

C. PERRET, S.T. POWERS, E. HART (2017)

**EMERGENCE OF HIERARCHY FROM THE
EVOLUTION OF INDIVIDUAL INFLUENCE IN
AN AGENT-BASED MODEL**

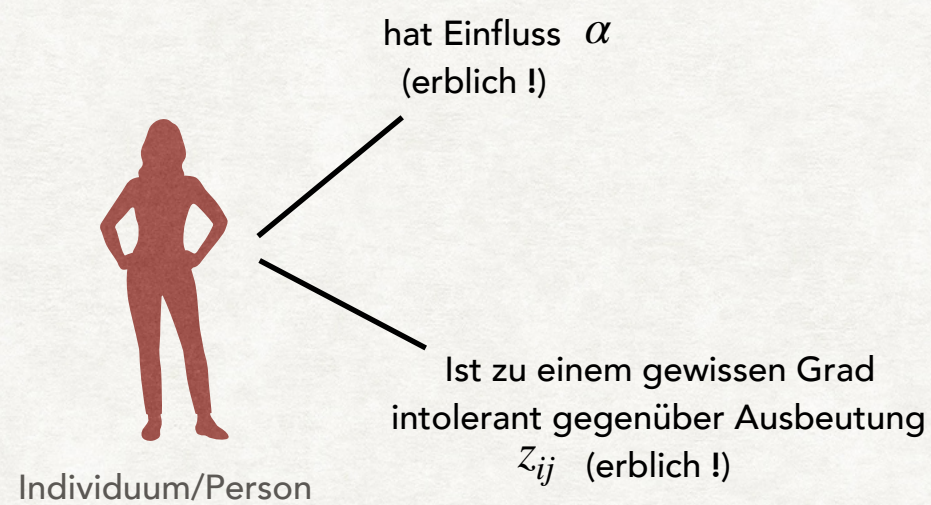
Hintergrund

- **Frage:** Wie(so) entstehen Hierarchien in Gesellschaften?
- Zwei gängige theoretische Antwortansätze:
 1. Hierarchien sind evolutionär vorteilhaft für alle Gruppenmitglieder (*funktionalistische Theorien*)
 2. Hierarchien werden von stärkeren Individuen zu ihrem eigenen Vorteil etabliert (*koerzitive Theorien*)
- Kombination aus beiden Theorien: Hierarchien beschern Gruppenvorteile, andererseits liegt den Anführern von Gesellschaften etwas am Erhalten der Hierarchien
 - Präzisierung der Frage:** 1. Inwiefern beschern Hierarchien Gruppenvorteile? -> Modell
 - 2. Wie werden Hierarchien erhalten/ wie reproduzieren sie sich?

Geschichtliche Orientierung: Die Jungsteinzeit

- Steinzeit - nomadische Völker mit eher flachen Hierarchien
- Entwicklung der Landwirtschaft -> Gesellschaften werden sesshaft und es entstehen *erstmal* in der *Menschheitsgeschichte* stärkere Hierarchien

Das Modell: Die „simulierte Welt“



α, z_{ij} mutieren von zwischen Generationen.
 μ_m : Mutationsrate
(Initialisierung =0.01)



Initialisierung der Simulation:

Anzahl Felder N_p :
50

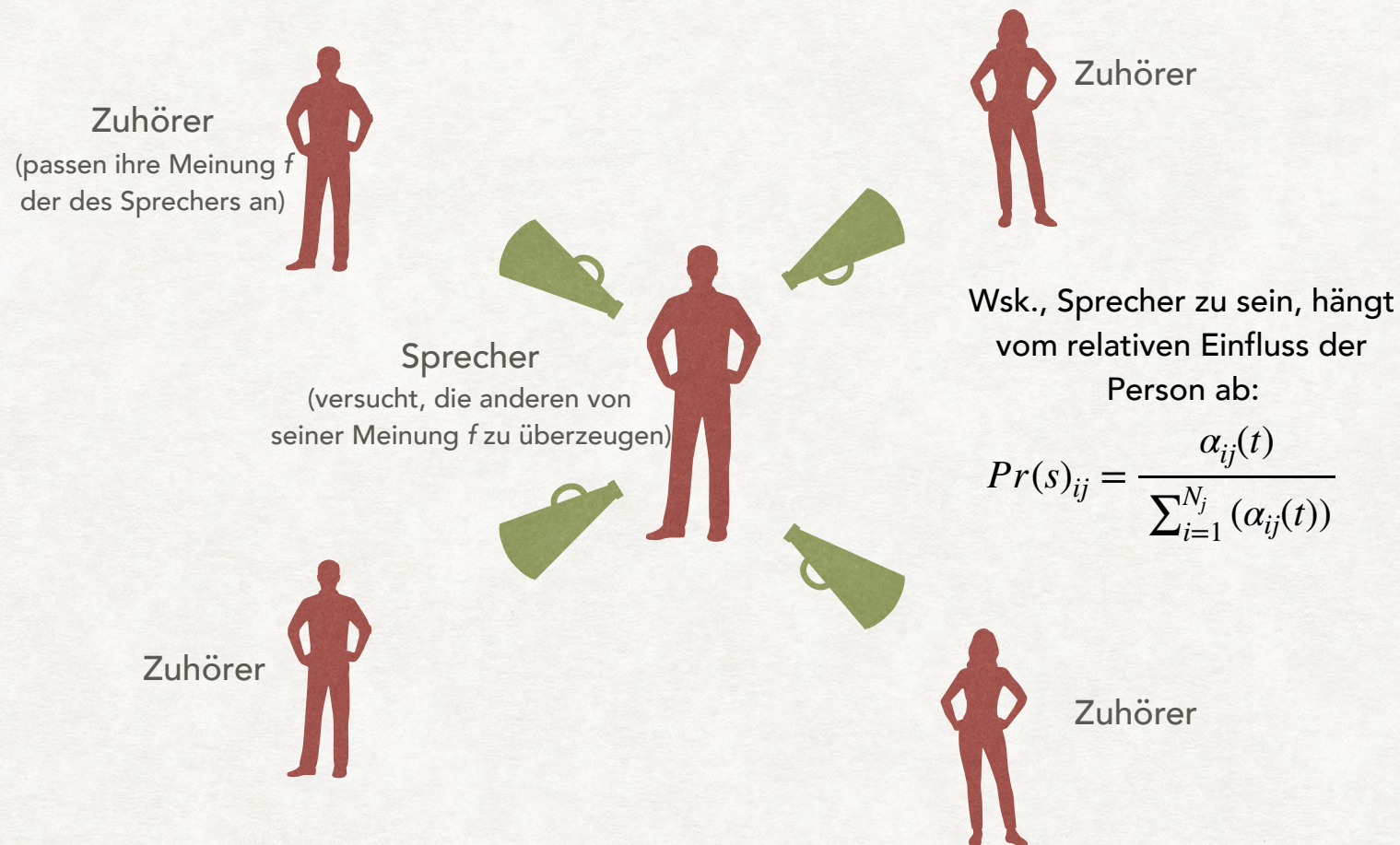
Anzahl Bewohner
von Feld j
zu $t=0$ $N_j(0)$:
100

Lebensphasen einer Generation



- Alle Mitglieder einer Gesellschaft durchlaufen diese Lebensphasen simultan und sterben dann gleichzeitig, wenn die Nachfolgeneration in ihre erste Lebensphase eintritt

Die Entscheidungsfindung



- Sei F die Menge der Meinungen aller Personen.
Eine Entscheidung ist zustande gekommen, wenn „fast alle einer Meinung sind“:

$$\sigma(F) < f_{\theta} \quad (\text{Initialisierung} = 0.01)$$

- Eine Entscheidung braucht Zeit

$$t^*$$

- Es ergeben sich Organisationskosten:

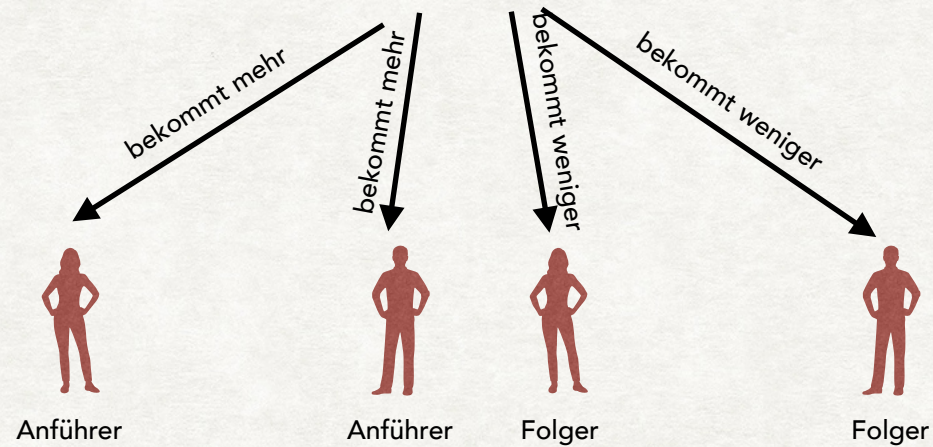
$$c_o = \frac{t^*}{C}$$

„Entscheidungskostenlimit“ beschränkt den Einfluss, den lange Entscheidungsdauer auf die Organisationskosten hat

Ressourcenverteilung...

Der Ertrag der kollektiven Arbeit hängt von der Populationsgröße und den Organisationskosten ab:

$$B_j(t) = \beta_b (1 - e^{-\gamma_b N_j(t)}) (1 - c_{o_j}(t))$$



Wie viele Ressourcen einer erhält, hängt von seinem relativen Einfluss und dem Grad der in der Gesellschaft vorherrschenden Ungleichheit ab:

$$p_{ij}(t) = \frac{1 + d\alpha_{ij}(t)}{\sum_{i=1}^{N_j} (1 + d\alpha_{ij}(t))}$$

... und Fortpflanzung

Wer mehr Ressourcen erhält,
bekommt mehr Kinder, denn:

Anzahl Kinder von
Person i auf Feld j

$$N_{cij} \sim Poi(w_{ij})$$

Intrinsische
Wachstumsrate
(Initialisierung =2)

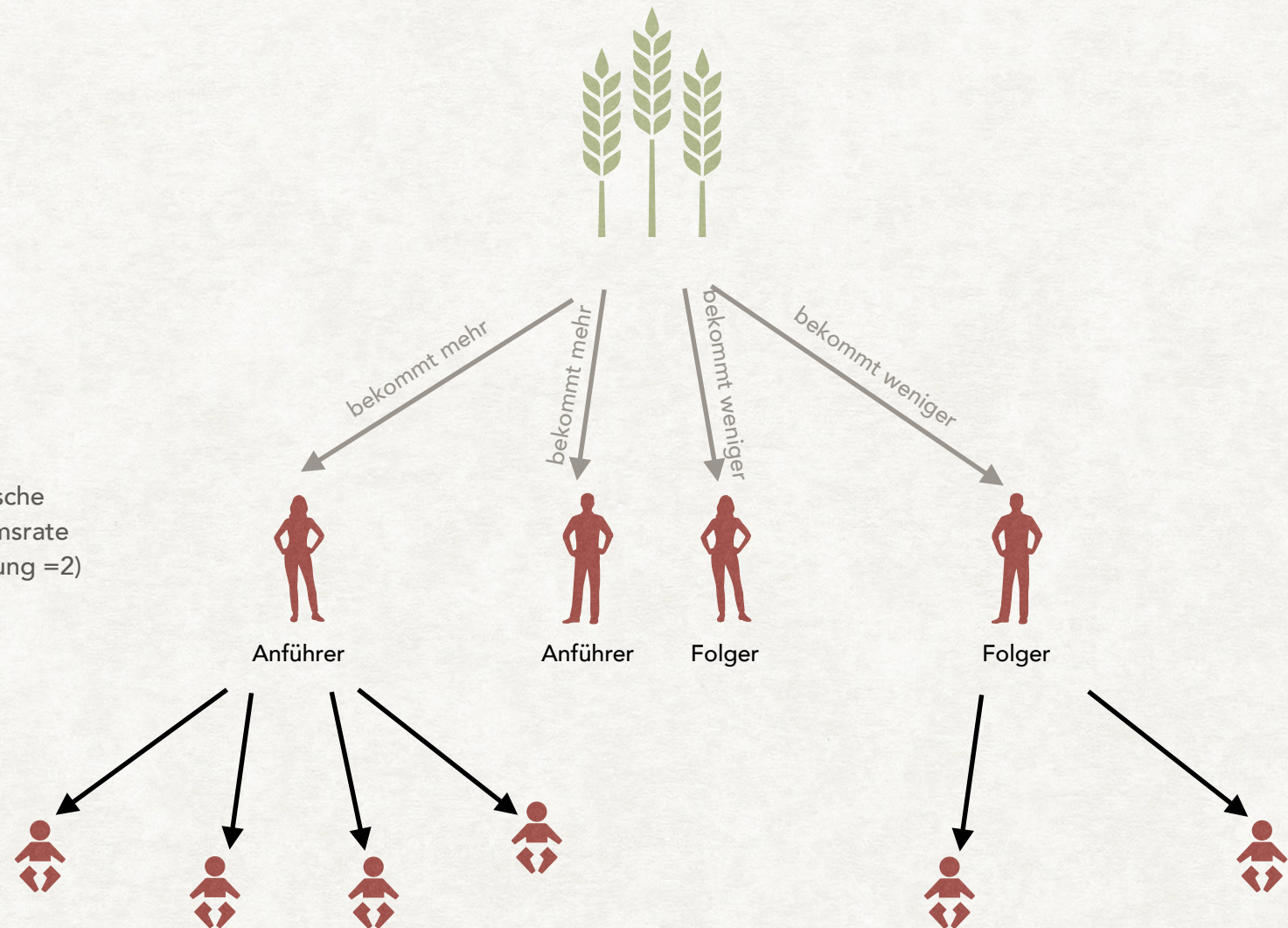
wobei:

$$w_{ij}(t) = \frac{r_a}{1 + \frac{N_j(t)}{K}} + r_{bij}(t)$$

und

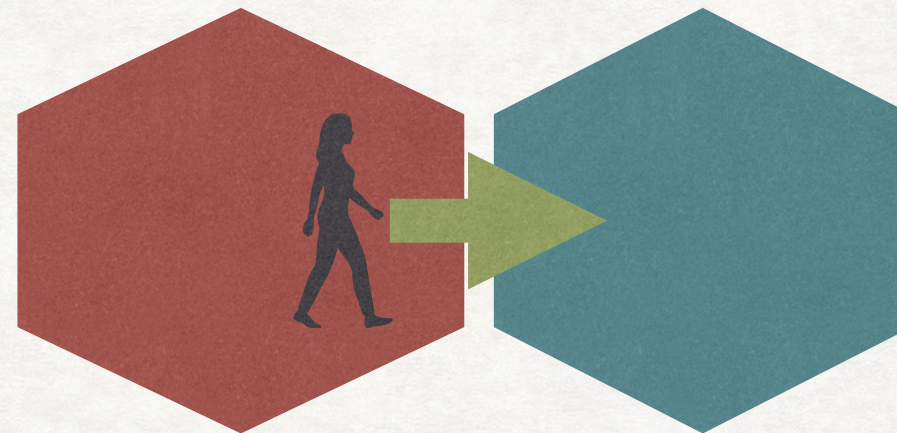
$$r_{bij}(t) = \beta_r(1 - e^{-\gamma_r(B_j(t)p_{ij}(t))})$$

hängt von dem Anteil der Person am
Ressourcenertrag p_{ij} ab.



Migration der Nachfolgergeneration

Es gibt eine festgelegte, intrinsische Migrationsrate m
(Wsk., dass eine Person emigriert. Initialisierung: $m=0.2$)



Folger emigrieren außerdem, wenn sie „schlecht behandelt werden“, d.h.,
wenn sie zu wenig Anteile des Ertrags der kollektiven Aufgabe erhalten:

$$p_{ij}(t)N_j(t) < z_{ij}(t) \rightarrow \text{Auswanderung}$$

Ergebnisse: Effekt der Abwesenheit von Ungleichheit auf globale Hierarchien

- Erinnerung: $p_{ij}(t) = \frac{1 + d\alpha_{ij}(t)}{\sum_{i=1}^{N_j} (1 + d\alpha_{ij}(t))}$
- Vorbemerkung: Keine Ungleichheit bedeutet: der Anteil eines jeden am Ressourcenertrag hängt **nicht** von seinem relativen Einfluss ab (s. „Erinnerung“)
- starke Hierarchien: Minderheit - sehr hoher Einfluss.
Mehrheit - sehr geringer Einfluss.
denn: Anführer haben wegen Abwesenheit von Ungleichheit *nicht viel mehr* Nachkommen als Folger
-> Hierarchien setzen sich stabil fort
- Bevölkerungsdichte vergleichsweise (vgl. nächste Folie) hoch.
denn: starke Hierarchien verringern Organisationskosten und steigern den Ressourcenertrag

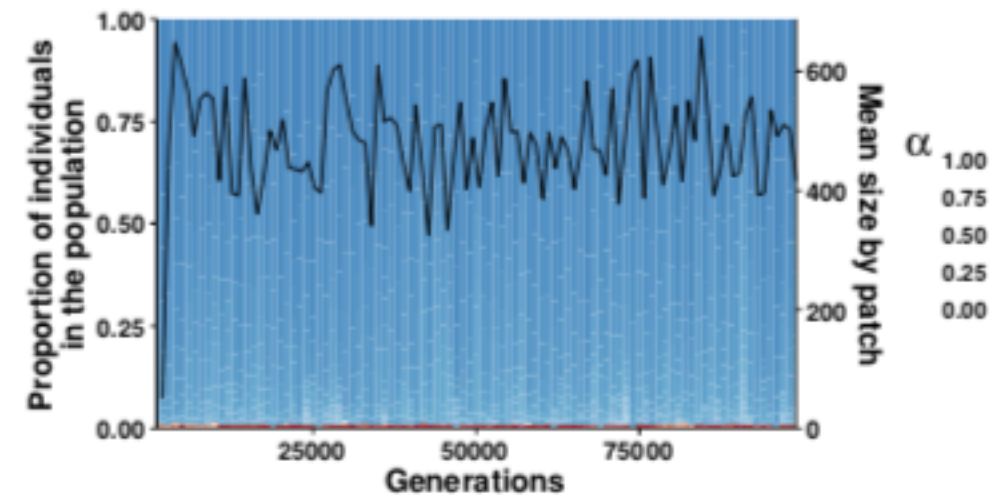
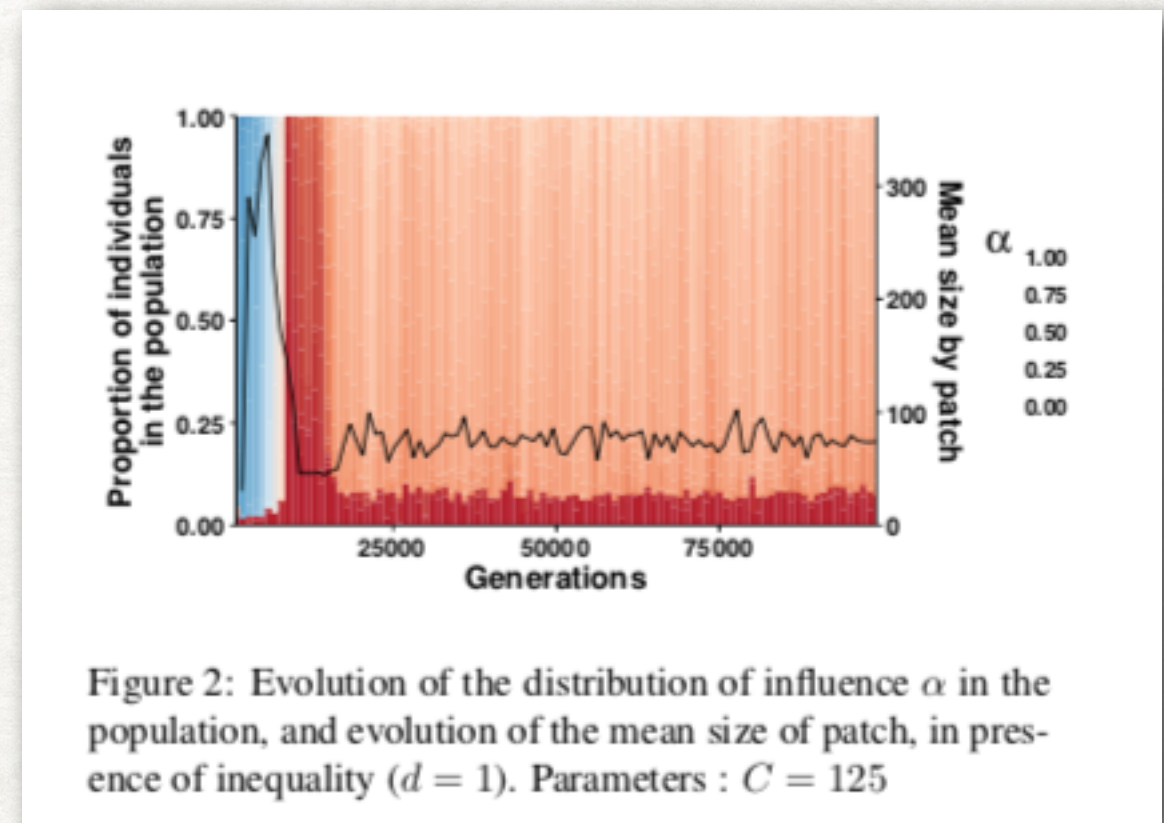


Figure 1: Evolution of the distribution of influence α in the population, and evolution of the mean size of patch, in the absence of inequality ($d = 0$). Parameters : $C = 125$

Ergebnisse: Effekt der Anwesenheit von Ungleichheit auf globale Hierarchien

- Vorbemerkung: Ungleichheit ($d=1$) bedeutet: die Anteile eines jeden am Ressourcenertrag sind proportional zu seinem Einfluss
- weniger starke Hierarchien: Minderheit - sehr hoher Einfluss.
Mehrheit - mittlerer Einfluss
denn: Anführer haben wegen Ungleichheit mehr Nachkommen als Folger (Nachkommen erben Einfluss der Eltern).
Folger migrieren.
- Bevölkerungsdichte vergleichsweise niedrig.
denn: Hierarchie ineffizient. Lange Entscheidungsdauer führt allgemein zu weniger Ressourcenertrag.



Ergebnisse: Effekt von Entscheidungskosten auf den durchschnittlichen Einfluss von Individuen

- Erinnerung: $c_o = \frac{t^*}{C}$
- Je größer das Entscheidungskostenlimit C , desto weniger beeinflusst Entscheidungsdauer den Ressourcenertrag (s. „Erinnerung“).
 - Folge: je größer C , desto höher der durchschnittliche Einfluss von Individuen. (s. 4 (a))
- Die Entscheidungsdauer oszilliert um das Entscheidungskostenlimit C . (s. 4 (b))

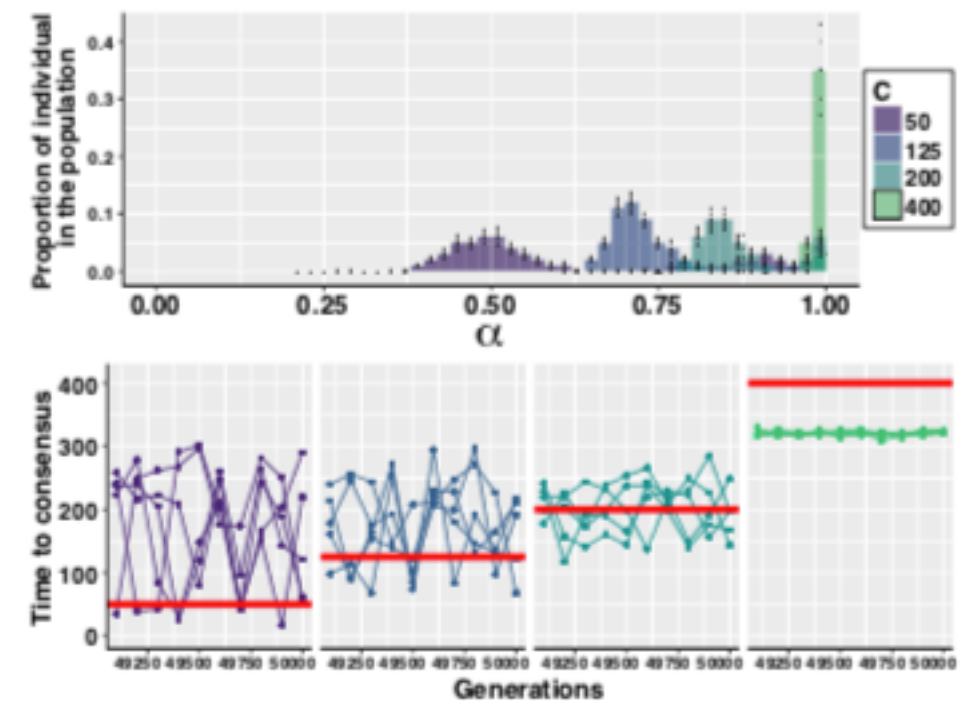


Figure 4: (a) Distribution of the influence α in the population after 50 000 generations for different costs of decision-making C . (b) How the time to reach consensus varies across generations at the equilibrium state (after the simulation has already been run for 49 000 generations). Although qualitatively robust across all patches, only 5 patches are represented for clarity. The value of C is represented by the horizontal red line. Parameters : $d = 1$

Diskussion / Kritik

Zusammenfassung der Ergebnisse:

- „Our results show that evolution can lead to the emergence of a stable hierarchy with a minority of influential individuals as leaders and a majority of influenceable individuals as followers“ (Perret et al. (2017), S.354)
- „our model shows that the benefit of hierarchical groups can emerge from a simple and general low-level mechanism, the decision-making process“ (ebd.)

Diskussion / Kritik

Ansatzpunkte für Kritik:

- Es ist fragwürdig, ob sich Hierarchiebildung am besten durch die Evolution individueller Eigenschaften erklären lässt
 - Judge et al. (2002): „leadership“ auf persönliche Eigenschaften (die „Big Five“) reduzierbar
Aber Forschungsliteratur vor und nach Judge et al. ist teilweise anderer Meinung.
(vgl. Van Vugt (2006), S.354)
 - Judge et al. unterscheiden zwischen „leader emergence“ und „leader effectiveness“
(vgl. Judge et al. (2002), S.767)
Es wird nicht deutlich, wie diese sich bedingen. Ein nur loser Zusammenhang könnte das Modell von Perret et al. schwächen.
 - Es ist nicht klar, wie zuverlässig Charaktereigenschaften vererbt werden
- Perret et al. wollen u.a. Folgendes erklären: „it is hard to see how evolution can lead individuals to being influenceable followers, since this is an apparently disadvantageous position compared to leaders“ (Perret et al., S.348).
 - merkwürdiges Bild von Evolution: Evolution optimiert nicht jedes Individuum, sondern ist die Anpassung von ganzen Spezies an ihre Umwelt
 - merkwürdige Wertung: es ist nicht ad hoc klar, dass, ohne volkswirtschaftliche, vielleicht sogar kapitalistische Standards anzusetzen, Folger zu sein für ein Individuum weniger vorteilhaft ist als Anführer zu sein

Literatur

1. C. Perret, S.T. Powers, E.Hart (2017): Emergence of hierarchy from the evolution of individual influence in an agent-based model. In: C. Knibbe et al. (eds.): Proceedings of the ECAL, Lyon.
2. A.J. King, D.D.P. Johnson, M. Van Vugt (2009): The Origins and Evolution of Leadership. In: Current Biology Vol. 19 No. 19, S.911-916
3. T.A. Judge, J.E. Bono, R. Ilies, M.W. Gerhardt (2002): Personality and Leadership: A Qualitative and Quantitative Review. In: Journal of Applied Psychology Vol. 87 No. 4, S.765-780
4. M. Van Vugt (2006): Evolutionary Origins of Leadership and Followership. In: Personality and Social Psychology Review Vol. 10 No. 4, S.354-371