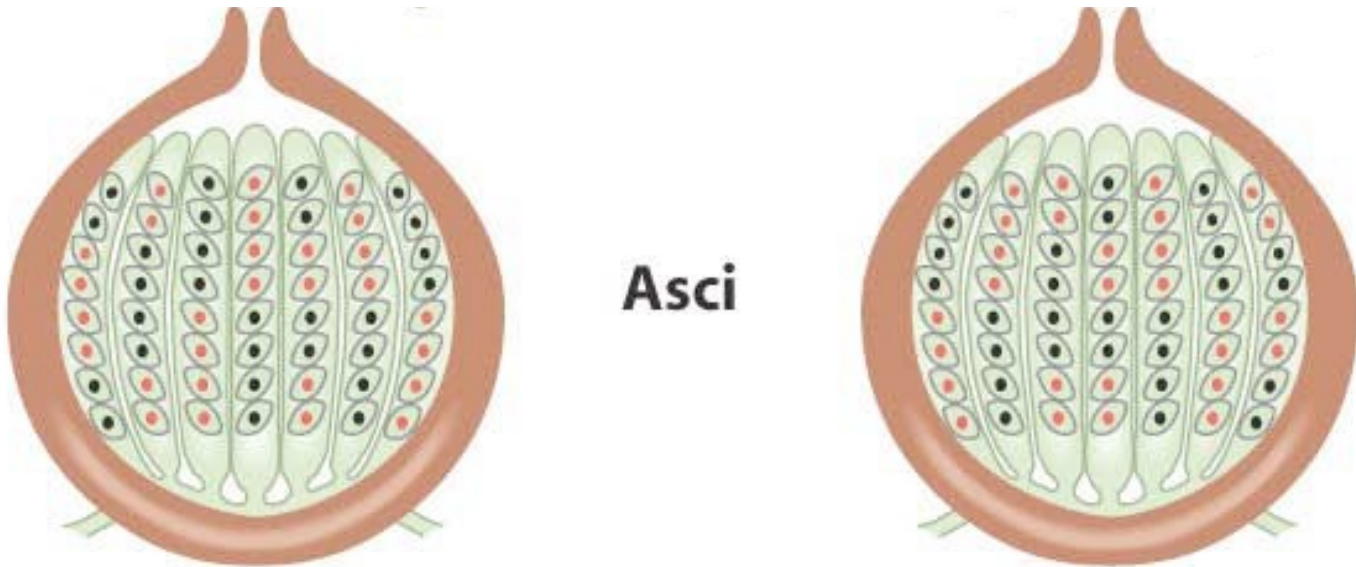


5. Oktadenanalyse

Konzepte:

➡ Vorteile der Analyse einzelner Meiosen

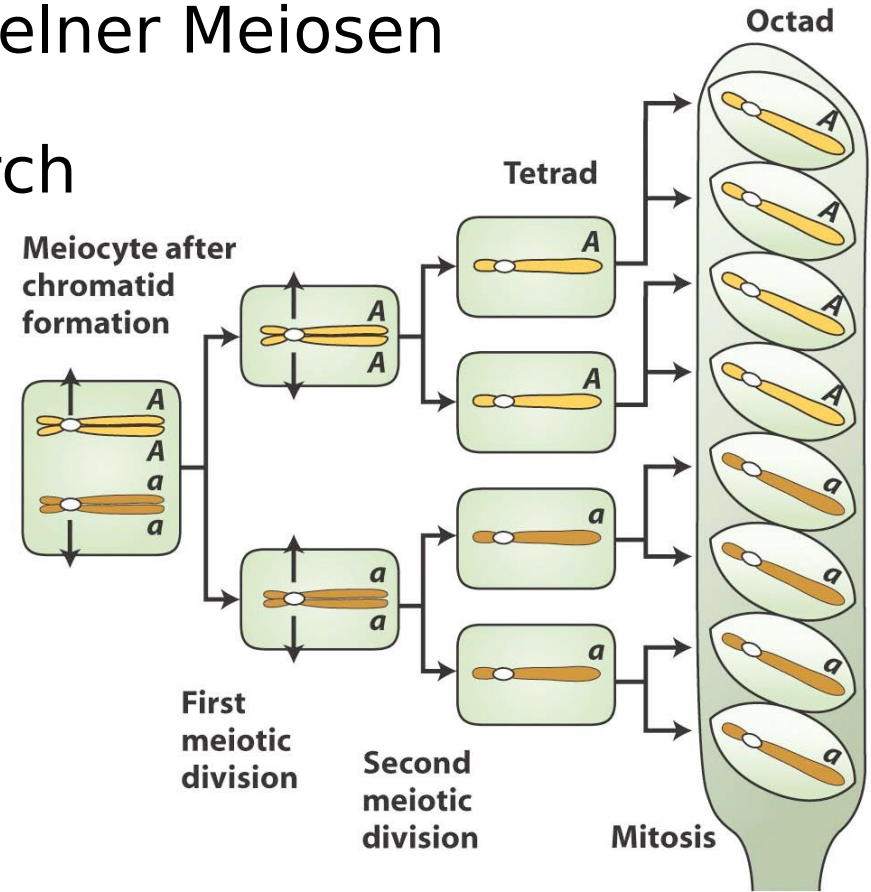


5. Oktadenanalyse

Konzepte:

Vorteile der Analyse einzelner Meiosen

➔ Centromerkartierung durch
Tetraden/Oktaden



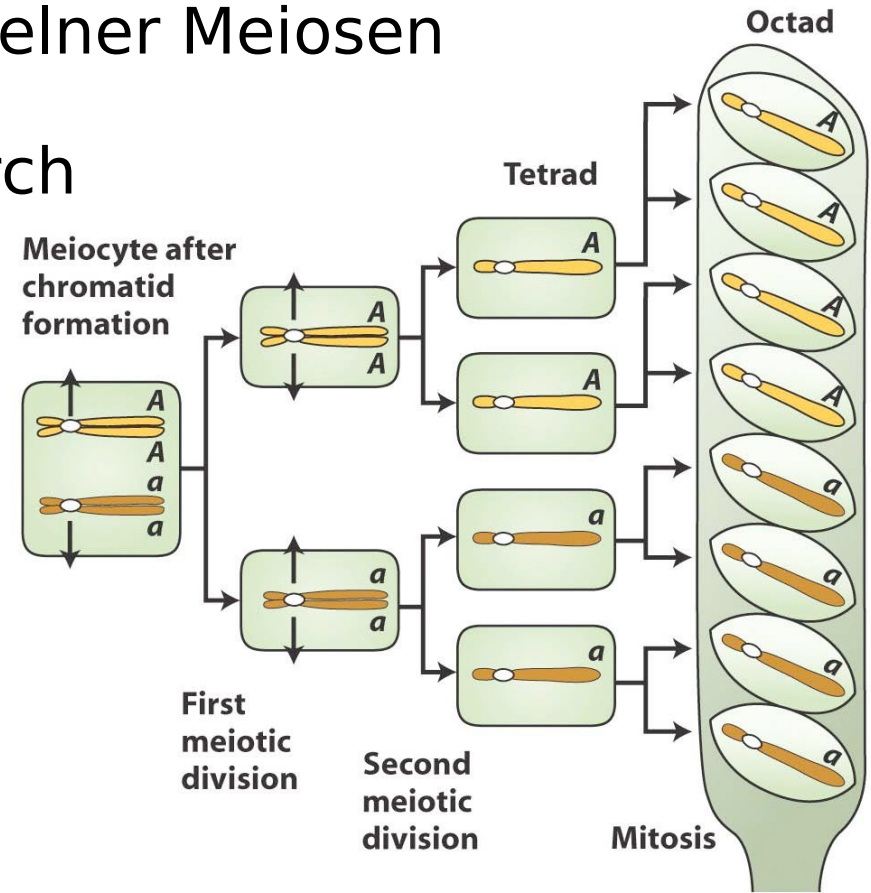
5. Oktadenanalyse

Konzepte:

Vorteile der Analyse einzelner Meiosen

Centromerkartierung durch
Tetraden/Oktaden

➔ Berechnung korrekter
Kartendistanzen

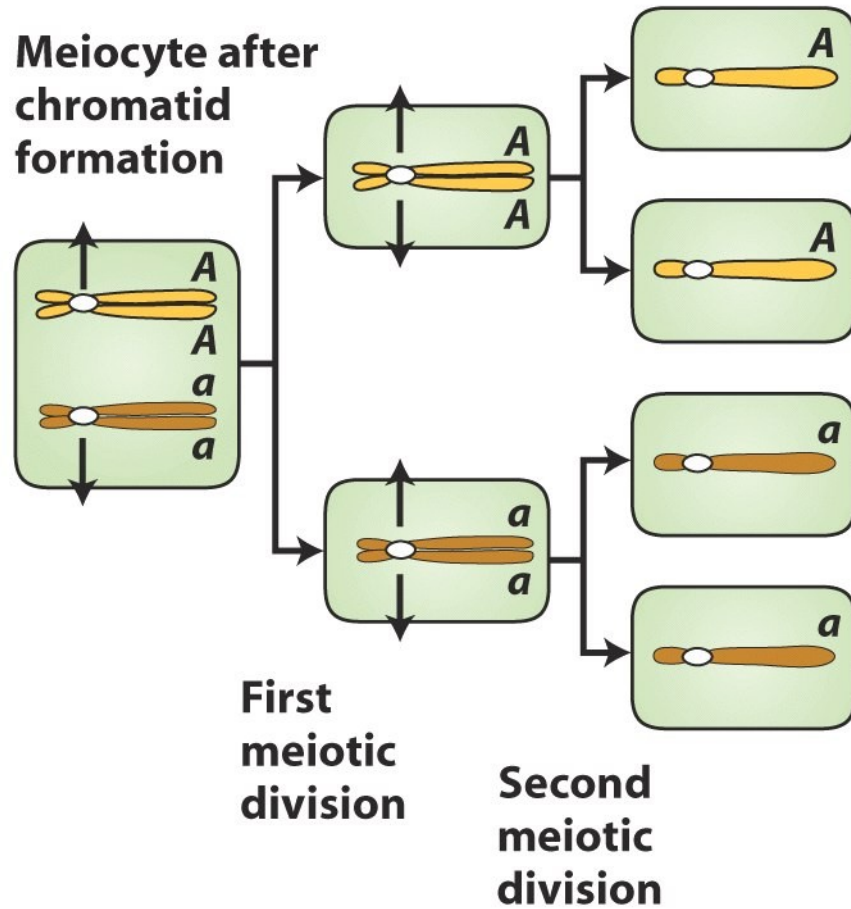


1. Sie führen bei *Neurospora crassa* eine Oktadenanalyse durch und erhalten folgende Ergebnisse:

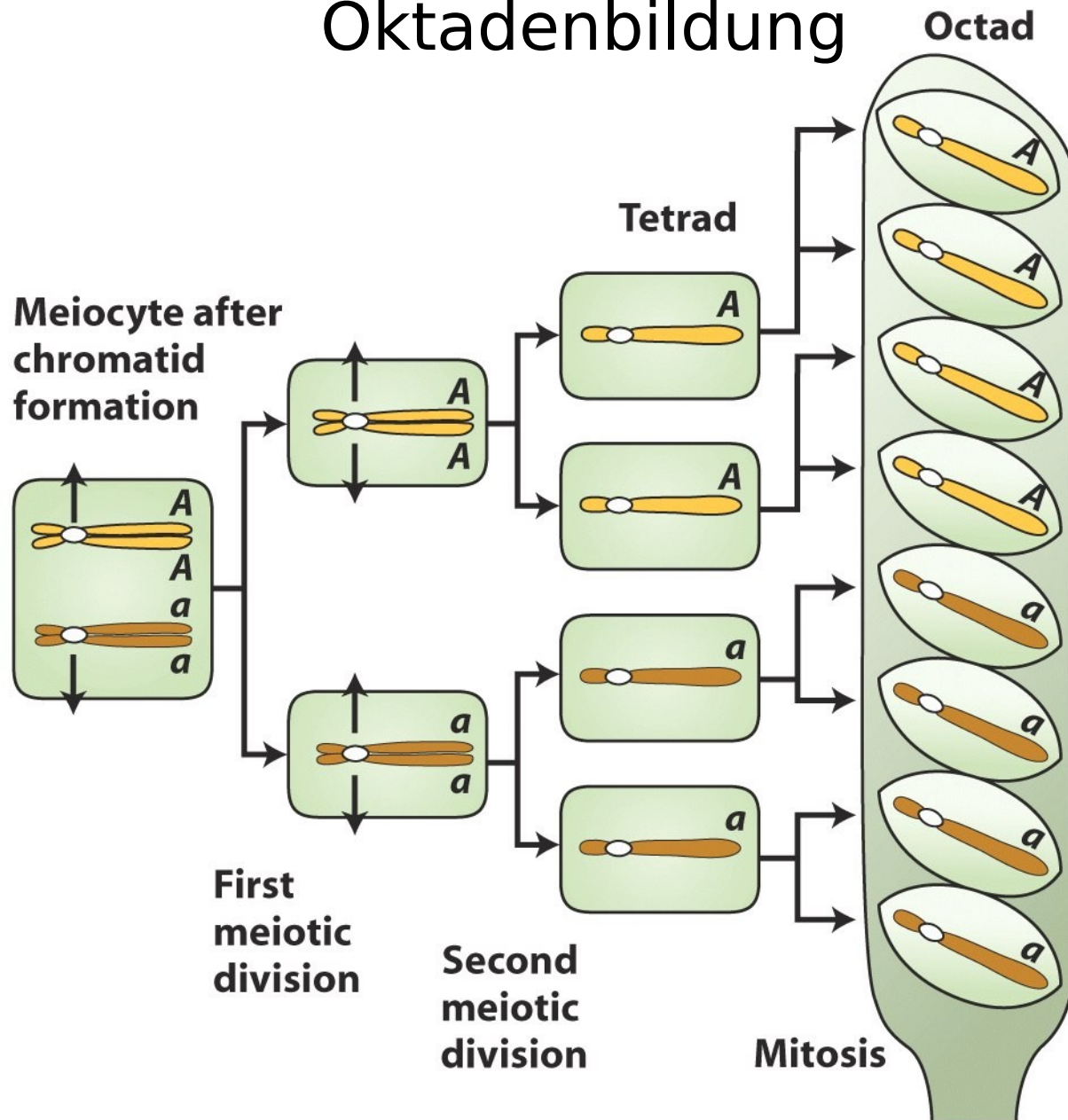
Oktaden					
A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17

- Erklären Sie Oktaden/Tetraden im Vergleich zu bislang bekannten Meioseprodukten.
- Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?
- Erklären Sie mechanistisch wie die verschiedenen Oktadentypen entstehen.
- Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

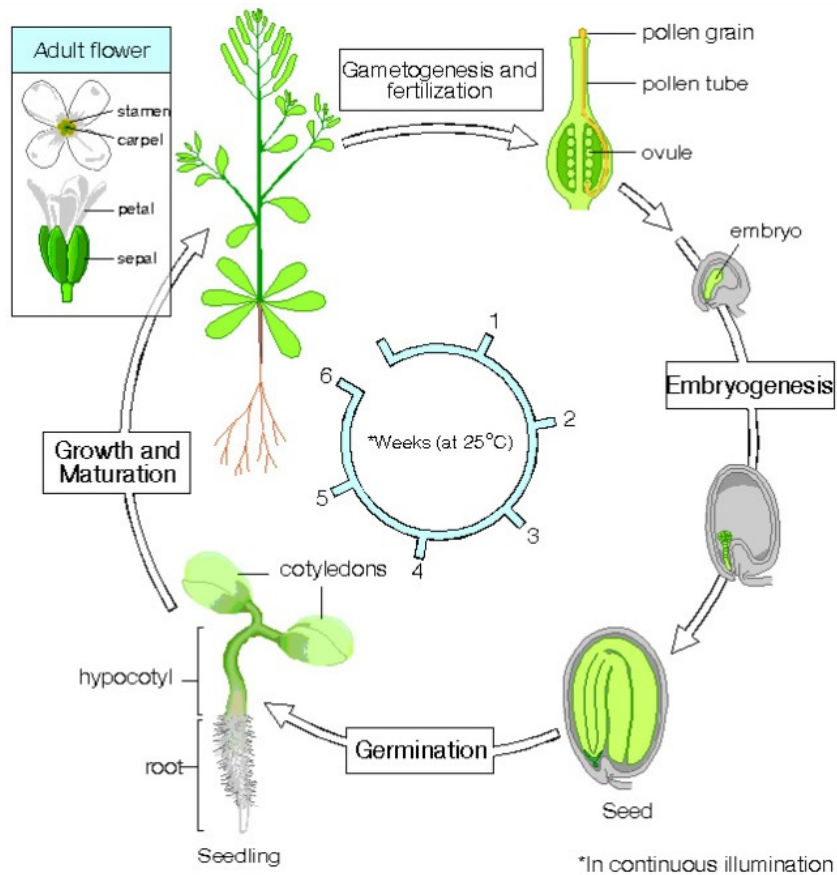
Tetradenbildung



Oktadenbildung

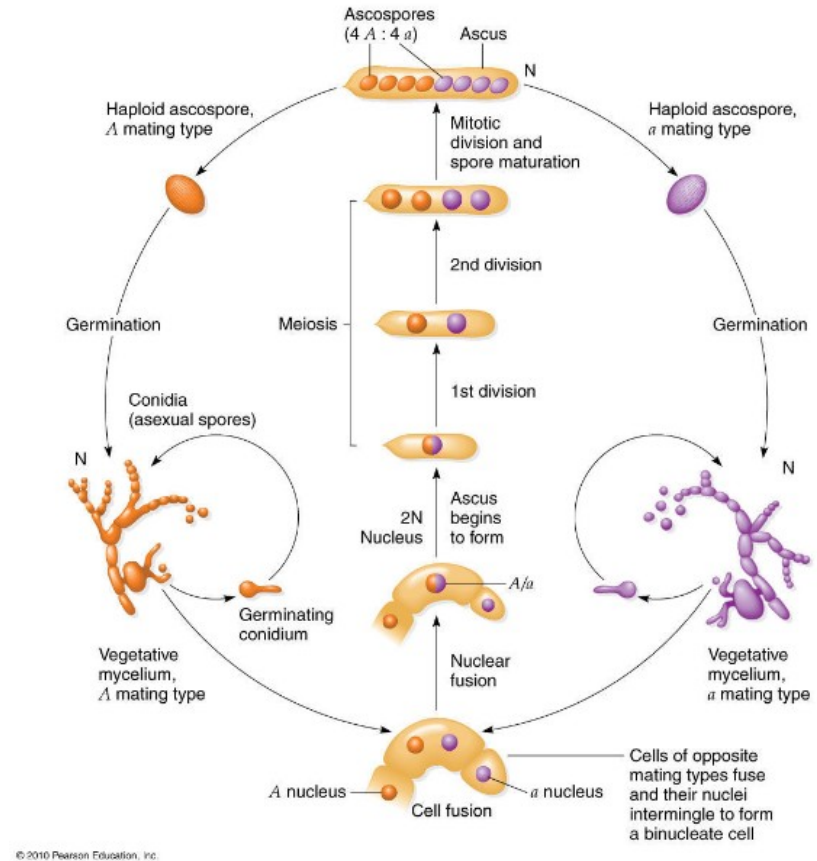
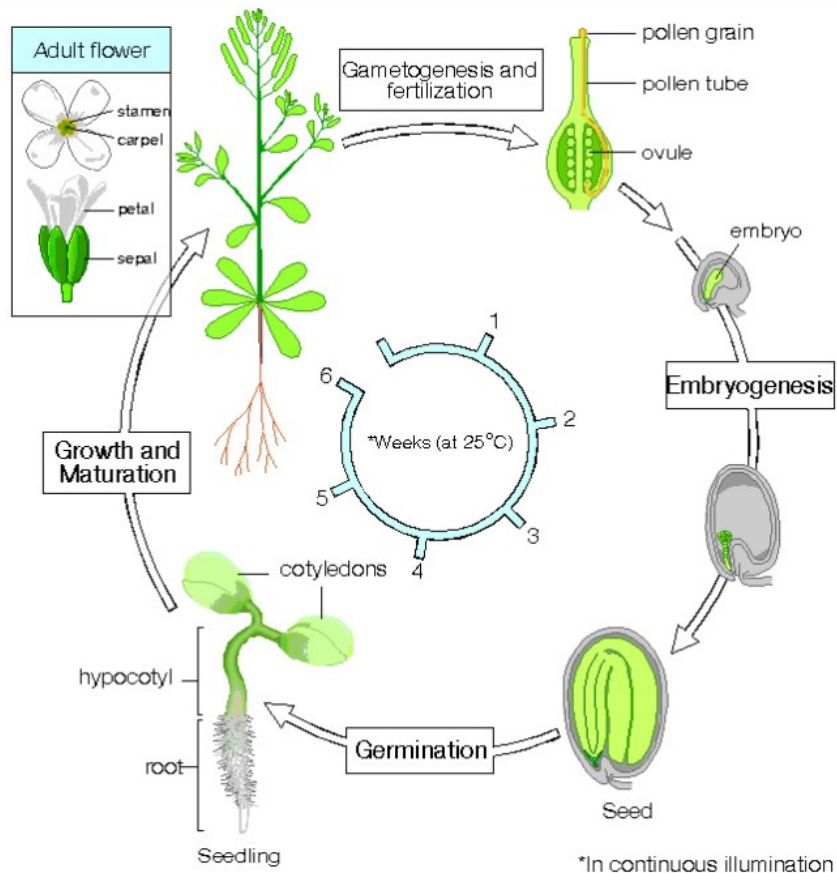


Hintergrund: der Lebenszyklus macht den Unterschied



- ◆ Diploides Stadium überwiegt
- ◆ Meioseprodukte nicht verfolgbar
- ◆ Näherung über statistische Analysen

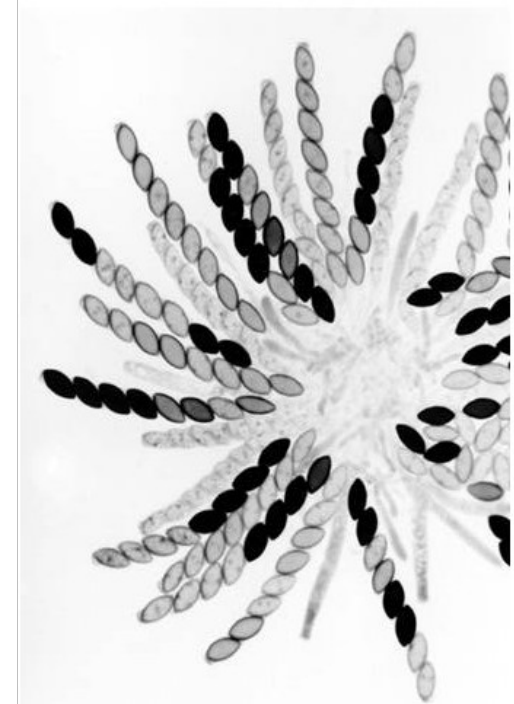
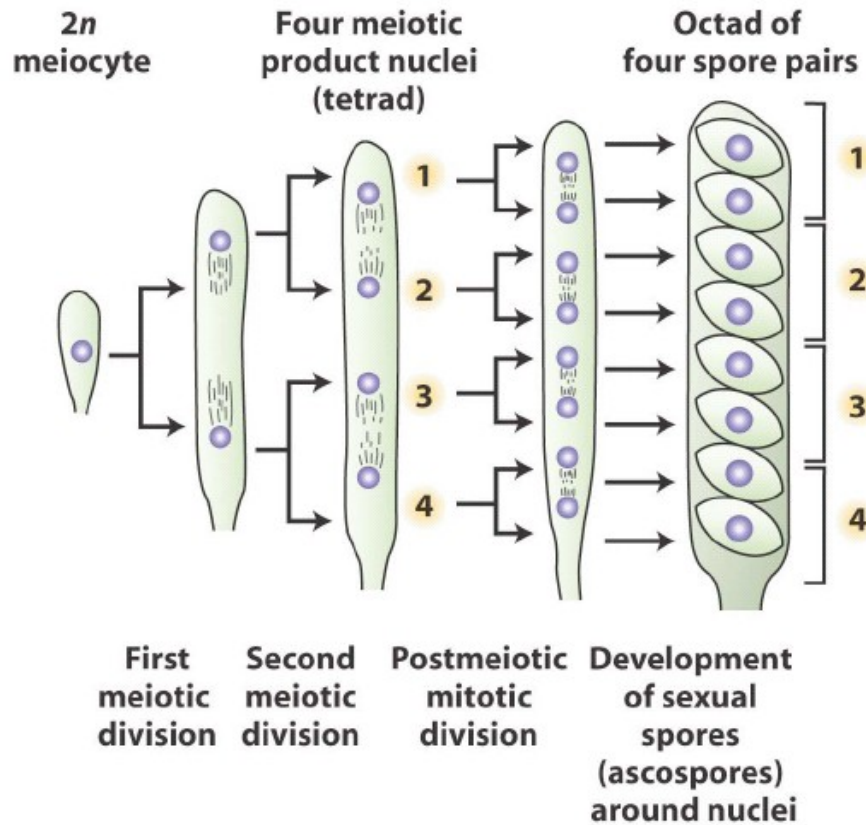
Hintergrund: der Lebenszyklus macht den Unterschied



© 2010 Pearson Education, Inc.

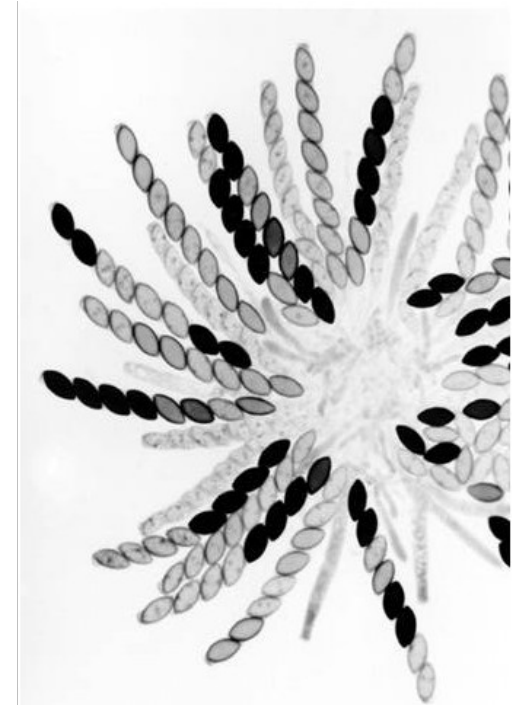
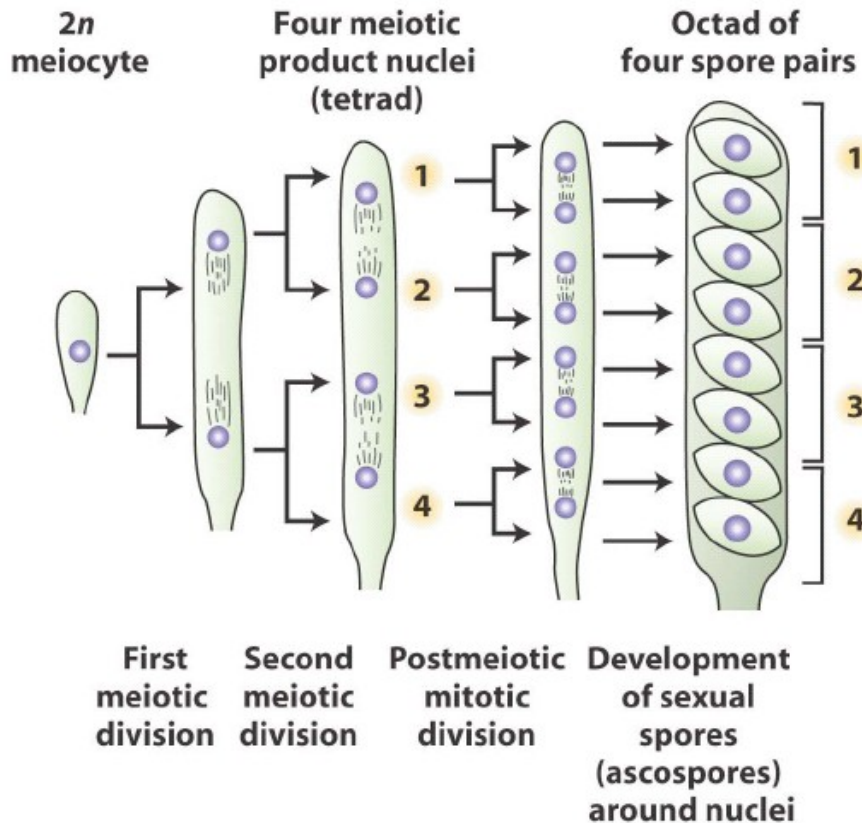
- ◆ Diploides Stadium überwiegt
- ◆ Meioseprodukte nicht verfolgbar
- ◆ Näherung über statistische Analysen

- ◆ haploides Stadium überwiegt
- ◆ Phänotyp = Genotyp
- ◆ Meioseprodukte direkt verfolgbar + Reihenfolge der Sporen inform.



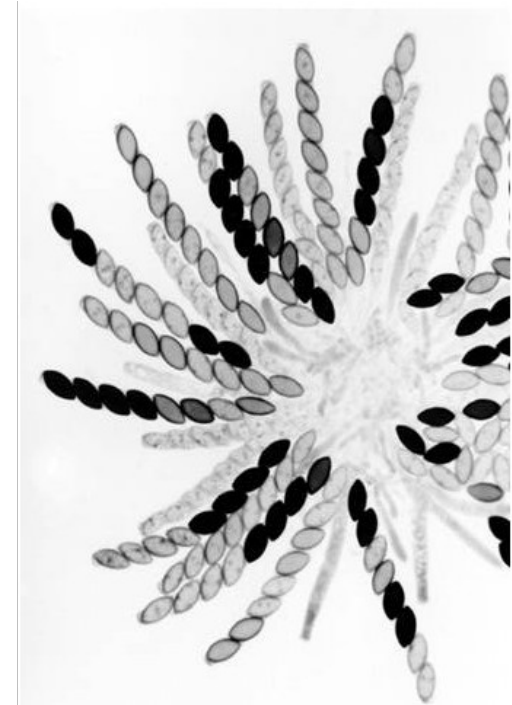
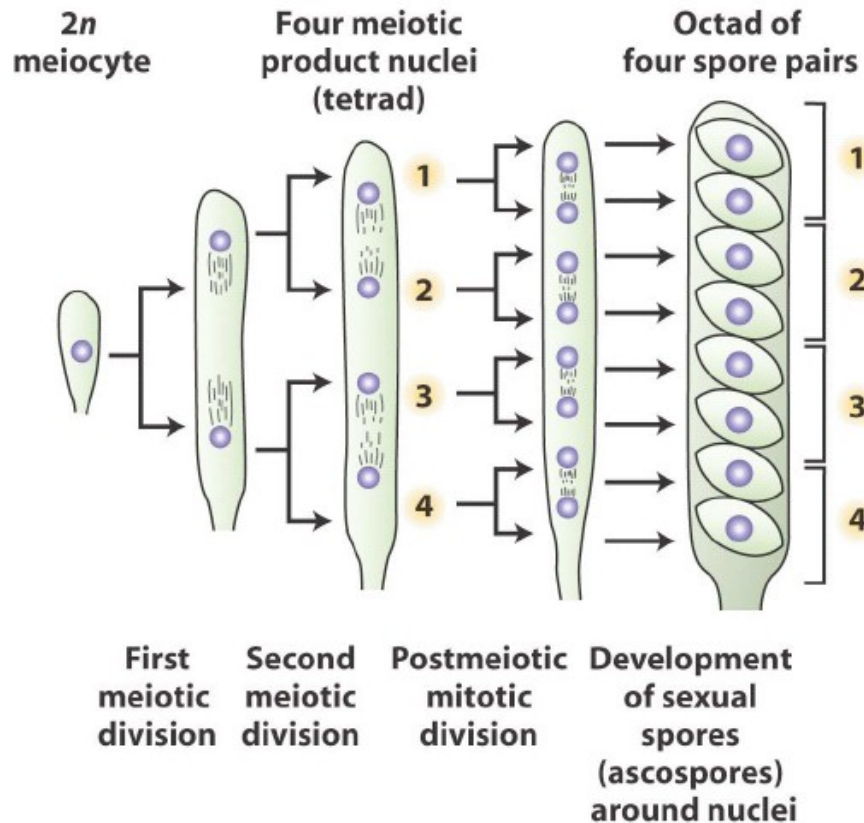
<http://www.fgsc.net/neurospora/raju2.htm>

◆ Spindeln überlappen sich nicht → Nuclei passieren sich im Ascus nie



<http://www.fgsc.net/neurospora/raju2.htm>

- ◆ Spindeln überlappen sich nicht → Nuclei passieren sich im Ascus nie
- ◆ Ursache: 1. + 2. meiotische Teilung finden im röhrenförmigen Ascus statt → überlappen/sliding der Zellen physikalisch nicht möglich

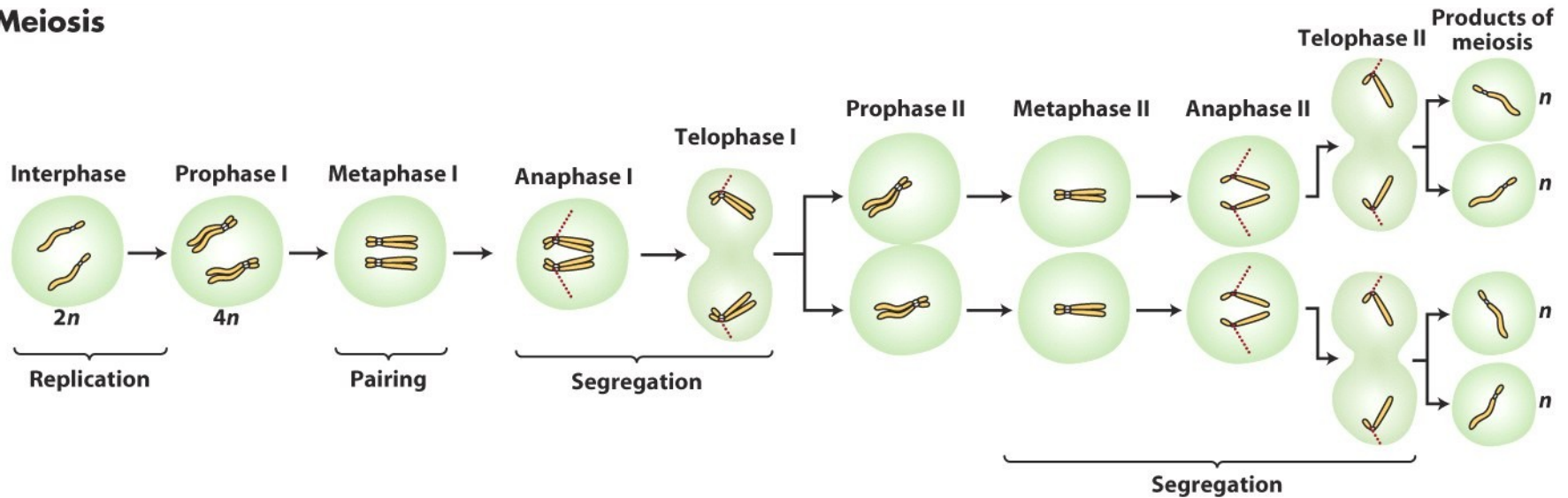


<http://www.fgsc.net/neurospora/raju2.htm>

- ◆ Spindeln überlappen sich nicht → Nuclei passieren sich im Ascus nie
- ◆ Ursache: 1. + 2. meiotische Teilung finden im röhrenförmigen Ascus statt → überlappen/sliding der Zellen physikalisch nicht möglich
- ◆ Resultat: linear angeordnete Nuclei, deren Entstehen während der Meiose durch ihre Sequenz im Ascus nachvollziehbar ist

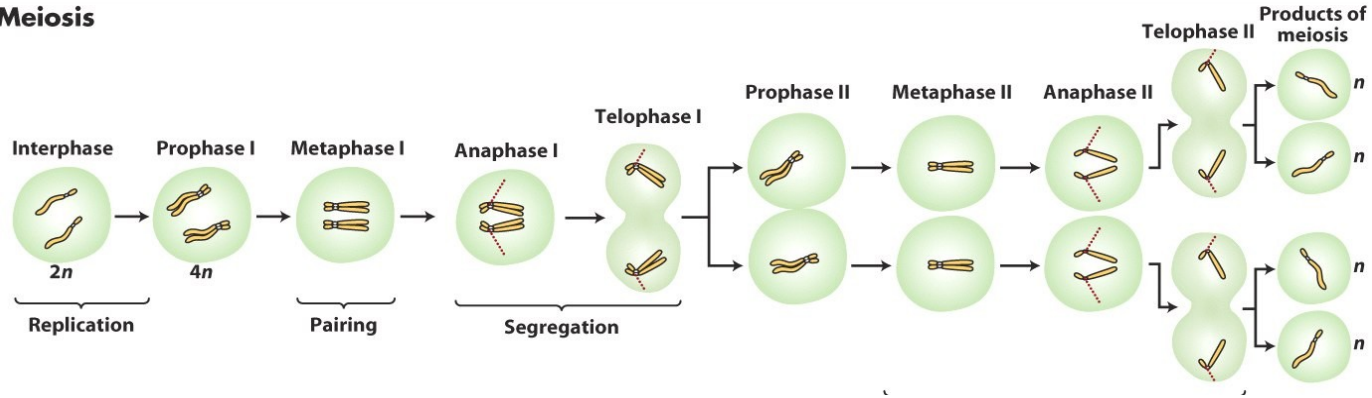
Tetradenanalyse bestätigt Zeitpunkt des cross-over im $4n$ Stadium

Meiosis

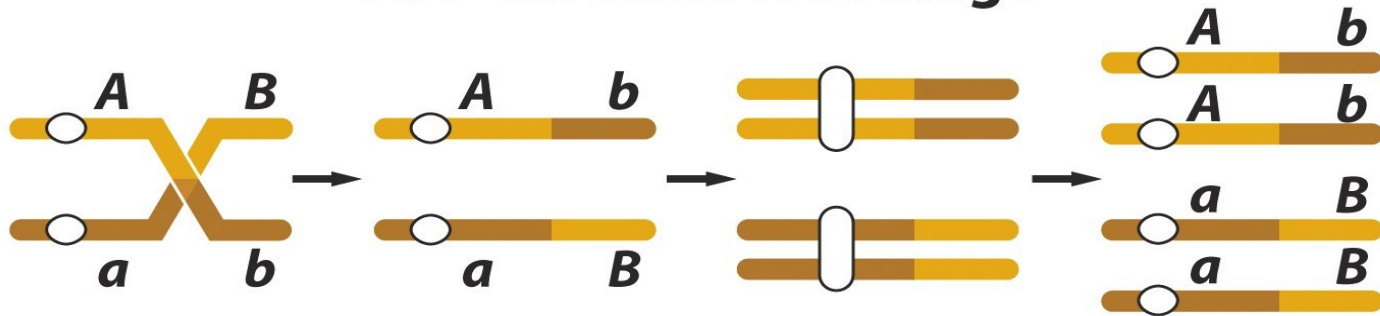


Beobachtung einzelner rekombinanter Meioseprodukte gibt i.d.R. keine Information darüber ob **Crossing-over** Ereignisse während der 'two chromosomes stage' ($2n$) oder der 'four chromatids stage' ($4n$) stattfinden!

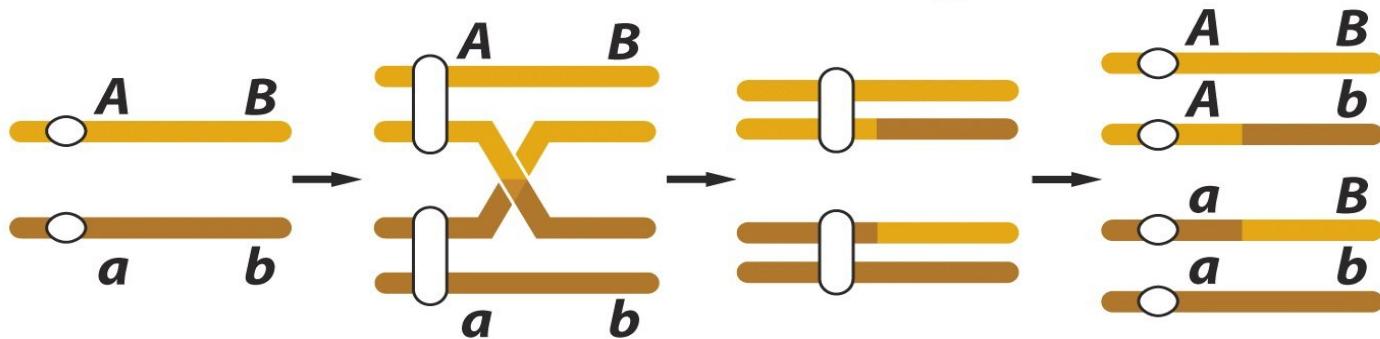
Meiosis



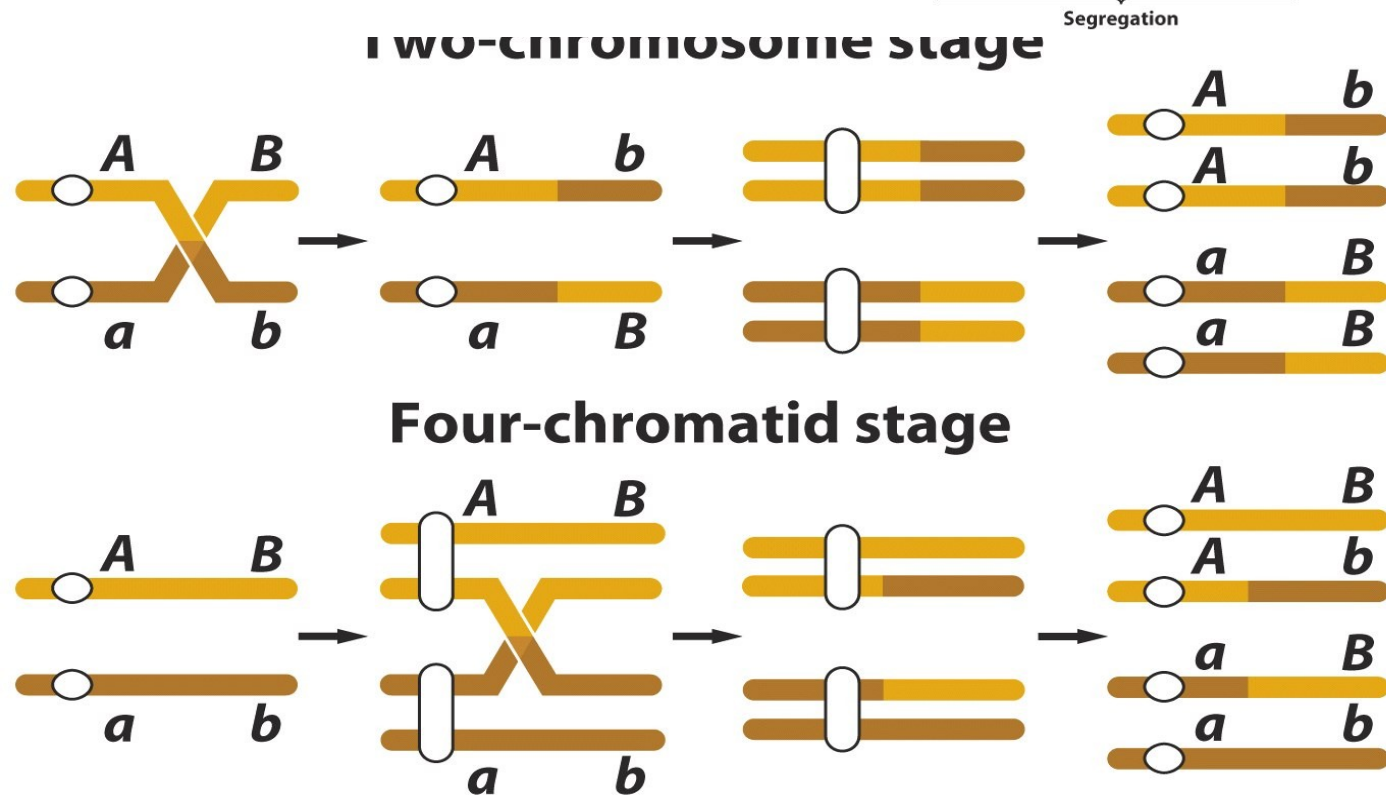
Two-chromosome stage



Four-chromatid stage



Da Tetraden /Oktaden bis zu 4 verschiedene Genotypen Zeigen, können Crossing-over Ereignisse nur im 'four chromatids stage' stattfinden
 → 'two chromosomes stage' produziert höchstens 2 verschiedene Genotypen

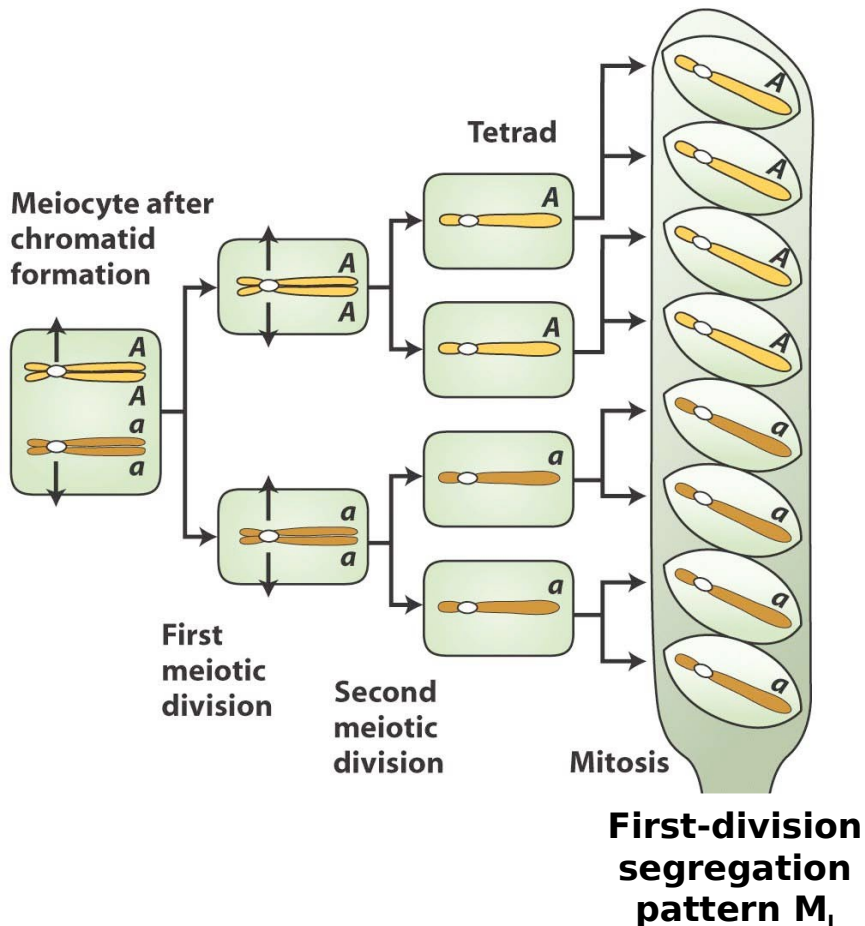


1b. Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?

1b. Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?

– ***“First division segregation pattern”***

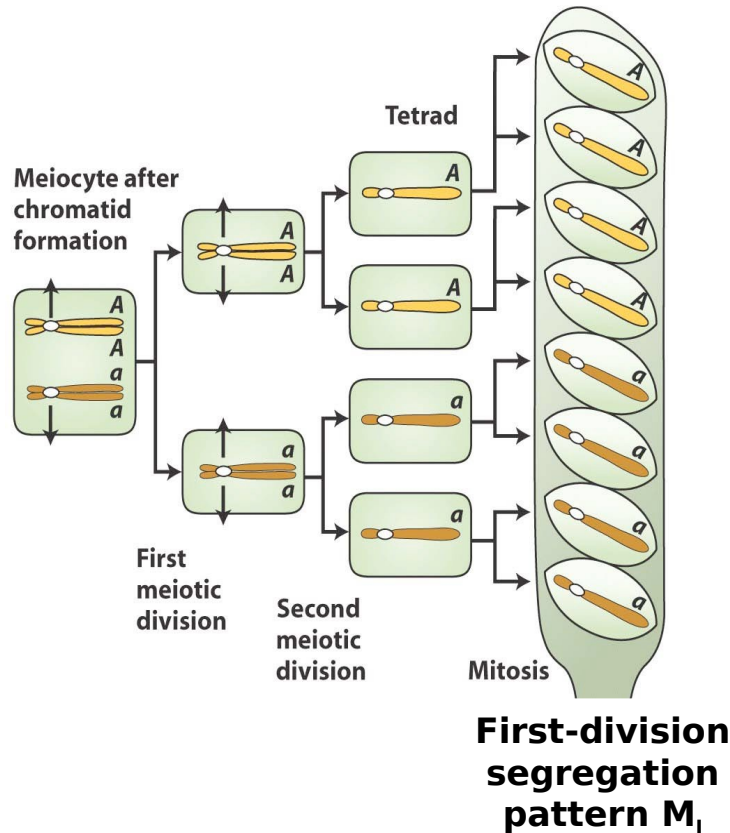
A und a werden in der ersten meiotischen Teilung getrennt
→ A oben, a unten



1b. Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?

– ***“First division segregation pattern”***

A und a werden in der ersten meiotischen Teilung getrennt → A oben, a unten



<http://www.fgsc.net/neurospora/raju2.htm>

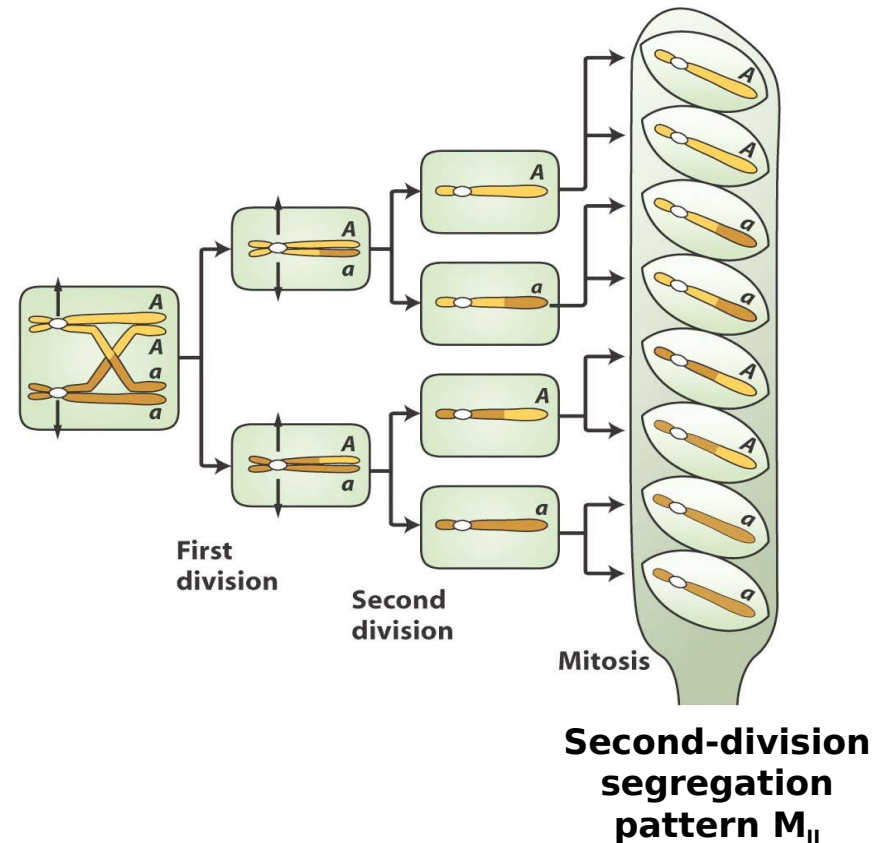
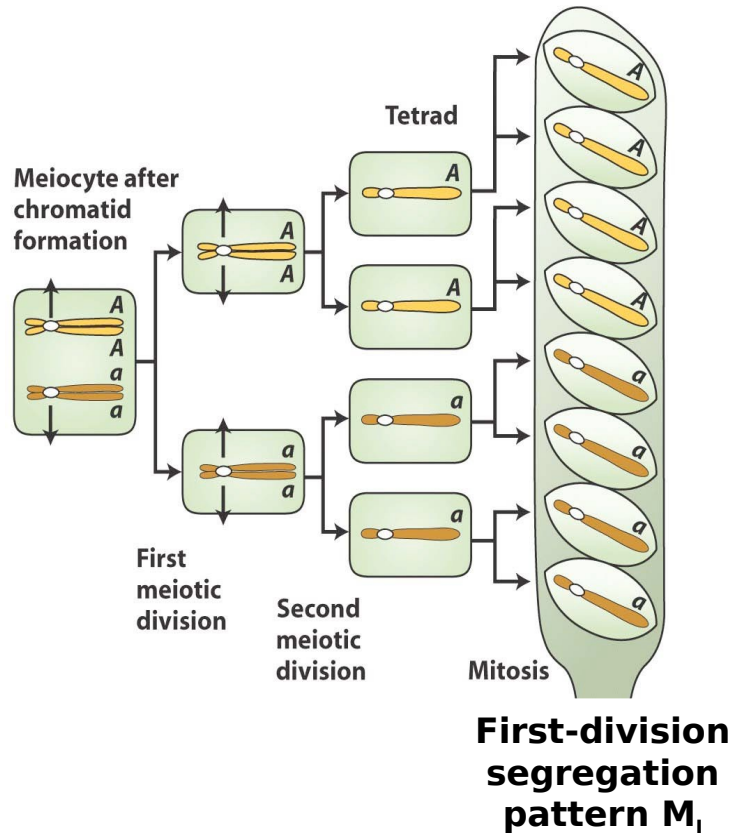
1b. Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?

– **“First division segregation pattern”**

A und a werden in der ersten meiotischen Teilung getrennt → A oben, a unten

– **“Second division segregation pattern”**

Crossing-over führt dazu, dass A und a erst nach der zweiten meiotischen Teilung in unterschiedliche Nuclei aufgeteilt werden.



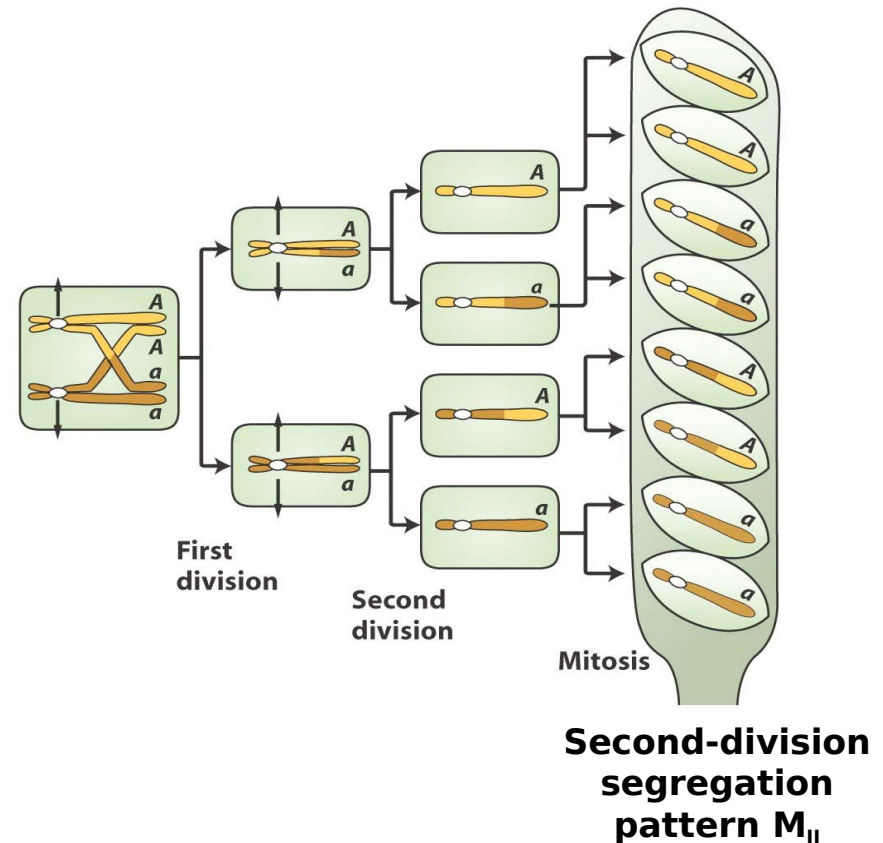
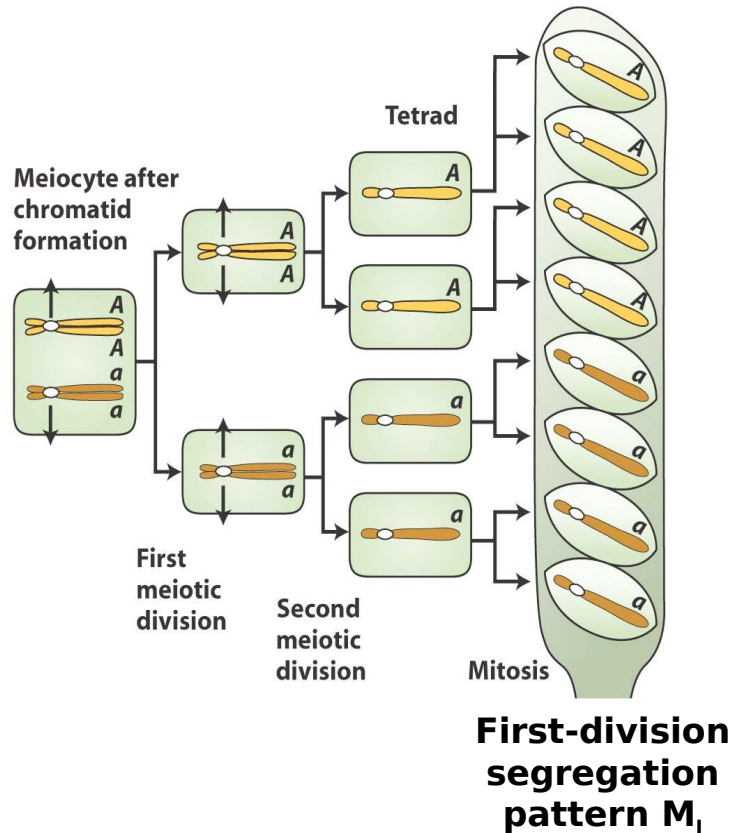
1b. Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?

– **“First division segregation pattern”**

A und a werden in der ersten meiotischen Teilung getrennt → A oben, a unten

– **“Second division segregation pattern”**

Crossing-over führt dazu, dass A und a erst nach der zweiten meiotischen Teilung in unterschiedliche Nuclei aufgeteilt werden.



1b. Welche zwei Typen von Oktaden können Sie grundsätzlich unterscheiden?

– **“First division segregation pattern”**

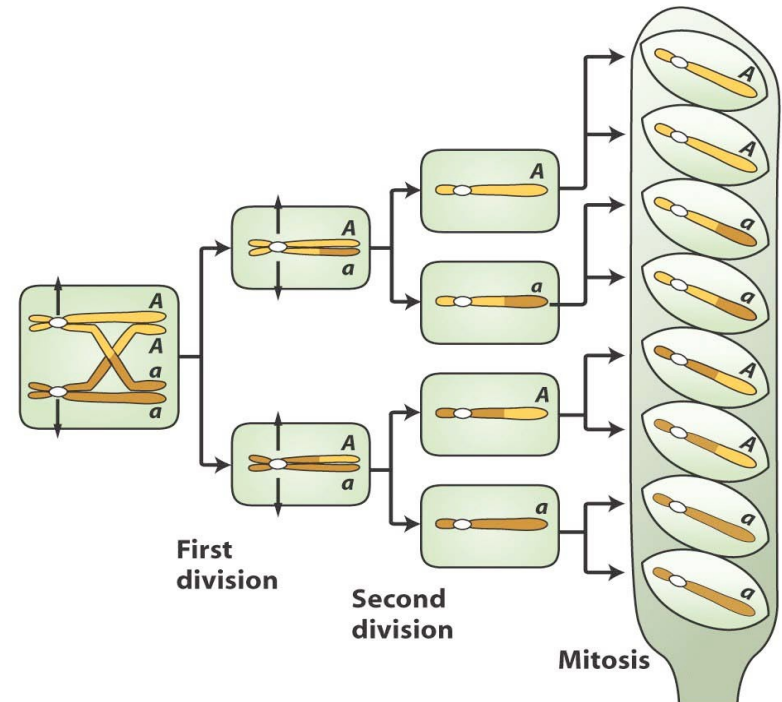
A und a werden in der ersten meiotischen Teilung getrennt → A oben, a unten

– **“Second division segregation pattern”**

Crossing-over führt dazu, dass A und a erst nach der zweiten meiotischen Teilung in unterschiedliche Nuclei aufgeteilt werden.

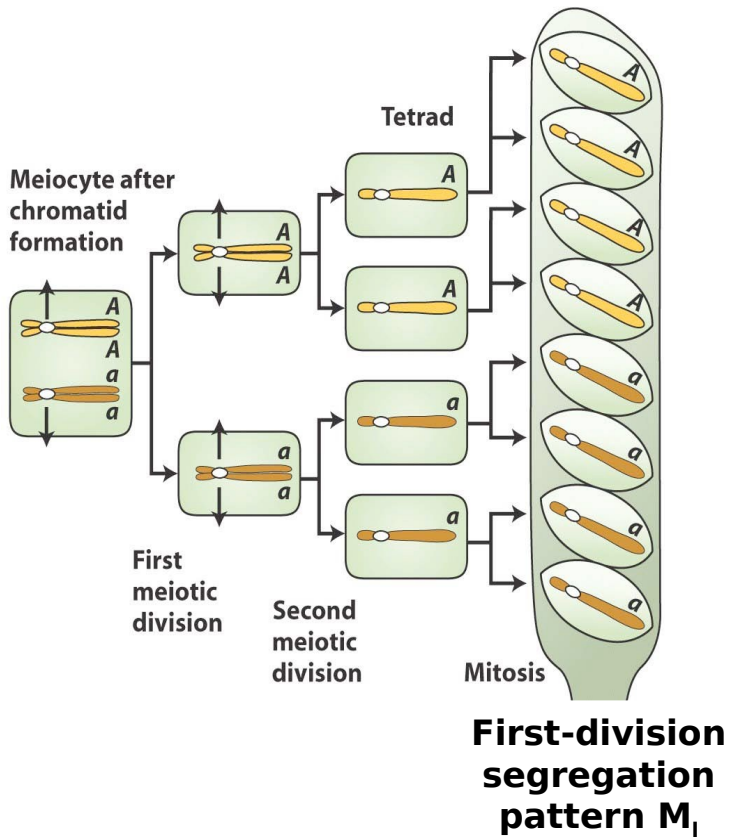


<http://www.fgsc.net/neurospora/raju2.htm>



**Second-division
segregation
pattern M_{II}**

1c. Erklären Sie mechanistisch wie die verschiedenen Oktadentypen entstehen.



– ***“First division segregation pattern”***

A und a werden in der ersten meiotischen Teilung getrennt
+ no cross-over!

→ A oben, a unten

1c. Erklären Sie mechanistisch wie die verschiedenen Oktadentypen entstehen.

– **“Second division segregation pattern”**

Crossing-over führt dazu, dass A und a erst nach der zweiten meiotischen Teilung in unterschiedliche Nuclei aufgeteilt werden.

Bei der zweiten meiotischen Teilung setzen die Spindeln an den beiden Centromeren an und ziehen in entgegengesetzte Richtungen. Dabei gibt es 4 verschiedene Möglichkeiten:

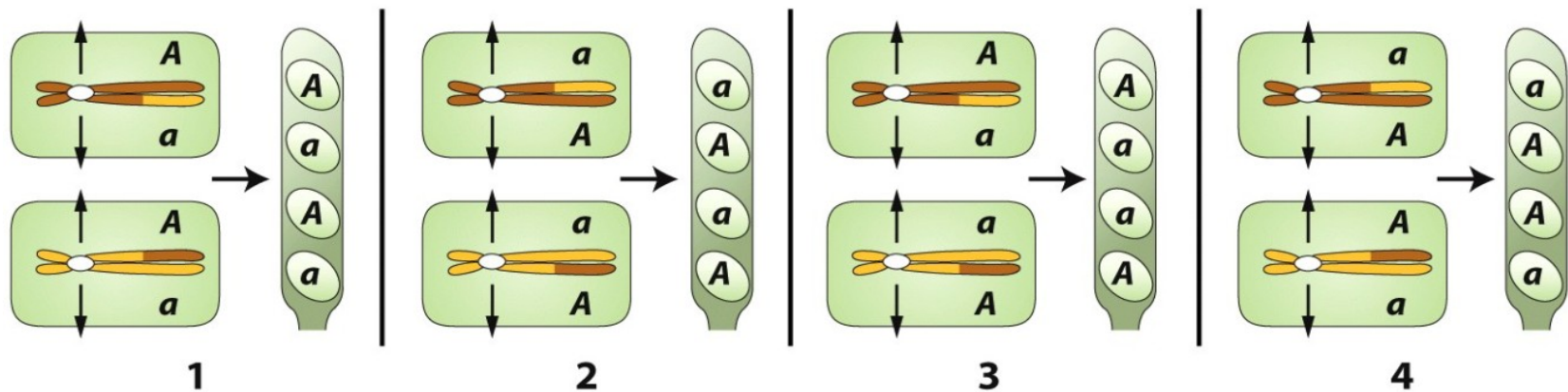


Figure 4-18

Introduction to Genetic Analysis, Tenth Edition

© 2012 W. H. Freeman and Company

1d. Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

Oktaden

A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17

1d. Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

Oktaden					
A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17



$n = 567$

1d. Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

Oktaden					
A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17



$n = 567$

1d. Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

Oktaden					
A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17



$n = 567$

$$\text{Map units} = \frac{\text{Anzahl rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

1d. Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

Oktaden

A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17

n = 567

$$\text{Map units} = \frac{\text{Anzahl rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

1d. Berechnen Sie den Abstand des Gens A vom Centromer.

Oktaden

A	a	A	a	A	a
A	a	A	a	A	a
A	a	a	A	a	A
A	a	a	A	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	A	a	a	A
a	A	a	A	A	a
a	A	a	A	A	a
244	259	11	21	15	17

n = 567

$$\text{Map units} = \frac{\text{Anzahl rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

$$\text{Map units} = \frac{11 + 21 + 15 + 17}{567} \times 100 = 11,3$$

$$\text{Map units} = \frac{11 + 21 + 15 + 17}{567} \times 100 = 11,3$$

$$\text{Map units} = \frac{11 + 21 + 15 + 17}{567} \times 100 = 11,3$$

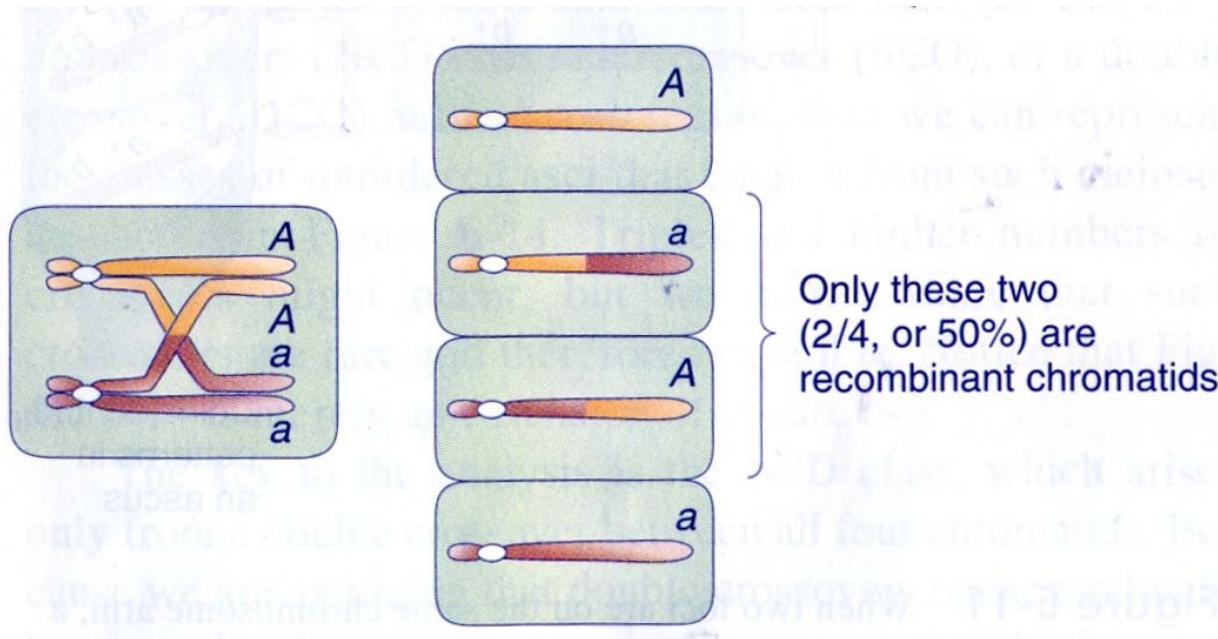
Def. map units:

% rekombinante Chromosomen, die aus einer Meiose stammen

$$\text{Map units} = \frac{11 + 21 + 15 + 17}{567} \times 100 = 11,3$$

Def. map units:

% rekombinante Chromosomen, die aus einer Meiose stammen

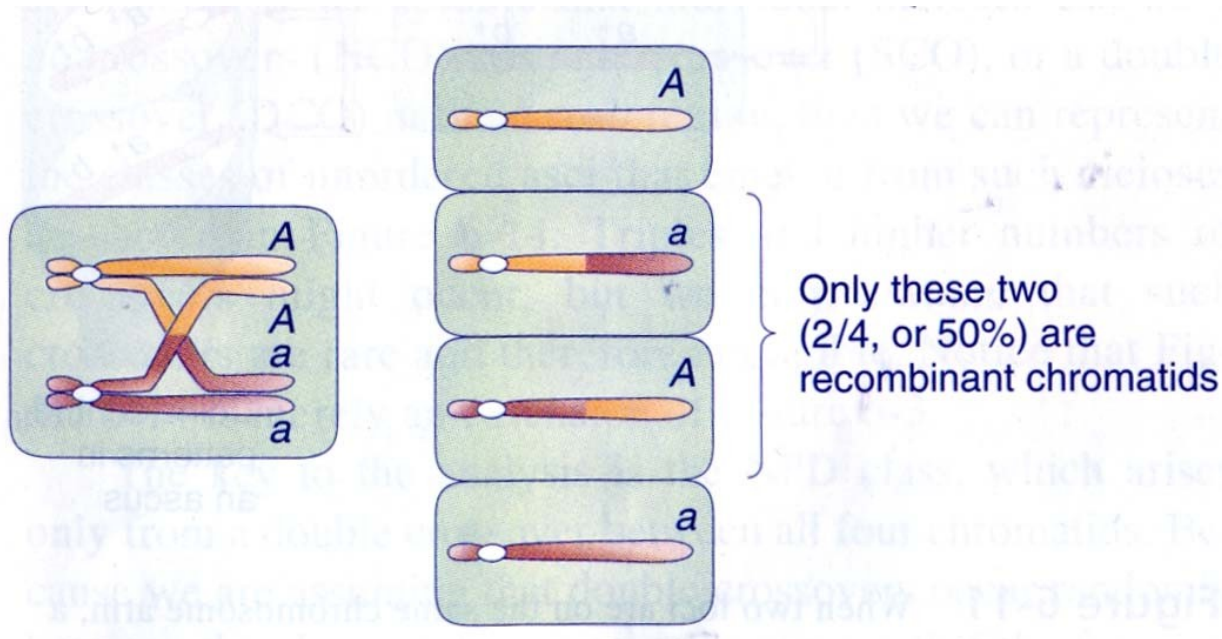


Nur 50% der Chromatiden einer Meiose sind rekombinant → errechneter Wert /2

$$\text{Map units} = \frac{11 + 21 + 15 + 17}{567} \times 100 = 11,3$$

Def. map units:

% rekombinante Chromosomen, die aus einer Meiose stammen



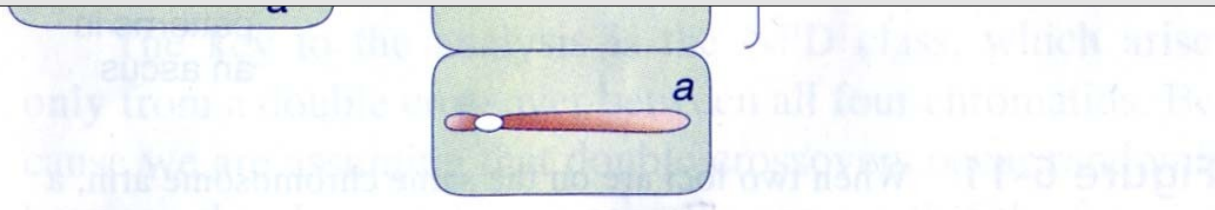
Nur 50% der Chromatiden einer Meiose sind rekombinant → errechneter Wert /2

$$11,3 / 2 = 5,65 \text{ m.u.}$$

Tetraden-/Oktadenanalyse:

I: Bestimmung der rel. Lage eines Gens zum Centromer:

$$\frac{0.5 \times (\# \text{ „second-division segregation“ Tetraden/Oktaden})}{\# \text{ der analysierten Tetraden/Oktaden}}$$



Nur 50% der Chromatiden einer Meiose sind rekombinant → errechneter Wert /2

$$11,3 / 2 = 5,65 \text{ m.u.}$$

2. Sie analysieren die Nachkommen einer Kreuzung zweier haploider *Neurospora crassa* Stämme (*Ab* X *aB*).

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

a. Berechnen Sie den Abstand des A und des B Gens vom Centromer.

b. Sind A und B gekoppelt?

c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B.

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (Ab X aB).

1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer ($Ab \times aB$).

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (*Ab* X *aB*).

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

$$\text{Map units} = 0,5 \times \frac{\text{Anzahl der rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (*Ab* X *aB*).

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

$$\text{Map units} = 0,5 \times \frac{\text{Anzahl der rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

→ Ascus-Typen **1** + **4** + **5** + **6** sind rekombinant

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (Ab X aB).

1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1

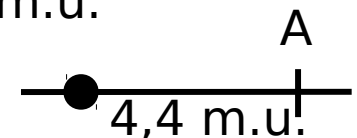
A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

$$\text{Map units} = 0,5 \times \frac{\text{Anzahl der rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

→ Ascus-Typen **1** + **4** + **5** + **6** sind rekombinant

→ **3** + **2** + **39** + **1** = 45 → $0,5 \times (45/514) \times 100 = 4,4 \text{ m.u.}$



2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (Ab X aB).

1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

$$\text{Map units} = 0,5 \times \frac{\text{Anzahl der rekombinanter Individuen}}{\text{Gesamtzahl der Individuen}} \times 100$$

→ Ascus-Typen **1** + **4** + **5** + **6** sind rekombinant

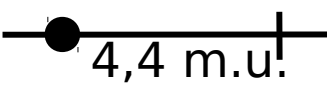
→ **3** + **2** + **39** + **1** = 45 → $0,5 \times (45/514) \times 100 = 4,4 \text{ m.u.}$

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (Ab X aB).

	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant



B - Centromer:

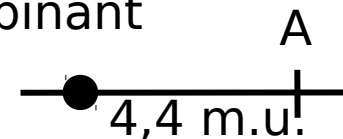
- BBBB u. bbbb Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer ($Ab \times aB$).

	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	AB	<i>Ab</i>	AB	<i>Ab</i>	AB	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	AB	<i>Ab</i>	AB	<i>Ab</i>	AB	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant



B - Centromer:

- BBBB u. bbbb Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

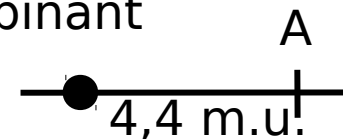
→ Ascus-Typen **2** + **4** + **5** + **6** sind rekombinant

2a. Berechnen Sie den Abstand von des A und des B-Gens vom Centromer (*Ab* X *aB*).

	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

A - Centromer:

- AAAA u. aaaa Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

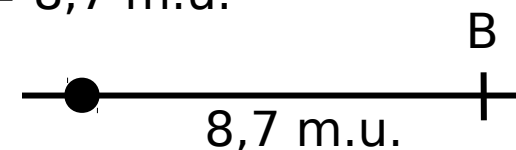


B - Centromer:

- BBBB u. bbbb Abfolgen = parental → alle anderen rekombinant

→ Ascus-Typen 2 + 4 + 5 + 6 sind rekombinant

→ 47 + 2 + 39 + 1 = 89 → $0,5 \times (89/514) \times 100 = 8,7 \text{ m.u.}$



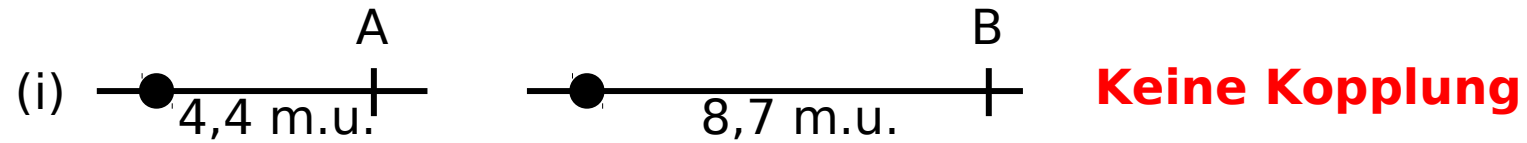
2b. Sind A und B gekoppelt?

2b. Sind A und B gekoppelt?

3 denkbare Szenarios:

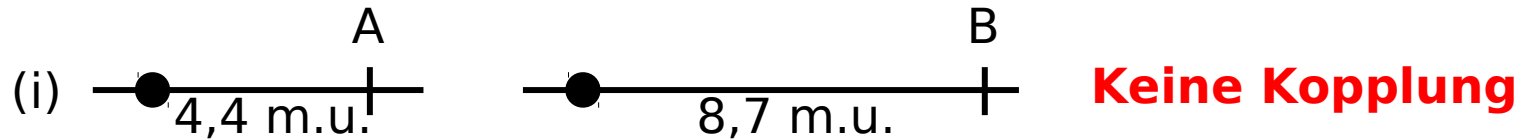
2b. Sind A und B gekoppelt?

3 denkbare Szenarios:



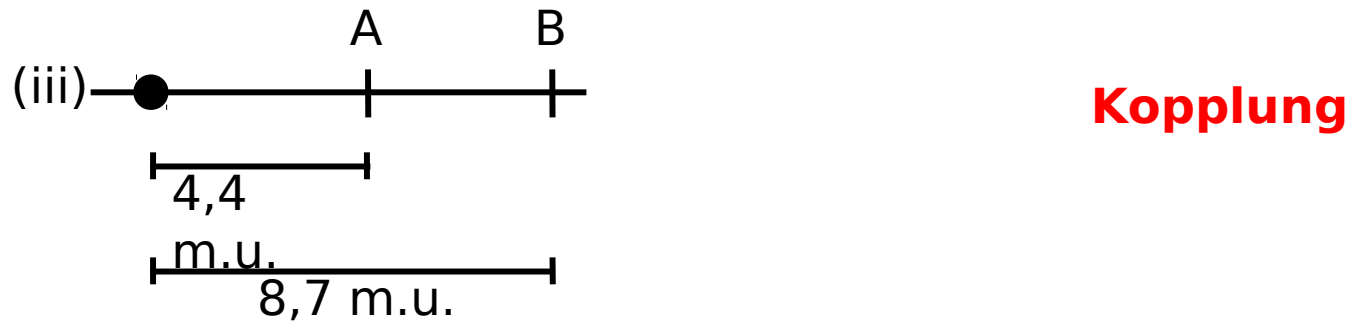
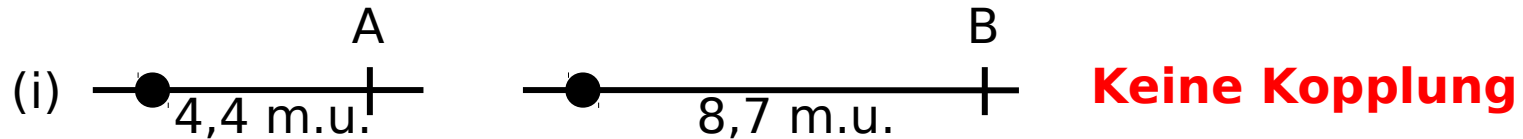
2b. Sind A und B gekoppelt?

3 denkbare Szenarios:



2b. Sind A und B gekoppelt?

3 denkbare Szenarios:



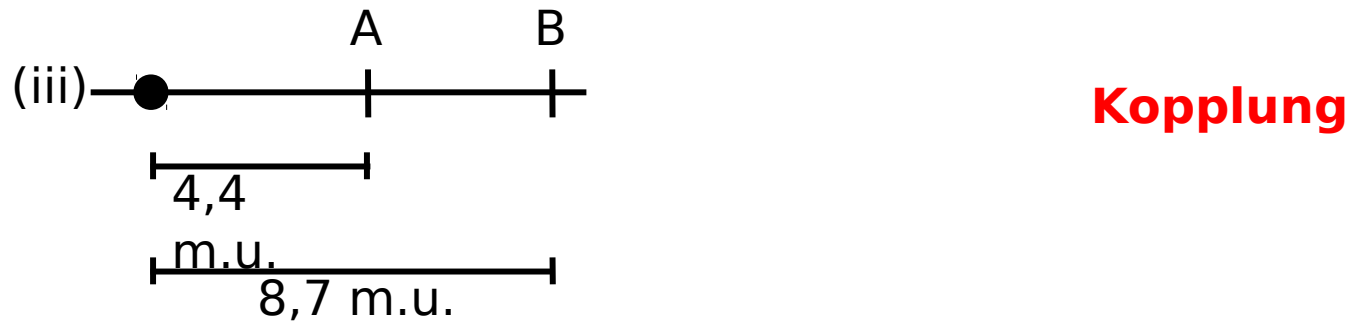
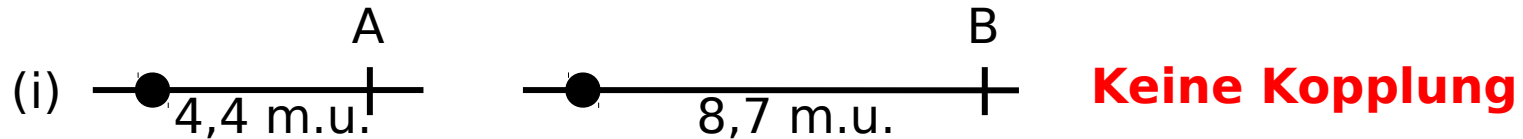
2b. Sind A und B gekoppelt?

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1

Wenn # der Ascii mit parentalen Phänotypen >>> als
 # der Ascii mit rekombinanten Phänotypen
 => Kopplung!

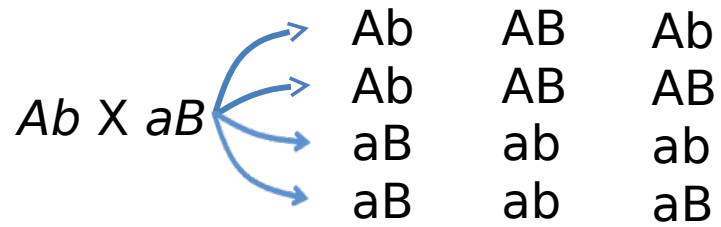
2b. Sind A und B gekoppelt?

3 denkbare Szenarios:

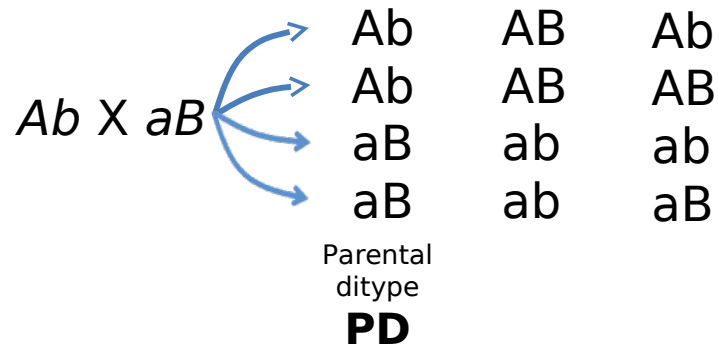


2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B ($Ab \times aB$).

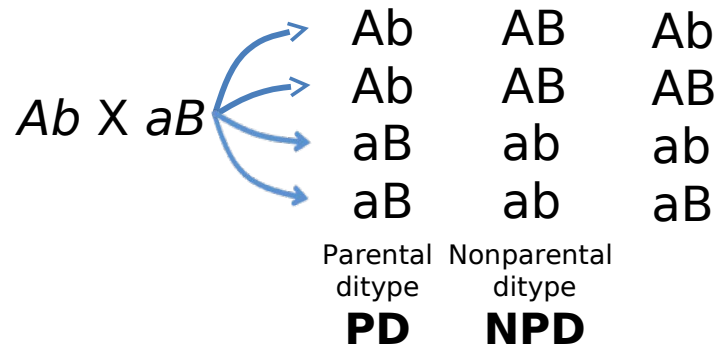
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B ($Ab \times aB$).



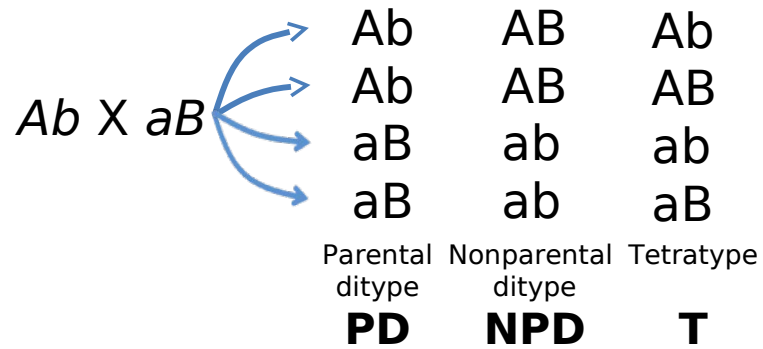
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B ($Ab \times aB$).



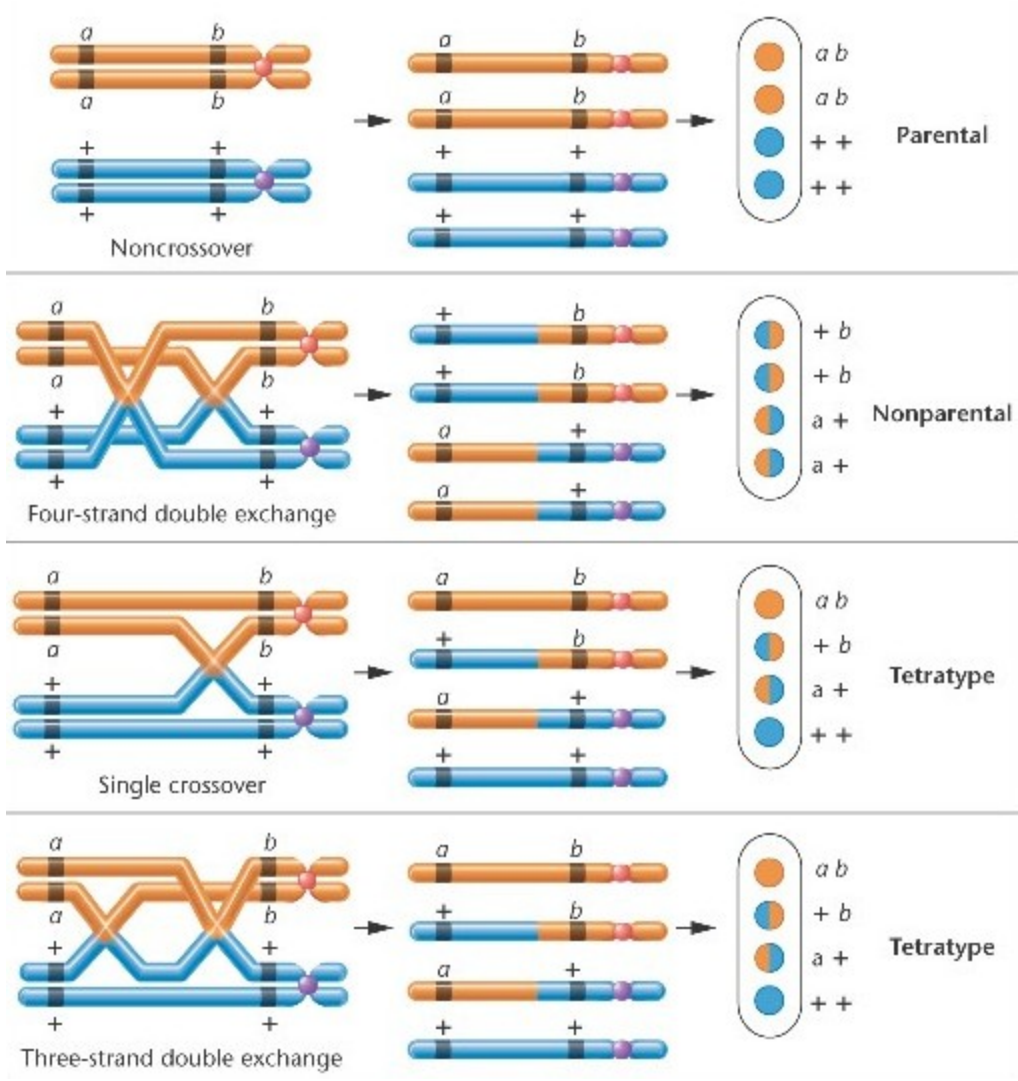
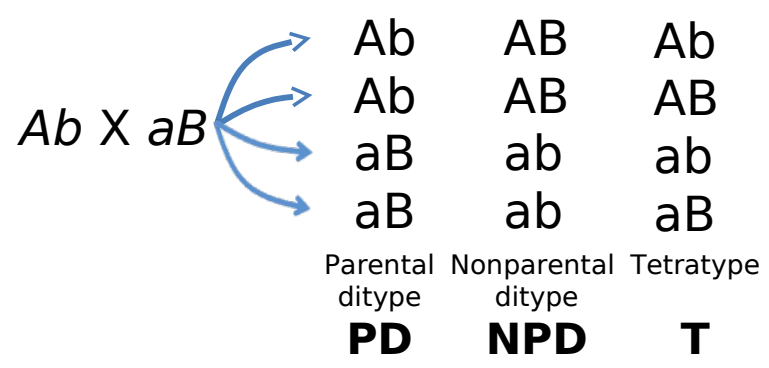
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B ($Ab \times aB$).



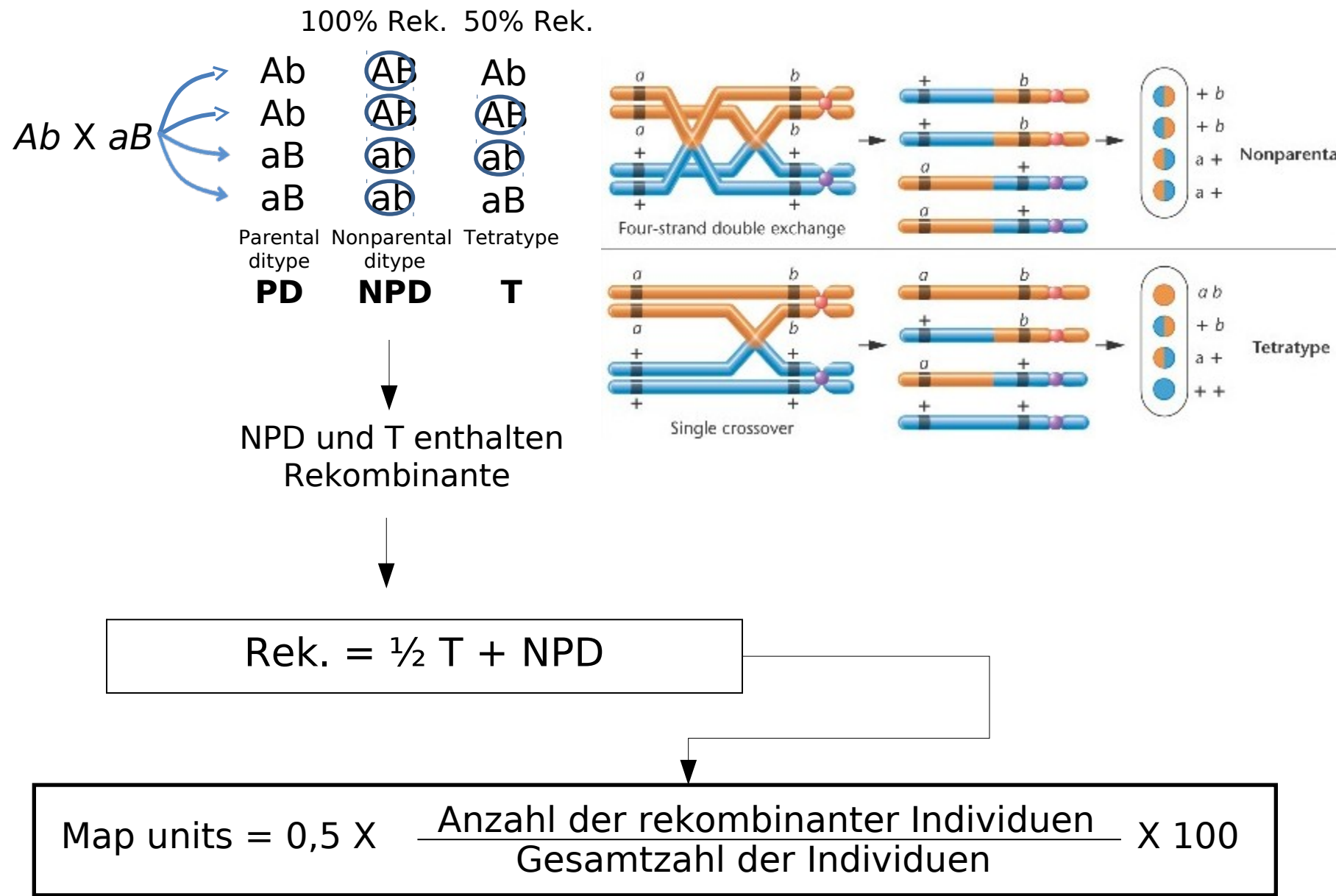
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B ($Ab \times aB$).



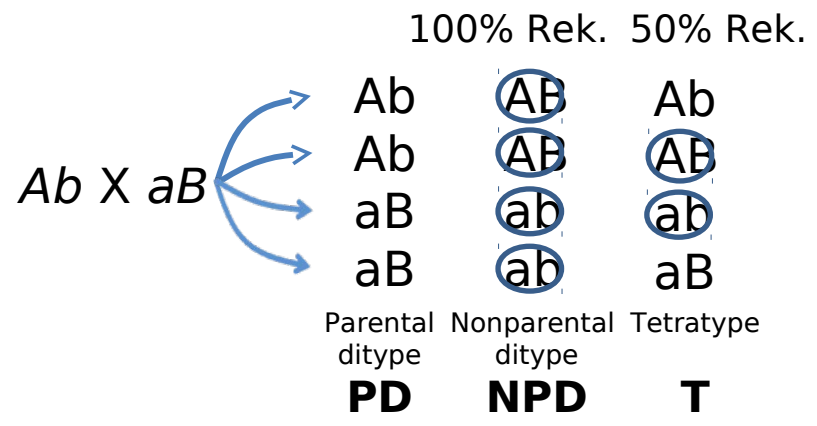
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).



2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).



2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).



Rek. = 1/2 T + NPD

1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1

2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).

100% Rek. 50% Rek.

$Ab \times aB$


Ab	AB	Ab
Ab	AB	AB
aB	ab	ab
aB	ab	aB

Parental
ditype
Nonparental
ditype
Tetratype

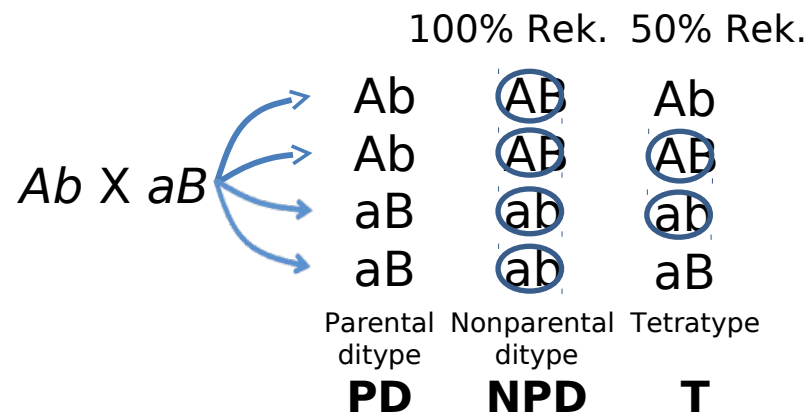
PD
NPD
T

Rek. = $\frac{1}{2}$ T + NPD

1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1

PD?
NPD?
T?

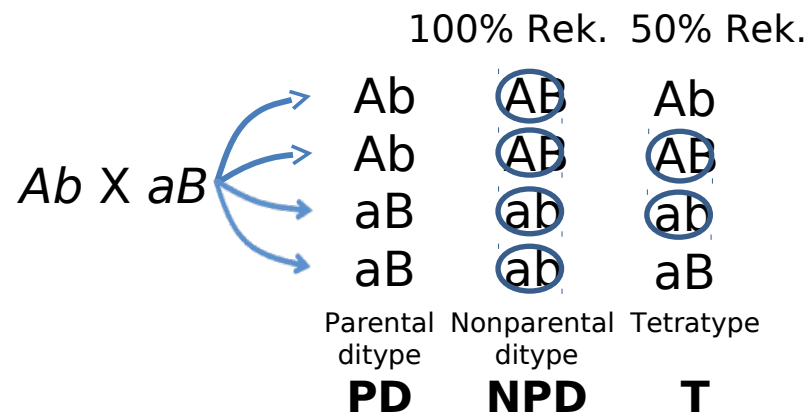
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (*Ab* X *aB*).



$$\text{Rek.} = \frac{1}{2} T + \text{NPD}$$

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

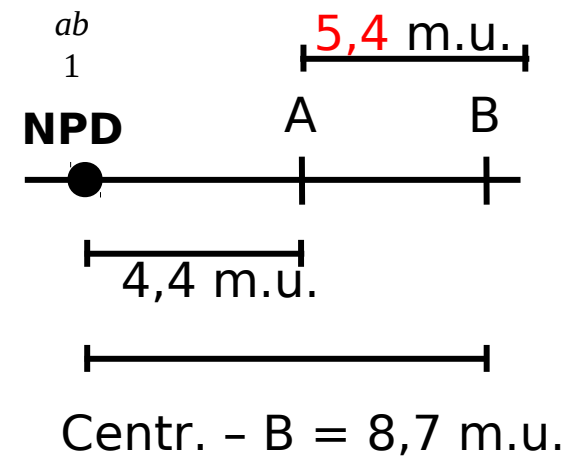
2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).



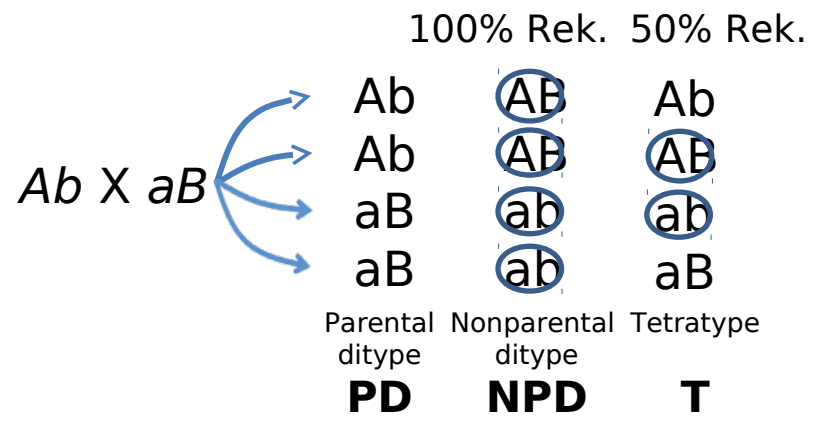
Rek. = 1/2 T + NPD

1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

RF = [(1/2 x 52) + 2]/n x 100 = 5,4%

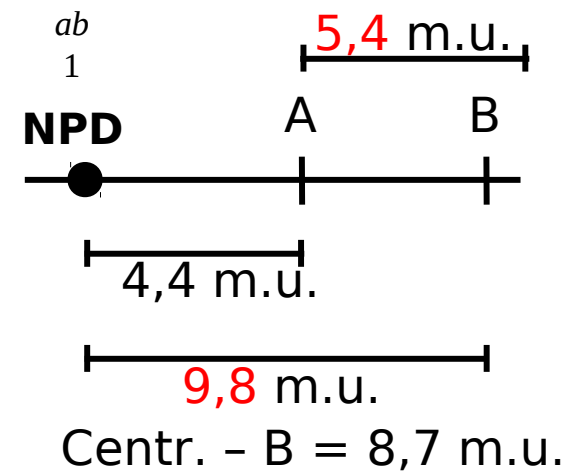


2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).

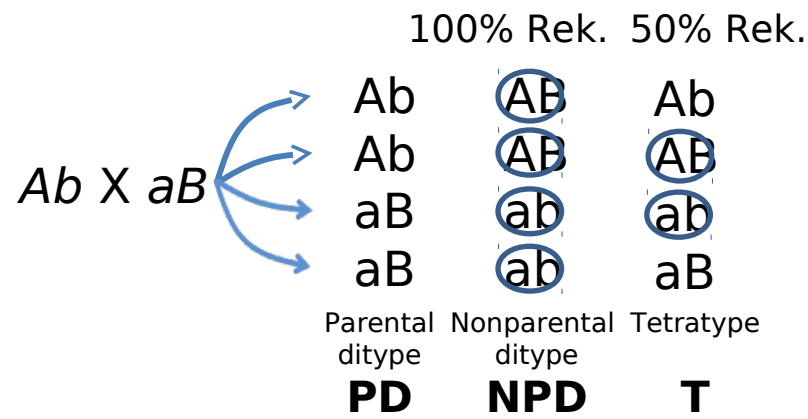


1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

$$RF = [(\frac{1}{2} \times 52) + 2] / n \times 100 = 5,4\%$$



2c. Berechnen Sie die korrekte Distanz zwischen A und B (Ab X aB).

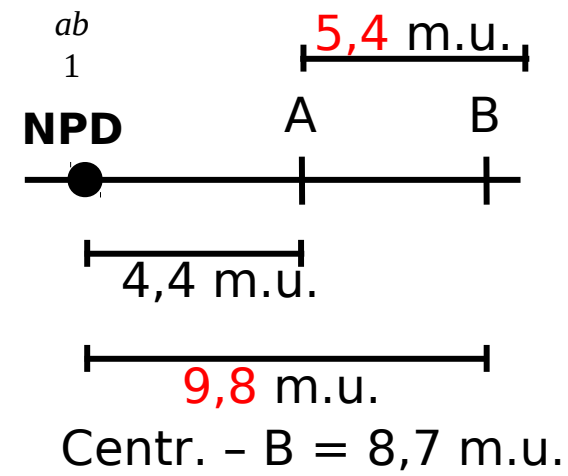


Rek. = $\frac{1}{2}$ T + NPD

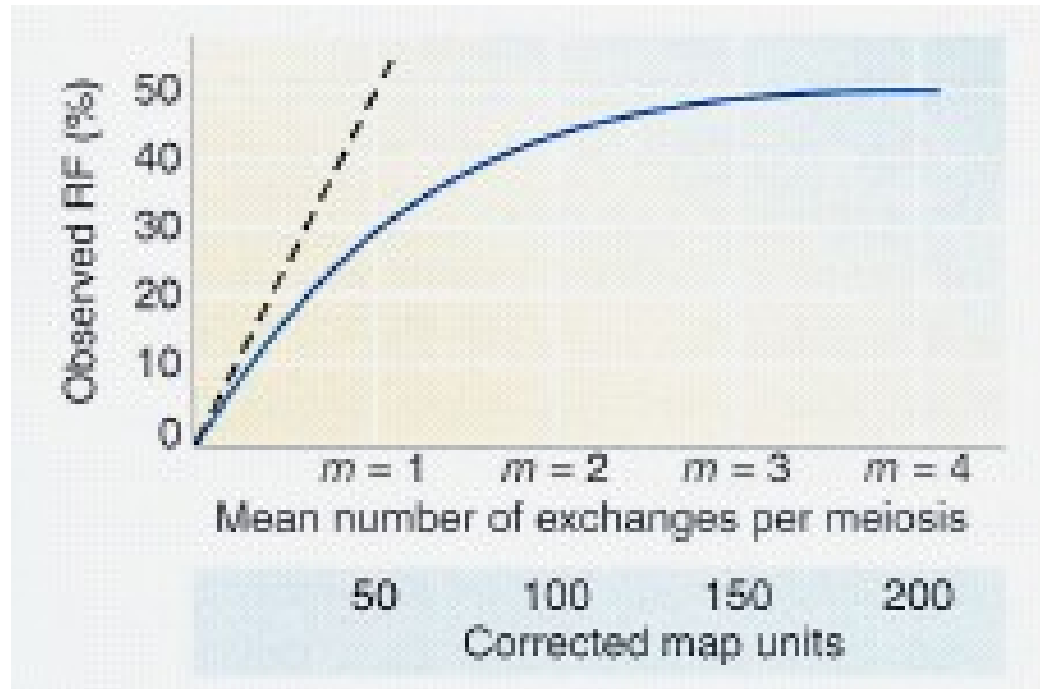
1	2	3	4	5	6	7
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
Ab	AB	Ab	AB	Ab	AB	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
ab	Ab	Ab	ab	aB	ab	AB
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
AB	aB	aB	Ab	Ab	AB	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
aB	ab	aB	aB	aB	ab	ab
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

$$RF = [(\frac{1}{2} \times 52) + 2] / n \times 100 = 5,4\%$$

Unterschätzung der korrekten B-Centromer Distanz wie immer aufgrund von Doppel-Crossover Ereignissen.

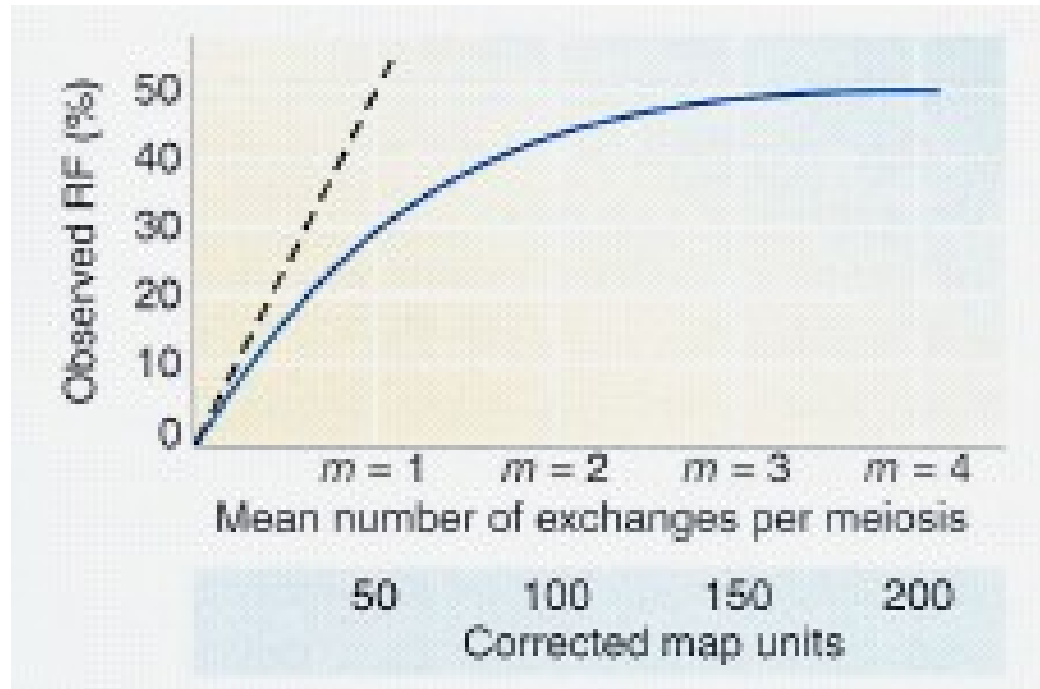


Rekombinationsfrequenz $\neq$ korrekte Kartendistanz



Für die korrekte Berechnung der Kartendistanz muss man die Anzahl von Rekombinationsereignissen in der Zielregion berücksichtigen!

Rekombinationsfrequenz $\neq$ korrekte Kartendistanz

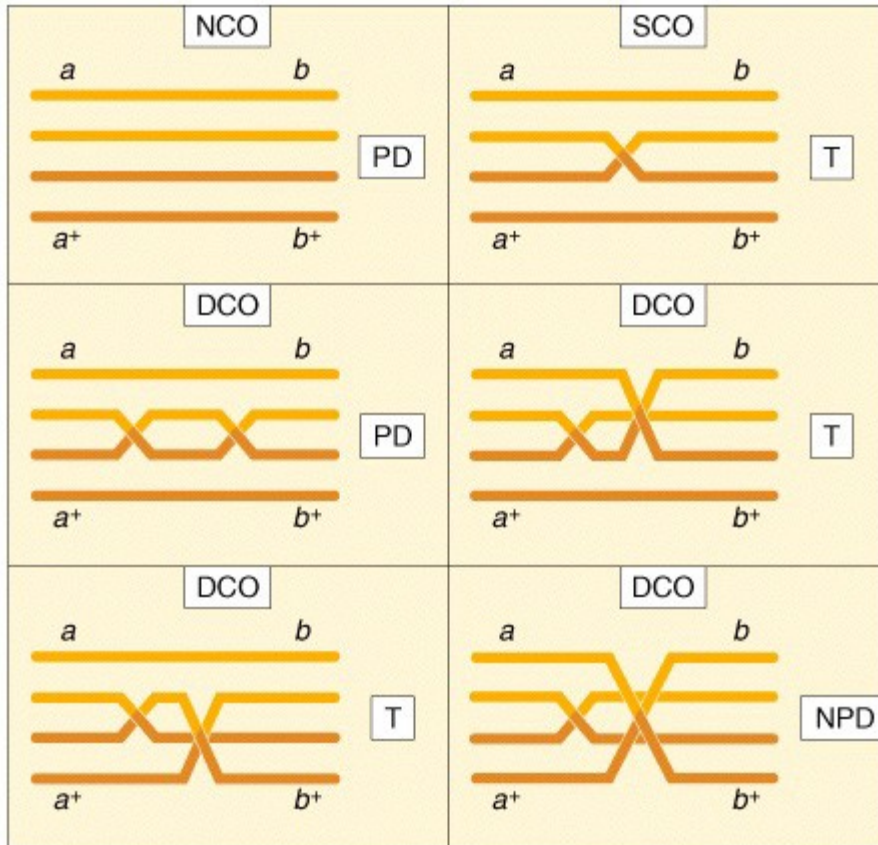


Für die korrekte Berechnung der Kartendistanz muss man die Anzahl von Rekombinationsereignissen in der Zielregion berücksichtigen!

- Häufigkeit von PD, NPD und T Klassen
- noncrossover, single-crossover, double-crossover

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$



m = crossover pro Meiose

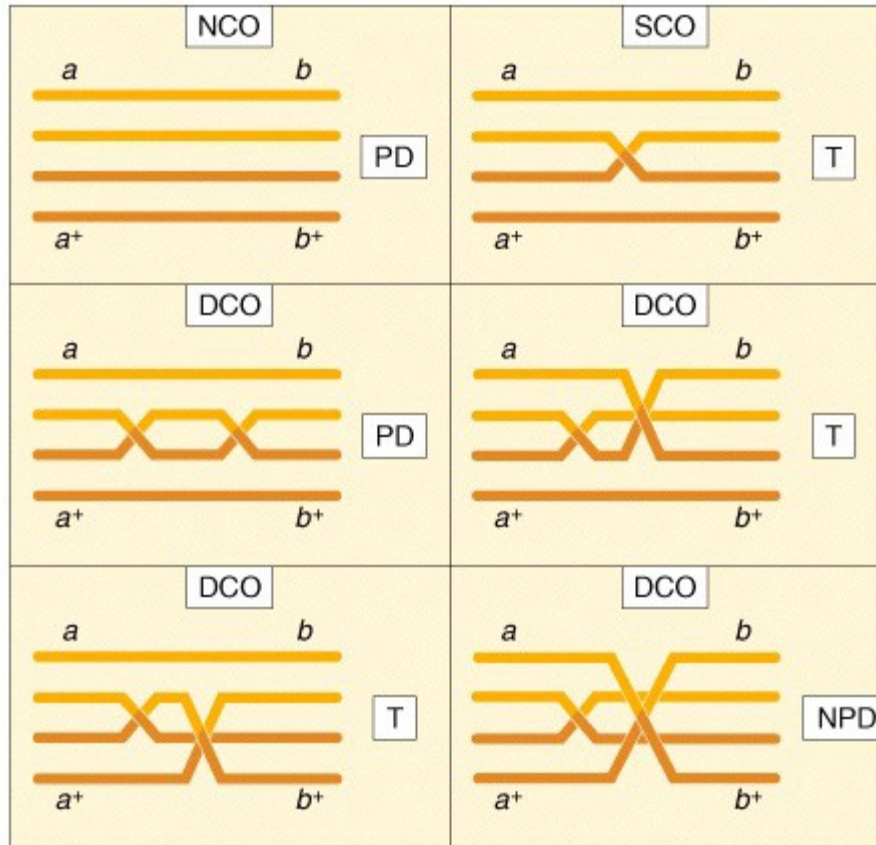
NCO = noncrossover

SCO = single-crossover

DCO = double-crossover

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$



m = crossover pro Meiose

NCO = noncrossover

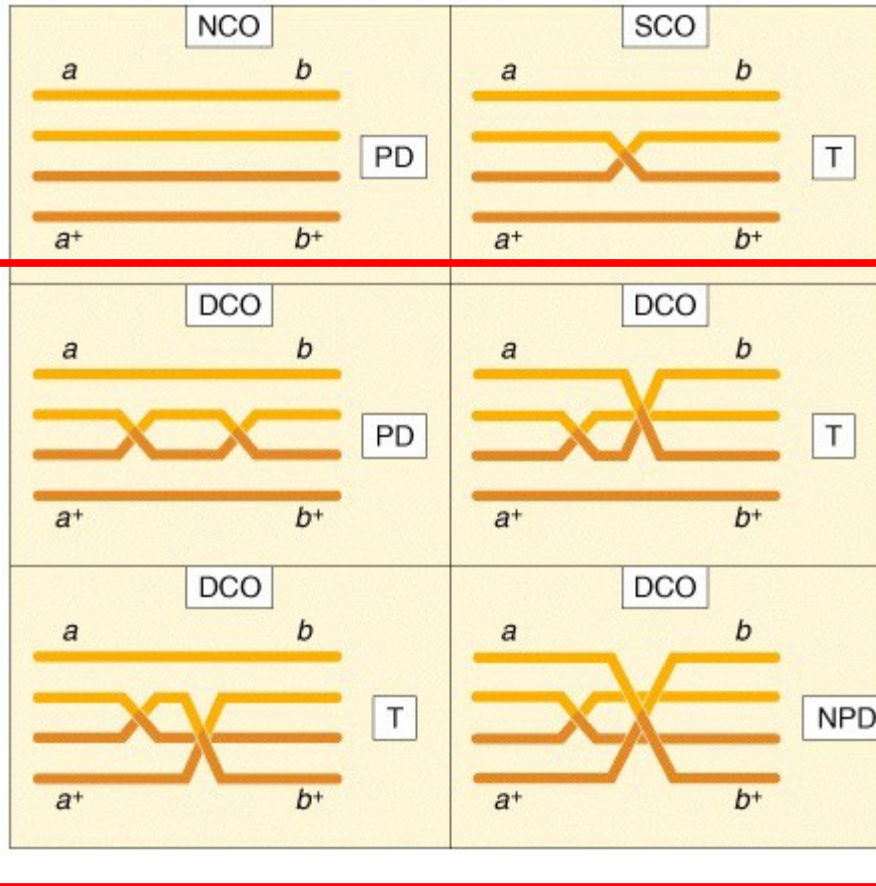
SCO = single-crossover

DCO = double-crossover

$$\mathbf{m = (SCO + 2 \times DCO)/n}$$

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$



m = crossover pro Meiose

NCO = noncrossover

SCO = single-crossover

DCO = double-crossover

$$m = (\text{SCO} + 2 \times \text{DCO})/n$$

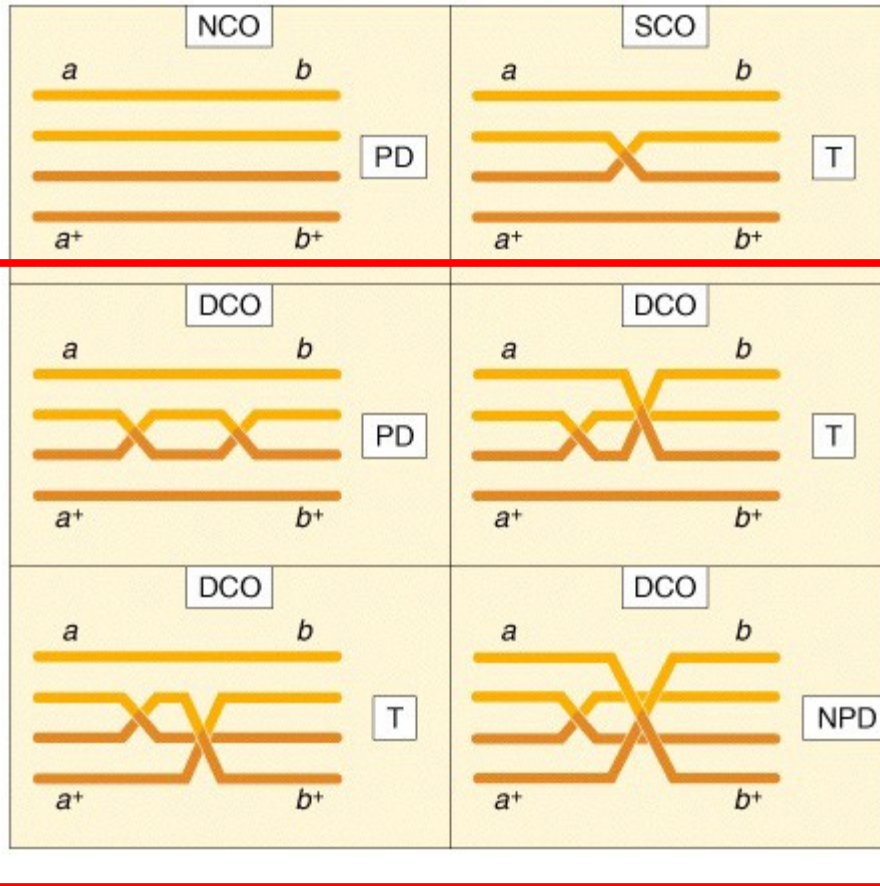
Wie kann man diese Formel
(mathematisch) umformen?

$$\frac{1}{4} \times \text{DCOs} = \text{NPD}$$

$$\rightarrow \text{DCO} = 4 \text{ NPD}$$

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$



m = crossover pro Meiose

NCO = noncrossover

SCO = single-crossover

DCO = double-crossover

$$m = (\text{SCO} + 2 \times \text{DCO})/n$$

Wie kann man diese Formel
(mathematisch) umformen?

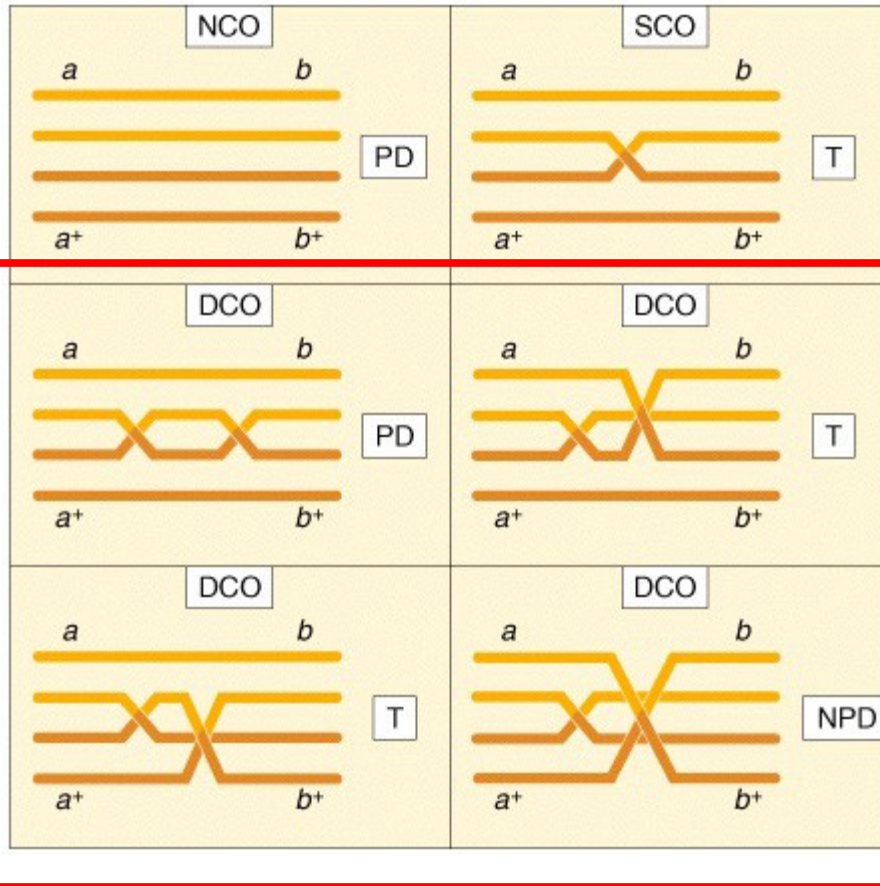
$$\frac{1}{4} \times \text{DCOs} = \text{NPD}$$

$$\rightarrow \text{DCO} = 4 \text{ NPD}$$

$$\text{SCO} = \text{T} ?$$

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$



m = crossover pro Meiose

NCO = noncrossover

SCO = single-crossover

DCO = double-crossover

$$m = (\text{SCO} + 2 \times \text{DCO})/n$$

Wie kann man diese Formel
(mathematisch) umformen?

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \times \text{DCOs} &= \text{NPD} \\ \rightarrow \text{DCO} &= 4 \text{ NPD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ DCO} &= \text{T} = 2 \text{ NPD} \\ \rightarrow \text{SCO} &= \text{T} - 2 \text{ NPD} \end{aligned}$$

Verhindert das Überschätzen der SCO!

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$

$$m = (\text{SCO} + 2 \times \text{DCO})/n$$

$$m = (\text{SCO} + 2 \times (4\text{NPD})/n$$

$$m = (\text{T} - 2 \text{ NPD} + 2 \times 4 \text{ NPD})/n$$

$$m = (\text{T} + 6 \text{ NPD})/n$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \times \text{DCOs} &= \text{NPD} \\ \rightarrow \text{DCO} &= 4 \text{ NPD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ DCO} &= \text{T} = 2 \text{ NPD} \\ \rightarrow \text{SCO} &= \text{T} - 2 \text{ NPD} \end{aligned}$$

Berechnung der korrekten Kartendistanz

$$\text{Map distance} = [1/2 \times m] \times 100 \text{ m.u.}$$

$$m = (\text{SCO} + 2 \times \text{DCO})/n$$

$$m = (\text{SCO} + 2 \times (4\text{NPD})/n$$

$$m = (\text{T} - 2 \text{ NPD} + 2 \times 4 \text{ NPD})/n$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \times \text{DCOs} &= \text{NPD} \\ \rightarrow \text{DCO} &= 4 \text{ NPD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ DCO} &= \text{T} = 2 \text{ NPD} \\ \rightarrow \text{SCO} &= \text{T} - 2 \text{ NPD} \end{aligned}$$

$$m = (\text{T} + 6 \text{ NPD})/n$$

$$\rightarrow \text{Map distance} = (1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(\text{T} + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$$

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

→ Map distance = $(1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(T + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

→ Map distance = $(1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(T + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$

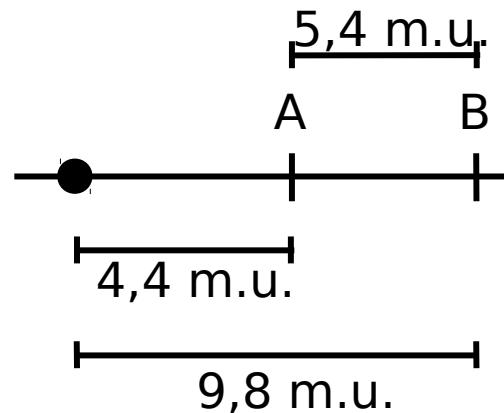
$$\rightarrow = [1/2 \times [(3 + 47 + 2) + 6 \times (1 + 1)]/514]] \times 100$$

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

→ Map distance = $(1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(T + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$

$$\rightarrow = [1/2 \times [(3 + 47 + 2) + 6 \times (1 + 1)]/514]] \times 100$$

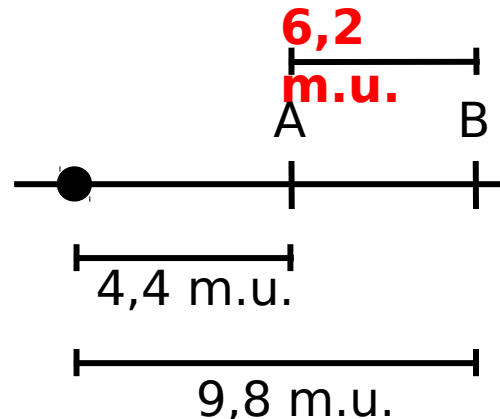
$$= 50 \times 0,124 = 6,2 \text{ m.u.}$$



1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

→ Map distance = $(1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(T + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$

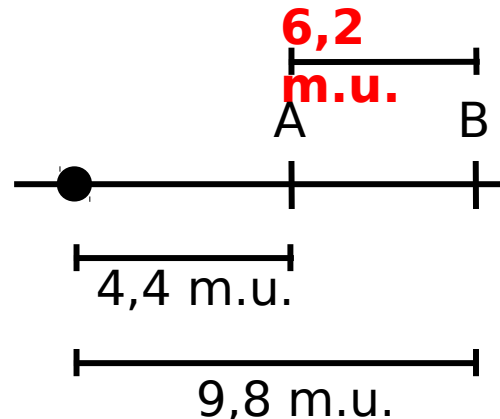
$$\begin{aligned} \rightarrow &= [1/2 \times [(3 + 47 + 2) + 6 \times (1 + 1)]/514]] \times 100 \\ &= 50 \times 0,124 = 6,2 \text{ m.u.} \end{aligned}$$



1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

→ Map distance = $(1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(T + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$

$$\begin{aligned} \rightarrow &= [1/2 \times [(3 + 47 + 2) + 6 \times (1 + 1)]/514]] \times 100 \\ &= 50 \times 0,124 = 6,2 \text{ m.u.} \end{aligned}$$



1	2	3	4	5	6	7
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>ab</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>AB</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>Ab</i>	<i>Ab</i>	<i>AB</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>
3	47	421	2	39	1	1
T	T		T		NPD	NPD

→ Map distance = $(1/2 \times m) \times 100 = [1/2 \times [(T + 6 \text{ NPD})/n]] \times 100 \text{ m.u.}$

$$\begin{aligned} \rightarrow &= [1/2 \times [(3 + 47 + 2) + 6 \times (1 + 1)]/514]] \times 100 \\ &= 50 \times 0,124 = 6,2 \text{ m.u.} \end{aligned}$$

