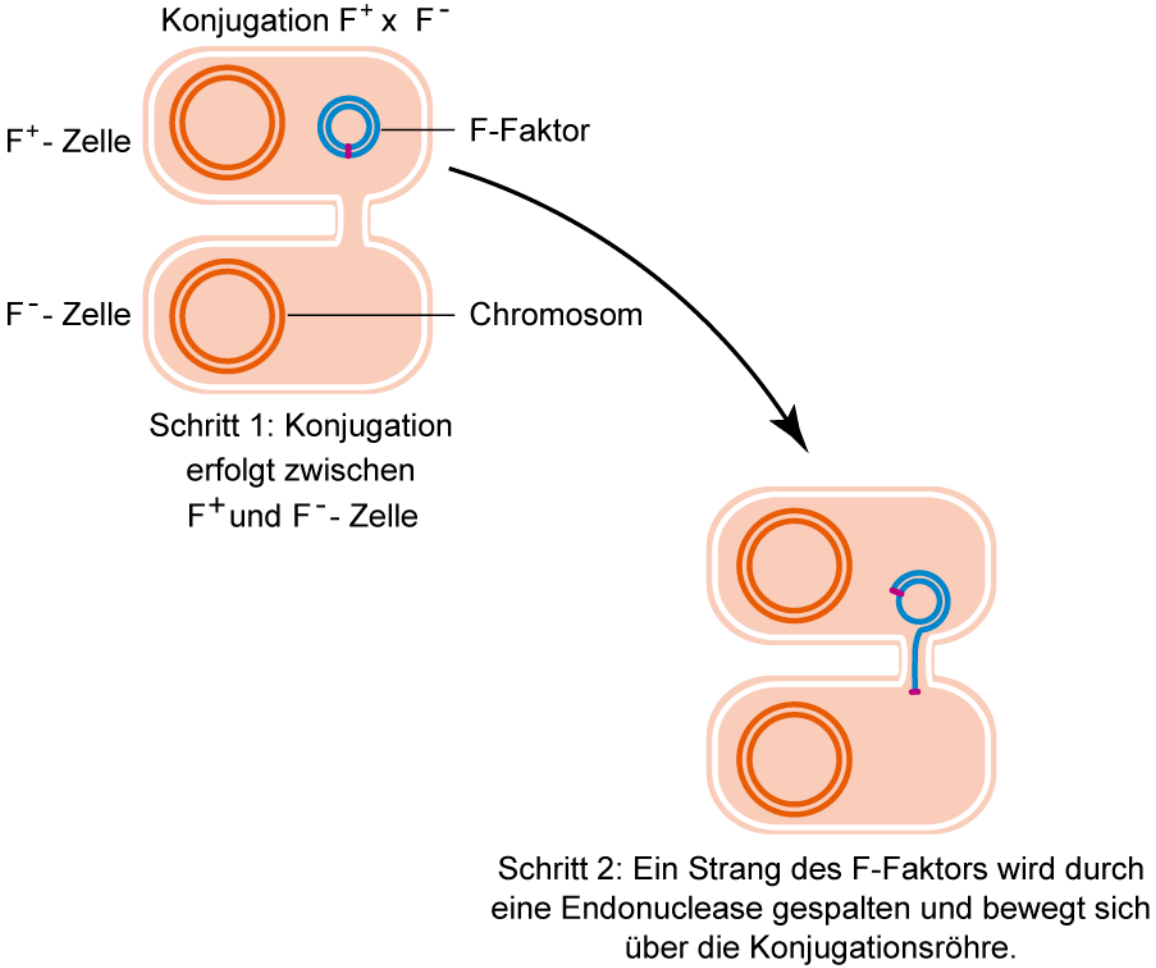


F^+-Stämme enthalten einen Fertilitätsfaktor (F-Faktor), ein ca. 100.000 Bp großes zirkuläres DNA-Molekül (ein **Plasmid**), das mehr als 20 Gene enthält. Diese kodieren für Produkte, die am Gentransfer beteiligt sind. Dazu gehören Gene, die für die Bildung des Sexpilus essentiell sind.
Plasmid: extrachromosomales, (ringförmiges) DNA-Molekül, das sich unabhängig vom Wirtschromosom vermehrt (repliziert).

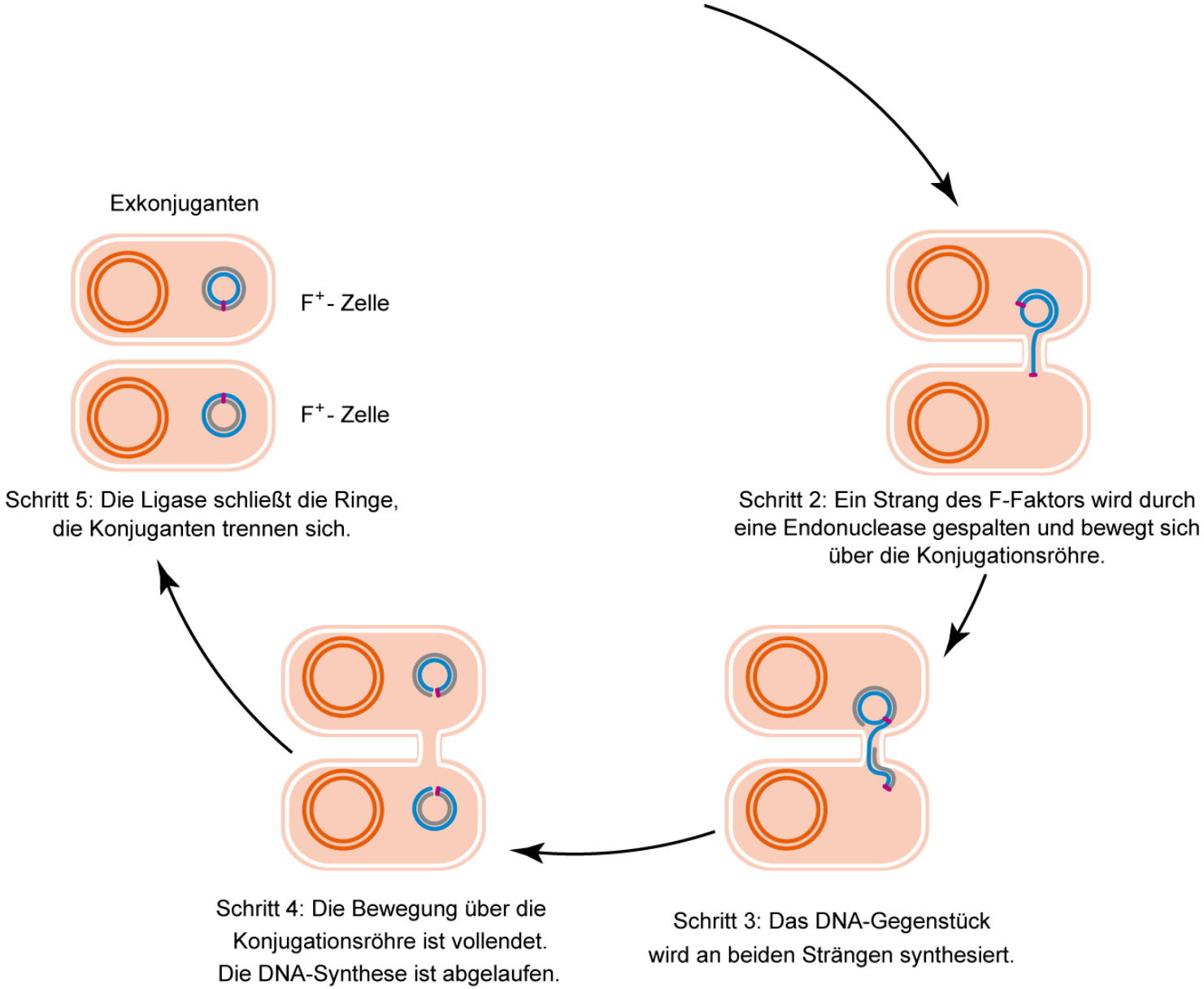
Konjugation eines F^+- und eines F^--Stammes von *E. coli*



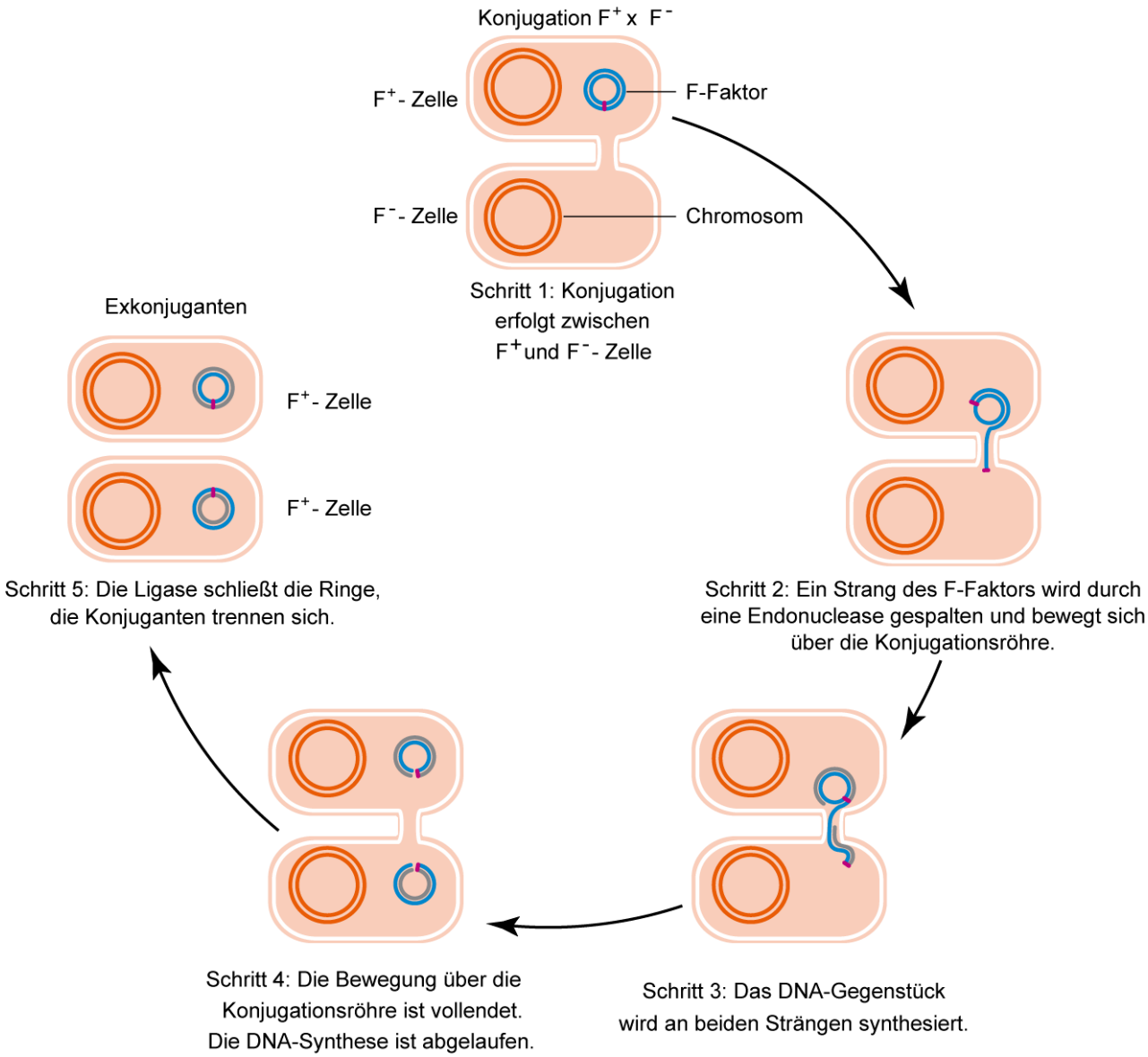
Konjugation eines F^+- und eines F^--Stammes von *E. coli*



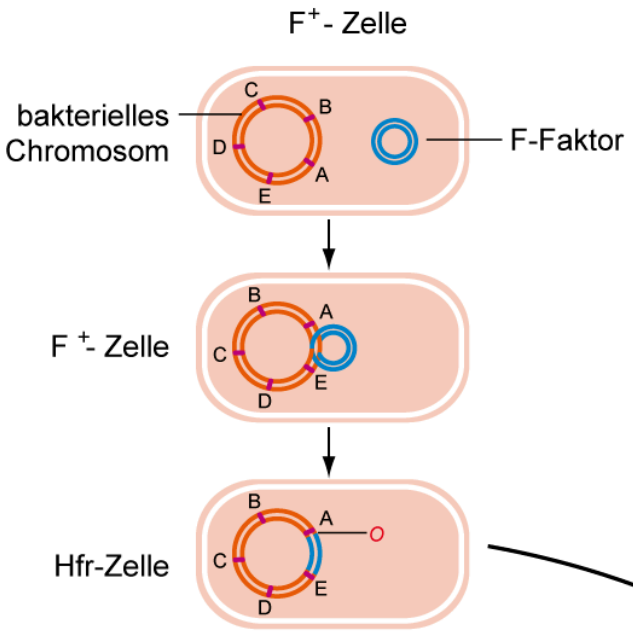
Konjugation eines F^+- und eines F^--Stammes von *E. coli*



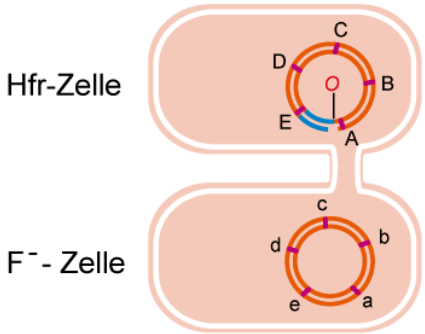
Konjugation eines F^+- und eines F^--Stammes von *E. coli*



Umwandlung des F^+- in den Hfr-Zustand

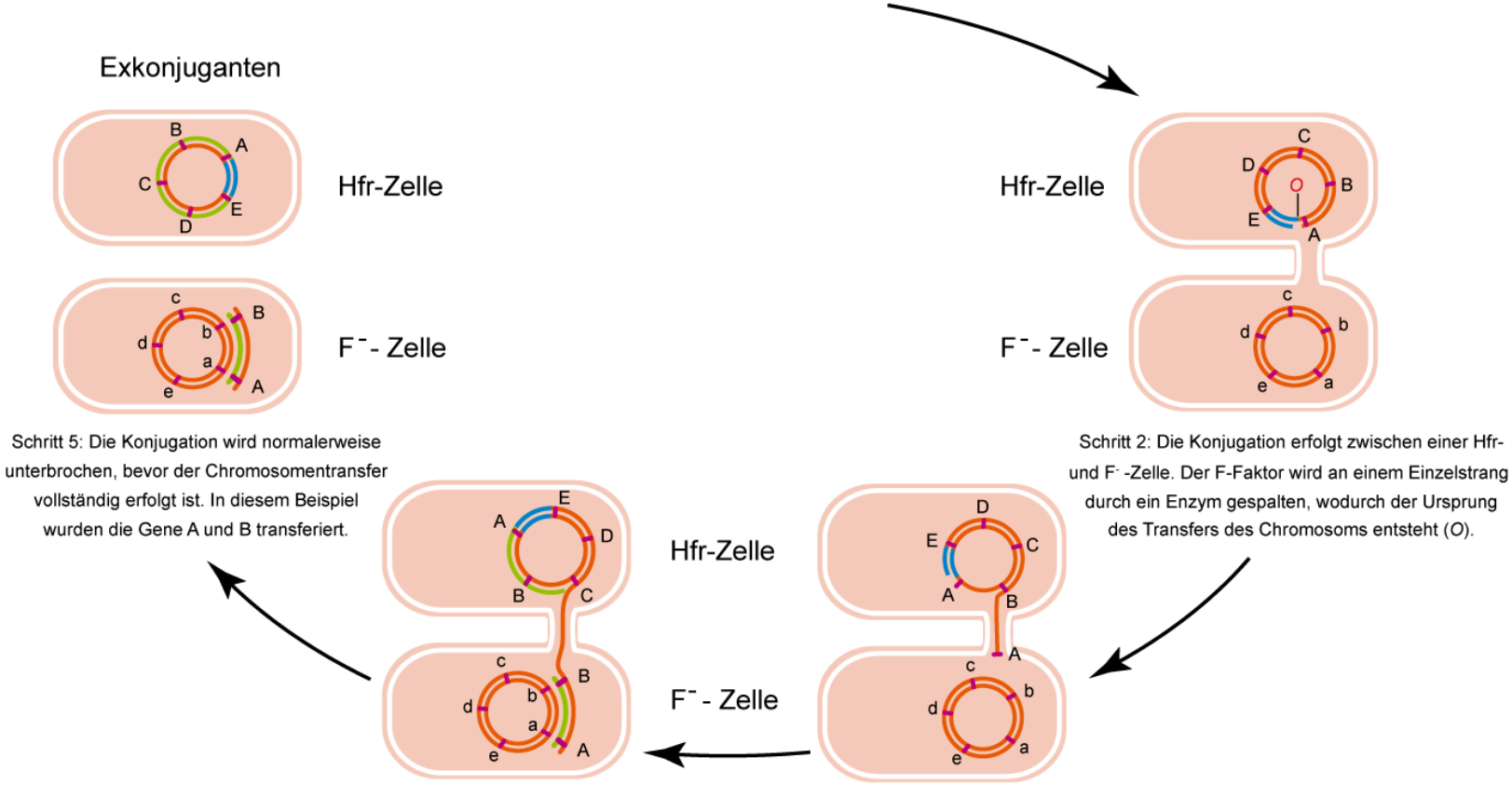


Schritt 1: Der F-Faktor wird in das bakterielle Chromosom eingefügt und die Zelle wird eine Hfr-Zelle.



Schritt 2: Die Konjugation erfolgt zwischen einer Hfr- und F^--Zelle. Der F-Faktor wird an einem Einzelstrang durch ein Enzym gespalten, wodurch der Ursprung des Transfers des Chromosoms entsteht (*O*).

Umwandlung des F^+- in den Hfr-Zustand



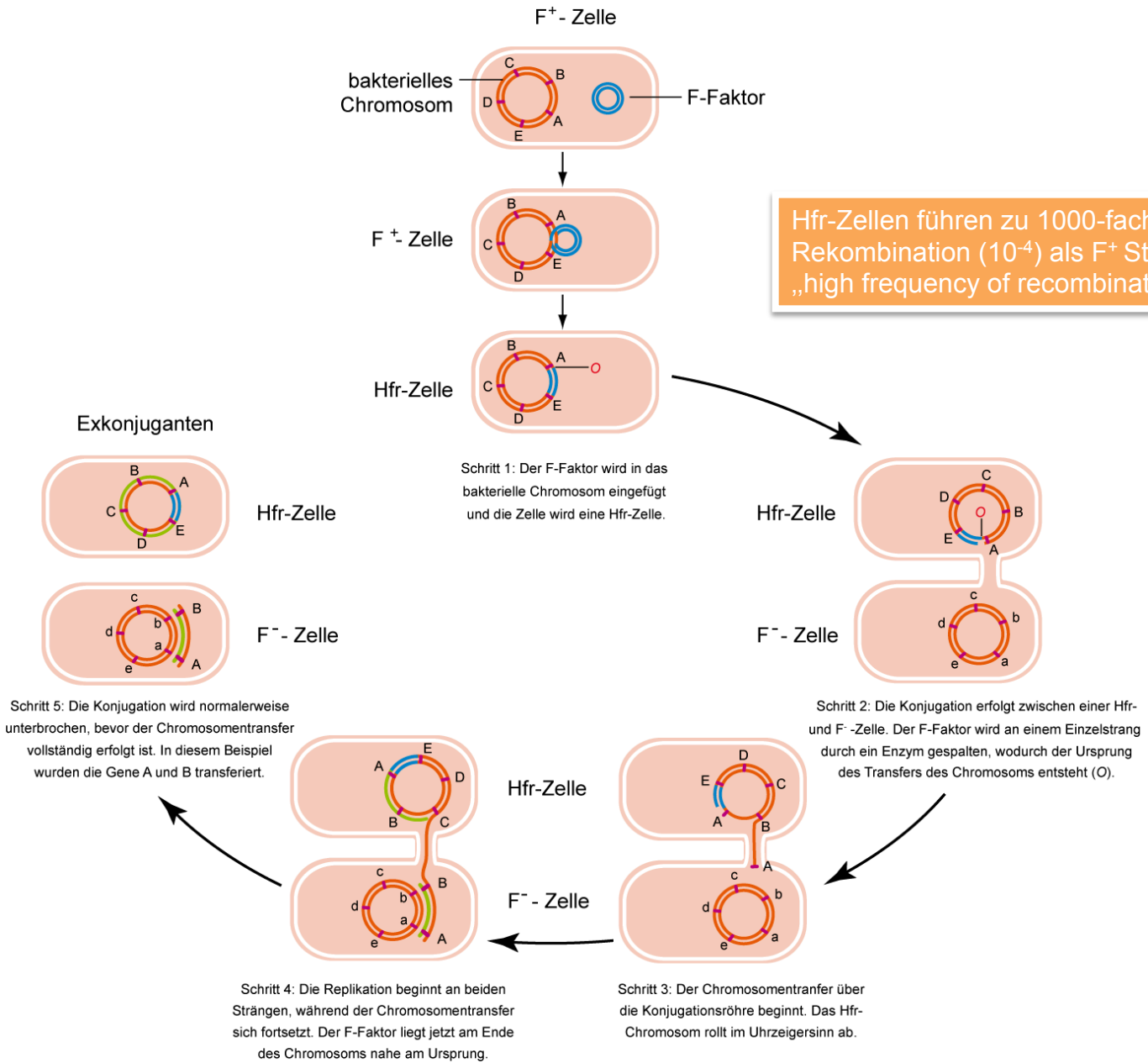
Schritt 5: Die Konjugation wird normalerweise unterbrochen, bevor der Chromosomentransfer vollständig erfolgt ist. In diesem Beispiel wurden die Gene A und B transferiert.

Schritt 2: Die Konjugation erfolgt zwischen einer Hfr- und F⁻ -Zelle. Der F-Faktor wird an einem Einzelstrang durch ein Enzym gespalten, wodurch der Ursprung des Transfers des Chromosoms entsteht (*O*).

Schritt 4: Die Replikation beginnt an beiden Strängen, während der Chromosomentransfer sich fortsetzt. Der F-Faktor liegt jetzt am Ende des Chromosoms nahe am Ursprung.

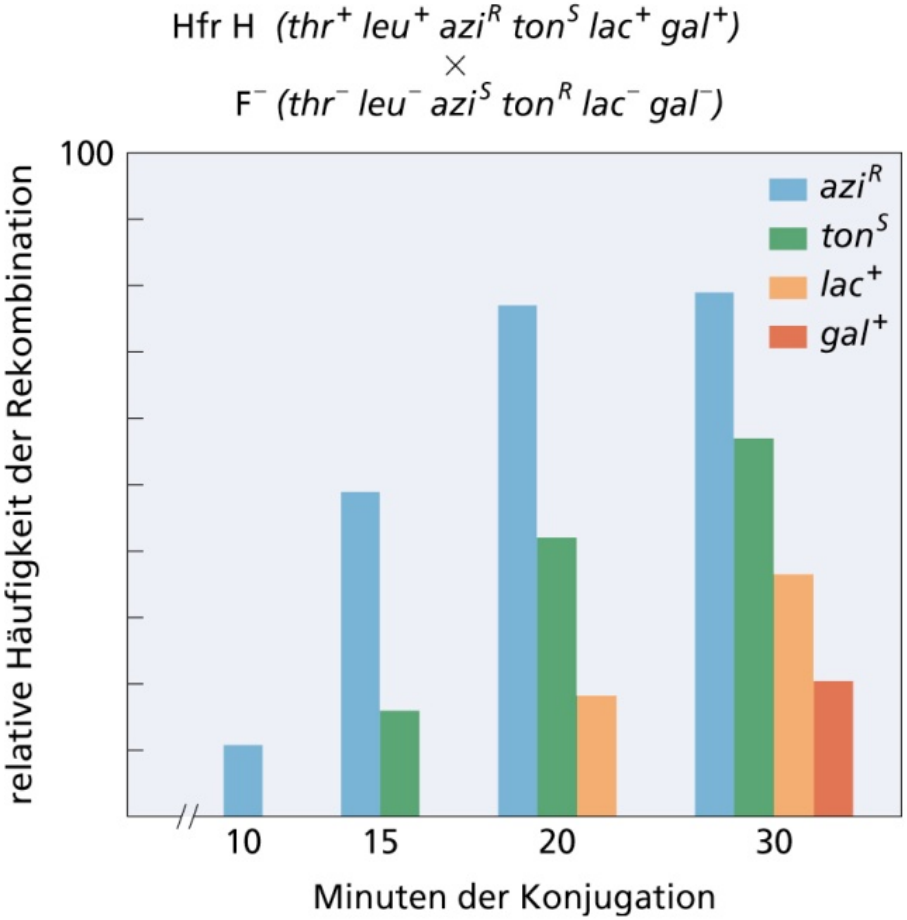
Schritt 3: Der Chromosomentranfer über die Konjugationsröhre beginnt. Das Hfr-Chromosom rollt im Uhrzeigersinn ab.

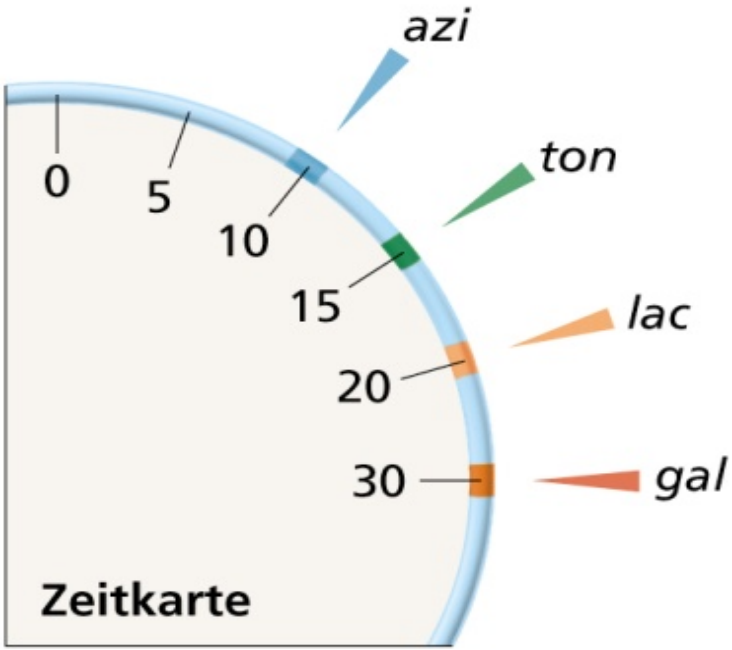
Umwandlung des F^+- in den Hfr-Zustand



Hfr-Zellen führen zu 1000-fach erhöhter genetischer Rekombination (10^{-4}) als F^+ Stämme>
„high frequency of recombination“

Progressiver Transfer von Genen während der Konjugation

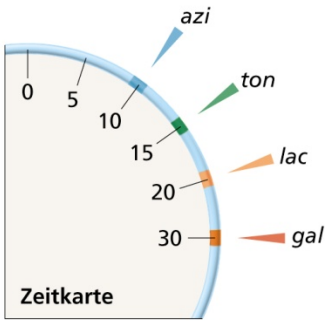




Zeitliche Genkarte

Wollmann und Jacob

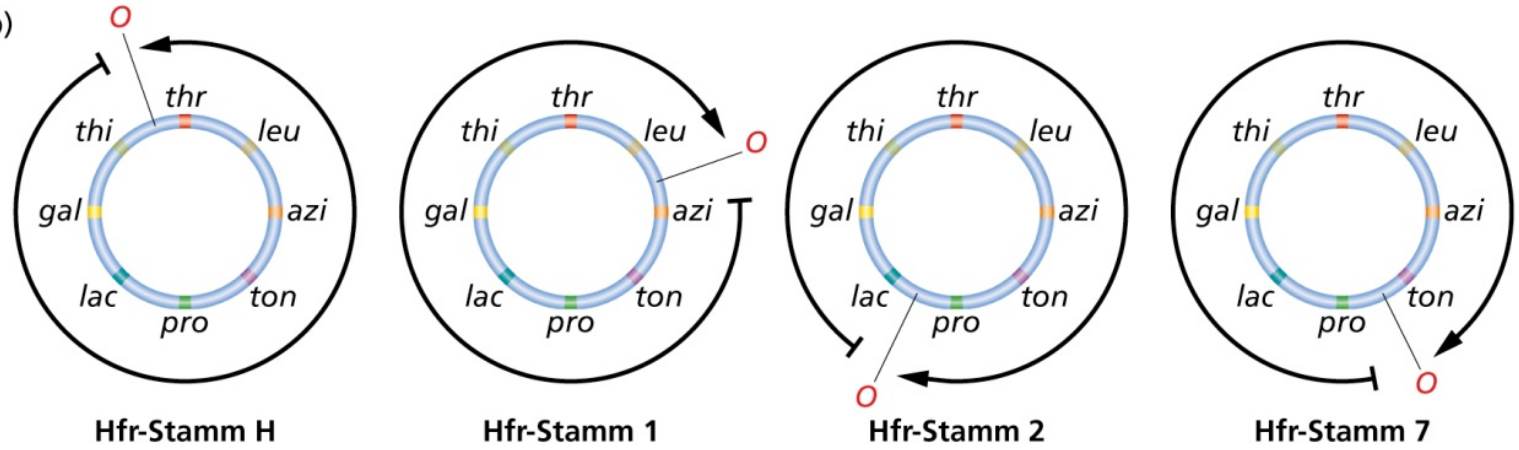
Gentransfer im Verlaufe der Konjugation



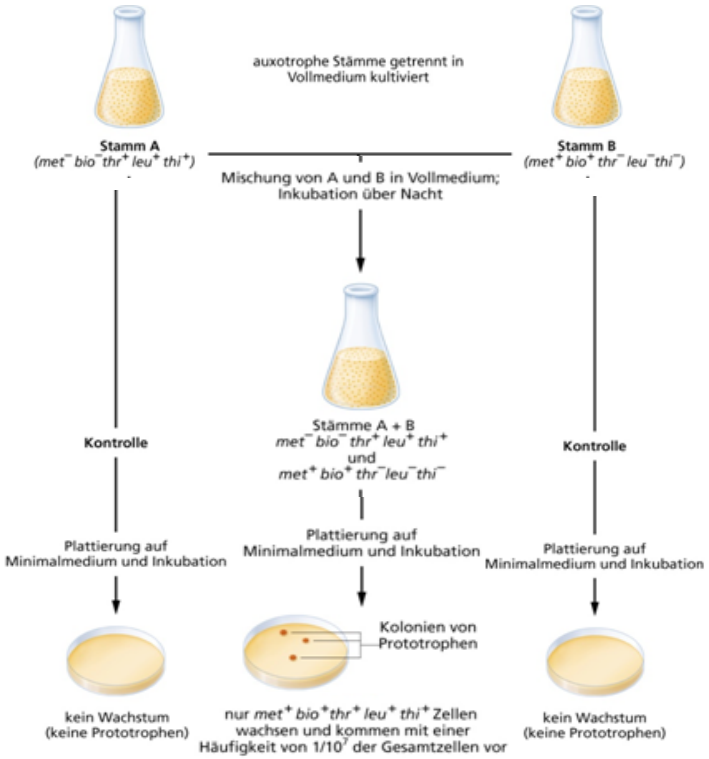
(a)

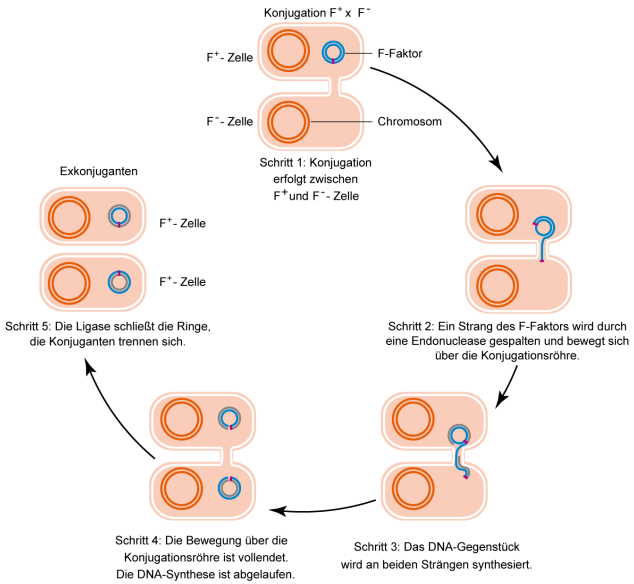
Hfr-Stamm	← Reihenfolge des Transfers → (am Anfang)														(zuletzt)
H	*thr*	–	*leu*	–	*azi*	–	*ton*	–	*pro*	–	*lac*	–	*gal*	–	*thi*
1	*leu*	–	*thr*	–	*thi*	–	*gal*	–	*lac*	–	*pro*	–	*ton*	–	*azi*
2	*pro*	–	*ton*	–	*azi*	–	*leu*	–	*thr*	–	*thi*	–	*gal*	–	*lac*
7	*ton*	–	*azi*	–	*leu*	–	*thr*	–	*thi*	–	*gal*	–	*lac*	–	*pro*

(b)

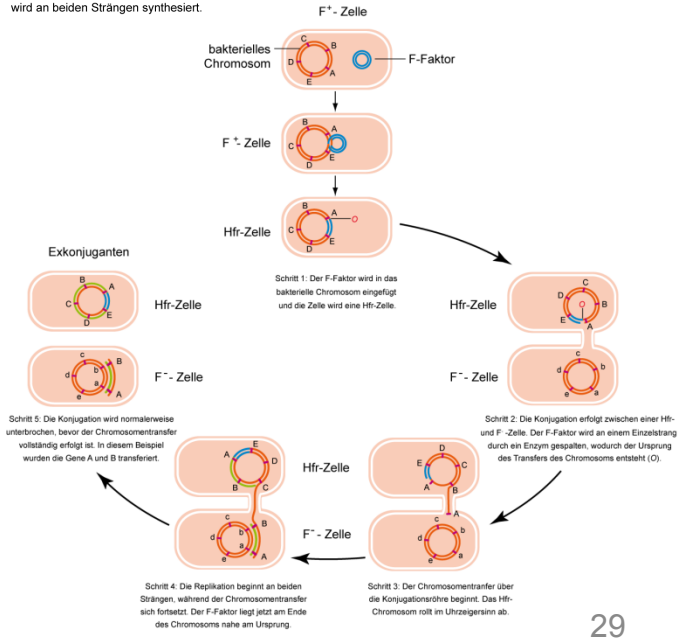


Genetische Rekombination zwischen zwei auxotrophen Bakterienstämmen





Im Versuchsansatz wird F-Faktor meist zwar übertragen, führt aber zu keiner genetischen Rekombination, da er nicht in das Chromosom des Donors integriert war.

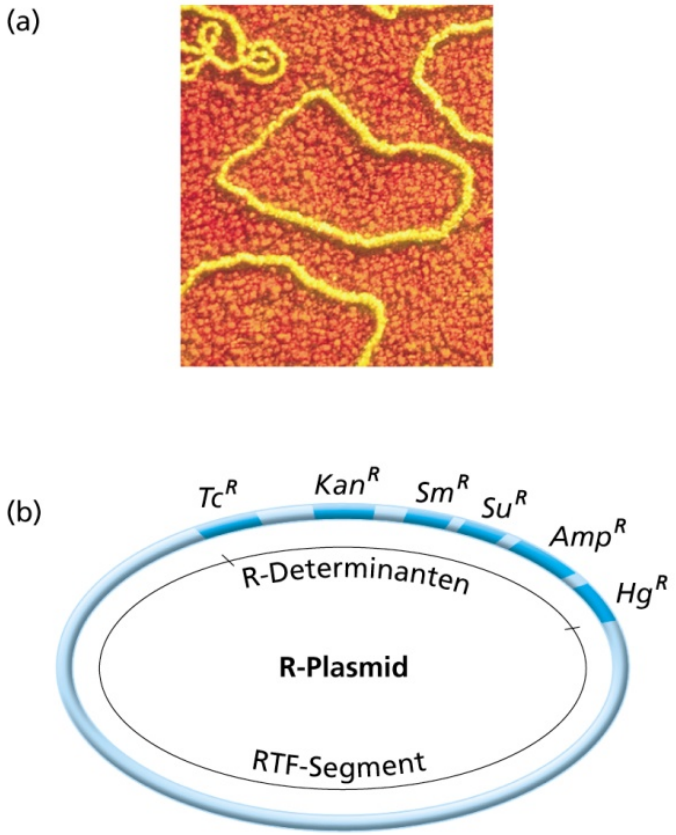


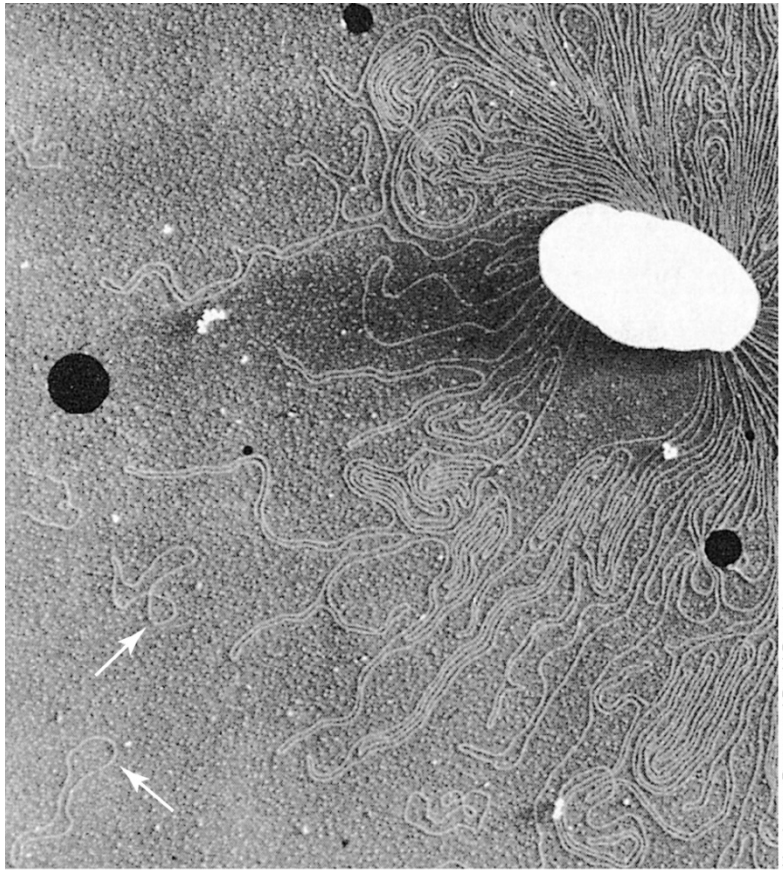
In wenigen Zellen des Donors hatte sich der F-Faktor an zufälligen Positionen eingebaut und überträgt dann chromosomale DNA des Donors auf Rezipienten > genetische Rekombination (Frequenz: 10^{-7})

Pause

bitte stellen Sie Fragen!!!!

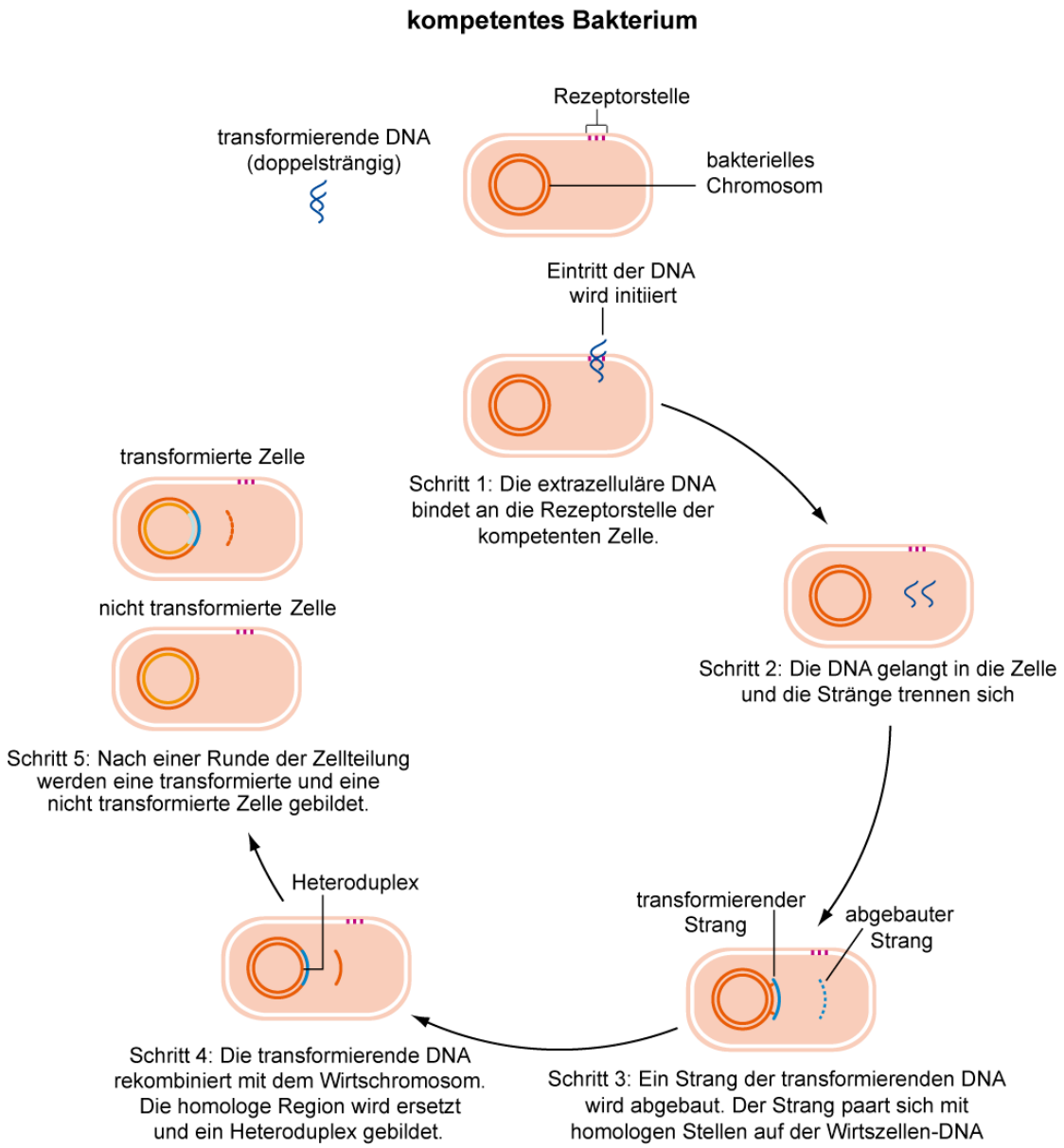
EM Aufnahme eines *E. coli* Plasmids und schematische Karte



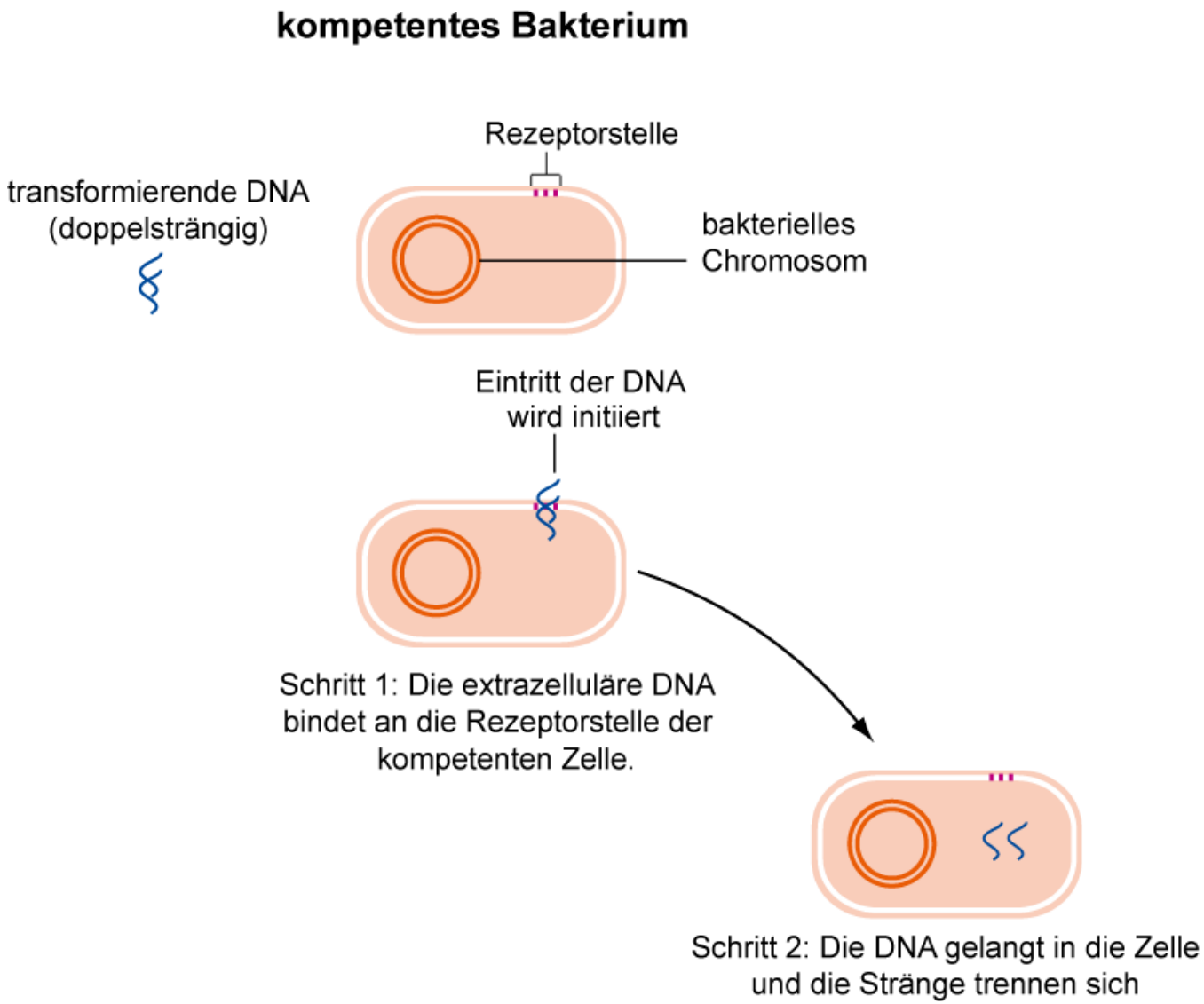


Plasmid: extrachromosomales, (ringförmiges) DNA-Molekül, das sich unabhängig vom Wirtschromosom vermehrt (repliziert).
Beispiel: F-Faktor

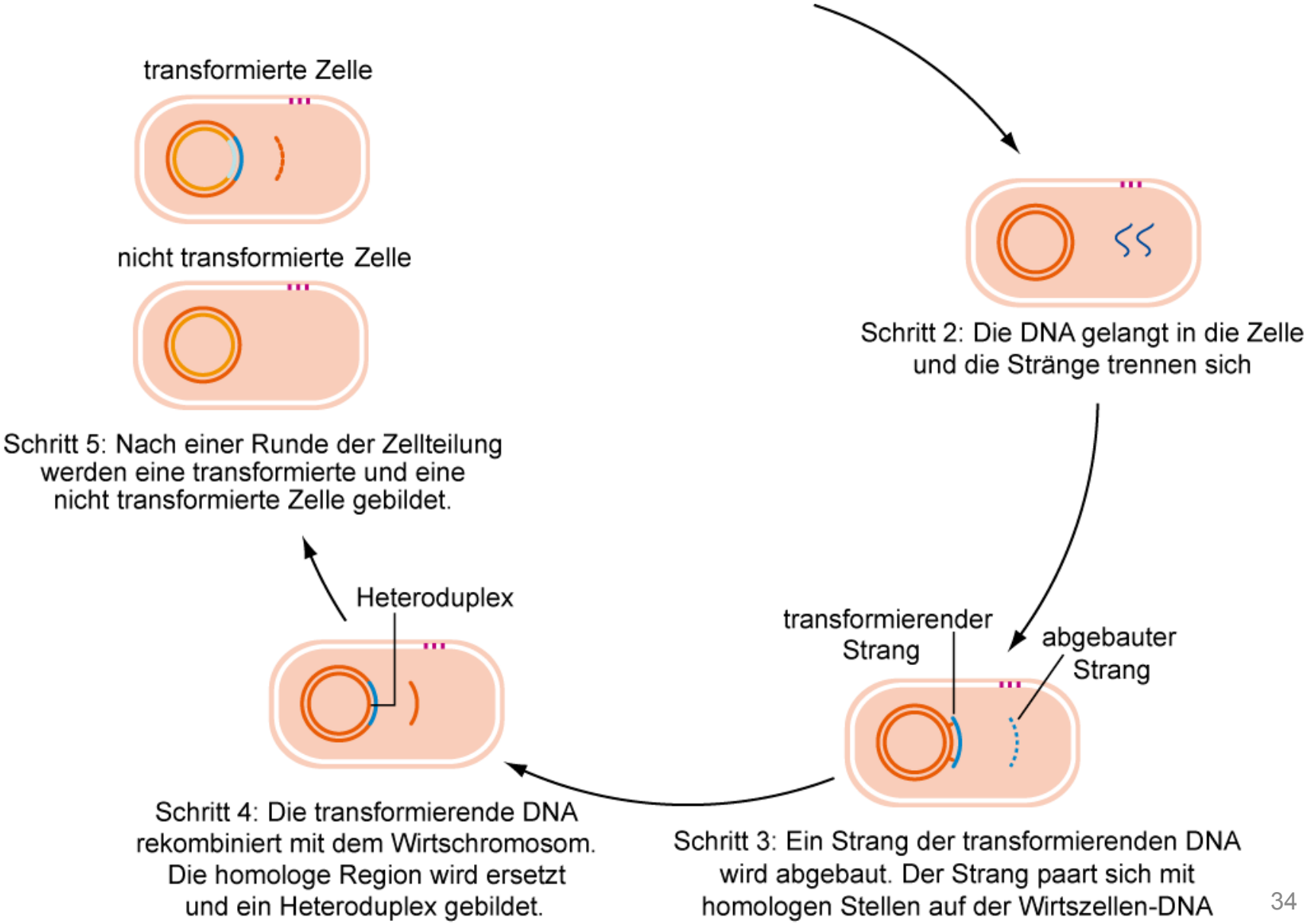
Transformation einer Bakterienzelle mit extrachromosomaler DNA



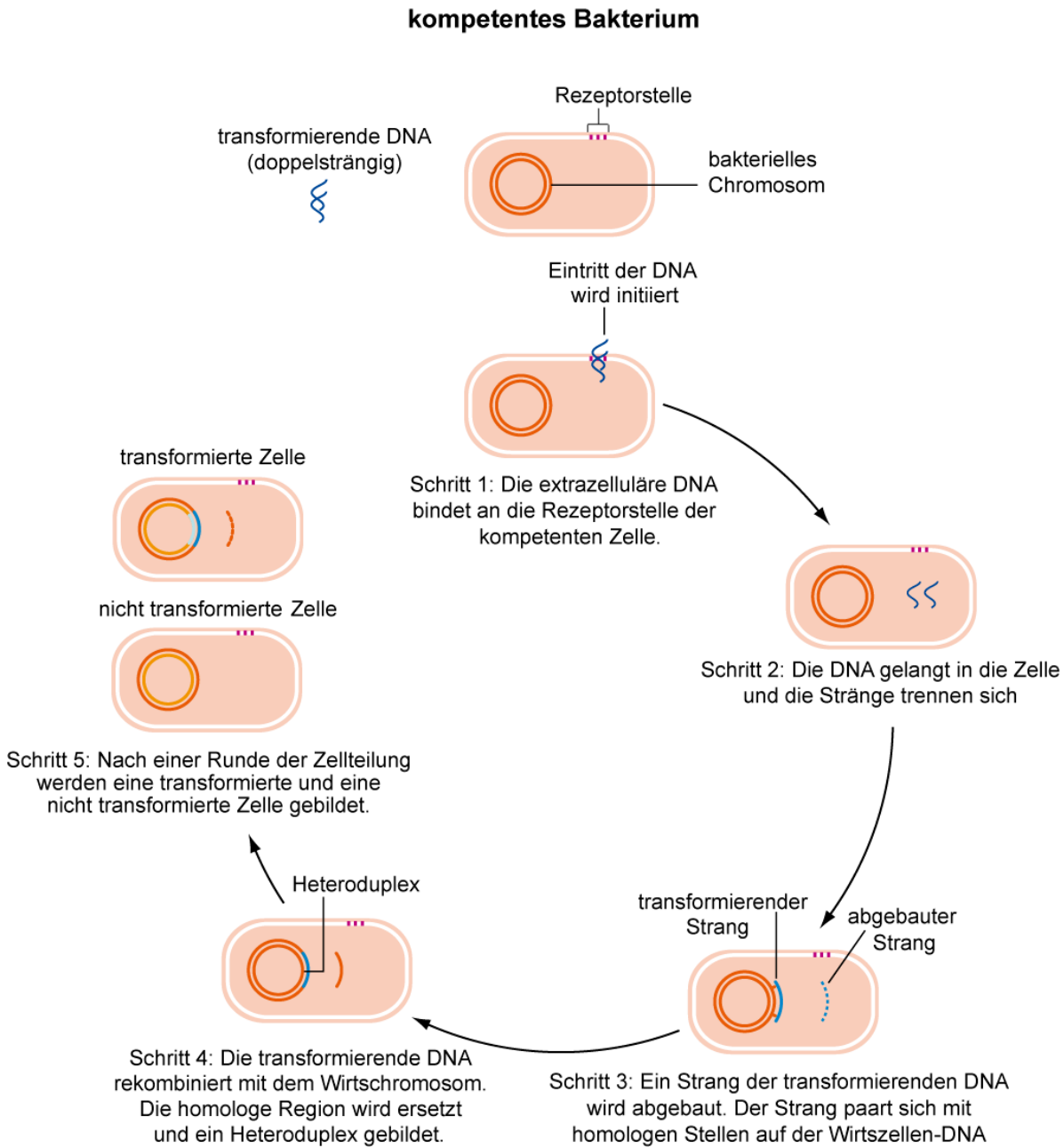
Transformation einer Bakterienzelle mit extrachromosomaler DNA



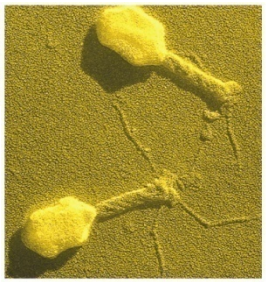
Transformation einer Bakterienzelle mit extrachromosomaler DNA

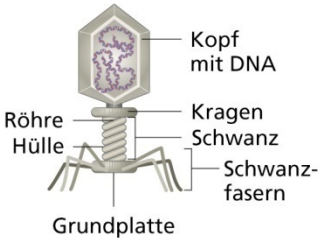


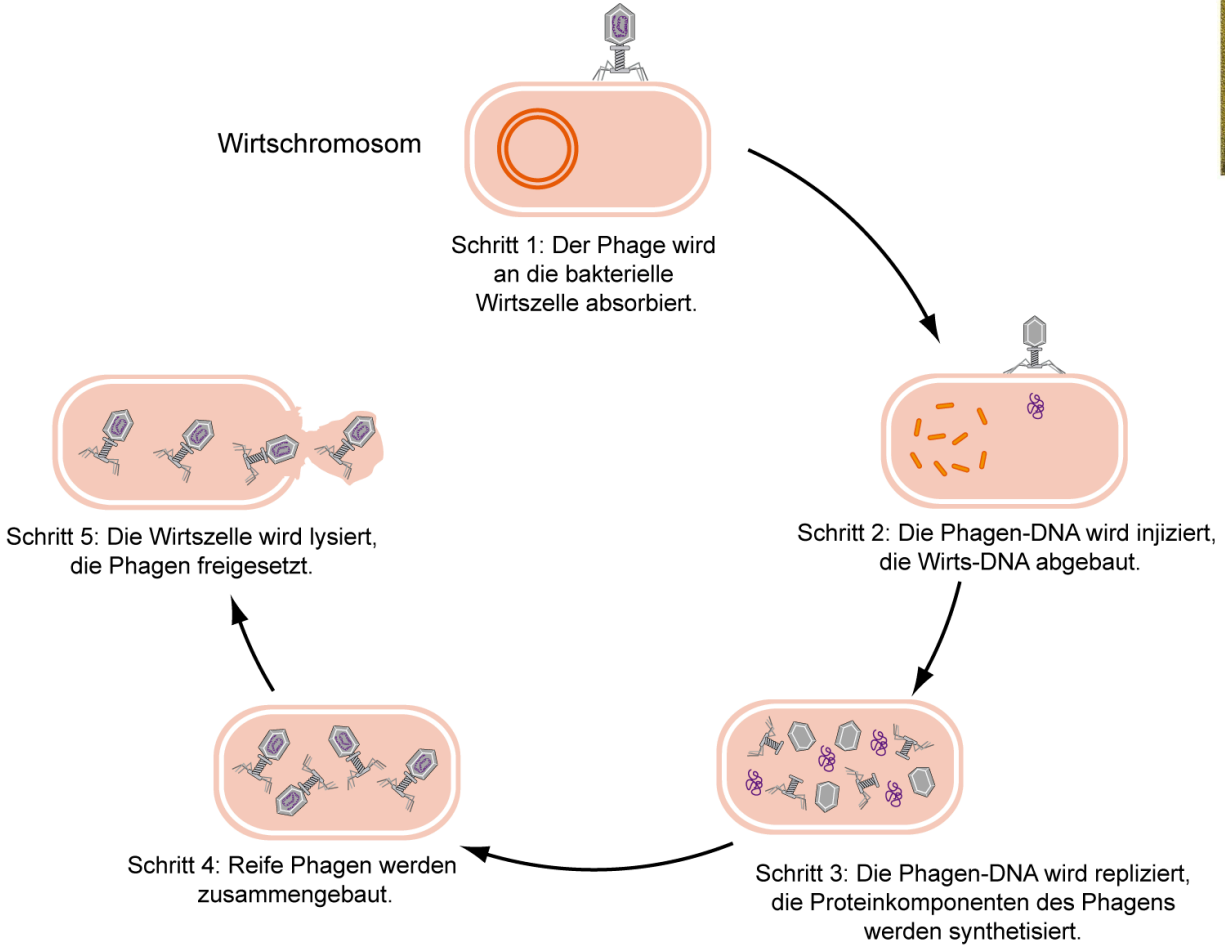
Transformation einer Bakterienzelle mit extrachromosomaler DNA



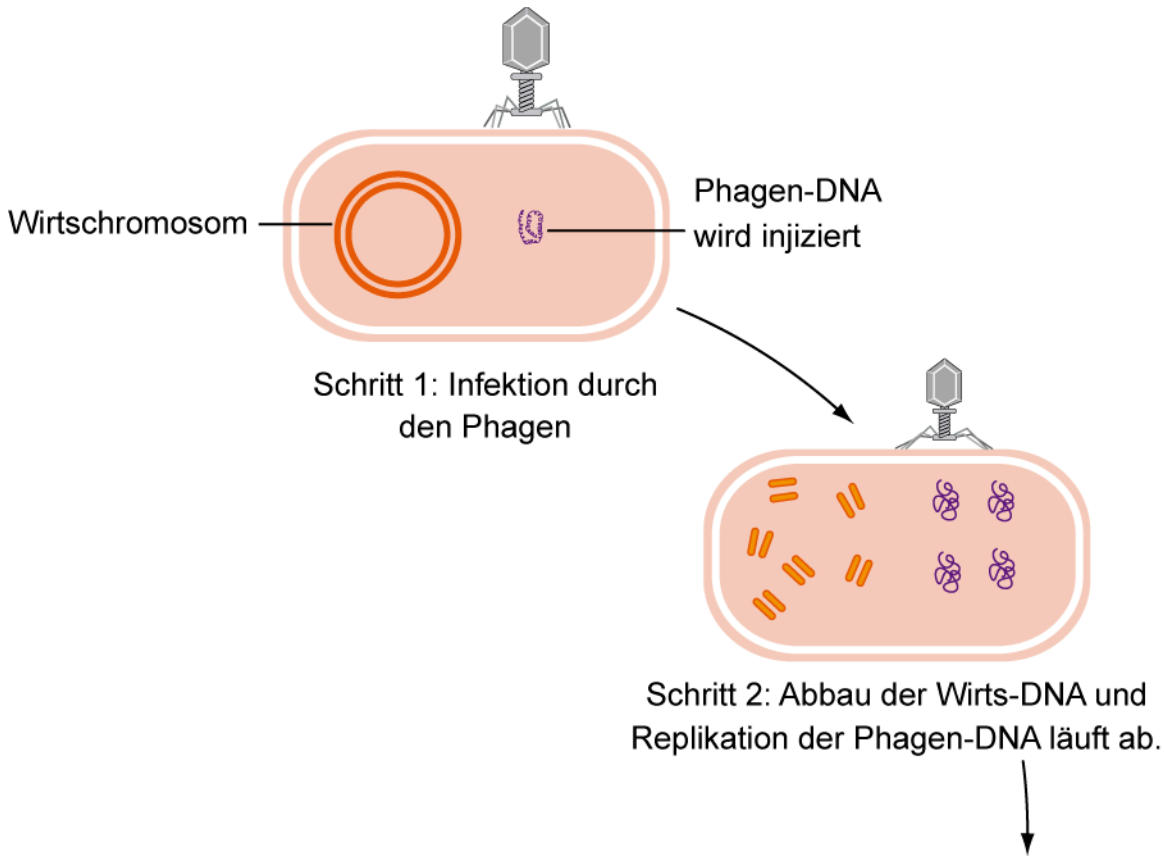
Struktur und Lebenszyklus des Bakteriophagen T4



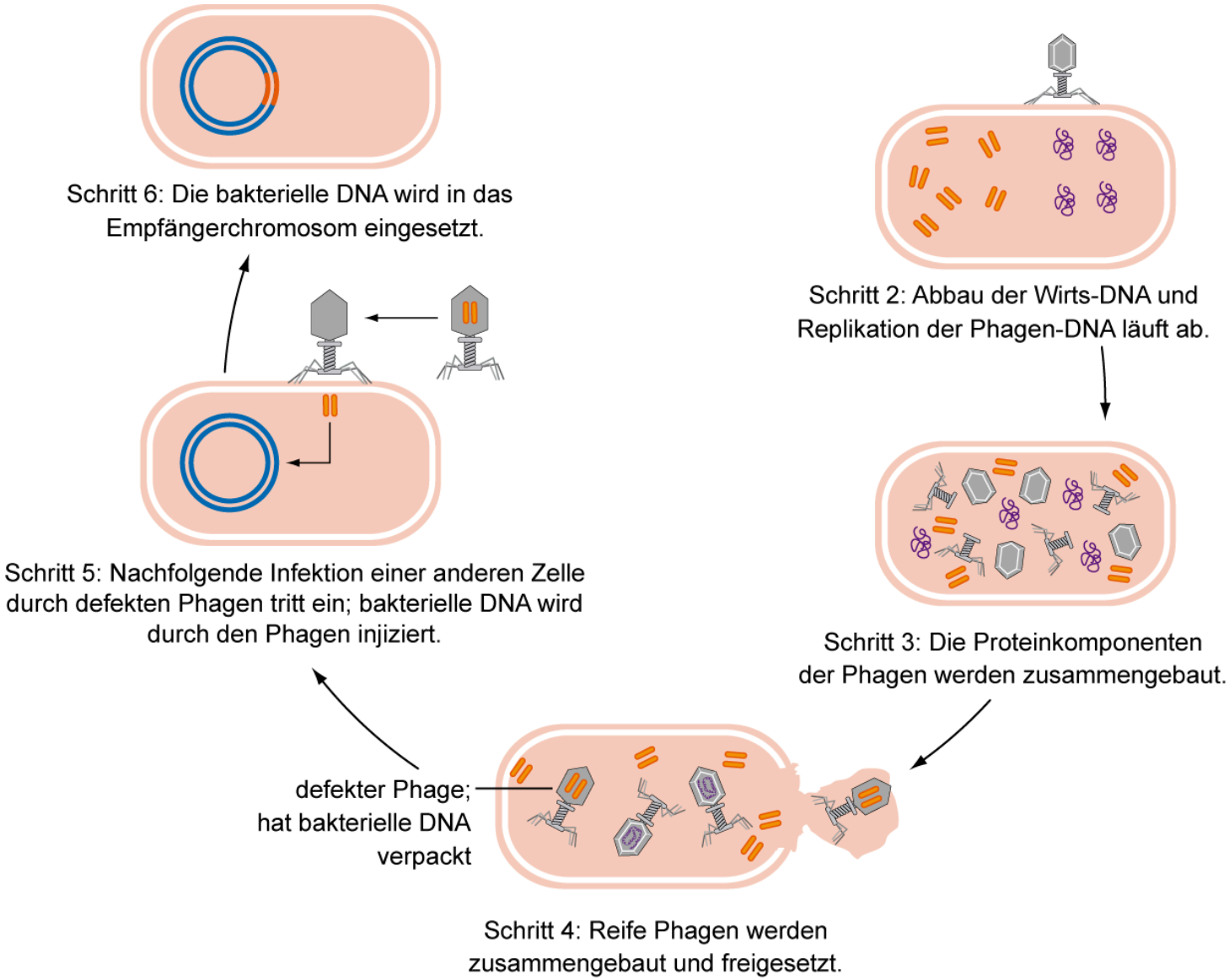




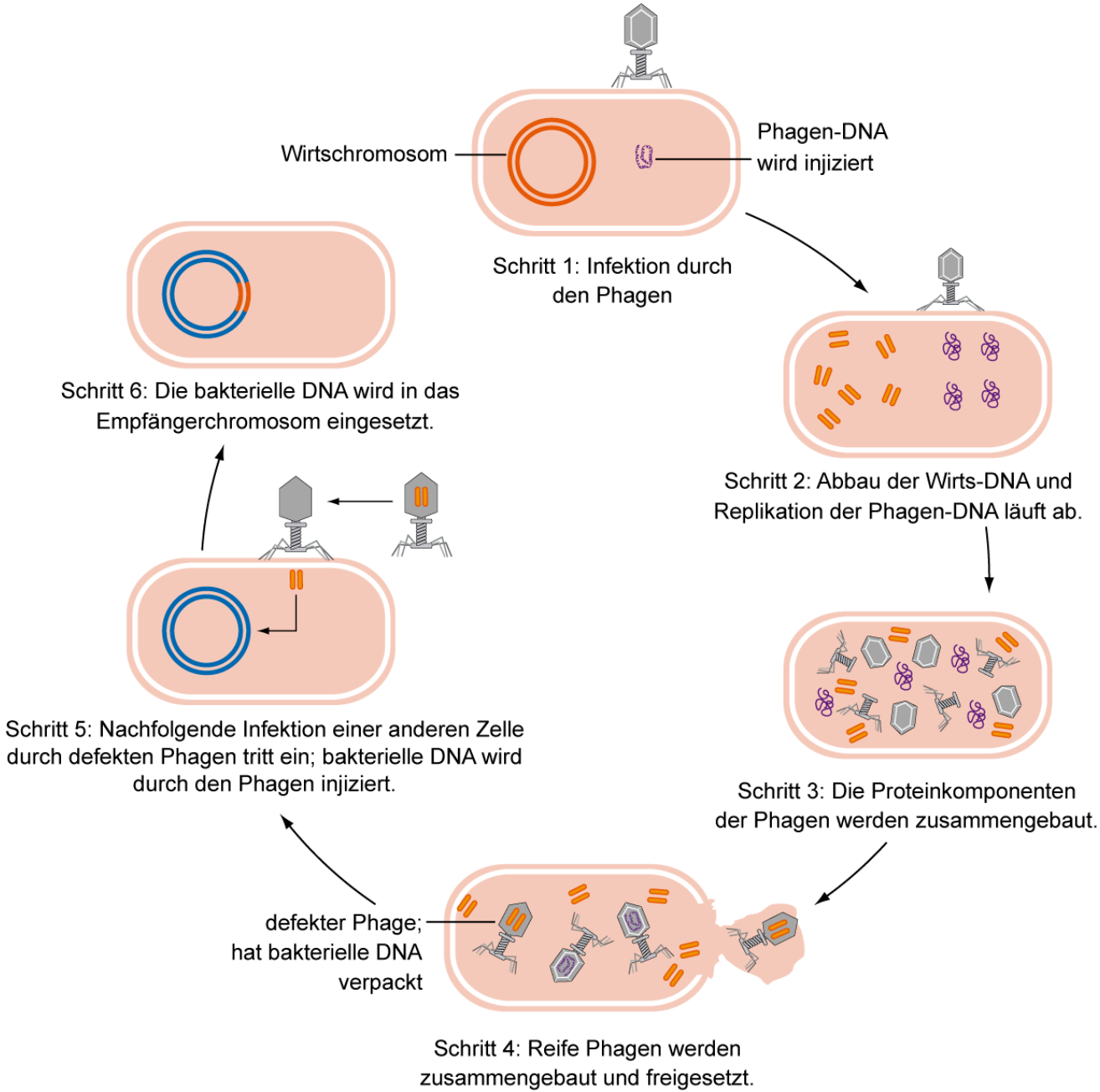
Transduktion



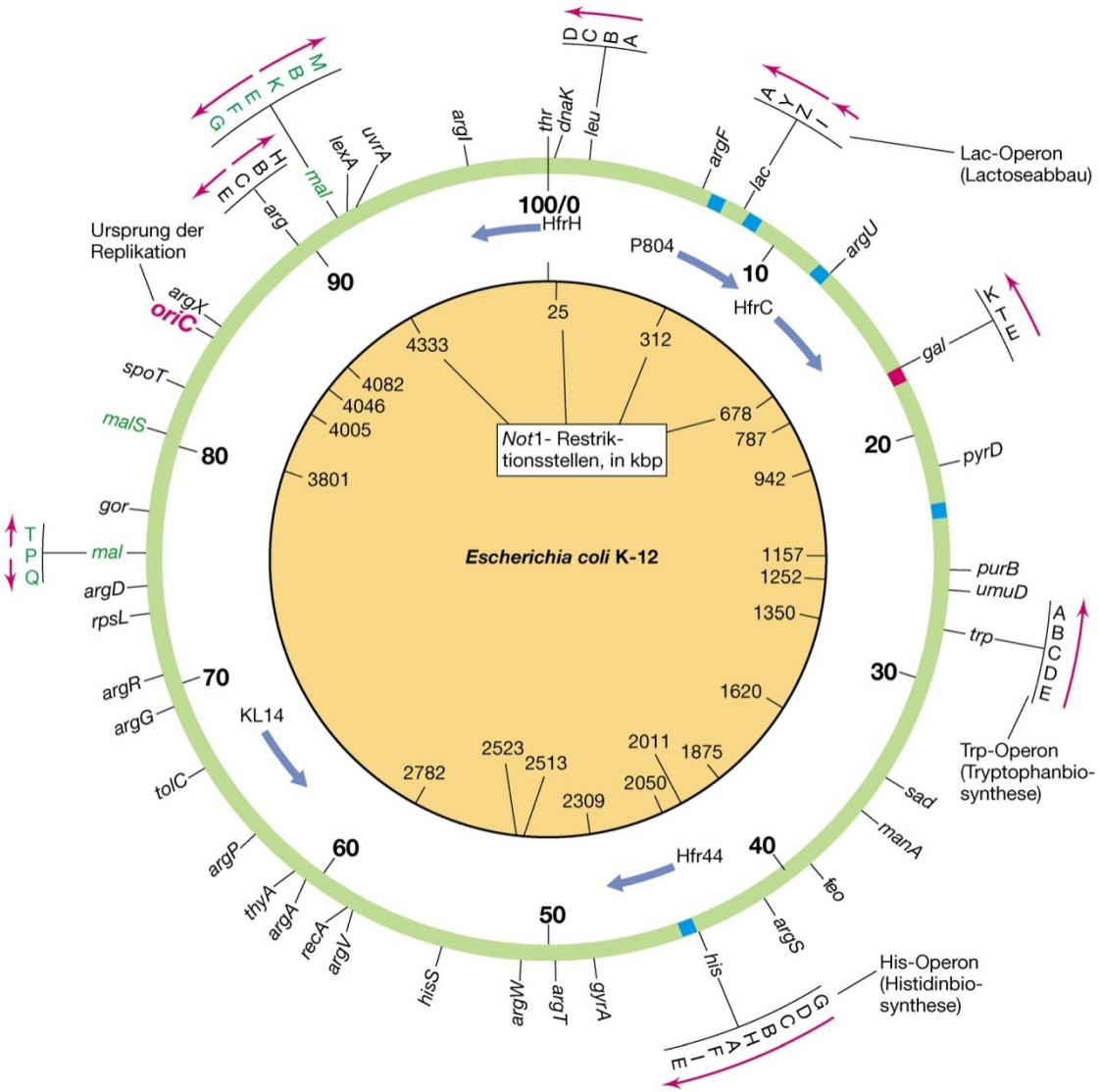
Transduktion



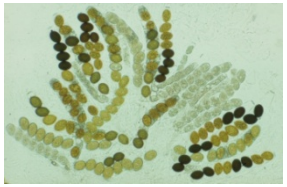
Transduktion



Ringförmige Kopplungskarte des *E. coli* Stammes K-12



Vorlesung: Genetik & Molekularbiologie

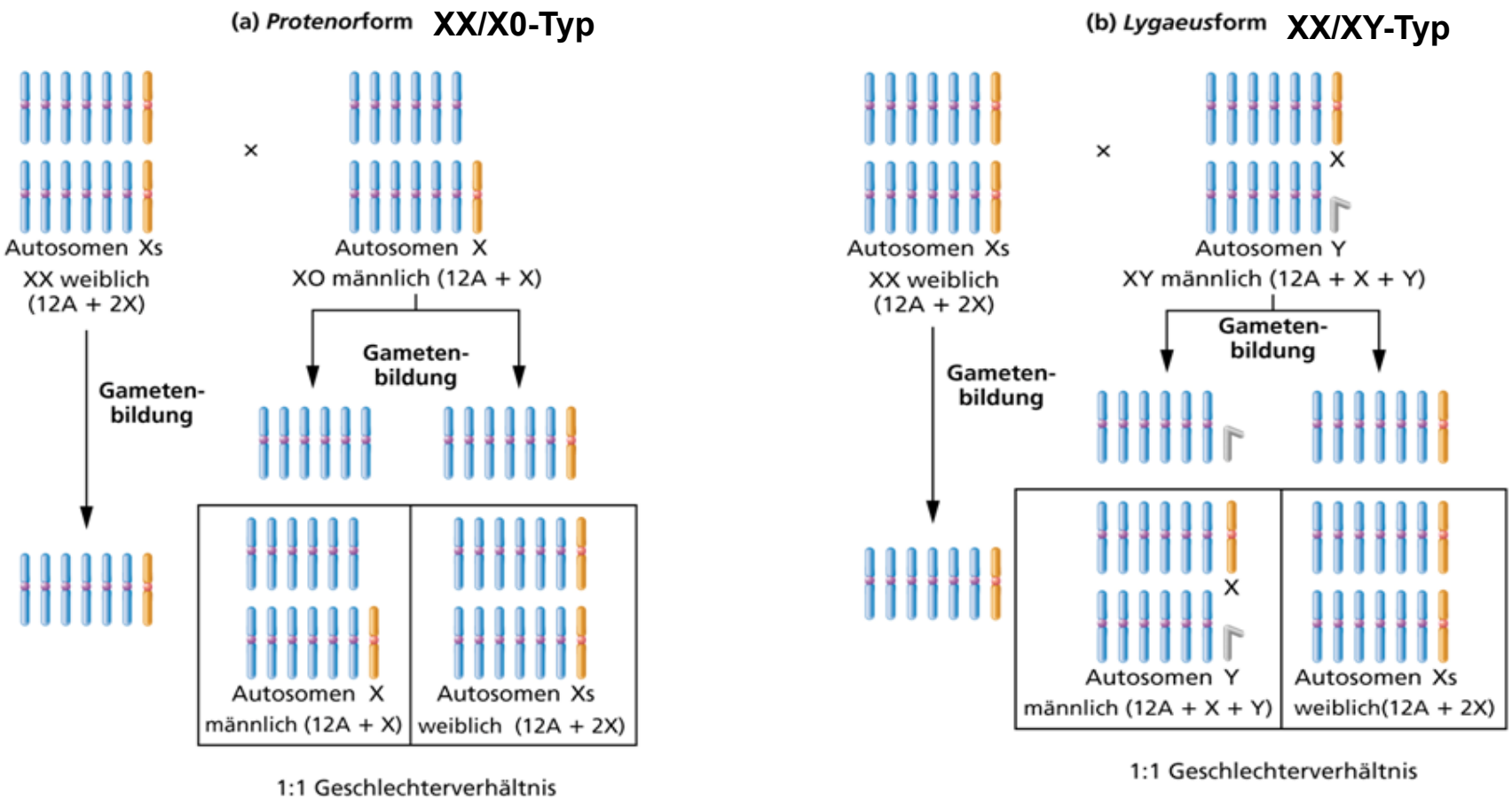


Prof. Heinz D. Osiewacz

Gliederung

i. Fortpflanzung und Vererbung
ii. Mitose und Meiose
iii. Mendel‘sche Erbgänge: chromosomale Vererbung
iv. Anwendung der Mendel‘schen Regeln, Ausnahmen
v. Genetische Kartierungen bei Eukaryonten
vi. Genetische Kartierungen bei Prokaryonten
vii. Geschlechtsbestimmung
viii. Chromosomenmutationen
ix. Extrachromosomale Vererbung

Geschlechtschromosomen und Geschlechtsbestimmung

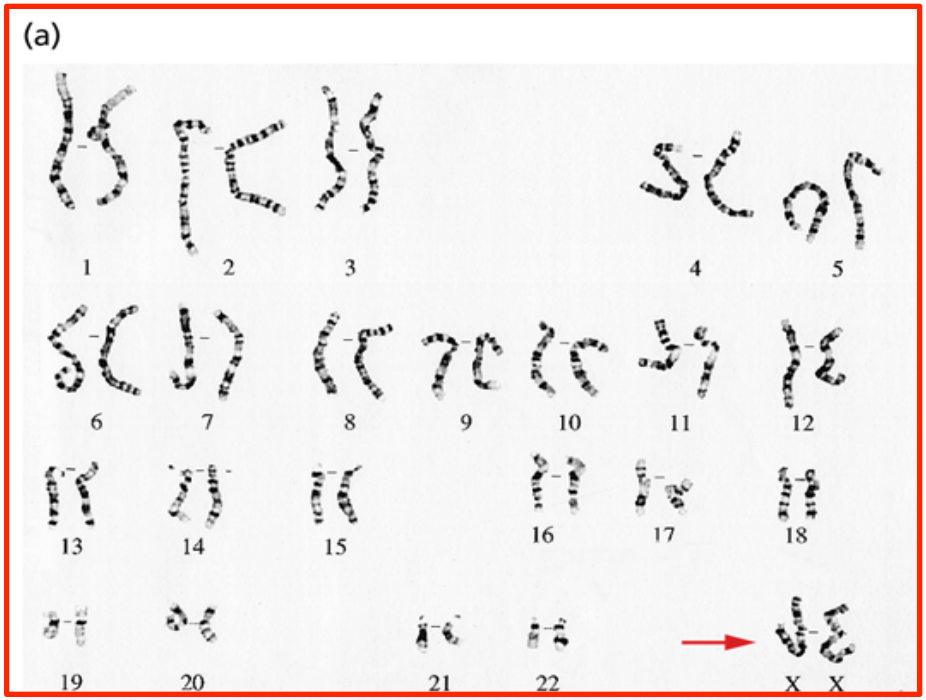


Protenor spec und *Lygaeus turicus* sind Insekten, bei denen die jeweilige Form der Geschlechtsbestimmung nachgewiesen wurde. Das Männchen ist in diesen Fällen das heterogamete (heterogametische) Geschlecht.

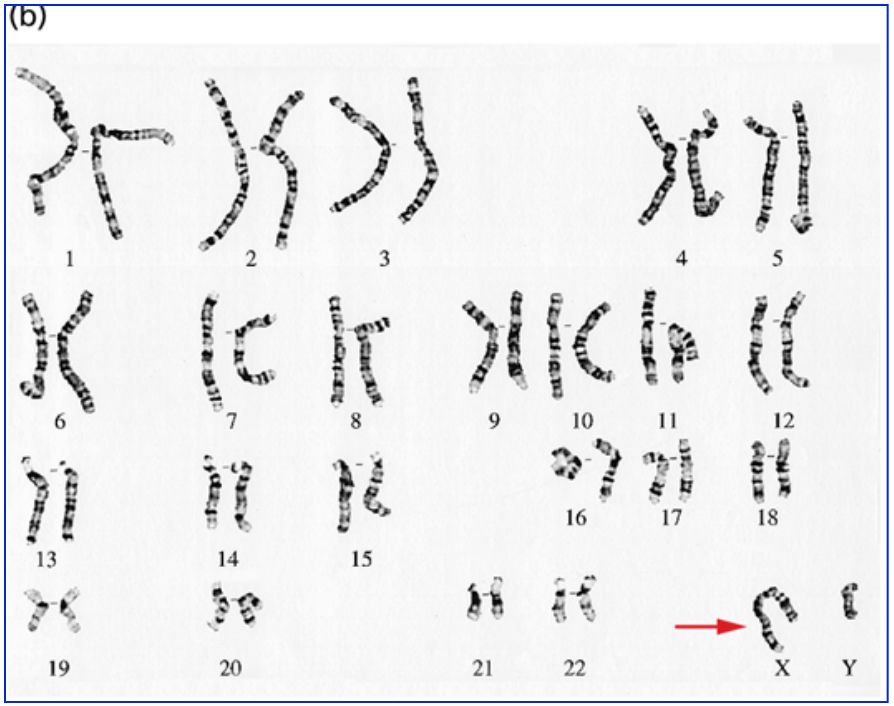
Es gibt viele Beispiele, wo Weibchen heterogametisch sind. Dies wird dargestellt durch: **ZZ/ZW**

Geschlechtsbestimmung beim Menschen

Weiblich



männlich



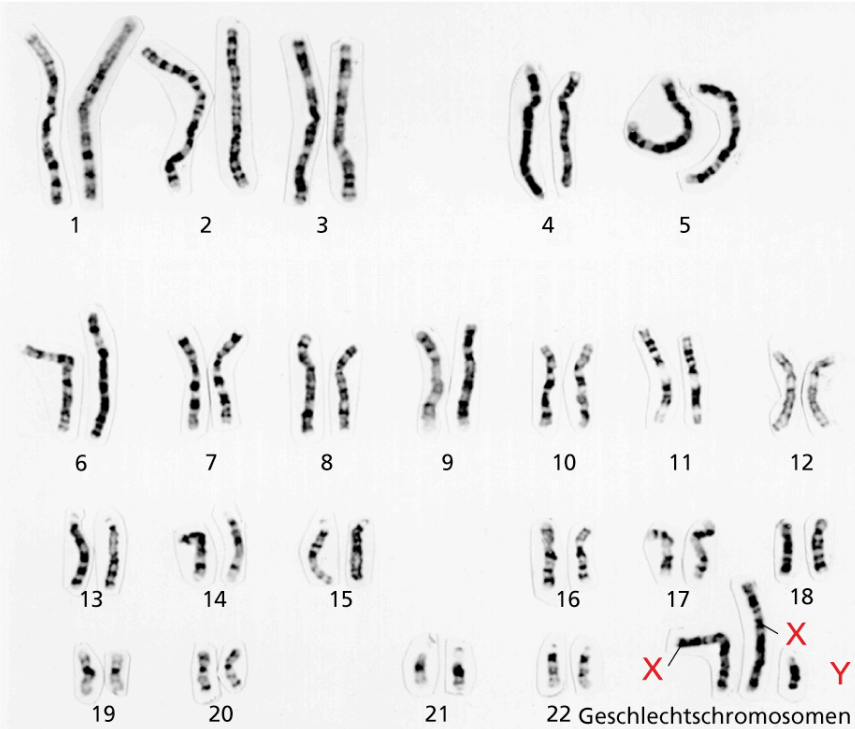
Mögliche Deutungen:

•Y-Chromosom spielt keine Rolle bei der Geschlechtsbestimmung.
Weiblicher Phänotyp wird durch zwei X-Chromosomen bedingt.
Männlicher Phänotyp geht auf das Fehlen eines zweiten X-Chromosoms zurück.

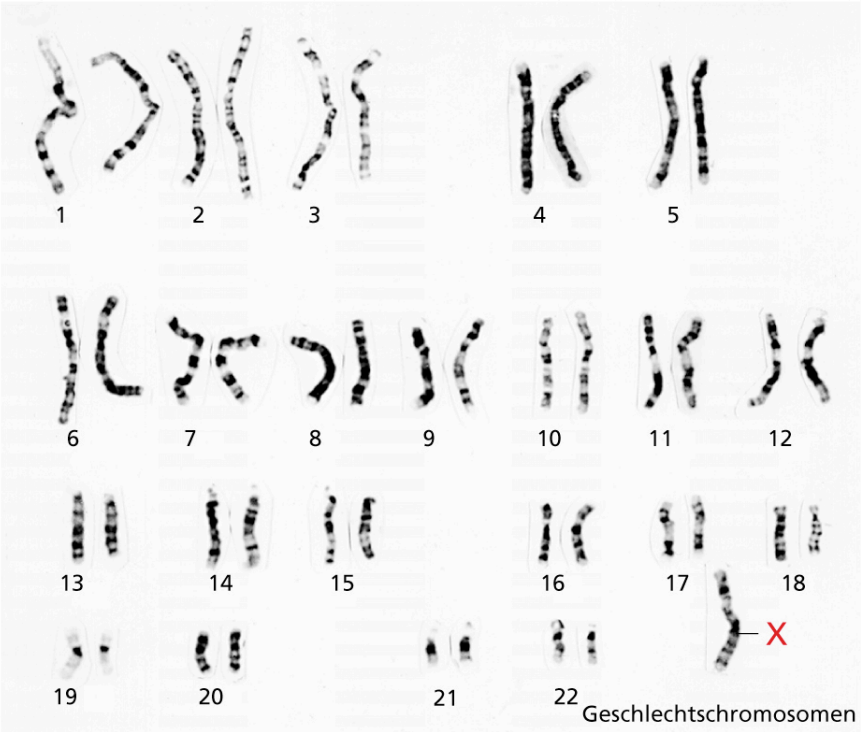
•Y-Chromosom für Ausprägung des männlichen Phänotyps verantwortlich >
Geschlechtsbestimmung bei Individuen mit atypischer Zahl von X-/Y Chromosomen

Klinefelter- (47, XXY) und Turnersyndrom (45, X)

(a)



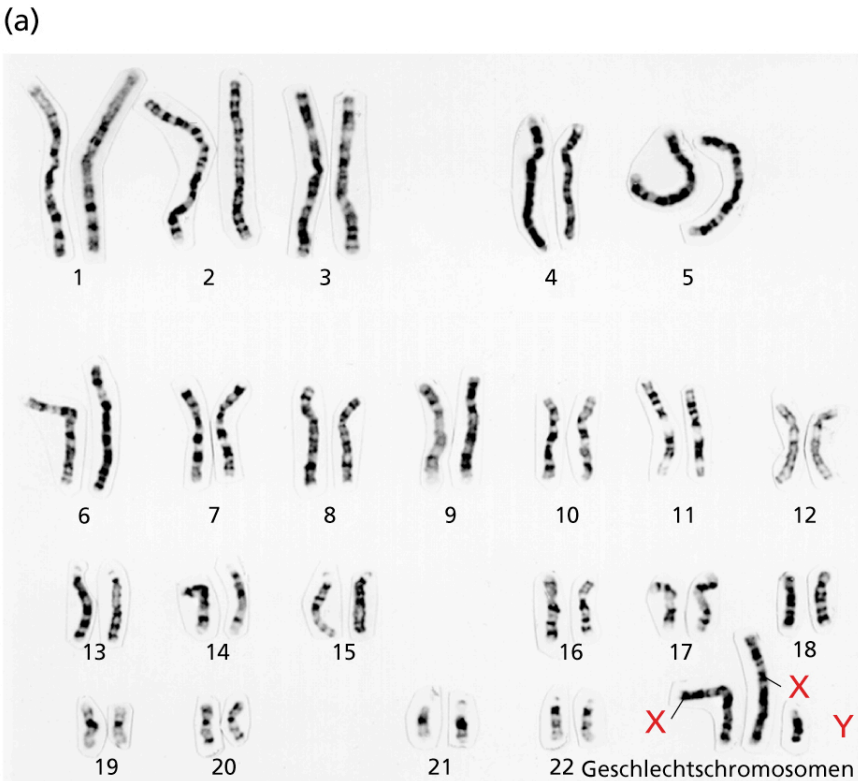
(b)

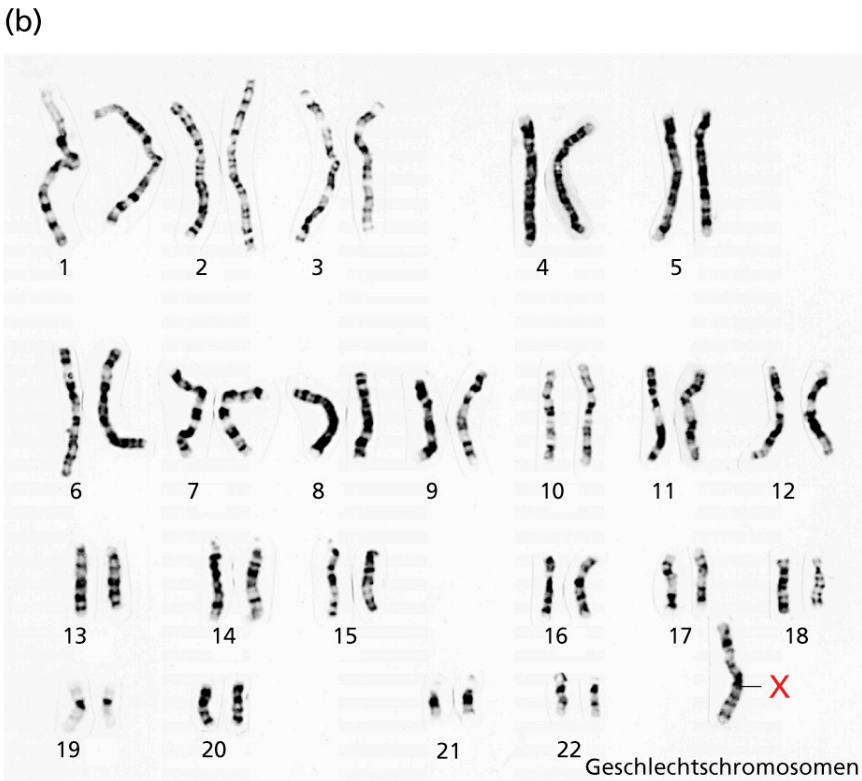


Klinefeltersyndrom: Betroffene Personen männlich differenziert mit rudimentären Hoden (bilden kein Sperma). Hoch gewachsen. Leicht verstärkte Brustbildung und runde Hüften. Oft geistige Beeinträchtigungen. Ungefähr: **2 in 1000** männlichen Geburten

Turnersyndrom: äußerlich weibliche Genitalien aber rudimentäre Eierstöcke. Kurze Gestalt, unterentwickelte Brustbildung. Oftmals von normaler Intelligenz. Ungefähr **1 in 2000** weiblichen Geburten

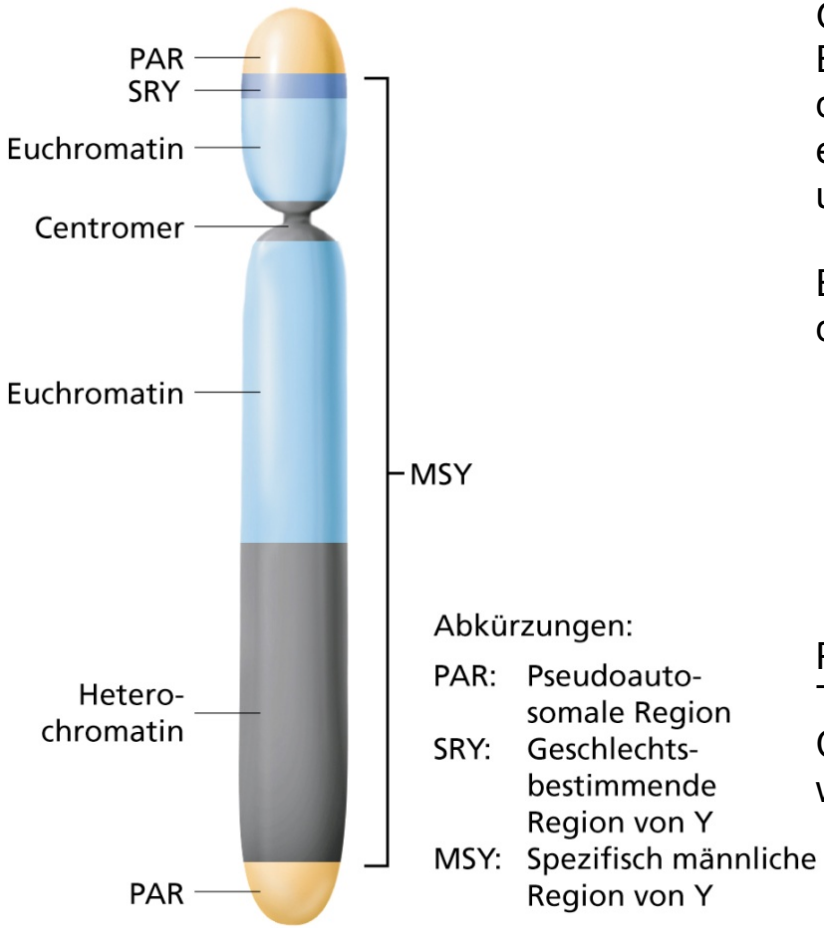
Klinefelter- (47, XXY) und Turnersyndrom (45, X)





Klinefelter-und **Turnersyndrom** Karyotypen legen nahe zu folgern, dass das männliche Geschlecht durch das Y-Chromosom bestimmt wird. Fehlt das Y-Chromosom, sind Individuen weiblich, ist es vorhanden, sind Individuen männlich, obwohl männliche Entwicklung nicht vollständig ist. Annahme der Bedeutung des Y-Chromosoms wird durch andere anormale Karyotypen (z.B. 48,XXXY; 48,XXYY; 49,XXXXY; 47,XXX; 49,XXXXX) bestätigt. Bei Individuen mit derartig veränderten Karyotypen wird neben Veränderungen der Geschlechtsmerkmale, Sterilität und mentale Retardierung beobachtet. In einigen auch Abweichung im sozialen Verhalten.

Das Y-Chromosom und die männliche Entwicklung

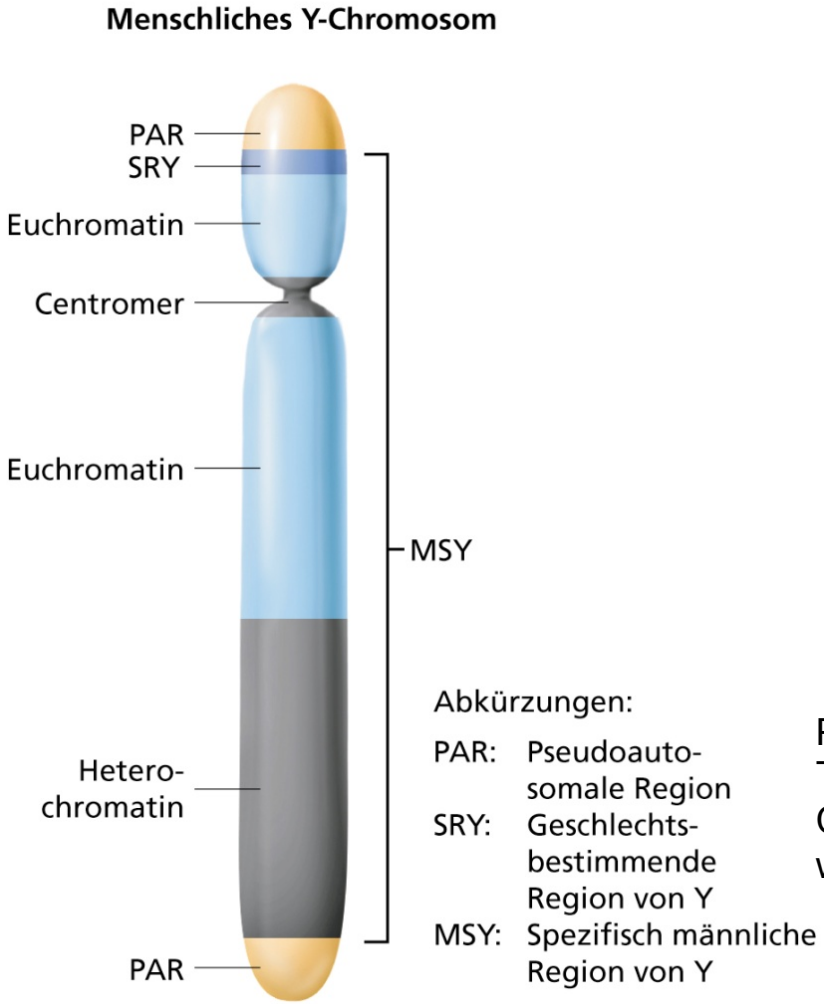


Geschlechtliche Differenzierung erfolgt während der Embryonalentwicklung. In der frühen Entwicklung ist der menschliche Embryo potentiell hermaphrodit. Es entwickeln sich Strukturen, aus denen sich männliche und weibliche Geschlechtsorgane entwickeln können.

Erst später kommt es zur endgültigen Differenzierung der Geschlechtsorgane.

PAR: pseudoautosomale Region mit Homologie zu Teilen des X-Chromosoms. Für Paarung von X- und Y-Chromosom während der männlichen Gametogenese wichtig.

Bedeutung der SRY (geschlechtsbestimmenden Region Y) für die männliche Entwicklung



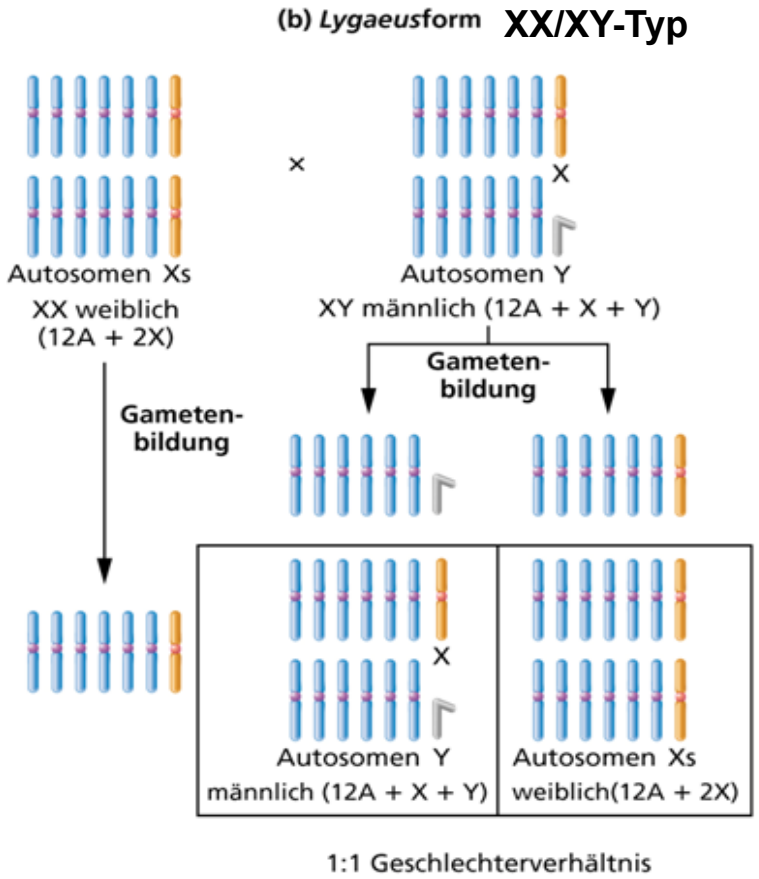
Selten gibt es beim Menschen Männer mit zwei X-Chromosomen > sie enthalten Regionen des Y-Chromosoms mit *SRY*.

Es gibt Frauen mit X und Y-Chromosom> fasst immer fehlt dem Y-Chromosom die *SRY*–Region

XX-transgene Mäuse mit eingebrachter *sry*-Region in

PAR: pseudoautosomale Region mit Homologie zu Teilen des X-Chromosoms. Für Paarung von X- und Y-Chromosom während der männlichen Gametogenese wichtig.

Geschlechtsverhältnis

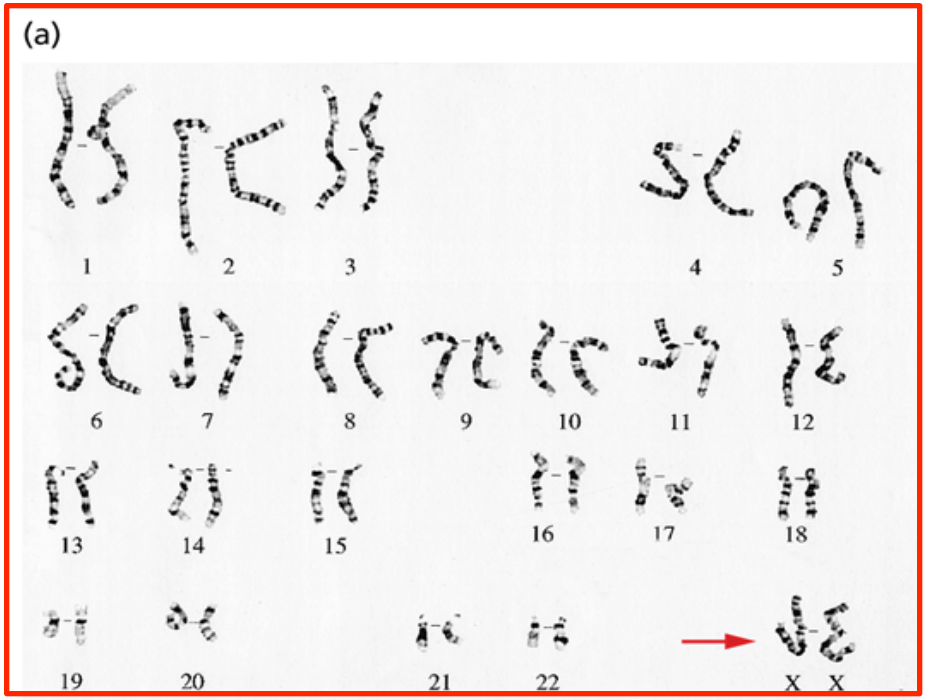


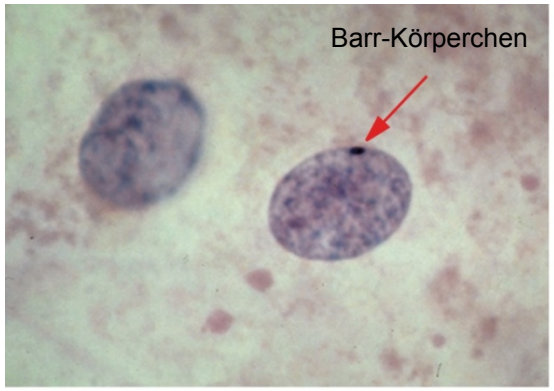
Beim Menschen ist das Verhältnis von Mädchen/ Jungengeburten abweichend vom erwarteten Wert von 1:1. Werte für dieses **sekundäre Geschlechtsverhältnis** von z.B. 1:1,06 werden gefunden

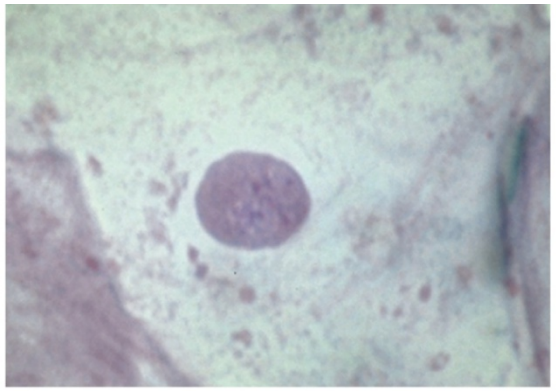
Auch das **primäre Geschlechtsverhältnis** (Genotyp nach Empfängnis ist nicht 1:1, sondern wurde in einer Studie mit 1:1,07 beschrieben)

Möglicher Grund: Schnellere Bewegung von Spermien mit Y-Chromosom im Eileiter

Dosiskompensation



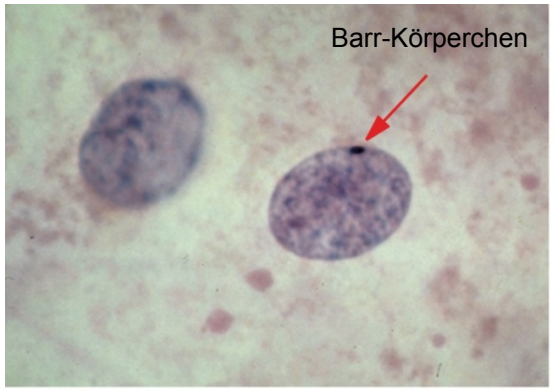


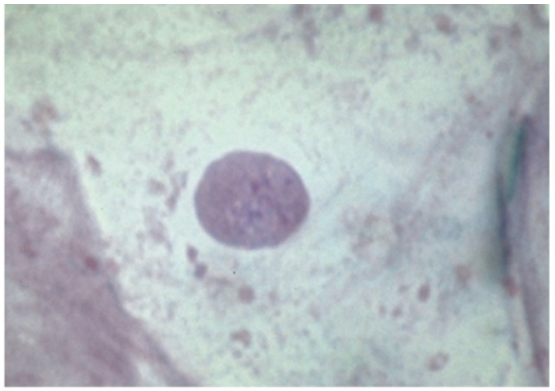


Vergleich vom Epithelzellkern der Wange eines männlichen Individuums, bei dem keine Barr-Körperchen sichtbar werden (rechts) mit einem weiblichen Individuum, bei dem Barr-Körperchen erkennbar sind.

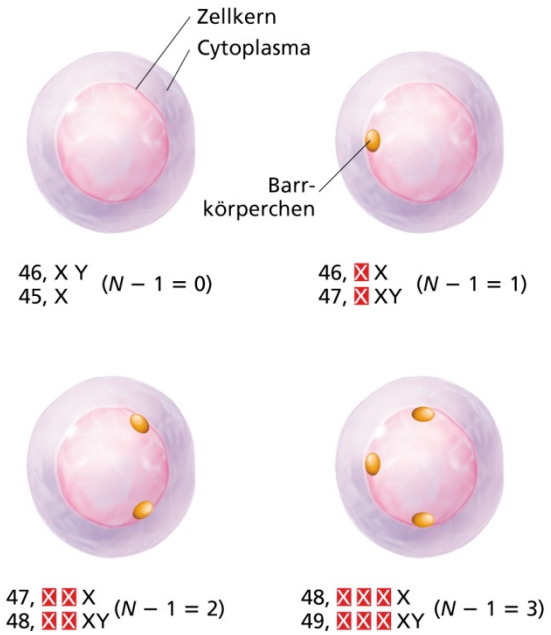
Dosiskompensation

Inaktivierung aller X-Chromosomen bis auf eines (Barr-Körperchen)





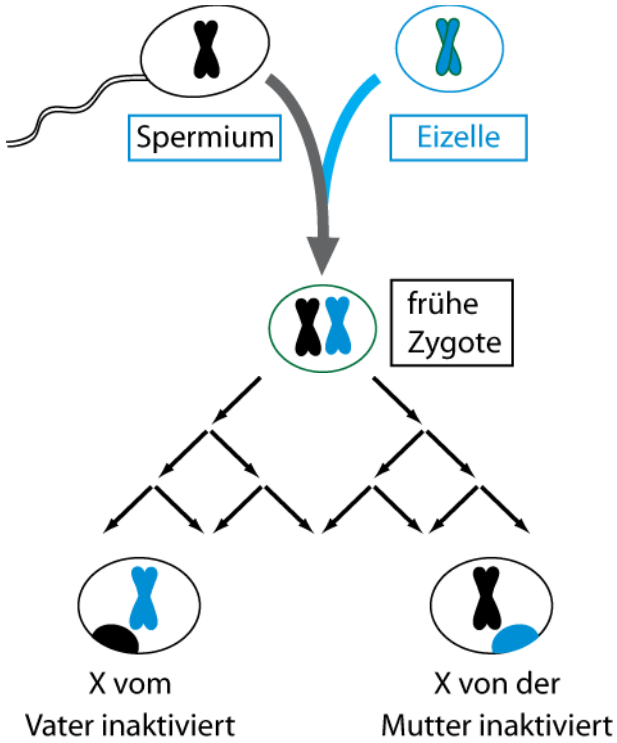
Vergleich vom Epithelzellkern der Wange eines männlichen Individuums, bei dem keine Barr-Körperchen sichtbar werden (rechts) mit einem weiblichen Individuum, bei dem Barr-Körperchen erkennbar sind.



Barr-Körperchen bei verschiedenen menschlichen Karyotypen, bei denen alle X-Chromosomen bis auf eins (*N* - 1) inaktiviert sind.

Barr-Körperchen: stark anfärbbare Masse in somatischen Zellkernen weiblicher Säugetiere. Es handelt sich dabei um ein (oder mehrere) inaktivierte X-Chromosomen.

Inaktivierung des X-Chromosoms bei Säugetieren



in allen Tochterzellen ist das X-Chromosom des Vaters auf Dauer inaktiviert

in allen Tochterzellen ist das X-Chromosom der Mutter auf Dauer inaktiviert

späte Blastocyste

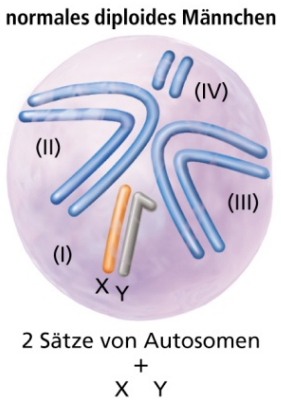
zufällige Inaktivierung des X-Chromosoms vom Vater oder der Mutter in verschiedenen Zellen
> MOSAIK

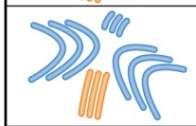
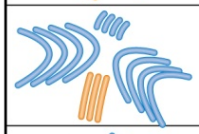
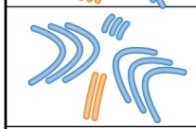
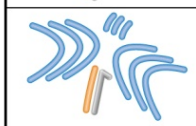
Musterbildung bei Katzen infolge der zufälligen Inaktivierung des einen von zwei X-Chromosomen (mit Genen für Fellfarbe)

Schildpattkatze

Lyon-Hypothese (Mary Lyon): Die zufällige Inaktivierung des mütterlichen oder väterlichen X-Chromosoms in den somatischen Zellen weiblicher Säugetiere während der frühen Entwicklung. Bei allen Tochterzellen wird das gleiche X-Chromosom inaktiviert, was zu einem Mosaikmuster der Genexpression im X-Chromosom führt.

Zahlenverhältnis X-Chromosom: Autosomen und Geschlechts-morphologie bei *Drosophila spec*



Chromosomen-zusammensetzung	Chromosomen-bildung	Verhältnis der X-Chromosomen zum Autosomensatz	Geschlechts-morphologie
	$^{3X}/_{2A}$	1,5	Metaweibchen
	$^{3X}/_{3A}$	1,0	weiblich
	$^{2X}/_{2A}$	1,0	weiblich
	$^{3X}/_{4A}$	0,75	zwischen den Geschlechtern
	$^{2X}/_{3A}$	0,67	zwischen den Geschlechtern
	$^{X}/_{2A}$	0,50	männlich
	$^{XY}/_{2A}$	0,50	männlich
	$^{XY}/_{3A}$	0,33	Metamännchen

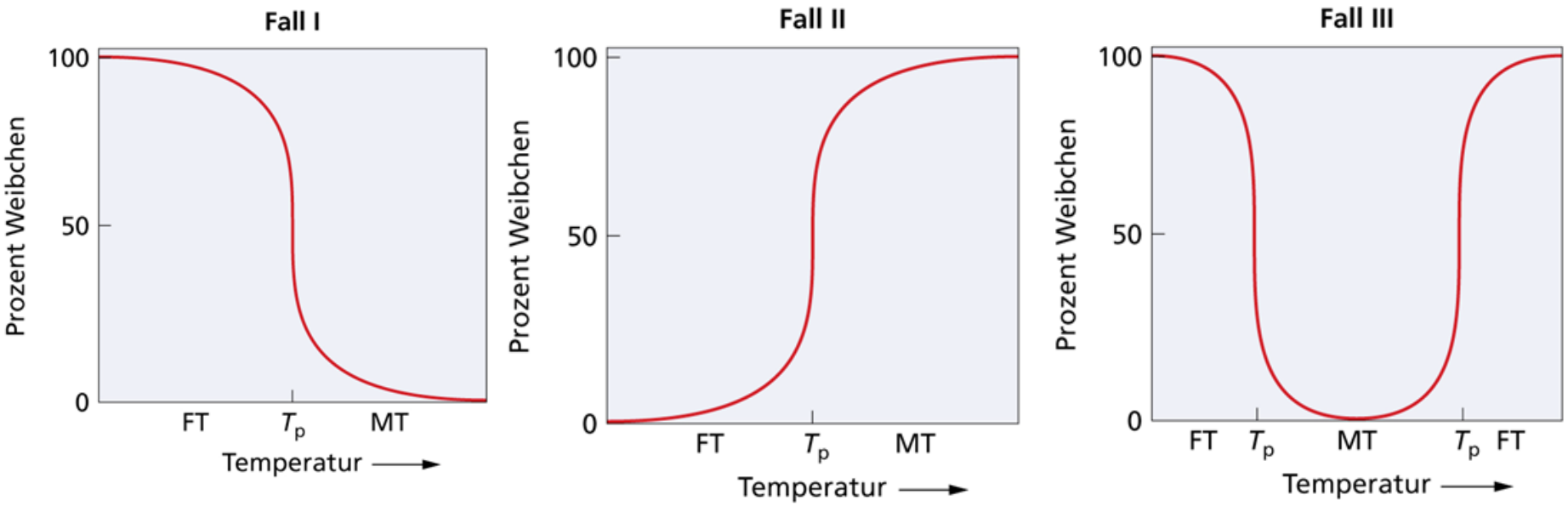
Normale Situation:
XX/2A= weiblich
XY/2A= männlich

- **Metaweibchen:** Schwache und unfruchtbare Weibchen mit verminderter Lebenserwartung

- **Metamännchen:** unfruchtbare Männchen

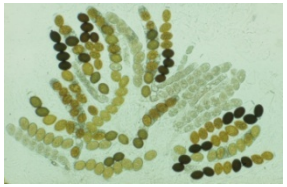
- **Zwischen den Geschlechtern:** rudimentär entwickelte bisexuelle Gonaden und Genitalien. Steril. Meist größer mit vielen morphologischen Anomalien

Temperaturabhängige Geschlechtsbestimmung (TSD) bei einigen Reptilien (z.B. Schildkröten, Krokodilen und einigen Eidechsen)



FT: weibliche Entwicklung bestimmende Temperatur. MT: männliche Entwicklung bestimmende Temperatur. T_P: Wendetemperatur

Im Gegensatz zur ***genotypischen Geschlechtsbestimmung*** (GSD), kommt bei vielen Reptilien eine ***temperaturabhängige Geschlechtsbestimmung*** (TSD) vor. Geschlechtsbestimmung erfolgt je nach Inkubationstemperatur der Eier während einer wichtigen Phase der Embryonalentwicklung. Temperatureffekte auf Hormone (Östrogene, Androgene) und von Hemmstoffen von Enzymen, die die Hormonsynthese steuern.



Zusammenfassung

1. Konjugation und Chromosomenkartierung bei Bakterien
2. Transformation
3. Transduktion
4. Geschlechtsbestimmung beim Menschen; Anomalien
5. Geschlechtsbestimmung bei *Drosophila spec.* Zahlenverhältnis X-Chromosom: Autosomen
6. Temperaturabhängige Geschlechtsbestimmung (TSD).

Begriffe (6)

Auxotroph: Mutierte[r] Organismus oder Zelllinie, der/die eine Substanz zum Wachstum benötigt, die der Wildtyp synthetisieren kann.
F-Faktor (Fertilitätsfaktor): Ein Episom(Plasmid) in bakteriellen Zellen, das der Zelle die Fähigkeit verleiht, bei der Konjugation als Donor zu wirken.
Hfr: Ein Bakterienstamm mit großer Rekombinationshäufigkeit. Diese Stämme besitzen einen chromosomal integrierten F-Faktor, der in der Lage ist, einen Teil des Chromosoms zu mobilisieren und an einen Empfänger F^--Zelle zu übertragen.
Konjugation: Vorübergehende Verschmelzung von zwei einzelligen Organismen für die (geschlechtliche) Übertragung genetischen Materials
Lyon-Hypothese: Die zufällige Inaktivierung des mütterlichen oder väterlichen X-Chromosoms in den somatischen Zellen weiblicher Säugetiere während der frühen Entwicklung. Bei allen Tochterzellen wird das gleiche X-Chromosom inaktiviert, was zu einem Mosaikmuster der Genexpression im X-Chromosom führt.
Plasmid: extrachromosomales, (ringförmiges) DNA-Molekül, das sich unabhängig vom Wirtschromosom vermehrt (repliziert).
Prototroph: Ein Stamm (meist Mikroorganismus), der auf einem definierten Medium wachsen kann. Wildtypstämme werden im Allgemein als prototroph bezeichnet.
Transduktion: Viral vermittelter Gentransfer von einem Bakterium zu einem anderen oder der Transfer eukaryotischer Gene durch ein Retrovirus.
Transformation: Vererbbare Veränderung einer Zelle oder eines Organismus durch exogene (nackte) DNA.

Evaluation der Veranstaltung: 6. Mai 2019

GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

studiumdigitale
Zentrale eLearning-Einrichtung Goethe-Universität Frankfurt am Main

Ablaufplan der Evaluation:

Bitte rufen Sie jetzt den Zugangslink zur Befragung auf, füllen den Fragebogen aus und übermitteln Ihre Angaben durch **Klick auf "Absenden".**

Falls Sie heute kein eigenes Gerät zur Verfügung haben, nutzen Sie wahlweise das einer/s Mitstudierenden.

Informationen zur Verarbeitung und Weitergabe der Daten

- Die Umfrage ist anonym und die Daten werden so ausgewertet und veröffentlicht, dass keine Rückschlüsse auf einzelne Personen möglich sind.
- Die Ergebnisse der Befragung werden durch die zentrale eLearning Einrichtung studiumdigitale erfasst und die Ergebnisse zeitnah zur Besprechung mit den Studierenden an die Lehrenden zurückgemeldet.
- Ist die Anzahl der Teilnehmenden <4, soll keine Evaluation stattfinden. Zudem wird den Lehrenden bei <4 ausgefüllten Umfragen keine Auswertung zugesandt.
- Die Evaluationsergebnisse der einzelnen Lehrveranstaltungen werden nicht an die Universitätsleitung weitergeleitet. Einsicht in die Daten erhalten nur die Lehrenden selbst, das jeweilige Dekanat und die an der Erhebung beteiligten Einrichtungen (studiumdigitale und Abteilung Lehre und Qualitätssicherung).
- Das Verfahren ist mit dem Datenschutz der Goethe-Universität abgestimmt.

Veranstaltung:	**...) Genetik und Molekularbiologie**
Lehrperson:	**Prof. Dr. Heinz Dieter Osiewacz**
Evaluationstermin:	**06.05.2019, 10:00 - 12:00 Uhr**
URL:	**http://r.sd.uni-frankfurt.de/e2085669**
QR-Code:	