

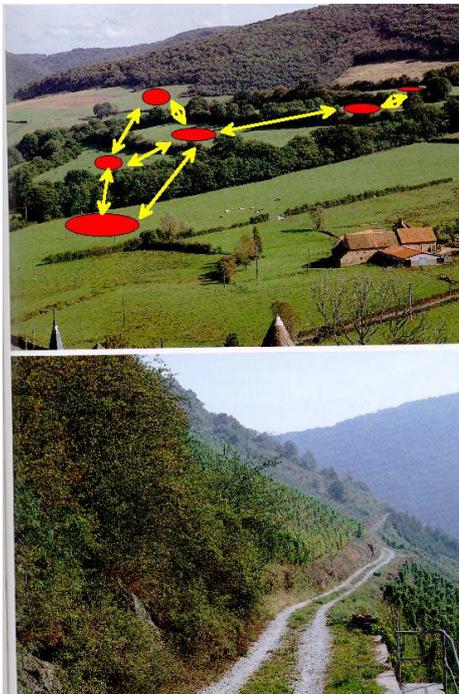
Räumliche (Populations-) Ökologie

Strukturierung (Fragmentierung) der Landschaft und Zersiedlung schaffen Habitatpatches und Barrieren -

Populationen sind heterogen
verteilt mit unterschiedlichem
Isolationsgrad

Unterschiedlichste
Landschaftsstrukturen können
je nach betroffener Art als
Barrieren oder als
Ausbreitungskorridore wirken

Vgl. Novellierung
Naturschutzgesetz

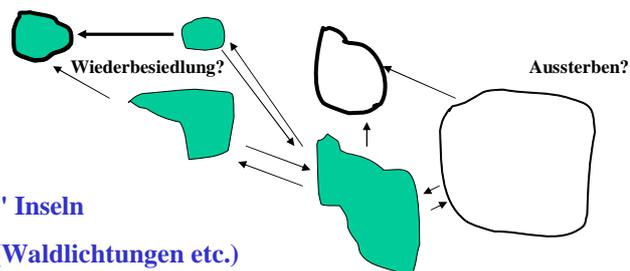


Metapopulationskonzept

Metapopulation:

Ensemble von Einzelpopulationen, die auf diskreten Habitaten (=Patches) leben und durch Individuenaustausch schwach gekoppelt sind

d.h. regionales Überdauern trotz lokaler Extinktion



- 'echte' Inseln

- gaps (Waldlichtungen etc.)

- Habitatpatches (z.B. Distelstandorte)

- Resthabitats (z.B. Waldinseln)

....

Achtung! Strukturierung der Landschaft ist immer Art-spezifisch, d.h. entscheidend ist, wie einzelne Individuen der Art die Landschaft wahrnehmen

Beispiel: Fleckenkauz

(*Stryx occidentalis*)

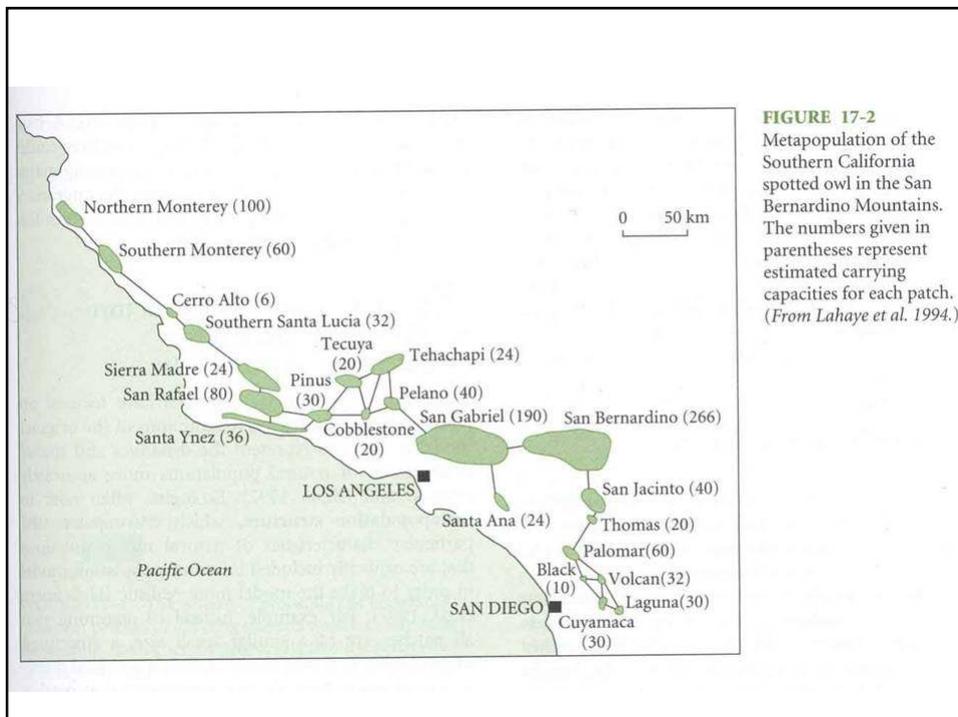


Figure 21.5 The northern spotted owl (*Stryx occidentalis caurina*).

Alt-Waldinseln an US-Küste
Kaliforniens

Intensiv untersuchte
Metapopulation mit politischer
Bedeutung

Ökonomie vs. Artenschutz



Metapopulationen sind hoch-dynamisch und variabel

Trotzdem gibt es einige generelle Aussagen (Ausnahmen sind aber möglich!):

1. Die **Wahrscheinlichkeit**, dass ein Patch einer Metapop. **besetzt** ist hängt ab

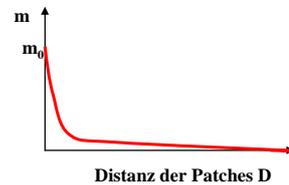
(i) von der **Größe** des Patches  vs. 

(ii) vom Grad der **Isolierung**  vs. 

2. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein unbesetzter Patch in einem bestimmten Zeitraum besiedelt wird heisst **Kolonisierungsrate m**.

Mit zunehmendem Abstand D der Patches nimmt m ab. Häufig findet man eine exponentielle Abnahme der Kolonisierungsrate m:

$$m = m_0 e^{-aD}$$



m_0 und a sind dabei Parameter, die von Art zu Art variieren

und auch landschaftsabhängig sind.

3. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Subpopulation (= Einzelpopulation auf einem Patch) in einem bestimmten Zeitintervall ausstirbt heisst

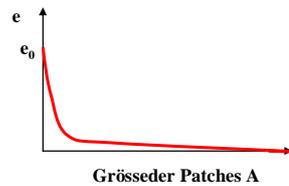
Extinktionsrate e.

Sie nimmt bei vergleichbaren Patches mit der Patchgröße A ab.

Häufig gilt auch hier eine exponentielle Beziehung:

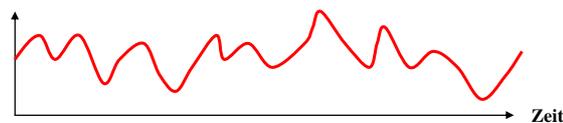
$$e = e_0 e^{-bA}$$

wobei e_0 und b wiederum Parameter sind



4. Durch die **Dynamik des lokalen Aussterbens und Wiederbesiedelns** (sog. 'turnover') kann die Zahl der besetzten Patches stark schwanken (**kein klassisches Gleichgewicht !**)

Zahl besetzter Patches



Die Zahl der *Senecio jacobaea* – Subpopulationen in den Niederlanden schwankt über einen Zeitraum von 20 Jahren enorm!

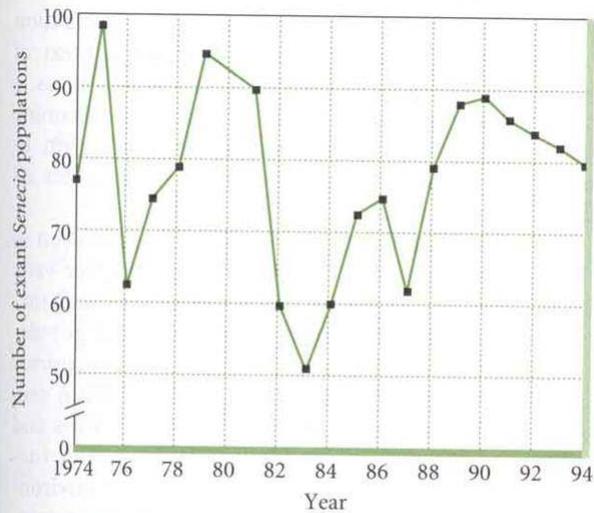


FIGURE 17-9 Fluctuation in the number of extant subpopulations in a metapopulation of ragwort (*Senecio jacobaea*) in the Netherlands over a 20-year period. (From van der Meijden and van der Veen-van Wijk 1997.)

Metapopulationen gibt es auch bei Pflanzen!

Beispiel: Kreuzkraut *Senecio jacobaea*

Asteraceae, Korbblütler

Verbreitung auf isolierten Patches

Wegränder, Waldränder, sonnige Hänge, Wiesen; zerstreut

→ **Lokale Populationen, die aussterben können**

Wiederbesiedlung von anderen Standorten aus

(Achtung: bei Pflanzen auch aus Samenbank möglich!)



Beschreibung

30-100 cm hohe zweijährige oder ausdauernde Pflanze.

Hochgiftig, Invasives Weideunkraut z.B. in USA

Parasit: Larven der Motte *Tyria jacobaeae* fressen Blätter und Blüten (auch genutzt zur biol. Schädlingskontrolle)

Die Zahl der Individuen, die innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls in einen Patch einwandern heisst **Immigrationsrate** (Individuen pro Zeitschritt)



5. Der Rescue-Effekt:

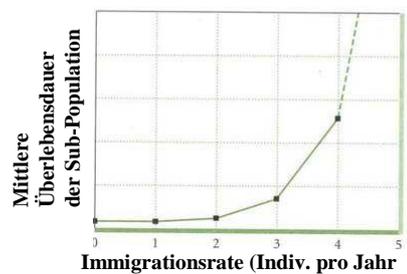
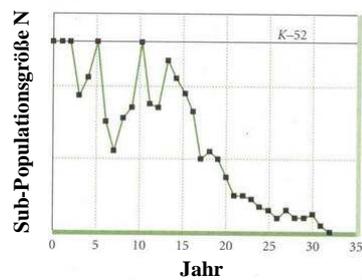
bereits sehr kleine Immigrationsraten können ausreichen, um in einer Metapopulation das Aussterben einzelner Subpopulationen zu verhindern

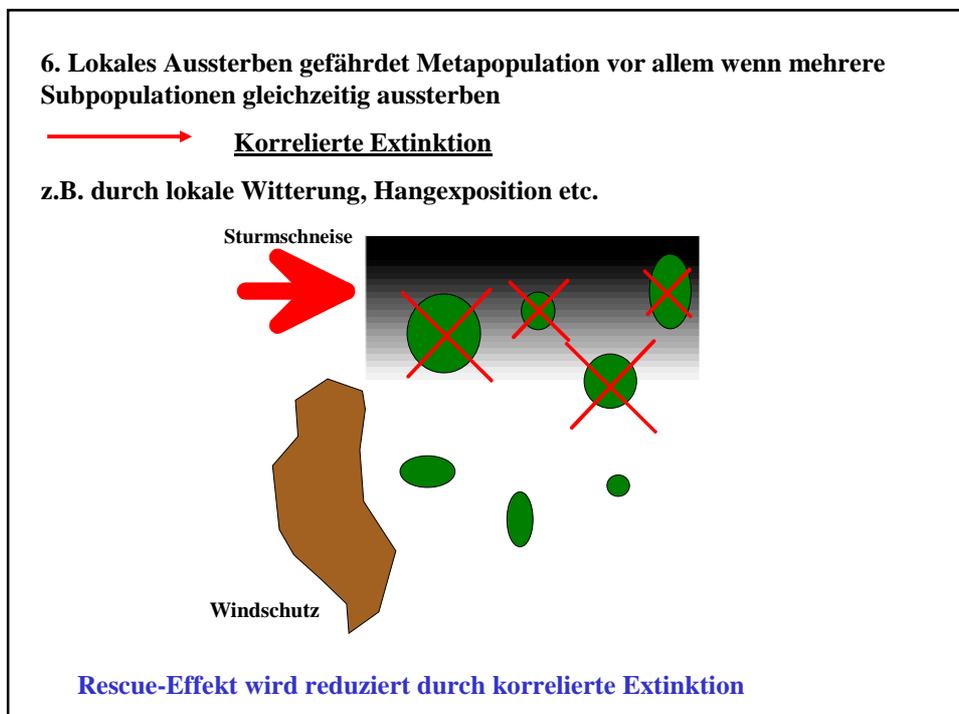
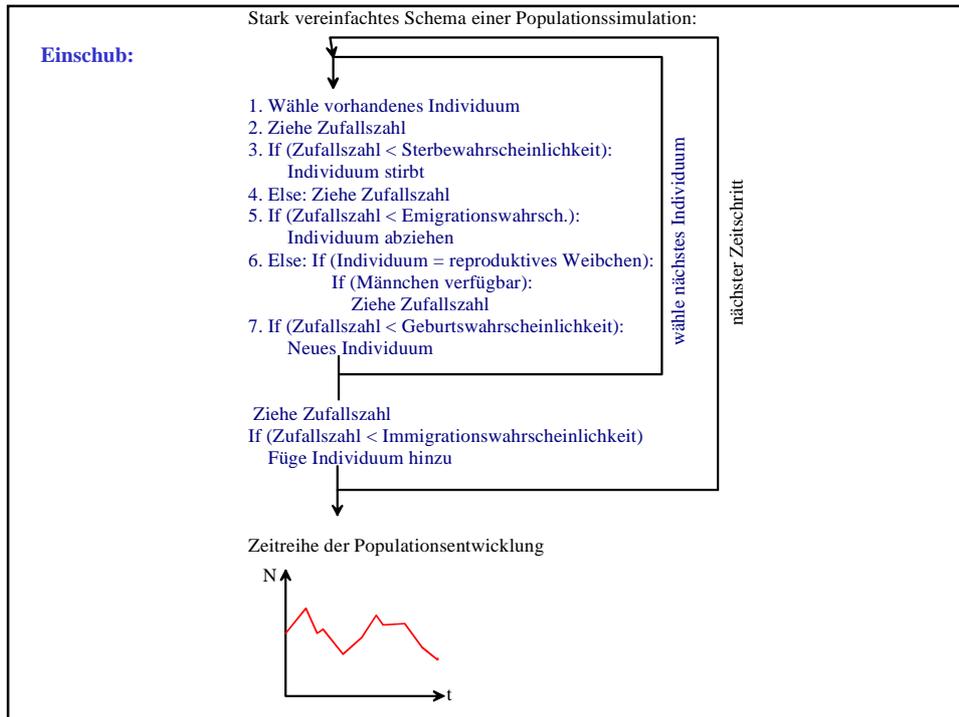
Beispiel: Überleben einer (Sub-) Population des Ahorn-Spechtes (*Melanerpes formicivorus*) in Zentral-Neumexiko

(Ergebnisse eines demographischen Simulationsmodells mit unterschiedlichen Immigrationsraten)

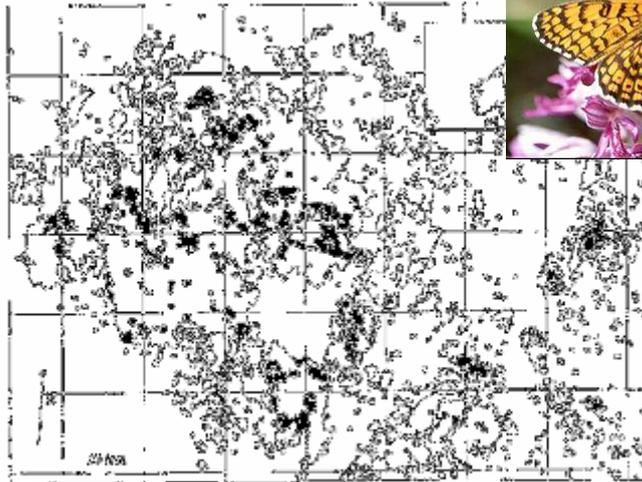


Bereits wenige Immigranten pro Jahr können das gesamte Überleben der (Sub-)Population deutlich erhöhen.





Beispiel: Metapopulation von Faltern in Finland



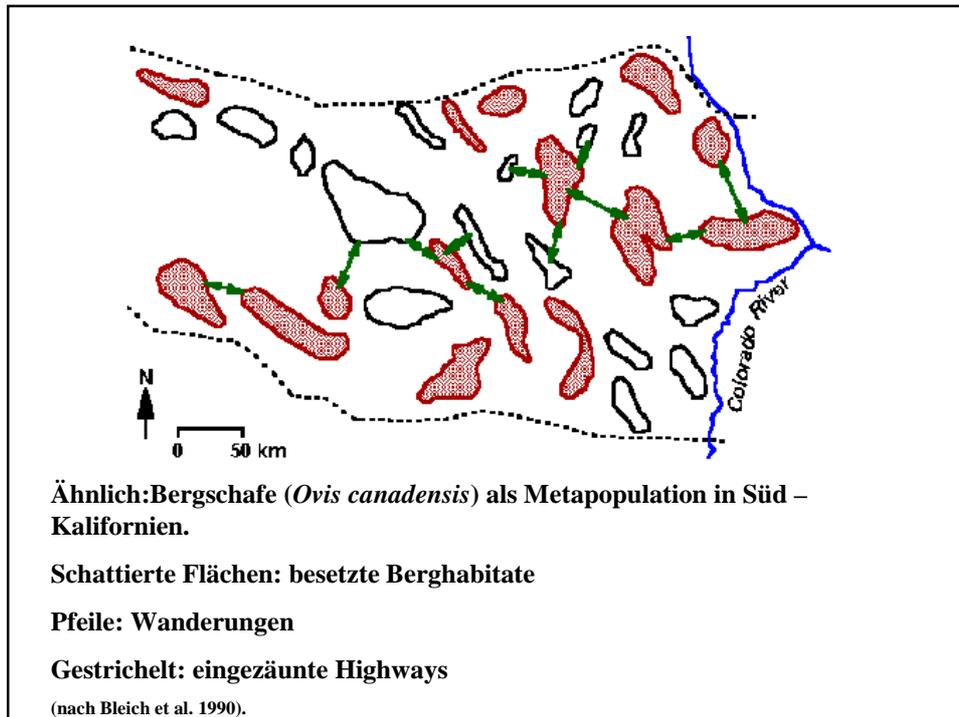
Åland Inseln (Finland): besetzte und unbesetzte Habitatpatches von *Melitaea cinxia*

Figure 1 Map of Åland islands in southwestern Finland, showing the location of the spider position (the mountain) relative to the Åland. The density of patches is high. Patches that were occupied in any summer 1995 are shown by black dots. The size of the grid is 100 km² (modified from Hanski et al., 1996).

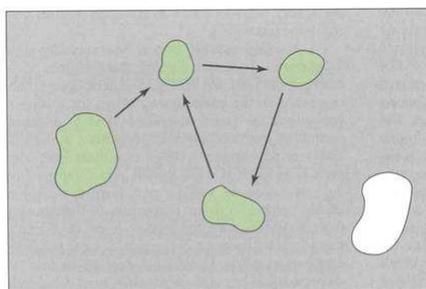
Bighorn Schafe: Metapopulation im Glacier National Park (Rocky Mountains)

Bighorns bewohnen fleckenhaft verteilte Graslandhabitate. Jahrzehntelange Feuerunterdrückung hat zu Abnahme und Verinselung der Grasflächen geführt (Zunahme der Koniferen behindert Wanderungen => zunehmende Isolation von Teilpopulationen). Problem: Erhöhtes Aussterberisiko und verringerte genetische Diversität.

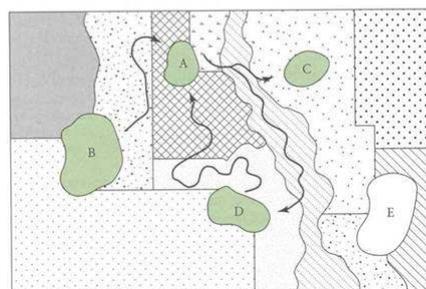




Metapopulation versus strukturierte Landschaft:



(a)



Metapopulationskonzept:

Habitatinseln in undifferenzierter, ungeeigneter Matrix (Umwelt)

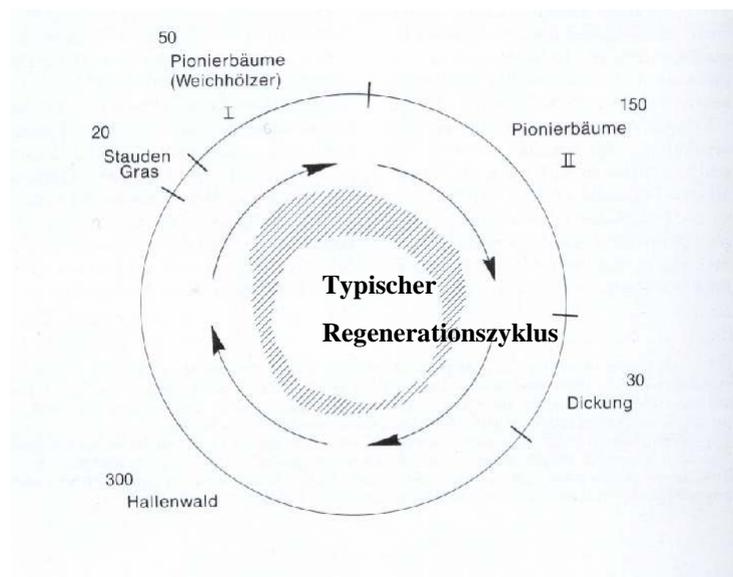
Strukturierte Landschaft:

Mosaik unterschiedlichster Habitattypen; Beeinflussung der Migration von Individuen, Zwischenhabitate

Mosaik-Zyklus-Konzept

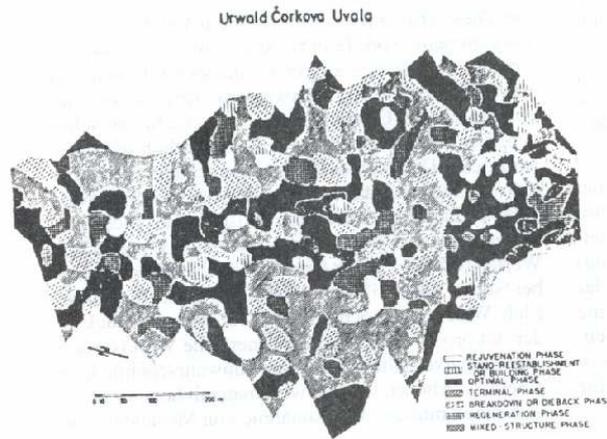
Dynamik in Raum und Zeit: [Das Mosaik-Zyklus Konzept](#) (nach Remmert 1987, 1991)

Beispiel: Buchen-Urwald



Mosaikpatches in unterschiedlicher Phase des Regenerations-Zyklus:

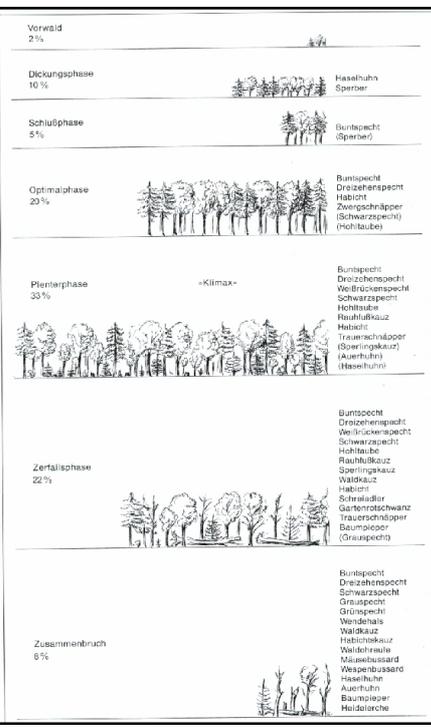
Dynamisches Gleichgewicht in Raum und Zeit



Konsequenzen für Arten, die im System leben

Unterschiedliche Biozönosen können in verschiedenen Mosaikpatches gleichzeitig koexistieren

**Nischen in Raum und Zeit
↓
Dynamische Landschaft**



Insel-Biogeographie

Insel-Biogeographie (MacArthur & Wilson 1963)

Auf Inseln und Habitatfragmenten auf Kontinenten:

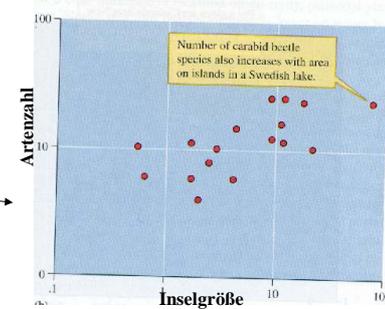
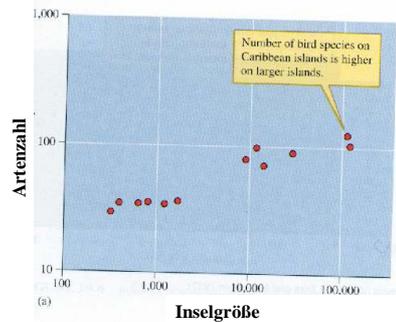
Artenzahl nimmt mit Fläche zu

" nimmt mit Isolation ab

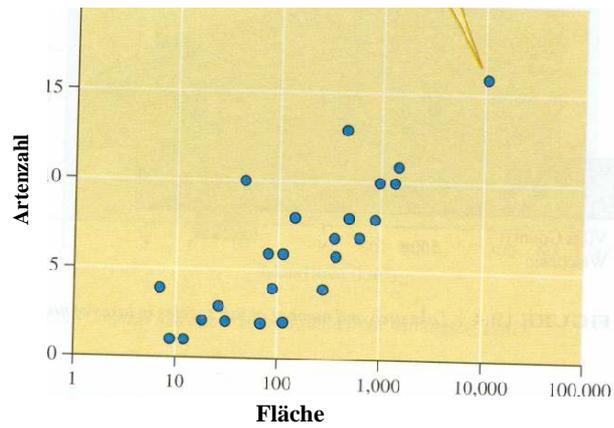
Beispiele: Vogelarten auf den Karibischen Inseln und

Käferarten auf schwedischen Seinseln

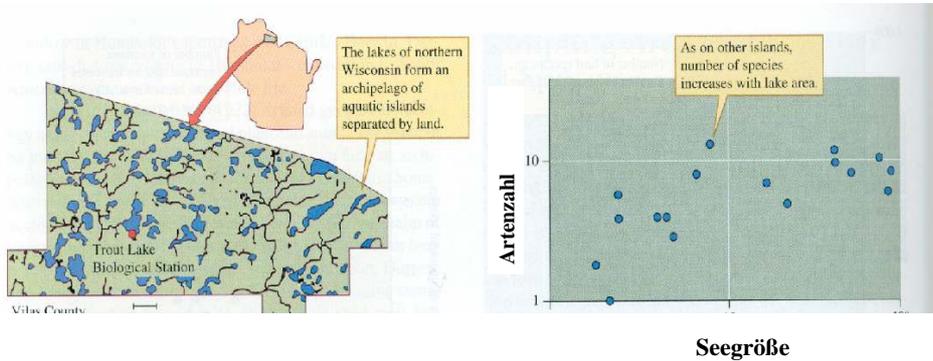
Achtung: Es geht um ARTENZahlen, nicht um SUB-POPULATIONEN oder INDIVIDUENZahlen!!

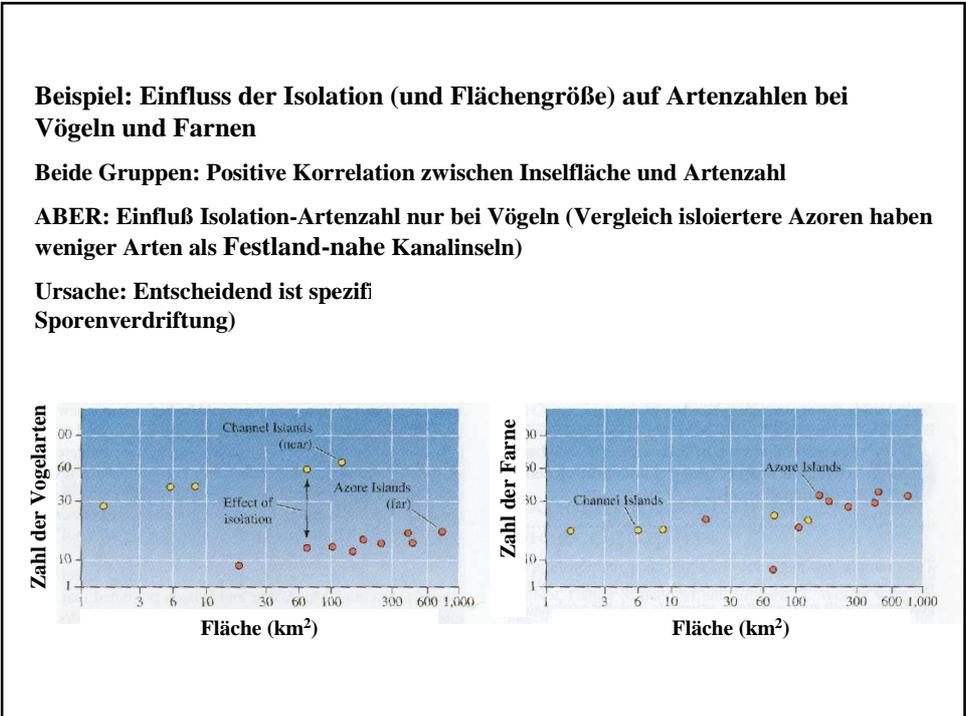
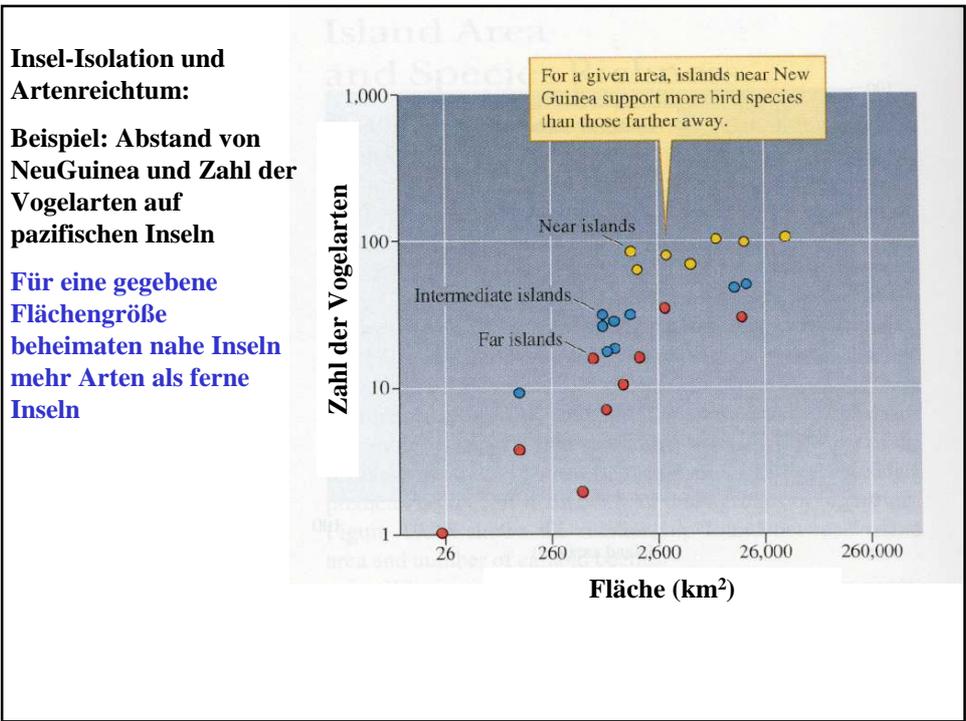


Beispiel: Fläche von Berghabitaten und Zahl der montanen Säugetierarten auf isolierten Berggebieten (Südwest USA)



Beispiel: Seegröße und Zahl der Fischarten in Seen des nördlichen Wisconsin (USA)

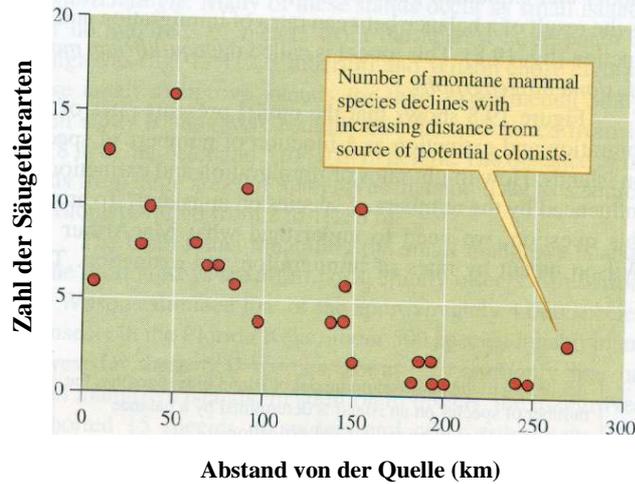




Beispiel: Habitatinseln und Isolation auf Kontinenten

Montane Säugerarten - Abstand von Rocky Mountains bzw. Mogollon Rim

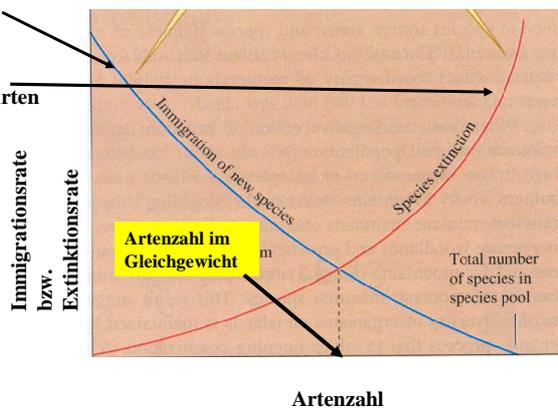
Zahl der montanen Säugerarten nimmt mit zunehmender Distanz von der potentiellen Besiedlungsquelle ab



Nach dem Gleichgewichtsmodell der Insel-Biogeographie ist die Anzahl der Arten auf einer Insel durch die Balance zwischen Arten-Einwanderung und Extinktion bestimmt

Die Einwanderungsrate neuer Arten auf eine Insel nimmt mit der Zahl bereits vorhandener Arten ab

Die Aussterberate für Arten nimmt hingegen mit der Zahl vorhandener Arten zu



Achtung: dies ist die zentrale Abbildung zum Verständnis der Insel-Biogeographie!

Erklärung der Artenzahlen auf Inseln verschiedener Größe und Isolierung:

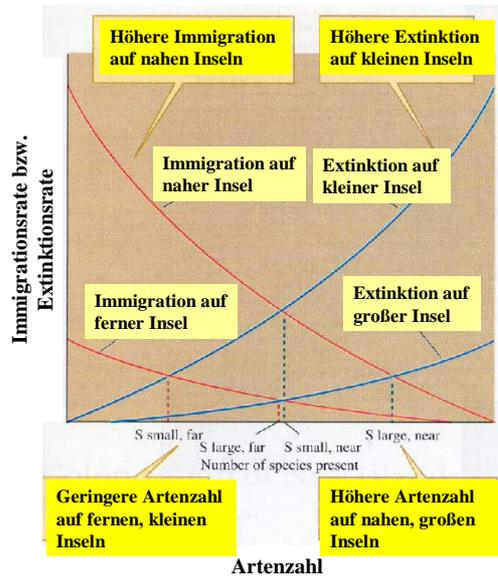
Artenzusammensetzung ist dynamisch (species turnover)

Das Gleichgewichtsmodell der Inselbiogeographie erklärt Variationen der Artenzahl auf Inseln als Einfluss der Isolation und Fläche auf Immigrations- und Extinktionsraten

Modell: Artenzahl S hängt wie folgt von Fläche A ab:

$$S = cA^z$$

c, z sind Konstanten, die nach Daten gefittet werden : z (empirisch): 0,2 - 0,35



Extinktion und Immigration von Vogelarten auf den Kalifornischen Kanalinseln (1917-1968)

Wie von der Insel-Biogeografie vorhergesagt findet ein deutlicher Arten-turnover statt.

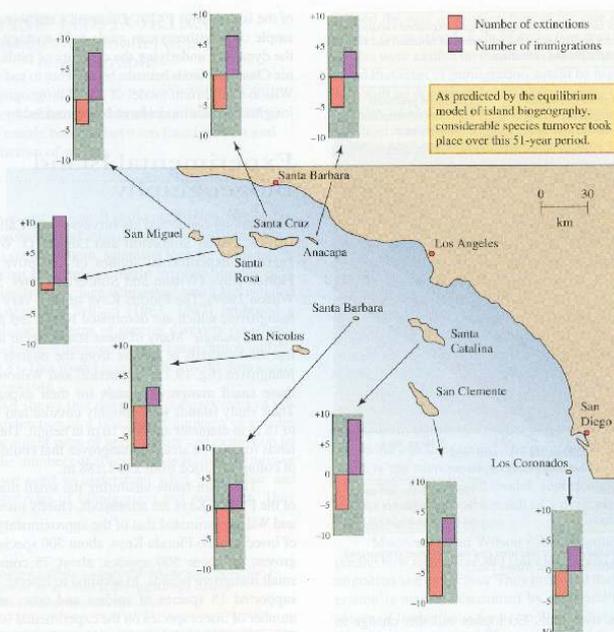


FIGURE 19.10 Extinction and immigration of bird species on the California Channel Islands between 1917 and 1968 (data from Diamond 1969).

Mangroven Inseln in den Florida Keys



FIGURE 19.11 *The mangrove islands in the Florida Keys, which number in the thousands, are convenient places to test the equilibrium model of island biogeography.*

Mangroveninseln in Florida Keys

- viele kleine Inseln
- einiger hundert Meter von Hauptinsel entfernt
- Simberloff & Wilson (1969): 8 Inseln gewählt; ca. 11m - 18m
- Fauna: hauptsächlich Insekten
- ca. 20-40 Arten auf ausgewählten Inseln (ca. 4000 auf Florida Keys)
- experimentell 6 Inseln 'defaunisiert', d.h. durch Giftgas Insekten getötet (!)

Fragestellung:

Rekolonisierung der Inseln in Abhängigkeit der Zeit: Ergebnisse gemäß Theorie?

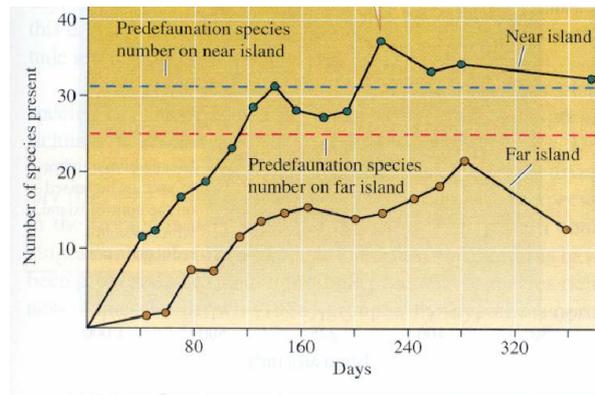
Kolonisierung von Mangroveninseln: der Zeitfaktor

Ergebnis: Der Zeitfaktor der Kolonisierung ist wichtig -

weiter entfernte Inseln hatten auch nach 1 Jahr noch nicht die anfängliche Artenzahl (d.h. das Gleichgewicht aus Extinktion und Immigration) erreicht.

Zeit ist im MacArthur & Wilson Gleichgewichtsmodell nicht berücksichtigt

Problem für Übertragbarkeit in Naturschutz



Folgen von Flächenverlust für Artenzahlen

Flächenreduktion führt zur Abnahme der Artenzahl

- Abnahme der ökol. Nischen

-- Ressourcen vermindert

-- Konkurrenz verstärkt

Offenbar erhöhte Abwanderung - s. Anstieg der Artenzahl auf Kontrollfläche

