

Wachsende Komplexität kann die Stabilität in einem selbstregulierenden Ökosystem erhöhen

Nach ‚Increasing Complexity Can Increase Stability in a Self-regulating Ecosystem‘ von James Dyke et al.

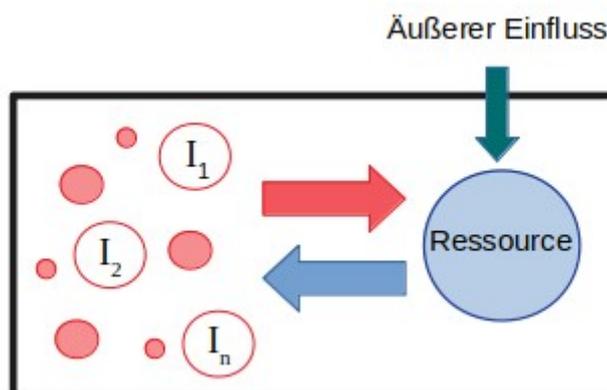
von Elsa Rommerskirchen

Inhalt

1. Überblick
2. Daisyworld
3. Modell
 1. Methoden
 2. vorläufige Ergebnisse
 3. Mechanismus
 4. Ergebnisse
4. Fazit

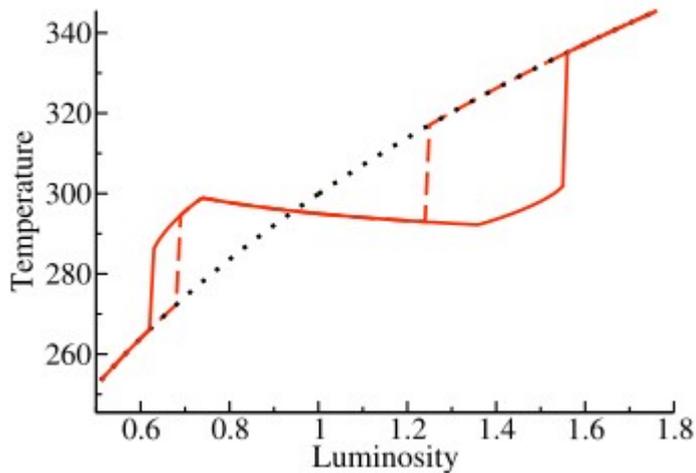
Überblick

- Stabilität-Komplexität-Debatte
- **Stabilität** = Fähigkeit Umwelteinflüsse zu regulieren
 - resistance: ability to resist external perturbations
 - resilience: ability to recover after perturbations
- **Komplexität** = Mutationsrate
- Selbstregulierendes System



Daisyworld

- simulierter Planet mit sonnenähnlichem Stern
- schwarze und weiße Blumen (-> unterschiedliche Albedo)
- Wachstumsfunktion abhängig von Temperatur



- Selektionsvorteil der schwarzen Blumen - Temperatur erhöhen
- Temperatur übersteigt Optimum der Wachstumsfunktion
- Selektionsvorteil der weißen Blumen - Temperatur senken

-> *feedback loop* führt zur Regulation der Temperatur

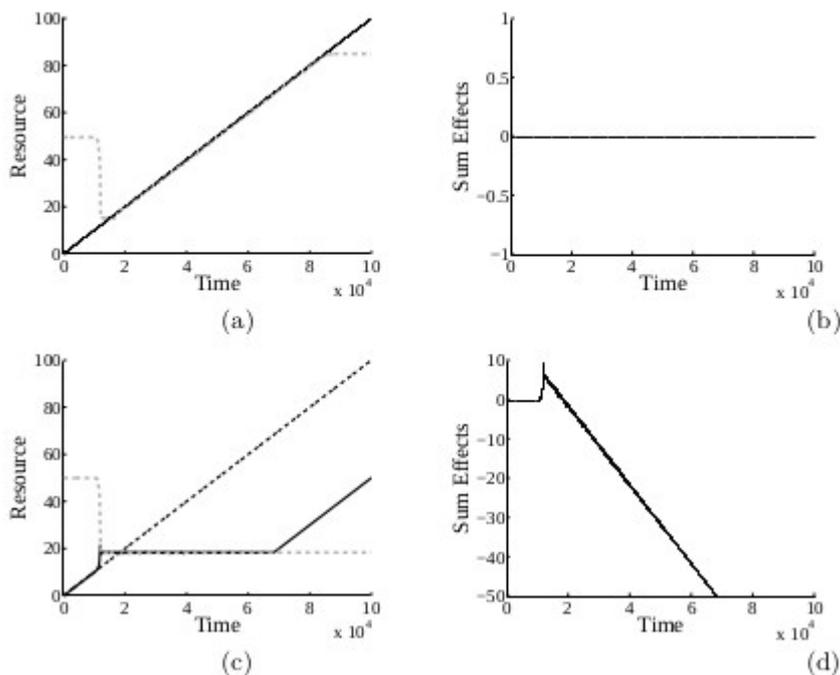
Modell - Methoden

- Individuen:
 - A-Locus: Optimaler Wert der Ressource im Bereich [15, 85]
 - O-Locus: Effekt auf Ressource
 - e : verringern wenn im Bereich [-1, 0)
 - E : erhöhen, wenn im Bereich (0, 1]
- Ressource R im Bereich [-50, 150]
- externer Einfluss P, linear 0 bis 100
- natürliche Selektion
 - Sterberate (Wettkampf-System)
 - Mutationsrate

Fitness:

$$F_i = \begin{cases} 1 - \lambda(A_i - R)^2 & , |A_i - R| < \lambda^{-\frac{1}{2}} \\ 0 & , \text{sonst} \end{cases}$$

Modell - vorläufige Ergebnisse



P: schwarz gestrichelt; **R:** schwarz; **durchschnittlicher Wert von A:** grau gestrichelt

(a) und (b) ohne Einfluss der Population

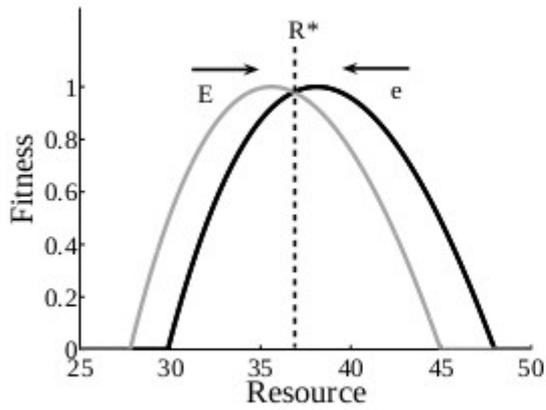
- Ressource wird durch externen Druck erhöht
- Optimum (A-Locus) der Individuen passt sich an -> Selektionsdruck

(c) und (d) Individuen haben Einfluss auf R, solange $(P - R) < 50$

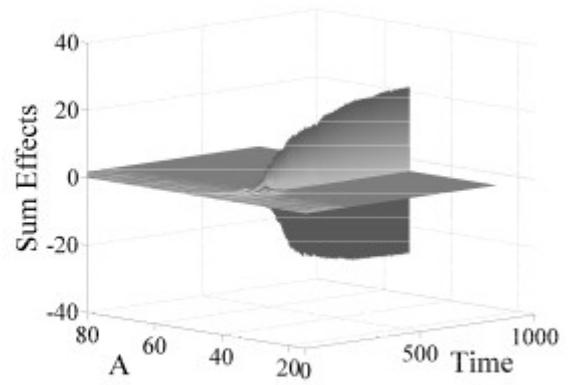
- stark negativer Einfluss der Individuen
- Parameter in gewissem Rahmen änderbar

Modell - Mechanismus

- R wird durch P erhöht
- ab $R = 15$ ein Individuum mit Fitness > 0
- Fall I: A[best] hat e Allel
 - A[best] setzt sich in der Population durch
 - reguliert R bis 'Druck' durch P zu groß ist
- Fall II: A[best] hat E Allel
 - R wird erhöht bis ein neues A[best] gibt
 - solange bis A[best] e Allel besitzt
 - Sub-Populationen



(a)



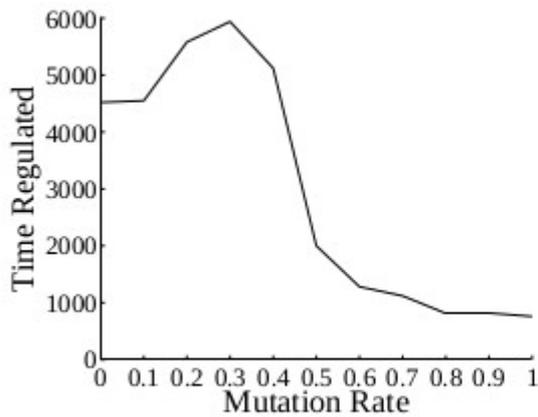
(b)

- Entwicklung zweier Sub-Populationen
- gleichstarke e und E Effekte
- stabiler Zustand R^*

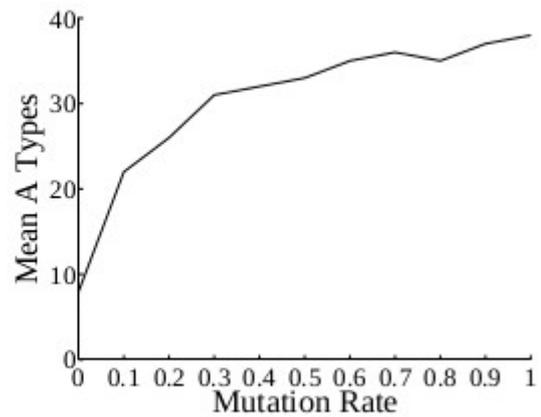
Modell - Ergebnisse

Auswirkung der Diversität der Population:

- Diversität als Anzahl der unterschiedlichen A-Typen
- Diversität entsteht durch Mutation

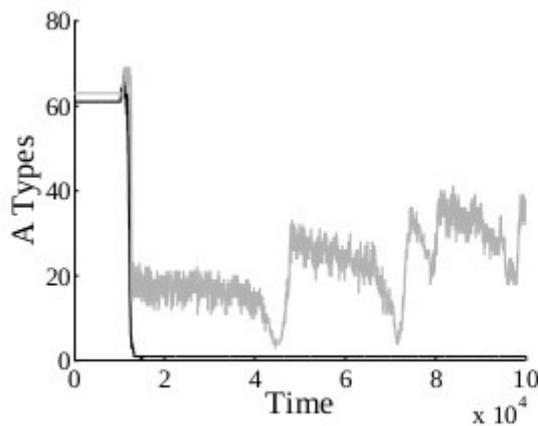


(a)

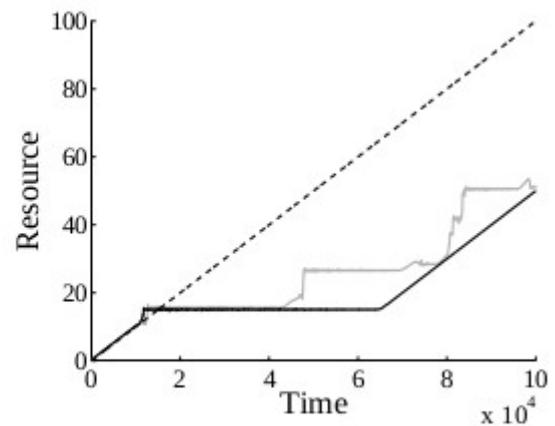


(b)

Regulation bei (keiner) Mutation:



(a)



(b)

$\mu = 0$: schwarz; $\mu = 0.3$: grau; **P**: schwarz gestrichelt

- Diversität führt zu kürzeren Regulationsphasen
- ABER: insgesamt längerer Zeitraum
- Verringerung der Widerstandskraft
- Verbesserung der Rückstellkraft

Fazit

- Selbst-regulierendes System stabil gegenüber externem Einfluss
- Höhere Mutationsrate führt zu mehr Diversität
- Diversität nicht notwendig um stabilen Zustand zu erhalten, aber um neue Zustände zu erzeugen

Quellen

- Dyke, J.; McDonald-Gibson, J.; Di Paolo, E.; Harvey, I. (2007): Increasing complexity can increase stability in a self-regulating ecosystem. In: ECAL 2007. Lecture Notes in Artificial Intelligence 4648 (Springer, Berlin 2007), pp. 133-142.
- William, H., Noble, J.: Evolution and the Regulation of Environmental Variables. Proceedings of VIIIth European Conference on Artificial Life, ECAL 2005, Capcarrere, M., Freitas, A., Bentley, J., Johnson, C. and Timmis, J. (eds). Springer-Verlag.(2005) pp 332-342.
- Wood, J., Ackland, G. Dyke, J. Lenton, T., William, H.: Daisyworld: A review. Reviews of Geophysics.

Fragen und Anmerkungen