

Selbstorganisierende Karten

Unüberwachtes Lernen

- Training nur mit Eingabemustern
- Ausgabemuster unbekannt
- Aufgaben:
 - Datenkompression
 - Segmentierung/Klassifizierung
 - ...

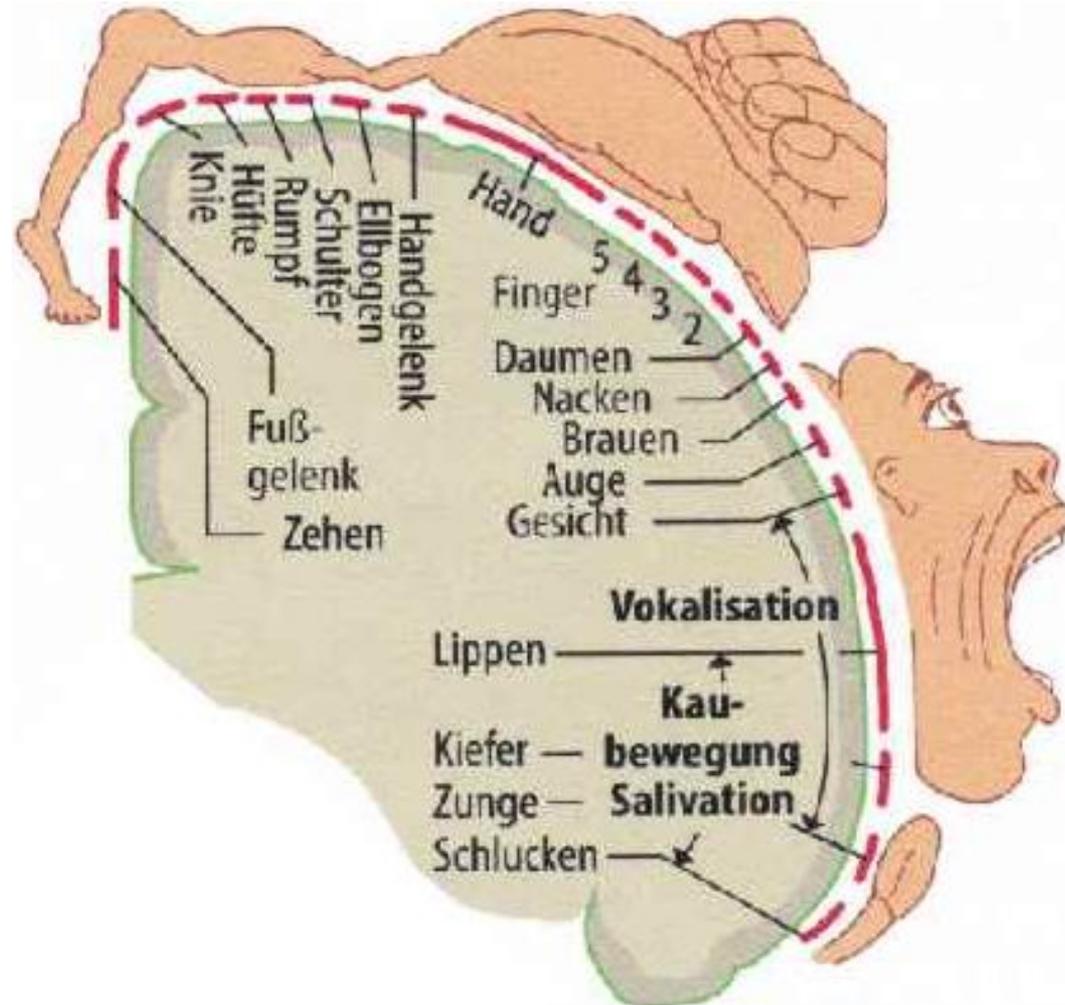
Wettbewerbslernen

- Eingabeschicht-Wettbewerbsschicht
- Konkurrieren der Wettbewerbsschicht-Neuronen um maximale Aktivität
- Bestimmung eines **Gewinner-Neuron** zu jedem Eingabemuster
- **Winner-takes-all-Prinzip:** Nur das Gewinner-Neuron bestimmt Ausgabe des Netzes
- Hartes-Weiches Wettbewerbslernen

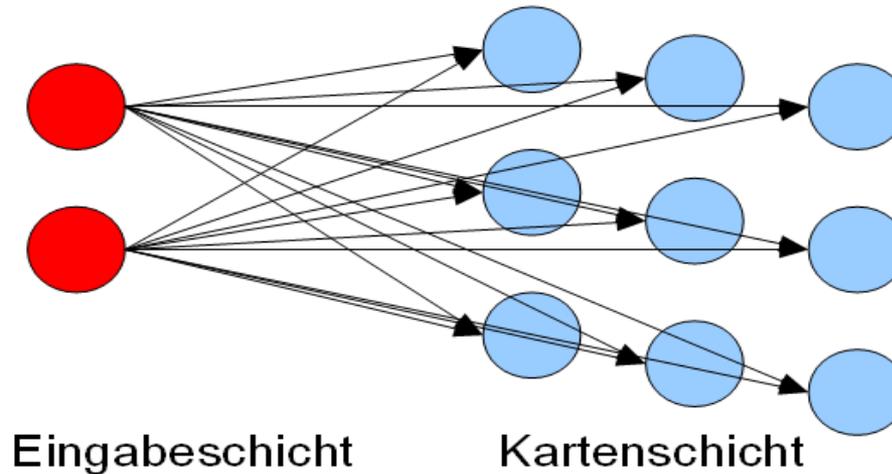
Selbstorganisierende Karte

- 1982 von Teuvo Kohonen entwickelt (Kohonen-Karte)
- Räumliche Anordnung der Neuronen der Wettbewerbsschicht(->Kartenschicht)
- Gewinner-Neuronen ähnlicher Eingabemuster, liegen nahe beieinander auf der Kartenschicht
=> Erhaltung der Topologie des Eingaberaums

Kortikale Karten als Vorbild



Aufbau



- Topologie der Kartenschicht beliebig
- Bestimmter Abstand zwischen Kartenneuronen aufgrund geometrischer Anordnung
- Eingabeschicht mit Kartenschicht voll vernetzt

Lernverfahren

- Initialisierung der Gewichte zwischen Eingabeschicht und Kartenschicht
- Epochenweises und zufälliges Anlegen der Eingabemuster
- Festlegen einer abnehmenden Lernrate η
- Festlegen eines abnehmenden Nachbarschafts-Radius r

Lernalgorithmus

Bestimmung des Gewinner-Neurons z

Bildung der Vektoren (o_1, \dots, o_k) und (w_{1j}, \dots, w_{kj}) für alle Karten-Neuronen j

Berechnung mittels Skalarprodukt:

$$\sum_i o_i \cdot w_{ij} = \max_j \sum_i o_i \cdot w_{ij}$$

Berechnung mittels Euklidischer Norm:

$$\sum_i (m_{pi} - w_{iz})^2 = \min_j \sum_i (m_{pi} - w_{ij})^2$$

Lernalgorithmus

Anpassung der Gewichte

für das Gewinner-Neuron:

$$w'_{iz} = w_{iz} + \eta \cdot (m_i - w_{iz})$$

Allgemein für alle Neuronen j :

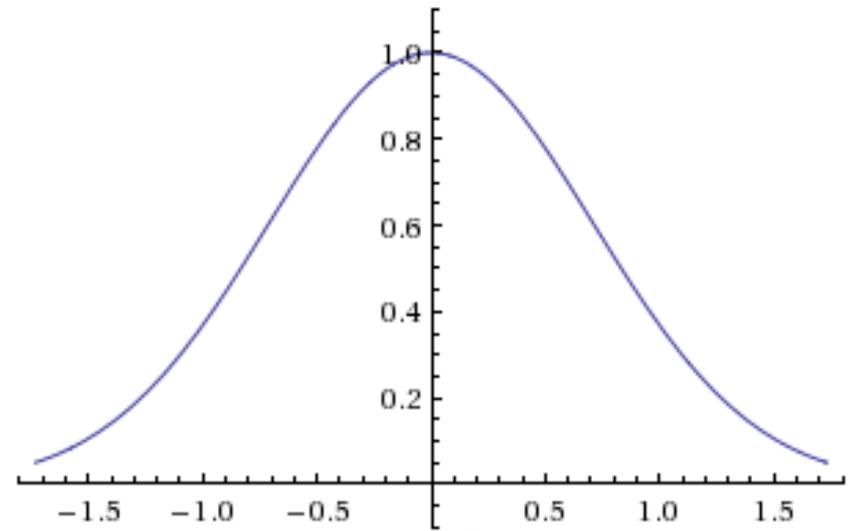
$$w'_{ij} = \begin{cases} w_{ij} + \eta \cdot h_{jz} \cdot (m_i - w_{ij}) & , \text{ falls } \text{dist}(j, z) \leq r \\ 0 & , \text{ sonst} \end{cases}$$

Verwendung einer Nachbarschaftsfunktion h_{jz}

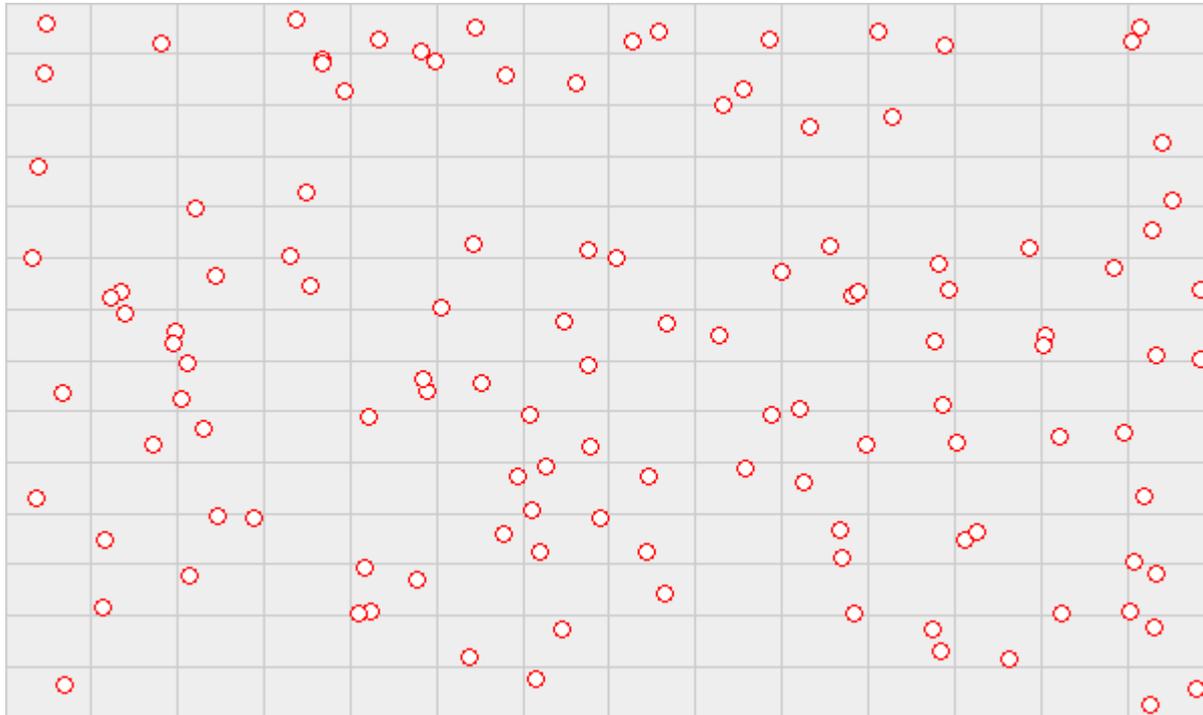
Lernalgorithmus

Nachbarschaftsfunktion

Verwende z.B. $h_{jz} = e^{-\frac{\text{dist}(j, z)^2}{2 \cdot r^2}}$

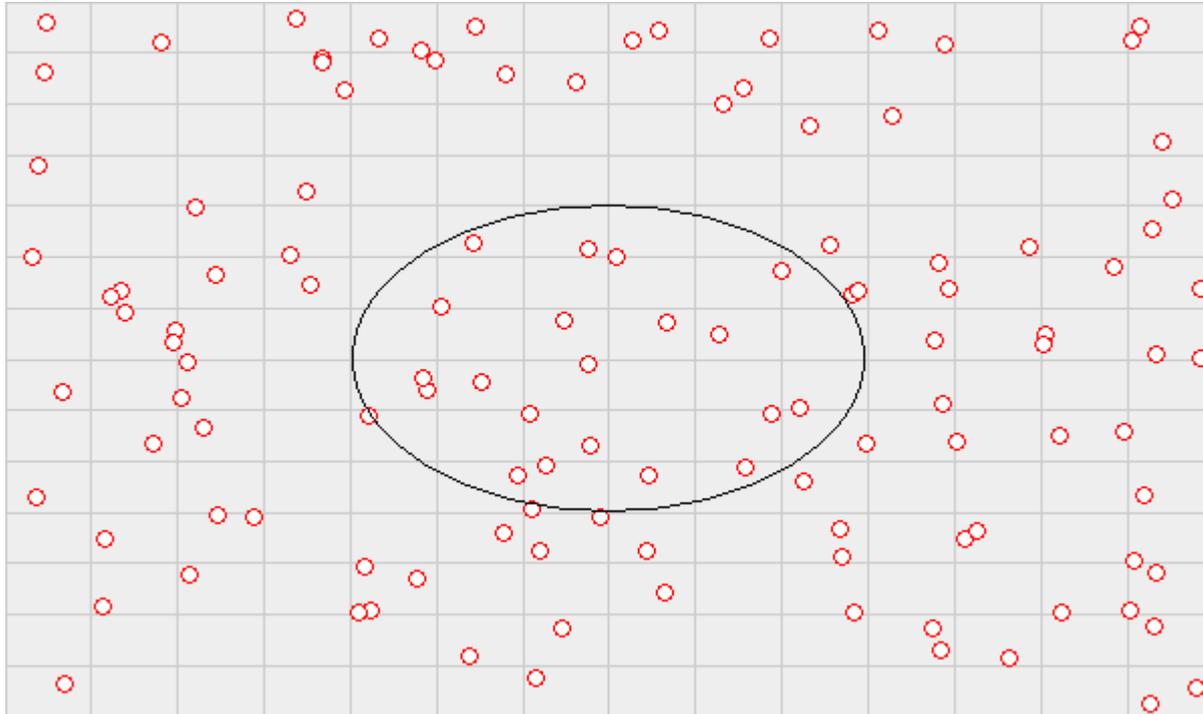


Problem des Handlungsreisenden



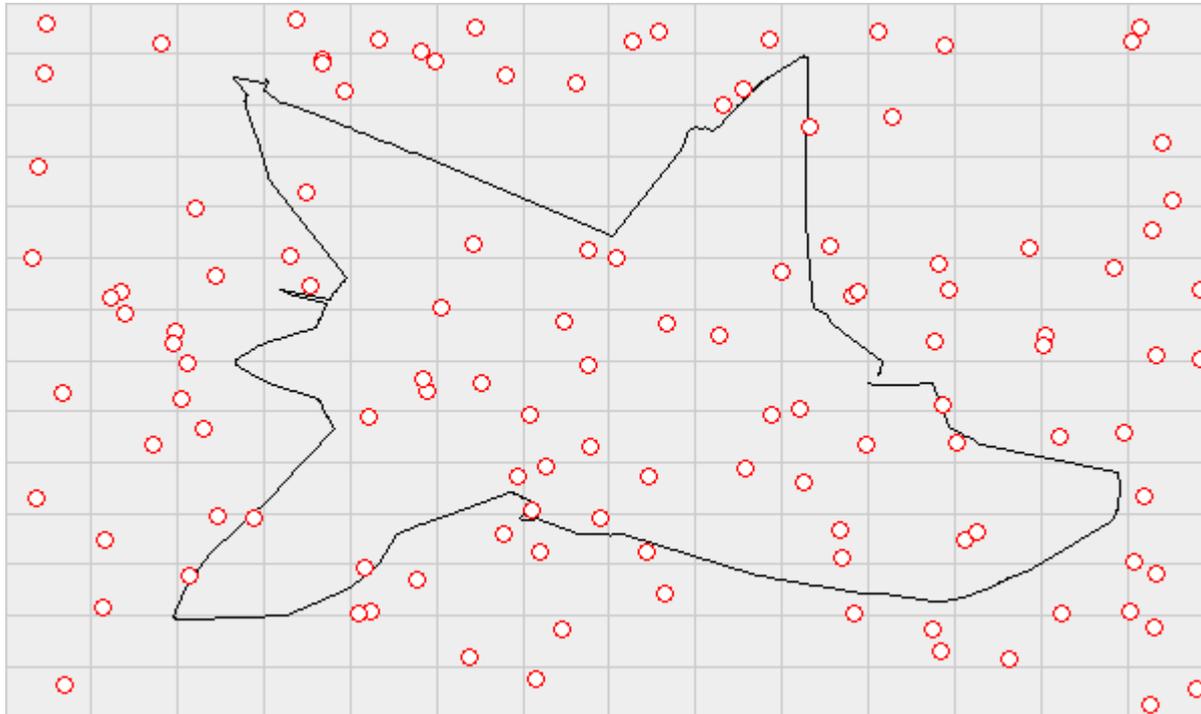
Knoten als Eingabemuster

Problem des Handlungsreisenden



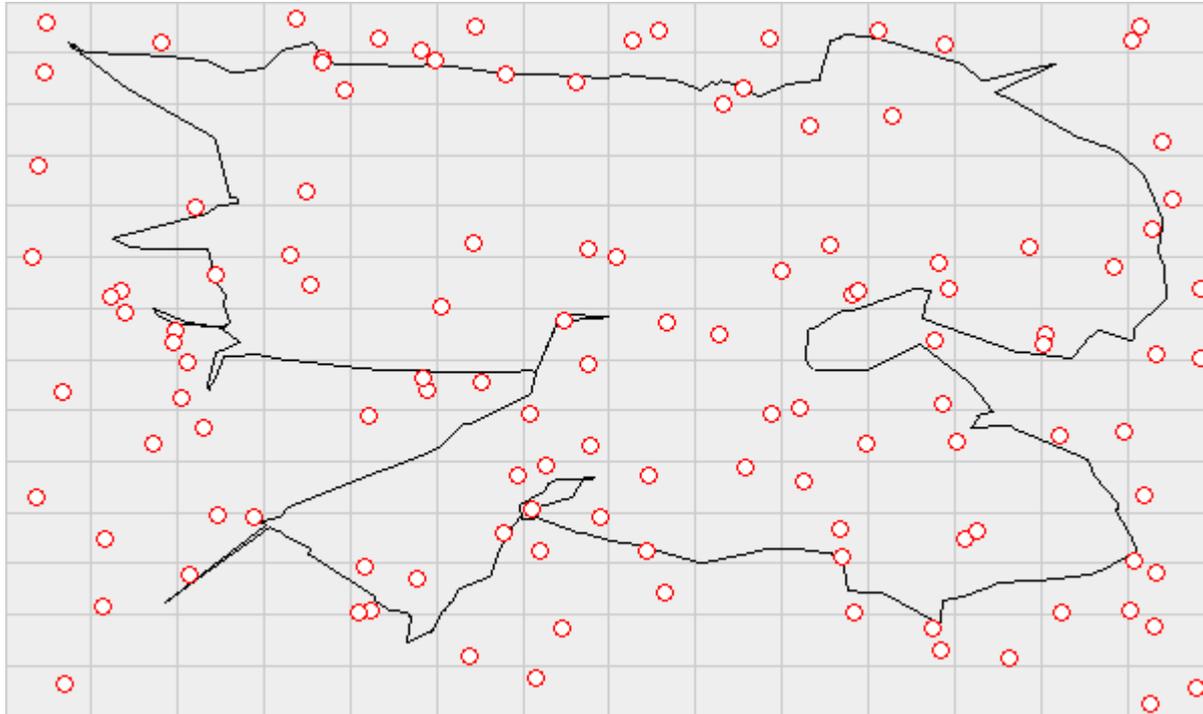
Initialisierung einer ein-dimensionalen Kartenschicht

Problem des Handlungsreisenden



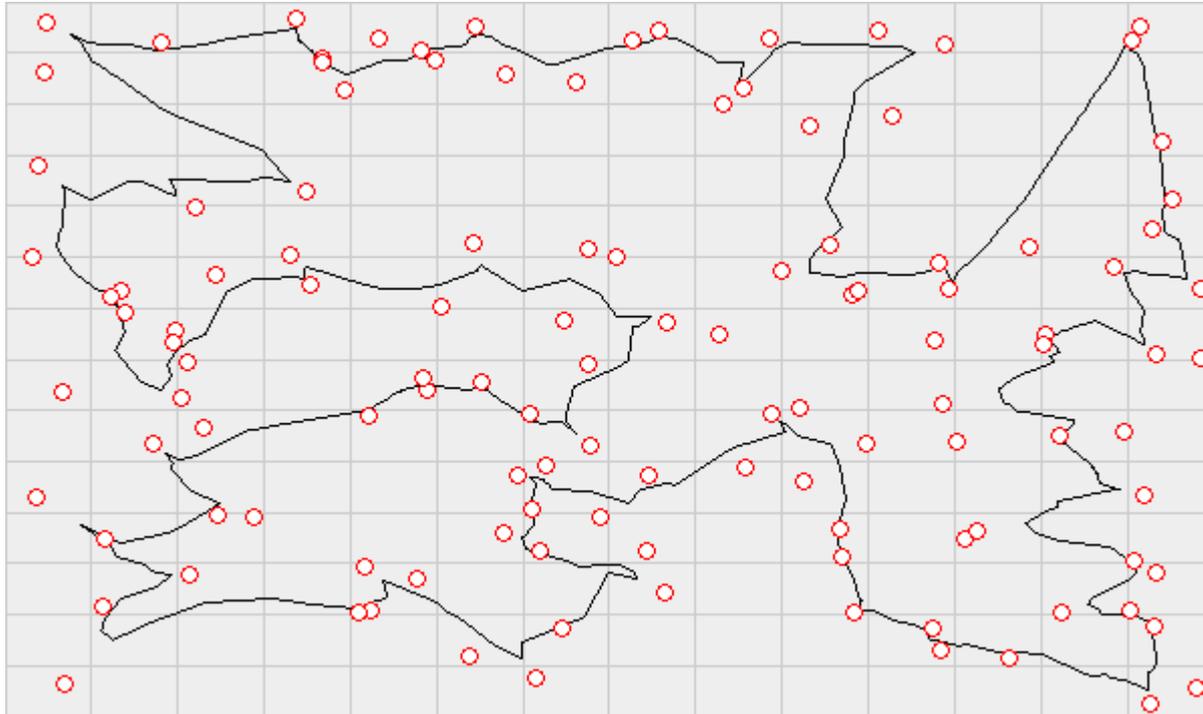
Nach 20 Epochen

Problem des Handlungsreisenden



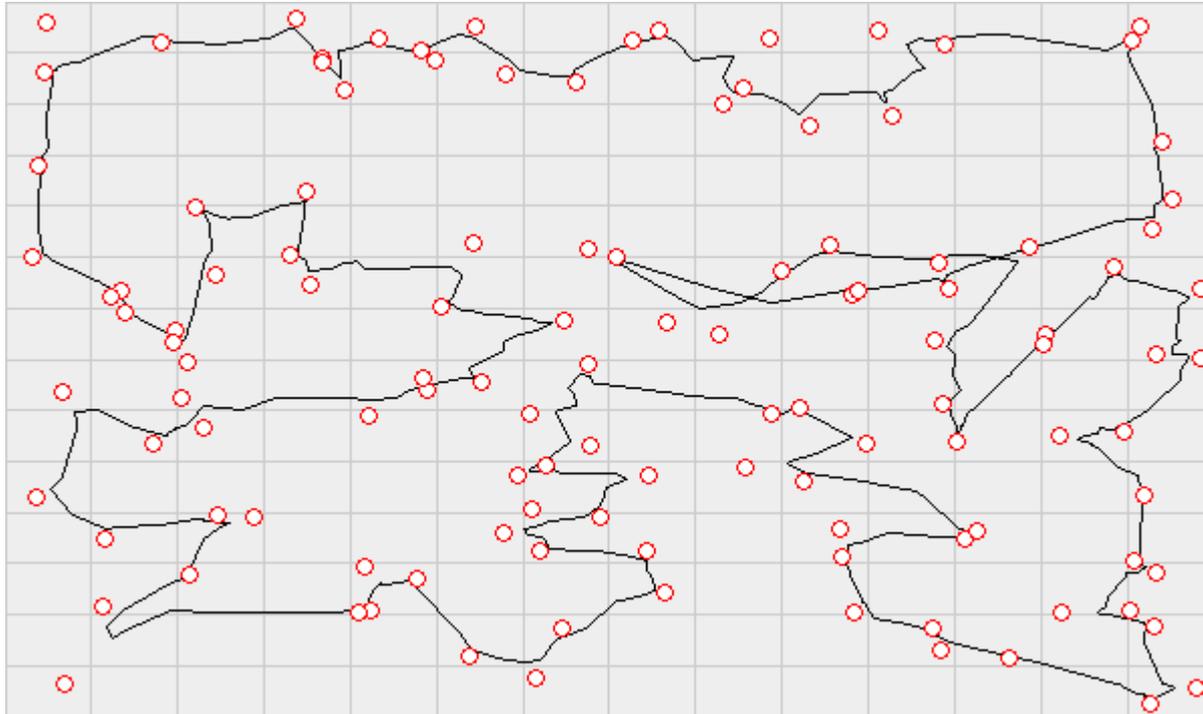
Nach 100 Epochen

Problem des Handlungsreisenden



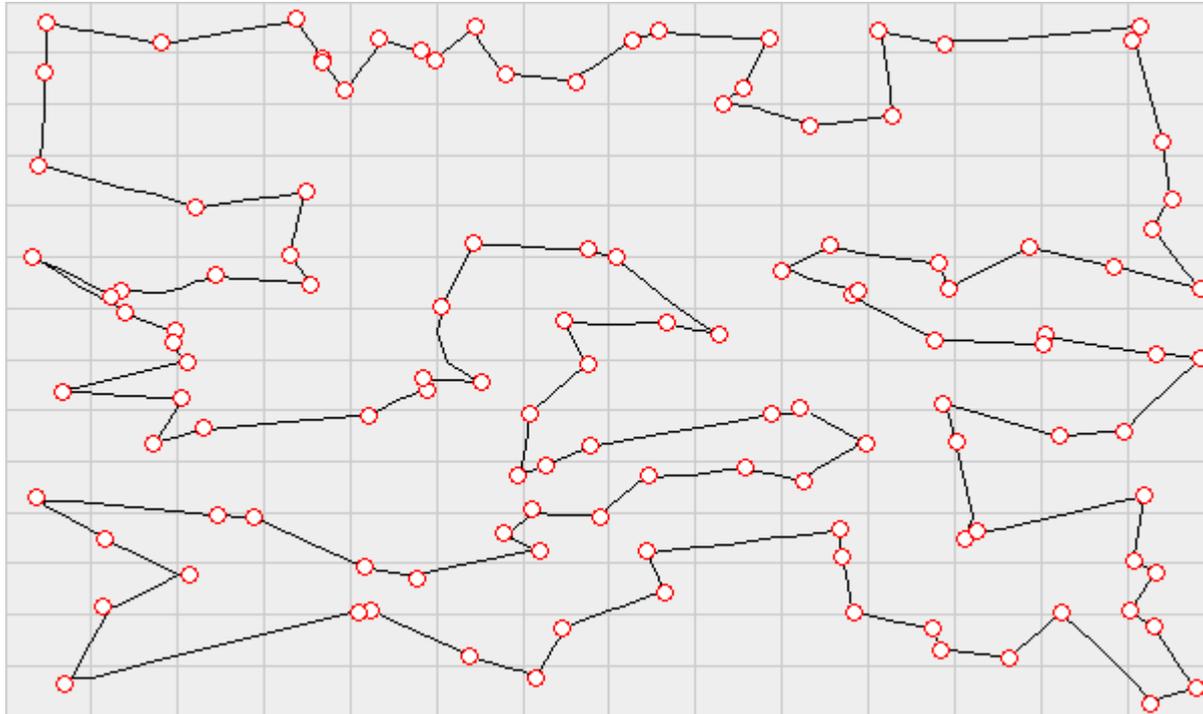
Nach 300 Epochen

Problem des Handlungsreisenden



Nach 500 Epochen

Problem des Handlungsreisenden



Konvergenz

