

DAIMLERCHRYSLER

**Konkurrenz und Kooperation in  
Erweiterten Evolutionären Algorithmen**

**Hartmut Pohlheim**

DaimlerChrysler AG, Forschung & Technologie  
Methoden und Tools, FT3/SM

Alt-Moabit 96a, 10559 Berlin, [hartmut.pohlheim@daimlerchrysler.com](mailto:hartmut.pohlheim@daimlerchrysler.com)

# Überblick

## 1. Motivation

- Definition und Struktur Evolutionärer Algorithmen
- Klassifikation von Populationsmodellen

## 2. Erweiterung Evolutionärer Algorithmen

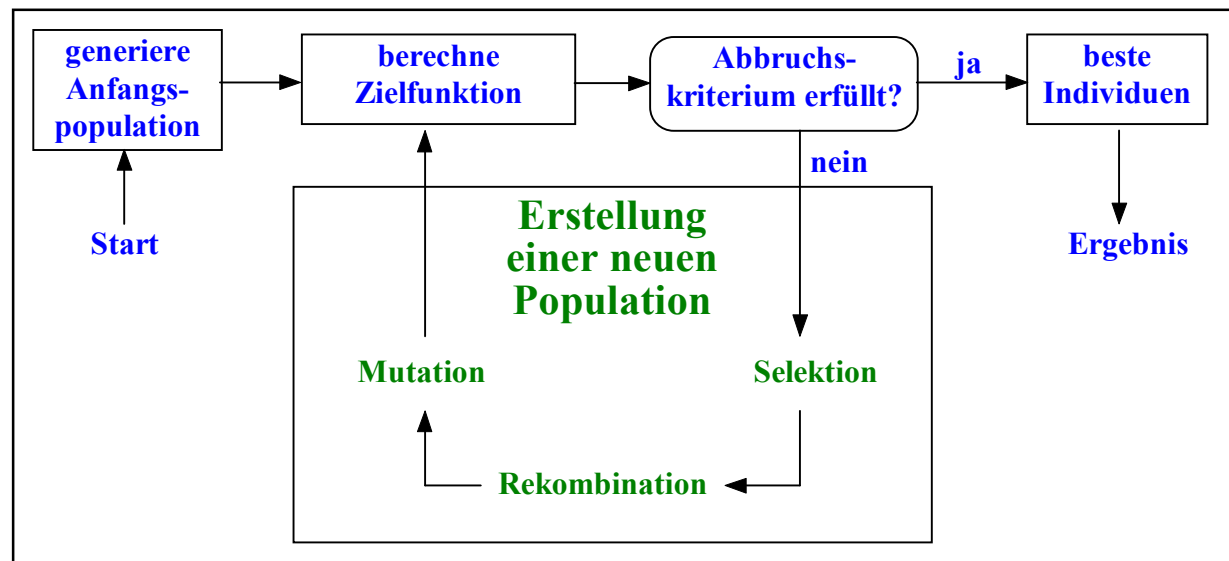
- Anwendung verschiedener Strategien
- Konkurrenz zwischen Unterpopulationen
- Anwendung konkurrierender Unterpopulationen
- Vorteile Erweiterter Evolutionärer Algorithmen

## 3. Zusammenfassung und Ausblick

# 1 Definition und Struktur Evolutionärer Algorithmen

Definition:

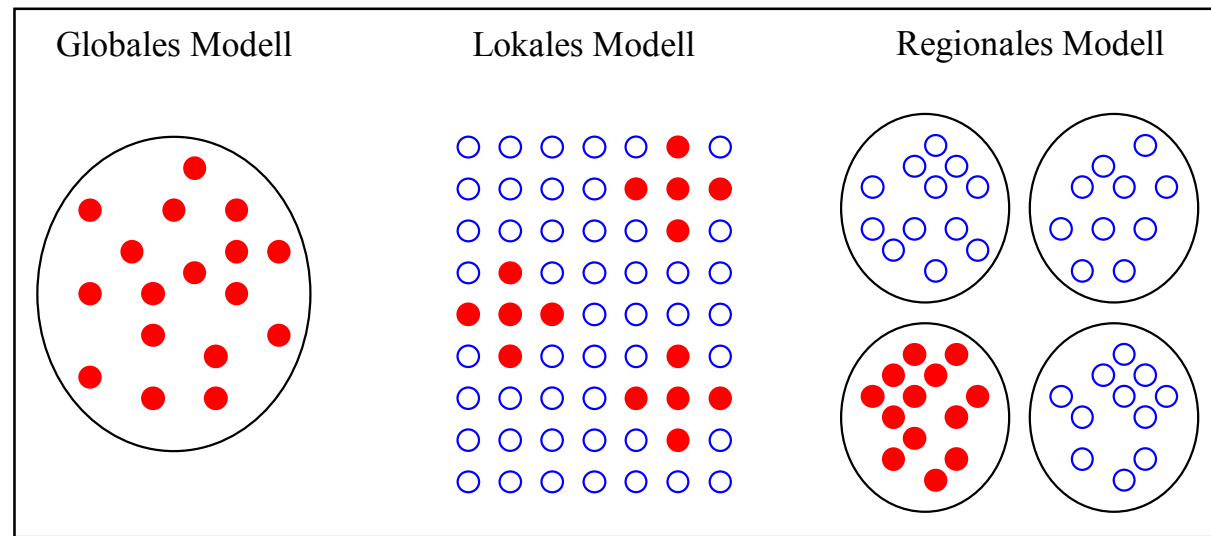
- stochastische Suchverfahren,
- die mit Prinzipien der natürlichen Evolution arbeiten
  - Populationen
  - Selektion
  - Rekombination
  - Mutation
  - Migration
  - Konkurrenz



# 1 Modelle zur Unterteilung von Populationen

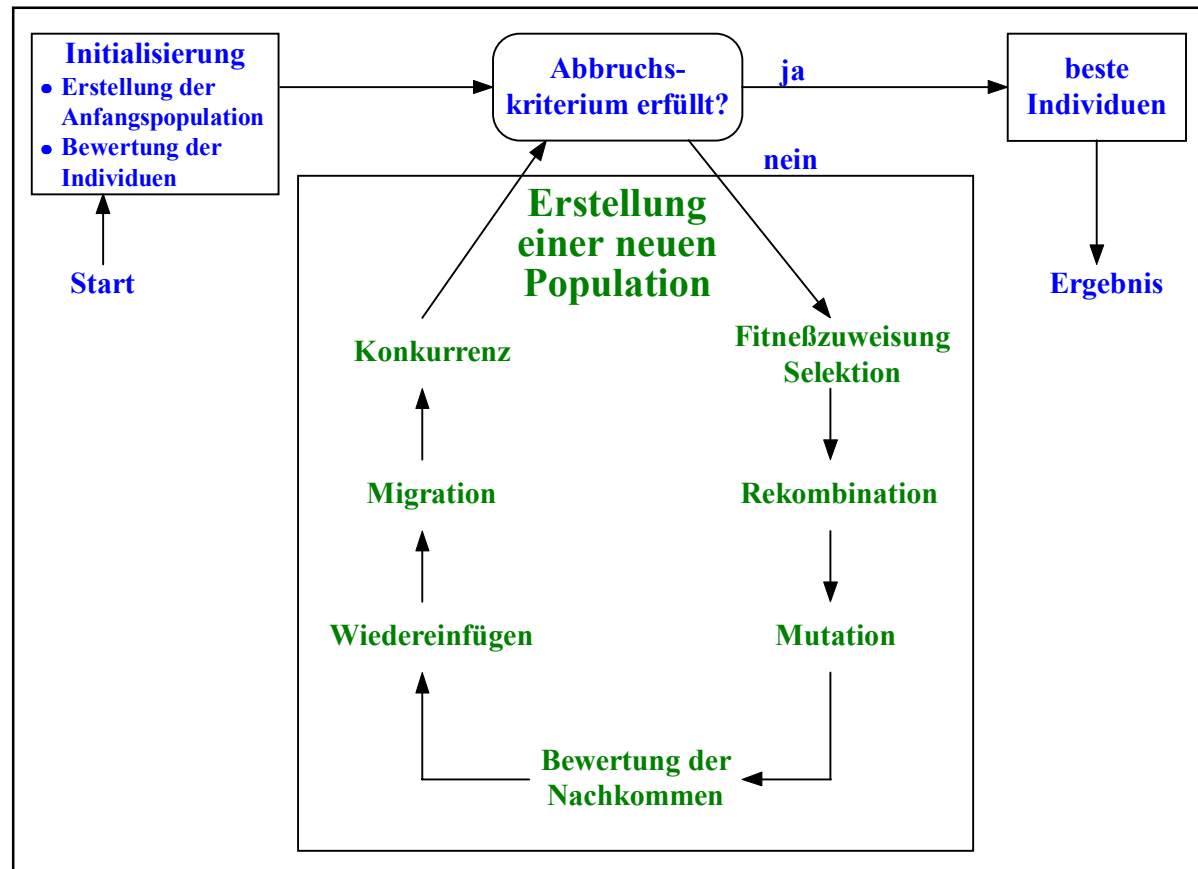
Unterteilung entsprechend der Reichweite der Selektion

- globales Modell  
(master/slave model)
- lokales Modell  
(diffusion oder  
neighbourhood model)
- regionales Modell  
(migration oder  
island model)



## 2 Erweiterte Evolutionäre Algorithmen

- Erweiterung des regionalen Modells
  - Einsatz verschiedener Strategien
  - Konkurrenz zwischen den Strategien



## 2.1 Erweiterung: Anwendung verschiedener Strategien

### Bisher:

beim regionalen Modell verwenden alle Unterpopulationen gleiche Parameter (identische Strategie)

### Erweiterung: jede Unterpopulation arbeitet mit eigener Strategie

- unterschiedliche Parameter für jede Unterpopulation  
z.B. verschiedene Rekombinations- und/oder Mutationsverfahren
- dadurch gleichzeitige Durchmusterung des Suchraumes mit verschiedenen Strategien (grob/fein, Breiten-/Richtungssuche, ...)

notwendig: Bewertung des Erfolgs der Unterpopulationen

- Reihenfolge aus Fitneßwerten der Individuen (Fitneßzuweisung)
- Filterung der Reihenfolge zu einem Positionswert (Abbild der Reihenfolge der aktuellen und zurückliegender Generationen)

## 2.2 Erweiterung: Konkurrenz zwischen Unterpopulationen

Erweiterung:

Konkurrenz um Ressourcen zwischen den Unterpopulationen

- gute Unterpopulationen erhalten mehr Ressourcen
- schlechte Unterpopulationen müssen Ressourcen abgeben
- ⇒ gute Unterpopulationen erhalten Individuen von schlechten Unterpopulationen

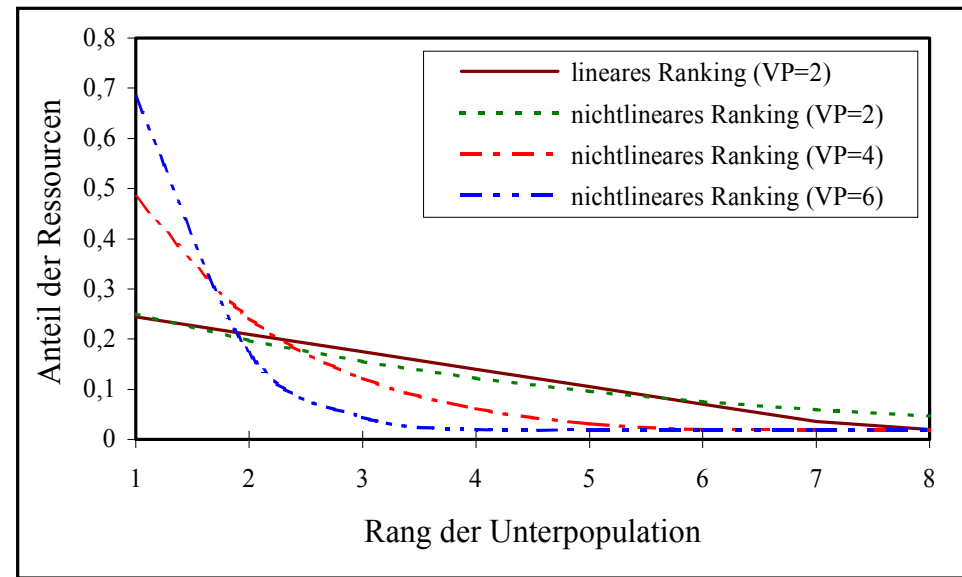
- **Parameter**

- **Verteilung der Ressourcen** (in Abhängigkeit des Ranges der Unterpopulation)
- **Konkurrenzintervall** (wie häufig wird ein Wettbewerb durchgeführt)
- **Konkurrenzrate** (Anteil der abzugebenden Ressourcen)
- **Unterpopulationsminimum** (minimale Individuenzahl - verhindert Auslöschung einer erfolglosen Unterpopulation bzw. Strategie)

## 2.3 Verteilung der Ressourcen

- Analogie zu Fitneßzuweisung an Individuen
  - Individuen: aus Zielfunktionswert → Rang → Fitneßwert
  - Unterpopulationen: aus Rang → Ressourcenanteil

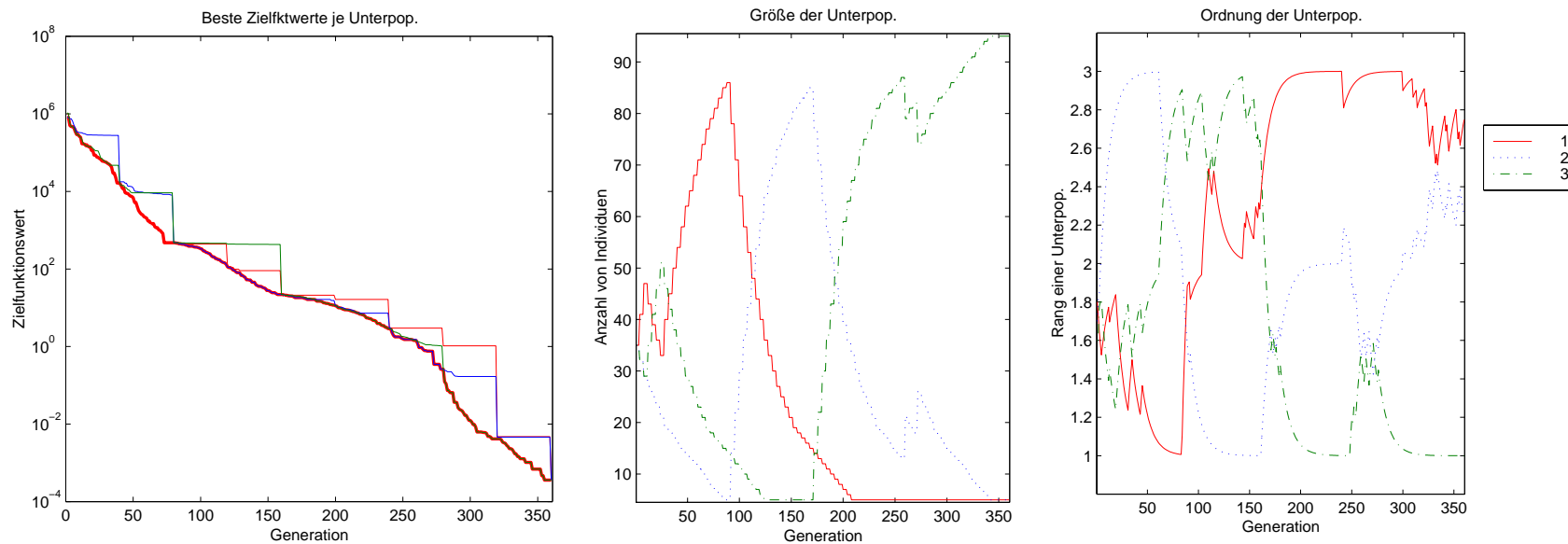
- Methode:
  - Verfahren der Fitneßzuweisung direkt übernehmen (unter Beachtung des Unterpopulationsminimums)
  - statt Selektionsdruck: **Verteilungsdruck**





## 2.4 Beispiel konkurrierender Unterpopulationen

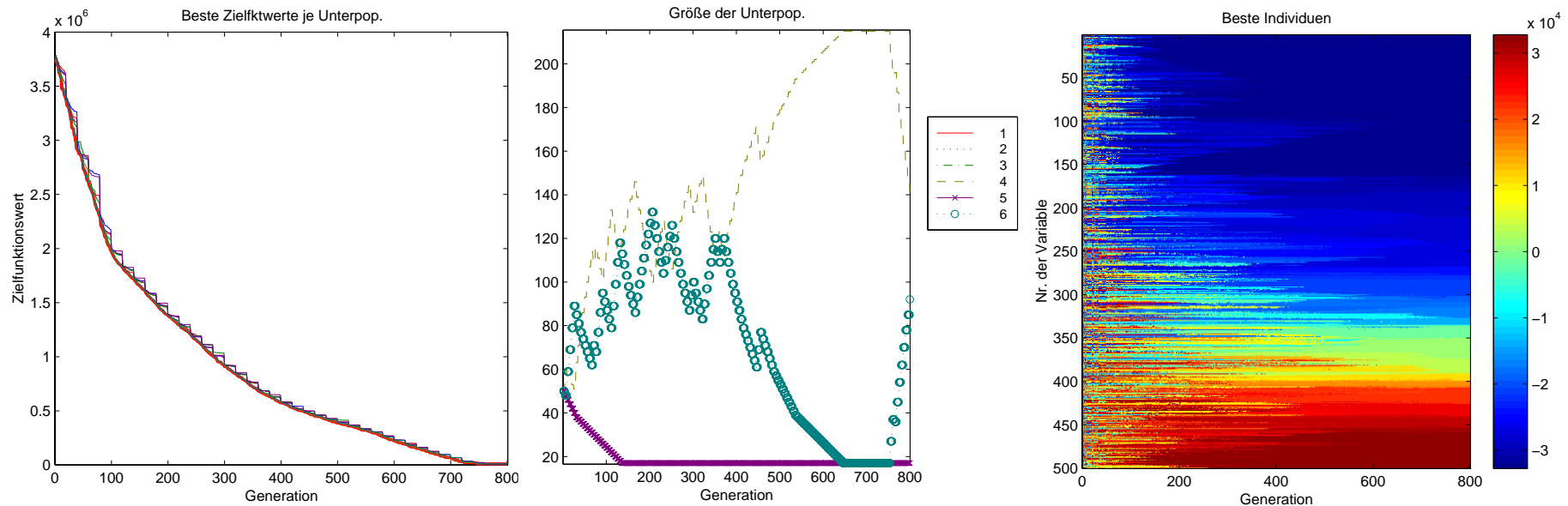
- 3 Unterpopulationen mit verschiedenen Strategien
    - Unterpopulation 1: grobe Suche (größte Mutationsschrittweite)
    - Unterpopulation 3: feine Suche (kleinste Mutationsschrittweite)
- (RASTRIGIN's Funktion 6,  $n = 20$ ,  $-500 < x < 500$ )



## 2.5 Anwendung konkurrierender Unterpopulationen

- 6 Unterpopulationen mit verschiedenen Strategien
  - 2 Mutationsoperatoren, jeweils mit grober, mittlerer und feiner Suche

(Laufzeit Bubblesort,  $n = 500$ )



Konkurrenz und Kooperation in Erweiterten Evolutionären Algorithmen

## 2.6 Vorteile Erweiterter Evolutionärer Algorithmen

Anwendung verschiedener Strategien:

- direkter Test und Vergleich verschiedener Parametereinstellungen
- Ergänzung der Strategien untereinander
- direkte Beantwortung von Fragen:
  - Welche Strategie ist wann erfolgreich?
  - Welche Strategie ist nie erfolgreich?

für konkurrierende Unterpopulationen zusätzlich:

- selbständige Verteilung der Ressourcen zwischen den verschiedenen Unterpopulationen bzw. Strategien
- effizienter Einsatz der Ressourcen

## 2.7 Einsatz Erweiterter Evolutionärer Algorithmen

### **DaimlerChrysler AG:**

- Optimierung von Gleichstromstellern
- Parameteroptimierung des Modells der Verbrennung in einem Dieselmotor
- Ermittlung der maximalen und minimalen Laufzeit von Softwaremodulen
- automatische Testdatengenerierung für Softwaremodule

### **Dissertation:**

- Optimierung der Klimasteuerung in Gewächshäusern

## 3 Zusammenfassung

- Erweiterungen für Populationsmodelle
  - Anwendung verschiedener Strategien
  - Einsatz konkurrierender Unterpopulationen
  - ⇒ **Schritt zum Entwurf leistungsfähigerer Evolutionärer Algorithmen**
  - ⇒ **besonders zur Lösung großer und komplexer Probleme**
- Implementierung für ingenieurtechnische Anwendung
  - integraler Bestandteil der GEATbx version 3.x
- Anwendung der Erweiterten Evolutionären Algorithmen in aktuellen Projekten (durch Einsatz der GEATbx)
  - einfache Parameterierung für zu lösendes Problemfeld (weites Einsatzfeld)
  - robuste Optimierungsergebnisse

## 3 Ausblick

- Wechselbeziehung der Strategien
  - Wie findet ein Informationsaustausch zwischen Strategien statt?
  - Kommt es zu Kooperationen (oder nur zu Konkurrenz)?
- Bewertung der Wechselbeziehungen
  - Was heißt Erfolg? Wann ist eine Strategie erfolgreich?
  - Wie kann der Erfolg der Strategien verglichen werden?
  - Wie wird Erfolg belohnt, wie kein Erfolg bestraft?
- Verteilung der Ressourcen
  - Wie werden die Ressourcen verteilt?
  - Was ist zum Überleben notwendig?
- Adaption der Gesamtstrategie an Suchräume