

Simulationsexperiment Inselbiogeographie (Online-Version)

konzipiert von Katrin Meyer, Abt. Ökosystemmodellierung, Universität Göttingen, 2020/21

Ziel: Immigration vom Festland zu einer Insel simulieren, sowie Extinktion auf der Insel simulieren, um die Dynamik und das Gleichgewicht der Inselbiogeographietheorie nach MacArthur und Wilson zu verstehen.

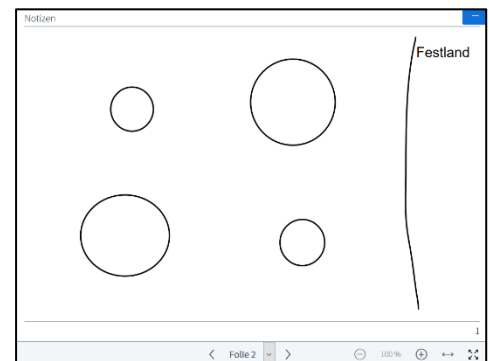
Material pro Simulationsexperiment:

- Whiteboard im Mehrbenutzermodus mit 10 Farben (virtuell, zB in BigBlueButton)
- Timer oder Stoppuhr (Handy)
- Auswertungstemplate (in MS Excel zu öffnen und zu bearbeiten)
- Computermouse (falls vorhanden, nicht zwingend)

Vorbereitung (vor jedem Zeitschritt):

Whiteboardfolie entsprechend der Skizze vorbereiten:

- Festland mit schwarzer Linie abtrennen
- zwei große Inseln einzeichnen (einigermaßen kreisförmig, ungefähr gleich groß, eine nah, eine fern des Festlandes)
- zwei kleine Inseln einzeichnen (einigermaßen kreisförmig, ungefähr gleich groß, eine nah, eine fern des Festlandes)
- für neuen Zeitschritt eine neue Folie vorbereiten mit gleicher Größe und Lage der Inseln (so weit möglich)



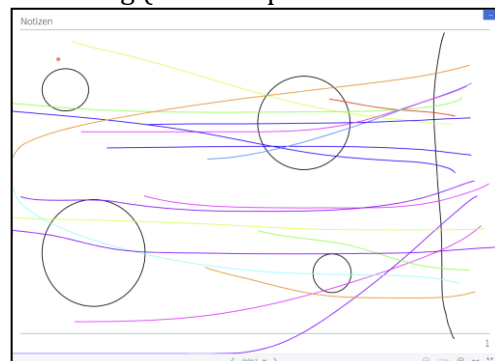
Phase 1: Immigrationsphase

Person A (mit Handy-Timer) ...

- gibt Start- und Stoppsignal für jeden Zeitschritt: ein Zeitschritt dauert **1 Minute**

Person B (oder mehrere Personen gleichzeitig im Mehrbenutzermodus des Whiteboards) ...

- geht auf eine **neue Folie**
- wählt **Freihand-Tool** aus (um freie Linien, Kurven etc. zeichnen zu können)
- nimmt Maus bei Rechtshändigkeit in die **linke Hand**, sonst in die rechte (bzw. legt entsprechende Hand auf dem Touchpad o.ä. bereit)
- unternimmt zwischen Start- und Stoppsignal so viele **Immigrationsversuche** wie möglich, und zwar so:
 1. Am Whiteboardrand zufällig eine **Farbe auswählen**
 - > alle 10 Farben außer schwarz und weiß sind möglich
 - > die Farbe entspricht der Artidentität des Individuums, das sich vom Festland wegbewegt und einen Einwanderungsversuch macht
 2. Eine **Linie vom Festland nach links ziehen**
 - > Anfangs- und Endpunkt sind frei wählbar, so lange sie links bzw. rechts der Festlandbegrenzung liegen
 - > die Linie entspricht dem Pfad der Einwanderung (zum Beispiel eines Pflanzensamens, der vom Wind von der Küste weggetragen wird)
 3. **Schritte 1 und 2 so oft wie möglich wiederholen** (Linien dürfen sich kreuzen, Farben dürfen und sollen mehrmals gezogen werden (eben so zufällig wie möglich), es soll nicht mit Absicht auf die Inseln gezielt werden)
- Das Ergebnis könnte so wie die Skizze rechts aussehen:



Phase 2: Datenaufnahme (nach jedem Zeitschritt = jeder Immigrationsphase)

Ziel: Auswertung der Einwanderung und des Aussterbens für jede Insel. Das Auswertungstemplate enthält separate Tabellen für jede Insel mit einer Zeile für jeden Zeitschritt. Individuen, die auf der Insel leben, werden durch x-Symbole dargestellt. Wenn die Zeit begrenzt ist, werten Sie nur eine Insel für mehrere Zeitschritte aus (anstelle von vielen Inseln für wenige Zeitschritte).

Person B ...

- sucht eine Insel aus und sagt für Person C die Farbe **jeder** Linie an, die die Insel schneidet
- (fakultativ:) wiederholt dies für die drei anderen Inseln

Person C (mit dem in Microsoft Excel geöffneten Auswertungstemplate) ...

1. ... wählt im Auswertungstemplate die Tabelle für die entsprechende Insel aus (z.B. groß, fern für die Insel unten links)
2. ... trägt in einer neuen Zeile des Auswertungstemplates ein **x** für jede von Person B angesagte **Farbe** ein (also auch z.B. drei x-Zeichen in die ‚rot‘-Spalte, wenn drei rote Linien die Insel kreuzen; wenn dort schon x-Zeichen aus dem vorigen Schritt stehen, dann einfach die entsprechenden x-Zeichen dazuschreiben)
3. ... vergleicht die Summe der **Individuen N** (Anzahl x-Zeichen) mit der Individuen-Kapazität der Insel N_{max} . Wenn zu viele Individuen auf der Insel sind, passieren Extinktionen. **Kleine Inseln** haben eine **Kapazität von 4** Individuen, **große Inseln** eine **Kapazität von 8** Individuen. Extinktionen folgendermaßen ausführen:
4. ... löscht zunächst das *i*-te x-Zeichen in der Zeile, wenn die Kapazität der Insel überschritten ist. *i* ist eine Zufallszahl zwischen 1 und *N* (wird in der Spalte ‚Zufallszahl fürs Aussterben‘ automatisch gezogen). Durch das Löschen wird automatisch eine neue Zufallszahl *i* gezogen. Wenn die Kapazität immer noch überschritten ist, dann wieder das *i*-te x-Zeichen löschen und so weiter bis die Kapazität nicht mehr überschritten ist. Wenn z.B. *i* = 5 ist, dann soll das fünfte x von links in der Zeile gelöscht werden (egal ob es alleine oder mit anderen x-Zeichen in einer Zelle steht).
5. ... zählt die Anzahl der vorhandenen **Arten (R)** und trägt den Wert in die entsprechende Spalte des **aktuellen** Zeitschritts ein (z. B. Zelle M13). Achtung! Gezählt werden sollen hier die **Arten**, also die **Farben mit mindestens einem x-Zeichen**, aber nicht die Anzahl der x-Zeichen insgesamt (das wäre die Anzahl der Individuen).
6. ... zählt die neu immigrierten Arten (**I**) und die ausgestorbenen Arten (**E für extinct**) und trägt die entsprechenden Zahlen in die „I“- und „E“-Spalten der Tabelle des **vorherigen** Zeitschritts (z.B. Zellen N12 und O12). Hier sollen wieder **Arten** gezählt werden, es werden also die Farben mit mindestens einem x gezählt.
7. ... prüft, ob alles richtig eingegeben wurde: $R_{t+1} = R_t + I_t - E_t$ sollte korrekt sein.
8. ... überträgt die verbliebenen **x-Zeichen** in die **nächste Zeile** (die Individuen sind ja auch im nächsten Zeitschritt noch auf der Insel).

Fakultativ: Alle diese Schritte für die drei anderen Inseln wiederholen

Phase 3: Auswertung (nach 10 bis 15 Zeitschritten)

- Folgende Schritte werden vom Template automatisch durchgeführt:
 1. Trage in einem Plot Immigration (I) und Extinktion (E) gegen die Anzahl von vorhandenen Arten auf.
 2. Zeichne Trendlinien in den Plot.
- Vergleiche die Kurven mit den erwarteten Kurven aus der Inselbiogeographie-Theorie.