

# Organic Computing im Kontext der Simulation und Modellierung

Helena Szczerbicka  
Institut für Systems Engineering  
Fachgebiet Simulation und Modellierung  
FB Informatik  
Universität Hannover

## Performance und die Natur

- Redundanz, Überflüssige für die Ausführung der Funktionalität Ressourcen
- Optimale (bezüglich der Nutzung der Ressourcen) Performance

## Arbeitsgebiete

- Modellbildung
  - Modellierungskonzepte zur Untersuchung der Performance und Performability
    - Integration der stochastischen Petri Netzen und Warteschlangen
    - Ansatz zur Modellierung von selbst-organisierenden Netzen (Anwendung: ad-hoc Netze)
    - Techniken der Reduktion der Komplexität von Modellen:
      - Dekomposition
      - Statistische Methoden zur Reduktion von Anzahl der Variablen und Feststellung der Abhängigkeit zwischen Modellvariablen

## Arbeitsgebiete

- Simulation
  - Verteilte Simulation
    - Prinzip von verteilter Berechnung, auf heterogenen Plattformen mit Nachrichten basierter Kommunikation. Nutzung der Standardarchitektur HLA
    - Algorithmen zur Zerlegung der Modelle, und zur Synchronisation die interne Parallelität des Modells nutzt
  - On-Line Simulation

## Arbeitsgebiete

- On-Line Simulation
  - Proaktive Steuerung
    - Modell integriert in die Steuerung
    - *Virtuelle* Leistungsverluste als Stimulus
    - Prognose/Modellbasierte Leistungsbewertung
    - Auswahl der optimalen Steuerungsstrategie
    - Automatische Modellanpassung an die Aktuelle Messdaten

## Arbeitsgebiete

### • On-line Simulation

gegenwärtige Forschung

- Simulation: Rekursion
  - Strategie als Teil des Modelles
  - Zukünftige Strategie?
- Analyse: Konfidenz
  - $N$  Läufe  $\rightarrow N$  Beobachtungen  $X_1, X_2, \dots, X_N$

• Schätzer:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N w_i X_i \quad \text{mit} \quad w_i < w_j \quad \text{für} \quad i < j$$

- Automatisierung der Modellvalidierung
- Techniken der Beschleunigung der Simulation

## Arbeitsgebiete

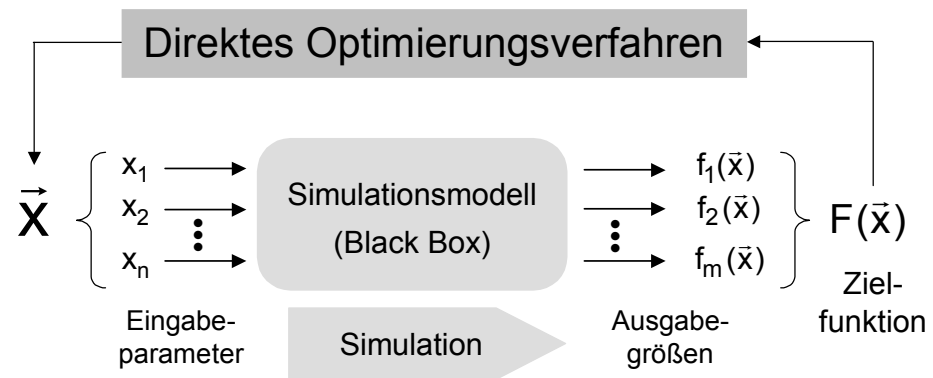
- Optimierungsmethoden
  - Naturinspirierte Methoden: Ameisenalgorithmen, Simulated Annealing, Genetic Algorithms
  - Adaptivität: Ausnutzung der Information über das zu optimierende System und den Verlauf des Optimierungsprozesses
- Adaptive Optimierung:
  - Bestimmung einer Zielgröße
  - Anwendung von maschinellen Lernverfahren zur Eingrenzung des Zielraums (Überfluten des Zielraums)
  - Inkrementale Analyse von Gebieten durch adaptives Lernen
  - Ausnutzung von Rahmenbedingungen und Abhängigkeiten
  - Kombination mit Hill Climbing zur effizienten Ermittlung des globalen Extremum

# Arbeitsgebiete

## •Optimierungsmethoden

Kooperation mit Dr.  
M.Syrjakow, Universität  
Karlsruhe

### Direkte Optimierung von Simulationsmodellen



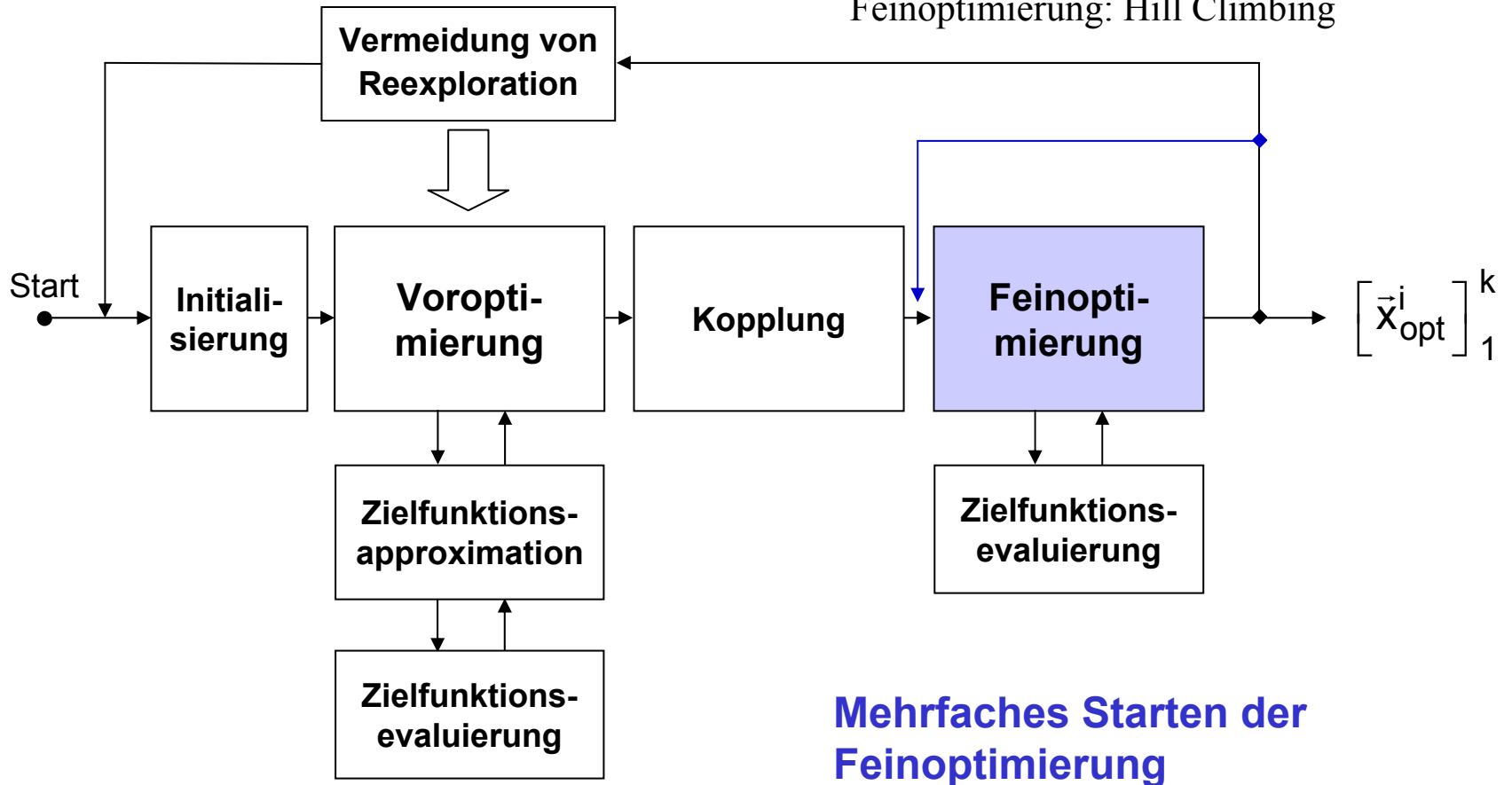
#### Gesucht:

Parametervektor  $\vec{x}^* \in L$  (Lösungsraum) mit:

$$\forall \vec{x} \in L: F(\vec{x}) \circ F(\vec{x}^*), \quad \circ \in \{\leq, \geq\}$$

} **NP-hartes Problem**

Voroptimierung: Biologiebasierte Verfahren  
 Feinoptimierung: Hill Climbing



## Arbeitsgebiete

- Artificial Life Systeme (Kooperation, Dr. M. Syrjakow, Universität Karlsruhe)
  - Properties of Agents
    - Sleep in order to save energy and renew the stamina level
    - Social behaviour
      - Formation of groups for hunting
      - Mating for reproduction
  - Prerequisite for social behaviour
    - Communication mechanism based on KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)
  - Distributed architecture

## Arbeitsgebiete

- Ad Hoc Wireless Networks

The paradigm of ad hoc wireless networks is:

Wireless connectivity anywhere, at anytime and without any fixed infrastructure.

Ad hoc network is a highly autonomous (organic) system where each agent is capable of wireless data communication

## Arbeitsgebiete

- Ad-hoc Networks

### Mechanisms of ad hoc wireless networks

Data packets are forwarded from source user to destination user over intermediate radio transceivers.

Topology of an ad hoc network changes dynamically over time as users move.

Users can switch on/off their radio transceiver at any time.

Network not always connected. Disconnected components may exist.

## Arbeitsgebiete

- Ad-hoc Networks

### Challenges

**Self-configuration:** ad hoc networks have to adapt to changing user requirements. The problem is how to propagate these requirements; bandwidth consumption.

**Self-optimization:** ad hoc networks have to optimize their methods due to external factors. **Cross-layer protocol design** is necessary; **parameterized protocols**.

**Self-healing:** ad hoc networks have to be able to recover from unexpected conditions. Adaptivity to link and route failures.

**Self-protections:** communication in ad hoc networks should be robust and secure. Robustness to deliberate data packet dropping or modifying is a goal.

## Arbeitsgebiete

- Ad-hoc Networks

### Our contribution

Understanding of interaction between protocols at different levels of the OSI stack.

Mobility modeling for individual users; topological properties of ad hoc networks based on realistic mobility models.

Design of protocols specific for different tasks; adaptive and parameterized protocols.

Modeling and simulation of data transport capacity of ad hoc networks.

Large scale simulations.

## Denkbare weitere Beispiele des Einsatzes von Modellierung- und Simulationsmethodologie in Organic Computing

- Modellbildung:
  - Modellierung des gesamten Verhalten ausgehend aus den lokalen Verhalten
  - Automatische Generierung von Modellen aus den Sensoren-daten
- Performability
  - Untersuchung von Leistung von Systemen die Ausfälle, und Veränderungen der Struktur tolerieren, sich selbst-reorganisieren und reparieren
- On-line Simulation:
  - Methoden zur Kontrolle der Selbst-organisation, um ein gewünschtes globales Verhalten zu erreichen
- Artificial life
  - Untersuchung der Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus den biologischen Systemen auf technische Systeme ( z.B. kooperatives, zielgesteuertes Verhalten, Gruppenbildung)