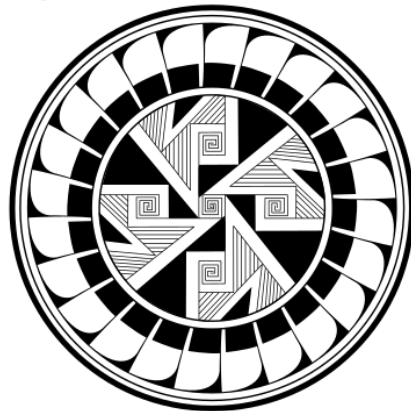


Komplexe Systeme und die Chaos Theorie

Geschichte

- 20. Jh.
- Lineare Reduktion hat nicht mehr funktioniert
- Viele Wissenschaften ähnliche Probleme (Feedback loops, Emergenz,...)
- Complex system science
- Mathematik wohl wichtigste Disziplin
- 1984 Santa Fe Institut



SANTA FE INSTITUTE

Nonlineare Systeme

vs.

Komplexe adaptive Systeme

Nonlinear Systeme

- **Nicht** dem Superpositionsprinzip unterworfen
⇒ \neq Summe der Einzelteile
- Änderung des Outputs nicht proportional zur Änderung des Inputs
- Sehr sensibel gegenüber den Anfangsbedingungen



Komplexe adaptive Systeme

- 1) Viele Teile
- 2) Ordnung und Unordnung zugleich
- 3) Unordnung auf Mikroebene => Ordnung auf Makroebene
- 4) Emergentes Verhalten
- 5) Robust

Definition

- 1) Besteht aus vielen Teilen die miteinander interagieren
- 2) Besitzen Ordnung und Unordnung zugleich
- 3) Unordnung auf Mikroebene => Ordnung auf Makroebene







Definition

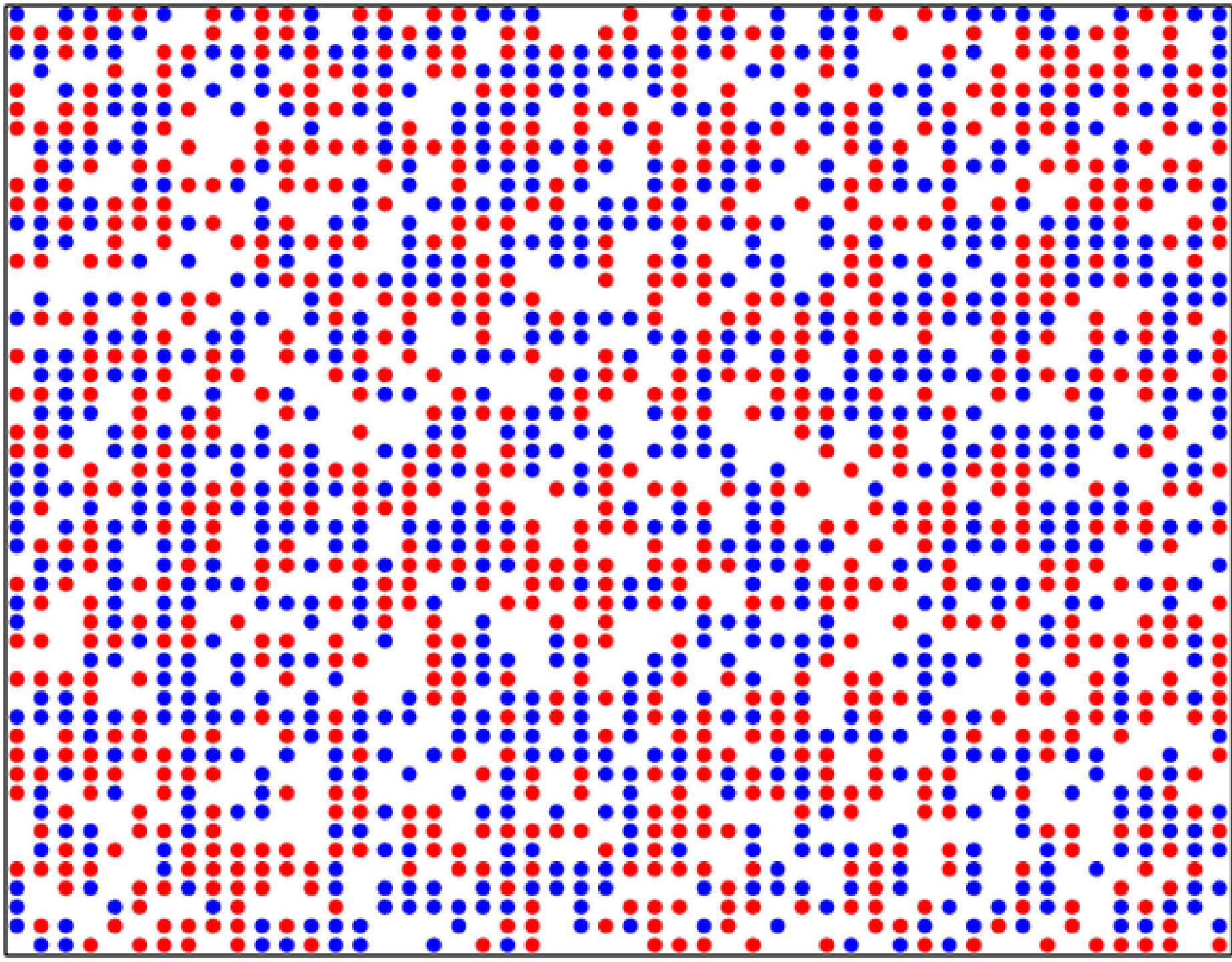
4) Formen emergentes Verhalten

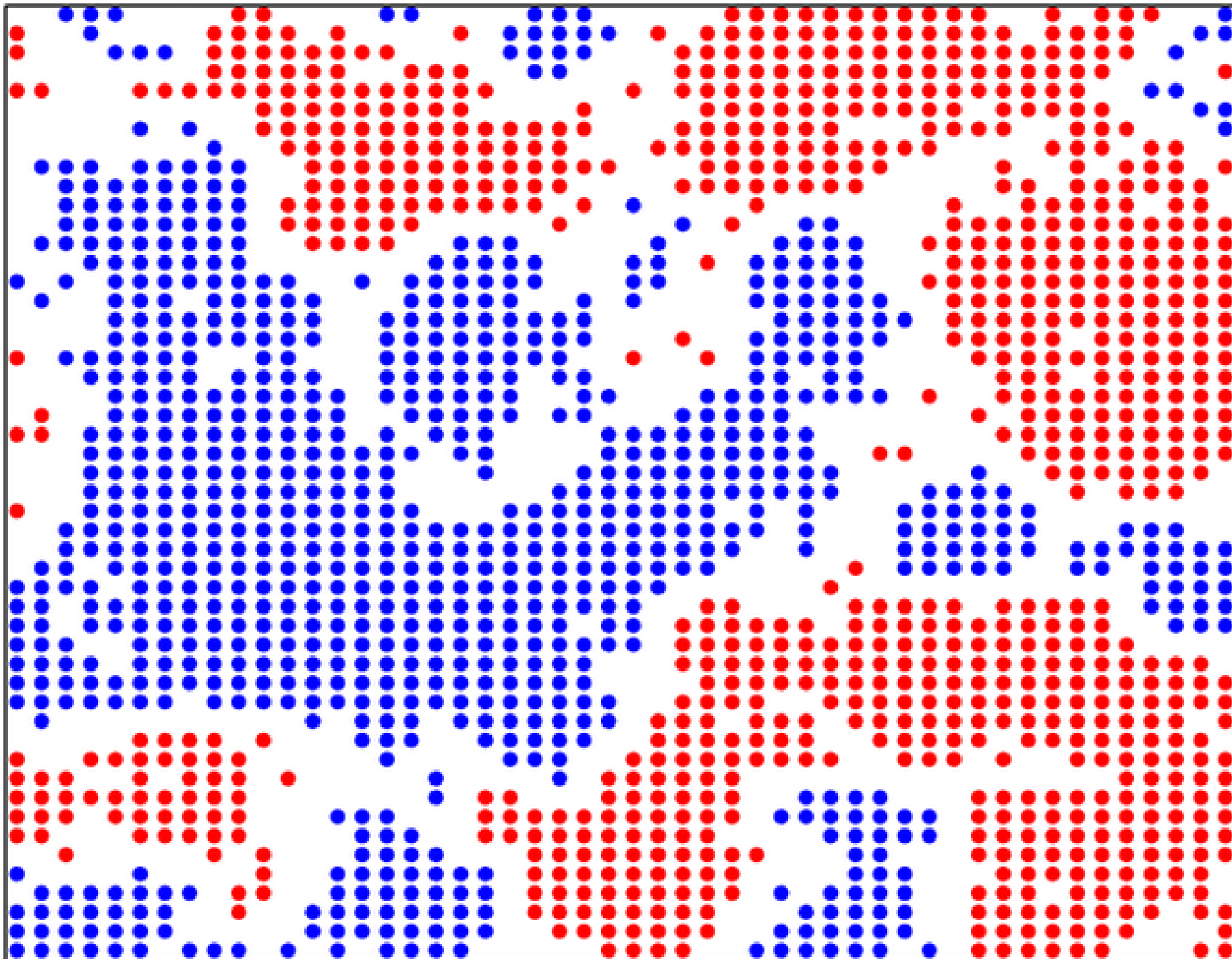
Was ist Emergenz???

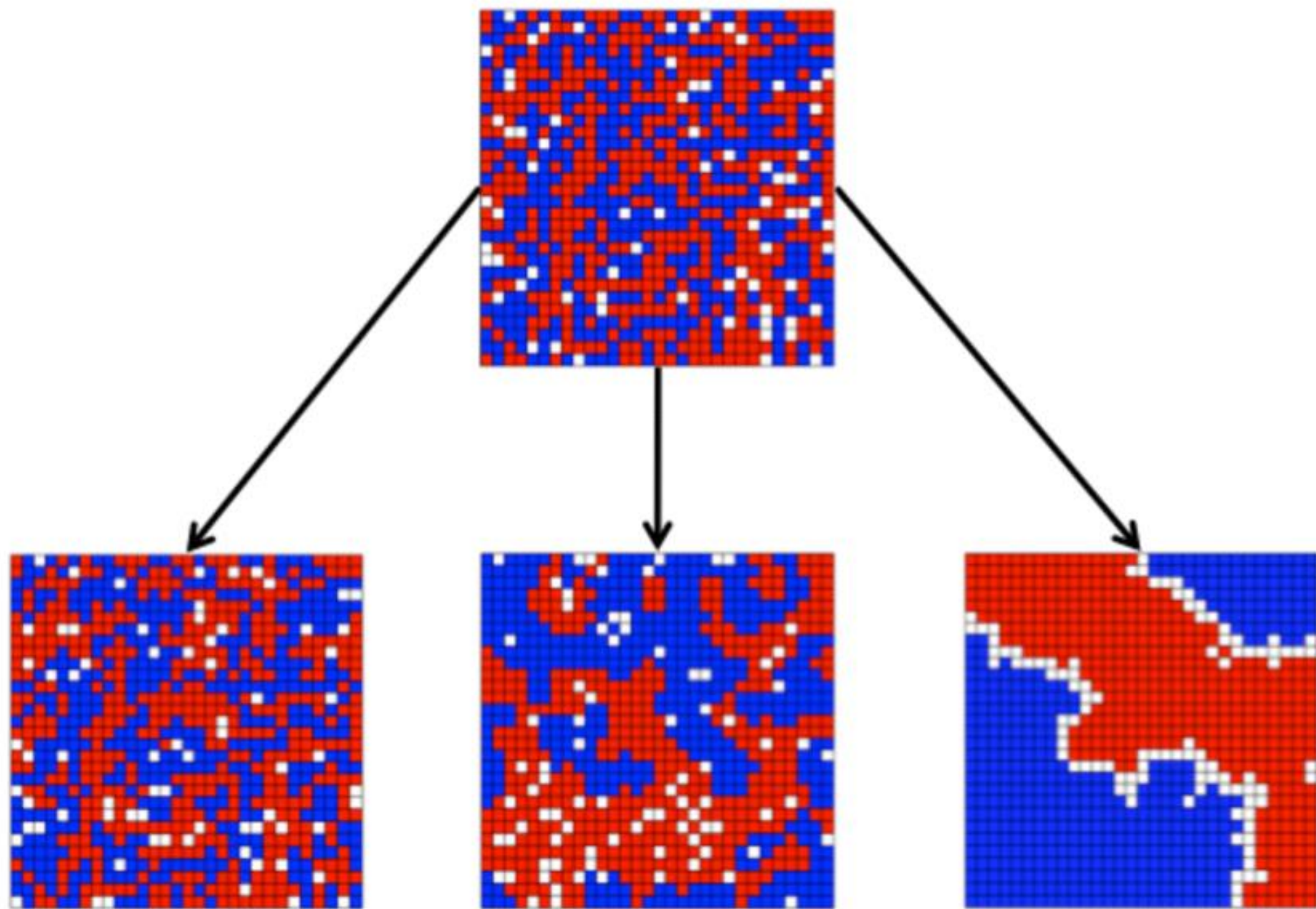
Was ist Emergenz?

- Von lat. *emergere* = entstehen, aufkommen
- Herausbildung neuer Eigenschaften
- 3 Eigenschaften
 - Irreduzibilität
 - Unvorhersagbarkeit
 - Selbstreferenz









15% Threshold

30% Threshold

75% Threshold

Definition

5) Komplexe adaptive Systeme sind robust

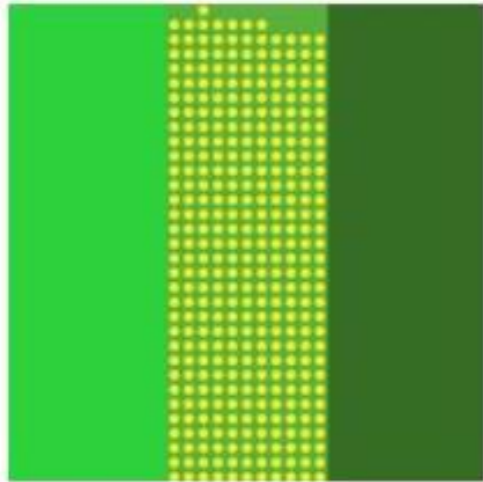


Diversität

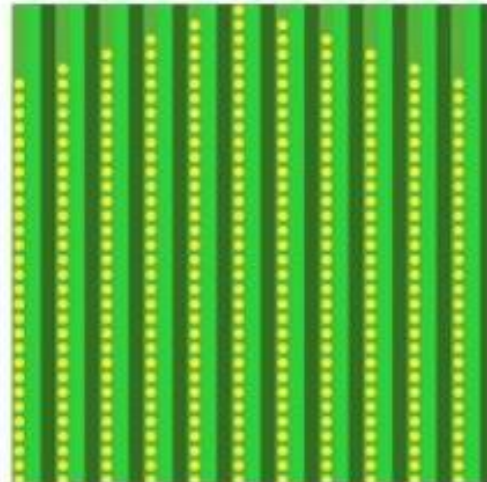
- Positive Auswirkung auf Robustheit



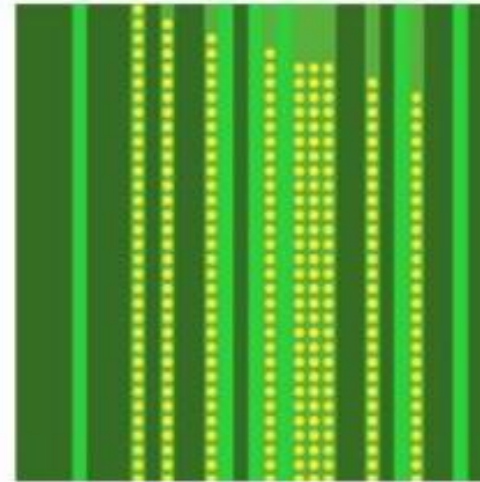
Diversität



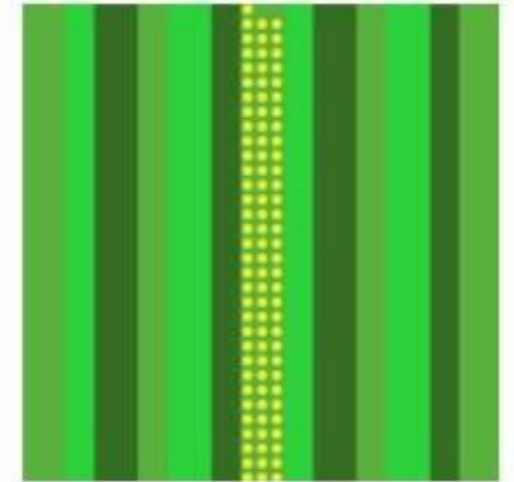
a. mono-cultures



b. regularly mixed



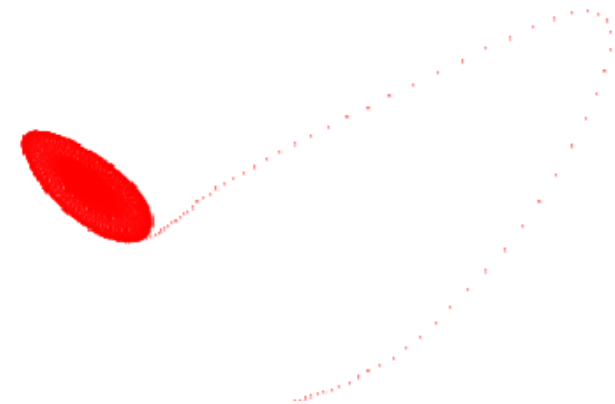
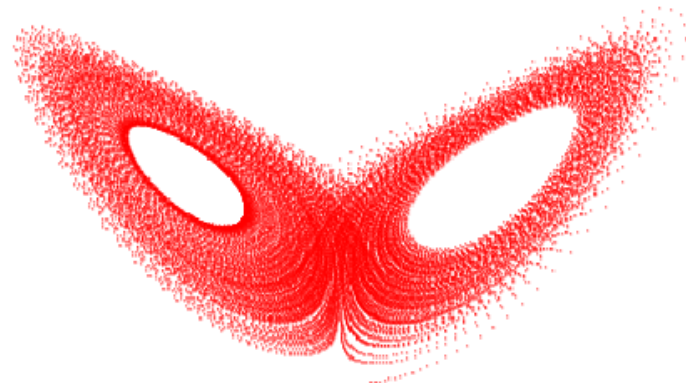
c. random



d. irregular clusters

Chaos Theorie

- Abgrenzen von komplexen Systemen
 - Prinzipiell deterministische Systeme
 - Zeitliche Entwicklung erscheint unvorhersehbar
 - Sensitiv gegenüber Anfangsbedingungen
- } Deterministisches Chaos



Danke für die Aufmerksamkeit