

# Inhalt

- **Prä- und postzygotische Paarungs-Barrieren**
- **Sympatrie, Allopatrie**
- **sympatrische und allopatrische Artbildung**
- **Wiedervereinigung nach Allopatrie**
- **Reinforcement**

Reproduktionsschranken können **(1) prä- oder (2) postzygotisch** sein  
(oder auch Fachwort: „pre-mating“ und „post-mating“).

(1) Sexualbarrieren, die die Befruchtung der Eizelle zwischen Arten und damit die Hybridbildung verhindern, nennt man **präzygotische sexuelle Abgrenzungsmechanismen**.

(2) Sollten solche Grenzen nicht funktionieren, so entstehen **Hybride**.  
Hybride können in ihrer Vitalität und/ oder Fertilität eingeschränkt sein.  
Oft handelt es sich um frühembryonale Entwicklungsstörungen.  
Diese Defekte nennt man **postzygotische Abgrenzungsmechanismen**.

[siehe Kapitel „Hybride“]

## **Durchlässigkeit der Grenzen zwischen verschiedenen Reproduktionsgemeinschaften:**

Reproduktionsgemeinschaften werden oft als abgegrenzte Einheiten betrachtet, die ihren Genpool gegen Vermischung mit den Genpools anderer Arten abschirmen.  
Aber die Art als Reproduktionsgemeinschaft ist keine gut abgegrenzte Einheit.

Es laufen nicht nur

(1) **Kreuzungsbarrieren quer durch eine Reproduktionsgemeinschaft** (also die Reproduktionsgemeinschaft hat schon **interne Grenzen** in sich selbst)

[siehe Kapitel „isolation by distance“], sondern es gibt auch

(2) ein erhebliches Ausmaß an **Genübertragung zwischen verschiedenen Arten**, die üblicherweise als gegeneinander abgegrenzte Arten betrachtet werden und von denen erwartet wird, dass sich ihre Angehörigen nicht miteinander verpaaren.

Die Grundannahme (dass Arten sauber reproduktiv voneinander getrennt sind) wird oft durchbrochen.

Die Angehörigen nahezu aller Arten (unter der Voraussetzung, dass sie noch einigermaßen nahe miteinander verwandt sind) verpaaren sich auch in freier Natur immer wieder miteinander.

[siehe Kapitel „Hybride“ und „genet. Introgression]

Merkmale für **präzygotische Abgrenzungen** sind u.a:

- bestimmte Gefiedermerkmale bei Vögeln,
- Balzsignale,
- Lautäußerungen,
- Kopulationshaltungen,
- Mechanik der Geschlechtsorgane (an deutlichsten bei Schmetterlingen),
- Duft-Lockstoffe,
- Oberflächenrezeptoren auf den Geschlechtszellen bei externer Befruchtung, z.B. bei Seeigeln) usw.

**Postzygotische Abgrenzungen** sind u.a:

- **Embryonalentwicklungsstörungen**
- **intermediäre Verhaltensweisen**, z.B. weil die Balzsignale des F1-Hybriden irgendwie ein Mittelding sind, also weder auf die eine Elternart noch auf die andere Elternart ansprechen, so dass der Hybrid geringere Fortpflanzungschancen hat.

## **Sympatrie und Allopatrie:**

Populationen, die miteinander in Berührung sind, leben **sympatrisch:**

**Sympatrie** = im selben „Vaterland“ vorkommend.

Angehörige zweier Populationen, die sich nicht begegnen können (weil sie in verschiedenen Ländern leben), leben **allopatrisch:**

**Allopatrie** = in verschiedenen „Vaterländern“ vorkommend.

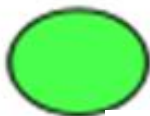
# Es gibt **allopatrische** und **sympatrische** Artbildung:

## Allopatric

## 2 verschiedene Mechanismen der Artbildung (Speziation)

## Sympatric

Original  
population



eine Population wird durch  
eine geografische Barriere  
getrennt



in einer Population **adaptieren**  
sich einige Organismen an eine  
neue **ökologische Nische** und  
erschließen damit neue  
Ressourcen, was ein  
**Selektionsvorteil** ist

Initial step of  
speciation



durch **Zufall** [nicht durch Anpassung  
(Adaption)] entwickeln sich die  
beiden Populationen auseinander



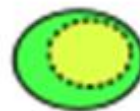
Genetic  
polymorphism

Parallel dazu bilden sich  
unter **Selektionsdruck**  
**präzygotische Barrieren**

Evolution of  
reproductive  
isolation



nachher treffen sie wieder zusammen und vermischen  
sich nicht mehr; aber nur deswegen, weil sich **zufällig**  
prä- oder postzygotische **Barrieren** entwickelt haben

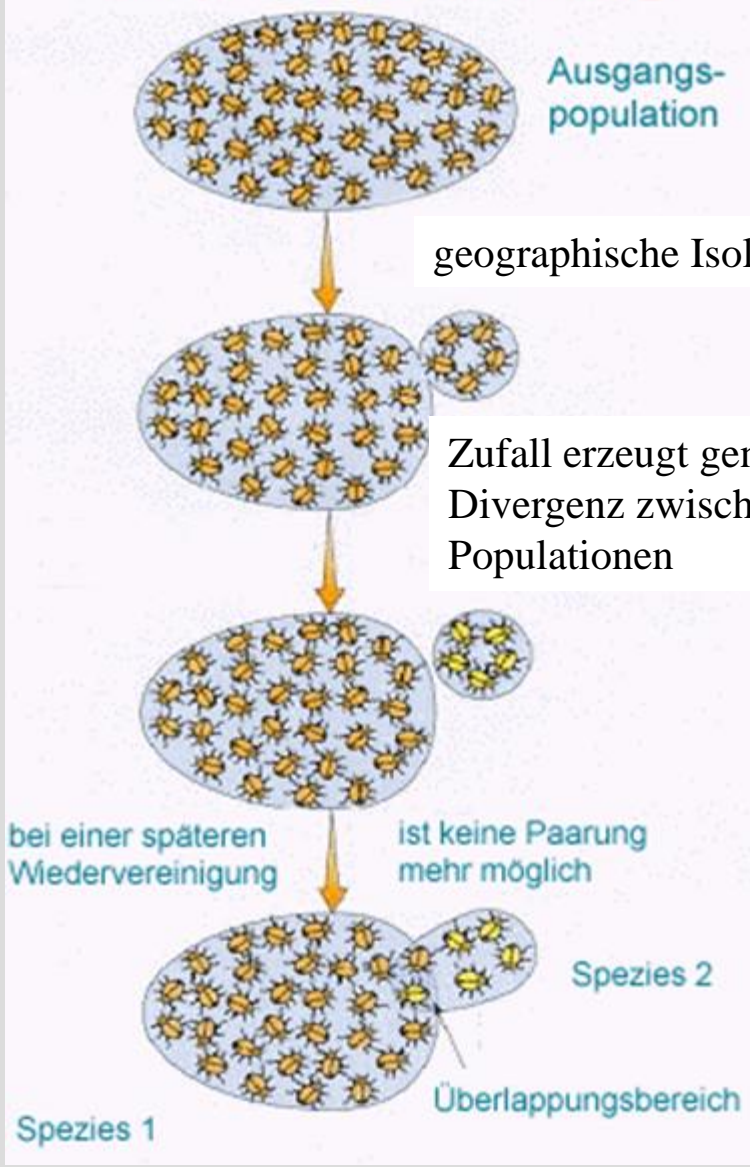


aus, damit sich die an die  
neue Nische adaptierten  
Mutanten **nur noch**  
**untereinander paaren**,  
nicht mehr mit den anderen  
(bisher schon existierenden)  
Individuen

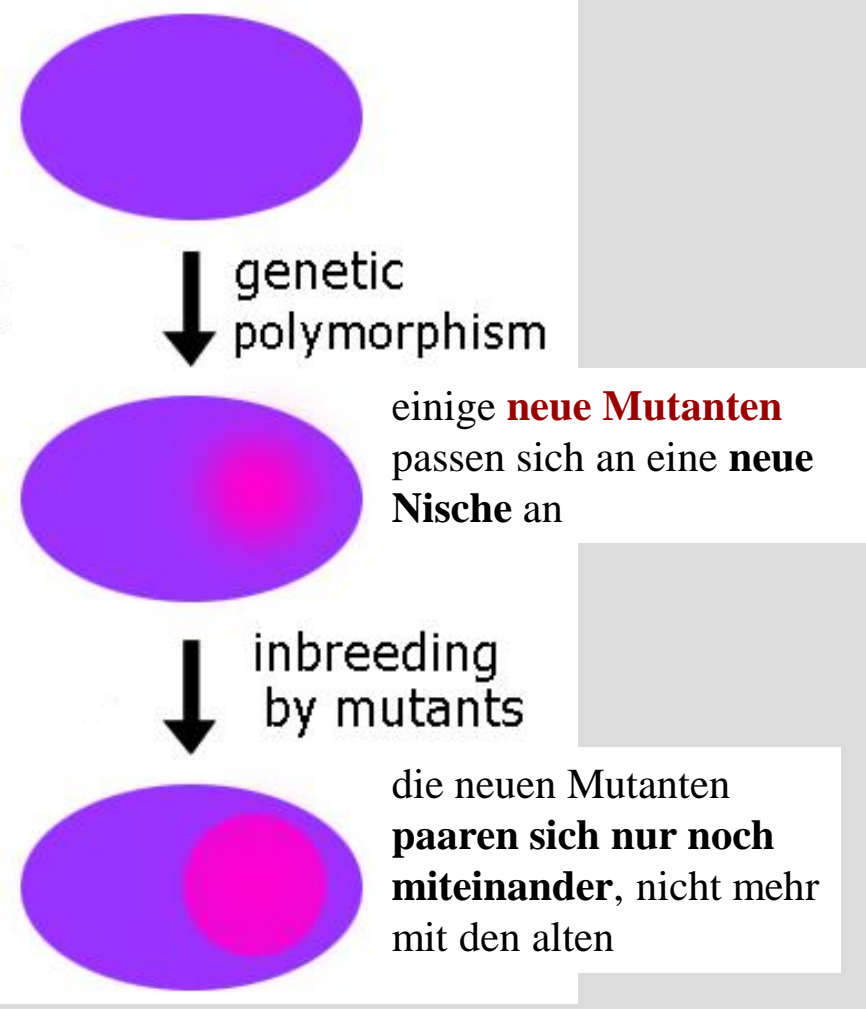
New distinct  
species after  
equilibration  
of new ranges



# Allopatrische Artbildung



# sympatric



**Prä- und postzygotische Barrieren sind etwas völlig Verschiedenes**, nicht nur weil die eine **vor** und die andere **nach** der Befruchtung wirksam ist.

**Präzygotische Barrieren entstehen fast immer unter Selektionsdruck**, um zu verhindern, dass minderwertige Hybride entstehen.

**Postzygotische Barrieren sind dagegen immer ein Produkt des Zufalls.**

Das liegt daran, dass es keinen **Selektionsdruck** gibt, dass sich solche Unverträglichkeiten ausbilden.

**Sie entstehen durch reinen Zufall** und können daher früher oder später oder gar nicht entstehen. Meist dauert es lange, bevor sie entstehen

Daher gilt meistens:

- **allopatrische Artbildung ist Artbildung durch Zufall**
- **sympatrische Artbildung ist Artbildung unter Selektionsdruck**



Aber nicht in allen Fällen, wenn zwei Populationen in **Allopatrie** gelebt haben und in dieser Zeit oft auch schon ganz andere Merkmale entwickelt haben und ganz verschieden aussehen, haben sich gleichzeitig auch Reproduktionsschranken entwickelt.

Die **Art als Merkmalsgemeinschaft** ist halt etwas völlig anderes als die **Art als Reproduktionsgemeinschaft**.

[siehe Kapitel „Artbegriffe“]

Wenn dann nach langer Zeit die beiden allopatrisch getrennten „Gruppen“ wieder zusammenkommen, dann kann es ein, dass es keine Reproduktionsschranken gibt, auch wenn die beiden „Gruppen“ ganz verschieden aussehen.

# Wiedervereinigung lange Zeit getrennter „Gruppen“ nach Allopatrie

**Es gibt 3 Möglichkeiten:**

Wenn zwei Populationen in **Allopatrie** verschieden geworden sind, dann gibt es **3 Möglichkeiten**, wenn sie wieder zusammenkommen:

### 1. Möglichkeit:

Sie sind zwar in vielen Merkmalen verschieden geworden, **postzygotisch** aber immer noch verträglich:

**dann gibt es keine Reproduktionsschranken** = die „Gruppen“ sind während der Zeit der Allopatrie nicht zu verschiedenen Arten (**definiert als Reproduktionsgemeinschaften**) geworden; sie vermischen sich wieder

So kann aus 2 verschieden aussehenden „Arten“ wieder eine gemeinsame Art entstehen:

**Aus 2 wird 1**

## 2. Möglichkeit:

Die „Gruppen“ erzeugen tatsächlich fertile Hybride, aber diese Hybride **grenzen sich** gegen ihre beiden Elternarten **ab**.

Sie vermischen sich nicht mehr mit ihren Elternarten und bauen eine neue „**Hybridpopulation**“ auf [siehe Kapitel „Hybride“].

Die Elternarten bleiben getrennt erhalten.

Es wird **eine neue (dritte) Art** gebildet

**Aus 2 wird 3**

### 3. Möglichkeit:

Die „Gruppen“ sind **postzygotisch** nicht mehr verträglich:

**dann sind es getrennte Reproduktionsgemeinschaften geworden mit postzygotischer Reproduktions-Barriere.**

**Jetzt sorgt die Selektion** dafür, dass auch eine **präzygotischen Barriere** entsteht:

**das ist „Reinforcement“**

Beispiele für diese drei Möglichkeiten hatten wir im Kapitel „Hybride“.

Hier geht es jetzt nur um das **„reinforcement“**:

Als in den 1920er Jahren im südlichen Nordseeraum die **Heringsmöwe** aus der Ostsee ins Verbreitungsgebiet der **Silbermöwe** eindrang, hybridisierten beide Formen zunächst relativ oft. Es gab keine **präzygotische Schranke**.

Heute, nach nur wenigen Jahrzehnten, **vermischen sich beide Arten nicht mehr**. Es hat sich (unter Selektionsdruck) rasch eine **präzygotische Schranke** gebildet.



Silbermöwe



Heringsmöwe

**Silbermöwe** (ehemals Nordsee) und **Heringsmöwe** (ehemals Ostsee) brüten heute im gesamten Nord- und Ostseeraum als „echte Arten“ nebeneinander.

Die schnell entstandene **präzygotische Isolation** „soll“ die Hybridisierung verhindern, weil die Hybriden offenbar postzygotische Nachteile haben.

Der Selektionsdruck für die Entstehung einer **präzygotischen Isolation** heißt: „**Reinforcement**“.

**Reinforcement** = starker Selektionsdruck für **assortatives Paarungsverhalten** (Ausschluss des artfremden Partners), so dass die Genpools auseinandergehalten werden.

Es ist (im Darwinistischen Sinn) ein **Fitnessvorteil für die Eltern**, wenn sie sich wegen **assortativer Partnerwahl** nicht mehr vermischen.

Dadurch wird die Erzeugung „minder-“fitter“ Hybrid-Nachkommen verhindert



**„character displacement“:**

Das Problem des „**Reinforcement**“ ist, dass der Selektionsdruck zur Entstehung **präzygotischer** Abgrenzungsmechanismen **nur im Überlappungsbereich** zweier Arten wirksam ist. Daher werden oft nur hier „Auseinanderhaltungsmerkmale“ entwickelt [Fachwort: „**character displacement**“].

Im weiteren „Hinterland“ der Verbreitung einer Art entwickeln die Individuen diese Merkmale nicht.

Daher sind gerade die Merkmale, an denen sich die Arten selber voneinander unterscheiden, oft nicht als „**Bestimmungsmerkmale**“ der Art zu verwenden.

Dafür ein Beispiel:

## Trauerfliegenschnäpper-Männchen im Überlappungs-Gebiet



**Halsband-  
Fliegenschnäpper**



**“normaler” Trauer-  
Fliegenschnäpper  
Männchen**



**grauer Trauer-  
Fliegenschnäpper  
Männchen**

**Trauerschnäpper** und **Halsbandschnäpper** sehen sich ähnlich. Wie erkennen die Weibchen ihre Männchen?

Antwort: Die Männchen des **Trauerschnäppers** sind (nur) in den **sympatrischen Überlappungszonen** grau, sonst schwarz (wie die **Halsbandschnäpper**).

Der weibliche Trauerschnäpper erkennt das richtige Männchen an seiner **grauen Farbe; nicht am fehlenden Halsband**



**gelb = Brutgebiet des Trauerschnäppers**



**gelb = Brutgebiet des Halsbandschnäppers**

**Überlappungsgebiete**



**hier Trauerschnäpper grau**

