

# 1 Aufgabe 1

## 1.1 Ausprägungen

### 1.1.1 Position

- Position=0
- Position=1
- Position=2

### 1.1.2 Normierte Route

- Route={0, 1, 2, 3, 4}
- Route={0, 4, 3, 2, 1}
- Route={0, 4, 2, 1, 3}

### 1.1.3 Pheromon

- $\begin{pmatrix} n.a. & 0,002 & 0,003 \\ 0,002 & n.a. & 0,006 \\ 0,003 & 0,006 & n.a. \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} n.a. & 0,001 & 0,001 \\ 0,001 & n.a. & 0,001 \\ 0,001 & 0,001 & n.a. \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} n.a. & 0,001 & 1,0 \\ 0,001 & n.a. & 1,0 \\ 1,0 & 1,0 & n.a. \end{pmatrix}$

## 1.2 Anzahl der Ausprägungen

### 1.2.1 Position

|N| (Anzahl aller Städte)

### 1.2.2 Normierte Route

$(|N| - 1)!$

### 1.2.3 Pheromon

unendliche viele Ausprägungen, da für jeden Eintrag der Matrix gilt  $(a_i, a_j) \in \mathbb{R}$

## 2 Aufgabe 2

Alle durch die Implementierungen erzeugten Log-Dateien werden im Ordner log des Projektverzeichnis abgelegt. Jedes Attribut legt die Daten dort jeweils in einen eigenen Ordner an. Zusätzlich gibt es einen Ordner "Emergenz", hier befinden sich die csv-Dateien, welche zur Erzeugung der Diagramme notwendig sind.

# 3 Aufgabe 3

## 3.1 Iteration-Kosten-Diagramm

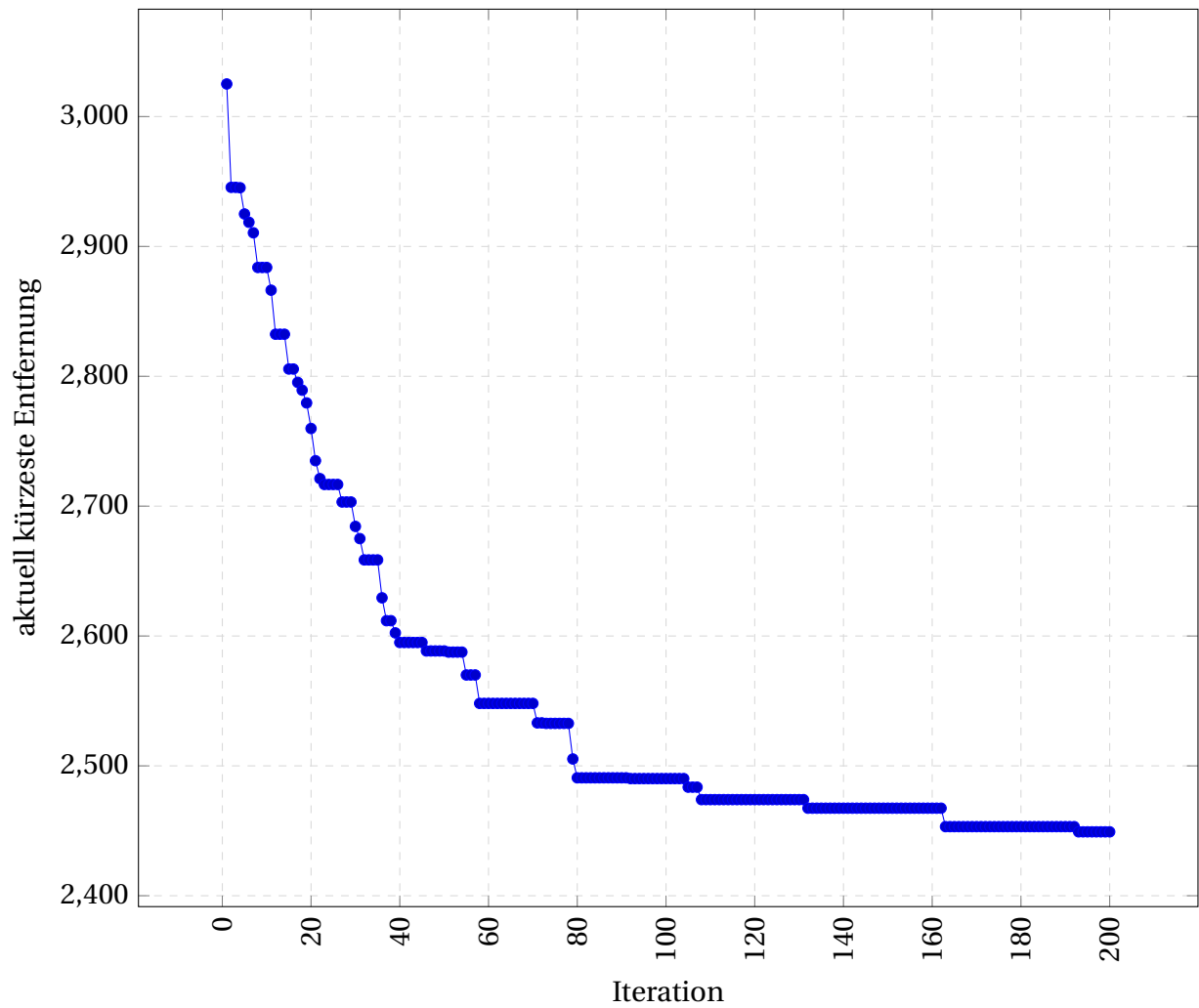


Figure 3.1: Iteration-Kosten-Diagramm

## 3.2 Iteration-Emergenz-Diagramm

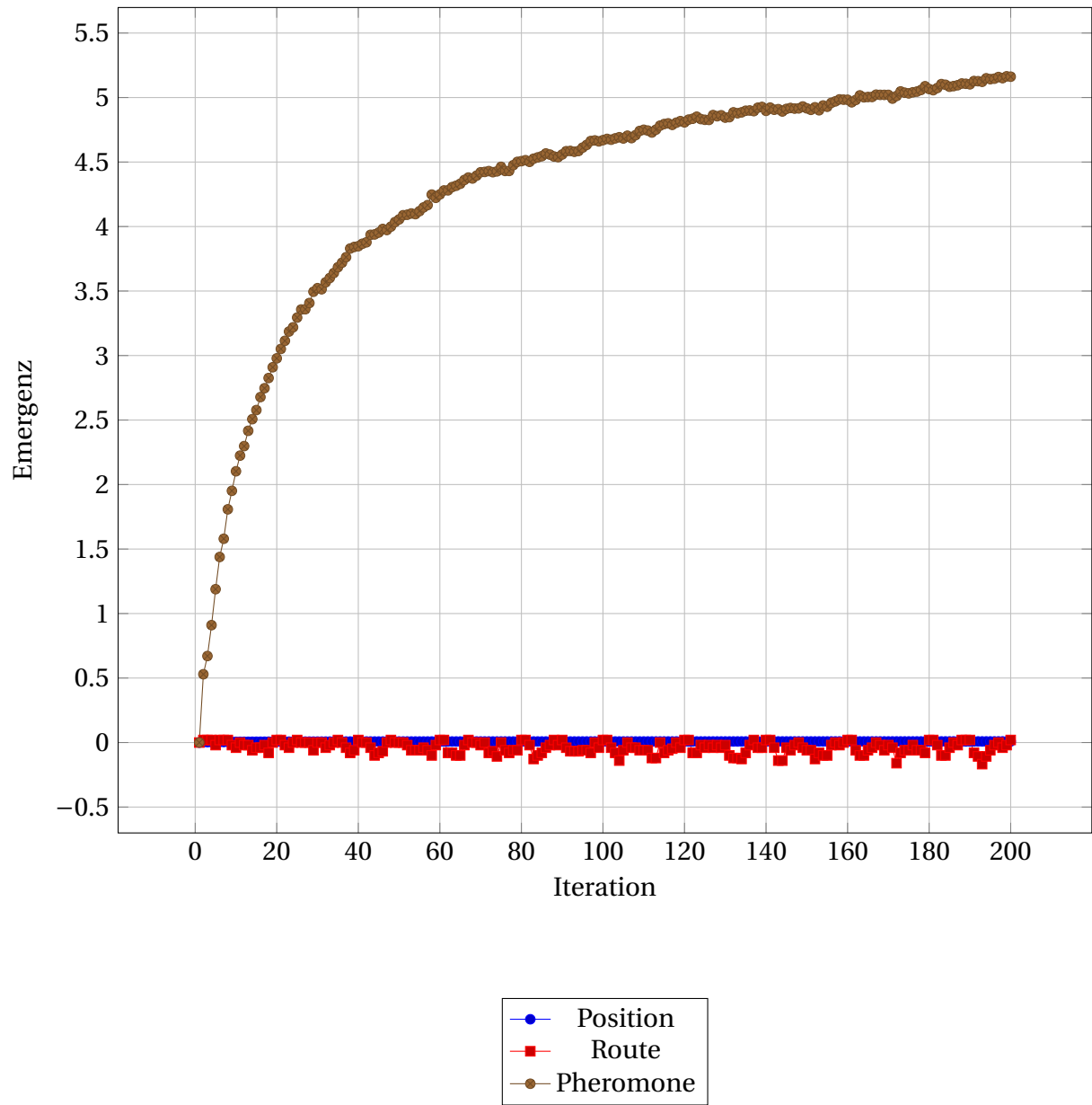
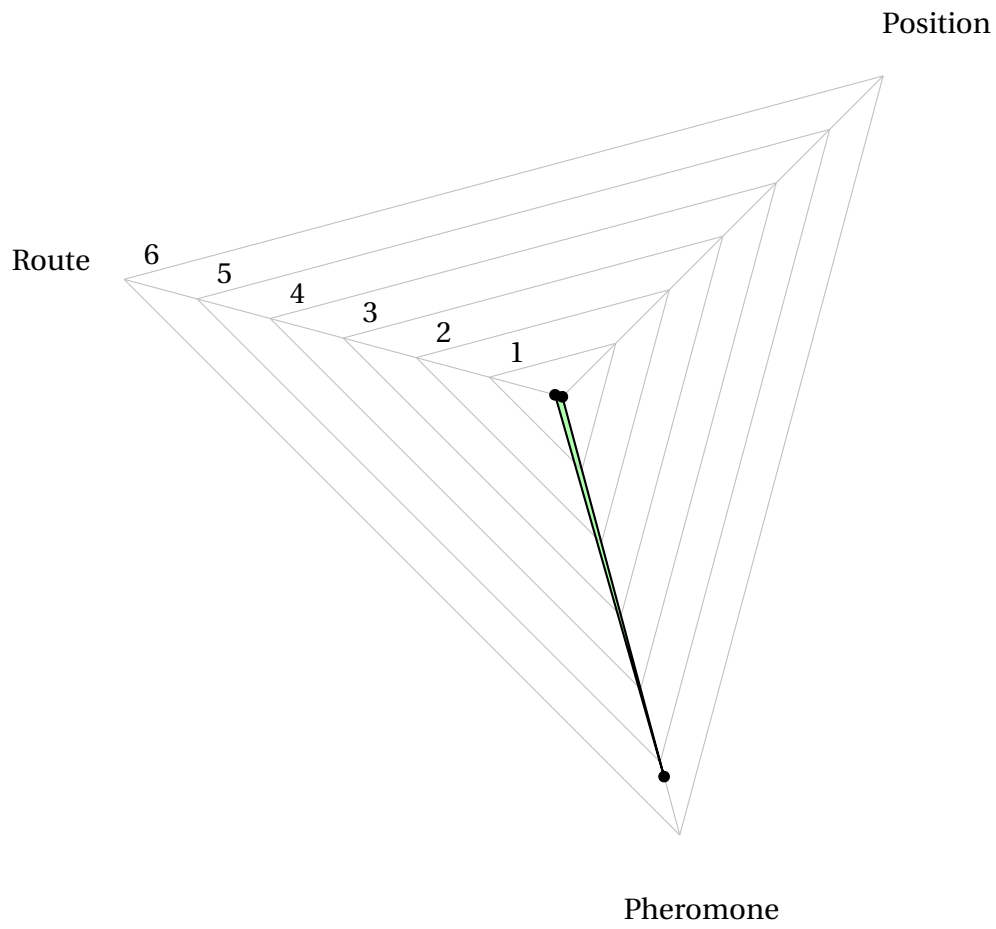


Figure 3.2: Iteration-Emergenz-Diagramm

### 3.3 Absolute Emergenz



# 4 Aufgabe 4

## 4.1 Attribute mit Auftreten von Emergenz

### 4.1.1 Pheromone

An dem Attribut Pheromone ist Emergenz zu beobachten, weil deren Entropiewerte zwischen ihrer initialen Belegung und ihrem Endstand einen starken Rückgang aufweisen und damit einen Anstieg der Ordnung zeigen. Diese Messergebnisse sind im Zusammenhang mit der Pheromonkonzentration zu erwarten, da mit zunehmender Anzahl der Iterationen immer mehr Pheromone auf denjenigen Routen abgelegt wird, welche eine nahezu optimale Gesamtentfernung bieten. Dabei handelt es sich also um erwünschte Emergenz.

## 4.2 Attribute ohne Auftreten von Emergenz

### 4.2.1 Route

Bei dem Attribut "normierte Route" lassen sich anhand der gemessenen Werte keine Emergenz feststellen. Stattdessen sind von der ersten bis zu letzten Iterationen starke Schwankungen der gemessenen Werte zu beobachten. Grund dafür sind vermutlich die zur Laufzeit beobachteten Werte der Routen. Normierte Routen werden nur dann als identisch angesehen, wenn ihre Pfad von der Normierungsstadt bis zur letzten Stadt identisch sind. Da zur Laufzeit viele Routen entstehen, welche zwar einen ähnlichen aber keinen vollkommen identischen Streckenverlauf zeigen, kann das Anheben der Abstraktionsebene einen besseren Einblick zur Entstehung von Ordnung ermöglichen, um so die Entropieschwankungen zu verringern.

### 4.2.2 Position

Die gemessene Emergenz für das Attribut Position bleibt konstant bei Null. Grund dafür ist, dass jede Ameise alle Stadt genau einmal besucht. Dadurch bleibt der Wert der Entropie während der Iterationen unverändert und es entsteht keine messbare Emergenz.