

# ***Künstliche Intelligenz***

Sebastian Iwanowski  
FH Wedel

**Kap. 7:**  
Ameisenalgorithmen

**7.4:** Ausblick:  
Schwarmintelligenz mit Anwendung auf TSP und andere Probleme

# Schwarmintelligenz

## Traveling Salesman mit Ameisenalgorithmen (ACO)

### Funktionsweise

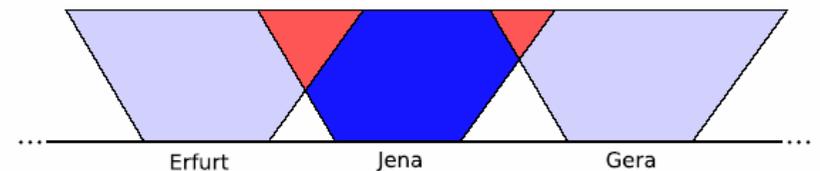
- Pheromone geben für jeden Knoten an, in welcher Richtung der günstigste Weg für die Weiterreise ist.
- Kontinuierlich werden Ameisen auf Rundreise geschickt
- Ameisen wählen den günstigsten Nachbarn, den sie noch nicht besucht haben
- Pheromone werden zweifach verändert:
  - 1) Jede Ameise schwächt den Weg ab, den sie selbst nimmt.
  - 2) In kontinuierlichen Zeitabständen wird der beste Weg seit der letzten Ermittlung betrachtet und die Pheromone auf diesem Weg verstärkt.

### Vorteile

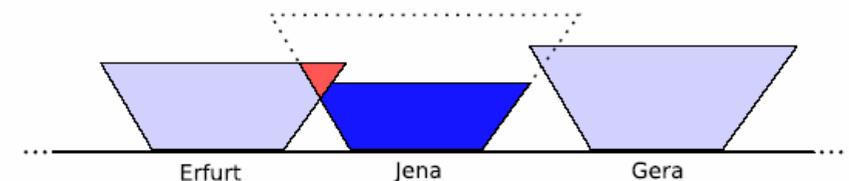
- Lösung wird zielgerichtet verbessert.
- Durch Verwischen der Spuren wird das Hängenbleiben in lokalen Minima vermieden (mathematisch beweisbar).
- Verfahren liefert jederzeit eine Lösung (anytime-Eigenschaft).
- Algorithmus stellt sich automatisch auf geänderte Optimierungsbedingungen ein.

# Schwarmintelligenz

## Übertragung auf Beschriftungsproblem (Masterarbeit Sven Reinck)



Sperrigkeit hängt von Reihenfolge der Berücksichtigung der Städte ab:



## Problemstellung

Finde eine Reihenfolge, in der Städte berücksichtigt werden sollen, sodass die Gesamtsperigkeit minimal ist.

# Schwarmintelligenz

## Übertragung auf Beschriftungsproblem (Masterarbeit Sven Reinck)

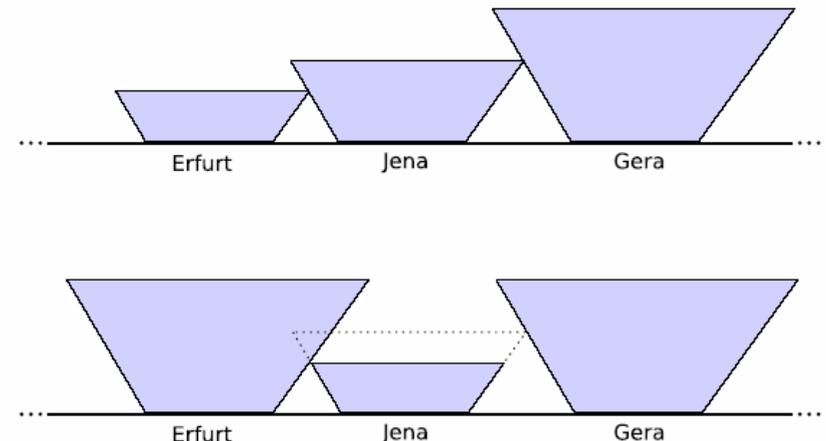
### Analogie zum Traveling Salesman Problem:

- Gesamtperrigkeit in Abhängigkeit der Einfügereihenfolge entspricht Weglänge bei Traveling Salesman Problem
- Pheromone geben an, wie sinnvoll es ist, nach Einfügen von Stadt i die Stadt j zu betrachten.

Sperrigkeit hängt von Reihenfolge der Berücksichtigung der Städte ab:

### Ergebnisse des Ameisenverfahrens:

- Es werden kontinuierlich neue Lösungen geliefert.
- Qualität der Lösung kann nachträglich neu bewertet werden.



# Schwarmintelligenz

## Weitere Anwendungen des ACO-Prinzips nach Teodorovic:

- **Verkehrsplanung:**  
Verteilung von individuellen Verkehrsströmen auf Verkehrsnetze  
Einrichtung von Verkehrslinien mit minimalem Umsteigebedarf und ähnliche ÖPNV-Probleme
- **Ampelschaltungsoptimierung**
- **Materialflusssteuerung:**  
Automatischer Transport von Ressourcen von festgelegten Quellen zu festgelegten Zielpunkten,  
Automated Guided Vehicles (AGV)

# Schwarmintelligenz

## Weitere Lösungsprinzipien nach Teodorovic:

- **Particle Swarm Optimization:**  
Orientierung am Schwarmmitglied mit interessantester Information  
*Anwendungsbeispiele:* Unfallerkennung, Routing innerhalb von Zeitfenstern
- **Bee Colony Optimization:**  
Umschalten von eigenen Lösungen zu bester Lösung eines Schwarmmitglieds  
*Anwendungsbeispiele:* TSP, Mitfahrgelegenheitsoptimierung, Matchingprobleme wie disjunktes Routing
- **Stochastic Diffusion Search:**  
kombiniert pheromonbasierten mit direktem Informationsaustausch  
*Anwendungsbeispiele:* Objekterkennung, Senderplatzierung für drahtlose Netzwerke