

Evolutionäre Algorithmen

Vorlesung 1

Organisatorisches
Biologische Evolution
Ein evolutionärer Algorithmus

Inhalt

- ▷ Biologische Evolution
- ▷ Von der Evolution zur Optimierung
- ▷ Prinzipien evolutionärer Algorithmen
- ▷ Standardalgorithmen:
 - Genetische Algorithmen – Evolutionsstrategien – Evolutionäres Programmieren
 - Genetisches Programmieren – Classifier Systeme – Lokale Suche
- ▷ Problemspezifische Verfahren: Problemwissen – Randbedingungen
- Mehrzieloptimierung – verrauschte Gütefunktionen – Zeitabhängige Probleme

Literatur

- ▷ Bäck: Evolutionary algorithms in theory and practice
 - als Lehrbuch eher nicht geeignet, recht formal, Dissertation
- ▷ Banzhaf et. al.: Genetic programming – an introduction
 - nur genetisches Programmieren
- ▷ Davis: Handbook of genetic algorithms
 - nur genetische Algorithmen, primär: verschiedene Anwendungen
- ▷ Goldberg: Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning – nur genetische Algorithmen, Standardwerk

Literatur

- ▷ Michalewicz: Genetic algorithms + data structures = evolution – primär GA im weiteren Sinn
- ▷ Michalewicz, Fogel: How to solve it: Modern heuristics
 - umfassende Darstellung; keine Theorie
- ▷ Mitchell: An Introduction to Genetic Algorithms
 - nur genetische Algorithmen, interessant
- ▷ Nissen: Einführung in Evolutionäre Algorithmen – behandelt alle Standardalgorithmen, knapp, eher eine Literatursammlung

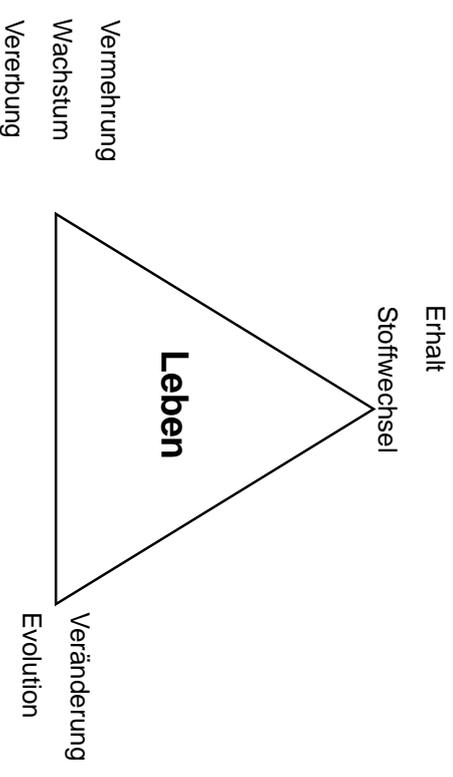
Literatur

- ▷ Pohlheim: Evolutionäre Algorithmen: Verfahren, Operatoren und Hinweise für die Praxis – umfassende Sichtweise, eher für Praktiker und Ingenieure
- ▷ Rechenberg: Evolutionsstrategie '94
 - nur Evolutionsstrategie
- ▷ Schwefel: Evolution and optimum seeking
 - nur Evolutionsstrategie

Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

5

Leben



Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

7

Natürliche Evolution

- ▷ physikalische Evolution
- ▷ chemische Evolution
 - wesentliche Moleküle einer Zelle entstehen
- ▷ biologische Evolution
 - Evolution der Tier- und Pflanzenarten

RNA

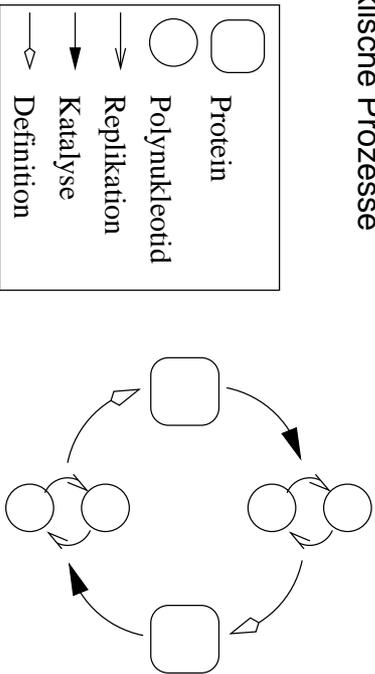
- ▷ erster Stoffwechsel: vermutlich in vulkanischer Umgebung
- ▷ Membran ⇒ frühe Form der Zelle
 - ⇒ Vervielfältigung möglich
- ▷ D-Ribose als Zucker ergibt unverzweigte Ketten
 - ⇒ Vervielfältigung möglich
- ▷ RNA (Polynukleotide)
 - ⇒ genetische Kodierung und katalytische Funktion

Genetischer Code

erste	zweite				dritte
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	STOP	STOP	A
	Leu	Ser	STOP	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

Hyperzyklen

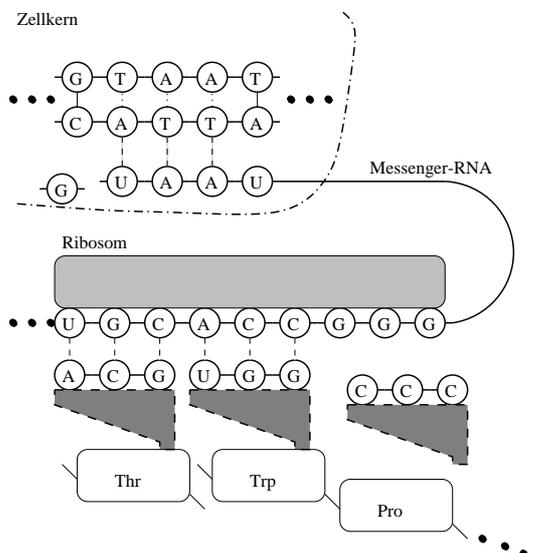
- ▷ zyklische Prozesse



- ▷ Vervielfältigungsfehler ⇒ Evolution

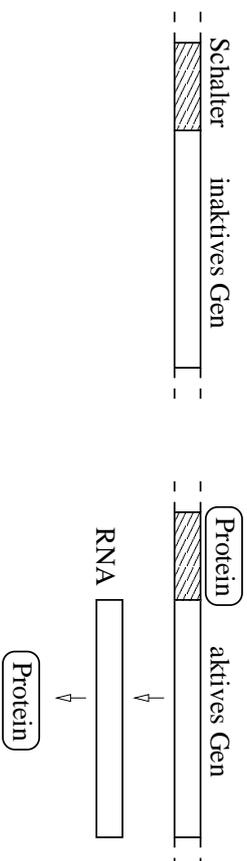
DNA

- ▷ Doppelstrang verringert Fehler
- ▷ DNA: Informationsspeicherung
- ▷ RNA: Informationsübermittlung



Bildung von Organismen

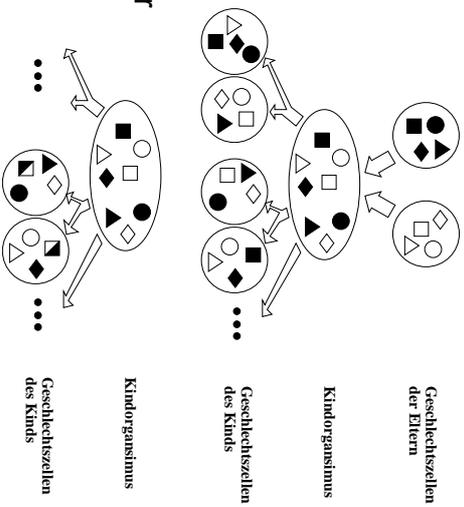
- ▷ selbstregulierendes System: welche Gene sind aktiv



- ▷ unterschiedliche Bedingungen ⇒ Spezialisierung von Zellen

Sexualität

- ▷ Verdoppelung des Chromosomensatzes



- ▷ Crossover

Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

13

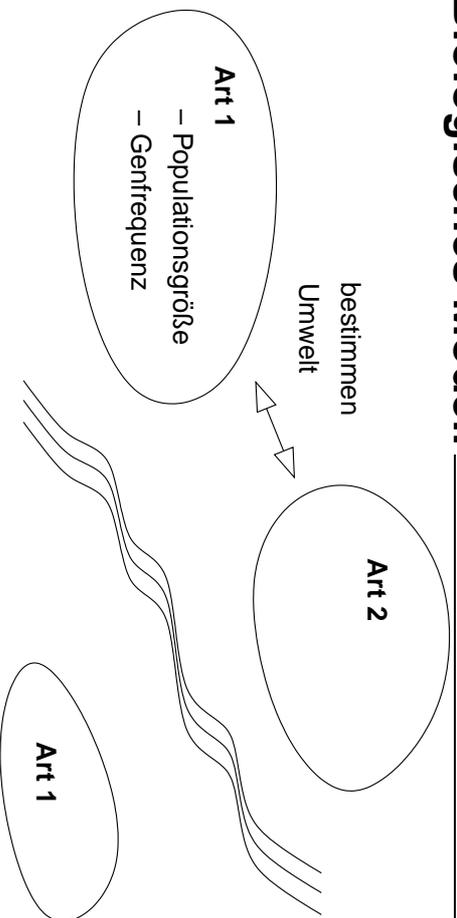
Mutation, Rekombination

- ▷ Genom: „Bauplan“ als modulares, genetisches Netzwerk bestimmt Phänotyp
- ▷ Mutation: natürlicher Vervielfältigungsfehler ändert Genfrequenz
- ▷ Kleine Mutationen addieren sich zu großen Veränderungen
- ▷ Rekombination: schafft neue Verknüpfungen

Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

15

Biologisches Modell



- ▷ Wann entsteht Evolution?

Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

14

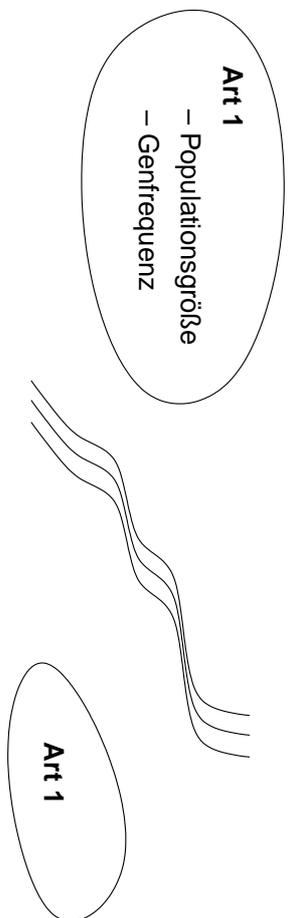
Selektion

- ▷ Veränderung der Genfrequenz durch unterschiedlich viele Nachkommen
- ▷ Fitness: Maß für Tauglichkeit eines Individuums
- $$Fitness(G) = \frac{\# \text{Nachkommen von } G}{\# \text{Nachkommen von bestem } G'}$$
- ▷ einzige „zielgerichtete“ Komponente
- ▷ bewahrt Harmonie des genetischen Netzwerks
- ⇒ Unumkehrbarkeit der Evolution

Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

16

Genfluss

- 
- ▷ unterschiedliche Entwicklung in Teilpopulationen
 - ▷ Migration zwischen Populationen

Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

17

Anpassung

- ▷ Beispiel: Resistenzphänomene bei Bakterien
- ▷ Nischenbildung
 - Nische definiert durch abiotische und biotische Faktoren
 - Teilpopulationen suchen sich unterschiedliche Nischen
 - Grund: innerartliche Konkurrenz
- ▷ ökologische Beziehungen: Koevolution
 - Konkurrenz, Ausnutzung, Symbiose

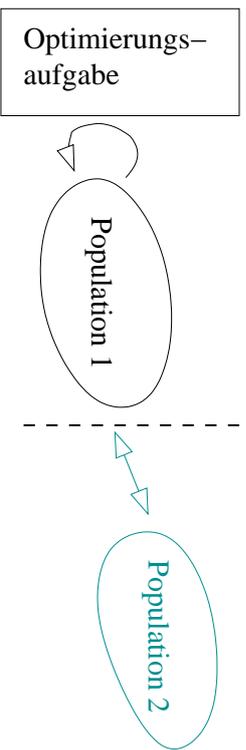
Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

19

Gendrift

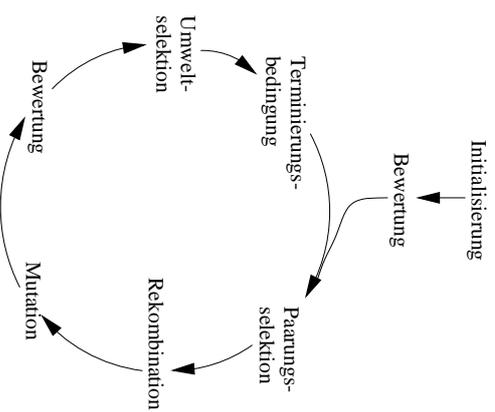
- ▷ in kleineren Populationen
- ▷ größere Wirkung von Zufallseffekten
- ▷ interessante Effekte bei Zusammenwirken mit Selektion und Genfluss
- ▷ Beispiel: Darwins Finken

Von der Evolution zur Optimierung

- 
- ▷ Ersatz der Umwelt durch eine konkrete Optimierungsaufgabe

Evolutionäre Algorithmen _____

- ▷ (randomisierte) Operationen
- ▷ Anfang und Ende
- ▷ definierte Gütebewertung



Evolutionäre Algorithmen, Vorlesung 1, Weicker

21

Zunächst unberücksichtigt bleiben _____

- ▷ dynamische Populationsgrößen
- ▷ selbstregulierende Interpretation der DNA
- ▷ Sexualität
- ▷ Nischenbildung
- ▷ Koevolution
- ▷ Genfluss
- ▷ dynamische Umgebungen